

Özgün araştırma makalesi

Farklı saklama koşulları ve bekletme sürelerinin ışıkla uyarılabilen fosfor (PSP) plak görüntülerindeki ortalama gri değere (OGD) etkisi

Umut Pamukçu¹, Hatice Tetik², İlkey Peker¹

Övgücan Karadağ Erdemir³

Zühre Zafersoy Akarslan¹

¹Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara ²Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Lokman Hekim Üniversitesi, Ankara, ³Aktüerya Bilimleri Anabilim Dalı, Fen Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Bu çalışmanın amacı, ışıkla uyarılabilen fosfor (Photostimulable Storage Phosphor, PSP) plakalarının ışınlama-tarama süreçleri arasındaki farklı tarama gecikmeleri (bekletme süresi) ve saklama koşullarının görüntülerindeki Ortalama Gri Değer (OGD) değişimine etkisini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM: Saklama koşuluna göre oluşturulan dört grupta [Tek Kılıf Aydınlik (TKA), Tek Kılıf Karanlık (TKK), Tek Kılıf Karton Aydınlik (TKKA), Tek Kılıf Karton Karanlık (TKKK)] farklı bekletme sürelerinde toplam 40 görüntü elde edildi. ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, MD) programı ile görüntülerin OGD'leri ölçüldü. Saklama koşullarını karşılaştırmak için tek yönlü, bekletme sürelerini karşılaştırmak için iki yönlü tekrarlı ölçümlü ANOVA testleri kullanıldı. Her bir gruptaki bekletme süreleri ile 0 dk. (altın standart) OGD'lerin karşılaştırılması için eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulandı. $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR: On dk. ile altın standart arasındaki OGD farkı sadece TKA grubunda istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0.05$). Herhangi bir bekletme süresinde, saklama koşulları OGD'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$). Altın standart dışındaki diğer bekletme süreleri karşılaştırıldığında, 24 saat bekletme süresi ile diğer bekletme süreleri OGD'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p < 0.05$).

SONUÇ: Plakların ışınlama sonrası karanlık ortamda ve karton koruyucu içinde 10 dk.'yı geçmeyen bekletme süresi ile bekletilmesinin OGD'ye etkisi önemsizdi. Sadece plastik bariyerde ve 24 saat sürede bekletilen plakların görüntülerdeki OGD artışı dikkat çekiciydi.

ANAHTAR KELİMELER: Dijital radyografi; ortalama gri değer; PSP plak

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Pamukçu U, Tetik H, Peker İ, Erdemir Karadağ Ö, Akarslan Zafersoy Z. Farklı saklama koşulları ve bekletme sürelerinin ışıkla uyarılabilen fosfor (PSP) plak görüntülerindeki ortalama gri değere (OGD) etkisi. Acta Odontol Turc 2023;40(3):61-7

EDİTÖR: Gülsün Akay, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

YAYIN HAKKI: © 2023 Pamukçu ve ark. Bu eserin yayın hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

FINANSAL DESTEK: Bulunmamaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI: Bulunmamaktadır.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

GİRİŞ

Diş hekimliğinde dijital radyografi gittikçe artan yaygınlıkla kullanılmaktadır. Işıklı uyarılabilen fosfor (Photostimulable Storage Phosphor; PSP) plaklar, kolay kullanımları, geleneksel radyograflara kıyasla daha düşük radyasyon dozu gerektirmeleri, geleneksel radyograflar ile yaklaşık olarak aynı boyuta ve esnekliğe sahip olmaları ve diğer dijital sensörlere kıyasla daha kaliteli radyograflar üreten daha geniş bir dinamik aralığa sahip olmaları nedeniyle, diş hekimliği klinik uygulamalarında yaygın bir dijital görüntüleme aracı olarak kullanılmaktadırlar.¹⁻³

Işıklı uyarılabilen fosfor plaklar, hassas yüzeylerini ortamdaki ışıktan koruyan, ağız kısmı yapışkan bir şekilde kapatılarak tükürük, kan ve diğer potansiyel enfeksiyon kaynakları ile kontamine olmalarını engelleyen polimer yapıdaki bariyer kılıflar içine yerleştirilerek kullanılır. Bu koruma önlemine ilaveten kılıfın içine yerleştirilen karton koruyucular, plakların tekrarlı kullanımlarında

Makale gönderiliş tarihi: 22 Eylül 2022; Yayına kabul tarihi: 21 Aralık 2022
*İletişim: Dr. Öğr. Üyesi Umut Pamukçu, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 2.Sokak, No: 4, Emek, Ankara, Türkiye;
E-posta: dtumutpamukcu@gmail.com

ağız içine yerleştirilirken veya hastaların ısırması sonucu hassas fosfor yüzeyde oluşabilecek hasarları minimuma indirmeyi amaçlamaktadır. Bu iki koruyucu yöntem, özellikle de karton koruyucular, plaklarda oluşabilecek fosfor tabaka hasarını minimuma indirilerek görüntülerde radyopak görüntü bozulmaları olarak izlenen artefaktları engellemekte etkilidirler. Plakları çevresel faktörlerden koruma yöntemleri ve ışınlama sonrası saklama koşulları klinik rutinine ve iş akışındaki anlık değişimlere göre farklılık gösterebilmektedir.

