Dijital Mamografi Sistemlerinde Farklı Meme Kalınlıkları İçin Ortalama Glanduler Dozun Üç Yıl İçerisindeki Değişiminin İncelenmesi

Investigation of the Change of Mean Glandular Dose for Different Breast Thickness in Digital Mammography in Three Years

Melike Kaya Karaaslan
Istanbul Health Directorate, Public Hospitals Presidency-4, Department of Biomedical Engineering
Istanbul/Turkey
melikekaya08@gmail.com

***Özetçe*— Günümüzde meme kanserinin erken evre teşhisinde dijital mamografi sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Mamografi sistemlerinde uygulanması zorunlu olan rutin kalite kontrol ve performans testlerinden en önemlilerinden birisi ortalama glandüler dozun (MGD) tespit edilmesidir ve farklı meme kalınlıkları için MGD'nin periyodik olarak ölçülmesi önerilmektedir. Bu çalışmanın amacı mamografi sistemlerinde farklı meme kalınlıkları için MGD'nin üç yıllık periyodta ki değişimini incelemektedir. Çalışmada farklı kalınlıklardaki memeyi simule etmek amacıyla polymethyl methacrylate (PMMA) plakaları kullanılmıştır. Kalınlıkları 20 mm ile 60mm arasında değişen PMMA kalınlıkları için MGD Fujifilm Amulet Innovality mamografi sisteminde Otomatik Işınlama Kontrol (AEC) modunda, Normal (N) doz ayarında hesaplanmıştır. Doz ölçümleri Raysafe Xi x-ray test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 2020, 2021 ve 2023 yıllarında alınmış olup, ortalama MGD 20mm, 30mm, 40mm, 45mm, 50mm ve 60mm aralığındaki meme kalınlıkları için sırasıyla 0.54 mGy ± 0.017 (3.9% varyasyon katsayısı (cov)), 0.68 mGy ± 0.03 (cov = 4.4%), 0.88 mGy ± 0.053 (cov = 6.0 %), 0.96 mGy ± 0.056 (cov = 5.7%), 1.05 mGy ± 0.077 (cov = 7.3%), 1.42 mGy ± 0.095 (cov = 6.6%) olarak hesaplanmıştır. Gözlemlenen fark kabul edilebilir bir seviyede olup, mamografi sisteminin üç yıllık kullanımı sonucunda farklı meme kalınlıkları için tespit edilen ortalama glandüler doz değerinde önemli bir değişim tespit edilmemiştir.**

Anahtar Kelimeler — dijital mamografi; glandüler doz; otomatik ışınlama kontrolü.

***Abstract*— Today, digital mammography systems are widely used in the early detection of breast cancer. One of the most important routine quality control and performance tests required for mammography systems is the determination of mean glandular dose (MGD), and it is recommended that MGD be measured periodically for different breast thicknesses. This study aims to investigate the change in MGD for different breast thicknesses in mammography systems over three years. Polymethyl methacrylate (PMMA) plates were used to simulate breasts of different thicknesses. For PMMA thicknesses ranging from 20 mm to 60 mm, MGDs were calculated on the Fujifilm Amulet Innovality mammography system in Automatic Exposure Control (AEC) mode at the Normal (N) dose setting. Dose measurements were performed using a Raysafe Xi X-ray test device. Measurements were carried out in 2020, 2021, and 2023. The mean MGDs for 20mm, 30mm, 40mm, 45mm, 50mm, and 60mm breast thicknesses were 0.54 mGy ± 0.017 (coefficient of variation (cov) 3.9%), 0.68 mGy ± 0.03 (cov = 4.4%), 0.88 mGy ± 0.053 (cov = 6.0%), 0.96 mGy ± 0.056 (cov = 5.7%), 1.05 mGy ± 0.077 (cov = 7.3%), and 1.42 mGy ± 0.095 (cov = 6.6%), respectively. The observed difference was acceptable, and no significant change was determined in the mean glandular dose value for different breast thicknesses after three years of use of the mammography system.**

Keywords — digital mammography; glandular dose; automatic exposure control .

