



# Ameliyathanede Maruz Kalınan Floreskopik Radyasyon Etkisinin Biyolojik Doz Değerlendirmeleri

An Evaluation of the Effect of the Biological Dose of Fluoroscopic Radiation Exposure in the Operating Room

Barış Yılmaz<sup>1</sup> , Cem Çopuroğlu<sup>2</sup> , Kıymet Tabakçioğlu<sup>3</sup> , Funda Sibel Pala<sup>3</sup> , Mert Özcan<sup>2</sup> , Mert Çiftdemir<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye

<sup>3</sup>Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye

**Cite this article as:** Yılmaz B, Çopuroğlu C, Tabakçioğlu K, Pala FS, Özcan M, Çiftdemir M. An Evaluation of the Effect of the Biological Dose of Fluoroscopic Radiation Exposure in the Operating Room. JAREM 2018; 8: 19-24.

## ÖZ

**Amaç:** Ameliyathanede tanısıl amaçla kullanılan floreskopiye bağlı ortaya çıkan iyonizan radyasyonun Ortopedi ameliyathanesinde görev yapan hekim, ve yardımcı sağlık personelinin biyolojik doz derlendirilmesi yapılarak maruz kaldıkları riskler değerlendirildi.

**Yöntemler:** Ortopedi ameliyathanesinde görev yapan hekim ve yardımcı sağlık personelinin 23 kişinin kan örneklerinde mikronükleus ve disentrik analiz yöntemleri kullanılarak biyolojik doz değerlendirilmesi yapıldı. Fiziksel ve kimyasal ajanların etkilerini birlikte değerlendirmeye olanak tanıyan Mikronükleus yöntemi için toplam 31,000 binokleat hücre, radyasyonun etkilerinin belirlenmesinde en önemli gösterge kabul edilen disentriklerin analizi için ise 16,500 metafaz plağı değerlendirildi.

**Bulgular:** Çalışmaya katılanların yaş ortalaması 34,1 (22-58) olup 18'i erkek 5'i bayandı. Çalışma ortamında iyonize radyasyona maruz kaldığı düşünülen kişilerin 16'sı hekim, 4'ü hemşire ve 3'ü hastabakıcı olarak çalışmaktaydı. Çalışanların iyonize radyasyon olan ortamda çalışma süreleri ortalama 73,6 (1,5-420) aydı. Bu kişilerin kanlarında toplam mikronükleus sıklığı 8,8±1,4 olarak tespit edildi.(Kontrol grubu mikronükleus sıklığı 9,5±3,1) 16,500 metafaz plağı değerlendirildi. Beş kişide radyasyona spesifik disentrik gözlemlendi (doğal sıklığı 5/10000). Her iki yöntemle yapılan analizler sonucunda 6 kişide background seviyesinin çok az üzerinde, risk seviyesinin altında doz tespit edildi. Bunlardan 4 kişinin dozu medikal uygulamalarla ilişkilendirildi.

**Sonuç:** Floreskopi kullanımında ameliyathanede mutlaka zaman sınırlayıcısı kullanılmalı mümkün olduğu ölçülerde yüksek kV ve düşük mA de çalışılmalıdır. Operasyon özelliklerine göre en iyi sonucu veren kV-mA değerleri ve tüp çıkışı ile hasta cilt uzaklıkları önceden belirlenmesi son derece önemlidir.

**Nahtar kelimeler:** Floreskopi, mikronükleus, desentrik analiz

## ABSTRACT

**Objective:** Through an evaluation of the biological dose, we aimed to evaluate the risks of ionizing radiation to which physicians and auxiliary healthcare personnel working in orthopedic operating rooms are exposed to via diagnostic use of fluoroscopy.

**Methods:** Blood samples were collected from physicians and auxiliary healthcare personnel working in the orthopedic operating room. The biological dose was evaluated using micronucleus and dicentric analysis. To assess the effects of physical and chemical agents together, a total of 31,000 binucleate cells were evaluated using the micronucleus method and 16,500 metaphase plaques were evaluated using dicentric analysis, which is accepted as the most important indicator in determining the effects of radiation.

**Results:** The study participants comprised 18 males and 5 females (16 physicians, 4 nurses, and 3 patient carers) with a mean age of 34.1 years (range, 22–58 years) who were thought to have been exposed to ionizing radiation in the working environment. The mean duration of working under ionizing radiation was 73.6 months (range, 1.5–420 months). In the blood samples, the total micronucleus frequency was determined as 8.8±1.4. In the evaluation of the 16,500 metaphysis plaques, radiation-specific dicentric was observed in 5 subjects (normal frequency: 5/10,000). As a result of the analysis made use both methods, the dose was determined to be slightly above background level, and below risk level in 6 subjects. The dose was related with medical applications in 4 of these subjects.

