



İNTRAORAL DİJİTAL GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİ

INTRAORAL DIGITAL IMAGING SYSTEMS

Dr. Elif SOĞUR*

Prof.Dr. B.Güniz BAKSI*

Makale Kodu/Article code: 471
Makale Gönderilme tarihi: 13.01.2011
Kabul Tarihi: 30.03.2011

ÖZET

Radyografiler, maksillofasiyel anomalilerin tanısında ve dental hastalıkların izlenmesinde kullanılan en önemli gereçlerdir. Dijital radyografi dental görüntüleme alanındaki en son gelişme olup, konvansiyonel film ile karşılaştırıldığında sağladığı avantajlar nedeniyle dişhekimleri arasında giderek yaygınlaşan bir yöntem olmaya başlamıştır.

Dijital radyografinin kullanılabilirliği arttıkça, dişhekimleri konvansiyonel yöntemden dijital görüntüleme sistemine geçişte bazı problemler ve cevaplanması gereken sorularla karşılaşmışlardır. Bu derlemenin amacı, dijital radyografinin temel prensiplerini irdelemek, direkt ve yarı-direkt dijital görüntüleme sistemleri hakkında bilgi vermek ve dişhekimlerinin herhangi bir dijital sistemin satın alımı öncesinde değerlendirmeleri gereken kriterleri belirlemektir.

Anahtar kelimeler: Dental radyografi, dijital radyografi

ABSTRACT

Radiographs are the most accurate diagnostic aid available for the detection of maxillofacial abnormalities and follow up of dental disease. Digital radiography is the latest advancement in dental imaging system and because it has many advantages over the conventional film, the system is becoming increasingly popular in dentistry. As use of digital radiography becomes more common, many dentists face with some problems and questions that must be answered during their transition from the conventional system to a digital system. The aim of this review article was to discuss the principles of digital imaging including: direct and semi-direct digital imaging modalities, as well as a variety of factors that general practitioners should consider when purchasing digital imaging system.

Key words: Dental radiography, digital radiography

GİRİŞ

Günümüzde bilgisayar teknolojisinde yaşanan büyük gelişme, dijital radyolojik sistemlerin de aynı hızda gelişmesine ve farklı birçok dijital radyolojik yöntemin geliştirilmesine olanak sağlamıştır.^{1,2} İlk olarak tıbbi görüntüleme alanında göze çarpan bu gelişmeler, 80'li yılların sonuna doğru dişhekimliği görüntüleme alanında da yaygınlık kazanmıştır.³ Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte konvansiyonel görüntüleme yöntemlerine alternatif oluşturmaya başlayan dijital radyografi tekniklerinin rutin klinik uygulamalarda kullanımı dişhekimleri arasında da popülerlik kazanmaya başlamıştır.⁴

1987 yılında piyasaya sürülen ilk filmsiz dental radyografik sistem olan RadioVisiography'den (RVG, Trophy, France) bu yana, birçok üretici firma tarafından farklı dijital görüntüleme sistemleri geliştirilmiştir.⁵ Dişhekimleri tarafından sıklıkla tercih edilen dijital görüntüleme sisteminin CCD (Charge coupling device) sensör sistemleri olduğu bilinse de, son yıllarda yarı iletken aktif piksel sensör sistemleri (CMOS-APS= complementary metal oxide semiconductor active pixel sensor) ve fosfor plak sistemleri gibi farklı dijital radyografi sistemleri de hızla popülerlik kazanmaktadır.^{6,7}

Dijital radyografi sistemlerinde görüntü oluşumu - kablolu ya da kablosuz olarak - bir bilgisayarla bağlantısı olan solid fazlı sensörlerin ya da fosfor

* E.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi A. D.



