



## FARKLI ÇÖZÜNÜRLÜKTEKİ FOSFOR PLAK GÖRÜNTÜLERİNİN ARAYÜZ MİNE DEFEKTLERİNİN TANISI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

### DETECTION OF PROXIMAL ENAMEL DEFECTS IN STORAGE PHOSPHOR PLATE RADIOGRAPHS SCANNED WITH DIFFERENT RESOLUTIONS

Dr. Erinc ÖNEM\*

Prof. Dr. B.Güniz BAKSI\*

**Makale Kodu/Article code:** 707  
**Makale Gönderilme tarihi:** 24.10.2011  
**Kabul Tarihi:** 01.02.2012

#### ÖZET

**Amaç:** Digora® Optime sistemi kullanılarak elde edilen dijital periapikal görüntüler üzerinde mine çürüğünün seçilebilirliği yönünden sistem çözünürlüğünün etkinliğini değerlendirmektir.

**Gereç ve Yöntem:** 15 adet çekilmiş premolar dişin arayüz mine yüzeylerinde standart boyutta oluşturulan pencereler 3 farklı süre kullanılarak (80, 100 ve 120 saat) demineralize edildi. Oluşturulan yapay çürüklere ait fosfor plak görüntülerinin standart ve yüksek çözünürlükte taranması ile elde edilen 120 adet görüntü 5 radyoloji uzmanı tarafından çürük seçilebilirliği yönünden değerlendirildi. Tanısal doğruluk ROC eğrilerinin altında kalan alanların hesaplanması ile saptandı ( $A_z$ ).  $A_z$  değerlerinin karşılaştırılması faktoriyel varyans analizi ile yapıldı. İkili karşılaştırmalar için post-hoc t-testi kullanıldı ( $p=0.05$ ). Gözlemciler arası uyum kappa ( $\kappa$ ) kullanılarak saptandı.

**Bulgular:** Bu çalışmada farklı demineralizasyon süreleri uygulanarak oluşturulan yapay çürüklerin tanısı yönünden standart ve yüksek çözünürlükteki görüntüler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0.05$ ).

**Sonuç:** Digora® Optime fosfor plaklarının uzaysal rezolüsyonundaki teorik artışın arayüz mine defektlerinin seçilebilirliği üzerinde olumlu bir etkisi bulunmamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Radyografi, dental, dijital

#### ABSTRACT

**Purpose:** To investigate the effect of scanning resolution of Digora Optime storage phosphor plate (SPP) radiographs on the detection of proximal enamel defects.

**Material and Methods:** Standard enamel windows of fifteen extracted premolars were exposed to a demineralizing solution for 3 different durations (80,100 and 120 hours). Five radiologists evaluated 120 proximal surfaces of premolars with respect to caries using Digora Optime SPP images scanned with standard and high resolutions. The area under Receiver Operating Characteristics (ROC) curves was used for diagnostic accuracy ( $A_z$ ). Factorial ANOVA was used for comparisons of  $A_z$ s. Pair-wise comparisons were done using post-hoc t-test ( $p=0.05$ ). Kappa ( $\kappa$ ) was used for inter-observer agreement.

**Results :** No difference was found between the  $A_z$ s of super or high resolution images for any of the demineralization periods used in this study ( $p>0.05$ ).

**Conclusion:** For Digora optime SPP radiographs, an increased theoretical spatial resolution per se is not related to improved detection of proximal enamel defects.