979-8-3315-2981-9/24/$31.00 ©2024 IEEE

I. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre, kanser dünya çapında önde gelen ölüm sebeplerinden birisidir ve 2020 yılında yeni kanser vakaları açısından en yaygın olarak 2.26 milyon vaka ile meme kanseri raporlanmıştır [1]. Bununla birlikte, meme kanseri 2020'de kanserden ölümlerde 685 000 ölüm ile beşinci sırada yer almaktadır [1]. Mamografi sistemleri meme kanserinin tarama ve teşhisinde yayın olarak kullanılmaktadır ve mamografik tarama yoluyla meme kanserinin erken evrede teşhisi, meme kanseri ölümlerinin azalmasında önemli bir yere sahiptir [2]. Mamografi sistemlerinde iyonize radyasyon kullanıldığından alınan radyasyon dozlarının kansere neden olma riski bulunmaktadır, bu nedenle bu riskin ciddiyetini anlamak önemlidir [3]. Meme glandüler dokusu radyasyonun bazı olumsuz etkilerine karşı cilt ve yağ dokularına göre nispeten daha yüksek duyarlılığa sahiptir, bu nedenle memenin maruz kaldığı doz seviyesi, ortalama glandüler doku dozunun (MGD) tespiti ile değerlendirilir. MGD özetle meme içerisindeki glandüler doku tarafından soğurulan doz olarak tanımlanmaktadır ve meme kanseri taramasında kabul edilebilir ve ulaşılabilir doz düzeyleri MGD olarak ifade edilmektedir [4]. Modern mamografide, MGD her bir ışınlama için otomatik olarak hesaplanmakta ve kullanıcıya gösterilmektedir. MGD, X-ışını kalitesine, diğer bir ifadeyle yarı-değer kalınlığına (HVL), meme kalınlığına ve bileşimine bağlıdır [5].

Mamografide, MGD testi rutin kalite kontrol ve performans testlerinden birisi olup, periyodik olarak kontrol edilmesi önerilmektedir. Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumunun (TİTCK) yayınladığı "Diagnostik Radyoloji, Nükleer Tıp ve Radyoterapi Grubu Tıbbi Cihazların Kalite Uygunluk ve Kalite Kontrol Testleri Hakkında Yönetmelik Hükümlerinin Uygulanmasına İlişkin Kılavuz" da mamografi sistemlerinde MGD testinin yılda en az bir kez yapılması önerilmektedir [6]. İlaveten, uluslararası bazı standartlarda ise MGD test periyodu altı ay olarak önerilmiştir [5,7,8]. Bu çalışmanın amacı, mamografi sistemlerinde MGD'nin değişimini, farklı meme kalınlıkları için üç yıllık periyod da incelemektir.

II. MATERYAL VE METHOD

MGD ölçümleri, gelen x-ışını fotonlarını doğrudan dijital görüntü verilerine dönüştüren amorf-selenyum (a-Se) dedektöre sahip Fujifilm Amulet Innovality tam-alan dijital mamografi (FFDM) sisteminde (Tokyo, Japonya) gerçekleştirildi. Farklı kalınlıklardaki memenin radyasyon soğurumunu simule etmek için 20 mm, 30 mm, 40 mm, 45 mm, 50 mm ve 60 mm kalınlığındaki Poly(methyl methacrylate) (PMMA) plakaları kullanıldı. Her bir fantom kalınlığı için giriş yüzeyi hava kerma (ESAK) değeri mamografi sensörüne sahip Raysafe Xi katı-hal dedektörü (RaySafe Xi, Billdal, İsveç) ile ölçüldü. Ölçümler aynı uzman tarafından, aynı yöntemle 2020, 2021 ve 2023 yıllarında gerçekleştirildi. Sonuçların istatistiksel analizi standart sapma ve varyasyon katsayısı (coefficient of variation (cov)) kullanılarak Denklem (1) ile yapıldı.

$$Varyasyon\ katsayısı\ (cov) = \frac{(Standart\ sapma)}{ortalama} x\ 100 \quad (1)$$

Meme yapısında, glandüler doku meme içerisinde bulunduğundan MGD ölçümleri direk olarak gerçekleştirilemez. MGD'nin hesaplanabilmesi için öncelikle yüzey girişindeki hava kerma (ESAK- Entrance Surface Air Kerma) ve yarı-değer kalınlığı (HVL-Half Value Layer) değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Sonrasında, ESAK ölçümleri uygun dönüşüm faktörleri kullanılarak MGD'ye çevrilir ve meme glandüleri içerisindeki radyasyon riski değerlendirilir.