plakların ışınlanmasını takiben radyografik görüntünün dijital olarak kaydedilmesi esasına dayanır.⁸ Direkt sensör sistemleri (CCD) ve yarı iletken aktif piksel sensör sistemleri (CMOS-APS), solid fazlı sensörlere örnektir. Üzerindeki analog görüntünün bir tarayıcı aracılığıyla dijital ortama aktarılması esasına dayalı olarak çalışan ve ışıkla stimüle olan fosfor lüminesens (photostimulable phosphor luminescence, PSPL) plakların kullanıldığı fosfor plak sistemi ise semi-direkt olarak isimlendirilebilir.⁴

Günümüzde kullanılan dijital görüntüleme sistemleri arasında sıklıkla tercih edilen CCD sensör sistemlerinin en önemli avantajı görüntü oluşum hızıdır. Saniyeler içinde hedeflenen bölgenin radyografik olarak incelenmesi imkânını sunan bu görüntüleme sistemlerinin en önemli dezavantajları arasında ise yüksek üretim maliyeti ve periapikal filmlerle kıyaslandığında sensörlerin daha kalın ve sert olması yer almaktadır. Sensörlerin bir kablo aracılığıyla bilgisayara bağlı olmaları da ağız içi manipülasyonu zorlaştırmakta ve hasta toleransını olumsuz yönde etkilemektedir.^{8,9}

CCD sensörlerin bu dezavantajlarını gidermek amacıyla yapılan çalışmalar sonrasında direkt dijital sensör teknolojisindeki son gelişmelerden biri de CMOS-APS görüntüleme sistemidir.¹⁰ CMOS sensörleri CCD detektörlerine benzerlik gösterse de, aktif piksel teknolojisini kullanmaları ve üretim maliyetlerinin CCD sensörlere kıyasla daha düşük olması gibi avantajları bünyesinde barındırmaktadır.^{1,9} Aktif piksel teknolojinin kullanımı ve CCD sensörlerin ihtiyaç duyduğu eksternal sinyal güçlendiricinin yerine USB (*Universal Serial Bus*) kablosu ile bilgisayar bağlantısının direkt kurulabilmesi, sistemin görüntü oluşturmak için ihtiyacı olan elektriksel gücü azaltmaktadır.^{11,12} Günümüzde kablosuz CMOS sensörlerin kullanıldığı dijital sistemlerin geliştirilmesiyle (Schick CDR Wireless, Schick Technologies Inc, USA), kablolu sistemlerde gözlenen ağız içi manipülasyon zorluğu gibi olumsuzlukların da giderilmesi amaçlanmıştır.¹³ Fakat kablosuz sistemlerde kullanılan sensörlerin kablolulara kıyasla daha kalın olması hasta toleransını yine olumsuz yönde etkilemiştir.¹¹ Bunun yanında CMOS sensörlerin aktif görüntüleme alanı CCD sensörlerle benzer boyutlarda olup, ağız içinde görüntüleyebildiği alan 2 no'lu periapikal filme eşdeğer olan (31 x 41 mm) fosfor plaklarla kıyaslandığında oldukça küçüktür.^{6,7} Piyasada mevcut CMOS sensör sistemleri

içerisinde en geniş görüntüleme alanına sahip Gendex GX5-700'de (Gendex Dent Sytems, IL, USA) sensör boyutları 28 x 36 mm'dir.¹⁴

Fosfor plak üzerindeki analog görüntünün bir tarayıcı aracılığıyla dijital ortama aktarılması esasına dayandığı için semi-direkt dijital görüntüleme tekniği olarak da isimlendirilen fosfor plak sisteminde ise ışıkla stimüle olan fosfor lüminesens plaklar kullanılmaktadır.¹⁵ İlk fosfor plak görüntüleme sistemi FUJİ firması (Tokyo, Japonya) tarafından 1981 yılında geliştirilse de bu sistemin intra-oral dijital görüntüleme için kullanımı, Soredex firmasının Digora fosfor plak görüntüleme sistemini (Digora, Soredex Finndent, Orion Corporation, Helsinki, Finlandiya) piyasaya sürdüğü 1994 yılında gerçekleşmiştir.¹⁶ Bunu takip eden yıllarda birçok büyük firma farklı fosfor plak sistemlerini piyasaya sürmüştür.¹⁷ Fosfor plak sistemlerin CCD sistemlerle kıyaslandığında en önemli avantajlarından biri sensör ile bilgisayar arasında bir kablo bağlantısı gerektirmemesidir. Fosfor plakların ağız içinde görüntüleyebildiği alan 2 no'lu periapikal filme eşdeğer olup (31x41 mm), CCD sensörlerden daha geniştir.^{8,15} Bunun yanında son yıllarda piyasaya sürülen fosfor plak sistemlerinde kullanılan plakların boyutlarının ve fleksibilitésinin periapikal filmlere çok yakın olması, reseptörün ağız içindeki manüplasyonunu daha da kolaylaştırmıştır.¹⁸