**Key Word:** Radiography, dental, digital

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



## GİRİŞ

Dişhekimliğinde radyograf, arayüz çürüklerinin tanısında klinik muayene ile birlikte yararlanılan en önemli araçtır. Son yıllarda dijital görüntülerin çürüğün tanısındaki performansının filmlere eşdeğer olduğunu gösteren çok sayıda araştırma bulunmaktadır.<sup>1-3</sup> İlerleyen teknoloji sayesinde dijital sistemler, görüntü netleştirme tercihlerinin eklenmesi,<sup>4</sup> son yıllarda da kontrast ve uzaysal çözünürlüklerinin artırılması yönünde geliştirilmektedir.<sup>5</sup> Bir radyograf üzerinde anatomik ve patolojik yapıların görülebilirlik düzeyi görüntü kalitesi olarak tanımlanmaktadır. Görüntü kalitesini etkileyen faktörlerden biri, birbirine çok yakın en küçük iki objenin ayırt edilebilmesidir ve bu da sistemin çözünürlüğü, densite, kontrast, açılardırma ve objenin şekli ile ilişkilidir. Dijital sistemin çözünürlüğünü, birim alandaki piksel sayısının (uzaysal çözünürlük) yanı sıra görüntünün gri değer derinliği de (kontrast çözünürlüğü) etkilemektedir.<sup>6,7</sup> Yeterli diyagnostik veri elde edebilmek için dijital bir görüntü, yeterli uzaysal ve kontrast çözünürlüğe ve minimum görüntü kirliliğine sahip olmalıdır.<sup>8</sup> Uzaysal çözünürlük, birbirine yakın olan objeleri ayırt edebilme kapasitesini tanımlar. Birim alanda birbirinden ayrılabilen yapı sayısı ne kadar çoksa görüntünün uzaysal çözünürlüğü o kadar yüksektir.<sup>8</sup> Arayüz çürüklerinin tanısında farklı dijital sistemlerin çözünürlüğünün etkisini araştıran az sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu az sayıdaki *in vitro* çalışmalarda da daha çok derin mine (mine-dentin sınırına ulaşmış) çürükleri ve/veya sadece dentin çürükleri bulunan dişler kullanılarak yapılmıştır.<sup>5,9,11</sup> Çürüğün başlangıç fazında (mineyi tamamen demineralize etmeden) saptanabilmesi durumunda çeşitli yöntemler ile re-mineralizasyonunun mümkün olduğu bilinmektedir.<sup>12</sup> Bununla birlikte çözünürlüğün arayüz çürüklerinin tanısı üzerindeki etkisini sadece başlangıç aşamasındaki yüzeysel mine çürüklerinden oluşan dişlerle gerçekleştiren bir araştırmaya literatürde rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, asit uygulayarak arayüz mine yüzeyinde oluşturulan başlangıç seviyesindeki demineralizasyonun tanısında fosfor plak sistemine ait farklı çözünürlükteki görüntülerin etkisini belirlemektir.

## GEREÇ – YÖNTEM

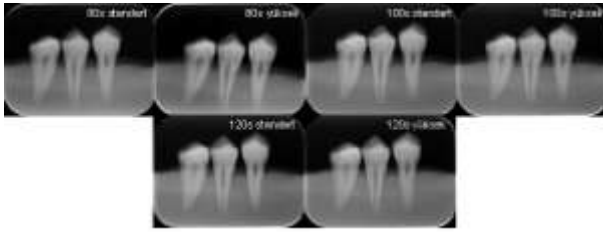
Digora® Optime sistemi kullanılarak elde edilen dijital periapikal görüntüler üzerinde mine çürüğünün seçilebilirliği yönünden sistem çözünürlüğünün etkinliğinin değerlendirildiği bu çalışmaya insana ait 45 adet çekilmiş sağlıklı premolar diş dahil edildi. Dahil edilen dişlerin 15'i çalışma grubu olarak belirlendi. Çalışma grubuna ait her dişin tek arayüz yüzeyinde 1,4 mm çapında bir alan (1.54 mm<sup>2</sup>) yuvarlak bir lateks ile izole edildi ve kalan yüzeyler çürük oluşturulacak seçili bölge dışında sert bir kırmızı oje ile kaplandı. Ojelenmiş diş 0.34 Mol sodyum içeren asetik asit çözeltisinde (pH= 4) 80, 100 ve 120 saat bekletilerek çeşitli derinliklerde yapay çürük (demineralizasyon bölgeleri) oluşumu sağlandı. Yapay çürük oluşturulmuş 15 adet premolar diş ile kontakt oluşturmak üzere destek olarak kullanılacak oje ile kaplanmış ikişer adet premolar diş silikon bloğa gömülerek 15 adet test bloğu oluşturuldu (Resim 1).



