

## Comparison of Optical Surface Guide System and ConeBeamCT Scans in Patient Positioning in Breast Cancer Radiotherapy

### Meme kanseri Radyoterapisinde Hasta Pozisyonlandırılmasında Optik Yüzey Takip Sistemi ve ConeBeamCT Taramalarının Karşılaştırılması

İsmail Faruk Durmuş, Bora Taş

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Özel Gaziosmanpaşa Tıp Fakültesi Hastanesi  
Radyasyon Onkolojisi Bölümü, İstanbul

Dergiye Ulaşma Tarihi: 20.01.2019 Dergiye Kabul Tarihi:01.03.2019 Doi: 10.5505/aot.2019.83584

#### ÖZET

**GİRİŞ ve AMAÇ:** Meme Radyoterapisinde tedavinin başarısı, hedef volümün doğru ışınlanmasına ve hastanın doğru konumlandırılmasına bağlıdır. Lazer tabanlı optik yüzey takip sisteminin meme Radyoterapisinde hasta pozisyonlandırma ve tedavinin her fraksiyonda tekrarlanabilirliği araştırıldı. Bu sayede hastaya portal görüntüleme amaçlı uygulanan radyasyonun azaltılması da araştırıldı.

**YÖNTEM ve GEREÇLER:** Catalyst optik yüzey takip sistemi kullanılarak 3D yüzey görüntüleme ile meme kanserli hastalarda pozisyonlandırma yapıldı, ardından kV tabanlı CBCT ile taramalar yapılarak iki sistem arasında hasta pozisyonunda olan sapmalar belirlendi. 26 Meme kanserli hastaya 475 fraksiyonda lazer tabanlı optik yüzey ve CBCT taramaları yapıldı. Her bir hastanın ayrı ayrı ve 475 fraksiyonun tamamı için, ortalama ve maksimum sapma miktarları lateral, longitudinal ve vertikal eksenlerde bulundu.

**BULGULAR:** 475 Fraksiyonda Catalyst ve CBCT değerleri arasındaki ortalama farklar lateral ekseninde;  $0.24\pm 0.22$  cm, longitudinal ekseninde;  $0.36\pm 0.28$  cm, vertikal ekseninde;  $0.22\pm 0.20$  cm bulundu. Catalyst ile CBCT değerleri arasındaki maksimum farklar lateral ekseninde; 1.28 cm, longitudinal ekseninde; 1.54 cm, vertikal ekseninde; 1.30 cm bulundu. Eğer 26 hasta için sadece Catalyst yüzey takip sistemi kullanılmış olsaydı, klinik hedef volüme 5 mm emniyet marjı verilirse lateral ekseninde %89.05, longitudinal ekseninde %74.52 ve vertikal ekseninde %90.52 güven aralığı içinde tedavi uygulanabilmektedir.

**TARTIŞMA ve SONUÇ:** Meme Radyoterapisinde tedavinin tekrarlanabilirliği ve hasta konumlandırmasının kesin hassasiyetle olması büyük öneme sahiptir. Optik yüzey takip sistemi hasta setup'ı için basit, hızlı, tekrarlanabilir ve doğru bir çözümdür. Rastgele günlük setup hatalarını en aza indirmek ve hastaya tedavi harici portal görüntüleme amaçlı uygulanan radyasyonu azaltmak için etkin kullanılabilir. Hasta tedaviye başladığı ilk birkaç fraksiyon CBCT ve optik yüzey takip sistemi eş zamanlı kullanılmalı aradaki farkların az olması durumunda, hastanın tedavisinin tamamı göz önüne alınarak CBCT sayısı azaltılıp optik yüzey takip sistemi kullanılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Yüzey kılavuzlu Radyoterapi, Meme IGRT, ConeBeamCT

#### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The success of treatment in breast radiotherapy depends on the correct irradiation of the target volume and correct positioning of patient. Patient positioning and repeatability of treatment at each fraction were investigated. In this way, the reduction of radiation implemented to the patient for portal imaging was also investigated.

**METHODS:** Positioning in breast cancer patients with 3D surface imaging was performed using the Catalyst optical surface guide system. Then, scans with kV-based CBCT were used to determine deviations in the patient position between the two systems. The laser-based optical surface and CBCT scans were performed in 475 fractions.