Bu olumlu özelliklerinin yanında fosfor plak sistemlerinin en büyük dezavantajı görüntü oluşum süresinin direkt görüntüleme sistemleriyle kıyaslandığında uzun olmasıdır. Fosfor plağın ışınlanması, zaman kaybetmeden tarayıcıya yerleştirilmesi ve bunları takiben görüntünün bilgisayar monitöründe oluşumu için gerekli sürenin 15-30 sn arasında değişmesi, bir periapikal film banyosu kadar uzun olmasa da, görüntü oluşum süresi 0.2-5 sn arasında olan direkt dijital görüntüleme sistemleriyle kıyaslandığında zaman kaybı yaratmaktadır.^{19,20} Digora'nın son versiyonu olan Digora Optime'da görüntü oluşum süresinin ortalama 5 sn'ye düşürülmesiyle bu olumsuzluğun da önüne geçilmiştir.²¹

Dijital sensörlerin dişhekimliğinde kullanımı, birçok avantajı da beraberinde getirmiştir. Bu avantajların en önemlisi; dijital sensörlerin X-ışınına olan yüksek duyarlılığı sayesinde hastaya ulaşan radyasyon dozunun azalmasıdır.^{22,23} Üretici firmalar radyasyon dozunda sağlanan azalmanın konvansiyonel filmlerle karşılaştırıldığında %90 oranında olduğunu



iddia etse de, günümüzde daha hızlı filmlerin geliştirilmesi ile gerçekte bu oranın %20-70 arasında değişkenlik gösterdiği bu konuda yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir.²⁴ Dijital sistemlerin ışınlama aralığının konvansiyonel filmlere kıyasla geniş olması da, aynı tanısıl kalitedeki görüntülere hastaya daha az radyasyon uygulayarak ulaşmamıza olanak sağlar.^{1,25} Fosfor plak sistemlerinde belirgin olarak göze çarpan bu özellik bir avantaj gibi görünse de, hastaya gerekenden daha fazla doz verilme riskini taşıdığı için, optimum ışınlama seviyesinin düzenlenmesi konusunda hekimlerin dikkatli olması gerekmektedir.⁷

Diş hekimi için hangi dijital görüntüleme sisteminin uygun olduğu kararının verilmesi; öncelikle söz konusu görüntüleme sisteminin dişhekimliğinin hangi alanında kullanılmak üzere satın alınacağına bağlıdır. Örneğin; CCD ve CMOS gibi sensör sistemlerinin bir kablo aracılığıyla bilgisayara bağlı olmaları, sensörün ağız içindeki manüplasyonunu olumsuz yönde etkileyecektir. Kablosuz direkt sensör sistemlerinin piyasaya sürülmesi bu olumsuzluğu bir nebze olsa giderse de, kablolu sensörlerle kıyaslandığında daha kalın olan kablosuz solid sensör sistemlerinin özellikle çocuk hastalar tarafından tolere edilmesi güç olmaktadır. Fakat bunun yanında görüntü oluşum hızının saniyelerle sınırlı olması, özellikle endodontik tedaviler aşamasında yarar sağlamaktadır. Sensör hala ağızdayken farklı açıdan alınacak ikinci bir radyografiye 0,2-5 sn içinde ulaşma imkanı veren solid fazlı sensörler; endodonti pratiklerinde sıklıkla tercih edilen görüntüleme sistemleri haline gelmiştir.