**Conclusion:** Fluoroscopy should be attempted in the operating room within a restricted time as far as possible and at measurements of high kV and low mA. kV-mA values are of utmost importance for providing the best results according to the nature of the operation; the tube outlet is predefined away from the patient's skin.

**Keywords:** Fluoroscopy, micronucleus, dicentric analysis

**ORCID IDs of the authors:** B.Y. 0000-0003-2023-267X; C.Ç. 0000-0002-3884-3711; K.T. 0000-0002-7345-0825; F.S.P. 0000-0002-5523-5160; M.Ö. 0000-0002-2009-1881; M.Ç. 0000-0002-9677-2819

Bu çalışma 22. Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi'nde sunulmuştur, 31 Ekim-5 Kasım 2011, Antalya, Türkiye.

This study was presented in the 22<sup>th</sup> Turkish National Congress of Orthopedics and Traumatology, 31 October-5 November 2011, Antalya, Turkey.



Yazışma Adresi / Address for Correspondence: Barış Yılmaz,  
E-posta: drbyilmaz@yahoo.com

Geliş Tarihi / Received Date: 15.02.2017 Kabul Tarihi / Accepted Date: 14.07.2017

© Telif Hakkı 2018 Gaziosmanpaşa Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi. Makale metnine www.jarem.org web sayfasından ulaşılabilir.

© Copyright 2018 by Gaziosmanpaşa Taksim Training and Research Hospital. Available on-line at www.jarem.org

DOI: 10.5152/jarem.2018.1454

## GİRİŞ

Floroskopi ameliyathane ortamında sıklıkla kullanılan, operasyonların hızlı ve güvenli bir şekilde tamamlanmasını sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. Floroskopi'de kullanılan X ışınları, iyonlaştırıcı radyasyonlar içinde yer alırlar ve bu iyonlaştırıcı radyasyonlar, biyolojik sistemlere zarar verebilmeleri nedeniyle, sağlık açısından büyük önem taşımakta, özellikle hücrelerde tüm yaşamsal ve kalıtsal faaliyetlerin organize edildiği DNA'ya direkt ya da indirekt yoldan hasar verebilir. Direkt etkide; radyasyon enerjisi DNA moleküllerin kimyasal bağlarını direkt kırar ve molekülün yapısı bozulur. İndirekt etkide ise; radyasyon molekülün etrafındaki su moleküllerini radyolize uğratarak serbest radikaller oluşmasına neden olurlar (1-4).

İyonlayıcı radyasyonlar sıvı ve gaz maddelerle iyonlaşmaya yol açarken, katı maddelerle etkileşmesi bu maddelerden sekonder radyasyon saçılmasına neden olur. Dolayısıyla; iyonlayıcı radyasyonlarla ışınlanan hastaların ışınlanan vücut bölgeleri ve radyasyona maruz kalan diğer katı maddelerden yayılan sekonder radyasyonlar ortamda her zaman var olacaktır. Sekonder radyasyonlar her yöne yayılabilen ve uzun dalga boylu radyasyonlardır. Bu nedenle; mesleği gereği tıbbi ışınlamalarda çalışanların sürekli maruz kaldığı radyasyonlar daha çok bu özellikteki sekonder radyasyonlardır. Sekonder radyasyonların penetrasyon yeteneği zayıf olduğundan, vücudu delip geçemez ve vücut tarafından absorbe olurlar. Vücuda alınan bu radyasyon fiziksel anlamda bir tür enerjidir. Bu tür düşük enerjili radyasyonların yıllarca vücuda alınması sonucu organizmada hücre, doku, organ ve sistemlerde çeşitli zararlı etkiler görülebilir. Bu zararlı etkilere dair belirtiler de daha çok 10. yıldan itibaren belirginleşmekte ve zamanla hasarlar artmaktadır (5, 6).

Sağlık çalışanlarının başkalarının sağlığını iyileştirmeye çalışırken kendi sağlıklarını riske atmamaları için, tanı ve tedavi amacıyla kullanılan radyasyon ve radyoaktivite içeren uygulamaların sağlık personelinde oluşturduğu riskleri belirlemek ve bu konuda önlem almak oldukça önemlidir. Bu çalışmada ameliyathanede tanıl amaçla kullanılan floroskopiye bağlı ortaya çıkan iyonize edici radyasyonun etkisini ölçmek için ortopedi ameliyathanesinde görev yapan hekim, ve yardımcı sağlık personelinde biyolojik doz değerlendirmesi amaçlandı.

