



**RADYOLOJİ ÇALIŞANLARINDA X-IŞINLARININ
HEMATOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİ**

Orhan YALÇINKAYA

İMMUNOHEMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mehmet Ali ERKURT**

Yüksek Lisans Tezi- 2024

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

RADYOLOJİ ÇALIŞANLARINDA X-IŞINLARININ HEMATOLOJİK
PARAMETRELER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Orhan YALÇINKAYA

İmmünohematoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mehmet Ali ERKURT

MALATYA
2024

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

ETİK BEYANI

İNönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak “Prof. Dr. Mehmet Ali ERKURT” danışmanlığında hazırlayıp sunduğum “Radyoloji Çalışanlarında X-Işınlarının Hematolojik Parametreler Üzerindeki Etkileri” başlıklı Yüksek Lisans tezim içinde elde ettiğim verileri, bilgileri, belgeleri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tezimde yararlandığım esere bilimsel kurallara uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin özgün olduğunu, tezimin çalışma ve yazımında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

26/01/2024

Orhan YALÇINKAYA
İmza

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Hematopoetik Sistem.....	2
2.1.1. Hematopoez	2
2.2. Tam Kan	4
2.2.1. Lökosit (WBC)	4
2.2.2. Bazofil (BA)	5
2.2.3. Eozinofil (EO).....	5
2.2.4. Lenfosit (LY)	5
2.2.5. Monosit (MO).....	5
2.2.6. Nötrofil (NE).....	6
2.2.7. Eritrosit (RBC).....	6
2.2.8. Hemogloblin(HGB)	6
2.2.9. Hematokrit (HCT).....	6
2.2.10. Ortalama Eritrosit Hacmi (MCV)	6
2.2.11. Ortalama Eritrosit Hemogloblin Miktarı (MCH).....	7
2.2.12. Eritrosit Volümü Başına Ortalama Hemogloblin Konsantrasyonu (MCHC).....	7
2.2.13. Trombosit (PLT)	7
2.2.14. Ortalama Trombosit Hacmi(MPV)	7
2.2.15. Trombosit Dağılım Genişliği (PDW)	7
2.3. X-Işınları	8
3. MATERYAL VE METOD.....	9
3.1. İstatistiksel Analiz.....	9
4. BULGULAR.....	11
5. TARTIŞMA	14
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	16

KAYNAKLAR	17
EKLER.....	21
EK-1. Özgeçmiş.....	21
EK-2. Etik Kurul Kararı.....	22



TEŞEKKÜR

Lisansüstü öğrenim ve tez çalışma süreçlerim boyunca değerli bilgisini ve zamanını esirgemeyerek yol gösteren hoşgörölü danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Ali ERKURT' a teşekkür ederim.



ÖZET

Radyoloji Çalışanlarında X-Işımlarının Hematolojik Parametreler Üzerindeki Etkileri

Amaç: 1895 yılında bulunan x ışınları günümüzde pek çok alanda kullanılmaktadır. Hastanelerde tanısız amaçlı kullanılan IR (iyonlaştırıcı radyasyon) kaynakları, teşhis noktasında kolaylık sağlarken bu kaynakları kullanan sağlık personelinde çeşitli mesleki maruziyet hastalıklarına neden olmaktadır. Yapılan çalışmalarda hematopoetik sistemin IR'ye duyarlı sistemlerin başında yer aldığı görülmüştür. Çalışmanın amacı IR'nin radyasyon görevlilerinin hematolojik parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmaktır.

Materyal ve Metod: İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Radyoloji biriminde 10 yıl ve üzeri süreyle görev yapan, kronik bir hastalığı bulunmayan radyoloji teknikerleri ile radyoloji biriminde görev yapmamış, aynı sayıda sağlıklı bireyin tam kan sayımı (CBC) sonuçları retrospektif olarak istatistiksel metodlarla karşılaştırılmıştır. Tam kan sayımı işlemi Sysmex marka XN 1000 model analizör ile yapılmıştır.

Bulgular: Yaptığımız çalışma sonucunda, yaş ve cinsiyet değerleri arasında anlamlı farklılık görülmemiştir. HCT ortalama değeri çalışma grubunda 45.362 ± 3.126 olarak bulunurken kontrol grubunda 43.346 ± 4.289 olarak bulunmuştur. Independent samples testine göre HCT ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. (p:0.036).

Sonuç: IR, hematopoetik sistemi doğrudan etkileyerek hematolojik parametrelerde değişikliklere neden olmaktadır. Bu nedenle radyasyon görevlilerine; güvenli çalışma koşullarının sağlanması, rutin sağlık taramalarının yapılması ve takip edilmesi ile bir plan dahilinde radyasyonun etkileri ve korunma yöntemleriyle ilgili eğitimlerin verilmesi önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: İyonlaştırıcı radyasyon, hematolojik parametreler, radyoloji çalışanları, mesleki maruziyet, maruz kalma değerlendirme

ABSTRACT

Effects of X-Rays on Hematologic Parameters in Radiology Workers

Aim: Found in 1895, x-rays are used in many fields today. While IR (ionizing radiation) sources used for diagnostic purposes in hospitals provide convenience in diagnosis, they cause various occupational exposure diseases in healthcare personnel using these sources. Studies have shown that the hematopoietic system is one of the most sensitive systems to IR. The aim of the study was to investigate the effects of IR on hematologic parameters of radiation workers.

Material and Method: Complete blood count (CBC) results of radiology technicians who worked in İnönü University Turgut Özal Medical Center Radiology unit for 10 years or more and who did not have a chronic disease and the same number of healthy individuals who did not work in the radiology unit were retrospectively compared by statistical methods. Complete blood count was performed with Sysmex brand XN 1000 model analyzer.

Results: As a result of our study, no significant difference was observed between age and gender values. The mean value of HCT was 45.362 ± 3.126 in the study group and 43.346 ± 4.289 in the control group. According to the independent samples test, there is a statistically significant difference between the mean values of HCT ($p:0.036$).

Conclusion: IR directly affects the hematopoietic system and causes changes in hematological parameters. For this reason, it is important to provide safe working conditions, routine health screenings and follow-up, and training on the effects of radiation and protection methods within a plan for radiation workers.

