

# HAMİLELİK VE RADYASYON

Hatice BİLGE

İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü, Tıbbi Radyofizik Bilim Dalı, İstanbul

## ÖZET

*Birçok kadın hamileliği sırasında tıbbi gereklilik nedeniyle (tanı veya tedavi) iyonizan radyasyona maruz kalmaktadır. İyonizan radyasyonun insan embriyosu ve fetüs üzerinde zararlı etkileri olduğu bilinir. Hamilelik sırasında radyasyona maruz kalma ile ilişkili olası yan etkiler fetüsta teratojenik etki, genetik hasar, intrauterin ölüm ve artan malignite riskidir. Pek çok tanı amaçlı radyasyon işleminde fetüs, abdomen/pelvis içermeyen görüntüleme için 1 mGy(0.1 rad)'den az, abdomen/pelvis içerenler için 50 mGy (5 rad)'den az, direk veya nükleer tıp görüntüleme için 10 mGy (1 rad)'den az absorbe doz alır. Hamile bir hasta için radyasyon tedavisine gerek duyulursa, hekim erken hamilelik döneminde fetüsün duyarlılığını ve beklenen radyasyon dozunu düşünmeli, fetüsün alacağı riske karşı tedavinin anneye olan yararını iyi hesaplamalıdır. Radyoterapinin gebeliğin 25. haftası ve sonrasında uygulanması en güvenli olanıdır. Hamile kadına görüntüleme veya tanı amaçlı olarak radyasyon kullanılması kendisi, ailesi ve doktoru için çok büyük endişe kaynağıdır. Bu çalışmada, iyonizan radyasyonun fetüs üzerindeki etkileri gözden geçirmiştir. Uygulamalar sırasında fetüsün güvenliği düşünüldüğünde dikkate alınacak öneriler sunulmuştur.*

**Anahtar kelimeler:** fetus dozu, radyasyonun etkileri

*Türk Jinekoloji ve Obstetrik Derneği Dergisi, (TJOD Derg), 2010; Cilt 7: (Özel Sayı 1): Sayfa 37- 42*

## SUMMARY

### PREGNANCY AND RADIATION

*Many women per year expose ionizing radiation during pregnancy for medical reason (diagnostic or treatment). Ionizing radiation is known to cause harm on the human embryo and fetus. Potential adverse outcomes related to radiation exposure during pregnancy include teratogenicity, genetic damage, intrauterine death and increased risk of malignancy. Most diagnostic radiation procedures will lead to a fetal absorbed dose of less than 1 mGy (0.1 rad) for imaging not involving abdomen/pelvis, less than 50 mGy (5 rad) for involving abdomen/pelvis and less than 10 mGy (1 rad) for direct or nuclear medicine imaging. When a pregnant patient requires radiation therapy, the physician should consider fetal sensitivity to radiation in early gestational age and the expected dose of radiation and should then calculate the risk to the fetus versus the benefits to the mother. It is safest to administer radiotherapy during or after the 25th week of gestation. The use of radiation for diagnostic imaging or treatment in the pregnant woman is associated with a high level of anxiety for woman, her family and her doctors. This article reviews the biological effects of radiation on the fetus. Recommendations to take in to account when considering the safety of the fetus during a procedure are presented.*

**Key words:** fetal dose, radiation effects

*Journal of Turkish Society of Obstetrics and Gynecology, (J Turk Soc Obstet Gynecol), 2010; Vol 7: (Special Issue 1): Pages 37- 42*

**Yazışma adresi:** Prof. Dr. Hatice Bilge. Millet caddesi Şehremini, İstanbul

Tel.: (0530) 520 41 68

e-posta haticebilge@yahoo.com

Alındığı tarih: 17.08.2009, revizyon sonrası alınma: 16.11.2009, kabul tarihi: 21.12.2009