**RESULTS:** The mean and maximum deviation amounts for each patient and all of the 475 fractions were obtained in lateral, longitudinal and vertical axes. The mean differences between Catalyst and CBCT values in the 475 fraction were  $0.24\pm 0.22$ cm in the lateral axis,  $0.36\pm 0.28$ cm in the longitudinal axis and  $0.22\pm 0.20$ cm in the vertical axis. The maximum differences between Catalyst and CBCT values were obtained 1.28cm in lateral axis, 1.54cm in longitudinal axis and 1.30cm in vertical axis. If only the Catalyst was used for 26 patients, a margin of 5mm was implemented to clinical target volume, treatment could be performed in lateral axis at 89.05%, in longitudinal axis 74.52% and in vertical axis at 90.52% confidence interval.

**DISCUSSION AND CONCLUSION:** Reproducibility of the treatment and accurate positioning of the patient are very important in breast radiotherapy. Catalyst system is a simple, fast, repeatable and accurate solution for patient setup. It can be used effectively to minimize random daily setup errors and reduce radiation implemented to the patient for external portal imaging. CBCT and Catalyst should be used simultaneously in the first few fractions. If the deviations between the two systems are low, the number of CBCT should be reduced, taking into account the full treatment of the patient.

**Keywords:** Surface Guided Radiotherapy, Breast IGRT, ConeBeamCT

## GİRİŞ

Radyoterapi de amaç tanımlanmış hedef hacme optimum doz verilirken, hedefin etrafındaki sağlıklı doku ve organları mümkün olduğunca korumaktır. Sağlıklı doku korumasını arttırmak ve hedef hacimde daha konformal doz dağılımı elde etmek için, Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT) ve Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) gibi teknikler geliştirilmiştir. Bu teknikler ile daha konformal doz dağılımı ve hedef dışında hızlı bir doz düşüşü sağlanmaktadır. Bu nedenle hastanın pozisyon doğruluğu ve hedefin ıskalanmaması kritik öneme sahiptir. Hastanın tedavisi süresince her fraksiyonda hastanın doğru pozisyonlandırılması hem hedefin planlanan dozu almasını sağlamakta, hem de sağlıklı organ dozlarını mümkün mertebe azaltacağı için radyasyona bağlı toksisiteyi azaltılabilmektedir. (1,2). Bu nedenle tedavi tekrarlarına bilirliliğinin doğruluğunun geliştirilmesi, lokal kontrol oranını arttırabilmekte ve radyasyona bağlı komplikasyonları da azaltılabilmektedir. (3)

Image Guide Radyoterapi (IGRT) teknikleri ile hastanın pozisyonu ve hedefin doğru ışınlanması sağlanmaktadır. Özellikle tedavi öncesinde ConeBeamCT (CBCT) taramalarıyla tedavinin setup doğruluğunu yüksek seviyede sağlanabilmektedir. Fakat bu esnada hastaya tedavi harici ek radyasyon uygulanmaktadır. Ayrıca CBCT sadece tedavi öncesi hasta pozisyonu ile ilgili bilgi içerdiğinden tedavi esnasında olabilecek hareket hakkında bilgi içermemektedir.(4,5) Hastaya ek radyasyon uygulamadan diğer IGRT teknikleri ultrason ve optik yüzey takip sistemleridir. (6,7,8). Bu sistemlerle tedaviler arası (inter-fraction) ve tedavi esnasında (intra-fraction) takip yapılabilmektedir. Bu sistemlerin en büyük avantajı non-invaziv ve tedavi harici radyasyon uygulanmadan takip yapılabilmeleridir. Optik yüzey takip sistemleri ile sadece hastanın yüzeyi takip edilebilmektedir. Daha derin yerleşimli hedef

veya dokuların takip edilen yüzey ile arasındaki korelasyonuna bağlı olması bu sistemlerin sınırlandırıcı faktörüdür. (9)

Çalışmamızın amacı meme Radyoterapisinde Catalyst™ (C-RAD, AB, Uppsala, Sweden) optik yüzey takip sistemini ve CBCT taramalarını kullanarak hastanın ve hedefin doğru pozisyonda olduğunu analiz etmek ve bu iki sistem arasındaki korelasyonu belirlemektir.