## YÖNTEMLER

Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinde görev yapan ve ameliyathane ortamında çalışan hekim, hemşire ve hastabakıcılardan gönüllülük esasına ve sözlü onamlarına dayalı olarak çalışmaya katılmaları istendi ve çalışmamız Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak hazırlandı. Öncelikle çalışmaya katılanlara demografik bilgileri de içeren bir anket yapıldı. Anketin birinci kısmı genel bilgilerden oluşmaktaydı. Kişilerin sigara, alkol, kafeinli içecek alışkanlıkları, ilaç kullanımları, metabolik hastalıkları ve tanı ya da tedavi amaçlı maruz kalınan radyolojik uygulamalar sorgulandı. Anketin ikinci kısmı çalışma ortamı ile ilgili bilgileri içeriyordu: skopi cihazı ile çalışma süresi ve şartları, radyasyondan korunmak için alınan önlemler sorgulanarak çalışma ortamında fiziksel ve/veya kimyasal ajanlara maruz kaldığı düşünülenlerin ayrıntılı analizleri yapıldı. Kişilerin anket sorularına verdikleri cevaplar neticesinde ortalama 5 yıl ortalaması veya herhangi bir yıl aldığı etkin doz sınırı aşılırlar, vücut kan değerlerini bozacak derecede düzenli ilaç ve zararlı

alışkanlıkları olanlar, metabolik bir hastalığı olanlar çalışma kapsamına alınmadılar. Skopi çekilen ortamda bulunanlar veya koruyucu önlük kullanmadığını beyan eden bireyler "Radyasyona maruz kalıyor" kategorisinde değerlendirildi.

Çalışmaya katılanlar 18 (%78,2) erkek, 5 (%21,8) bayan toplam 23 kişiydi ve yaş ortalaması 34,1 (22-58)'dir. Çalışma katılanların 16 (%69,5)'si hekim, 4 (%17,4)'ü hemşire ve 3 (%13,1)'ü hastabakıcı olarak görev yapmaktaydı.

Çalışmaya katılanların kan örnekleri disentrik analizi için 48, MN analizi için 68 saatlik kültüre alındı. Kültürde RPMI1640 hücre kültür medyumuna, %10 Fetal Bovine Serum (FBS) ve %1 Penicillin-Streptomycine kullanıldı. Hücreler Phytohemaglutinin (PHA) ile indüklendi. Giemsa yöntemi ile boyanan slaytlar ışık mikroskopunda (Olympus America Inc., Model No: B51, Center Valley, PA, ABD) değerlendirildi.

Son olarak çalışmaya katılanlardan alınan kan örneklerinden mikronükleus ve disentrik analiz yöntemleri kullanılarak biyolojik doz değerlendirmesi yapıldı. Mikronükleus sayısındaki artış, çeşitli ajanların hücrelerde oluşturduğu sayısal ve yapısal kromozom düzensizliklerinin indirekt göstergesi olarak değerlendirilmekte olup, fiziksel ya da kimyasal ajanların etkilerini değerlendirmeye olanak tanıyan bu yöntem için toplam 31,000 binokleat hücre, radyasyonun etkilerinin belirlenmesinde en önemli gösterge kabul edilen disentriklerin analizi için ise 16,500 metafaz plağı değerlendirildi.

## BULGULAR

Çalışanların iyonize radyasyon olan ortamda çalışma süreleri ortalama 73,6 (1,5-420) aydı.

Mikronükleus analizlerinin sonuçlarına göre çalışma grubunun toplam mikronükleus sıklığı  $8,8 \pm 1,4$  olarak tespit edildi. Beş kişide background seviyesinin üzerinde MN sıklığı gözlemlendi.

Metafaz analizleri için 16,500 metafaz plağı değerlendirildi (Tablo 1) (Resim 1-3). Elde edilen verilerde 6 kişide radyasyona spesifik disentrik gözlemlendi (doğal sıklığı 5/10000). Bunlardan 4'ünün biyolojik dozu medikal uygulamalarla ilişkilendirildi. Hekimlerden sadece 2'sinin (9 ve 10) düşük dozlu radyasyona maruz kalmış olabileceği görüşüne varıldı (Tablo 2).

Her iki yöntemle yapılan analizler sonucunda 6 (%26,1) kişide background seviyesinin çok az üzerinde, risk seviyesinin altında doz tespit edildi.