Fosfor plak sistemlerinin CCD sensör ile karşılaştırıldığında başlıca avantajları; sensör ile bilgisayar arasında bir kablo bağlantısı gerektirmemesi ve periapikal filmlere eşdeğer boyut ve fleksibiliteye sahip olmalarıdır. Fakat plakların tarama sürecinin solid fazlı sensörlerle kıyaslandığında daha uzun olması; yoğun klinik temposu içinde zaman kaybı yaratacaktır. Son yıllarda piyasaya sürülen fosfor plak sistemlerinde görüntü oluşum süresinin ortalama 5 sn'ye düşürülmesiyle bu olumsuzluğun da önüne geçilmiştir. Bunun yanında tek bir tarayıcının birçok hekim tarafından kullanılabilmesi; özellikle birden fazla hekimin çalıştığı bir klinikte avantaj sağlayabilir.¹²

Dijital sensörlerin yaygın olarak kullanımını güçleştiren en önemli kriterlerden biri de maliyetlerinin yüksek olmasıdır. Günümüzde direkt ve semi-direkt sensör sistemlerinin ücretleri ortalama 15.000\$

civarındadır. Her iki sensör sisteminin maliyetleri karşılaştırıldığında birbirlerinden çok da farklı olmadığı gözlenirken, aynı durum yedek sensörlerin satın alımı aşamasında da benzerlik göstermemektedir. İlgili firma tarafından 750-1000 kez kullanılabilceği söylenen fosfor plak sistemlerinde yedek sensörlerin fiyatları 25-135\$ civarındayken, bu miktar solid sensör sistemleri söz konusu olduğunda 7000\$- 12500\$ arasında değişmektedir.²⁶

Bunun yanında dişhekiminin söz konusu görüntüleme sistemini kullanabilmek için gerekli yazılım programı ve bu programı verimli şekilde çalıştıracak teknik donanıma sahip bir bilgisayarı da bulunması gerekmektedir. Hekimin çalışma ortamında hastalarının görüntülerini kaydetmek amacıyla önceden kullandığı bilgisayar programı ile satın alacağı dijital görüntüleme sisteminin yazılım programının uyumlu olması eski görüntüleri yeni sistemin yazılım programına aktarmasına olanak sağlayacaktır. Herhangi bir dijital sistemin satın alım aşamasında tüm bu kriterlerin göz önünde bulundurulması gerekir.¹¹

Dişhekimliğinde kullanılan dijital radyografi sistemlerine her geçen gün bir yenisinin eklenmesi bu alandaki firmalar arasındaki rekabeti arttırsa da, konvansiyonel filmlerle kıyaslandığında dijital görüntüleme cihazları daha pahalı sistemlerdir. Bu nedenle, hekimler herhangi bir dijital sistemi almaya karar vermeden önce hangi sensör ya da yazılımın kendi ihtiyaçlarını tam olarak karşılayacağına karar vermek durumundadır. Bu aşamada verilecek kararı etkileyecek en önemli faktörlerden biri de görüntü kalitesidir.²⁷ Piyasadaki fosfor plak sistemlerinin çoğunun uzamsal çözünürlük değerleri 10-21 çizgi çifti (lp/mm) arasındadır.²⁸ CCD ve CMOS gibi sensör sistemlerinin son versiyonlarında teorik uzamsal çözünürlüğün 27 lp/mm'ye kadar çıktığı bildirilse de, bu değerlerin çoğu üretici firmalar tarafından ortaya atılan iddialardır.¹

