



## FOSFOR PLAK SİSTEMLERİNDE KARŞILAŞILAN TEMEL SORUNLAR

### BASIC PROBLEMS IN PHOSPHOR STORAGE PLATE SYSTEMS

Öğr. Gör. Dr. Gökçen AKÇİÇEK\*

Doç Dr. Leyla Berna ÇAĞIRANKAYA\*

Prof. Dr.Nihal AVCU\*

**Makale Kodu/Article code:** 2345

**Makale Gönderilme tarihi:** 05.07.2015

**Kabul Tarihi:** 03.12.2015

#### ÖZ

Gelişen teknoloji ile birlikte diş hekimliğinde konvansiyonel radyoloji dijital radyoloji ile yer değiştirmektedir. *Charged-Coupled-Device*, *Complementary Metal Oxide Semiconductor* ve fosfor plakları dijital radyolojide kullanılan sensörlerdir. Konvansiyonel filme olan benzerlikleri, kablosuz olmaları, mevcut film tutucular ile uyumlu olmaları ve diğer dijital sensörlere kıyasla daha ekonomik olmaları nedeniyle fosfor plak sistemleri dijital radyolojiye geçişte tercih edilen sensör olmaktadır. Ancak tüm sistemlerde olduğu gibi fosfor plak sistemlerinde de hata ve sorunların oluşması son derece doğaldır.

Bu çalışmada fosfor plak sistemlerinde karşılaşılan sorunlar; istenilen radyograf sayısı, koruyucu kılıflar, enfeksiyon kontrolü, plakların ters çekilmesi, çekim-tarama süresi, tarama işlemi, plakların kullanım süresi ve görüntülerin yorumlanması başlıkları altında tartışılmıştır. Amacımız fosfor plak sistemlerinde karşılaşılan sorunları, nedenlerini ve çözümlerini derleyerek kullanıcıların fosfor plak sistemlerini daha rahat ve bilinçli olarak kullanmalarına yardımcı olmaktır.

**Anahtar kelimeler:** Dijital radyoloji, Fosfor plak, Enfeksiyon kontrolü, Görüntü kalitesi

#### ABSTRACT

Conventional film-based radiology used in dentistry has been replaced with digital radiology with the rapid advances in computer technology. *Charged-Coupled-Device*, *Complementary Metal Oxide Semiconductor* and storage phosphor plates are the sensors used in digital radiology. The phosphor storage plates are cordless and similar with conventional films, compatible with existing intraoral positioning devices and are low cost in comparison to the other digital sensors. Therefore, phosphor storage plates are the preferred sensors while transition to digital radiology. However, as like all systems it is very natural for problems and errors to occur in phosphor storage plate systems.

In this study the basic problems in phosphor storage plates are discussed under the topics of number of radiographs, protective barriers, infection control, reversed images, delay in processing time, processing procedure, utilization time and viewing conditions. Our aim was review the problems, their causes and solutions in phosphor storage plates and help the users to utilize this systems more comfortably and consciously.

**Keywords:** Digital radiology, Phosphor storage plates, Infection control, Image quality

#### Fosfor Plak Sistemlerinde Karşılaşılan Temel Sorunlar

Dental radyoloji, diş hekimliğinin vazgeçilmez bir parçası olup X-ışınlarının keşfinden günümüze kadar geçen sürede gelişimini hızla sürdürmüştür. Günümüzde film bazlı konvansiyonel görüntüleme tekniklerinin yerini dijital sistemler almaktadır. Dijital radyolojik sistemler; direk (*Charged-Coupled-Device* (CCD), *Complementary Metal Oxide Semiconductor*(CMOS)) ve indirek (fosfor plakları (FP)) olarak sınıflandırılır.