## GEREÇ ve YÖNTEM

26 Meme kanserli hastasına supine pozisyonda alpha-cradle (wingSTEP™, Elekta, Austria) sabitleme ekipmanı ile belirli bir açıda eğimli olarak pozisyonlandırıldı. Her bir hasta için 120kVp, 75mAs değerlerinde Siemens® Biograph mCT (Knoxville, TN, USA) cihazı ile 3mm kesit aralıklı taramalar yapıldı. Referans noktaları belirlemek için klasik lazer sistemi kullanıldı. Monaco 5.11 (Elekta AB, Stockholm, Sweden) tedavi planlama sisteminde hedef ve riskli organlar konturlandı. Hedef ve kritik organlara göre VMAT, IMRT tekniği kullanılarak planlar hazırlandı. Planları hazırlanan CT veri setleri Catalyst™ optik yüzey takip sistemine aktarıldı. Sağ veya sol meme olmasına bağlı olarak yüzey tarama alanı için ilgilenilen bölge belirlendi. Elekta Versa HD(Elekta AB, Stockholm, Sweden) lineer hızlandırıcısında tedavi öncesinde hastalar tedavi masasına yatırıldıktan sonra lazerlerle referans noktalara göre pozisyonlandırıldı. Daha sonra izosantr noktasına göre gerekli masa kaydırmaları yapılarak hasta pozisyonlandırıldı. Ardından hastaların XVI® 5.0 IGRT sistemi ile CBCT taramaları gerçekleştirildi.

**Catalyst Yüzey Tarama Sistemi:** Optik yüzey takip sistemi olan Catalyst™ (C-RAD AB, Sweden); Light-emitting diode (LED) ve Charge Coupled Device (CCD) kamera sistemi olan iki komponentten oluşur. Tedavi masasının ayak tarafına tavana monte edilir.

Hastanın cildini taramak için, yakın görünür bölgede elektromanyetik dalga gönderip sonra hastanın cildinden yansıyan ışık kamera tarafından toplanır. Hastanın pozisyonu kamera tarafından toplanan ışığın optik üçgenleme mantığıyla hesaplaması sonucu belirlenir. Catalyst™ sisteminin özellikleri; frekansı 47-63 Hz, tarama ışığının dalga boyu 405 nm (mavi), 528 nm (yeşil), 624 nm (kırmızı) dır. Tarama alanı; 800 mm x 1300 mm x 700 mm (X,Y,Z). Ölçüm tekrarlanabilirliği; 0.2 mm. Pozisyon doğruluğu 1 mm'den daha küçüktür (10,11,12).

Hastaların tedavisinde 475 fraksiyonda hem vücut yüzeyi takip sistemi hem de CBCT taramaları gerçekleştirildi. Lateral, longitudinal ve vertikal ekseninde yüzey takip sistemi ile CBCT arasındaki farklar bulundu. Hastaların her biri için ayrı ayrı ve 475 fraksiyonun tamamı için ortalama ve maksimum değerler bulundu. Standart sapmaları hesaplandı. Catalyst ve CBCT arasındaki lateral, longitudinal ve vertikal eksenindeki farklar, 475 fraksiyon için grafik 1, grafik 2 ve grafik 3 de gösterilmiştir.

Optik yüzey takip sistemi ile CBCT taramalarını arasındaki farklar değerlendirildiğinde, en fazla  $\pm 0.1$  cm farkın olması lateral yönde %33.68, longitudinal yönde %20.84, vertikal yönde %34.31 güven aralığı içinde bulundu. Maksimum  $\pm 0.3$  cm farkın olması lateral yönde %71.78, longitudinal yönde %53.05 ve vertikal yönde %77.26 güven aralığı içinde bulundu. Maksimum  $\pm 0.5$  cm farkın olması lateral yönde %89.05, longitudinal yönde %74.52 ve vertikal yönde %90.52 güven aralığı içinde bulundu. Maksimum  $\pm 1$  cm farkın olması lateral yönde %98.73, longitudinal yönde %97.26 ve vertikal yönde %99.36 güven aralığı içinde bulundu. Tablo 2 de  $\pm 0.1$  cm,  $\pm 0.1$  cm ile  $\pm 0.3$  cm aralığında,  $\pm 0.3$  cm ile  $\pm 0.5$  cm aralığında,  $\pm 0.5$  cm ile  $\pm 1$  cm aralığında Catalyst ve CBCT arasında sapmaların kaç fraksiyonda olduğu gösterilmektedir.

## TARTIŞMA

Catalyst optik yüzey takip sistemini kullanarak 3D yüzey görüntülemenin meme kanserli hastalarında olabilecek pozisyonlandırma

hatalarını, CBCT tabanlı görüntü kılavuzluğuna göre karşılaştırarak oluşabilecek sapmaları analiz edildi.