Görüntü kalitesini etkileyen bir diğer parametre ise görüntüleme sistemlerine ait kontrast rezolüsyon değerleridir. Piyasada mevcut sensörlerin çoğu 12 "bit"lik (2^{12} farklı gri tonu) görüntü elde edebilmektedir. Bu da teorik olarak 4096 gri tonunun ayırt edilebilmesi demektir.¹⁵ Oysa gözümüzün ayırt edebildiği gri tonu sadece 50-100 ile sınırlıdır.²⁹ İnsan gözünün 12 lp/mm'den daha yüksek olan çözünürlük değerlerini ayırt edemeyeceği ve kullanılacak monitörün çözünürlüğünün de oluşan görüntünün



Tablo 1. Dental sektörde mevcut olan solid fazlı sensör sistemlerine ait teknik bilgileri

Model	Firma	Sensör tipi	Eksternal Sensör Boyutları (Genişlik x Uzunluk x Derinlik)	Aktif Sensör Alanı (Genişlik x Uzunluk)	Uzamsal çözünürlük (lp/mm)	Piksel boyutu (µm)	Kontrast çözünürlüğü
CDR	Schick Technologies	CMOS	2 no'lu sensör 30 x 43 x 5 mm	2 no'lu sensör 25,6 x 36 mm	.....	40	12 bit
CDR Pluswire	Schick Technologies	CMOS	2 no'lu sensör 30 x 43 x 5 mm	2 no'lu sensör 25,6 x 36 mm	.....	40	12 bit
CDR Elite	Schick Technologies	CMOS	2 no'lu sensör 30 x 43 x 5 mm	2 no'lu sensör 25,6 x 36 mm	.....	40	12 bit
CDR wireless	Schick Technologies	CMOS	2 no'lu sensör 30 x 43 x 5 mm	2 no'lu sensör 25,6 x 36 mm	.....	40	12 bit
Dixi 3	Planmeca	CCD	2 no'lu sensör 30 x 43 x 4 mm	2 no'lu sensör 26 x 37 mm	26	19	16 bit
Dexis Platinum	Dexis	CMOS	Standart 29,3 x 38,7 mm	Standart: 25,6 x 32 mm	20	40	14 bit
Dr.Suni Plus	Suni Imaging	CCD	2 no'lu sensör: 31,5 x 43,5 x 3,2 mm	2 no'lu sensör 25,9 x 36 mm	Teorik: 22 Standart: 12	22,5	12 bit
DXR 730	Owandy	CCD	Standart 25 x 40 x 4,5 mm	Standart 730 mm ²	23,8	21	12 bit
Model	Firma	Sensör tipi	Eksternal Sensör Boyutları (Genişlik x Uzunluk x Derinlik)	Aktif Sensör Alanı (Genişlik x Uzunluk)	Uzamsal çözünürlük (lp/mm)	Piksel boyutu (µm)	Kontrast çözünürlüğü
FlexiRay	Newtech	CCD	Standart 25 x 40 x 4,5 mm	Standart 21.1 x 34,5 mm	Teorik: 23,8 Standart: 20	21	12 bit
Gendex GXS-700	Gendex Dent	CMOS	2 no'lu sensör: 31 x 42 mm	2 no'lu sensör: 28 mm x 36 mm	Teorik: 25,6 Standart: 20	19,5	.....
Hamamatsu Dent (C10819-02)	Hamamatsu Photonics	CCD	2 no'lu sensör: 30 x 42,3 mm	2 no'lu sensör: 24 x 34 mm	15	20	12 bit
Hamamatsu Dent (S10831)	Hamamatsu Photonics	CMOS	2 no'lu sensör: 27,3 x 37,9 mm	2 no'lu sensör: 26 x 34	20	20	14 bit
IOX2 600	Fimet Oy	CCD	Standart 24 x 37 x 6,5 mm	Standart 20 x 30 mm	20	25	.....
IOX2 900	Fimet Oy	CCD	Standart 31 x 44 x 6,5 mm	Standart 26 x 36,5 mm	26	19,5	.....
Kodak RVG 5100, 6100	Carestream Health	CMOS	2 no'lu sensör: 32,2 x 44,1 mm	2 no'lu sensör: 27 x 36 mm	Teorik: 27,03 Standart: 20	18,5	.....
Kodak RVG 6500	Carestream Health	CMOS	2 no'lu sensör: 32,2 x 44,1 mm	2 no'lu sensör: 27 x 36 mm	>20	18,5	.....
Krystal-X Easy	Owandy	CCD	.....	2 no'lu sensör 24 x 34 mm	Teorik: 26,3 Standart:>20	.....	.....
MediaDent HDX Digital	Multimedia Dental Systems	CCD	2 no'lu sensör 32,5 x 45,5 x 5,6 mm	2 no'lu sensör 27,5 x 36 mm	20	22	12 bit
MediaDent MDX	Multimedia Dental Systems	CCD	2 no'lu sensör 32,5 x 45,5 x 5,6 mm	2 no'lu sensör 27,5 x 36 mm	22	22	16 bit
Opteo	Owandy	CMOS	2 no'lu sensör 30,8 x 43,2 mm	2 no'lu sensör 26 x 36 mm	Teorik: 26,3 Standart: >20	19	.....
Prosensor	Planmeca	CMOS	2 no'lu sensör 30,4 x 44,1 mm	2 no'lu sensör 26,1 x 36 mm	Teorik: 33 Standart: 17	15	.....
RSV	Visident	CCD	2 no'lu sensör 25 x 39,5 x 7 mm	2 no'lu sensör 27,5 x 36 mm	Teorik: 22,7 Standart: 20	22	12 bit
Sigma	GE Healthcare (Instrumentarium)	CCD	2 no'lu sensör 30,5 x 42,5 mm	2 no'lu sensör 24 x 34 mm	25	20	.....
Suniray	Suni Imaging	CMOS	2 no'lu sensör: 31,5 x 43,5 mm	2 no'lu sensör: 26,2 x 35,2 mm	Teorik: 15 Standart: 12	.....	12 bit
Vision DX	Progeny Dental	CCD	2 no'lu sensör 32 x 44 x 6 mm	2 no'lu sensör 27 x 36 mm	22	22	16 bit
Visteo	Owandy	CMOS	2 no'lu sensör 30,9 x 42,9 mm	2 no'lu sensör 26 x 34 mm	Teorik: 25 Standart: 20	20	.....