Key Words: Ionizing radiation, hematological parameters, radiology workers, occupational exposure, exposure assessment

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BA	: Bazofil
CBC	: Tam Kan Sayımı (Complete Blood Count)
EO	: Eozinofil
HCT	: Hematokrit
HGB	: Hemogloblin
IR	: İyonlaştırıcı Radyasyon
LY	: Lenfosit
MCH	: Ortalama Eritrosit Hemogloblin Miktarı
MCHC	: Eritrosit Volümü Başına Ortalama Hemogloblin Konsantrasyonu
MCV	: Ortalama Eritrosit Hacmi
MO	: Monosit
MPV	: Ortalama Trombosit Hacmi
NE	: Nötrofil
PDW	: Trombosit Dağılım Genişliği
PLT	: Trombosit
RBC	: Eritrosit
WBC	: Lökosit

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Hematopoetik kök hücre ve oluşan kan hücreleri	3
Şekil 3.1. Sysmex -XN 1000 model analizör	9



TABLolar DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 4.1. Independent sample t testine göre gruplar arasında yaş ortalamalarının istatistiksel olarak karşılaştırılması	11
Tablo 4.2. Ki kare testine göre cinsiyetlerin karşılaştırılması.....	11
Tablo 4.3. Independent samples testine göre gruplar arasında hematolojik parametrelerin karşılaştırılması.....	13



1. GİRİŞ

Günümüzde IR, tıbbi teşhis ve girişimsel tedavide yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı zamanlarda yapılan çalışmalar IR'nin çalışanlarda maruziyet miktarıyla doğru orantılı olarak somatik ve genetik hasara sebep olduğunu ortaya koymuştur. Maruziyet etkilerinin tespiti amacıyla bu işlerde görevli sağlık çalışanlarına düzenli aralıklarla göz, dermatolojik ve hematolojik sağlık taramaları yapılır.

IR'ye duyarlı olan hematopoetik sistem üzerindeki hasar tespiti, plazmada bulunan RBC, WBC ve PLT hücrelerinin laboratuvar ortamında sayılması ve yüzdelerinin hesaplanması ile tespit edilir. Yapılan bu tam kan sayımı testinde ayrıca MPV, PDW, Hct, Hb, MCV, MCH ve MCHC değerlendirilebilir.

Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi'nde görev yapan radyoloji çalışanlarının hematolojik parametrelerindeki IR kaynaklı değişikliklerin değerlendirilmesi amacıyla yapıldı.

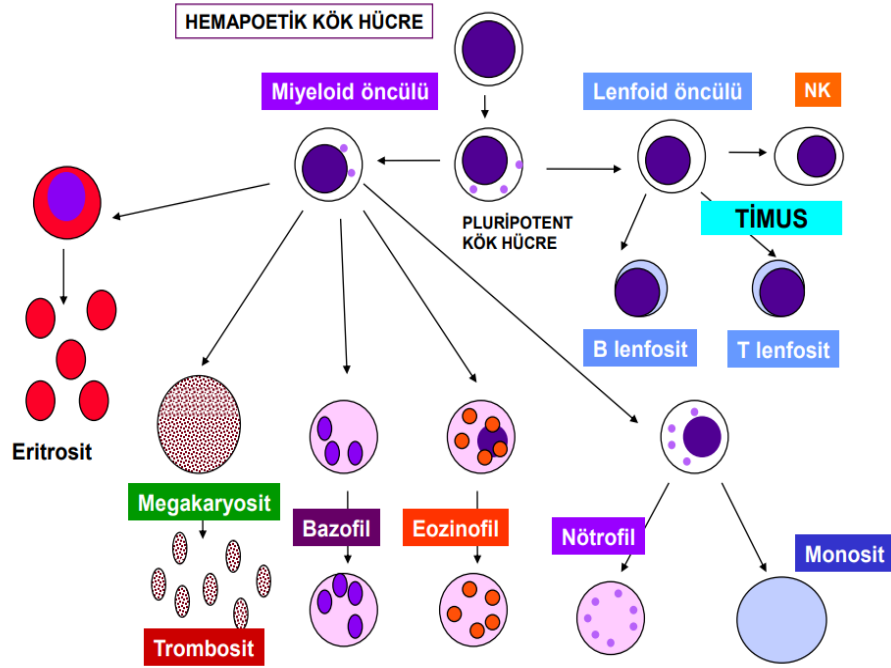
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Hematopoetik Sistem

Anemnez ve fiziki muayene ile herhangi bir hastalık hakkında önemli derecede bilgi edinilebilse de olası kan hastalıklarının kesin tanısı laboratuvar testleri ile konulabilmektedir. Kan; plazma, kan proteinleri (albumin, α_1 , α_2 , β ve γ globin), koagülasyon faktörleri, mineraller, kan gazları, glukoz, enzimler, su, lipitler v.b.) ve şekilli elamanlardan (eritrosit, lökosit ve trombosit) oluşan, süspansiyon halinde bulunan sıvıdır. Kanın şekilli elemanlarının volümünün toplam kan volümüne göre % değeri, hematokrit olarak tanımlanır. Kan volümünün yaklaşık %55-60 ı plazmadan oluşur ve plazmayı elde etmek için pıhtılaşmayı engelleyici santrifüjler kullanılır (1-5). Kan farklı vücut bölgeleri arasında metabolik ve fonksiyonel bağlantı sağlarken, emilen besin maddelerini erimiş halde ihtiva ettiğinden organizmayı da besler. Hücre ve dokuların metabolik artıkları kan aracılığıyla canlının boşaltımla ilgili yapılarına ulaşır. Aynı zamanda organların çalışmasında sinirler kadar önemli olan hormonlar da kanda erimiş olarak bulunduğundan yapım yerlerinden gerekli organlara kan yardımıyla taşınırlar. Canlı yapı için besin kadar hayati olan oksijen akciğerlerden tüm organizmaya dağılması ve metabolik ürün olan karbondioksitin atılmak üzere akciğerlere taşınması da kan aracılığı ile sağlanır. (1).

2.1.1. Hematopoez

Kan hücrelerinin yapımı olarak tanımlanabilen hematopoez, doğum öncesi başlayan ve tüm hayat boyunca devam eden sürekli bir işlemdir. Bu süreç sonunda bir tip kök hücreden istenilen herhangi bir kan hücresi üretilebilmektedir. Dolaşımdaki kan hücrelerinin belirli bir ömrü olduğundan, sürekliliğin sağlanması amacıyla yeni kan hücreleri yapımı elzemdir. (2).



