

## DİREK DİJİTAL RADYOGRAFİ (DDR)

Arş.Gör.Dt. H.Murat AKGÜL\*

Doç.Dr.A.Berhan YILMAZ\*\*

### DIRECT DIGITAL RADIOGRAPHY

#### SUMMARY

A direct digital radiography (DDR) is a computerized system in which an intraoral sensor sensitive to X-rays is used, which contains a printer and a monitor, needs less dosage when compared with classical films and eliminate developing process. It is possible by means of these techniques to enhance the contrast, to color, to take the negative (inverse image), to measure the images obtained and to observe the desired region of the image by magnifying due to its "zoom" mode.

There are various intraoral DDR systems produced under different names by different companies. In the studies conservative, endodonty, surgery, periodontology and implantation fields, performed comparatively between these systems and conventional techniques, similar result have been obtained. For this reason, taking the advantages into account, these systems seem to have the characteristics to replace the conventional techniques in future.

**Key Words:** Direct digital radiography (DDR), Radiovisiografi (RVG).

#### ÖZET

Direk dijital radyografi (DDR), X ışınına hassas bir intraoral sensör kullanılan, bir printer ve bir monitör ihtiva eden, klasik filmlerle mukayese edildiğinde daha az doz gerektiren ve banyo işlemini ortadan kaldıran bilgisayarlı bir sistemdir. Bu tekniklerle alınan imajların kontrastını ayarlamak, renklendirmek, negatifini almak, ölçüm yapmak ve "zoom" modu sayesinde görüntünün istenilen bölgesini büyütüp incelemek mümkündür.

Dünyada değişik firmalar tarafından değişik isimler altında üretilen çeşitli intraoral DDR sistemleri mevcuttur. Bu sistemlerle konvansiyonel teknikler arasında konservatif, endodonti, cerrahi, periodontoloji ve implantoloji alanında karşılaştırmalı olarak yapılan çalışmalarda birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenle avantajlarında göz önüne alındığında bu sistemler gelecekte konvansiyonel tekniklerin yerini alabilecek özellikte görünmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Direkt dijital radyografi, Radiovisiografi (RVG)

Son yıllarda dişhekimliği alanında meydana gelen en büyük gelişme direk dijital radyografi adı verilen görüntüleme sistemlerinin bulunuşudur. Bu sistemde film yerine intraoral bir sensör kullanılır ve banyo işlemlerine gerek olmaksızın görüntüler hemen monitörde gösterilir. İstenildiğinde bu görüntüler hasta adına açılan dosyada uzun yıllar saklanıp tekrar ekrana getirilebilir. Böylece zaman içerisinde meydana gelebilecek değişiklikler mukayese edilebilir.

Dijital radyografi esas olarak 4 bölümden oluşur.<sup>5,20,23</sup>

#### 1. Klasik röntgen cihazı

Direk dijital radyografi (DDR) yöntemlerinin tümünde ışın kaynağı olarak klasik röntgen cihazı kullanılır. Röntgen cihazı 50-90kVp (ortalama olarak 65-70 kVp) arasında olabilir.<sup>5,24</sup> Ancak DDR sensörleri X-ışınına filmden daha hassas olduğu için röntgen cihazı kısa ekspozür zamanı için ayarlanabilen özel bir elektronik timer ihtiva eder. Bu cihaz ile klasik röntgen filmi de çekilebilir.