## TARTIŞMA

Günlük hayatımızda maruz kaldığımız ortam radyasyonunun %88'i güneş ışınları, kozmik ışınlar, topraktaki radyoaktif maddelerin yaydığı doğal radyasyon iken, %12'si tıbbi amaçla kullanılan radyasyon, atıklar, tüketici ürünleri, mesleki maruziyet ve serpin-tinin oluşturduğu yapay radyasyondur. Bu yapay radyasyonun da %96,6 gibi önemli bölümünü de tıbbi radyasyon oluşturmaktadır (1).

Tıbbi radyasyon uygulamalarının hastalar dışında etkilediği en önemli gruplardan biri ameliyathane ortamında floroskopi ile çalışan sağlık personelidir. Bu grupta bulunan doktorlar, hemşireler, yardımcı sağlık personeli farklı süre ve dozlarda radyasyona maruz kalabilmektedirler. Kişisel koruyucuların kullanılması zorunlu

**Tablo 1. Çalışma ortamında fiziksel ve/veya kimyasal ajanlara maruz kaldığı düşünülenlerin ayrıntılı analizleri**

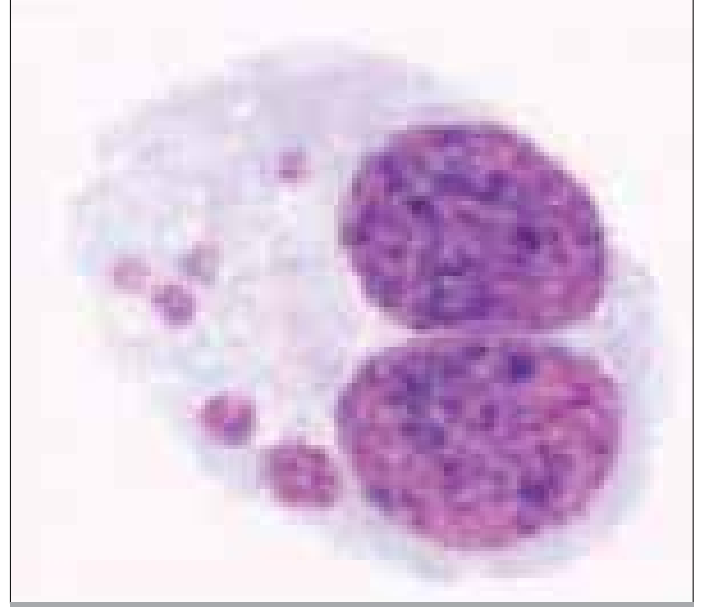
No	Yaş	C	Görev	Çalışma süresi	Fiziksel ajan	Kimyasal ajan	MN	Disentrik	Yorum
1	58	E	Hekim	32 yıl	Hayır	Hayır	9/1200	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
2	38	K	Hemşire	18 yıl	Hayır	Evet	10/1000	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
3	42	E	Hekim	15 yıl	Evet	Evet	36/2500	1/2000	0,04 MN (skopi) 0,008 Dic
4	36	E	Hekim	10 yıl	Evet	Evet	17/1000	1/1000	0,04 Gy MN (skopi) 0,012 Gy Dic (röntgen+skopi)
5	37	E	Hekim	10 yıl	Hayır	Evet	8/1000	1/2000	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde 0,005 Gy Dic (3 PA grafisi)
6	39	E	Hekim	5 yıl	Evet	Evet	7/1000	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
7	33	E	Hekim	5 yıl	Hayır	Evet	7/1000	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde. Geçmişte maruz kaldığı radyasyon uygulamaları nedeniyle bir hücrede birden fazla mikronükleus ve yüksek asentrik oranı gözlemlendi.
8	30	E	Hekim	5 yıl	Evet	Evet	14/1000	0/500	0,02 Gy MN (BT+PA röntgen)
9	31	E	Hekim	4,5 yıl	Evet	Evet	48/3000	1/1500	0,04 MN (skopi) 0,005 Dic (skopi)
10	35	E	Hekim	4 yıl	Evet	Evet	10/1000	2/2500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde 0,01 Gy (BT)
11	26	E	Hekim	3 yıl	Evet	Evet	12/2500	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
12	27	E	Hekim	3 yıl	Hayır	Evet	10/1250	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
13	28	K	Hekim	3 yıl	Hayır	Evet	7/1550	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
14	32	E	Hekim	3 yıl	Evet	Evet	12/2500	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
15	45	E	Hasta bakıcı	2 yıl	Hayır	Evet	10/1000	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
16	39	K	Hemşire	2 yıl	Hayır	Hayır	7/1000	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde. (fazla asentrik-grafi)
17	43	E	Hasta Bakıcı	1,5 yıl	Hayır	Hayır	9/1000	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
18	25	E	Hekim	1 yıl	Evet	Evet	12/1500	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
19	30	E	Hekim	1 yıl	Hayır	Evet	5/1000	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
20	22	K	Hemşire	9 ay	Evet	Evet	5/1000	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde. (fazla asentrik-grafi)
21	30	E	Hasta bakıcı	8 ay	Evet	Evet	6/1000	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
22	25	E	Hekim	4 ay	Evet	Evet	8/1000	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde
23	22	K	Hemşire	1,5 ay	Hayır	Evet	7/1000	0/500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde

