

Radyolojik Sistemlerde Radyasyondan Korunma için Kalite Kontrol Uygulaması

Quality Control Application for Radiation Protection in Radiological Systems

© Gökçe Kaan Ataç

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Zonguldak, Türkiye

ÖZ

Radyoloji servislerinde kullanılan modalitelerin sürekli ve etkili kalite kontrol incelemeleri yapılması, değerlendirilecek radyolojik görüntülerin tanılabilirliğine fayda sağlar. Aynı süreçler hastanın alacağı iyonlaştırıcı radyasyonun azaltılması için de gereklidir. Medikal fizik uzmanı bu süreçte aktif görev yapmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Kalite, kontrol, test, medikal fizik uzmanı

ABSTRACT

The continuous and effective quality control evaluations of modalities used in radiology departments contribute to the diagnostic effectiveness of radiological images. The same processes are also necessary to reduce the ionizing radiation dose received by the patient. A medical physicist should play an active role in this process.

Keywords: Quality, control, test, medical physics expert

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Kalite yönetimi, kalite güvencesi ve kalite kontrolü kavramları
- Kalite kontrol süreçlerinin uygulanması
- Hastanın radyasyondan korunmasında etkili olan basamaklar

GİRİŞ

Tıbbi radyoloji uygulamalarında hastaların radyasyondan korunması, gelişen teknoloji ve artan radyasyon kullanımı ile birlikte giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Radyolojide verilen hizmet, karmaşık bir takım etkileşimi ve işlemler harmonisi gerektirir. Kullanılan cihazların doğru ve verimli çalışması yanında bu cihazları kullanarak sağlık hizmeti veren profesyonellerinde görevlerini doğru ve zamanında yapmaları beklenir. Kalite olarak tanımlanabilecek bu süreçlerin, etkin, etkili, ulaşılabilir, kabul edilebilir, eşitlikçi ve güvenli olması gerekir [1]. Bu makalede radyoloji uzmanı gözüyle kalite kontrol süreçlerinin günümüzde radyoloji servislerinde yaşadığı sorunlar ve gereksinimler ile çözüm önerilerini tartışmayı hedefledim.

Kalite kontrolü uygulamaları, kalite güvencesi kavramı içinde çeşitli ölçme, değerlendirme ve kalibrasyon çalışmalarını içerir. Bu süreçlerde objektif olması yanında, tekrarlanabilir ve güvenilir yöntemler kullanılmalıdır. Kalite güvencesi kavramı ise kalite yönetimi mantığını içinde, kalitenin sağlanması için harcanan tüm emeği içerir. Kalite yönetimi müşteri odaklı, liderlik ile yönlendirilen, insanı kucaklayan, süreç temelli, gelişme hedefli, kanıta dayalı karar desteği alan ve ilişkilerin düzenlenmesini içeren bir süreç olarak tanımlanmıştır [1, 2].

Radyoloji servisinde kaliteli bir hizmetin verilmesinde iki ayrı süreçten bahsedilebilir. Bunlardan birincisi kullanılan teknolojilerin beklenen tanı etkinliğini sağlayacak başarıda olmasıdır. Bu süreç, cihazların satın almanın planlanmasından kullanılması, kontrolü, bakımı ve kalibrasyonuna kadar



Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Gökçe Kaan Ataç, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Zonguldak, Türkiye

E-posta: gokce.atac@beun.edu.tr **ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-4145-8275

Geliş Tarihi/Received: 21.03.2025 **Kabul Tarihi/Accepted:** 25.03.2025 **Yayınlanma Tarihi/Publication Date:** 30.04.2025

Cite this article as: Ataç GK. Quality control application for radiation protection in radiological systems. *Trd Sem.* 2025;13(1):38-43



Copyright© 2025 Yazar. Türk Radyoloji Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır.
Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makaledir.

süren bölümüdür. Burada teknik konuları bilen bir ekibin yetkin görev yapması beklenir. İkinci bölümde ise bu cihazlar ile oluşturulan radyolojik görüntünün tanı ve girişimsel süreçlerde tedavi için etkin kullanımı gelir. İkinci bölümde görüntülerin tanısız raporlanması ve bu süreçlerde hastaya makul olan en düşük doz ve genel anlamda riskin uygulanması hatırlanmalıdır. Bir bütün olan bu hizmetin ilk bölümünde medikal fizikçi ve biyomedikal mühendisliği ikinci bölümünde ise radyolog, radyoloji teknikeri ve hemşiresi ile takımın diğer elemanları görev yapar. Toplamda ise süreç cihaz ve radyoloji takımının uyum içinde verdiği hizmeti içerir [1, 3-6].