## GENEL BİLGİLER

Her yıl, çok sayıda kadın hamileliği sırasında tıbbi uygulamalardan dolayı iyonizan radyasyona maruz kalmaktadır. İyonizan radyasyonun insan sağlığı üzerinde zararlı etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Genel kural olarak, dokunun radyasyona duyarlılığı, dokunun çoğalma oranıyla doğrudan ilgilidir. İnsan fetüsünün tek bir hücreden dokuz ay içinde şekillenmiş organizmaya dönüştüğü düşünüldüğünde, iyonizan radyasyona maruz kalmada çok duyarlı olacağı açıkça görülmektedir. Atom bombasına maruz kalmış kişilerin istatistiksel analiz sonuçları ve yapılmış deneysel hayvan çalışmaları fetüsün radyasyona duyarlı olduğunu kanıtlamıştır<sup>(1,2)</sup>. Fetüsün radyasyondan zarar görme riski, aldığı doza ve gestasyonel yaşa bağlıdır<sup>(3)</sup>.

### İyonizan Radyasyonun Fetüs Üzerindeki Biyolojik

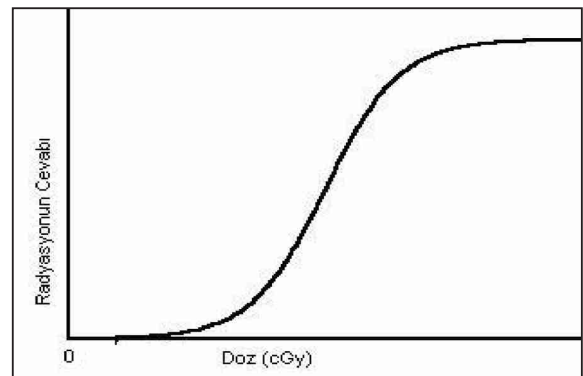
#### Etkileri:

*İyonizan Radyasyonun Deterministik (non stokastik)*

*Etkileri:*

Fetüsün veya embriyonun ölümüne, malformasyonuna, büyüme geriliğine ve zekâ gelişim geriliğineneden etkileridir. İyonizan radyasyonun etkilerinin oluşabilmesi için bir eşik (başlangıç) dozuna ihtiyaç vardır, bu doza maruz kalınmadan etkiler ortaya çıkmaz. Alınan dozun artması ile birlikte ortaya çıkacak deterministik etki Grafik 1’de görüldüğü gibi doz artışıyla birlikte artmaktadır. International Commission on Radiological Protection (ICRP)’nin 2003 ve 2007 yıllarında hazırladığı raporlara göre  $100 \text{ mGy} = 10 \text{ cGy} = 10 \text{ rad}$ ’in altındaki dozların insan üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı şeklindedir<sup>(4,5)</sup>. Normal olarak, tanı amaçlı medikal uygulamalarda kesinlikle bu doza ulaşılmamaktadır. Tanı amaçlı temel uygulamalarda alınan dozlar Tablo 1’de özetlenmiştir. Tablo 1’de belirtilen uygulamalar ve buna bağlı olarak alınan dozlar literatür araştırılması sonucu elde edilmiş verilerdir<sup>(6-12)</sup>. Tanı amaçlı ışınlamalarda doz, doğrudan birincil olarak radyasyon demetinden, cihazın kafasındaki kolimatörden oluşan saçılmış radyasyondan ve doku içinde saçılan radyasyondan alınır. Radyasyona doğrudan maruz kalan birincil radyasyon alanı pelvis bölgesinden uzaklaştıkça hastanın aldığı doz hızla düşer, birincil radyasyon alanından doz almaz, sadece doku içinde saçılmış radyasyondan çok düşük doz alır. Örneğin, fetüsün dışında kalan bölgelerden direk film çekildiğinde fetüsün aldığı doz çok düşüktür. 1 Akciğer AP filmi ile baş boyun filmi arasında fetüsün aldığı doz aynıdır  $0.001 \text{ cGy} = 0.001 \text{ rad}$ ’tır. Hastaya skopi yapıldığın-