FP'nın en büyük avantajı konvansiyonel filme benzer şekilde ince, esnek ve kablosuz olmalarıdır.<sup>1,2</sup> Bu özelliklerinden dolayı hastalar açısından CCD sensörlere göre daha konforludurlar.<sup>3</sup> Kullanım öncesinde hazırlık gerektirmesi, görüntünün plaklar tarandıktan sonra elde edilmesi ve tekrarlayan kullanımlar sonucunda görüntü kalitesinin azalması ise başlıca dezavantajlarıdır.<sup>1,4</sup> FP sistemlerinin birbirleri ve diğer reseptörler ile karşılaştırıldığı birçok çalışmada farklı sonuçlara

\* Hacettepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş Çene Radyolojisi AD.



ulaşmış olmakla birlikte FP sistemlerinin görüntü kalitelerinin diğer reseptörlere benzer veya daha iyi olduğu bildirilmiştir.<sup>5-9</sup> FP, dijital sisteme geçiş yapılabildiği durumlarda, konvansiyonel filmle olan benzerlikleri ve CCD sensörlerine göre daha ucuz olması nedeniyle tercih edilebilir.<sup>4,10</sup>

Hekimlerin görüntüleme teknikleri konusundaki tercihleri incelendiğinde, dijital sistemler hakkında yeterli bilgiye sahip olmayan hekimlerin konvansiyonel teknikleri kullandıkları görülmektedir.<sup>11</sup> Tüm yeni teknolojilere geçişte olduğu gibi konvansiyonel radyografiden FP sistemlerine geçişte farklılık ve sorunların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Önemli olan bu sorunları ve nedenlerini saptayarak sistemin kullanışlı bir hale getirilmesidir. Bu çalışmadaki amacımız FP sistemlerinde karşılaşılan sorunları, nedenlerini ve çözümlerini derleyerek kullanıcıların FP sistemlerini daha rahat ve bilinçli olarak kullanmalarına yardımcı olmaktır.

#### **İstenilen Radyograf Sayısı**

Dijital ve konvansiyonel sistem kullanan hekimlerin değerlendirildiği bir çalışmada, dijital reseptör kullanan hekimlerin daha fazla sayıda radyograf aldığı saptanmıştır. Bunun nedenleri arasında, dijital radyolojide radyasyon dozunun az olması, hatalar, görüntü kalitesi, ekstra kazanç ve hastaya sistemi tanıtmak gösterilmiştir. FP kullanan hekimlerin konvansiyonel film kullanan hekimlerden %32 daha fazla radyograf aldığı, böylece dijital radyolojide azaldığı bilinen radyasyon dozunun klinik uygulamalarda düşünüldüğü kadar az olmadığı gösterilmiştir.<sup>12</sup> Hekimler dijital radyoloji uygulamaları esnasında radyasyon dozunun az olması nedeni ile cömert davranmamalı, gerektiği kadar radyograf alarak radyasyondan korunma prensiplerine mutlaka uymalıdır.

#### **Koruyucu Kılıf**

Plağı tükürük ve kan ile kontaminasyondan ve ışıktan korumak amacıyla kullanılan koruyucu kılıflar görüntü kalitesini etkileyebilir. Farklı koruyucu kılıfların plakların görüntü kalitesi üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada; orjinal siyah kılıflar ile elde edilen görüntülerin orjinal olmayan kılıflar ile elde edilen görüntülerden daha iyi olduğu bulunmuştur.<sup>13</sup>

FP'larında karşılaşılan diğer bir sorun ise piasada mevcut olan koruyucu kılıfların çoğunluğunun plaklardan daha geniş olmasıdır. Geniş kılıf kenarları çekim sırasında plak sınırlarının tam olarak görülmesini engellediğinden çekimde hatalara neden olabilmektedir. Bunu önlemek için plak kenarlarından taşmayan

kılıfların kullanılması önerilmektedir. Kullanılan kılıfların siyah olması da plakların ağız içinde görülmesini güçleştiren diğer bir faktördür.<sup>10</sup>