Bu nedenle, kalite güvencesi programlarının uygulanmasında kalite kontrol testlerinin uygulanması hem hasta güvenliği hem de görüntü kalitesi açısından kritik bir rol oynamaktadır [7]. Düşük kaliteli radyolojik görüntüler tekrar çekimlere yol açarak hastaların gereksiz radyasyona maruz kalmasına neden olabilmektedir. Kalite kontrol programlarının temel bileşenleri arasında görüntü kalitesinin değerlendirilmesi ve hastalara uygulanan dozların belirlenmesi yer almaktadır [8]. Ülkemizde yapılan bir çalışma ise sağlık çalışanlarının radyasyon koruma bilgisi ve radyolojik incelemelerdeki dozlar konusundaki farkındalıklarının yetersiz olduğunu göstermektedir [9]. Hastaya uygulanan dozların irdelenmesinde radyasyon koruma standartlarının optimizasyonu için tanısız referans seviyelerinin belirlenmesinin önemi bilinmektedir [10]. X-ışınları ekipmanları için kalite kontrol protokollerinin uygulanmasının hasta güvenliği üzerindeki etkiler de incelemiştir. Kalite kontrol süreçlerinin sağlık çalışanlarının ve hastaların radyasyondan korunmasında nasıl bir rol oynadığı detaylandırılmaktadır [11]. Radyasyonun tıbbi görüntüleme merkezlerinde nasıl daha etkili bir şekilde yönetilebileceği araştırılmış ve sağlık risklerini azaltma stratejilerini önerilmiştir. Hastanelerdeki radyoloji servislerinde radyasyon koruma standartlarına uyumun değerlendirilmesini irdelleyen bir çalışmada, kalite kontrol testlerinin uygulanmasının hasta ve personel maruziyetini önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermektedir [12]. Bu süreçler, cihazın ve cihazın oluşturduğu görüntü ve hasta dozunun önemini kanıtlayan bilgiler ile desteklenmiştir.

Tıbbi görüntüleme uygulamalarında hastaların maruz kaldığı radyasyonun, gelişen teknoloji ile azaltılması sürecinde çeşitli zorluklar ile karşılaşmıştır. Radyolojik görüntüleme süreçleri son birkaç dekat içinde yeni teknolojiler kazanmış ve mevcut olanlarda köklü değişiklikler yaşanmıştır. Tüm modalitelerde yaşanan dedektör değişimi ile, bilgisayarlı tomografi dahil dedektör etkinlikleri ileri derecede gelişmiştir. Buna rağmen daha önceki sistemlerden kalan kullanıcı alışkanlıkları ve kurumsal süreçler, beklenen doz etkinliğine ulaşmada süreci yavaşlatmıştır. Doz açımı (*dose creep*) olarak tanımlanan bu süreçte, görüntünün dijital sistemler ile daha kolay ve hızlı oluşması, teknikerin parametreleri serbest kullanması ve tekrar görüntü alma rahatlığının getirdiği doz aşımaları görülmüştür.

Tekniker eğitimi ve uygulanan parametrelerin kayıt edilerek önceki uygulamalar ile karşılaştırılması, hasta dozlarını azaltmaya yönelik farkındalığın artmasını sağlamıştır [13]. Bu örnekten de anlaşılacağı gibi, kalitenin sağlanması belli bir kararlılık, takım çalışması, plan ve hedef belirlemeyi gerektirmiştir.

Modern tıpta uygulanan pek çok radyolojik tanı prosedüründe hastaların önemli miktarda radyasyon dozu aldığı bildirilmektedir. Bu süreç, kalite güvence programlarının uygulanması, ekipmanların teknik performanslarının karşılanması, belirli radyolojik tanı muayenelerinde hastaların aldığı dozların izlenmesi ve film reddetme analizi gibi unsurları gerektirmektedir.