Resim1. Ortada arayüz defekti bulunan iki yanda ise destek kontrol dişler ile oluşturulan bloklara ait bir örnek.

İşinlama sırasında diş bloklarının arka yüzeyine dişlerle temas edecek şekilde yerleştirilen Digora® Optime fosfor plak sistemine ait mavi fosfor plaklar kullanıldı. Fosfor plaklar (Soredex, Helsinki, Finland) 2,5 mm Al filtrasyonu ve 1,5 mm Al'a eşdeğer yarım değer tabakası olan radyografik cihazla (Trophie Radiologie, Vincennes, Fransa) 60 kVp, 7 mA'de, 0,12 sn işinlama süresi ve bite-wing projeksiyon geometrisi kullanılarak işinlandı. İşinlama işlemine 15 adet dişin asit uygulanmamış (kontrol grubu) haliyle başlandı ve sırasıyla her demineralizasyon periyodunu takiben (80, 100 ve 120 saat) işinlama işlemi tekrarlandı. Işın kaynağı – film mesafesi 30 cm olarak belirlendi. Yumuşak dokuyu temsil etmek üzere dişler ile ışın tübü arasında 15 mm kalınlığında pleksiglas blok kullanıldı. İşinlama sonrası fosfor plaklar bekletilmeden Digora® Optime tarayıcısında standart (high: 64µm, 7,8 lp/mm)

ve yüksek (süper: 40µm, 12,5 lp/mm) çözünürlükte taranarak oluşan görüntüler 8-bit kontrast derinliğinde, TIFF formatında kaydedildi. Çözünürlüğün çürük tanısına etkisinin değerlendirilmesi aşamasında kullanılmak üzere kontrol grubuna (n=15) ve tüm demineralizasyon periyodlarına (n=45) ait 60 adet standart (high) ve 60 adet süper çözünürlükte taranmış toplam 120 adet görüntü, rastgele karıştırılarak gözlemcilerle sunulacak görüntüler oluşturuldu (Resim 2).



Resim 2. Digora Optime sistemine ait iki farklı çözünürlükte taranmış her demineralizasyon dönemine ait görüntülere birer örnek.

Çürük varlığının değerlendirilmesi aşamasında; farklı çözünürlüklerde taranmış dijital periapikal görüntüler 15,4 inch yüksek çözünürlükte (WXGA) LCD (liquid crystal display) bir bilgisayar monitörü (HP Pavillion DV6000, Santa Clara, CA) kullanılarak standart koşullarda, loş bir odada 5 radyoloji uzmanı tarafından değerlendirilerek, (1) kesinlikle çürük yok (2) muhtemelen çürük yok (3) emin değilim (4) muhtemelen çürük var (5) kesinlikle çürük var şeklinde 5 dereceli bir skala yardımıyla skorlandı. Standart çözünürlükteki (high) görüntüler ile yüksek çözünürlükte (süper) taranmış dijital görüntülerden elde edilen gözlemci skorları çürük tanısındaki etkinlikleri yönünden karşılaştırıldı.

Demineralizasyon işleminin hangi dental dokuları etkilediğini objektif olarak saptamak üzere demineralizasyon uygulanan 3 örnek diş taramalı elektron mikroskobu (SEM) (JSM-5200, JEOL, Japan) ile incelemek, oluşan defektlerin yapısı/derinliği gözlemlendi.