#### **Enfeksiyon Kontrolü**

Radyoloji kliniklerindeki birçok farklı yüzeyde kontaminasyon riski olduğu bilinmektedir.<sup>14,15</sup> Dijital sensörlerin konvansiyonel filmler gibi tek kullanımlık olmayıp yeniden kullanılması enfeksiyon kontrolü uygulamalarında farklılıklara yol açmaktadır. Plaklar ağız kapalı kılıflar içinde ağıza yerleştirilse de birçok kez yeniden kullanılmaları çapraz enfeksiyon riskine neden olmaktadır. Reseptörlerin kullanım öncesinde ve sonrasında uygun şekilde hazırlanması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda FP'lara uygulanan enfeksiyon kontrolü prosedürlerinin zor ve zaman alıcı olduğu bildirilmiştir.<sup>16</sup>

Koruyucu kılıflar plağı, tükürük ve kan ile kontaminasyondan ve ışıktan korur.<sup>1,17</sup> Ağıza yerleştirilmeden önce kılıflarda herhangi bir hasar (yırtık, delik, kılıf ağızda yapıştırıcının eksik veya hiç olmaması) olup olmadığı mutlaka kontrol edilmelidir. Kılıflarda fabrikasyon aşamasında veya plak yerleştirilirken uygulanan aşırı basınç nedeniyle oluşabilecek bu tarz defektler plakların kontamine olmasına neden olabilir.<sup>18</sup> Bazı kılıfların yapışkan kenarları ağızda pozisyonlandırma sırasında uygulanan basınçla açılabilen ve bu da plağın kontamine olmasına neden olabilmektedir.

Kullanılmış olan kılıflı plaklar, çekim sonrasında tarayıcıya yerleştirilmeden önce yüzey dezenfektanı ile dezenfekte edilir. Ancak bu aşamada dikkat edilmesi gereken kılıf ıslakken açılmaya çalışılırsa plağın kontamine edilebileceğidir. Bu kontaminasyonu önlemek için dezenfektan uygulandıktan sonra mutlaka kurutulmalıdır. Plak tekrar kullanılmadan önce alkol (%70 etanol) veya klor bazlı bir dezenfektan ile temizlendikten sonra yeniden kılıfa yerleştirilip kullanıma sunulur. Plaklarda oluşan kolonilerin özellikle plakların kenarlarında yerleşim gösterdiği, plağın merkezinde ise çok az koloni saptandığı bildirilmiştir. Bu nedenle özellikle plak kenarlarının temizlik ve dezenfeksiyonuna dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu işlemlere rağmen plaklarda bakteri ürettiği bildirildiğinden, bu uygulamalara ilaveten plakların gün sonunda etilen oksit gazı ile sterilizasyona tabi tutulması önerilmektedir.<sup>16,19,20</sup>

Enfekte bir plağın taranması sonucunda tarayıcının ve dolayısıyla daha sonra taranacak olan diğer plakların da kontamine olabileme ihtimali vardır.

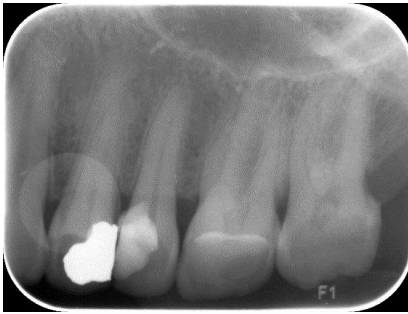


Bazı firmaların tarayıcılarında bulunan otodezenfeksiyon sistemleri her tarama sonrasında veya gün sonunda cihaz kapanırken otomatik olarak devreye girip tarayıcıyı dezenfekte etmektedir. Wenzel ve ark<sup>21</sup> yaptıkları bir çalışmada otodezenfeksiyon sisteminin mikroorganizmalar üzerinde etkili olduğunu saptamışlardır.