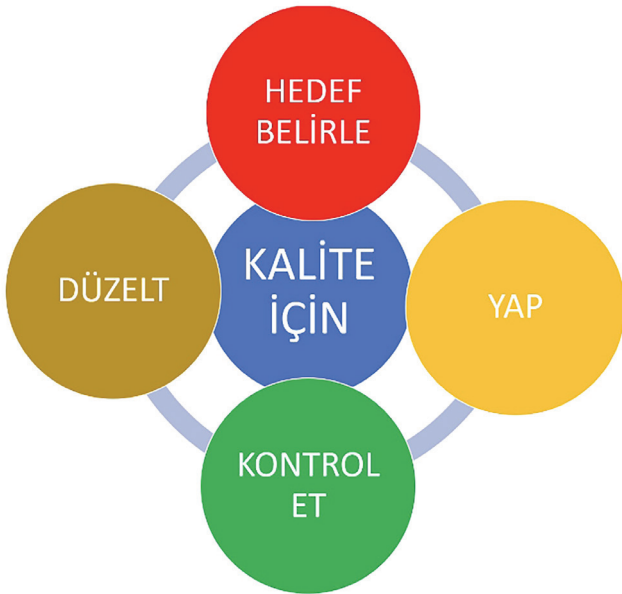
Hastanın radyasyondan korunması kavramı uluslararası otoriteler tarafından incelemenin gerekçelendirilmesi, uygulanan radyasyonun optimize edilmesi ve kullanılan dozların diğer uygulayıcı ve makina performansları ile karşılaştırılarak kontrol edilmesini önermektedir. Bu üç ana kuralın gerçekleşmesinde, kalite kontrol süreçlerinin kullanılmasında önerilen kapsamlı süreçler mevcuttur. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (*International Atomic Energy Agency, IAEA*) radyasyonun azaltılması süreçleri için üç A kavramını da (*awareness*; farkındalık, *appropriateness*; uygunluk, *audit*; gözden geçirme) gündeme getirmiştir. Kullanıcının radyasyon ve olası riskleri ile doz ve doz düşürme kavramlarından haberdar olması, daha iyi sonuçlar almanın ilk adımı olarak kabul edilmelidir. Bu süreçte en uygun olan işlem ve tekniklerin kullanılması, uygunluk başlığında yürütülmelidir. Yapılan uygulamaların gözden geçirilerek uygun bulunmayanların, daha doğru olanlarla düzeltilmesi için ise gözden geçirme süreçleri, anketler, kontrol listeleri kullanılmalıdır [2]. Bu döngü kalite kontrol uygulamalarının “hedef belirle, yap, kontrol et ve düzelt” çemberi ile örtüşmektedir (Resim 1).

Ülkemizde sağlık hizmetlerini düzenlemek ile sorumlu en önemli otorite olan Sağlık Bakanlığı ayrıca, radyoloji servislerindeki süreçleri ve yapılması gerekenleri daha ayrıntılı tanımlayan bir mevzuat geliştirerek yol gösterici olmuştur [14]. Yeni mevzuat ile daha çok işleyiş süreçleri şekillendirilirken cihazlarında temel kontrol ve bakımları ile ilgili kurallar da konmuştur. Hastanın radyasyondan korunması sürecinde, cihazların irdelenmesi ve uygun şekilde çalışıklarının anlaşılması bazı yasal düzenlemeler de gerektirmektedir. Başka ülke standartlarından esinlenerek hazırlanan kalite kontrol işlemleri de son yıllarda tamamlanarak uygulamaya koyulmuştur [15, 16]. Böylece “üç A” yaklaşımını gerçekleştirmek için gereken alt yapı daha da tutarlı bir hal almıştır.

Bu düzenlemeler yanında radyoloji alanında çalışan iş gücünün eğitim ve verimliliğinin artırılması da süreçlerin düzeltilmesine olumlu katkı sağlayacaktır.

Kaliteli bir radyoloji hizmetinin verilmesinde, yapılan düzenlemeler bir yol çizmektedir. Kalitenin sağlanmasında, yetişmiş bir profesyonel grubunun süreçleri ayrıntılı kontrol edilmesi ise sürekliliğin sağlanmasında en önemli etkenlerdendir. Radyolojik cihazların kalite kontrolü medikal fizikçi ve biyomedikal mühendislerinin yokluğunda gerçekleştirilmesi çok zor bir görev haline gelecektir. Ülkemizde radyoterapi ve belli boyutlardaki nükleer tıp servisleri için zorunlu olarak çalıştırılması gereken medikal fizik uzmanlarının radyoloji servislerindeki yokluğu, kalite kontrol önünde önemli bir engel oluşturabilir. Son yıllarda, ilgili sivil toplum örgütleri ve otoritelerin ortak çalışması ile bu alandaki yetişmiş iş gücü gereksinimi de giderilmeye çalışılmaktadır. Bugün sayıları yeterli olmasa da medikal fizik uzmanlarının radyoloji servislerindeki varlığının artması, kalite süreçlerinin her aşamasına büyük katkı sağlayacaktır. IAEA bu konuda gereksinim duyulabilecek medikal fizik uzmanı hesaplanmasına yönelik çalışmalar yapmıştır [17]. Hesaplama incelendiğinde, medikal fizik uzmanının radyoloji servisindeki potansiyel görev alanları daha da net görülebilmektedir.