Plaklarda görüntü kalitesini belirleyen faktörler, elektronların serbest kalma hızı, fosfor tabakasının bileşimi, ortamdaki sıcaklık ve ışık gibi saklama koşullarına bağlı olarak farklılık gösterir. Ortam ışığından veya yakalanan elektronların bozulmasından kaynaklanan görüntü kalitesinin azalması ve sonucunda oluşabilecek herhangi bir bilgi kaybını önlemek için plakların ışınlamadan hemen sonra taranması önerilir. Ancak, klinik uygulamada, ışınlanarak üzerinde latent imaj oluşturulmuş PSP plağını ivedilikle tarayarak görüntüyü elde etmede gecikme yaşanabilir. Bu gecikme genellikle, yoğun ışık akışına sahip kliniklerde, aynı hastadan birden fazla radyografin elde edildiği durumlarda, ilk ve son çekilen radyograf arasında bir zaman aralığı bulunmasına bağlı olarak veya diş hekimi gibi tecrübesiz uygulayıcıların (stajyer diş hekimleri) eğitim gördüğü kliniklerde yaşanabilmektedir. Ayrıca, yazılımsal bir sorun, internet veya elektrik kesintisi olduğunda da tarama gecikmesi yaşanabilir. Literatürde, herhangi bir faktörden dolayı oluşan tarama gecikmesinin (bekletme süresi) görüntü kalitesini negatif olarak etkilediğini bildiren birçok çalışma vardır.⁴⁻¹⁰ Tanı amaçlı olarak görüntü kalitesini değerlendirmek için nitel değerlendirmeler kullanılabilir. Bununla birlikte, daha objektif bir değerlendirmenin yapılması adına bir bilgisayar programı yardımıyla görüntünün Ortalama Gri Değerinin (OGD) hesaplanarak kullanıldığı ve görüntü kalitesinin bunun üzerinden değerlendirildiği

birçok çalışma mevcuttur.^{4,6-8,11}

Bu çalışmanın amacı, sadece plastik bariyer kılıf veya buna ilaveten karton koruyucu içine yerleştirilen PSP plakların, ışınlamadan sonra farklı sürelerde bekletilerek taranması ve bekletme süresini iki farklı saklama koşulunda (karanlık/aydınlık) geçirmelerinin, görüntü kalitesi ile yakın ilişkili olan, OGD değişimine etkisini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada sekiz adet yeni (kullanılmamış) VistaScan marka (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Almanya), boyut-2 PSP plak kullanıldı. Plaklar, çalışmaya başlamadan önce tarayıcıdaki güçlü ışık kaynağı tarafından olası arka plan etkilerinden temizlendi. Böylece, yarı kararlı F-merkezlerinde kalan elektronlar olmadan orijinal durumlarına geri döndürüldü. Plaklar, VistaScan marka (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Almanya) plastik bariyer kılıf veya kılıfa ilaveten karton koruyucu içine yerleştirilerek ve ışınlamadan sonra tarama öncesi karanlık veya aydınlık ortamda farklı sürelerle bekletilmelerine göre, her grupta iki plak olacak şekilde, Tek Kılıf Aydınlık (TKA), Tek Kılıf Karanlık (TKK), Tek Kılıf Karton Aydınlık (TKKA), Tek Kılıf Karton Karanlık (TKKK) şeklinde dört gruba ayrıldı (Resim 1 a).

Görüntülerdeki piksel yoğunluğu-gri değer ölçümlerindeki değişimi değerlendirmek için, her ışınlama sırasında plakların hassas fosfor yüzeyine her basamağı 1 mm kalınlığında dokuz basamaklı, %99.5 saf alüminyum (Al)'den yapılmış bir stepwedge yerleştirildi. X-ışını kaynağı mesafesinin ve geometrisinin standardizasyonunu sağlamak için, paralel teknik aparatlarından oluşturulan bir düzenek yardımıyla kon-plak arasında mesafe 27.2 cm olarak, tekrarlanabilir dikey hizalama geometrisine sahip sabit bir mesafeye ayarlandı (Resim 1 b).



Resim 1 a. Sadece plastik bariyer kılıf ve kılıf-karton koruyucuya yerleştirilmiş plaklar, **b.** Kılıf içine yerleştirilmiş plağın fosfor yüzeyine yerleştirilen Al stepwedge ile ışınlanması, **c.** Görüntüde her basamak ve Arka Plan (AP) için ilgi alanı (ROI) belirlenme ve Ortalama Gri Değer (OGD) hesaplama yöntemi

Not: Basamak OGD'si; gruptaki iki plaktan elde edilen iki görüntüde aynı basamak için belirlenen toplam altı ROI'nin OGD ortalamasıdır. Arka plan OGD'si; gruptaki iki plaktan elde edilen iki görüntüde AP için belirlenen toplam altı ROI'nin OGD ortalamasıdır. Bekletme süresi OGD'si; gruptaki iki plaktan elde edilen iki görüntüde dokuz basamak ve AP için belirlenen toplam 60 ROI'nin OGD ortalamasıdır. Basamaklar arasındaki ölçüm değerlerinin hızlı değişmesi; diğer bir ifade ile genişlik (range) değerinin fazla olması nedeniyle bekletme süresinin OGD ortalaması hesaplanırken AP ve dokuz basamağın ortalaması alındı.