Walter ve ark. 25 hastada 154 fraksiyon boyunca optik yüzey takip sistemi ile CBCT taramalarını karşılaştırmışlardır. Hastalar pelvik, abdominal ve toraks bölgesi olarak seçmişlerdir. Toraks bölgesi için lateral ekseninde  $0.6 \pm 2.6$  mm, longitudinal ekseninde  $-5 \pm 7.9$  mm, vertikal ekseninde  $0.5 \pm 3.2$  mm optik yüzey tarama ile CBCT arasında fark bulmuşlardır. Abdomen bölgesi için lateral ekseninde  $0.3 \pm 2.2$  mm, longitudinal ekseninde  $2.6 \pm 1.8$  mm, vertikal ekseninde  $2.1 \pm 5.5$  mm optik yüzey tarama ile CBCT arasında fark bulmuşlardır. Pelvis bölgesi için lateral ekseninde  $-0.9 \pm 1.5$  mm, longitudinal ekseninde  $-1.7 \pm 2.8$  mm, vertikal ekseninde  $1.6 \pm 2.2$  mm optik yüzey tarama ve CBCT arasında fark bulmuşlardır. Bizim çalışmamız olduğu gibi longitudinal ekseninde en büyük farklar bulunmuştur. Derin yerleşimli tümörlerde cilt ile hedef arasındaki hareketin korelasyonu farkların değişkenliğine yol açabilmektedir. (10)

Ma ve ark. Meme kanserli 20 hastada 200 fraksiyonda CBCT ve optik yüzey tarama sistemi arasındaki korelasyonu analiz etmişlerdir. Yüzey takip sistemi ve CBCT arasındaki farklar lateral ekseninde 0.008 cm, longitudinal ekseninde 0.022 cm ve vertikal ekseninde 0.003 cm olarak bulmuşlardır. En yüksek sapmayı longitudinal yönde bulmuşlardır. Çalışmamız ile uyumludur. (3)

Crop ve ark. Meme kanserli hastaların tedavi öncesi Helical Tomoterapi cihazında MV-CT ve Catalyst yüzey takip sistemi ile pozisyonlandırıp karşılaştırmışlardır. İki IGRT tekniği arasında sağ-sol, cranio-caudal ve antero-posterior yönlerde sırasıyla 0.24 cm, 0.27 cm ve 0.24 cm fark bulmuşlardır. Bu sonuçlar doğrultusunda kliniklerinde ilk 5 fraksiyon her iki IGRT tekniğini kullanmışlar daha sonraki fraksiyonlarda her hasta için klinik değerlendirme yapılarak MV-CT sayısını azaltmışlardır. (13)

Analizini gerçekleştirdiğimiz 26 hasta için sadece Catalyst yüzey takip sistemi kullanılmış olsaydı klinik hedef volüme emniyet 3 mm marj verilmesi durumunda lateral yönde %71.78, longitudinal yönde %53.05 ve vertikal yönde %77.26 güven aralığı içinde tedavi uygulanabilmektedir. Eğer

klirik hedef volüme 5 mm emniyet marjı verilirse lateral yönde %89.05, longitudinal yönde %74.52 ve vertikal yönde %90.52 güven aralığı içinde tedavi uygulanmaktadır.

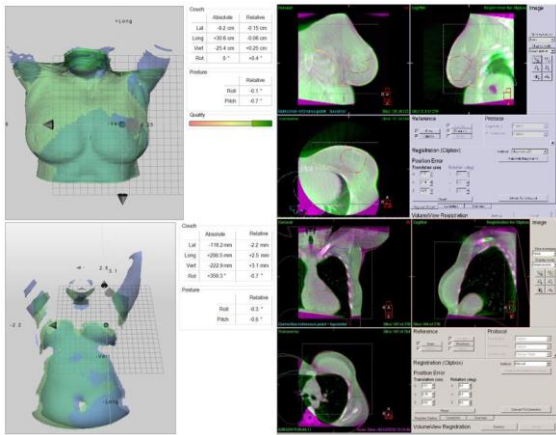
Meme Radyoterapisinde, tedavinin başarısı hedef volümün doğru ışınlanmaktan geçmektedir, hastanın doğru konumlandırılması büyük öneme sahiptir. Bu IGRT işlemini yaparken hastaya portal amaçlı uygulanan radyasyon dozunu azaltmak için lazer tabanlı yüzey takip sistemi kullanılabilir. Hasta tedaviye başladığı ilk birkaç fraksiyon CBCT ve optik yüzey takip sistemi eş zamanlı kullanılmalı aradaki farkların az olması durumunda, hastanın tedavisinin tamamı göz önüne alınarak CBCT sayısı azaltılıp optik yüzey takip sistemi kullanılmalıdır. Ayrıca Meme Radyoterapisinde bu tür çalışmalar az olduğu

için yüzey takip sistemlerinin uygulanması için yol gösterici bir çalışmadır.