Şekil 2.1. Hematopoetik kök hücre ve oluşan kan hücreleri

Hematopoez ilk olarak yolk kesesinden gebeliğin 20. gününde eritropoez (eritrosit yapımı) olarak başlar. Karaciğer ve dalak başta olmak üzere hamileliğin altıncı haftasından hematopoetik üretimi üstlenirler ve bu üretim doğumdan sonra ikinci haftaya kadar devam eder. Erişkin yaşamda olduğu gibi fetal hayatın yedinci ayından itibaren hematopoez işlemi kemik iliği tarafından üstlenilir. Her ne kadar çocukluk çağından itibaren özellikle uzun kemiklerde ki kemik iliği yağ dokusuyla dolmaya başlasa da, bebeklerde tamamen hematopoetik özelliktedir. Daha erişkin dönemde hematopetik doku çoğunlukla kemiklerin proksimal ve distal uçlarında sınırlıdır.

Prenatal hematopoezi 4 faz da incelenebilmektedir. (3).

Mezoblastik Faz

Vitellüs kesesinin mezoderminden gebeliğin 3. haftasında ilk kan hücrelerinin oluştuğu evredir. Bu evrede perifer hücreler damar duvarını, diğerleri hücreler ise çekirdekli eritrositleri (hemositoblast) oluşturur. Bu kan adacıklarından gelişen damarlar daha sonra damar sistemi oluşturmak amacıyla birbirleriyle bağlantı kurarlar. Vitellüs kesesinden gelişen hemoglobinler diğer kaynak organlardan (kemik iliği, karaciğer, dalak) gelişen hemoglobinlerden farklıdır. Bu evrede granülosit ve trombosit oluşumu gözlenmezken sadece eritrosit üretilmektedir.

Hepatik Faz

Asıl kan yapan organın karaciğer olduğu, gebeliğin altıncı haftasında mezoblastik fazın yerini alan dönemdir. Karaciğer bu evrenin en aktif organlarından birisi olmasına karşın doğuma yaklaştıkça aktivitesi azalmaktadır. Erişkin hayatta karaciğer primer bir hematopoetik bir organ değildir.

Splenik Faz

İkinci trimesterde başlayan splenik faz gebeliğin sonuna kadar devam eder.

Myeloid Faz

İkinci trimesterin sonuna doğru kemik iliğinde hematopoezin başladığı dönemdir.

Kemik iliği en önemli hematopoetik organlardan birisi olmakla beraber devamlılığı sağlayan organdır. İlk olarak gebeliğin ikinci ve üçüncü aylarında klavikula da kemik iliği hematopoeze katılır. Başlıca eritrositler, granülositler ve megakaryositler gelişir. Lenfosit ve monosit yapılıdır. Gebeliğin son üç ayında ve tüm yaşam boyunca başlıca kan hücrelerini üreten organ kemik iliğidir.

Postnatal hematopoez primer olarak kemik iliği ve lenfoid organlardan olağan dışı durumlarda ise ekstrameduller olarak (dalak, karaciğer ve lenf nodları) sağlanır. Hematopoez, bölünerek kendini yeniden üretme özelliği (self renewal) ya da farklılaşarak olgun kan hücrelerine dönüşebilme yeteneğine sahip kök hücreler sayesinde başlar. Pluripotent ya da omnipotent bu kök hücrelerinin sayısı kemik iliğinde yüzde % 0.01-0.05 iken periferik kanda ise oldukça azdır. Bu kök hücreler aktif yaşamda uyku halinde bulunmakta olup kendi kendilerini yenileyebilme özellikleri sayesinde kemik iliğinde ki sayılarını belli bir düzeyde tutabilmektedirler. (1, 2, 3).

2.2. Tam Kan

Tam kan, vücuda besin ve oksijen sağlamak ve atık maddelerin uzaklaştırılması için kan damarlarımızda (arterler ve damarlar) sürekli dolaşan kırmızı sıvıdır. Bu sıvı, plazmada süspanse edilmiş çok sayıda hücre (eritrositler, lökositler ve trombositler) ve proteinden oluşur. Kanın üç ana işlevi vardır: taşıma, düzenleme ve koruma. Kan kaybı, mevcut pıhtılaşma faktörleri tarafından kontrol edilir ve beyaz kan hücreleri bağışıklık tepkisi sağlar. Böylece kan hücreleri, insan vücudunun normal işleyişinde hayati öneme sahiptir. (4,5).

2.2.1. Lökosit (WBC)

WBC bağışıklık sisteminin bir parçasıdır, kemik iliğinde ve lenfoid dokularda üretilir. Vücudu bakteri, virüs ve mantar gibi enfeksiyonlara ve yabancı maddelere karşı korurlar. WBC polinükleer (nötrofil, eozinofil, bazofil) ve mononükleer (monosit,

lenfosit) olmak üzere iki alt gruba ayrılır (6, 7). Kandaki normal değeri aralığı 4.500/mcL – 11000/mcL dir (8). WBC'nin ve sağlık durumumuz hakkında önemli bilgiler vermektedir. Lösemi, AIDS, otoimmün hastalıklar, bağışıklık yetersizlikleri, kan hastalıkları gibi durumlar WBC sayısına göre teşhis edilebilir (7).

2.2.2. Bazofil (BA)

Periferik kan lökositlerinin < % 1'ini temsil eden bazofiller, kısa ömürlü granüosit türüdür. Paul Ehrlich, bazik anilin boyayla boyanmış, sitoplazmik granüllere sahip kan hücreleri olarak tanımlanmıştır. Hematopoietik soylara ait diğer granüositler gibi, kemik iliğinde farklılaşmış hücrelere olgunlaşır ve periferik kanda dolaşıma geçer. Enflamasyon esnasında, kan damarlarından çevre dokulara geçiş yapabilir (9).

2.2.3. Eozinofil (EO)

Eozinofiller de bağışıklık sisteminde önemli yere sahip beyaz kan hücresidir. Helminthler başta olmak üzere parazitik enfeksiyonlara karşı koruyucu rolü vardır. Ağırlıklı olarak parazit enfeksiyonları ile ilişkili olsa da, bakteriyel, viral ve fungal enfeksiyonlara karşı bağışıklığa aracılık ettiğine dair çalışmalar vardır. Eozinofiller; DNA, RNA ve protein dizilerini kodlamada biyokimyasal işlevinin ötesine uzanan bir role üstlenir. Aynı zamanda bakteri ve diğer hücre dışı patojenlerin yakalanması ve bağışıklık hücrelerinden granül proteinler gibi antimikrobiyal araçlar için değerli yapı iskelesi görevi görür (10).