#### İstatistiksel yöntem

Farklı çözünürlükteki görüntülerde arayüz çürüklerinin tanısıl doğruluğunun saptanması için ROC (receiver operating characteristics) eğrilerinin altında kalan alanların hesaplaması yapıldı ( $A_z$ ).  $A_z$  değeri her

gözlemci, her demineralizasyon süresi ve her çözünürlük için ayrı ayrı saptandı ve tüm gözlemcilerle  $A_z$  değerleri beşe bölünerek ortalama bir  $A_z$  değeri elde edildi. İstatistiksel analiz için ROC GraphPad InStat (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, USA) yazılımı kullanıldı.  $A_z$  değerlerinin karşılaştırılması faktoriyel varyans analizi ile yapıldı. İkili karşılaştırmalar için post-hoc t-testi kullanıldı ( $p=0.05$ ). Gözlemciler arası uyum Cohen's kappa ( $\kappa$ ) testi kullanılarak saptandı.

#### BULGULAR

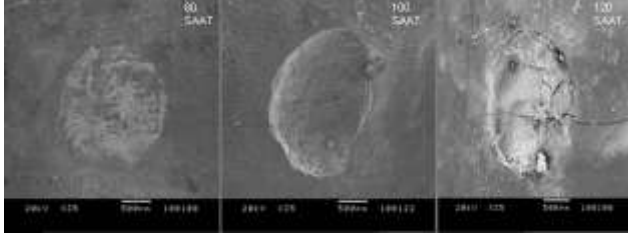
Tüm demineralizasyon sürelerine ait (80, 100, 120 saat) ortalama  $A_z$  değerleri standart çözünürlük (high) için 0,60 ila 0,72 arasında değişirken, yüksek çözünürlük (süper) için 0,59 ila 0,67 arasında idi (Tablo 1). 80, 100 ve 120 saat demineralizasyon uygulanarak oluşturulan yapay çürüklerin tanısı yönünden standart ve yüksek çözünürlükteki görüntüler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0.05$ ). Ancak, çürük derinleştikçe (120 saat) yüksek çözünürlüğün çürük saptanabilirliğini arttırdığı yani saptanabilirlik üzerinde olumlu katkısı olduğu izlendi (Tablo 1).

Gözlemciler arası uyum her üç demineralizasyon süresi için standart çözünürlükteki görüntülerde 0.31-0.43 arasında, yüksek çözünürlükteki görüntüler için ise 0.51-0.62 arasında değişmekte idi.

Taramalı elektron mikroskobu ile yapılan incelemeler sonucu demineralizasyon işleminin her üç asit uygulama süresi için sadece mine dokusunu etkilediği ve minede 25µm ile 30 µm arasında değişen derinliklerde defektler oluşturduğu saptandı (Resim 3).

Tablo 1: Üç farklı demineralizasyon süresinde (80, 100, 120 saat), iki farklı çözünürlükte arayüz çürüklerinin tanısıl doğruluğu ( $A_z$  değeri)  $\pm$  standart sapma (SS).

| Demineralizasyon süresi | Standart çözünürlük (high) $A_z$ değeri $\pm$ SS | Yüksek çözünürlük (super) $A_z$ değeri $\pm$ SS |
|-------------------------|--|---|
| 80 saat                 | 0,603 $\pm$ 0,25                                 | 0,594 $\pm$ 0,19                                |
| 100 saat                | 0,604 $\pm$ 0,23                                 | 0,595 $\pm$ 0,15                                |
| 120 saat                | 0,717 $\pm$ 0,20                                 | 0,668 $\pm$ 0,12                                |



Resim 3: Farklı sürelerde asit uygulamaları ile oluşturulan mine defektlerine ait taramalı electron mikroskobu görüntüleri (A-80 saat, B-100 saat, C-120 saat).

## TARTIŞMA

Uzaysal çözünürlük, radyografik kaliteyi oluşturan önemli faktörlerden biridir. Digora® Optime fosfor plak sisteminde, görüntünün çözünürlüğünü fosfor plağın tarayıcıda taranma hızı belirlemektedir. Plağın taranma süresinin uzaması yani taranma hızının azalması daha yüksek çözünürlükte bir görüntü elde edilmesini sağlamaktadır.<sup>9</sup> Digora® Optime sistemi, markanın adlandırdığı high-standart (397 dpi=156 piksel/cm) ve süper-yüksek (651 dpi=256 piksel/cm) çözünürlükte iki farklı görüntü seçeneği sunmaktadır.<sup>11</sup> Bir görüntünün çözünürlüğü arttıkça radyografik detayın arttığı ve buna bağlı olarak tanısal kapasitesinin de arttığı bilinmektedir.<sup>13</sup>