#### 2. Intraoral sensör

Sensör klasik röntgen filmlerindeki filmin yerini tutan, farklı sistemlerde değişik boyutlarda olan (RVG'de<sup>4,5,8,20,23</sup> 40.6 x 22.8 x 14 mm, Visualix'de<sup>11</sup> 41 x 25.5 x 5.5 mm, Sens-A-Ray'da<sup>3</sup> 40x27x7 mm) sert plastik bir kılıf ile kaplı bir parçadır. Boyutlarından da anlaşıldığı gibi sensörün büyüklüğü bir periapikal film büyüklüğü kadar veya daha küçük olabilir. Ancak sensörün X-ışınına hassas olan kısmı (intensifying screen) bu boyutlardan daha küçüktür (RVG'de 25x .16,<sup>4,5,12,17,20,23</sup> Visualix'de<sup>7,11,17</sup> 18.1 x 24.2, Sens-A-Ray'da ise<sup>3,4,13,17</sup> 17.3 x 25.9). Bu yüzden incelenen bölge daha küçük olur ve dijital radyografinin en önemli avantajlarından birisi olan doz miktarındaki azalma, seri film çekimi işlemlerinde klasik röntgen işlemine göre, daha fazla görüntü alındığı için ortadan kalkar.<sup>5</sup>

\* Atatürk Üniv. Dişhekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi

\*\* Atatürk Üniv. Dişhekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Sensor ışınlandığında ışına maruz kalan ilk bölüm floresan ekrandır. Burası primer imaj reseptörü olarak rol oynar. Bunun altında üzeri X-ışınına duyarlı fosforla kaplanmış metal oksit (silikon) bulunur. Bunun arkasında da fiber optik lifler bulunur. X-ışınları buraya ulaştığı zaman içerisinden geçtiği dokunun özelliklerine göre floresan meydana gelir. Meydana gelen ışık RVG'de fiber optik lifler,<sup>3,10,12,15,17</sup> Flashdent'de ise 7 adet küçük lensden oluşan konvansiyonel optikler<sup>17</sup> vasıtasıyla taşınarak CCD (Charged-Coupled Device) 'ye ulaşır ve burada ışık elektrik sinyallerine çevrilir ve elastik bir kablo vasıtasıyla DPU (Display Processing Unit)'ya gönderilir. Sens-A-Ray<sup>3,10,24</sup> ve Visualix'de<sup>11,17</sup> ise radyasyonla sertleştirilen CCD kullanılır ve X-ışınları doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülür. Her iki sistemde de karşılaşılan en büyük sorun, CCD'nin sürekli X-ışınları ile bombardımanı sonucu zaman içerisinde değişikliğe uğramasıydı. Bu yüzden Mouyen floresan ekran ile CCD'nin arasına kurşunlu camla kaplanmış bir fiber optik blok yerleştirdi. Bu blok röntgen ışınlarıdaki değişimlerden CCD'nin korunmasını sağlar ve sensorun ömrünü uzatır. Radyasyonla sertleştirilen CCD'nin ömrü daha kısa ve bozulmaya daha yatkındır. Visualix sensorlarda<sup>11</sup> ortalama 100000 ekspozluk, Sens-A-Ray<sup>13</sup> sistemlerinde ise sensorun en az 30000 ekspozluk ömrü olduğu bildirilmiştir.

Sensorun yerleştirilmesi zor değildir ve hastalarda ağrı gibi herhangi bir şikayete sebep olmaz. Ancak ruberdam kullanılıyorsa<sup>5</sup> ve hastanın alveol kavsi dar ise kaninler bölgesinde sensorun yerleştirilmesi zorluk çıkarabilir. Sensor ya doğrudan hasta tarafından tutular veya bir sensor tutucu ile ağız içine yerleştirilir.<sup>5,11,13,20</sup>

Sensor termal yöntemlerle steril edilemez. Sadece kimyasal solüsyonlarla steril edilebilir.<sup>1</sup> Ancak yine de sterilizasyonunun bozulmaması için disposable plastik kılıflarla veya poşetlerle kullanılmalıdır.<sup>1,5,11,13,20</sup>

### 3. Display Processing Unit (DPU)

Bu bölüm hem CCD'den alınan elektrik sinyallerini işleyen, dijitalize eden ve depolayan elektronik ekipmanı (teçhizatı) hem de imajın gösterildiği televizyon ekranının ihtiva eder.<sup>5,20</sup> Ekspozur yapıldığı zaman derhal ekranda sensorda oluşan primer imajın 4 katı büyüklüğünde bir imaj oluşur.<sup>5</sup> İkinci bir imaj yapıldığı zaman birinci imaj kaybolmaksızın ekranın sağ tarafında ikinci bir görüntü ortaya çıkar.<sup>20</sup> Bu şekilde alınan imajlar kaybolmaksızın peşpeşe çok sayıda görüntü alınabilir.