2.2.4. Lenfosit (LY)

Adaptif bağışıklık sisteminde önemli role sahip olan lenfositler, B, yardımcı (CD4 +) T, sitotoksik (CD8 +) T ve düzenleyici T hücreleri ile birlikte çeşitli hücre türlerinden oluşurlar (11). Her bir lenfosit tipinin fonksiyonu farklıdır. B lenfositleri antikör üretirken T lenfositleri spesifik bir antijeni tanıyıp ve efektör işlevlerini yürütür. Temel görevi, konağı zararlı istilacılardan korumak ve anormal koşullara karşı savunmaktır (11, 12).

2.2.5. Monosit (MO)

Monositler, kemik iliğindeki granüosit / monosit progenitörlerinden türetilir ve CCR2 reseptörü aracılığıyla kemokin CCL2'nin etkisi altında dolaşıma girer. Monosit, yaygın CD34 + miyeloid progenitörlerine, granulo-monosit progenitörlerine ve kemik iliğinde adanmış monosit progenitörlerine kademeli olarak farklılaşan pluripotent hematopoietik kök hücrelerden türetilir (13). Dolaşımında, monositler dokulara göç etmeden ve makrofajlara farklılaşmadan önce ~ 71 saat yarı ömürle kan ve lenf içinde dolaşırlar (14).

2.2.6. Nötrofil (NE)

Nötrofiller polimorfonükleer ve fagositik lökositlerdir ve istilacı patojenlere karşı konakçı immün tepkisinin ilk basamağını oluşturur. Doku hasarına bağlı iltihaplanma sırasında da önemli efektör hücrelerdir. Nötrofiller, mikrobiyal enfeksiyonları algılama ve ortadan kaldırma konusunda yüksek bir potansiyele ve etkinliğe sahiptir ve nötrofil eksikliği olan bireyler (nötropeni gibi) mikrobiyal ve fungal enfeksiyonlara daha duyarlıdır. Enfeksiyonlar ve bunlarla ilişkili enflamatuar mekanizmalara, periferik kandan enflamatuar bölgeye hızlı bir nötrofil akışı eşlik eder. Burada kemotaksis, fagositoz, reaktif oksijen türlerinin salınımı ve granüler proteinler ve sitokinlerin üretimi ve serbest bırakılması dahil olmak üzere bir dizi farklı mekanizma yoluyla mikroorganizmaları angaje edip öldürürler ve enfeksiyonları temizlerler (15).

2.2.7. Eritrosit (RBC)

Çekirdeği bulunmayan, oksijen taşımayla görevli protein olan ve hemoglobin ile dolu kan hücreleridir. Bikonkav disk şeklindedir. Ve bu sayede yüksek yüzey hacim oranı ile gaz alışverişini kolaylaştırır. Eritrositler oldukça esnek yapıya sahiptirler. Bu da düzensiz şekillere uyum sağlamasını ve çok küçük kılcal damarlardan geçmesine imkan tanır (16). Kan sayımındaki konsantrasyonları 3.5-5.5 milyon/mm³ arasındadır. Yaşam süreleri ortalama 120 gündür.

2.2.8. Hemoglobin(HGB)

Hgb, kırmızı kan hücrelerinde bulunan ve dokulara oksijen verilmesinden sorumlu olan proteindir. Yeterli doku oksijenlenmesini sağlamak için yeterli hemoglobin seviyesinin korunması gerekir. Tam kandaki hemoglobin miktarı desilitre başına gram (g/dl) cinsinden ifade edilir. Normal değerleri kadınlarda 12.1 mg/dl – 15.1 mg/dl; erkeklerde 13.8 mg/dl – 17.2 mg/dl değerleri arasında yer almaktadır. Hgb anemi ve kan kaybı durumlarında düşerken, polistemi, egzersiz, hemokonsantrasyon, dehidratasyon, yanık, aşırı kusma, intestinal obstrüksiyon vb.) durumlarında artar (6, 17).

2.2.9. Hematokrit (HCT)

Hematokrit, kırmızı kan hücrelerinin hacmini toplam kan hacmine (kırmızı kan hücreleri ve plazma) kıyasla ölçer. Eritrosit miktarını artırıp azaltan faktörler hematokriti de aynı yönde etkiler. Normal değer aralıkları kadınlar için %36.1 - %44.3; erkekler için %40.7 - %50.3 arasında değişmektedir (17).

2.2.10. Ortalama Eritrosit Hacmi (MCV)

MCV, kırmızı kan hücresinin ortalama büyüklüğünü ve hacmini ölçer. Aneminin etiyolojisinin belirlenmesine yardımcı olmada faydası vardır; değer hesaplanması,

hematokrit yüzdesinin on ile çarpılmasının eritrosit sayısına bölünmesiyle elde edilir. Normal değer aralığı 80- 95 femtolitre'dir (18).

2.2.11. Ortalama Eritrosit Hemoglobin Miktarı (MCH)

Eritrositler içerisinde bulunan ortalama hemoglobin miktarını gösterir. Hemoglobin konsantrasyonu ve eritrosit sayısından yararlanılarak hesaplanır. Normal değer aralığı 27 – 31 pg/ hücredir (18). MCH azalması demir eksikliğinde ve globin sentezi bozukluğunda azalır. Östrojen içeren ilaçlar, enfeksiyon komplikasyonları, kanser ile alakalı komplikasyonlar, düzenli alkol alımı, tiroid bezi aktivitesi ve karaciğer hastalıklarında artar (6).

2.2.12. Eritrosit Volümü Başına Ortalama Hemoglobin Konsantrasyonu (MCHC)

MCHC kanın litresi başına düşen hemoglobin konsantrasyonudur. Normal değeri % 30-36 arasındadır. Ortalama eritrosit hemoglobin miktarının %36'yı geçmesi olası olmadığından, anemi sınıflamasından öte cihazların kontrol parametresi olarak kullanılmaktadır (19).