da, yapılan bölge önemlidir. Skopi yapılan bölge fetüsün dışında ise fetüsün aldığı doz düşüktür. Bölge yakınsa doz önemli olmaya başlar. Örnek olarak bir skopisinde alan merkezinde ve 7 cm derinlikte doz  $1220 \text{ mrad/dakika}$  iken alan kenarında 10 cm uzakta ve 7 cm derinlikte doz  $580 \text{ mrad/dakika}$  olmaktadır. Skopide zaman önemlidir. Anjiyografi gibi özel tanı işlemi yapıldığında skopi ve grafi yöntemi birlikte kullanılır. Grafi yapılırken hastadan alınan film pelvis bölgesinden ise doğrudan pelvis filmi için belirtilen değerler kullanılır. Anjiyografi olarak belirtilen tek bir değer yoktur. Yapılan tetkikler sırasında hastanın batın bölgesinin kurşun önlükle örtülmesinin, gerçekte alınan dozu düşürücü bir etkisi yoktur. Kurşun önlük, radyasyonun dışarıdan gelmesi durumunda dozu azaltabilir. Tanı için kullanılan cihazlarda kolimatör saçılması çok küçüktür. Doku içinden gelen saçılmaları dışarıdan konan bir azaltıcı ile azaltmak mümkün değildir. Kurşun önlüğün hastanın batın bölgesine konması hastayı manevi yönden rahatlatılabilir. Radyasyona maruz kalma radyografi amaçlı ise ve pelvis bölgesinin dışında ise doz çok küçüktür. Örnek olarak, hastaya pelvis bölgesinden bilgisayarlı tomografi çekildiğinde fetüs alanının içinde ise ortalama  $20 \text{ mGy} = 2 \text{ cGy} = 2 \text{ rad}$  doz alınırken, fetüs içinde olmayacak şekilde çekildiyse  $10 \text{ mGy} = 1 \text{ cGy} = 1 \text{ rad}$  doz almaktadır. Radyasyona maruz kalan bölge pelvis bölgesi de olsa bir çok kere tekrar edilmedikçe ve çok uzun süre skopi yapılmadıkça  $100 \text{ mGy} = 10 \text{ cGy} = 10 \text{ rad}$ ’ı geçen doza maruz kalınması söz konusu değildir. Tanı amaçlı görüntüleme radyonüklitler kullanılarak yapılıyorsa maruz kalınan doz, radyonüklidin tipine bağlıdır. Nükleer uygulamalarda alınan dozlar Tablo 1’de de görüleceği gibi oldukça düşüktür. Teknesyumla yapılan uygulamalarda fetusun aldığı doz  $5 \text{ mGy} = 0.5 \text{ cGy} = 0.5 \text{ rad}$ ’ın altındadır. Tanı amaçlı kullanılan teknesyum uygulamalarında fetüsün aldığı doz çok küçüktür<sup>(7,9)</sup>.



**Grafik 1:** Radyasyonun deterministik etkilerinde eşik doz olduğunu gösteren doz cevap eğrisi.

**Tablo I:** Tanı amaçlı uygulamalarda fetüsün aldığı ortalama dozlar.

Uygulama	Ortalama Fetüs Dozu cGy/rad
Konvansiyonel X-ışını	
Baş- Boyun	0.001
Toraks (Akciğer AP)	0.001
Diş	0.001
Mammografi	<0.1
Kemik Yoğunluğu	<0.4
Pelvis AP	0.250
Intravenöz Urografi	0.48
Histerosalpinografi	1
Sistoürografi (5 dakika floskopi, 22 adet pelvis spot film)	4.6
<b>Bilgisayarlı Tomografi</b>	
Baş - Boyun	< 0.01
Toraks	0.12
Lomber Spinal	0.24
Pelvis (Fetus alan içinde)	2.5
<b>Nükleer Tıp</b>	
Tc- 99m kemik taraması fosfat (750 MBq)	<0.5
I-131 Troid (0.55 MBq)	<0.004
I-131 Metastatik (40 MBq) görüntülem	< 0.3