Tablo 2. Dental sektörde mevcut olan fosfor plak dijital sistemlerine ait teknik bilgile

Model	Firma	Sensör tipi	Görüntüleme Alanı Boyutları (Genişlik x Uzunluk)	Görüntü Oluşum Süresi	Uzamsal çözünürlük (lp/mm)	Piksel boyutu (µm)	Kontrast çözünürlüğü
Dentoptix	Gendex	PSP	2 no'lu sensör: 31 x 41 mm	4 intraoral radyografi için 30 sn	.....	.....	.....
Scan X Intraoral	Air techniques	PSP	2 no'lu sensör: 31 x 41 mm	Standart rezolüsyonda 17 sn	Teorik: 40 Standart: 22	.....	.....
Classic Digora Optime	Soredex (GE)	PSP	2 no'lu sensör: 30 x 40 mm	Standart rezolüsyonda 4,3 - 7,5 sn	12,5	40 (Super), 64 (High)	14 bit
Digora Optime	Soredex (GE)	PSP	2 no'lu sensör: 31 x 41 mm	Standart rezolüsyonda 4,3 - 7,5 sn	14,3	35 (Super), 64 (High)	14 bit
Vistascan Mini	Dürr Dental	PSP	2 no'lu sensör: 31 x 41 mm	10 lp/mm'de 8 sn	Teorik: 40 Standart: 22	12,5-50 µm arasında seçilebilir piksel boyutu	16 bit
Vistascan Plus	Dürr Dental	PSP	2 no'lu sensör: 31 x 41 mm	10 lp/mm'de 15 sn	Teorik: 40 Standart: 22	12,5 -50 arasında seçilebilir piksel boyutu	16 bit
Kodak CR 7400	Carestream Health, Inc	PSP	2 no'lu sensör: 31 x 41 mm	High rezolüsyon modunda: 10,2 sn High speed modunda: 6,7 sn	High rezolüsyon modunda: 10 High speed modunda : 8	.....	.....