DPU, alınan imajlar üzerinde parlaklık, kontrast ayarlamalarına imkan sağlar.<sup>4,5,18,20</sup> Elde edilen imajda siyah kısımlar beyaz, beyaz kısımlar siyah olmak üzere tersine çevrilebilir.<sup>5,18,20</sup> İstenildiğinde orjinal imaj tekrar ekrana getirilebilir. Yine "zoom" modu sayesinde imajın istenilen bölgesi büyütülebilir.<sup>5,18,20,23</sup> Ayrıca DDR'de rotasyon, renklendirme, keskinleştirme, yumuşatma ve ölçüm yapma fonksiyonları mevcuttur.

### 4. Printer

TV ekranında imajların daimi bir kaydını yapmak için bir printer gereklidir.<sup>5,20</sup> DPU'ya bağlanan bu printer sayesinde monitördeki radyografinin tarih ve zamanı üzerinde olmak üzere fotoğrafı alınabilir. Ancak alınan bu görüntü kalitesi monitördeki kadar net değildir. Bu yüzden teşhis amacıyla değil arşiv oluşturup saklamak için veya hastanın isteği doğrultusunda hastaya vermek için kullanılabilir. Orjinal görüntü kaydedilip istenildiğinde tekrar ekrana getirilebilir.<sup>20</sup> Tedavisi yarım kalan hastalarda, hastanın gittiği yerdeki hekimi yapılan işlemler açısından bilgilendirmek, gereksiz yere zaman harcanmasından kurtarmak ve hastanın da tekrar radyasyon almasını önlemek için alınan görüntüler bir diske kaydedilip hastaya verilebilir.

Dijital radyografik sistemlerle birçok in vivo ve invitro çalışmalar yapılmıştır. Bu sistemlerin pahalı oluşundan dolayı dijital radyografi teknikleri arasında diagnostik açıdan mukayeseli çalışma pek fazla yapılmamıştır. Yapılan çalışmalarda daha ziyade dijital radyografik tekniklerle konvansiyonel teknikler karşılaştırılmıştır.<sup>3-5,7,8,14-18,20,25,27</sup>

Kavitesiz okluzal çürüklerin tesbit edilmesi için yapılan bir çalışmada, dijital radyografilerin E-tipi filmler ile alınan konvansiyonel radyografilerden daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Bu çalışmada konvansiyonel radyografiler, kontrastı ayarlanabilen dijitalize edilen radyografiler, filtrasyon işlemli dijitalize edilen radyografiler, kontrastı ayarlanabilen RVG ve x fonksiyonlu RVG mukayese edilmiş ve en yüksek çürük oranı kontrastı ayarlanabilen dijitalize edilen radyografiler, bundan sonra da kontrastı ayarlanabilen RVG ile tesbit edilmiştir. Fakat bu metodlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildi.<sup>25</sup>

Mine tabakası kalınlığının yarısından daha küçük çürük lezyonların hem klasik film hem de RVG ile tesbit edilmesi zordur. Lezyon mine kalınlığının yarısına kadar uzandığında veya daha fazla olduğunda klasik film ve RVG ile alınan sonuçların mukayese edilebilir olduğu görüldü.<sup>15</sup>

Klasik film ve RVG ile lateral kanalların tesbiti için yapılan bir çalışmada her iki radyografi tekniği de düşük duyarlılık gösterdi. Bununla birlikte RVG imajlar, klasik filmlerden biraz daha duyarlıydı.<sup>18</sup>