Elde edilen görüntüler, 8 bitlik TIFF (Tagged Image File Format) dosyaları olarak kişisel bir bilgisayara aktarıldı ve kamuya açık yazılım programı olan ImageJ ([National Institutes of Health, Bethesda, MD]; <https://imagej.nih.gov/ij/> adresinde mevcuttur) ile OGD değerleri analiz edildi. Işınlamadan sonra, taramaya kadar olan bekleme süresi (tarama gecikmesi), iki farklı saklama koşulu (karanlık/aydınlık) ve koruyucu yöntem türüne bağlı (sadece kılıf/kılıf+karton koruyucu) olası OGD değişimleri incelendi.

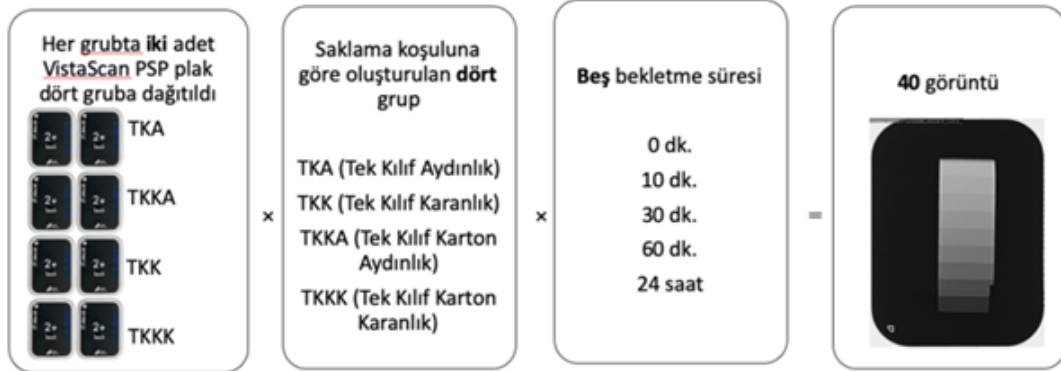
Görüntülerde, Al stepwedge'in dokuz basamağında ve radyolüsent Arka Plan'da (AP) birbiriyle örtüşmeyen üç ilgi alanı (Region of Interest; ROI) (40x40 piksel) oluşturularak buradaki OGD'ler ölçüldü. Her grupta iki plak kullanıldığı için herhangi bir bekleme süresinde her basamak ve AP için ölçülen toplam altı OGD'nin ortalaması alınarak ilgili basamağın ve AP'nin OGD ortalaması hesaplandı. Ortalama OGD'si hesaplanan dokuz basamak ve AP'nin toplamda 10 OGD'nin de ortalaması alınarak her bir grubun her bir bekleme süresi için tek bir OGD ortalaması elde edildi. (Resim 1 c.). Görüntülerdeki OGD hesaplanırken program tarafından otomatik olarak en siyah bölgeye 0 değeri ve en beyaz bölgeye de 255 değeri verildi.

Her saklama koşulunun 0. dakikasındaki OGD ortalaması o grubun altın standart değeri olarak

kabul edildi.⁷ Her bir saklama koşulu için ölçülen altın standart OGD'si ve standart sapması şu şekilde idi: TKA için 114.54 (1.30), TKK için 115.24 (1.26), TKKA için 113.49 (1.19) ve 114.55 (1.21). Bekletme süresinin OGD'ye etkisi, hiçbir çevresel koşuldaki etkilenmeden elde edilen görüntülerdeki altın standart OGD'nin aynı gruptaki diğer bekleme süreleri için ölçülen OGD'ler ile karşılaştırılmasıyla belirlendi.

Her gruptaki iki plak, ışınlamadan sonra 0 dakika (dk.)'da ve 10 dk., 30 dk., 60 dk. ve 24 saat bekletildikten sonra taratılıp görüntüleri elde edildi. Tarama zamanına kadar karanlıkta bekletilen plaklar (0 dk.'da taranan hariç) bu süreyi ağız sıkıca kapatılan, ışık geçirmeyen ve karanlık bir çekmecede muhafaza edilen kutularda geçirdi. Tarama zamanına kadar aydınlıkta bekletilen plaklar (0 dk.'da taranan hariç) bu süreyi ortam ışık yoğunluğu değeri yaklaşık 150 lüks olan suni beyaz floresan ışık altında kapalı bir odada geçirdi.⁹ Çalışma süresince, her gruptaki her iki plak sadece kendi grubunda kullanıldı. Böylece, her grupta iki adet plak olmak üzere farklı saklama koşullarını temsil eden dört grupta beş farklı bekleme süresi ile bekletilen plaklardan toplamda $2 \times 2 \times 2 \times 5 = 40$ görüntü elde edildi (Şekil 1).