Dezenfektanların plaklarda hasara neden olabileceği de unutulmamalıdır. Etanol ve 2-propanolün Digora ve VistaScan FP'ları üzerindeki etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada VistaScan plaklarında etanol ile 5. silinmeden sonra, Digora plaklarında ise 60. silinmeden sonra defektler oluştuğu saptanmıştır. 2-propanolün ise mikroorganizmaları elimine etmede yetersiz olduğu, Digora plaklarında hasar oluşturmadığı, ancak VistaScan plaklarında 40. silinmeden sonra defektlere neden olduğu görülmüştür.<sup>21</sup>

#### **Plakların Ters Çekilmesi**

FP'larında karşılaşılan diğer bir sorun ise plakların ağız içine ters yerleştirilmesidir. Bu şekilde ekspoz edilen plaklarda görüntü ters taraf olarak yorumlandığından, tanı ve tedavide hatalara neden olabilmektedir. Günümüzde plakların ters yüzeyine metal şekiller konularak bu sorunun önüne geçilmeye çalışılmıştır. Böylelikle plak ters yerleştirildiğinde elde edilen görüntüde bu şekil belirlemekte ve hekimi uyarmaktadır (Şekil 1). Bazı sistemlerde ise ekspoz edilecek yüzeyde harfler yer almakta ve ters yerleştirilen plakta bu harfler ters olarak belirlemektedir. Ters çekilmiş plaklar bilgisayar ortamında "ayna görüntüsü" fonksiyonundan yararlanılarak düzeltilebilir.<sup>4</sup>



Şekil 1. Ters çekilmiş plak görüntüsü.

#### **Çekim-Tarama Süresi**

FP'nın görüntü kalitesini etkileyebilecek faktörlerin bilinmesi ve önlenmesi radyografik tanı için büyük önem taşımaktadır. FP'nın görüntü kalitesini etkileyen en önemli faktörler; taramaya kadar geçen

süre ve plajın taramadan önce çevresel ışığa maruz kalmasıdır.<sup>1,17,22</sup> Ekspoz-tarama arasındaki sürenin, görüntü kalitesi üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalara bakıldığında farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir.<sup>9,17,23-25</sup> Akdeniz ve ark.larının<sup>17</sup> çalışmasında plakların çekimi takiben 10 dakika içerisinde taranması gerektiği belirtilmiştir. Süre arttıkça özellikle koyu görüntü alanlarında görüntü kaybı olduğu ve bunun da kontrastta azalmaya neden olduğu bildirilmiştir.<sup>17</sup> Aynı araştırmacıların bir yıl sonraki çalışmalarında ise bu sürenin 30 dakikaya kadar uzayabileceği ifade edilmiştir.<sup>24</sup> Çalışmalar arasındaki bu farklılığa ekspoz parametrelerinin neden olabileceği; çok düşük doz radyasyon ile elde edilen görüntülerdeki kayıpların, yüksek doz ile elde edilenlere kıyasla daha fazla olabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle çekimden sonra hemen taranamayacak plakların daha yüksek doz ile ekspoz edilmesi önerilmiştir.<sup>24</sup> Martins ve ark. larının<sup>25</sup> 2006 yılındaki makalelerinde plaklarda 4 saatte görüntü densitesinde kayıp olduğu, fakat bu kaybın klinik olarak fark edilebilecek düzeyde olmadığı rapor edilmiştir. İnsan gözünün en fazla 100 gri tonunu ayırt edebildiği, dolayısıyla oluşan densite kaybının insan gözünün algılayamadığı boyutlarda olduğu belirtilmiştir.<sup>25</sup> Başka bir çalışmada ise plakların çekimden 120 dakika sonra taranması durumunda görüntü kalitesinde azalma olmakla birlikte bunun diagnostik açıdan sorun çıkarmayacak sınırlarda olduğu bildirilmiştir.<sup>23</sup> Soğur ve ark.'larının<sup>22</sup> çalışmalarında tarama süresinin 10 dakika gecikmesinin görüntü kalitesini olumsuz etkilediği ve 30 dakikalık gecikme sonucunda ise okluzal çürük tanısı doğruluğunun azaldığı tespit edilmiştir. Taramaya kadar geçen süre sonucunda meydana gelen görüntü kalitesindeki kayıpların sistemler arasında farklı olduğu, kimi sistemde 72 saate kadar görüntü kaybı olmazken bir diğerinde 6 saatte görüntü kalitesinde azalma olduğu bulunmuştur.<sup>9</sup> Bununla birlikte yoğun çalışılan kliniklerde, tarama işleminin çekimden farklı bir birimde yapıldığı durumlarda, ekonomik sebepler nedeniyle birkaç kullanıcının tek bir tarayıcı kullandığı yerlerde ve eğitim odaklı çalışan diş hekimliği ve röntgen teknisyenliği gibi okullarda çekilen plakların hemen taranması mümkün olmayabilir.