RVG (Model D) ve E-tipi film ile tek köklü ve çok köklü dişlerin kök kanallarının saptanması ile ilgili olarak yapılan bir invitro çalışmada, RVG ile klasik film arasında anlamlı fark bulunmadı. Tek köklü ve çok köklü dişler ayrı ayrı göz önüne alındığında sadece çok köklü dişlerde, geliştirilmiş RVG (enhanced) ile normal RVG arasında anlamlı fark bulunmuş, apekse kadar görülmeyen ince kök kanallarının görüntülenmesinde RVG'nin enhanced fonksiyonunun daha faydalı sonuçlar verdiği gözlenmiştir.<sup>20</sup>

Kök kanalına yerleştirilen endodontik eğelerin boylarının ölçümü için yapılan bir çalışmada RVG ile konvansiyonel teknikler arasında anlamlı bir fark bulunmadı. Aynı çalışmada normal RVG görüntüleri ile reverse (negatif) RVG görüntüleri arasında da anlamlı fark bulunmadı.<sup>8</sup> Sens-A-Ray ve E-tipi filmler ile yapılan başka bir çalışmada ise, istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. Klasik radyografik görüntüler, Sens-A-Ray monitör imajlardan daha doğru sonuçlar gösterdi. Fakat kliniksel olarak bu fark anlamlı değildi.<sup>4</sup> DDR'nin termal print imajları ile konvansiyonel radyografi görüntüleri arasında anlamlı fark bulunmadı.<sup>4</sup> Edwin T. Parks, Wenzel ve arkadaşlarının RVG'nin video imajı ile kağıda basılı imajı arasında anlamlı fark bulduklarını belirttiler.<sup>26</sup>

10 ve 15 nolu endodontik eğeler kullanarak kök kanal uzunluğunun tesbit edilmesi için yapılan bir çalışmada çeşitli DDR teknikleri (RVG-32000, Normal ve Archive Modda RVG-PC, Visualix, Sens-A-Ray, Flash Dent) ile E-tipi filmler mukayese edildi. 15 nolu eğelerin görüntülenmesinde E-tipi filmler ile RVG-PC ve RVG-32000 teknikleri arasında anlamlı fark bulunmadı. Diğer tüm tekniklerle, E-tipi filmler arasında anlamlı fark bulundu. 10 nolu eğelerin görüntülenmesinde ise tüm DDR teknikleri ile E-tipi filmler arasında anlamlı fark bulundu ve dijital sistemlerin hiçbirisi teşhis yönünden kabul edilebilir sonuçlar vermedi.<sup>17</sup>

Kök kanal boylarının saptanması için hem in vitro hem de kliniksel olarak yapılan başka bir çalışmada, normal ve gridli RVG-S görüntüleri ile D-tipi filmler arasında anlamlı bir fark bulunmadı.<sup>14</sup>

Deneyssel olarak oluşturulan periodontal kemik lezyonlarının tesbit edilmesi için karşılaştırılmalı olarak yapılan çalışmalarda Sens-A-Ray sistem ile D-ve E-tipi filmler arasında<sup>3</sup> ve yine

Sens-A-Ray sistem ile D-tipi filmler arasında bir farklılık görülmemiştir.<sup>15,16</sup> Bu alanda yapılan başka bir çalışmada E-tipi filmin diagnostik doğruluğu Visualix sistemden biraz daha yüksek bulunmasına rağmen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.<sup>7</sup>

Kullendorff ve arkadaşları, bir test objesindeki küçük deliklerin gösterilmesi için klasik filmlerle mukayeseli olarak yaptıkları çalışmalarda Scarfe ve arkadaşlarının<sup>19</sup> Flash Dent sistemini, McDonnell ve Price'nin<sup>9</sup> Sens-A-Ray sistemini daha yetersiz olarak bulduklarını bildirdiler. Yine aynı çalışmada Kullendorff ve arkadaşları, Farman ve arkadaşlarının periapikal cerrahiye maruz kalan hastalarda lezyon boyutunun ölçümünde Visualix VIXA-2 imajları klasik filmden daha üstün olarak bulduklarını bildirdiler.<sup>2</sup>