Çalışmamızda çeşitli derinliklerdeki arayüz mine çürüklerine (defektlerine) ait standart ve yüksek çözünürlükte taranmış fosfor plak görüntülerinin tanısal kapasiteleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Bu sonuç farklı dijital sistemlere ait farklı çözünürlükteki görüntülerin arayüz çürüklerinin saptanabilirliğine etkisinin araştırıldığı ve Digora® Optime sisteminin her iki çözünürlük tercihinin de kullanıldığı Li ve ark'nın<sup>9</sup> araştırmaları ile uyumludur. Buna ek olarak iki farklı sensör (Charged Coupled Device-CCD) sisteminin yanısıra Vistascan ve Digora® Optime sisteminin çözünürlük alternatiflerinin kullanıldığı Berkhout ve ark'nın araştırma sonuçları da sunulan çalışmanın bulgularına paraleldir.<sup>5</sup> Wenzel ve ark'nın<sup>11</sup> çözünürlük ve gri renk derinliğinin arayüz çürüğü (mine, mine + dentin, dentin çürükleri) tanısına etkisinin araştırıldığı çalışmada Digora® Optime sistemine ait iki farklı çözünürlükteki görüntülerde tanısal yönden farklılık bulunmadığı sonucuya da benzerlik göstermektedir. Ancak yukarıda adı geçen çalışmalardan farklı olarak bizim örnek grubumuz

sadece mine düzeyindeki çürükleri içerdiğinden ve sadece mineye ait çürüklerin tanısal doğruluğunun değerlendirildiği bir araştırma olması açısından ayrıcalıklı bir önem sergilemektedir.

Görüntü kalitesinden sorumlu faktörler arasında piksel büyüklüğünün yanı sıra sinyal kirlilik oranı (SNR) ve dolayısı ile görüntüdeki parazit (noise) oranı da sayılmaktadır. Bu nedenle yüksek çözünürlük, diyagnostik bir görüntü kalitesi için tek gerekli şart olamamaktadır. Çözünürlüğün artması ile görüntüdeki kirlilik (parazit) oranı arasında doğru bir orantı vardır. Çözünürlüğü arttırmak üzere tarama hızı azaldıkça görüntüdeki kirlilik de artmakta ve görüntüdeki küçük detayların seçilmesi zorlaşmaktadır.<sup>14</sup> Bu, yüksek (süper) çözünürlükteki Digora® Optime görüntülerinin tanısal kapasitesinin neden düşük çözünürlükteki görüntülerden az olduğunu açıklayabilmektedir. Diğer taraftan bir sisteme ait gerçek çözünürlüğün her zaman teorik olarak firmalar tarafından bildirilen uzaysal çözünürlük değerlerine ulaşmadığı da bildirilmektedir.<sup>15</sup> Görüntüde detayların seçilmesini sınırlayan dolayısı ile teorik çözünürlük ile gerçek çözünürlük arasında farklılık oluşturan temel faktör insan gözüdür. Sağlıklı bir insan gözü tarafından algılanabilen gri renge ait ton sayısının 100'ü geçmediği bildirilmekte yani sağlıklı bir gözün 7-10 lp/mm çözünürlüğü ayırt edebildiği savunulmaktadır. Bu da sistemin çözünürlüğü ne olursa olsun gözün seçebildiğinin sınırlı olduğunu göstermektedir.<sup>8-10</sup> Fosfor plakların süper çözünürlükte taranması ile elde edilen görüntülerin 12,5 lp/mm olması gözün algılayabildiği sınırın ötesindedir. Dolayısı ile çalışmamızda her iki çözünürlükte taranmış görüntülerde tanısal kapasite yönünden bir fark olmaması gözün algılama sınırı ile de açıklanabilmektedir.