Radyografik görüntüleme için 1.5 mm Al eşdeğeri toplam filtrasyona sahip standart bir X-ışını cihazı



Şekil 1. Saklama koşullarına göre oluşturulan gruplar ve ışınlama sonrası plakların bekleme sürelerine göre elde edilen görüntü sayısını gösteren akış diagramı

(CCX radyografi ünitesi, Trophy, Instrumentarium, Tuusula, Finlandiya) kullanıldı. Tüm işlemlerde 70 kV, 8 mA ve 0.3 saniye parametreleri kullanıldı. Tüm tarama işlemleri VistaScan Combi (Dürr Dental GmbH & Co. KG, Bietigheim-Bissingen, Almanya) tarayıcı ile 50 µm piksel boyutuna ve 10 lp/mm (500dpi) teorik uzamsal çözünürlüğe izin veren standart tarama modu kullanılarak gerçekleştirildi. Tarama odasında ortam ışık yoğunluğu değeri yaklaşık 0.05 lüks olarak ölçüldü. Bu değer minimum ortam aydınlatması olarak kabul edilmektedir.⁶ Tüm radyografik işlemler ve tarama prosedürleri aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi.

İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler için IBM-SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 23 İstatistik paket programı

kullanıldı. Verilerin betimleyici istatistikleri, dört farklı saklama koşulu (TKA, TKK, TKKA, TKKK) ve beş farklı bekleme süresi (0 dk., 10 dk., 30 dk., 60 dk., 24 saat) için ayrı ayrı hesaplandı. Verinin normal dağılıma uyumu Shapiro-Wilk uyum iyiliği testi ile analiz edildi. Aynı bekleme süresinde farklı saklama koşullarında ölçülen OGD'lerin karşılaştırılması tek yönlü ANOVA (Analysis of Variance) testi ile, aynı saklama koşulunda bekleme sürelerindeki (0 dk. dışında) ölçülen OGD'lerin karşılaştırması ise iki yönlü tekrarlı ölçümlü ANOVA testi ile yapıldı. Her bir bekleme koşulu (TKA, TKK, TKKA, TKKK) için altın standart olarak belirlenen 0 dk. OGD'leri ile 10 dk., 30 dk., 60 dk. ve 24 saat bekleme sürelerine göre ölçülen OGD'ler arasındaki farklılığın analiz edilmesi için bağımlı örneklem t-testi uygulandı. 0.05'ten küçük p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

10 dk. sonunda yapılan OGD ölçümlerinde sadece TKA koşulunda saklanan fosfor plak görüntüleri ile altın standart OGD'leri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı seviyedeydi ($p<0.05$). Buna karşın, plakları aynı süre (10 dk.) ile TKK, TKKA ve TKKK koşullarında bekletmenin altın standart değerleri ile kıyaslandığında OGD'de istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı gözlemlendi ($p>0.05$). Bununla birlikte TKK, TKKA, TKKK gruplarında diğer bekletme sürelerinin (30 dk., 60 dk., 24 saat) sonunda yapılan ölçümlerin çoğunda, OGD'lerin altın standart değerlerine göre olarak anlamlı seviyelerde değiştiği belirlendi ($p<0.05$).

ANOVA test sonucuna göre, herhangi bir bekletme süresinde, saklama koşulları OGD'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$). Sonuçlar Tablo 1'de Student Newman Kleus (SNK) satırında gösterilmektedir. Bu bulgu, aynı bekletme süresinin farklı saklama koşullarında geçirilmesinin OGD ve dolayısıyla görüntü kalitesi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir.

İki yönlü tekrarlı ANOVA test sonucuna göre, 0 dk. bekletme süresi hesaba katılmadan yapılan analizde, 24 saat bekletme süresi ile diğer bekletme süreleri OGD'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p<0.05$). Sonuçlar Tablo 1'de Bonferroni sütununda gösterilmektedir. 24 saat boyunca TKA saklama koşulunda bekletilen plak görüntülerinin OGD'si diğer bekletme sürelerindekiyle göre daha yüksekti (Tablo 1).

Alüminyum stepwedgedeki dokuz basamağın ve AP'nin dört farklı saklama koşulundaki tüm bekletme sürelerine ait ortalama OGD'leri Şekil 2'deki histogram grafiğinde gösterilmektedir.

Basamakların ve AP'nin OGD'leri ayrı ayrı incelendiğinde, saklama koşulunun etkisinin minimal seviyede olduğu görülmektedir.

Bekletme süresine göre, dokuz basamak ve AP'nin OGD'lerindeki değişim dört farklı saklama koşulu üç boyutlu düzlemlerde incelenerek grafikler Şekil 3'te verildi.