Yetişmiş medikal fizik uzmanının yetersiz sayıda olması sadece ülkemizde yaşanan bir sorun da değildir. Bu nedenle, değişik çözüm önerileri de dikkatle incelenerek hizmetin olumsuz etkilenmesini sağlayabilecek önlemler geliştirilebilir [4]. Gelişen tele tıp çözümleri ve internet kullanılarak uygulanabilecek uzaktan erişim yöntemlerinin yardım ve katkısı değişik şekillerde denenmiştir [18-20].



Resim 1. Kalite kontrol ve süreç düzeltme çalışmalarında çabanın devamlılığı ve planın uygulanması gerekir. Yapılması gerekenler belirlenir, uygulanır, gözden geçirilir ve plana uymayan taraflar bulunarak düzeltilir. Sürecin tekrar tekrar başlatılması kadar gelişmelere göre planın da yenilenmesi kaçınılmazdır.

Kalite kontrol süreçlerinin desteklenmesi amacıyla giderek artan bir teknolojik uygulama da yapay zeka sistemlerinin bu süreçlerin her basamağı için geliştirilmesidir. Radyolojik görüntü kalitesinin objektif olarak ölçülmesi ve kaydedilmesi, gelişmiş bir teknoloji ve eğitilmiş profesyoneller gerektirmektedir. Hastanın dozunun ölçümü de benzer çalışmalara ihtiyaç duyar. Medikal fizik uzmanının kontrolünde yapay zeka tekniklerinin kullanımının artarak kabul göreceği ve süreçleri iyileştirmeye katkı vereceği öngörülmektedir [21].

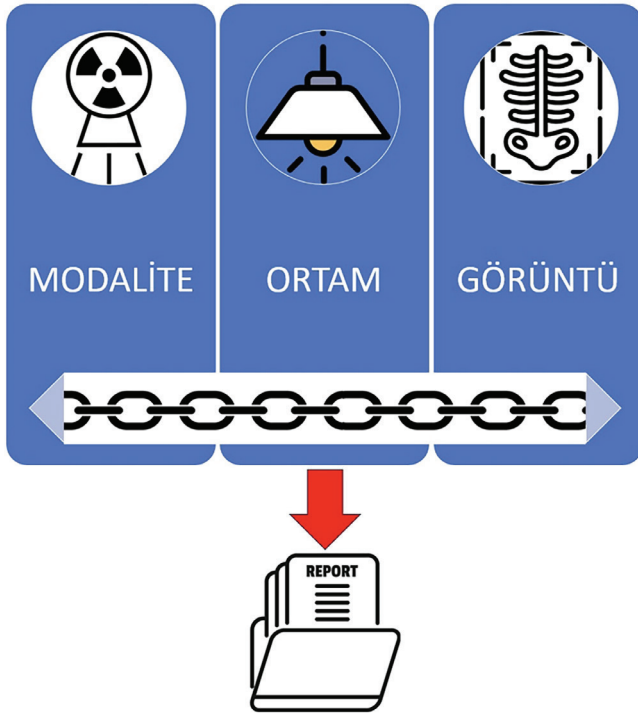
Radyolojik görüntü kalitesinin uygun olması ve uygun olmayan, tanıya katkı vermeyeceği düşünülen görüntülerin hastane görüntü arşivi ve ilgili sağlık profesyonellerine hastanın tanı ve tedavi süreçlerinde kullanılmaları için gönderilmemesi erken tarihlerden beri önemini korumuştur. Görüntüyü oluşturan teknikerin görüntünün kalitesi ve araştırılan klinik senaryoya uygun tanısal değeri olup olmadığını anlaması beklenir. Film ranfonsatör sistemlerinin kullanıldığı yıllarda da film geri çevirme (*reject analysis*) değerlendirilmeleri yapılmıştır. Geri çevrilen filmlerin nedenlerinin irdelenmesi, özellikle radyografi sistemlerinde hangi hataların yapıldığını ortaya çıkararak düzeltilmesine de ipuçları sağlamıştır. Dijital teknolojilerin kullanılması ve film basımının yerini elektronik resimlere bırakması pek çok kolaylıkla beraber yukarıda bahsedilen doz aşımı süreçlerini de getirmiştir. Hastaya birden fazla ve daha yüksek çözünürlükte görüntüler oluşturma çabasının getirdiği artan hasta dozları da dijital görüntü geri çevirme uygulamaları kullanılması ile dengelenmiştir [22].