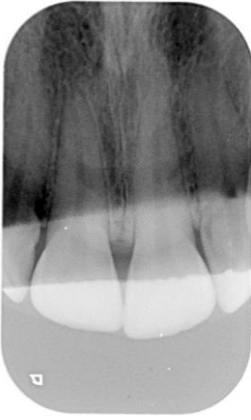
Ekspoz edilmiş plakların saklama koşulları görüntü kalitesini etkileyen diğer bir unsurdur. Düşük ısıda bekletilen plaklardaki görüntü kaybının, normal oda ısısında bekletilenlerden daha fazla olduğu

saptanmıştır.<sup>9</sup> İki farklı FP sisteminin incelendiği başka bir çalışmada ise plakların taranmadan önce ışığa maruz kalması durumunda birinde 5 dakika, diğerinde ise 10 dakika sonrasında görüntü kalitesinde azalma olduğu bildirilmiştir.<sup>13</sup>

Tüm bu çalışmalar ışığında FP'nın çekimi takiben mümkün olan en kısa sürede taranması, taramanın hemen yapılamadığı durumlarda ise plakların oda sıcaklığında, ışık almayacak şekilde saklanması önerilebilir.

### **Tarama İşlemi**

FP'lardaki latent imaj kırmızı ışığa (600nm) çok duyarlı olduğundan konvansiyonel filmler için hazırlanmış karanlık odalar plakların tarama yapılması için uygun değildir.<sup>1</sup> FP, görünür ışığa da duyarlı olduğundan tarama ortamı hafif ışıklandırılmalı, plakların kılıftan çıkartılıp taranması aşamasında hızlı davranılmalı ve böylece plakların çevresel ışığa maruziyetinin en aza indirilmesi sağlanmalıdır (Şekil 2).<sup>26,27</sup> Özellikle çevresel ışığın fazla olduğu ortamlarda taşıyıcı sistemler yerine, plağın tarayıcıya doğrudan yerleştirildiği sistemler tercih edilmelidir.<sup>28</sup>



Şekil 2. Işık almış plak görüntüsü.

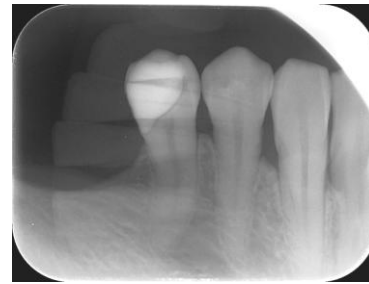
Eski FP sistemlerinde, plakların tarandıktan sonra üzerindeki görüntünün silinebilmesi için ışığa maruz bırakılması gerekmekteydi. Son dönemlerde üretilen sistemlerde ise plaklar taranırken silinebilmektedir. Silme işlemi tarayıcının yapmadığı sistemlerde, ekspoz olmuş bir plağın normal oda ışığına birkaç saniye maruz kalması görüntünün büyük bir kısmında kayba neden olsa da tamamının silinmesi için plağın parlak ışıkta daha uzun süre bekletilmesi gerekir.<sup>26</sup> Silme süresinin değerlendirildiği farklı çalışmalar olmakla birlikte Melo ve ark.<sup>29</sup> plakların en az 25 saniye süreyle 1700 lux ışığa maruz bırakılması gerektiğini

bildirmişlerdir. Bu sürenin altındaki uygulamalarda görüntünün kontrast, parlaklık, keskinliğinin azaldığı, mine, dentin ve mine-dentin sınırının net izlenemediği ve görüntüde "çift görüntü" oluştuğu rapor edilmiştir.<sup>29</sup>