Bu çalışmada farklı çözünürlük seçenekleri kullanılmakla birlikte görüntülerin oluşturulmasında aynı ışınlama süresi kullanıldı. Oysa teorik olarak, düşük çözünürlükte tarayarak yüksek çözünürlükte taranmış bir görüntü ile aynı kalitede bir görüntü oluşturabilmek için daha uzun ışınlama süresi gerekmektedir. Çünkü düşük ışınlama süresi, yüksek çözünürlükte bir görüntünün kirlilik (parazit) düzeyini arttırmakta ve sonuçta tanısal kapasitesini düşürmektedir. Dolayısı ile yüksek çözünürlüğe sahip yüksek kaliteli bir görüntü elde etmek ancak ışınlama süresinin ve tarama süresinin uzatılarak hastaya ulaşan radyasyon dozunun artması ile mümkündür.<sup>9</sup> Digora® Optime fosfor plak

sisteminin geniş ışınlama aralığına ve otomatik ışınlama kontrol sistemine sahip olduğu bilinmektedir. Sistem çok düşük ve çok yüksek ışınlama sürelerinde dahi herhangi bir karakteristik özelliği kaybolmadan iyi kalitede bir görüntü sunabilmektedir.<sup>16</sup> Bu çalışmanın amacı çürük tanısı açısından sadece çözünürlüğün etkisini araştırmak olduğu için ışınlama süresi sabit tutularak sadece çözünürlüğün görüntü kalitesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Farklı ışınlama sürelerinde çözünürlüğün arayüz çürüklerinin tanısı üzerindeki etkisinin ileri çalışmalar ile değerlendirilmesi gereklidir.

Digora® Optime sistemine ait çözünürlük ayarlarının arayüz mine çürüklerinin seçilebilirliği üzerinde etkisi olmasa da, ince endodontik eğelerin veya vertikal kök kırıklarının gözlenebilmesi gibi detayların saptanmasını gerektiren klinik olgularda yüksek çözünürlüklü görüntü ihtiyacı olduğu bilinmektedir.<sup>16</sup> Ancak uzaysal ve kontrast çözünürlüğün (renk derinliği) artması görüntü kalitesini artırarak görüntü boyutunu büyütme, görüntünün monitörde gözlenmesi için gereken süreyi uzatmakta; görüntünün monitördeki boyutunun büyümesi izlenmesini zorlaştırmakta ve görüntünün depolanması için daha geniş bilgisayar belleği gerekmektedir.<sup>11</sup> Çalışmamızda, standart (high) görüntülerde arayüz mine çürüğüne ait tanısal kapasitenin yeterli bulunması görüntülerin hızla izlenebilmesi, depolanma ve transmisyonunda avantaj sağlamaktadır. Buna göre sadece mine dokusuna ait arayüz çürüklerinin tanısında Digora® Optime sistemine ait mavi fosfor plakların standart (high) çözünürlükte taranması diyagnostik açıdan yeterlidir.

Çalışmamızda sadece mine dokusuna ait çürük lezyonları (defektleri) oluşturulmuştur. Digora® Optime sistemine ait fosfor plaklar kullanılarak standart ve yüksek çözünürlükte taranmış görüntülerin tanısal kapasitesi arasında fark bulunmamıştır. Bununla birlikte, bu çalışmada oluşturulan en derin mine defektlerine (120 saat) ait yüksek çözünürlükte taranmış görüntülerde düşük çözünürlükte taranmış görüntülere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte tanısal kapasitenin bir miktar arttığı izlenmektedir. Yüksek çözünürlükte taranmış görüntülerin değerlendirilmesinde gözlemciler arası uyumun da daha yüksek olduğu saptanmıştır. Buna göre; çalışmamızda iki farklı çözünürlük arasında bir fark bulunmaması oluşturulan çürüklerin çok yüzeysel olmasına ve gözlemciler açısından seçilebilirliğinin güç

olmasına da bağlanabilir. Çürük derinliği seçilebilir belirli bir düzeye ulaştığında yüksek çözünürlükteki görüntülerin tanısal kapasitesinin ve gözlemciler arası uyumun artması çözünürlüğün çürük tanısı üzerindeki önemini göstermektedir. Ancak, bu çıkarımın desteklenmesi için bu konuda detaylı çalışmalara gereksinim olduğu açıktır.