Artan teknolojik olanaklar, hastaya birden fazla ışınlamadan maruziyetin olduğu, mamografi, floroskopi ve bilgisayarlı tomografide de tüpten çıkan enerjilerin, hastaya uygulanan parametrelerin ve doz belirteçlerin elektronik takibini kolaylaştırarak kalite kontrol ve doz takip süreçlerinin güçlenmesini sağlamıştır. Kullanılan modaliteye bağlı değişen doz belirteçlerinin takip ve kaydı ile günlük çalışmalar takip edilirken, protokollerin optimizasyonu yolu ile kalitenin artırılabilmesi de olasıdır. Ancak cihazlarda alınan bu doz belirteç değerlerinin de ne kadar gerçeği yansıttığı, ayrıca kalite kontrol ve kalibrasyon çalışmaları ile dengelenmelidir [23]. Genellikle modalitenin tüp çıkışına yerleştirilen veya ölçümler sırasında kullanılan çeşitli iyon odalarının kalibrasyonu içinde, ikincil standart dozimetre laboratuvarının ülkemizde kurulmuş olması, kalite kontrol çalışmalarına ek bir destek sağlamıştır.

Radyoloji hizmetinin verilmesinde kalitenin sağlanması beklenecek ikinci bölümün raporlama olduğu daha önce vurgulandı. Raporlamanın doğru, tutarlı ve problemleri çözecek etkinlikte olması için yetişmiş ve eğitilmiş radyoloji uzmanı kadrosuna gereksinimi olduğu bir gerçektir. Bu profesyonellerin görüntü değerlendirmesinde karşılaşılabilecekleri teknik sorunların da radyolojik değerlendirmeye etkisi olumsuz olabilir. Değerlendirilen resmin uzaysal ve kontrast

çözünürlüğü, bu görüntünün değerlendirildiği monitöre, ortama ve görüntüyü oluşturan modalitelerin doğru çalışmasına bağlıdır. Görüntüleme zinciri olarak da isimlendirilebilecek bu süreçte doğru kalite kontrol uygulamaları yapılmadan sağlık değerlendirmelerin yapılması da beklenmemelidir (Resim 2). Modalite, ortam şartları ve monitörlerin kalite kontrolü, doğru radyolojik değerlendirmenin bir başka şartını oluşturmaktadır [2, 6].

Bütün süreçlerin gözden geçirilmesi, eksikliklerin bulunması ve irdelenmesi, düzeltilmesi için ortaya koyulabilmesi işlemleri de bir düzenleme gerektirir. Her kurum ve organizasyonun kendi iç düzenleme yöntemleri olmalıdır. Bazı süreçlerin benzer başka organizasyonlar veya yetkili otorite tarafından da değerlendirilmesi yapılabilir. IAEA iç değerlendirme ve akran değerlendirme yöntemleri ile kalitenin geliştirilebilmesi için öneriler geliştirdiği bir belge yayınlamıştır. Belgede, ayrıntılı bir çalışma önerilerek, değerlendirilmesi gereken konuların önceden belirlenmesi ve gözden geçirme kriterlerinin nasıl oluşturulabileceğini ayrıntılarıyla açıklamaktadır. Böylece dış değerlendiricilerden önce süreçlerin gereksinimlerinin erkenden belirlenebileceği bir yöntem geliştirilebilir [23]. Sağlık Bakanlığı da ülkemizdeki sağlık kurumlarında ve radyoloji servisleri ve radyasyonla çalışan diğer birimlerde kalite kontrol ziyaretleri ile gelişimin sürekliliği için görev almaktadır [24].