Periapikal lezyonların saptanması için yapılan başka bir çalışmada RVG ile E-tipi filmler mukayese edilmiş, lezyon yokken klasik radyografilerin RVG'den anlamlı bir şekilde daha teşhis edici (diagnostik) olduğu, lezyon lamina dura ve medullar kemiği etkilendiğinde RVG'nin anlamlı bir şekilde daha üstün olduğu, kortikal kemiği etkilediğinde ise RVG ile klasik radyografi arasında anlamlı bir farklılık olmadığı gösterilmiştir.<sup>27</sup> Bu bulgulara göre, RVG'nin periapikal patolojilerin daha erken saptanmasını sağlayan doğru bir metod olduğunu söylemek mümkündür.<sup>27</sup>

Dijital radyografi alanındaki gelişmeler son yıllarda büyük bir hızla artmaya devam etmektedir. Bu gelişmelere örnek olarak; teşhis ve tedavi açısından bazı şüpheli durumlarda hekimi bilgilendirerek karar vermesini sağlayan ve eğitim amaçlı olarak da kullanılabilen CMD (Computer-Assisted Decision Making and Diagnosis) sistemlerini,<sup>6,22</sup> radyografilerde gözle ayırt etme imkanı olmayan kist, granülom gibi lezyonların ayırt edilmesini sağlayan değişik dijital imaj analiz sistemlerini verebiliriz.<sup>21</sup>

Sonuç olarak, bugün DDR teknikleri dental radyografilerin tam olarak yerini tutmuş da, bu alandaki teknolojik gelişmelere bağlı olarak bazı avantajları da göz önüne alındığında gelecekte klasik filmin yerine alabilecek gözükmektedir.

#### Avantajları

1. DDR sensörü röntgen ışınına klasik filmlerden daha hassas olduğu için verilen doz miktarı, RVG'de<sup>5,23</sup> D-tipi filmlerin % 23'ü, E-tipi filmlerin % 41'i, Visualix'de<sup>11</sup> ise D-tipi filminden yaklaşık 6 kat, E-tipi filminden 3 kat daha azdır.

2. RVG sensörü sert olduğu için yumuşak film paketinin kıvrılması nedeniyle klasik filmlerde oluşan imaj distorsiyonu RVG'de görülmez. Bununla birlikte X-ışını tüpünün açılı olması veya pozisyonuna bağlı olarak oluşan imaj distorsiyonu hem RVG hem de klasik radyografi için aynıdır.

3. RVG ile alınan imajların kontrastını, parlaklığını manuel olarak değiştirmek, alınan görüntüler üzerinde ölçüm yapmak, renklendirmek ve negatifini (inverse görüntü) almak mümkündür. Ayrıca zoom modu sayesinde görüntünün istenilen bölgesi büyütülüp daha detaylı olarak incelenebilir.

4. Banyo işlemini ortadan kaldırdığı ve çekim esnasında meydana gelebilecek hatalar anında düzeltildiği için hasta ve hekimin daha az zamanını alır ve görüntünün kısa sürede elde edilmesini sağlar.

5. Banyo işlemine gerek olmadığı için hekim için zararlı olabilecek çeşitli banyo solüsyonlarına, negatoskopa, özellikle muayenehanelerde temini zor olan karanlık odaya duyulan ihtiyacı ortadan kaldırır.

6. Banyo solüsyonlarının konsantrasyonunun bozulmasına bağlı olarak meydana gelen film işleme standartlarındaki değişiklikler RVG'de görülmez. Böylece görüntü kalitesi sabit kalır.