2.2.13. Trombosit (PLT)

Trombositler, anükleer hücre sel partiküller olup, kemik iliği megakaryositlerinin programlanmış fragmantasyonundan sonra dolaşıma salınırlar. Kan dolaşımına girdiklerinde, trombositlerin ömrü 8 ila 10 gündür. Kanama yavaşlatma, durdurma ve pıhtılaşma işlevlerine sahiptir. Normal değerlerinden az ya da yüksek olması ciddi rahatsızlıklara neden olur (20).

2.2.14. Ortalama Trombosit Hacmi(MPV)

MPV trombosit büyüklüğünü gösterir. Fizyolojik koşullarda MPV, hemostazın sürdürülmesi ve sabit trombosit kütesinin korunmasıyla ilişkili olan trombosit sayısı ile ters orantılıdır. Bu, artan trombosit üretimine ortalama hacimlerinde bir azalmanın eşlik ettiği anlamına gelir. Çeşitli patolojilerde bu fizyolojik oran bozulur. Ayrıca MPV, trombosit aktivitesiyle ilişkilidir ve bu nedenle trombosit aktivitesinin bir belirteci olarak kabul edilir (21).

2.2.15. Trombosit Dağılım Genişliği (PDW)

PDW, trombositlerin boyut farklılığının ölçülmesine yardımcı bir analiz yöntemidir. Trombositler arasındaki yapısal boyut farkı ne kadar fazla ise PDW değeri o kadar yüksektir (22). İnflamatuvar hastalıklar, enfeksiyonlar, anemi, oral kontraseptifler, maligniteler PDW değerinde değişimlere sebep olabilirler. Normal değer aralığı %8 – %18 arasında değişmektedir (8).

2.3. X-Işınları

1895 yılında Röntgen'in X ışını keşfetmesinden sonra iyonlaştırıcı radyasyon (IR) tıpta yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (23). IR'nin hem düşük hem de yüksek dozları; doz miktarına, doz hızına, cinsiyete, yaşa ve hedefin türüne bağlı olarak canlı hürelere zarar verebilir. Örneğin DNA gibi kritik hedeflerle doğrudan etkileşime giriyorsa, bu mekanizmaya doğrudan etkileşim adı verilir. İyonize radyasyonun hücre içindeki suyla etkileşime girerek hem iyonlar hem de serbest radikaller ürettiği sürece ise dolaylı etkileşim denir (24). Radyasyon dozuna bağlı olarak IR'nin insan hücreleri üzerindeki etkileri stokastik ve deterministik etkiler olarak ikiye ayrılır. Stokastik etkiler, uzun süre boyunca düşük dozda radyasyona maruz kalmaktan kaynaklanır ve etkilerin olasılığı dozla doğru orantılıdır. Deterministik etkiler ise kısa sürede verilen radyasyonun yüksek dozlarına maruz kalma sonucu ortaya çıkar. Özellikle yüksek dozlarda dozun artmasıyla deterministik etki artar; etkiler eşige sahip olmakla karakterize edilir (25). İnsan vücudunda hücrelerin ve dokuların radyosensitivitesi farklıdır (26). Hematopoetik sistemdeki hücreler radyasyona karşı çok hassastır ve periferik kan sayımı, biyolojik hasarın değerlendirilmesinde iyi bir biyolojik gösterge görevi görebilir (27).

3. MATERYAL VE METOD

Çalışma, İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Radyoloji Anabilim Dalında 10 yıl ve üzeri süreyle görev yapan, kronik bir hastalığı bulunmayan 32 sağlık teknikerinin (radyoloji), 2019 yılı rutin sağlık taramalarında elde edilen tam kan sayımı sonuçları (CBC) ile radyolojide görev almamış, kronik hastalığı bulunmayan ve sadece kan bağıışı amaçlı hastanemize müracaat eden aynı sayıda sağlıklı bireyin tam kan sayımı (CBC) sonuçlarının retrospektif olarak karşılaştırılması sonucu yürütülmüştür. Tam kan sayımı işlemi için Sysmex marka XN 1000 model analizör cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Sysmex -XN 1000 model analizör

3.1. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmaya ait verilerin değerlendirilmesi için IBM SPSS Statistics Version 22 paket programı kullanıldı.

Değişkenlerin normal dağılımdan gelme durumlarını değerlendirmek için Kolmogrov Smirnov testi yapıldı. Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0.05 kullanılmış olup; $p < 0.05$ olması durumunda değişkenlerin normal dağılımdan gelmediği, $p > 0.05$ olması durumunda ise değişkenlerin normal dağılımdan geldikleri belirtilmiştir.

Gruplar arasındaki farklılıklar incelenirken değişkenlerin normal durumdan gelmesi durumunda independent sample t testi, normal dağılımdan gelmemesi durumunda Mann Whitney U testinden yararlanılmıştır. Nominal değişkenlerin grupları arasındaki ilişkiler incelenirken Ki-Kare analizi uygulanmıştır.

Sonuçlar yorumlanırken anlamlılık düzeyi olarak 0.05 kullanılmış olup; $p < 0.05$ olması durumunda anlamlı bir ilişkinin olduğu, $p > 0.05$ olması durumunda ise anlamlı bir ilişkinin olmadığı belirtilmiştir.



4. BULGULAR

Çalışmamıza katılan toplam 64 bireyin yaş ortalaması 36.92 (min: 30, max: 51, sd: 4.768) olarak bulundu. Çalışma grubunda yer alan 32 hastanın yaş ortalaması 36.68 (min:30, max: 50, sd: 5.348) olarak bulunurken kontrol grubu yaş ortalaması 37.15(min:31, max:51, sd: 4.182) olarak bulundu. Independent sample t testine göre gruplar arasında yaş açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p:0.697) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Independent sample t testine göre gruplar arasında yaş ortalamalarının istatistiksel olarak karşılaştırılması

	n	Yaş ortalaması	Min- maks	Standart sapma	P değeri
Çalışma grubu	32	36.68	30-50	5.348	0.697
Kontrol grubu	32	37.15	31-51	4.182	
Toplam	64	36.92	30-51	4.768	

Çalışmamıza katılan toplam 64 bireyin 44 (%68.8) 'ü erkek 20 (%31.2)'si kadın bireylerden oluşmaktaydı. Çalışma grubunda yer alan 32'i bireyin 22(%34.4)' si erkek 10 (%15.6)'u kadın bireylerden oluşmaktaydı. Kontrol grubunda yer alan bireylerin cinsiyet sıklıkları çalışma grubuyla aynıydı. Ki kare testine göre cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p: 1) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Ki kare testine göre cinsiyetlerin karşılaştırılması

	Erkek n(%)	Kadın n(%)	P değeri
Çalışma grubu	22 (34.4)	10 (15.6)	1
Kontrol grubu	22 (34.4)	10 (15.6)	
Toplam n(%)	44 (68.8)	20 (31.2)	64(100)

Çalışma grubunda WBC değeri ortalama olarak 7.33±1.235 bulundu. Kontrol grubunda WBC değeri ortalama 7.77±1.517 olarak bulundu. Independent samples testine

göre WBC ortalama değeri çalışma grubu ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p:0.215).