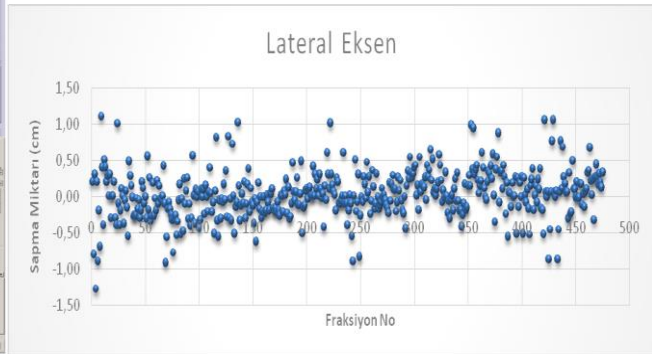
## SONUÇ

26 Hastanın toplamda 475 fraksiyonda Catalyst ve CBCT değerleri arasındaki ortalama fark, lateral eksende (X);  $0.24 \pm 0.22$  cm, longitudinal eksende (Y);  $0.36 \pm 0.28$  cm, vertikal eksende (Z);  $0.22 \pm 0.20$  cm bulundu. Catalyst ile CBCT kaydırma değerleri arasındaki maksimum fark, lateral eksende (X); 1.28 cm, longitudinal eksende (Y); 1.54 cm, vertikal eksende (Z); 1.30 cm bulundu. Tablo 1 de Catalyst ve CBCT taramaları arasındaki farklar 26 hasta için ayrı ayrı ve 475 fraksiyonun tamamı için gösterilmektedir.

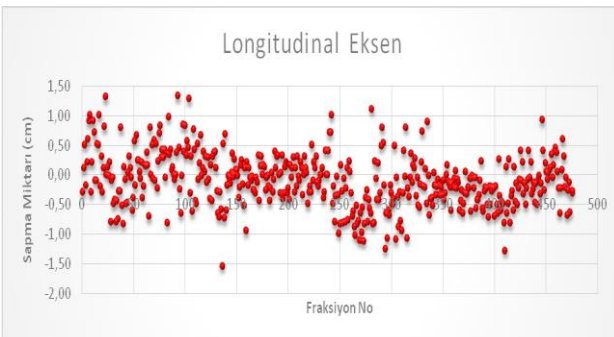
**Çıkar çatışması:** Yok



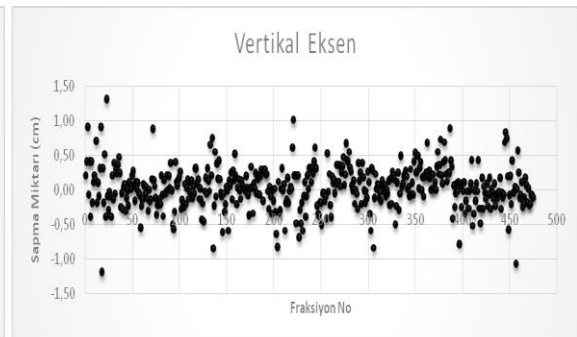
**Şekil 1:** Catalyst ve XVI hasta tarama görüntüleri