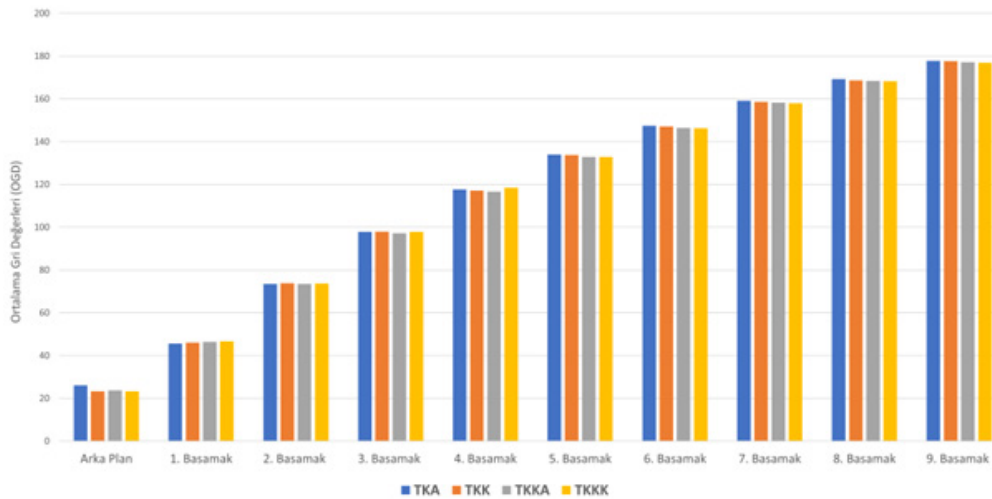
Grafiklerde AP OGD'sinin, özellikle TKA saklama koşulundaki değişimi dikkat çekicidir.

Tablo 1. Saklama koşulu ve bekletme süresinin karşılaştırmaları

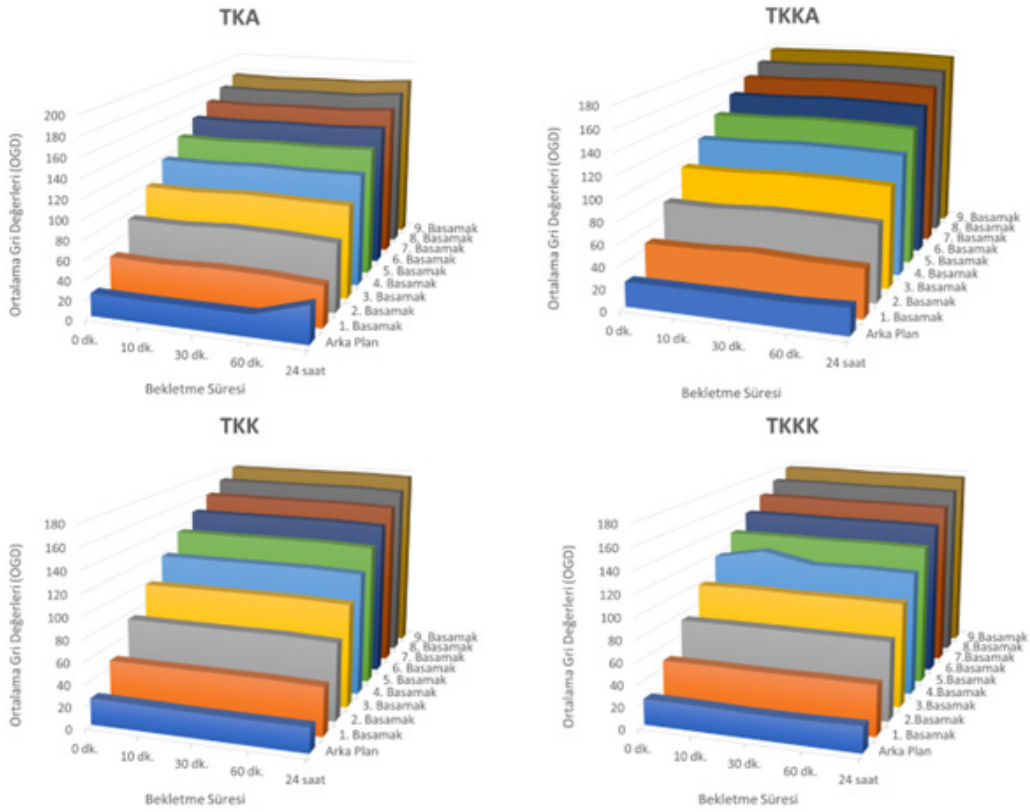
Bekletme Süresi	Gruplar				Bonferroni
	TKA	TKK	TKKA	TKKK	
	OGD Ortalaması (dokuz basamak+AP ortalaması) (standart sapma)				
10 dk.	113.43 (1.30)*	114.84 (0.93)	113.49 (1.18)	115.49 (1.87)	a
30 dk.	114.89 (0.95)	114.59 (1.07)*	115.17 (1.11)*	113.73 (1.03)*	a
60 dk.	114.32 (0.76)	114.44 (1.03)*	114.51 (1.01)*	113.82 (0.88)*	a
24 saat	116.76 (2.67)*	112.75 (0.84)*	113.35 (1.22)	113.31 (0.90)*	b
SNK	A	A	A	A	