RBC ortalama değeri çalışma grubunda 5.33 ± 0.45 kontrol grubunda ise 5.135 ± 0.463 olarak bulundu. Independent samples testine göre iki grup arasında RBC değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p: 0.095).

Çalışma grubunda ve kontrol grubunda HGB değeri ortalaması sırasıyla 15.243 ± 1.336 ve 14.506 ± 1.697 olarak bulundu. İki grup arasında HGB ortalama değerleri independent samples testine göre anlamlı farklılığa sahip değildi (p:0.058).

HCT ortalama değeri çalışma grubunda 45.362 ± 3.126 olarak bulunurken kontrol grubunda 43.346 ± 4.289 olarak bulundu. Independent samples testine göre HCT ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu (p:0.036).

Çalışma grubunda MCH ortalama değeri 28.596 ± 1.347 olarak bulundu. Kontrol grubunda bu değer 28.271 ± 2.485 olarak bulundu. Mann-Whitney U testine göre MCH ortalama değerleri iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı olarak bulunmadı (p: 0.909).

MCHC ortalama değeri çalışma grubunda 33.565 ± 1.029 olarak bulunurken kontrol grubunda 33.418 ± 1.317 olarak bulundu. Independent samples testine göre MCHC değeri açısından iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı (p:0.621).

MPV ortalama değeri çalışma ve kontrol grubunda sırasıyla 10.271 ± 0.738 ve 10.138 ± 0.896 olarak bulundu. Independent samples testine göre MPV değeri ortalaması iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı değildi (p:0.519).

Çalışma grubunda MCV değeri 85.19 ± 3.78 olarak kontrol grubunda ise 84.478 ± 5.506 olarak bulundu. Mann-Whitney U testine göre MCV ortalamaları açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p:0.936).

BA ortalama değeri çalışma grubunda 0.0434 ± 0.0205 olarak bulundu. Kontrol grubunda ise bu değer 0.0416 ± 0.0221 olarak bulundu. Mann-Whitney U testine göre BA ortalama değerleri iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p:0.609).

Çalışma grubunda EO ortalama değeri 0.1938 ± 0.1075 olarak bulunurken kontrol grubunda 0.1919 ± 0.1455 olarak bulundu. Mann-Whitney U testine göre iki grup arasında EO değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p:0.464).

LY ortalama değeri çalışma ve kontrol grubunda sırasıyla 2.554 ± 0.498 ve 2.76 ± 0.939 olarak bulundu. Independent samples testine göre LY değeri ortalaması iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı değildi (p:0.278).

Çalışma grubuna MO ortalama değeri 0.601 ± 0.147 olarak bulundu. MO ortalama değeri kontrol grubunda 0.585 ± 0.187 olarak bulundu. Independent samples testine göre gruplar arasında MO değeri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p:0.702$).

Çalışma grubunda NE ortalama değeri 4.258 ± 1.246 olarak bulunurken kontrol grubunda 4.317 ± 1.099 olarak bulundu. Independent samples testine göre NE değeri ortalaması iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p:0.841$).

PDW ortalama değeri çalışma ve kontrol grubunda sırasıyla 12.012 ± 1.656 ve 11.809 ± 1.824 olarak bulundu. Independent samples testine göre gruplar arasında PDW değeri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p:0.643$).

Çalışma grubunda PLT ortalama değeri 259.47 ± 55.099 olarak bulundu. Kontrol grubunda PLT ortalama değeri 270.75 ± 64.005 olarak bulundu. Independent samples testine göre gruplar arasında PLT değeri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ($p:0.453$). (Tablo 3).

Tablo 4.3. Independent samples testine göre gruplar arasında hematolojik parametrelerin karşılaştırılması

	Çalışma grubu (ortalama \pm standart sapma)	Kontrol grubu (ortalama \pm standart sapma)	p-value
WBC ($10^3/uL$)	7.33 ± 1.235	7.77 ± 1.517	0.215
RBC ($10^6/uL$)	5.33 ± 0.45	5.135 ± 0.463	0.095
HGB (g/dL)	15.243 ± 1.336	14.506 ± 1.697	0.058
HCT (%)	45.362 ± 3.126	43.346 ± 4.289	0.036 *
MCH (pg)	28.596 ± 1.347	28.271 ± 2.485	0.909
MCHC (g/dL)	33.565 ± 1.029	33.418 ± 1.317	0.621
MPV (fL)	10.271 ± 0.738	10.138 ± 0.896	0.519
MCV (fL)	85.19 ± 3.78	84.478 ± 5.506	0.936
BA ($10^3/uL$)	0.0434 ± 0.0205	0.0416 ± 0.0221	0.609
EO ($10^3/uL$)	0.1938 ± 0.1075	0.1919 ± 0.1455	0.464
LY ($10^3/uL$)	2.554 ± 0.498	2.76 ± 0.939	0.278
MO ($10^3/uL$)	0.601 ± 0.147	0.585 ± 0.187	0.702
NE ($10^3/uL$)	4.258 ± 1.246	4.317 ± 1.099	0.841
PDW (fL)	12.012 ± 1.656	11.809 ± 1.824	0.643
PLT ($10^3/uL$)	259.47 ± 55.099	270.75 ± 64.005	0.453

5. TARTIŞMA

Uzun süreli İyonlaştırıcı Radyasyon (IR) maruziyeti, hücreler ve dokular üzerinde olumsuz etkilere yol açabilen bir faktördür. IR maruziyeti, hematopoetik kök hücrelere doğrudan zarar verebilir ve kemik iliği stromal elementlerinin kapasitesini in vivo veya in vitro hematopoezi desteklemek ve sürdürmek için değiştirebilir. Ayrıca, IR'nin etkileri sadece kemik iliği üretiminin azalması yoluyla değil, aynı zamanda kanın olgun hücrelerinin yeniden dağılımı ve apoptozis yoluyla da doza bağlı azalmalara yol açar. Bu nedenle, kemik iliği, vücuttaki radyasyona karşı en duyarlı sistemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Hematopoetik parametrelerin incelenmesi, IR'nin etkilerinin değerlendirilmesine yardımcı olur.