7. Standardizasyon sağlanarak elde edilen imajlarda hastanın tedavi öncesi ve sonrası görüntülerini aynı anda ekrana getirip mukayese etme imkanı sağlar.

8. Elde edilen görüntüler ekrana getirilerek yapılan işlemler hakkında hastaya gerekli bilgiler verilebilir. Bu şekilde hekim ile hasta arasında iyi bir kooperasyon sağlanır.

### Dezavantajları

1. Fiyatı pahalıdır.

2. Rezolüsyonu (çözünürlük) klasik filmlerden daha düşüktür. Rezolüsyon, birbirine çok yakın olan cisimlerin birbirinden ayırt edilmesidir ve mm'deki çizgi çifti olarak (line pairs) ifade edilir. Dental filmlerin rezolüsyonu yaklaşık  $12^{13}$ -  $16^{10}$  lp/mm, CCD sensörünün rezolüsyonu yaklaşık  $5^{5,13,20}$ - $10^{10}$  lp/mm arasındadır. İnsan gözü ise sadece 4-6 lp/mm arasındaki çözünürlüğe sahiptir.<sup>10</sup> Bu verilere dayanarak CCD sensörlerinin dental işlemler için yeterli çözünürlüğe sahip olduğunu söylemek mümkündür.<sup>10</sup>

3. Damak derinliği az veya alveol kavsi dar olanlarda, rubber-dam kullanılan hastalarda sensörün yerleştirilmesi zor olabilir.

4. Sensörün duyarlı alanı küçük olduğu için geniş sahaların taranmasında fazla sayıda görüntü alınması gerekebilir. Bu durum RVG sistemin avantajlarından biri olan doz miktarındaki indirimi ortadan kaldırır.

### KAYNAKLAR

1. Ardet Dental Lynx. Brochure, Arde srl, Buccinasco, Italy.

2. Farman AG Avant SL, Scarfe WC, Green DB. In vivo comparison of the VIXA-2 and Ektaspeed Plus Radiographs for the assessment of periapical lesion dimensions. Abstracts, Fifth European Congress on Dental and Maxillo-Facial Radiology, Cologne, Germany, 1995, "As Quated" Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M. Diagnostic Accuracy of Direct Digital Dental Radiography for the Detection of Periapical Bone Lesions. I Overall comparison between conventional and direct digital radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996; 82: 344-350.

3. Furkart AJ, Dove SB, McDavid WD, Nummikoski P, Matteson S. Direct Digital Radiography for the Detection of Periodontal Bone Lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992; 74: 652-60.

4. Hedrick RT, Dove SB, Peters DD, McDavid WD. Radiographic Determination of Canal Length: Direct Digital Radiography Versus Conventional Radiography. J Endodon 1994; 20(7): 320-326.

5. Horner K, Shearer AC, Walker A, Wilson NHF. Radiovisography: An initial evaluation. Br Dent J 1990; 168: 244-248.

6. Hubar JS, Hing LR, Heaven T. COMMRAD: Computerized Radiographic Differential Diagnosis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1990; 69: 263-65.

7. Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M. Diagnostic Accuracy of Direct Digital Dental Radiography for the Detection of Periapical Bone Lesions. Overall comparison between conventional and direct digital radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996; 82: 344-350.

8. Leddy BJ, Miles DA, Newton CW, Brown CE. Interpretation of Endodontic File Lengths Using Radio VisioGraphy. Journal of Endodontics 1994; 20 (11):542-545.

9. McDonnell D, Price C. An Evaluation of the Sens A-Ray Digital Dental Imaging System. Dentomaxillofac Radiol 1993; 22: 121-126. "As Quated" Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M. Diagnostic Accuracy of Direct Digital Dental Radiography for the Detection of Periapical Bone Lesions. Overall comparison between conventional and direct digital radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996; 82: 344-350.