Resim 2. Radyolojik görüntünün oluşturulmasından değerlendirilmesine kadar geçen ve görüntüleme zinciri olarak isimlendirilebilecek sürecin her aşaması birbirine ilişkili ve son ürün olan rapora doğrudan etkilidir.

Sonuç olarak, hastanın radyasyondan korunmasında, kullanılan modalite ve diğer görüntüleme teknolojilerinin yanında radyoloji takımının da kalite kontrol kavramına inanması ve süreçlerini geliştirip uygulaması gerekir. Radyolojik görüntünün tanınal olması ve hastaya uygulanan radyasyonu da içeren risklerin en aza indirilebilmesi için planlama yapılmalı, süreçler gözden geçirilmeli, hatalar bulunursa düzeltilmelidir. Sürekli kalite döngüsü daha iyi olmanın anahtarı olarak algılanmalıdır.

Dipnotlar

Çıkar Çatışması

Yazar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

KAYNAKLAR

1. Delis H, Christaki K, Healy B, Loreti G, Poli GL, Toroi P, et al. Moving beyond quality control in diagnostic radiology and the role of the clinically qualified medical physicist. *Phys Med*. 2017; 41: 104-8. [CrossRef]
2. International Atomic Energy Agency. Handbook of basic quality control tests for diagnostic radiology. IAEA Human Health Series No. 47, Vienna, 2023. [CrossRef]
3. Hajebrahimi A, Aghlmand S, Hosseini SM, Behrouzrak T. Study of the status of access to the information and quality improvement in radiology department of the five teaching hospitals. *Medical Sciences*. 2018; 22: 364-71. [CrossRef]
4. Diffey J. How many physicists does it take to test a mammography unit? *Australas Phys Eng Sci Med*. 2017; 40: 1-6. [CrossRef]
5. Ireland T, Perdomo A, Lee KL, Jones A, Barnes P, Greig T, et al. ACPSEM position paper: recommendations for a digital general X-ray quality assurance program. *Phys Eng Sci Med*. 2024; 47: 789-812. [CrossRef]
6. Gam NP, Sibiya MN. Doctors' perspectives on the quality of medical imaging in public hospitals in eThekweni District. *Health SA*. 2024; 29: 2389. [CrossRef]
7. Surić Mihić M, Mestrovic T, Prlić I, Surić D. Importance of quality assurance program implementation in conventional diagnostic radiology. *Coll Antropol*. 2008; 32 (Suppl 2): 181-4. [CrossRef]
8. Qenam BA, Li T, Tapia K, Brennan PC. The roles of clinical audit and test sets in promoting the quality of breast screening: a scoping review. *Clin Radiol*. 2020; 75: 794.e1-6. [CrossRef]
9. Yurt A, Cavuşoğlu B, Günay T. Evaluation of awareness on radiation protection and knowledge about radiological examinations in healthcare professionals who use ionized radiation at work. *Mol Imaging Radionucl Ther*. 2014; 23: 48-53. [CrossRef]
10. Vodovатов AV, Balonov MI, Golikov VY, Shatsky IG, Chipiga LA, Bernhardtson C. Proposals for the establishment of national diagnostic reference levels for radiography for adult patients based on regional dose surveys in Russian federation. *Radiat Prot Dosimetry*. 2017; 173: 223-32. [CrossRef]
11. Delgado AB, Rasmussen K, Jr ZS, Stathakis S, Papanikolaou N, Gutierrez A, et al. The analytical hierarchy process (AHP) to score plan quality of intact prostate treatment plans. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*. 2018; 3: e534. [CrossRef]
12. Hamzian N, Asadian S, Zarghani H. A study of radiation protection standards compliance in hospital radiographic departments in Iran. *J Biomed Phys Eng*. 2022; 12: 513-20. [CrossRef]