Son yıllarda kansere yakalanma yaşının küçülmesiyle birlikte hamileliği sırasında kansere yakalanan kadınların sayısında atma görülmüştür. Amerika'da her yıl 4000 kadın hamileliği sırasında meme, lenfoma, uterus ve tiroid kanserine yakalanmakta ve buna bağlı olarak iyonizan radyasyon kullanılarak tedavi edilmektedirler<sup>(14)</sup>. Hastanın tedavi amaçlı radyasyona maruz kalması durumunda ise tedavi edilen bölgeye bağlı olmak üzere, fetüsün daha yüksek dozlara ulaşması mümkündür ve radyasyonun deterministik etkilerinin

görülme olasılığı artmaktadır. Tedavi edilen bölge fetüsten uzaklaştıkça, fetüsün aldığı doz hızla düşmektedir. Radyasyonla tedavi sırasında, hasta radyasyon veren cihazda, radyografiden çok daha fazla süre kaldığı için cihazın kafa kısmından gelen saçılmış radyasyonun da total doza katkısı vardır. Bu miktar düşük olmakla beraber saçılan dozu elimine etmek için hastaya pelvis bölgesini kapatan kurşun önlük giydirilmesi faydalı olur. Hamilelik sırasında sıkça karşılaşılan tümörlerin radyasyonla tedavisi sonucunda fetüsün almış olduğu dozlar Tablo II'de özetlenmiştir. Bu tabloda belirtilen veriler literatür araştırılması sonucu elde edilmiş verilerdir<sup>(15-20)</sup>.

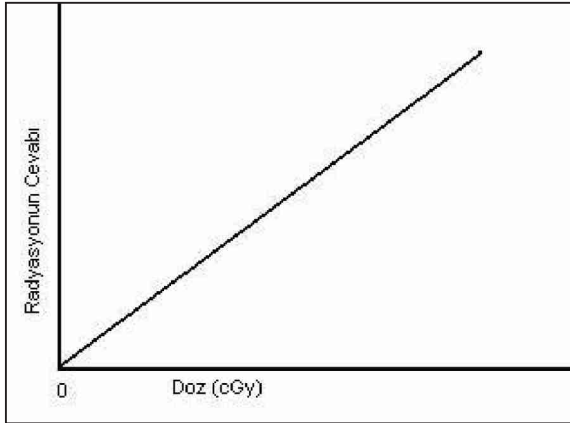
#### *İyonizan Radyasyonun Stokastik (non deterministik) Etkileri:*

Fetüsün veya embriyonun gelişmesine doğrudan etki etmeyen, etkinin ortaya çıkması için latent dönem olarak isimlendirilen bir zamana gerek olan etkidir. Bu etkiler doğumdan sonra o kişinin kanser olma olasılığını veya kalıtsal hastalığın olma olasılığını arttıran etkilerdir. Bu etkilerin ortaya çıkması için bir eşik (başlangıç) dozuna ihtiyaç yoktur. Bu etkilerin ortaya çıkma olasılığı dozla orantılı olarak artar. Stokastik etkilerin doza bağlı olarak artışı Grafik 2'de gösterilmektedir. Radyasyonun stokastik etkileri düşünülürken, bu etkilerin doğal olarak görülme sıklığının ve bunun yıllara göre değişiminin dikkate alınması önemlidir. Prenatal radyasyonun olası çocukluk çağı kanser oluşumu etkisini ortaya koyabilmek için çok sayıda epidemiyolojik çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda, prenatal radyasyona maruz kalma ile kanser oluşum sıklığının armasıyla ilişkilendirildiğine, bütün kanserlerin Rölatif Risk (RR) oranının 1.5 ile 2.4 arasında olduğu bulunmuştur<sup>(21,22)</sup>. Bu

**Tablo II:** Hamilelik sırasında sıkça karşılaşılan tümörlerin radyasyonla tedavisi sırasında fetüsün almış olduğu tahmin edilen dozlar

Uygulama	Tümörün aldığı doz cGy = rad	Fetüsün aldığı doz cGy = rad / mGy	Fetüsün aldığı doz % tümör dozu
Beyin Tümörü (Karşılıklı paralel, 6MV ile ışınlama)	6800	6/60	0.09
Dil Kökü Tümörü (Karşılıklı paralel, 6MV ile ışınlama)	5600	5,5-9/55 - 90	0.1 - 0.16
Üst Mediasten Alanı (Karşılıklı paralel, 6MV ile ışınlama)	4250	5 - 18/50 - 180	0.12 - 0.42
Geniş Mediasten Alanı (Karşılıklı paralel, 6MV ile ışınlama)	3800	11 - 42/110 - 420	0.3 - 1.1
Meme Tümörü (6 MV ile tanjansiyel ışınlama)	5000	4.2/42	0.08