Bu çalışma, IR'nin hematolojik parametrelerdeki değişikliklerle ilişkilendirilebileceğini göstermiştir. Özellikle, hastanelerde potansiyel olarak mesleki IR'ye maruz kalan sağlık çalışanlarında HCT seviyelerinde değişikliklere neden olduğunu tespit etmiştir. Epidemiyolojik ve deneysel çalışmalar, IR'nin hematopoetik sistemi etkilediğini ve hematolojik parametrelerde erken değişikliklere yol açabileceğini desteklemektedir. Ancak, düşük doz IR ile hematolojik parametreler arasındaki ilişki hala net değildir. Mesleki lösemi ile ilgili yapılan çalışmalar, kümülatif radyasyon dozunun belirli bir eşik değerinin altında olduğu durumlar da bile, radyasyonla görüntüleme yapan sağlık çalışanlarında lösemi insidansı veya lösemiye bağlı ölüm oranları arasında ilişkinin olduğunu göstermiştir (28,29). Bu bulgular, sağlık sektöründe çalışanların maruz kaldığı radyasyonun potansiyel sağlık risklerine dikkat çekmektedir.

Epidemiyolojik ve deneysel çalışmalar, IR'nin hematopoetik sistemi etkilediğini ve hematolojik parametrelerde erken değişikliklere yol açabileceğini göstermektedir. Ancak, düşük doz IR ile hematolojik parametreler arasındaki ilişki hala belirsizdir (30). Bazı çalışmalar, düşük doz IR'nin biyolojik etkilerinin daha fazla araştırmayı gerektirdiğini vurgulamıştır.

Özellikle, Meo ve arkadaşları (31) tarafından yürütülen bir çalışma, düşük düzeyde IR'ye maruz kalan röntgen teknisyenleri ile bir kontrol grubu arasında toplam lökosit sayısı açısından anlamlı bir fark olmadığını bulmuştur. Ancak, maruz kalan grupta nötrofillerin fizyolojik işlevlerinde bozulmaya neden olan değişiklikler gözlemlenmiştir.

Bu sonuçlar, düşük doz IR'nin hematolojik parametreler üzerindeki etkilerinin karmaşıklığını ve çeşitliliğini yansıtmaktadır. Bu nedenle, düşük doz IR'nin hematopoetik sisteme etkisi daha fazla araştırma ve derinlemesine incelemeyi gerektirebilir.

Ameliyathanelerde IR'ye maruz kalan sağlık çalışanları üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, Mohsen Shafiee ve arkadaşları (32), hematolojik parametrelerin, iki yıl boyunca önemli ölçüde değişmediğini gözlemlemiştir. Ancak, bazı parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, düşük veya yüksek MCH, MCHC ve hematokrit seviyeleri gibi değişiklikler gözlemlemiştir. Akushevich ve arkadaşlarının (33) çalışması, uzun süreli IR maruziyetine bağlı olarak kümülatif dozun kan hücresi üretimini inhibe ettiğini ve sadece birkaç yıllık maruziyetin trombosit sayısı da dahil olmak üzere hematolojik parametrelerde gözlenen düşümlere katkıda bulunduğunu raporlamıştır. Sabagh ve arkadaşlarının (34) çalışması, IR'ye maruz kalan sağlık çalışanları üzerinde yapılmış ve sonuçları kontrol grubu ile karşılaştırmıştır. Bu çalışma, IR'ye maruz kalan sağlık çalışanlarının MCHC ve trombosit sayılarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu bildirmiştir. Liu ve arkadaşları (35) tarafından yapılan çalışma, kısa süreli ve düşük doz IR'ye maruz kalan sağlık çalışanlarının trombositlerinin ilginç bir patem sergilediğini raporlamıştır. Bu çalışmada, trombosit seviyelerinin önce yükseldiği, ardından azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, bu çalışma, kümülatif radyasyon dozu ile trombosit değişimi arasında doz-cevap ilişkisi olduğunu belirlemiştir. Yani, radyasyon dozu ile trombositlerin değişimi arasında bir ilişki bulunmuştur. Bu bulgular, sağlık çalışanlarının düşük doz radyasyona maruz kalmalarının, trombosit seviyelerinde belirgin bir etkiye neden olabileceğini göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamız; görevi gereği IR'ye maruz kalan radyasyon görevlilerinin hematolojik parametrelerinin karşılaştırılması amacıyla ülkemizde yapılan ender çalışmalardan biridir. Hematopoetik sistemin IR'ye verdiği tepkiyi anlamamıza ve potansiyel sağlık risklerini daha iyi değerlendirmemize katkı sağlamaktadır. IR, maruz kalma süreleriyle doğru orantılı olarak hematolojik parametrelerde değişikliklere neden olmaktadır.

Ayrıca bu çalışmanın sonuçları, sağlık çalışanlarının radyasyona karşı korunması ve güvenli çalışma koşullarının sağlanması konusundaki önemi vurgulamaktadır.