10. Miles DA. Imaging Using Solid-State Detectors. Dental Clinics of North America. 1993; 37 (4): 531-540.

11. Molteni R. Direct Digital Dental X-Ray Imaging with Visualix/VIXA. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 76: 235-243.
12. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP. Presentation and Physical Evaluation of Radio VisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68: 238-242.
13. Nelvig P, Wing K, Welander U. Sens-A-Ray. A New System for Direct Digital Intraoral Radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 74: 818-823.
14. Ong EY, Ford TRP. Comparison of Radiovisiography with Radiographic Film in Root Length Determination. *International Endodontic Journal* 1995; 28: 25-29.
15. Parks ET, Miles DA, Van Dis ML, Williamson GF, Razmus TF, Bricker SL. Effects of filtration, collimation, and target-receptor distance on artificial approximal enamel lesion detection with the use of RadioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 77: 419-26.
16. Pass B, Furkart AJ, Dove SB, McDavid WD, Gregson PH. 6-bit and 8-bit digital radiography for detecting simulated periodontal lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 77: 406-11.
17. Sanderink GCH, Huiskens R, van der Stelt PF, Welander US, Stheeman SE. Image Quality of Direct Digital Intraoral X-Ray Sensors in Assessing Root Canal Length. The RadioVisioGraphy, Visualix/VIXA, Sens-A-Ray, and Flash Dent Compared with Ektaspeed Films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78: 125-132.
18. Scarfe WC, Fana CR, Farman AG. Radiographic Detection of Accessory/Lateral Canals: Use of RadioVisioGraphy and Hypaque. *Journal of Endodontics* 1995; 21(4): 185-190.
19. Scarfe WC, Farman AG, Kelly MS. Flash Dent: an Alternative Charge-Coupled Device/Scintillator-Based Direct Digital Intraoral Radiographic System. *Dentomaxillofac Radiol* 1994; 23:11-17. "As Quated" Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M. Diagnostic Accuracy of Direct Digital Dental Radiography for the Detection of Periapical Bone Lesions. Overall comparison between conventional and direct digital radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 82: 344-350.
20. Shearer AC, Horner K, Wilson NHF. Radiovisiography for Imaging Root Canals: an in Vitro Comparison with Conventional Radiography. *Quintessence International* 1990; 21(10): 789-794.
21. Shroot MK, Hall JM, Hildebolt CE. Differentiation of periapical granulomas and radicular cysts by digital radiometric analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 76: 356-61.
22. Siegel MA, Firriolo FJ, Finkelstein MW. Computer applications in oral diagnosis. *The Dental Clinics of North America* 1993; 37(1): 113-31.
23. Walker A, Horner K, Czajka J, Shearer AC, Wilson NHF. Quantitative assessment of a new dental imaging system. *Br J Radiol* 1991; 64: 529-36.
24. Welander U, Nelvig P, Tronje G, McDavid WD, Dove SB, Mörmér AC, Cederlund T. Basic Technical Properties of a System for Direct Acquisition of Digital Intraoral Radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 75: 506-516.
25. Wenzel A, Hintze H, Mikkelsen L, Mouyen F. Radiographic Detection of Occlusal Caries in non Cavitated Teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72:621-626.
26. Wenzel A, Pitts N, Verdonchot EH, Kalsbeek H. Developments in radiographic caries diagnosis. *J Dent* 1993; 21: 131-140. "As Quated" Parks ET, Miles DA, Van Dis ML, Williamson GF, Razmus TF, Bricker SL. Effects of filtration, collimation, and target-receptor distance on artificial approximal enamel lesion detection with the use of RadioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 77: 419-26.
27. Yokota ET, Miles AD, Newton CW, Brown CE. Interpretation of Periapical Lesions Using RadioVisioGraphy. *Journal of Endodontics* 1994; 20(10): 490-494.

**Yazışma Adresi:**

**Dt. H.Murat AKGÜL**  
Atatürk Üniversitesi  
Dişhekimliği Fakültesi  
Oral Diağnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı

**ERZURUM**