BT: bilgisayarlı tomografi; PA: posterior-anterior röntgen; MN: mikronükleus; C: cinsiyet

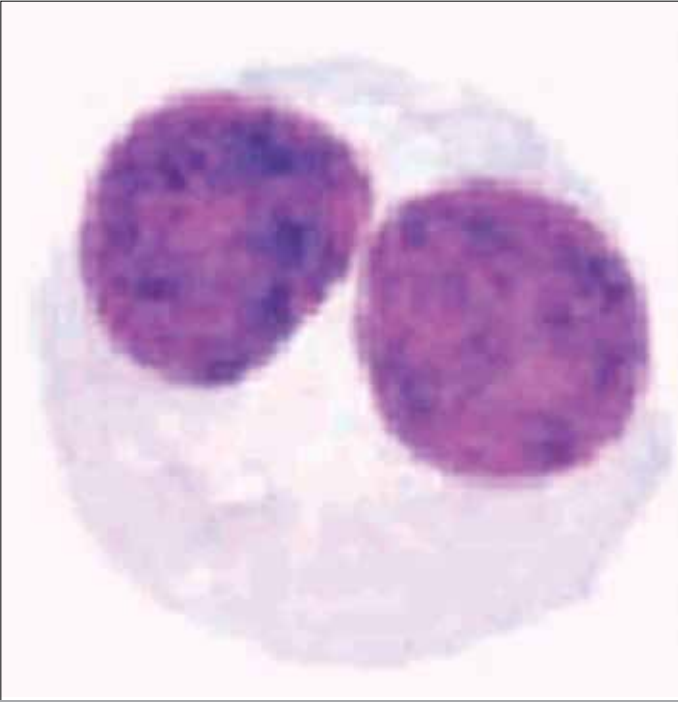
olduğu halde, bazen kullanılan koruyucuların yanlış ve yetersiz kullanılmasından, operasyon sırasında meydana gelen zorunluluklardan dolayı kişilerin aldıkları doz izin verilen sınırların üzerine çıkabilmektedir. Bu durumda kişilerin radyasyonla çalışan bireylerin radyasyonun hasar verici etkilerinden daha fazla etkilenme olasılığı artmaktadır (7, 8). Bu nedenle, Radyasyonla çalışan bireylerin maruziyet düzeyini belirlemek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Öncelikle radyasyonla çalışan bireyler düzenli olarak dozimetri taşımak zorundadırlar. Bu dozimetreler düzenli aralıklarla kontrol edilerek kişinin aldığı doz takip edilir. Bir diğer yaklaşım da kişilerin hücre düzeyinde, biyolojik olarak radyasyondan ne düzeyde etkilendiklerini tespit etmeye yarayan yöntemlerdir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları, Mikronükleus (MN) yöntemi, diğeri de disentrik kromozom analizidir. Mikronükleus testi sitogenetik harabiyetin tespitinde, kromozom analizine göre kolay uygulanabilmesi, daha fazla sayıda hücre sayılması ve istatistiksel yönden daha anlamlı sonuçlar elde edilmesi avantajı sağlanmasyla yaygın kullanım alanı bulan bir teknik olmuştur (9-18).



**Resim 1.** Radyasyonun etkilerinin belirlenmesinde en önemli gösterge kabul edilen disentriklerin analizi için metafaz plaklarının değerlendirilmesi



**Resim 3.** Mikronukleuslu binukleat hücrenin mikroskop görüntüsü



**Resim 2.** Normal Binukleat hücrenin mikroskop görüntüsü

Başlangıçta fiziksel ajanların etkilerini tespit etmek amacıyla kullanılan mikronukleus 13 Eylül 1987'de Goiânia'da (Brezilya) meydana gelen radyolojik kazanın genetik materyalde oluşturduğu hasarı belirlemek için kullanıldı. Mikronukleus sıklığında iyonizan radyasyonun dozuna bağlı çok anlamlı bir artış gözlemlendi ve Mikronukleus testinin biyolojik dozimetre olarak kullanılması önerildi. Ayrıca Goiânia kazasına maruz kalan insanlardaki sitogenetik değişiklikler iyonizan radyasyon ile yaş ve hayat tarzı (alkol tüketimi, sigara kullanımı) gibi faktörlerin etkisi birlikte ele alınarak değerlendirildi (19).