**Grafik 1:** 475 Fraksiyonda lateral eksende Catalyst ve CBCT arasındaki sapmalar



**Grafik 2:** 475 Fraksiyonda longitudinal eksende Catalyst ve CBCT arasındaki sapmalar



**Grafik 3:** 475 Fraksiyonda vertikal eksende Catalyst ve CBCT arasındaki sapmalar

**Tablo 1:** CBCT ve Catalyst™ arasındaki lateral, longitudinal, vertikal eksenlerdeki farklar

	Fraksiyon sayısı	Ortalama Fark			Maksimum Fark		
		X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)
Hasta 1	9	0.63	0.45	0.34	1.28	1.00	0.90
Hasta 2	20	0.27	0.41	0.38	1.00	1.30	1.30
Hasta 3	14	0.23	0.45	0.22	0.55	0.83	0.46
Hasta 4	24	0.19	0.29	0.13	0.92	0.78	0.56
Hasta 5	25	0.31	0.35	0.18	0.92	1.32	0.87
Hasta 6	26	0.23	0.48	0.19	0.81	1.32	0.58
Hasta 7	13	0.27	0.25	0.17	0.82	0.72	0.64
Hasta 8	28	0.22	0.37	0.28	1.02	1.54	0.86
Hasta 9	26	0.14	0.18	0.12	0.32	0.45	0.38
Hasta 10	21	0.16	0.22	0.24	0.51	0.42	0.84
Hasta 11	12	0.14	0.15	0.17	0.60	0.50	0.60
Hasta 12	17	0.24	0.20	0.34	1.01	0.50	1.00
Hasta 13	10	0.28	0.47	0.27	0.90	1.00	0.60
Hasta 14	17	0.23	0.41	0.25	0.84	0.99	0.52
Hasta 15	21	0.24	0.33	0.23	1.28	1.54	1.30
Hasta 16	4	0.13	0.75	0.25	0.31	1.13	0.66
Hasta 17	23	0.16	0.23	0.09	0.26	0.43	0.21
Hasta 18	20	0.23	0.58	0.23	0.54	1.26	0.85
Hasta 19	18	0.23	0.34	0.15	0.64	1.07	0.51
Hasta 20	22	0.18	0.32	0.16	0.42	0.89	0.48
Hasta 21	19	0.31	0.26	0.23	0.98	0.65	0.67
Hasta 22	13	0.32	0.37	0.17	0.87	0.72	0.79
Hasta 23	18	0.20	0.50	0.24	0.73	1.28	0.30
Hasta 24	25	0.35	0.24	0.15	1.05	0.51	0.68
Hasta 25	15	0.13	0.25	0.35	0.62	0.92	1.08
Hasta 26	15	0.28	0.31	0.14	0.95	0.68	0.26
<b>Toplam</b>		0.24	0.36	0.22	1.28	1.54	1.30
<b>Std</b>	475	0.22	0.28	0.2			

**Tablo 2:** 475 Fraksiyon için 3 eksenlerde sapma miktarlarına göre fraksiyon sayıları

Sapma (cm)	Lateral	Longitudinal	Vertikal
±0.1	160	99	163
±0.1-±0.3	181	153	204
±0.3-±0.5	82	102	63
±0.5-±1	46	108	42
>±1	6	13	3



**REFERANSLAR**

1. Ballivy O, Parker W, Vuong T, Shenouda G, Patrocinio H. "Impact of geometric uncertainties, on dose distribution during intensity modulated radiotherapy of head-and-neck cancer:The need for a planning target volume and a planning organ-at-risk volume," *Current Oncology*, vol. 13, no. 3, pp. 108–115, 2006.
2. Krengli M, Gaiano M, Mones E et al., "Reproducibility of patient setup by surface image registration system in conformal radiotherapy of prostate cancer," *Journal of Radiation Oncology*, vol. 4, article no. 9, 2009.
3. Ma Z, Zhang W, Su Y, et al., "Optical Surface Management System for Patient Positioning in Interfractional Breast Cancer Radiotherapy," *BioMed Research International*, vol. 2018, Article ID 6415497, 8 pages, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6415497>.
4. Dawson LA, Sharpe MB. Image-guided radiotherapy: rationale, benefits, and limitations. *Lancet Oncol.* 2006;7:848–58.
5. Schneider U, Hälgl R, Besserer J. Concept for quantifying the dose from image guided radiotherapy. *Radiat Oncol.* 2015;10:188.
6. Li M, Ballhausen H, Hegemann NS, Ganswindt U, Manapov F, Tritschler S, Roosen A, Gratzke C, Reiner M, Belka C. A comparative assessment of prostate positioning guided by three-dimensional ultrasound and conebeamCT. *Radiat Oncol.* 2015;10:82.
7. Tas B, Durmus I.F, Tokdemir Ozturk S. Image Guided Radiotherapy (IGRT) Comparison between ConeBeamCT and Ultrasound System for Prostate Cancer. *Universal Journal of Physics and Application*, 2016;10:110 - 114. doi: 10.13189/ujpa.2016.100402.
8. Gaisberger C, Steininger P, Mitterlechner B, Huber S, Weichenberger H, Sedlmayer F, Deutschmann H. Three-dimensional surface scanning for accurate patient positioning and monitoring during breast cancer radiotherapy. *Strahlenther Onkol.* 2013;189:887–980.
9. Wikström K, Nilsson K, Isacson U, Ahnesjö A. A comparison of patient position displacements from body surface lasers scanning and conebeamCT bone registrations for radiotherapy of pelvic targets. *Acta Oncol.* 2014;53:268–77.