* Bağımlı örneklem t-testine göre altın standart değeri ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$)

SNK (Student Newman Kleus) ve Bonferroni düzeltilmiş çoklu karşılaştırma testlerine göre, yatay (büyük harf; A) ve dikey (küçük harf; a) benzer harfler kendi aralarında istatistiksel olarak farklılık göstermezken, dikey (küçük harf; a, b) farklı harfler, kendi aralarında istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p<0.05$).



Şekil 2. Stepwedge basamaklarının ve Arka Plan (AP)'nin dört farklı saklama koşulundaki tüm bekletme süreleri Ortalama Gri Değer (OGD)'leri



Şekil 3. Dört saklama koşulunda stepwedge basamakları ve Arka Plan (AP)'nin beş bekleme süresindeki Ortalama Gri Değer (OGD)'leri

TARTIŞMA

PSP plak görüntülerindeki sinyal zayıflaması (görüntü kalitesi kaybı, görüntünün soluklaşması, piksel yoğunluğu değerlerinin artması, kontrast azalması) ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır.⁴⁻¹² Plajın ekspozürü ile taranması arasındaki geçen bekleme süresi olarak tanımlanabilecek tarama gecikmesinin uzaması ve bu sürenin geçirildiği dış çevre koşullarının (ortam aydınlatması, nem varlığı ve düşük sıcaklık) görüntülerdeki sinyal zayıflamasına neden olduğu önceki çalışmalarda gösterilmiştir.^{4,7-9,11}

Plakların sadece plastik bariyer kılıflarıyla yerleştirilerek karanlıkta bekletildiği ve tarama gecikmesinin görüntü kalitesine etkisinin iki farklı plak markası kullanılarak ölçüldüğü bir çalışmada, Digora marka plaklarda, altı saat ve sonrası bekleme sürelerinde 0 dk.'ya göre görüntü dansitesinin istatistiksel olarak anlamlı seviyede azaldığı, ancak DenOptix marka plaklarda 0 dk.'ya göre hiçbir bekleme süresinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmediği rapor edilmiştir.⁷ Aynı araştırmacılar, sadece Digora marka plak kullandıkları başka çalışmalarında sadece dört saatlik bekleme süresinden sonra istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş ölçüldüğünü bildirmişlerdir.⁸ Ang ve ark.⁶, DenOptix marka plak kullandıkları çalışmalarında, 24 saatlik bekleme süresinde OGD'de istatistiksel olarak anlamlı bir artışa neden olduğunu, ancak bu değişimin klinik olarak teşhis kalitesini etkilemeyecek seviyede olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, bir, sekiz, 72

ve 168 saatlik bekleme sürelerinde ise görüntülerde istatistiksel olarak anlamlı bir OGD farkı oluşmadığı rapor edilmiştir.⁶ Akdeniz ve Grondahl.¹¹, Digora marka plak kullandıkları çalışmalarında, 30 dk., 60 dk. ve 90 dk. bekletilip taranan plak görüntülerinde 0 dk.'ya göre OGD açısından anlamlı bir fark olmadığını ancak, daha uzun süre bekletilen plakların görüntülerinde anlamlı seviyelerde OGD değişimi olduğunu bildirmişlerdir. Soğur ve ark.¹⁰, Digora marka plak kullandıkları çalışmalarında, 10 dk.'lık bekleme süresinin OGD'de istatistiksel açıdan anlamlı bir farka neden olmadığını, ancak, 30, 60 ve 120 dk.'lık bekleme sürelerinin istatistiksel olarak anlamlı farka neden olduğunu bildirmişlerdir.¹⁰ Aktan ve ark.⁵, VistaScan marka plakların kendi orijinal kılıflarında, bir, beş, 10, 30, 60, 120, 240 ve 480 dk. süreler ile bekletilmesi ile elde edilen görüntüler ile 0 dk. görüntüleri arasında istatistiksel olarak herhangi bir OGD farkı gözlemez iken, Digora marka plak görüntülerinde 10 dk. ve üstü bekleme sürelerinde görüntü kalitesinde azalma olduğunu ifade etmişlerdir. Akdeniz ve ark.⁴, Digora marka plak kullandıkları çalışmalarında, 0 dk. ile 10 dk. bekleme süresi OGD'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını, ancak, 30 dk., 60 dk. ve 24 saat bekleme sürelerinde OGD'nin 0 dk.'ya göre anlamlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, 0 dk. dışındaki görüntüleri karşılaştırdıklarında, 10 dk. ve 24 saat bekleme sürelerine sahip görüntülerin OGD'leri arasında anlamlı fark bulmuşlarken diğer bekleme süreleri arasında anlamlı farklar bulamamışlardır.⁴