Çalışmamızda fiziksel ve kimyasal ajanların etkilerini birlikte değerlendirmeye olanak tanıyan mikronukleus yöntemi yanında

radyasyonun etkilerinin belirlenmesinde en önemli gösterge kabul edilen disentriklerin analizi için ise metafaz plaklarını değerlendirdik. Kontrol grubu için mikronukleus sıklığı ortalamasını çalışmaya katılan kişilerin kanlarında toplam mikronukleus sıklığı ortalamasına benzer değerlerde bulmamıza rağmen 5 kişide radyasyona spesifik disentrik gözlenmesi ve her iki yöntemle yapılan analizler sonucunda çalışmaya katılanların 6 (%26,1)'sında background seviyesinin çok az üzerinde, risk seviyesinin altında doz tespit edilmesi son derece önemliydi ki biz bunlardan 4 (%17,4)'ünü medikal uygulamalarla ilişkilendirdik. Bu durumda elde ettiğimiz sonuç ortopedi ameliyathanesinde günlük çalışma temposu içerisinde iyonize radyasyona maruz kalma oranının ciddi ve dikkat edilmesi gereken seviyede olduğudur. Çalışmamızın kısıtlı sayıda ortopedi ameliyathane çalışanı ile yapılmış olması, çalışma süreleri yıl olarak bilinmesine rağmen bu sürede tam olarak maruz kalınan iyonize radyasyon miktarının ayrıntılı bilinmemesi ve radyasyon için kişilerin korunma şekillerinin standart olmaması çalışmamızın sınırları olsa da, ortopedi ameliyathanesine özgü çalışanlar üzerinde yapılmış olması, daha önce bu tarz bir çalışmanın ortopedi ameliyathanesine özgü olarak yapılmamış olması ve çalışanların çalışma sürelerinin ortalamalarının 5 yılın üzerinde olması çalışmamızı değerli kılan noktalar. Bu noktada Floreskopi ile çalışan personelin de radyoloji ya da radyasyon onkolojisi personeli gibi dozimetre taşıma zorunluluğu olan personel kapsamına alınması, taşınabilir dozimetrelerin kayıt altında olmasının gerekliliği kolaylıkla anlaşılabilir.

Çalışmaya dahil edilme kriteri olarak ameliyathane ortamında çalışma, sigara, alkol, kafeinli içecek alışkanlıkları olmaması, kronik ilaç kullanımlarının olmaması, tedavi gördükleri bir metabolik hastalıkları olmaması ve tanı ya da tedavi amaçlı radyolojik uygulamalarına maruz kalmamaları olarak belirlendi. Ardışık 5 yıl ortalaması veya herhangi bir yıl aldığı etkin radyasyon doz sınırı aşılmalarda, vücut kan değerlerini bozacak derecede düzenli ilaç ve zararlı alışkanlıkları olanlar, metabolik bir hastalığı olanlar çalışma kapsamına alınmadılar.

**Tablo 2. Ortalamanın üzerinde Mononükleer hücre sıklığı görülen olgular**

No	Yaş	C	Görev	Çalışma süresi	Fiziksel ajan	Kimyasal ajan	MN	Disentrik	Yorum
3	42	E	Hekim	15 yıl	Evet	Evet	36/2500	1/2000	0,04 MN (skopi) 0,008 Dic (skopi)
4	36	E	Hekim	10 yıl	Evet	Evet	17/1000	1/1000	0,04 Gy MN (Röntgen+skopi) 0,012 Gy Dic (Röntgen+skopi)
5	37	E	Hekim	10 yıl	Hayır	Evet	8/1000	1/2000	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde 0,005 Gy Dic (3 PA grafisi)
8	30	E	Hekim	5 yıl	Evet	Evet	14/1000	0/500	0,02 Gy MN (BT+PA röntgen)
9	31	E	Hekim	4,5 yıl	Evet	Evet	48/3000	1/1500	0,04 MN (skopi) 0,005 Dic (skopi)
10	35	E	Hekim	4 yıl	Evet	Evet	10/1000	2/2500	MN sıklığı doğal sınırlar içerisinde 0,01 Gy (BT)

MN: mikronükleus; BT: bilgisayarlı tomografi; PA: posterior anterior röntgen; C: cinsiyet