alandaki yapılan en geniş çalışma, Oxford Survey of Childhood Cancer olarak bilinen çalışmadır<sup>(21)</sup>. Bu çalışmaya göre, 10 yaşına kadar olanlarda lösemi için RR abdominal ışınlamaya maruz kalanlarda 1.92 ve abdominal olmayan ışınlamaya maruz kalanlarda 1.19 olarak belirtilmiştir. MacMahon tarafından yapılmış çalışmada radyasyon dozu ile lösemiden ölümlerin arasında belirgin bir ilişki bulunamamıştır<sup>(22)</sup>. Bu çalışmanın sonucundan lösemi oluşumu arasında bir ilişkinin olmadığı anlamına çıkmaz, lösemi tedavilerindeki iyileştirme ölüm oranlarını artmamasına neden olmuş olabilir. Diamond ve arkadaşlarını yapmış oldukları prospektif çalışmada risk artışı saptanmıştır<sup>(23)</sup>. Çalışma sonuçlarından da anlaşıldığı gibi bütün çalışmacıların hem fikir olduğu prenatal radyasyon ve kanser oluşumu arasında belli bir doz değeri ve buna bağlı risk artış miktarı yoktur<sup>(24-6)</sup>. Bu tür çalışmalar yapılırken, en büyük sıkıntı radyasyona maruz kalma ile kanser oluşumu arasında sürenin bulunması, radyasyona maruz kalındığında alınan doz miktarlarının doğru saptanamaması, kayıtlarının yeterli olmayışı, doğal kanser görülme oranlarının ülkelere, bazen bölgelere ve yıllara bağlı olarak farklılık göstermesi epidemiyolojik çalışmaların değerlendirilmesini güçleştirmektedir.



**Grafik 2:** Radyasyonun stokastik etkilerinde eşik doz olmadığını gösteren doz cevap eğrisi.

### İyonizan Radyasyon Etkisinin Gestasyonel Yaş ile İlişkisi:

#### 1. Trimester:

Bir çok kadın hamile kaldığı gün ile radyasyona maruz kaldığı günün farkında değildir. Bu dönem, radyasyona en duyarlı olduğu dönemdir. Hamileliğin ilk 14 günlük döneminde hep veya hiç etki kuralına inanılır. Bu kurala göre, döllenmiş hücre radyasyona maruz kalmış

olsaydı vücudumuzdaki herhangi bir hücre gibi öldü ve hamilelik gerçekleşmezdi, gerçekleştiğine göre radyasyonun o hücreye isabet etmediği düşünülür.

#### 2. Trimester:

Büyüme oranının yavaşladığı, önemli organ sistemlerinin oluşmaya başladığı dönemdir. Bu dönemde radyasyona maruz kalmanın doğuştan malformasyonlara neden olabileceği düşünülmektedir<sup>(3,12)</sup>.

#### 3. Trimester:

Bu dönemde daha yüksek dozların bile organ malformasyonlarına yol açmayacağı düşünülmektedir.

Tedavi amaçlı radyasyona maruz kalmada alınan dozlar tanı amaçlı alınan dozlardan çok daha yüksektir. Tanı amaçlı alınan dozlar genellikle 1. trimester dönemdedir. Kişi hamileliğinden habersizdir. Tanı amaçlı radyasyona maruz kalmaları azaltmak için doğurganlık çağındaki kadınlarda döllenmenin mümkün olmayacağı günlerde uygulama yapılmalıdır. Tedavi sırasında alınan dozlar ise genellikle 2. ve 3. trimester dönemindedir. Tanın konması ve tüm gerekli tetkiklerin yapıp tedavi protokolünün oluşturması için geçen süre gestasyonel yaşın ilerlemesine neden olur. Radyoterapide alınan dozların gestasyonel yaş ile ilişkisi Tablo III'de özetlenmiştir. Bu tablo Nakagawa ve Kusuma'nın çalışmalarına dayandırılarak hazırlanmıştır<sup>(3,25)</sup>. Radyasyona maruz kalıdıktan sonra hamileliğin sonlandırma kararı verilmesi kolay değildir. Radyasyon dozu yanında anne adayının diğer riskleri, annenin yaşı, genel sağlık durumu dikkate alınarak sonlandırma kararı verilmelidir. Radyasyona maruz kalıdıktan sonra hamileliğin devamı için önerilen doz limitleri Tablo IV'te özetlenmiştir. Bu tablo Wagner ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmaya dayandırılarak hazırlanmıştır<sup>(27)</sup>.