Tarayıcıya bağlı olarak, görüntüde fazladan horizontal beyaz çizgi oluşması, tarama parametrelerinin optimal olmasına karşılık görüntünün çok parlak olması (Şekil 3), ekranda görüntünün sadece bir kısmının oluşması, görüntü boyutunun küçülmesi, farklı iki görüntünün süperpoze olması (Şekil 4) gibi artefaktlar oluşabilir. Bu gibi durumlarda plaklar taranırken silinmemişse aynı plak yeniden tarandığında görüntünün düzgün bir şekilde elde edildiği bildirilmiştir.<sup>4</sup> Birçok sistemde tarama sırasındaki silme fonksiyonu kaldırılabilir. Bu sayede tarayıcı kaynaklı tekrarların önüne geçilebilir, fakat silme işlemi için ekstra süreye ihtiyaç duyulur.<sup>4</sup>



Şekil 3. Optimal tarama parametrelerine rağmen parlak görüntü oluşumu.



Şekil 4. İki farklı görüntünün süperpoze olması.

### **Plakların Kullanım Süresi (Plaklarda Oluşan Çizikler)**

Günümüzde FP kullanımı sırasında en sık karşılaşılan sorunlardan biri de plaklarda mekanik hasara bağlı olarak oluşan çiziklerdir. Bu çizikler görüntünün diagnostik kalitesini azaltarak plağın kullanım süresini olumsuz yönde etkilemektedir (Şekil 5). Plaklar tarama

sırasında özellikle de plak yönlendirici tarayıcılarda, hasta tarafından ısırılma sonucunda (Şekil 6) ve sert yüzeylere düşürülmeleri sonucunda çizilebilir.<sup>4,30,31</sup> Tekrarlayan kullanımlar sonucunda plakları kaplayan fosfor halit emülsiyonunda kısmi soyulmalar olduğu da rapor edilmiştir.<sup>4</sup> Bu tarz mekanik hasarları önlemek için ekspoz edilmiş plaklar kılıftan sünger üzerine düşürülebilir ve plakların toplandığı ve temizlenip yeniden kılıflandığı alanlar plastik örtülerle kaplanabilir.<sup>10</sup>



Şekil 5. Tekrarlayan kullanımlar sonucunda plaklarda oluşan çizikler.



Şekil 6. Plaklarda ısırılmaya bağlı olarak oluşan hasarlar

FP'nin kullanım süreleri araştırıldığında literatürde birçok farklı sonuca ulaşılmaktadır. Bedard ve ark.<sup>31</sup> diş hekimliği öğrencilerinin kullandıkları plakları incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda plakların 30 kullanım sonunda yaklaşık yarısında ciddi çizikler oluştuğunu ve 50 kullanım sonunda ise bu oranın %95'e çıktığını bildirmişlerdir. Bu bilgiler doğrultusunda FP'nin 50 kez kullanıldıktan sonra değiştirilmesi gerektiğini önermişlerdir.<sup>31</sup> Bu çalışmanın tecrübesi sınırlı olan diş hekimliği öğrencileri ile gerçekleştirilmiş

olduğuna dikkat edilmelidir. Daha tecrübeli hekim ve/veya teknisyenlerin çalıştığı kliniklerde bu rakamın daha üst sınırlara çıkabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin Ergün ve ark.nın<sup>28</sup> çalışmalarında plakların 200 kullanım sonrasında hala kullanılabilir halde olduğu tespit edilmiştir.