## SONUÇ

İyonize radyasyon kaynaklarını kullananlarla birlikte, çevrede bulunanlar ve maruz kalanların radyasyon güvenliğini sağlamak amacıyla gerekli ölçümlerinin yapılması ve radyasyonun denetimli bir şekilde kullanılması çok önemlidir. Skopi tetkikinde hastanın aldığı doz dakikada 0,05 veya 0,1 Gy arasında değişir ve tetkik esnasında lüzumsuz uzatmalar yapılacak olursa ortamda bulunanların alacağı toplam doz çok büyük olabilir (20, 21). Bu nedenle mutlaka zaman sınırlayıcısı kullanılmalı ve sınırlara uyulmalıdır. Mümkün olduğu ölçülerde yüksek kV ve düşük mA de çalışmalıdır. Değişik hasta kalınlıklarına göre en iyi sonucu veren kV-mA değerleri ve tüp çıkışı ile hasta cilt uzaklıkları önceden belirlenmiş olmalıdır. Tanısal amaçtan ödün vermeden, mümkün olduğunca az iyonizan radyasyon uygulamak ve iyonize radyasyondan korunmanın tüm şartlarına uymak genel kural olmalıdır.

**Etik Komite Onayı:** Yazarlar çalışmanın World Medical Association Declaration of Helsinki "Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects", (amended in October 2013) prensiplerine uygun olarak yapıldığını beyan etmişlerdir.

**Hasta Onamı:** Sözlü hasta onamı bu çalışmaya katılan hastalardan alınmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir - B.Y., C.Ç., F.S.P.; Tasarım - B.Y., C.Ç., F.S.P.; Denetleme - B.Y., C.Ç., F.S.P.; Kaynaklar - B.Y., C.Ç., F.S.P., K.T., M.Ö., M.Ç.; Malzemeler - B.Y., C.Ç., F.S.P., K.T., M.Ö., M.Ç.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - B.Y., C.Ç., F.S.P., K.T., M.Ö., M.Ç.; Analiz ve/veya Yorum - B.Y., F.S.P., K.T.; Literatür Taraması - B.Y., K.T., F.S.P., C.Ç.; Yazıyı Yazan - B.Y., C.Ç., F.S.P., K.T.; Eleştirel İnceleme - B.Y., K.T., F.S.P., C.Ç., M.Ö., M.Ç.; Diğer - B.Y., K.T., F.S.P., C.Ç., M.Ö., M.Ç.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Ethics Committee Approval:** Authors declared that the research was conducted according to the principles of the World Medical Association

Declaration of Helsinki "Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects", (amended in October 2013).

**Informed Consent:** Verbal informed consent was obtained from patients who participated in this study.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept - B.Y., C.Ç., F.S.P.; Design - B.Y., C.Ç., F.S.P.; Supervision - B.Y., C.Ç., F.S.P.; Resources - B.Y., C.Ç., F.S.P., K.T., M.Ö., M.Ç.; Materials - B.Y., C.Ç., F.S.P., K.T., M.Ö., M.Ç.; Data Collection and/or Processing - B.Y., C.Ç., F.S.P., K.T., M.Ö., M.Ç.; Analysis and/or Interpretation - B.Y., F.S.P., K.T.; Literature Search - B.Y., K.T., F.S.P., C.Ç.; Writing Manuscript - B.Y., C.Ç., F.S.P., K.T.; Critical Review - B.Y., K.T., F.S.P., C.Ç., M.Ö., M.Ç.; Other - B.Y., K.T., F.S.P., C.Ç., M.Ö., M.Ç.