**Tablo III:** Radyasyonun etkisi ile gestasyonel yaş arasındaki ilişki.

Fetal Etki	0-14 Gün	2-8 Hafta	8-15 Hafta	15-25 Hafta	≥ 25 Hafta
Ölümcül	+++	+	-	-	-
Malformasyon	-	+++	±	±	±
Mental Gerilik	-	-	+++	++	-
Büyüme Geriliği	-	+	+	+	+
Karsinojenik Etki	-	+	+	+	+

Fetusun 50 mGy = 5 cGy = 5 rad'ın altındaki dozlara maruz kalması durumunda doğuştan olan malformasyonların arttığı konusunda hiçbir delil yoktur<sup>(16)</sup>. Nuyttens ve arkadaşlarının yayınlamış oldukları

çalışmada iki olgu sunulmuştur<sup>(15)</sup>. Birinci olguda, 26 yaşındaki hastaya hamileliğinin 27. haftasında Hodgkin lenfoma tanısıyla mediasten bölgesinden 6 MV'lik yüksek enerjili X-ışınlarıyla, 19 Gy = 1900 rad, 12 fraksiyonda ışınlanmıştır. Fetüsün aldığı tahmin edilen doz, maksimum 42 cGy = 42 rad, minimum 11 cGy = 11 rad'dır. Bebek problemsiz dünyaya gelmiş ve 8 yıllık takip sonucunda hiçbir malformasyon veya büyüme geriliği görülmemiş, anne hastaliksız olarak yaşamını sürdürmektedir. Bu olguda, fetüsün başının aşağı doğru olması ve ışınlandığı sırada hamileliğinin 27. haftasında olması, radyasyonun deterministik etkilerinin görülmemesinde en büyük etken olduğu düşünülmektedir. İkinci olguda, 29 yaşındaki hastaya sol ağız tabanı kanseri teşhisi konmuş, hasta hamileliğinin 22. haftasında 50 Gy = 5000 rad, 25 fraksiyonda 6 MV yüksek enerjili X-ışınlarıyla ışınlanmıştır. Tedaviden 7 hafta sonra sağlıklı bir bebek dünyaya gelmiştir. Bu çalışmaya karşı olarak, King ve arkadaşlarının çalışmasında, meme kanseri olan 20 hastanın radyasyon tedavisi gördüğü ve 3 (2 vaka hipoksiye bağlı, 1 vakada intrauterin ölüm) olguda perinatal ölüm bildirilmiştir. Fetüsün aldığı tahmini dozlar rapor edilmemiştir<sup>(15)</sup>. Birbirine karşıt sonuca sahip iki çalışma değerlendirildiğinde, kesin bir kanıya varmak oldukça zordur. Ancak, hastalar radyasyon tedavisi görmek zorunda ise, uygulamanın mümkün olabildiğince fetüsün radyasyona daha dirençli döneme ertelenmesinin uygun olacağı söylenebilir. Her 1 cGy = 1 rad'lık dozun çocukluk çağı tümörlerine yakalama riskini arttırdığı ve çocukluk çağı kanserleri için her 1 Gy = 100 cGy = 100 rad'lık radyasyon dozunun gerçek riski %6 oranında arttırdığı gerçeğini unutmamak gerekir<sup>(24)</sup>.