#### **Görüntülerin Yorumlanması**

Tüm diagnostik görüntüler ister konvansiyonel ister dijital olsun, loş (çevresel ışığın az olduğu) ortamda değerlendirilmelidir.<sup>32</sup> Özellikle konvansiyonel filmde dijitale geçen hekimlerde dijital görüntülerin ekran üzerinden yorumlanması güçlük yaratmaktadır.<sup>12</sup>

#### **SONUÇ**

1. Hekimler, dijital radyoloji uygulamaları esnasında radyasyon dozunun az olması nedeni ile cömert davranmamalı, gerektiği kadar radyograf alarak radyasyondan korunma prensiplerine mutlaka uymalı,
2. Orjinal ve plak kenarlarından taşmayan kılıflar tercih edilmeli,
3. Kullanım öncesinde koruyucu kılıflarda herhangi bir hasar olup olmadığı kontrol edilmeli, taramadan önce kılıf üzerine uygulanan dezenfektan kuruduktan sonra kılıf açılmalı, plaklar her hasta arasında dezenfektan ile silinmeli, gün sonunda gaz sterilizasyonuna tabi tutulmalı, mümkünse otodezenfeksiyon programı olan tarayıcılar kullanılmalı,
4. FP ekspoz edildikten sonra en kısa sürede taramalı, tarama çevresel ışığın az olduğu bir ortamda yapılmalı,
5. Plaklar kırılmamalı, sert yüzeylere temas ettirilmemeli, hasarlı plaklar saptanarak kullanımdan çıkartılmalı,
6. Görüntüler loş ortamda yorumlanmalıdır.

#### **KAYNAKLAR**

1. White SC, Pharoah MJ. Oral Radiology Principles and Interpretation. 5 ed. St. Louis (MO); Mosby: 2004. p. 225-44.
2. Soğur E, Baskı BG. İntrooral görüntüleme sistemleri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2011;21:249-54.
3. Gonçalves A, Wiesel VG, Gonçalves M, Hebling J, Sannomiya EK. Patient comfort in periapical examination using digital receptors. Dentomaxillofac Radiol 2009;38:484-8.

4. Chiu HL, Lin SH, Chen CH, Wang WC, Chen JY, Chen YK, Lin LM. Analysis of photostimulable phosphor plate image artifacts in an oral and maxillofacial radiology department. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:749-56.
5. Farrier SL, Drage NA, Newcombe RG, Hayes SJ, Dummer PMH. A comparative study of image quality and radiation exposure for dental radiographs produced using a charge-coupled device and a phosphor plate system. *Int Endod J* 2009;42:900-7.
6. Jorgenson T, Masood F, Beckerley JM, Burgin C, Parker DE. Comparison of two imaging modalities: F-speed film and digital images for detection of osseous defects in patients with interdental vertical bone defects. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:500-5.
7. Kitagawa H, Farman AG, Scheetz JP, Brown WP, Lewis J, Benefiel M, Kuroyanagi K. Comparison of three intra-oral storage phosphor systems using subjective image quality. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29:272-6.
8. Syriopoulos K, Sanderink GCH, Velders XL, van der Stelt PF. Radiographic detection of approximal caries: a comparison of dental films and digital imaging systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29:312-8.
9. Martins MGBQ, Haiter Neto F, Whaites EJ. Analysis of digital images acquired using different phosphor storage phosphor plates (PSPs) subjected to varying reading times and storage conditions. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32:186-90.
10. Tax CL, Robb CL, Brilliant MGS, Doucette HJ. Integrating photo-stimulable phosphor plates into dental and dental hygiene radiography curricula. *J Dent Edu* 2013;77:1451-60.
11. Soğur E, Akdeniz BG. Dişhekimleri ve dişhekimiği öğrencilerinin dijital radyografi hakkındaki bilgi, tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi. *AÜ Diş Hek Fak Derg* 2005;32:207-13.
12. Berkhout WER, Sanderink GCH, Van der Stelt PF. Does digital radiography increase the number of intraoral radiographs? A questionnaire study of Dutch dental practices. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32:124-7.
13. Aktan AM, Çitçi ME, Akgünlü F. Comparison of the delay in processing time and protective plastic cases in two phosphor plate systems. *Scientific World Journal* 2012;2012:850764. Doi: 10.1100/2012/850764.
14. Freitas CVS, Dias LS, Araujo CS, Da Silva VC, Monteiro-Neto V, Souza JIL. Assessment of microbiological contamination of radiographic devices in school of dentistry. *Braz Dent Sci* 2012;15:39-46.
15. Fernandes LMPSR, Zapata RO, Rubira-Bullen IRA, Capelozza ALA. *Rev Gaucha Odontol, Porto Alegre* 2013;61:609-14.
16. Negron W, Mauriello SM, Peterson CA, Arnold R. Cross-contamination of the PSP sensor in a preclinical setting. *J Dent Hyg* 2005;79:1-10.
17. Akdeniz BG, Gröndahl HG, Kose T. Effect of delayed scanning of storage phosphor plates. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99:603-7.
18. MacDonald DS, Waterfield JD. Infection control in digital intraoral radiography: evaluation of microbiological contamination of photostimulable phosphor plates in barrier envelopes. *J Can Dent Assoc* 2011;77:b93.
19. Kalathingal SM, Moore S, Kwon S, Schuster GS, ShROUT MK, Plummer K. An evaluation of microbiologic contamination on phosphor plates in a dental school. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:279-82.
20. Kalathingal S, Youngreter A, Minton J, ShROUT MK, Dickinson D, Plummer K, Looney S. An evaluation of microbiologic contamination on a phosphor plate system: is weekly gas sterilization enough? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:457-62.
21. Wenzel A, Kornum F, Knudsen MR, Lau EF. Antimicrobial efficiency of ethanol and 2-propanol alcohols used on contaminated storage phosphor plates and impact on durability of the plate. *Dentomaxillofac Radiol* 2013;42:20120353. Doi: 10.1259/dmfr.2012353.
22. Soğur E, Baksı BG, Mert A. The effect of delayed scanning of storage phosphor plates on occlusal caries detection. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41:309-15.