çözünürlüğünü kısıtlayacağı düşünülürse, bu konuda bir karara varabilmek içinde en uygun yöntem satıcı firmaların önceden elde etmiş oldukları hazır görüntülerden ziyade, hastalardan elde edilmiş gerçek görüntüleri incelemektir. Satıcı firmanın cihazı hekimin kendi hastalarında kullanmak üzere deneme amaçlı sağlaması, hem hekimin hastalardan elde ettiği gerçek görüntüleri değerlendirmesini sağlayacak, hem de cihazın kendi çalışma ortamına uygun olup olmadığına karar vermesini kolaylaştırır.

Günümüz dişhekimliği piyasasında mevcut olan direkt ve semi-direkt dijital görüntüleme sistemlerine ait teknik bilgiler Tablo 1 ve Tablo 2'de yer almaktadır. Her dijital görüntüleme sistemlerine ait ilgili firmalarca oluşturulan web sayfaları taranarak hazırlanmış bu tablonun yardımıyla dişhekimlerinin, bütün görüntüleme sistemlerine ait teknik bilgileri karşılaştırmalı olarak inceleyebilme ve bunun sonucunda kendilerine en uygun sistemi seçme şansına sahip olacaklarını düşünmekteyiz.

Dental piyasada dijital görüntüleme sistemi satışı yapan firmaların sayısı her geçen gün artış göstermektedir. Daha eski ve büyük bütçeli firmalar mevcut ürünlerinin yeni versiyonlarını piyasaya sürerken, daha düşük bütçeli firmalarda bu piyasadan pay sahibi olmaya çalışmaktadır. Bu aşamada dişhekimlerinin tercihlerini etkileyen faktör geniş bir servis ağı sunan cihazların garanti sürelerinin uzunluğudur. Kimi firma firmalardan yana kullanmaları

uzun vadede bir avantaj sağlayacaktır. Dikkat edilecek bir diğer nokta ise, sadece 1 yıllık garanti süresi verirken, bazı firmalarda bu süre 5 yıla kadar çıkabilmektedir.²¹ Garanti sürelerinin yanında hangi durumların garanti kapsamında olduğu da satın alım aşamasında titizlikle incelenmesi gereken bir diğer önemli noktadır.

SONUÇ

Sonuç olarak; dijital görüntüleme sistemlerinin arasında yapılacak seçim aşamasında dikkate alınması gereken kriterlerin başında; hekimin muayenehanesinde hangi tür tedavileri sıklıkla yaptığı ve radyografik sistemi en çok hangi amaçla kullanacağına karar vermesi gelmektedir. Her sistem dişhekimliğinin farklı alanlarında avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Bu kriterlerin belirlenmesinden sonra cihazın maliyeti, gerekli yazılım, uygun bilgisayar ve monitör gibi gereçlere yönelik maliyet ve sensör yenileme masrafları da göz önünde bulundurulduktan sonra en doğru seçimi yapmak mümkün olacaktır.

Günümüz dental piyasasında büyüklü küçüklü birçok firma bu sektörde tutunmaya çalışmaktadır. Oluşan bu rekabet ortamında mevcut modern görüntüleme sistemlerinin maliyetinin azalmasıyla, dijital radyografinin kullanım alanı daha da genişleyecek ve gelişmiş dijital sistemlerin daha fazla muayenehaneye girmesi mümkün olacaktır.