Matsuda ve ark.¹³, Digora marka plak kullandıkları çalışmalarında, 0 dk. ile beş, 10, 30, 60, 180 dk.'lık bekletme süreleri OGD'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını, 24, 72, 144 saatlik bekletme süreleri ile ise arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar rapor etmişlerdir.¹³ Plakların karanlık ortamda bekletilerek tarandığı yukardaki çalışmalar incelendiğinde, kullanılan plak markasının ölçülen OGD üzerinde büyük bir etkisi olduğu görülmektedir. Altın standart olarak kabul edilen 0 dk. OGD'si ile diğer bekletme süreleri OGD'leri arasında anlamlı farklılığın genellikle 10 dk.'lık bir bekletme süresinden sonra gözlemlendiğinden söz edilebilir.^{4,5,10} Bu çalışmada saklama koşulu olarak çevresel koşullara en savunmasız olarak kabul edilebilecek TKA grubunda 10 dk. bekletme süresi ile 0 dk. OGD'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmişken, daha korunaklı diğer gruplarda ise 10 dk.'dan sonra anlamlı farklılıklar oluşmaya başlamıştır. Bu durum, OGD'nin 10 dk.'lık bekletme süresinden sonra anlamlı bir seviyede değiştiğini rapor eden benzer çalışmalar ile uyumluluk göstermektedir. Farklı sonuçlara varılan çalışmalarda ise kullanılan plak markasının, seçilen ROI'nin ve OGD ölçüm yönteminin farklı olması ile ilişkili olabilir.

Farklı saklama koşullarındaki aynı bekletme sürelerinin OGD'lerini değerlendirmiş çalışmalarda elde edilen sonuçlarda tam bir fikir birliğinden söz edilemez. Martins ve ark.⁷, iki farklı marka (DenOptix, Digora) plak kullandıkları çalışmalarında, bekletme sürelerinin hiç birinde, aydınlık, soğuk ve düşük nemli saklama koşulları OGD'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını, ancak Digora marka plaklar için bekletme süreleri OGD'leri arasındaki farklılığın anlamlı olduğunu rapor etmişlerdir.⁷ Aynı araştırmacılar, sadece Digora marka plak ve aynı saklama koşullarını kullanarak yaptıkları başka bir çalışmalarında, soğukta beklettikleri plak görüntülerinin OGD'lerinin diğer iki gruptan anlamlı seviyede farklılık gösterdiğini, aynı zamanda, dört saatlik bekletme süresindeki OGD'nin diğer bekletme sürelerine göre anlamlı olarak farklı olduğunu rapor etmişlerdir.⁸ Bu çalışmada ise bekletme sürelerinin hiçbirinde saklama koşulları arasındaki OGD farkı anlamlı seviyede değildi. Hemen taranan 0 dk. plak görüntüleri dışındaki diğer bekletme süreleri kendi aralarında karşılaştırıldığında 24 saatlik bekletmenin diğer bekletme sürelerine göre OGD'de anlamlı seviyede bir artışa sebep olduğu gözlemlendi. Önceki çalışmalarda belirtilen saklama koşulları ve kullanılan plak markalarının birbirinden farklılık göstermesi nedeniyle, farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bilgimiz dahilinde, literatürde mevcut çalışmadaki saklama koşulları ve kullanılan plak markası ile birebir örtüşen bir çalışma yoktur. Bu nedenle mevcut çalışmada elde edilen sonuçların önceki çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu olup olmadığına dair bir kaniya varmak mümkün olmayabilir.

Literatürde, özellikle aydınlık ve karanlık saklama koşullarının görüntülerdeki OGD değişimine etkisini karşılaştıran çalışma sayısı kısıtlıdır. Akdeniz ve ark.⁴,

her iki saklama koşulunda da bekletme süresinin artması ile OGD'nin arttığını, ancak, gün ışığında bekletilen plak görüntülerinde OGD'nin karanlıkta bekletilenlere göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.⁴ Bununla birlikte, aydınlıkta bekletilenlerdeki OGD artışının düzenli (simetrik), karanlıkta bekletilenlerde ise düzensiz olduğunu gözlemlenmiştir.⁴ Bu çalışmanın sonuçlarının da ortaya koyduğu benzer bir bulgu olarak, TKA grubunda artan bekletme süresi ile düzenli artış gösteren OGD gözlemlendi. Yine benzer şekilde ışıktan daha az etkilenen TKKA ve karanlıkta bekletilen TKK ve TKKK gruplarındaki OGD değişimi dalgalı bir seyir izlemektedir.

Bu çalışmada tek marka plak kullanıldığından, araştırılan koşulların farklı plak markalarında oluşturabileceği değişimlerin değerlendirilmemesi çalışmanın sınırlılığı olarak kabul edilebilir. Çeşitli saklama koşulları, süreleri ve farklı marka plakların dahil edileceği çalışmalar bu konudaki ilerlemeye katkı sağlayacaktır.