Çalışmada, MGD değerleri kalite kontrol test standartlarında belirtilen ölçüm metodu kullanılarak Denklem (2) ile hesaplandı [5,7,8].

$$MGD = ESAK.g.c.s \quad (2)$$

Burada, ESAK, PMMA'nın üst yüzeyindeki giriş hava kerması, g, c, s Dance ve ark.'nın 2000, 2009, 2011 tarihli çalışmalarından elde edilen, doku bileşimine, sıkıştırılmış memenin kalınlığına ve ışın kalitesine bağlı önceden hesaplanmış dönüşüm faktörleridir [9,10,11]. Her bir PMMA kalınlığı için ışınlama otomatik ışınlama modunda (iAEC) ve Normal Doz seviyesinde (N-Mod) gerçekleştirildi. Ölçümlerde sıkıştırma pedalının yüksekliğini standartlarda belirtildiği gibi eşdeğer meme kalınlığına eşitlemek için ara parça kullanıldı.

III. SONUÇLAR

Farklı meme kalınlıkları için, üç farklı yılda hesaplanan MGD değerlerin özeti Tablo 1'de sunulmaktadır. 2020, 2021 ve 2023 yıllarında alınan ortalama MGD değerleri 20 mm, 30 mm, 40mm, 45mm, 50mm ve 60mm aralığındaki meme kalınlıkları için sırasıyla 0.54 mGy ± 0.017 (cov =3.9 %), 0.68 mGy ± 0.03 (cov = 4.4 %), 0.88 mGy ± 0.053 (cov = 6.0 %), 0.96 mGy ± 0.056 (cov = 5.7 %), 1.05 mGy ± 0.077 (cov = 7.3 %), 1.42 mGy ± 0.095 (cov = 6.6 %) olarak hesaplandı. Hesaplanan cov değerleri ile üç farklı yılda elde edilen MGD değerlerinin ne kadar değişken olduğu ortalamaya göre değerlendirilmiş, böylece MGD değerlerinin değişkenliklerini karşılaştırmak mümkün olmuştur. Bu tanımlamaya göre, büyük cov değeri MGD değerlerinin daha fazla değişkenlik gösterdiğini, küçük cov değeri ise daha az değişken olduğunu ifade etmektedir.

TABLO I. 2020, 2021 ve 2023 YILLARI İÇİN ORTALAMA MGD DEĞERLERİ

PMMA Kalınlığı (mm)	*2020*	*2021*	*2023*	*Ortalama MGD (mGy)*
	N-Mod MGD (mGy)	*N-Mod MGD (mGy)*	*N-Mod MGD (mGy)*	
20mm	0.53	0.56	0.53	0.54 mGy ± 0.017 (cov = % 3.2)
30mm	0.68	0.71	0.65	0.68 mGy ± 0.03 (cov = % 4.4)
40mm	0.92	0.90	0.82	0.88 mGy ± 0.053 (cov = % 6.0)
45mm	0.97	1.02	0.91	0.96 mGy ± 0.056 (cov = % 5.7)
50mm	1.12	1.07	0.97	1.05 mGy ± 0.077 (cov = % 7.3)
60mm	1.35	1.53	1.39	1.42 mGy ± 0.095 (cov = % 6.6)

IV. TARTIŞMA

Üç yıllık MGD değişimi incelendiğinde, MGD değerlerinde yıllara göre kademeli bir değişiklik gözlemlenmedi. Sonuçlara göre tespit edilen MGD değerleri arasındaki fark kabul edilebilir bir seviyede olup değişen meme kalınlıkları için de benzer sonuç elde edilmiştir. Her meme kalınlığı için cov değerleri incelendiğinde en yüksek değişkenliğin 50mm meme kalınlığı için olduğu gözlemlenmiştir. Aynı meme kalınlığında, farklı yıllarda gözlemlenen MGD değerleri arasında az da olsa gözlemlenen farklılıkların sebebi net olmamakla birlikte, kullanılan fantomun pozisyonunun ve sıkıştırma seviyesinin doz üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Fantom yeterince sıkıştırılmamışsa veya pozisyonu değişmişse, dozda farklılıklar görülebilir. İlaveten, Otomatik ışınlama (iAEC) esnasında sistem tarafından kullanılan teknik parametreler (kVp, mAs ve ışınlama süresi) MGD'yi etkilemektedir.