13. Gibson DJ, Davidson RA. Exposure creep in computed radiography: a longitudinal study. *Acad Radiol.* 2012; 19: 458-62. [\[CrossRef\]](#)
14. Radyoloji Hizmetleri Yönetmeliği, 31821 sayılı 26.4.2022 tarihli Resmî Gazete’de. [\[CrossRef\]](#)
15. Türkiye İlaç ve Tıbbî Cihaz Kurumunun yayınladığı “Diagnostik Radyoloji, Nükleer Tıp ve Radyoterapi Grubu Tıbbî Cihazların Kalite Uygunluk ve Kalite Kontrol Testleri Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik”, 20.12.2023 ve 32405 Sayılı Resmi Gazete’de. [\[CrossRef\]](#)
16. Diagnostik radyoloji, nükleer tıp ve radyoterapi grubu tıbbi cihazların kalite uygunluk ve kalite kontrol testleri hakkında yönetmelik hükümlerinin uygulanmasına ilişkin kılavuz. TCS-KLVZ-06. Türkiye İlaç ve Tıbbî Cihaz Kurumu. 2022. [\[CrossRef\]](#)
17. International Atomic Energy Agency. Medical physics staffing needs in diagnostic imaging and radionuclide therapy: an activity based approach. IAEA Human Health Reports No. 15, Vienna, 2023. [\[CrossRef\]](#)
18. Morozov S, Guseva E, Ledikhova N, Vladzmyrsky A, Safronov D. Telemedicine-based system for quality management and peer review in radiology. *Insights Imaging.* 2018; 9: 337-41. [\[CrossRef\]](#)
19. Looney P, Halling-Brown MD, Oduko JM, Young KC. A pilot study on the development of remote quality control of digital mammography systems in the NHS breast screening programme. *J Digit Imaging.* 2015; 28: 586-93. [\[CrossRef\]](#)
20. Mora P, Pfeiffer D, Zhang G, Bosmans H, Delis H, Razi Z, et al. The IAEA remote and automated quality control methodology for radiography and mammography. *J Appl Clin Med Phys.* 2021; 22: 126-42. [\[CrossRef\]](#)
21. Larson DB, Boland GW. Imaging quality control in the era of artificial intelligence. *J Am Coll Radiol.* 2019; 16: 1259-66. [\[CrossRef\]](#)
22. Andersen ER, Jorde J, Taoussi N, Yaqoob SH, Konst B, Seierstad T. Reject analysis in direct digital radiography. *Acta Radiol.* 2012; 53: 174-8. [\[CrossRef\]](#)
23. Samara ET, Fitousi N, Bosmans H. Quality assurance of dose management systems. *Phys Med.* 2022; 99: 10-5. [\[CrossRef\]](#)
24. Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Sağlıkta Kalite, Akreditasyon ve Çalışan Hakları Daire Başkanlığı. SKS Hastane (Sürüm 6). [\[CrossRef\]](#)

1. Hangisi diğer süreçleri de kapsayan genel kalite düzenlemesi kavramıdır?
 - a. Kalite kontrolü
 - b. Kalite güvencesi
 - c. Kalite yönetimi
 - d. Planlama
 - e. Dokümantasyon
2. Medikal fizik uzmanının ülkemizdeki radyoloji servislerinde görevleri ile ilgili hangisi doğrudur?
 - a. Her radyoloji servisinde medikal fizik uzmanı çalışmaktadır
 - b. Medikal fizik uzmanı planlamadan sorumludur
 - c. Medikal fizik uzmanı biyomedikal mühendisidir
 - d. Görüntüleme zincirinin raporlama sürecine kadar her aşamasında katkısı olmalıdır
 - e. İyonlaştırıcı radyasyon içermeyen modalitelere katkısı olmaz
3. Hastanın aldığı radyasyonun artan teknolojiye rağmen artmasının nedeni hangisidir?
 - a. Teknikerlerin daha iyi eğitim alması
 - b. Teknolojinin daha çok gelişmesi
 - c. Dijital teknolojilerin daha hızlı ve kolay ışınlamaya olanak sağlaması
 - d. Artmış farkındalık
 - e. Artan denetlemeler
4. Hangisi hastanın aldığı radyasyonun takip edilmesinde yeni dijital teknolojilere entegre olarak fayda sağlayabilir?
 - a. Doz yönetim sistemleri
 - b. Hassas ve yüksek çözünürlüklü dedektörler
 - c. Yüksek çözünürlüklü monitörler
 - d. Artan X-ışını tüpü gücü
 - e. Artan X-ışını ısınma kapasitesi
5. Medikal fizik uzmanının radyoloji servislerindeki eksikliklerinin giderilmesinde hangi çözüm önerisi katkı sağlayabilir?
 - a. Diğer radyasyon ile çalışan servislerden teknik yardım ve danışmanlık almak
 - b. Dış kaynaklardan medikal fizik hizmetine danışmak
 - c. Yapay zeka yöntemlerinin kullanımını artırmak
 - d. Tele tıp yöntemlerinin kullanımını artırmak
 - e. Hepsi