Sonuç olarak; başlangıç düzeyindeki ara- yüz mine defektlerinin tanısında Digora® Optime sisteme ait mavi fosfor plaklar ile elde edilen standart (high) ve yüksek (super) çözünürlükteki görüntüler arasında diyagnostik açıdan istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır.

### KAYNAKLAR

1. Senel B, Kamburoglu K, Uçok O, Yüksel SP, Ozen T, Avsever H. Diagnostic accuracy of different imaging modalities in detection of proximal caries. Dentomaxillofac Radiol 2010 ; 39 (8): 501-511.
2. Pontual AA, de Melo DP, de Almeida SM, Bóscolo FN, Haiter Neto F. Comparison of digital systems and conventional dental film for the detection of approximal enamel caries. Dentomaxillofac Radiol 2010; 39(7): 431-436.
3. Alkurt MT, Peker I, Bala O, Altunkaynak B. In vitro comparison of four different dental X-ray films and direct digital radiography for proximal caries detection. Oper Dent 2007; 32(5):504-509.
4. Mol A. Image processing tools for dental applications. Dent Clin North Am 2000; 44 (2): 299-318.
5. Berkhout WE, Verheij JG, Syriopoulos K, Li G, Sanderink GC, van der Stelt PF. Detection of proximal caries with high-resolution and standard resolution digital radiographic systems. Dentomaxillofac Radiol 2007; 36 (4): 204-210.
6. Versteeg CH, Sanderink GC, van der Stelt PF. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. J Dent 1997; 25 (3-4): 215-224.
7. Wenzel A, Gröndahl HG. Direct digital radiography in the dental office. Int Dent J 1995; 45(1): 27-34.
8. van der Stelt PF. Principles of digital imaging. Dent Clin North Am 2000; 44 (2): 237-248.



9. Li G, Berkhout WE, Sanderink GC, Martins M, van der Stelt PF. Detection of in vitro proximal caries in storage phosphor plate radiographs scanned with different resolutions. *Dentomaxillofac Radiol* 2008; 37 (6): 325-329.
10. Yalçın Yeler D, Kambek Taşveren S, Kaynar O. Dişhekimliğinde dijital görüntüleme yöntemleri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2006; Suppl: 1-6.
11. Wenzel A, Haiter-Neto F, Gotfredsen E. Influence of spatial resolution and bit depth on detection of small caries lesions with digital receptors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103 (3): 418-422.
12. Rao A, Malhotra N. The role of remineralizing agents in dentistry: a review. *Compend Contin Educ Dent* 2011; 32 (6): 26-33; quiz 34, 36.
13. White SC, Proah MJ (eds). *Oral Radiology: principle and interpretation*. (4th edn). St Louis, MO: Mosby Inc., 1999; pp 79-82.
14. Hildebolt CF, Bartlett TQ, Brunnsden BS, Hente NL, Gravier MJ, Walkup RK, et al. Bitewing-based alveolar bone densitometry: digital imaging resolution requirements. *Dentomaxillofac Radiol* 1994; 23 (3): 129-134.
15. Farman AG, Farman TT. Acomparison of different x-ray detectors currently used in dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endol* 2005; 99: 485-489.
16. Berkhout WE, Beuger DA, Sanderink GC, Stelt PF vander. The dynamic range of digital radiographic systems: dose reduction or risk of overexposure. *Dentomaxillofac Radiol* 2004; 33: 1-5.

**Yazışma Adresi:**

Eriñç Önem  
E.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi,  
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,  
Bornova, 35100, İZMİR  
Tel: (232) 3881081  
Faks: (232) 3880325  
E-posta: onemerinc@hotmail.com