#### Radyasyonla Çalışan Hamile Kadınların Doz Limitleri:

1 mGy = 0.1 cGy = 0.1 rad yaklaşık olarak tüm canlıların doğal olarak maruz kaldığı minimum dozdur. Hamile olanların bu dozu aşmaması en çok arzu edilen

durumdur. Bazen bu mümkün olmayabilir, kişi radyasyon içeren alanlarda çalışabilir. The International Commission on Radiological Protection'nın yayınladığı son raporda, radyasyonla çalışan hamile kadınlar için tüm batin yüzeyinin alabileceği maksimum dozu 2 mSv olarak belirlemiştir (28,29). (2 mSv = 2 mGy = 0.2 rad, Düşük enerjili X-ışınları, yüksek enerjili x-ışınları, gamma ışınları ve elektronlar gibi düşük lineer enerji transferine sahip radyasyonlar için geçerlidir). Bu limit, halk için izin verilen 1 mSv = 1 mGy = 0.1 rad ile karşılaştırıldığında, yıllık limitin iki katı olduğu görülür. Radyasyonla çalışan kişilerin kurşun önlük giymeleri aldıkları dozu azaltır, giymelerinde fayda vardır. Radyasyonla çalışanlar için en doğru olan hamilelik tespit edildikten sonra radyasyon alanından uzakta çalıştırılmalarıdır.

#### SONUÇ

Hamilelik süresince mutlak gereklilik olmadıkça iyonizan radyasyona maruz kalınmamalıdır. Mutlak gereklilik varsa, hamile hastanın mümkün olan en az doz alması sağlanmalıdır. Çok az sayıda yapılmış, kısıtlı literatür bilgisine dayanarak, fetüs 8-15 hafta arasında radyasyona en duyarlı olduğu dönemdedir. Fetüsün bu dönemde 50 mGy = 5 cGy = 5 rad'ın altındaki dozlarda malformasyon, büyüme ve zeka geriliği gibi radyasyonun deterministik etkilerinin görülmediği, genetik bozukluk ve karsinojik etki gibi radyasyonun stokastik etkileri için bir eşik dozunun olmadığı, maruz kalınan her cGy'in bu etkiyi arttırdığı söylenebilir. Radyasyonun etkileri değerlendirilirken gestasyonel yaş dikkate alınmalıdır. Radyasyona maruz kalmış hamile hastaya konu ile ilgili bilgiler detaylı olarak anlatılmalıdır<sup>(1-30)</sup>.

**Tablo IV:** Radyasyona maruz kaldıktan sonra hamileliğin devamı için gestasyonel yaşa bağlı doz değerleri.

Gestasyonel Yaş	< 50 mGy < 5 rad	50 - 150 mGy 5 - 15 rad	>150 mGy >15 rad
< 14 gün	Devam önerilir	Devam önerilir	Devam önerilir
2 -8 Hafta	Devam önerilir	Sonlandırma düşünülür (diğer riskler de dikkate alınmalıdır)	Sonlandırma düşünülür (diğer riskler de dikkate alınmalıdır)
8 -15 Hafta	Devam önerilir	Sonlandırma düşünülür (diğer riskler de dikkate alınmalıdır)	Yüksek risk, fakat sonlandırma gerekli olmayabilir
>15 Hafta	Devam önerilir	Devam önerilir	Devam önerilir