Mamografi sistemlerinde MGD değerinin takip edilmesi hasta güvenliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Meme dokusu radyasyona karşı oldukça duyarlı bir organ olduğundan, mamografi çekimleri esnasında doz düzeyinin mümkün olduğu kadar düşük tutulması önemlidir. Böylece mamografi çekimlerinin meme kanserini tetikleme riski önlenmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, mamografi sistemlerinde yıllık periyotta MGD testinin gerçekleştirilmesinin sistemin güvenilirliği açısından yeterli olduğu gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Ferlay, J., Ervik, M., Lam, F., Colombet, M., Mery, L., Piñeros. M., et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today. Lyon: International Agency for Research on Cancer, 2020. (https://gco.iarc.fr/today, accessed July 2024).

[2] Nakamura, N., Okafuji, Y., Adachi, S., Takahashi, K., Nakakuma, T., and Ueno, S. "Effect of Different Breast Densities and Average Glandular Dose on Contrast to Noise Ratios in Full-Field Digital Mammography: Simulation and Phantom Study", Radiol. Res. Pract., 2018 Dec 10:2018:6192594. doi: 10.1155/2018/6192594.

[3] Bouwman, R.W., Engen, van R., Young, K.C., Heeten, G.J.den., Broeders, M.J.M., Schopphoven, S., Jeukens, C.R.L.P.N., Veldkamp, W.J.H., Dance, D.R. "Average Glandular Dose in Digital Mammography and Digital Breast Tomosynthesis: Comparison of Phantom and Patient Data", Phys. Med. Biol., Vol. 60(20), 2015, p 7893-7907.

[4] European Federation of Organisations for Medical Physics, Quality Controls in Digital Mammography Protocol of the EFOMP Mammo Working Group, EFOMP Mammo Protocol, Europe, 2015.

[5] European Commission/EUREF, The European Protocol for the Quality Control of the Physical and Technical Aspects of Mammography Screening: Part B., Digital Mammography European Guidelines for Breast Cancer Screening, EC, 4th ed., Luxembourg, 2006.

[6] Diagnostik Radyoloji, Nükleer Tıp ve Radyoterapi Grubu Tıbbi Cihazların Kalite Uygunluk Ve Kalite Kontrol Testleri Hakkında Yönetmelik Hükümlerinin Uygulanmasına İlişkin Kılavuz. TCS-KLVZ-06. 2023.

[7] National Health Service Breast Screening Programme. Commissioning and Routine Testing of Full Field Digital Mammography Systems, NHSBSP Equipment Report (0604). Sheffield. 2009.

[8] Institute of Physics and Engineering in Medicine. The Commissioning and Routine Testing of Mammographic X-Ray Systems, IPEM Report 89. York. 2005.

[9] Dance, D.R., Skinner, C.L., Young, K.C., Beckett, J.R., Kotre, C.J. Additional Factors for the Estimation of Mean Glandular Breast Dose Using the UK Mammography Dosimetry Protocol. Phys. Med. Biol., Vol.45(11),2000, p 3225–3240. 2000.

[10] Dance, D.R., Young, K.C., Engen van, R.E. Further Factors for the Estimation of Mean Glandular Dose Using the United Kingdom, European and IAEA Breast Dosimetry Protocols. Phys. Med. Biol., Vol. 54(14), 2000, p 4361–4372.

[11] Dance, D.R., Young, K.C., Engen van, R.E. Estimation of Mean Glandular Dose for Breast Tomosynthesis: Factors for Use with the UK, European and IAEA Breast Dosimetry Protocols. Phys. Med. Biol., Vol 56(2), 2011, p 453–471.