KAYNAKLAR

1. 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: 485-489.
2. Vandenberghe B, Jacobs R, Bosmans H. Modern dental imaging: a review of the current technology and clinical applications in dental practice. *Eur Radiol.* 2010; 20: 2637-2655.
3. Wakoh M, Kuroyanagi K. Digital imaging modalities for dental practice. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2001; 42: 1-14.
4. van der Stelt PF. Principles of digital imaging. *Dent Clin North Am* 2000; 44: 237-248.
5. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP. Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68: 238-242.
6. Sanderink GC, Miles DA. Intraoral detectors. CCD, CMOS, TFT, and other devices. *Dent Clin North Am* 2000; 44: 249-255.
7. Wenzel A, Møystad A. Work flow with digital intraoral radiography: a systematic review. *Acta Odontol Scand.* 2010; 68: 106-14.
8. Parks ET. Digital radiographic imaging: is the dental practice ready? *J Am Dent Assoc* 2008; 139: 477-481.
9. Paurazas SB, Geist JR, Pink FE, Hoen MM, Steiman HR. Comparison of diagnostic accuracy of digital imaging using CCD and CMOS-APS sensors with E-speed film in the detection of periapical bony lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89: 356-362.
10. Kitagawa H, Scheetz JP, Farman AG. Comparison of complementary metal oxide semiconductor and charge-coupled device intraoral X-ray detectors using subjective image quality. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32: 408-411.
11. Farman AG, Levato CM, Gane D, Scarfe WC. In practice: how going digital will affect the dental office. *J Am Dent Assoc* 2008; 139 Suppl: 14S-19S.
12. van der Stelt PF. Filmless imaging. The uses of digital radiography in dental practice. *J Am Dent Assoc* 2005; 136: 1379-87.
13. Tsuchida R, Araki K, Endo A, Funahashi I, Okano T. Physical properties and ease of operation of a wireless intraoral x-ray sensor. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100: 603-8.
14. <http://www.gendex-dental.com/Default.aspx?navid=562214&oid=201&lid=En>
15. Parks ET, Williamson GF. Digital radiography: an overview. *J Contemp Dent Pract* 2002; 3: 23-39.
16. Borg E, Attaelmanan A, Gröndahl HG. Subjective image quality of solid-state and photostimulable phosphor systems for digital intra-oral radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2000; 29: 70-75.
17. http://airforcemedicine.afms.mil/idc/groups/public/documents/afms/ctb_109171.pdf
18. <http://www.soredex.com/products/intraoral-imaging/classic-digora-optime.aspx>
19. Miles DA. Imaging using solid-state detectors. *Dent Clin North Am* 1993; 37: 531-540.
20. Lim KF, Loh EE-M, Hong HY. Quantitative assessment of a new intra-oral digital imaging system. *J Dent Res* 1995; 74 (Abstract): 463.
21. http://www.soredex.com/pdf/Digora_optime_tech.pdf
22. van der Stelt PF. Better imaging: the advantages of digital radiography. *J Am Dent Assoc* 2008; 139: 7S-13S.
23. Koch S, Wagner IV, Schneider W. Effective and quality-controlled use of digital radiography in dental practice. *Int J Comput Dent* 2000; 3(2): 107-118.
24. Bhaskaran V, Qualtrough AJ, Rushton VE, Worthington HV, Horner K. A laboratory comparison of three imaging systems for image quality and radiation exposure characteristics. *Int Endod J* 2005; 38: 645-52.
25. Berkhout WE, Beuger DA, Sanderink GCH, van der Stelt PF. The dynamic range of digital radiographic systems: dose reduction or risk of overexposure? *Dentomaxillofac Radiol* 2004; 33: 1-5.
26. http://www.cliniciansreport.org/additional_study/2005/05-02/comparison-chart.pdf
27. http://www.cliniciansreport.org/additional_study/2005/05-02/resolution.htm
28. http://www.aadmrt.com/static.aspx?content=currennts/farman_spring_04
29. Berkhout E, Sanderink G, van der Stelt P. Digital intra-oral radiography in dentistry. Diagnostic efficacy and dose considerations. *Oral Radiology* 2003; 19: 1-13.

Yazışma Adresi:

Dr. Elif Soğur
E.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,
Bornova, 35100, İZMİR
Tel: (232) 3881081
Faks: (232) 3880325
E-posta: esogur@yahoo.com