**KAYNAKLAR**

1. Lowe SA. Diagnostic radiography in pregnancy: Risk and reality. *Aust NZJ Obstet Gynaecol.* 2004; 44: 191- 6.
2. ICRP. Pregnancy and medical radiation. *Annals of the ICRP Publication 84.* Pergomon.2000; 30: 1- 3.
3. Nakagawa K, Aoki Y, Kusama T, Ban N, Nakagawa S, Sasaki Y. Radiotherapy during pregnancy: Effect on fetus and neonates. *Clin Ther.* 1997; 19(4): 770- 6.
4. ICRP. Biological effects after prenatal irradiation (emryo and fetus). *Annals of the ICRP Publication 90.* Pergomon. 2003; 90 : 33: 1- 2.
5. ICRP. The 2007 Recommendations of International Commission on Radiological Protection. *ICRP Publication 103.*Amsterdam, Elseveier. 2007: 37; 2- 4.
6. NCRP (National Concl on Radiation Protection and Measurements) Exposure of the U.S. population from diagnostic medical radiation. *NCRP Publication 100.* 1989 Report 54.
7. Baciak JE, Kearfott KJ. Review of fetal radiation dose protection on dosimetry issues for medical procedures. *RSO Magazine* March/ April, 2000.
8. Osei EK, Faulkner K. Radiation risk from exposure to diagnostic x-ray during pregnancy. *Radiography.* 200; 6: 131- 144.
9. Osei EK, Faulkner K. Fetal doses from radiological examinations. *Br J Radiol.* 1999; 72; 773- 80.
10. Sharp C, Shrimpton JA, Bury RF. Diagnostic medical exposures advice on exposure to ionising radiation during pregnancy. Joint guidance from National Radiological Protection Board College of Radiographers and Royal College of Radiologists. *NRPB.* Chilton, 1998.
11. Fetal radiation dose extimates. [www.safety.duke.edu](http://www.safety.duke.edu). 08/ 07/ 2009.
12. Parry RA, Gdace S, Anchor BR. The AAPM/RSNA Physics Tutorial for residents typical patient radiation in diagnostic radiology.*Imaging&Therapeutic Technology.* 1999: 12- 1302.
13. Damilakis J, Perisnakis K, Vrahorits H, Kontakis G, Varveris H, Gourtsoyiannis N. Embryo/Fetus radiation dose and risk from dual x-ray absorptiometry examinations. *Osteoporos. Int.* 2002: 13(9); 716- 22.
14. Stoval M. Featal dose from radiotherapy with photon beams. Report of AAPM Radiation Therapy Committe Task Group No 36. *Med.Phys.* 1995: 22(1); 63- 82.
15. King RM, Welch JS, Martin JK. Carcinoma of the breast associated with pregnancy. *Surg Gynecol Obstet.* 1985: 160; 228- 32.
16. Nuyttens JJ, Prado KL, Jenrette JM, Williams. Fetal dose during radiotherapy:Clical implementation and reviev literatüre. *Cancer* 2002: 6(6); 352- 7.
17. Rincon CM, Sainz IJ, Fare IM, Lopez ML, Fronco PL. Evaluation of the preperal dose to uterus in breast carcinoma radiotherapy. *Radiat Prot Dosimetry.* 2002: 101: 1(4)469- 71.
18. Sneed PK, Albright NW, Wara WM, Prados MD, Wilson CB. Fetal dose estimates for radiotherapy of brain tumors during pregnancy. In *J.Onc.Biol. Phys.* 1995: 32(3); 823- 30.
19. Wildt SN, Taguchi N, Koren G. Unintended pregnancy during radiothrapy for cancer. *Nat Clin Pract Oncol.* 2009: 6(3); 175- 8.
20. Ring AE, Smith IE, Ellis PA. Breast cancer and pregnancy. *Ann Oncol.* 2005: 16(12); 1855- 60.
21. Stewart A, Webb J, Hewitt D. A survey of childhood malignancies *BMJ.* 1958: 30; 1495- 505.
22. MacMahon B. Prenatal x-ray exposure and childhood cancer. *J. Natl Cance Inst.* 1982: 28; 1173- 91.
23. Diamond EL, Scherler H, Lilienfeld AM. The relationship of intra-uterine radiation to subsequent mortality and development of leukaemia in children. As prospective study. *Am J Epidemiol.* 1973: 97; 283- 313.
24. Doll R, Wakeford R. Risk for childhood cancer from fetal irradiation. *Br J Radiol.* 1997: 70; 130- 9.
25. Kusoma T. Fetal exposure to radiation and its effects. *Maternal Healt.* 1996: 37: 9- 14.
26. Court Brown WM, Doll R, Hill AB. Incidece of leukaemia after exposure to diagnostic radiation in utero. *Br Med J.* 1961: 1539- 45.
27. Wagner LK, Lester RG, Sadano LR. Exposure of the pregnant patient to diagnostic radiations: A guide to medical management. *Medikal Physics Publication,* 1997.
28. Mountford PJ, Steele HR. Fetal dose extimates and the ICRP abdominal dose limit for occupational exposure of pregnant staff to technetium-99m and Iyodine -131 patients. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2004: 22(10); 1173- 79.
29. National council on radiation protection and measurement considerations regarding the unintended radiation exposure of the embryo, fetus or nursing child. *NCRP,* 1994.
30. Ünlibay D, Bilaloğlu P. Radyolojik incelemelerde fetus riski ve fetal abzorpsiyon dozunun tahmini. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji.* 2003: 9; 14- 18.