SONUÇ

Plakların ışınlama sonrası karton koruyucu olmadan sadece plastik kılıfta ve aydınlık bir ortamda bekletildikten sonra taranması, hemen taranması seçeneğine göre görüntü kalitesi ile yakından ilişkili olan OGD'yi anlamlı seviyede değiştirmektedir. Bekletme süresinin 10 dk. ile sınırlı tutulduğu karanlık ortamda veya karton koruyucu içinde bekletilmenin ise hemen taramaya göre OGD'ye etkisi önemsizdir. Aynı bekletme süreleri için saklama koşulunun OGD'ye etkisinin olmadığı, ancak, aynı saklama koşulu için 24 saatlik bekletme süresinin diğer bekletme süreleri ile kıyaslandığında (0 dk. hariç) OGD'ye anlamlı etkisinden bahsedilebilir. Özellikle görüntülerdeki en radyolüsent alan olan AP'da plakların aydınlıkta, sadece plastik bariyerlerde ve 24 saat gibi çok uzun süre bekletilmesi sonrasındaki OGD artışı dikkat çekici olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Wenzel A, Moystad A. Work flow with digital intraoral radiography: a systematic review. *Acta Odontol Scand* 2010;68:106-14.
2. Huda W, Rill LN, Benn DK, Pettigrew JC. Comparison of a photostimulable phosphor system with film for dental radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997;83:725-31.
3. Wenzel A, Grondahl HG. Direct digital radiography in the dental office. *Int Dent J* 1995;45:27-34.
4. Akdeniz BG, Grondahl HG, Kose T. Effect of delayed scanning of storage phosphor plates. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99:603-7.
5. Aktan AM, Ciftci ME, Akgunlu F. Comparison of the delay in processing time and protective plastic cases in two phosphor plate systems. *ScientificWorldJournal* 2012;2012:850764.
6. Ang DB, Angelopoulos C, Katz JO. How does signal fade on photostimulable storage phosphor imaging plates when scanned with a delay and what is the effect on image quality? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:673-9.
7. Martins MG, Haite Neto F, Whaites EJ. Analysis of digital images acquired using different phosphor storage plates (PSPs) subjected

to varying reading times storage conditions. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32:186-90.

8. Martins MG, Whites EJ, Ambrosano GM, 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.

9. Eskandarloo A, Yousefi A, Soheili S, Ghazikhanloo K, Amini P, Mohammadpoor H. Evaluation of the Effect of Light and Scanning Time Delay on The Image Quality of Intra Oral Photostimulable Phosphor Plates. *Open Dent J* 2017;11:690-700.

10. Sogur E, Baksi BG, Mert A. The effect of delayed scanning of storage phosphor plates on occlusal caries detection. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41:309-15.

11. Akdeniz BG, Grondahl HG. Degradation of storage phosphor images due to scanning delay. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35:74-7.

12. Nejaim Y, Gomes AF, Silva EJ, Groppo FC, Haiter Neto F. The influence of number of line pairs in digital intra-oral radiography on the detection accuracy of horizontal root fractures. *Dent Traumatol* 2016;32:180-4.

13. Matsuda Y, Sur J, Araki K, Okano T. Durability of Digora Optime(A (R)) imaging plates. *Oral Radiol* 2011;27:28-34.

The effect of different storage conditions and scan delays on the Mean Gray Value (MGV) on Photostimulable Storage Phosphor (PSP) plate images

ABSTRACT

OBJECTIVE: The aim of this study was to evaluate the effect of different scan delays (waiting time) and storage conditions between exposure-scanning processes of Photostimulable Storage Phosphor (PSP) plates on the Mean Gray Value (MGV) change on their images

MATERIALS AND METHOD: A total of 40 images obtained at different waiting times in four groups [Single Sheath Light (SSL), Single Sheath Dark (SSD), Single Sheath Cardboard Light (SSCL), Single Sheath Cardboard Dark (SSCD)] created according to storage conditions. MGVs of the images were measured with ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, MD) program. To compare the storage conditions the one-way and to compare the waiting times the two-way repeated measure ANOVA tests were used. Paired samples t-test was applied to compare the waiting times and 0-min. MGVs in each group. $p < 0.05$ was considered statistically significant.

RESULTS: The MGV difference between 10-min. and the gold standard was statistically significant only in the SSL group ($p < 0.05$). There was no statistically significant difference between storage conditions' MGVs at any waiting time ($p > 0.05$). When the other waiting times except the gold standard were compared, there was a statistically significant difference between the 24-hour waiting time and the other waiting times' MGVs ($p < 0.05$).

CONCLUSION: The effect of keeping the plates in the dark and in a cardboard protector with a waiting time not exceeding 10-min., after the exposure, on MGV was insignificant. The MGV increase of the images of the plates kept only in the plastic barrier and for 24-hour was remarkable.

KEYWORDS: Digital radiography; mean gray value; PSP plate