KAYNAKLAR

1. Bennett ST, Lehman CM, Rodgers GM. Laboratory hemostasis. 2th ed. Heidelberg, Springer, 2015: 68-108.
2. Loscalzo J, Schafer AI. Thrombosis and Hemorrhage. 3th ed. Lippincott Williams-Wilkins, 2003: 315-30.
3. Beutler E, Lichtman MA, Coller BS, Kipps TJ, Seligsohn U. Hematology. 6th ed. McGraw Hill, 2001:1471
4. Jacobs DS, DeMott WR, Oxley DK. Laboratory Test Handbook. 5th ed. Lexi-Comp, 2001: 326-58.
5. Barnes PW, McFadden SL, Machin SJ, Simson E, International consensus group for hematology. The international consensus group for hematology review: suggested criteria for action following automated CBC and WBC differential analysis. Lab Hematol 2005;11:83-90.
6. Hall J. E. Unit VI: Blood cells, immunity, and blood coagulation. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*, 2016: 447-76.
7. Kutlu H., Avci E., Özyurt F., White blood cells detection and classification based on regional convolutional neural networks. Medical hypotheses 2020; 135: 109472.
8. Terzi H., Şencan M., Hematolojik Testlerin Laboratuvar Değerlendirilmesi. Türkiye Klinikleri Journal of Family Medicine Special Topics. 2016; 7(3):29-33.
9. Thon, J. N., & Italiano Jr, J. E.. Does size matter in platelet production?. Blood, The Journal of the American Society of Hematology, 2012; 120(8), 1552-61.
10. Holinstat, M. Normal platelet function. Cancer and Metastasis Reviews, 2017; 36(2), 195- 8.
11. Hall JE and Guyton AC. Tıbbi Fizyoloji. 11. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri; 2007; 439-49
12. Abbas AK, Lichtman AH. Temel İmmünoloji. İstanbul: Medikal Yayıncılık; 2007; 50-68
13. Mukherjee M., Lacy P., Ueki S. Eosinophil extracellular traps and inflammatory pathologies Frontiers in Immunology, 2018; 9: 2763

14. Yamanishi Y., Miyake K., Iki M., Tsutsui H., Karasuyama H. Recent advances in understanding basophil-mediated Th2 immune responses. *Immunological reviews*, 2017; 278(1), 237-45
15. Loems Ziegler-Heitbrock, Petronela Ancuta, Suzanne Crowe, Marc Dalod, Veronika Grau, Derek N. Hart, Pieter J. M. Leenen, Yong-Jun Liu, Gordon MacPherson, Gwendalyn J. Randolph, Juergen Scherberich, Juergen Schmitz, Ken Shortman, Silvano Sozzani, Herbert Strobl, Marek Zembala, Jonathan M. Austyn, Manfred B. Lutz. Nomenclature of monocytes and dendritic cells in blood. *Blood*, 2010; 116(16): 74-80.
16. Dinçol G, Pekçelen Y, Atamer T, Sargın D, Nalçacı M, Aktan M, Beşışık S. *Klinik Hematoloji*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2003: 87-152
17. Öngel K, Türker Y. Birinci basamakta laboratuvar kullanımı. *Aile Hekimliği Dergisi*. 2008; 2: 22-34.
18. Maner BS, Moosavi L. Mean corpuscular volume. StatPearls Publishing, Treasure Island. 2019.
19. Virgil F. Hairbanks. Iron-deficiency anemia. *Manual of clinical hematology*, e.J.J.M., Little Brown Company, Boston, 1995: 17-38.
20. Hoffman R, Benz Jr EJ, Silberstein LE, Heslop H, Anastasi J, Weitz J. *Hematology: basic principles and practice*: Elsevier Health Sciences; 2013
21. Korniluk A., Koper-Lenkiewicz O.M., Kamińska J., Kemonia H., Dymicka-Piekarska V. Mean platelet volume (MPV): new perspectives for an old marker in the course and prognosis of inflammatory conditions. *Mediators of inflammation* 2019.
22. Zheng Y., Wang L, Shi Q. Mean platelet volume (MPV) and platelet distribution width (PDW) predict clinical outcome of acute ischemic stroke: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2022; 101:221
23. Kharman F., Sirwan M. "Effects of chronic exposure of X-ray on hematological parameters in human blood." *Comparative Clinical Pathology* 2018; 27.1: 31-6.
24. Cember H, Johnson TE. *Introduction to Health Physics*. 4th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2008.

25. Podgorsak, E. B. Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students; International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 2005.
26. Shafiee M., Hoseinnezhad E., Vafapour H., Borzoueisileh S., Ghorbani M., Rashidfar R. Hematological findings in medical professionals involved at intraoperative fluoroscopy. *Global Journal of Health Science*, 2016; 8.12: 232.
27. Rozgaj R., Kašuba V., Šentija K., Prlić I. Radiation-induced chromosomal aberrations and haematological alterations in hospital workers. *Occupational medicine*, 1999, 49.6: 353-360.
28. Leuraud K., Richardson DB., Cardis E., Daniels RD., Gillies M., A'Hagan JA., Hamra GB., Haylock R., Laurier D., Moissonnier M., Schubauer-Berigan MK., Thierry-Chef I., Kesminiene A. Ionising radiation and risk of death from leukaemia and lymphoma in radiation-monitored workers (INWORKS): an international cohort study. *Lancet Haematol.* 2015, 2(7):276-81
29. Park C., Choi S., Kim D., Park J., Lee S. A case of chronic myeloid leukemia in a diagnostic radiographer. *Ann Occup Environ Med.* 2014, 26(1):54
30. Vaiserman A, Koliada A, Zabuga O, Socol Y. Health impacts of low-dose ionizing radiation: current scientific debates and regulatory issues. *Dose Response.* 2018;16(3):1559325818796331.
31. Meo SA, Al Drees AM, Zadi SZ, AL Damgh S., Al-Tuwaijdi AS. Hazards of Xray radiation on the quantitative and phagocytic functions of polymorphonuclear neutrophils in X-ray technicians. *J Occup Health.* 2006;48(2):88–92.
32. Shafiee M., Hoseinnezhad E., Hassan Vafapour H., Borzoueisileh S., Ghorbani M., Rashidfar R. Hematological findings in medical professionals involved at intraoperative fluoroscopy. *Global J Health Sci.* 2016,8(12):232–38.
33. Akushevich IV., Veremeyeva GA., Dimov GP., Ukraintseva SV., Arbeev KG., Akleyev AV., Yashin AI. Modeling deterministic effects in hematopoietic system caused by chronic exposure to ionizing radiation in large human cohorts. *Health Phys.* 2010, 99(3): 322–29.
34. Sabagh M, Chaparian A. Evaluation of blood parameters of the medical radiation workers. *Iran J Med Phys.* 2019,16:439–443.

35. Liu N., Peng Y., Zhong X., Ma Z., He S., Li Y., Zhang W., Gong Z., Yao Z. Effects of exposure to low-dose ionizing radiation on changing platelets: a prospective cohort study. *Environ Health Prev Med.* 2021,26(1):14.



EKLER

EK-1. Özgeçmiş



EK-2. Etik Kurul Kararı