**Conflict of Interest:** No conflict of interest was declared by the authors.

**Financial Disclosure:** The authors declared that this study has received no financial support.

## KAYNAKLAR

- Gönen E, Ergün E. Ameliyathanede radyasyondan korunma klavuzu. Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Yayınları 2015; 2-15.
- Yücel D, Palacı H, Timlioğlu S, Şahan Ö, Okur H. Hasta ve çalışan güvenliği kapsamında radyasyon güvenliği hizmet içi eğitim programının etkinliğine ilişkin bir örnek olay çalışması. Uluslararası sağlıkta performans ve kalite kongresi; Bildiriler kitabı 2009; 2: 133-44.
- Rahman N, Dhakam S, Shafqut A, Qadir S, Tipoo FA. Knowledge and practice of radiation safety among invasive cardiologists. J Pak Med Assoc 2008; 58: 119-22.
- Johnson RH Jr. The role of the radiation safety specialist as witness: risk communication with attorneys, judges, and jurors. Health Phys 2001; 81: 661-9. [CrossRef]
- Brenner DJ, Doll R, Goodhead DT, Hall EJ, Land CE, Little JB, et al. Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. Proc Natl Acad Sci U S A. 2003; 100: 13761-6. [CrossRef]
- Akbar-Khanzadeh F, Jahangir-Blourchian M. Ultraviolet radiation exposure from UVtransilluminators. J Occup Environ Hyg 2005; 2: 493-6. [CrossRef]
- Cebulska-Wasilewska A. Response to challenging dose of X-rays as a predictive assay for molecular epidemiology. Mutat Res 2003; 544: 289-97. [CrossRef]
- Norppa H, Bonassi S, Hansteen IL, Hagmar L, Strömberg U, Rössner P, et al. Chromosomal aberrations and SCEs as biomarkers of cancer risk. Mutat Res 2006; 600: 37-45. [CrossRef]



9. Labay K, Ould-Elhkim M, Kles V, Guffroy M, Poul JM, Sanders P. Effects of griseofulvin in medium-term liver carcinogenesis assay and peripheral blood micronucleus test in rat. *Teratog Carcinog Mutagen* 2001; 21: 441-51. [\[CrossRef\]](#)
10. Majer BJ, Laky B, Knasmüller S, Kassie F. Use of the micronucleus assay with exfoliated epithelial cells as a biomarker for monitoring individuals at elevated risk of genetic damage and in chemoprevention trials. *Mutat Res* 2001; 489: 147-72. [\[CrossRef\]](#)
11. Pastor S, Gutierrez S, Creus A, Xamena N, Piperakis S, Marcos R. Cytogenetic analysis of Greek farmers using the micronucleus assay in peripheral lymphocytes and buccal cells. *Mutagenesis* 2001; 16: 539-45. [\[CrossRef\]](#)
12. Schweikl H, Schmalz G, Spruss T. The induction of micronuclei in vitro by unpolymerized resin monomers. *J Dent Res* 2001; 80: 1615-20. [\[CrossRef\]](#)
13. Hessel H, Radon K, Pethran A, Maisch B, Grobmair S, Sautter I, et al. The genotoxic risk of hospital, pharmacy and medical personnel occupationally exposed to cytostatic drug evaluation by the micronucleus assay. *Mutat Res* 2001; 497: 101-9. [\[CrossRef\]](#)
14. Garewal HS, Ramsey L, Kaugars G, Boyle J. Clinical experience with the micronucleus assay. *Cellular Biochem* 1993; 17: 206-12. [\[CrossRef\]](#)
15. Maluf SW, Erdtmann B. Genomic instability in Down syndrome and Fanconi anemia assessed by micronucleus analysis and single-cell gel electrophoresis. *Cancer Genet Cytogenet* 2001; 124: 71-5. [\[CrossRef\]](#)
16. Schneider M, Diemer K, Engelhart K, Zankl H, Trommer WE, Bialsalski HK. Protective effects of vitamins C and E on the number of micronuclei in lymphocytes in smokers and their role in ascorbate free radical formation in plasma. *Free Radic Res* 2001; 34: 209-19. [\[CrossRef\]](#)
17. Rozgaj R, Kasuba V. Chromosome aberrations and micronucleus frequency in anaesthesiology personnel. *Arh Hig Rada Toksikol* 2000; 51: 361-8.
18. Naccarati A, Molinu S, Mancuso M, Siciliano G, Migliore L. Cytogenetic damage in peripheral lymphocytes of mitochondrial disease patients. *Neurol Sci* 2000; 21: 963-5. [\[CrossRef\]](#)
19. Cruz AD, McArthur AG, Silva CC, Curado MP, Glickman BW. Human micronucleus counts are correlated with age, smoking, and cesium-137 dose in the Goiania (Brazil) radiological accident. *Mutat Res* 1994; 313: 57-68. [\[CrossRef\]](#)
20. Grelat M, Greffier J, Sabatier P, Dauzac C, Lonjon G, Debono B, et al. Assessment of the Radiation Exposure of Surgeons and Patients During a Lumbar Microdiscectomy and a Cervical Microdiscectomy: A French Prospective Multicenter Study. *World Neurosurg* 2016; 89: 329-36. [\[CrossRef\]](#)
21. Attigah N, Oikonomou K, Hinz U, Knoch T, Demirel S, Verhoeven E, et al. Radiation exposure to eye lens and operator hands during endovascular procedures in hybrid operating rooms. *J Vasc Surg* 2016; 63: 198-203. [\[CrossRef\]](#)