23. Bramante CM, Bramante AS, Souza RE, Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB. Evaluation of the effects of processing delays and protective plastic ceses on image quality of a photostimulable phosphor plate system. J Appl Oral Sci 2008;16:350-4.
24. Akdeniz BG, Gröndahl HG. Degradation of storage phosphor images due to scanning delay. Dentomaxillofac Radiol 2006;35:74-7.
25. Martins MGBQ, Whaites EJ, Ambrosano GMB, Haiter Neto F. What happens if you delay scanning Digora phosphor storage plates (PSPs) for up to 4 hours? Dentomaxillofac Radiol 2006;35:143-6.
26. Molteni R. Effect of visible light on photo-stimulated-phosphor imaging plates. International Congress Series 2003;1256:1199-205.
27. Ramamurthy R, Canning CF, Scheetz JP, Farman AG. Impact of ambient lighting intensity and duration on the signal-to-noise ratio of images from photostimulable phosphor plates processed using DenOptix® and ScanX® systems. Dentomaxillofac Radiol 2004;33:307-11.
28. Ergün S, Güneri P, İlgü D, İlgü M, Boyacıoğlu H. How many times can we use a phosphor plate? A priminary study. Dentomaxillofac Radiol 2009;38:42-7.
29. Melo DP, dos Anjos Pontual A, de Almeida SM, Campos PSF, Alves MC, Tosoni GM. Effect of alternative photostimulable phosphor plates erasing times on subjective digital image quality. Dentomaxillofac Radiol 2010;39:23-7.
30. Ramamurthy R, Canning CF, Scheetz JP, Farman AG. Time and motion study: a comparison of two photostimulable phosphor imaging systems used in dentistry. Dentomaxillofac Radiol 2006;35:315-8.
31. Bedard A, Davis TD, Angelopoulos C. Storage phosphor plates: how durable are they as a digital dental radiographic system? J Contemp Dent Pract 2004;15:57-69.
32. Farman AG, Farman TT. A comparison of 18 different X-ray detectors currently used in dentistry. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005;99:485-9.

#### **Yazışma Adresi**

Öğr.Gör. Dr. Gökçen AKÇIÇEK  
Hacettepe Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi  
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD.  
e-mail: gokcen.akcicek@hacettepe.edu.tr

