

## Uzman Görüş Derleme

# GEBELİK ve EMZİRME DÖNEMİNDE RADYASYON

Dr Filiz F. Bilgin Yanık

Düzenleme Tarihi: 3 Eylül 2025

## GİRİŞ

Gebelik sırasında kadınlar radyasyona maruz kalabilirler. Bazen çalıştıkları ortamlarda maruziyet olabilir. Bazen de hastalıkların tanısına yönelik olarak yapılan radyolojik incelemelerden dolayı maruziyet olabilir. Bu durumlar genel olarak fetusun sağlığını olumsuz yönde etkilemez.

Ancak bazen, gebe olduğunu bilmeden ya da gebelik bilindiği halde kazara eşik düzeylerin üzerinde radyasyona maruz kalmış kadınlar olabilir. Böyle durumlarda, gebelik yaşını da dikkate alarak fetusun etkilenip etkilenmeyeceği ve hangi fetal organların ne düzeyde etkilenebileceği ile ilgili gebe kadına ve ailesine danışmanlık vermek gerekecektir.

## İYONİZE RADYASYON NEDİR?

Elektromanyetik radyasyon, bir kaynaktan yayılan ve ışık hızı ile yol alan enerjidir (1). Doğada, elektromanyetik spektrumun bir ucunda daha düşük frekanslı ve daha düşük enerjiye sahip noniyonize radyasyon, diğer ucunda ise daha yüksek frekanslı ve daha yüksek enerjiye sahip iyonize radyasyon yer alır (Şekil 1) (1).

Şekil 1: Elektromanyetik spektrum (1)

|                 |            |                        |                    |              |                       |            |               |
|-----------------|------------|------------------------|--------------------|--------------|-----------------------|------------|---------------|
| Radyo dalgaları | Mikrodalga | Cep telefonu dalgaları | İnfrared radyasyon | Görünür ışık | Ultraviyole radyasyon | X-ışınları | Gama-ışınları |
|-----------------|------------|------------------------|--------------------|--------------|-----------------------|------------|---------------|

<----->

Noniyonize Radyasyon

İyonize Radyasyon

Yüksek enerjiye sahip x ve gama ışınları, havada, suda ve canlı dokuda atomlar ile etkileşerek elektronları serbestleştirebilir ve iyonizasyona neden olabilir (1,2). Radyasyona maruziyetten bahsederken genel olarak iyonize radyasyon kastedilir. İyonize radyasyon eşik değerlerin üzerinde olduğunda, cilt, doku ve organ hasarlarına yol açar (1,2).

## **RADYASYON NASIL ÖLÇÜLÜR?**

**Radyasyon doz hızı:** Belirli bir süre içerisinde bir kaynaktan yayılarak dokuya ulaşan radyasyonun ölçümüdür (3,4). Farklı ölçüm birimleri kullanılabilir:

Gy/sa: gray/saat (Uluslararası birim sistemi - SI)

rad/saat: rad/saat (ABD)

1 Gy = 100 rad

Canlı dokunun belirli bir süre içerisinde maruz kaldığı biyolojik-etkili radyasyonun miktarını ifade etmek için aşağıdaki birimler kullanılır (3,4):

Sv/sa: sievert/saat (Uluslararası birim sistemi - SI)

rem/sa: rem (roentgen equivalent man)/saat (ABD)

1 Sv = 100 rem

**Radyasyon dozu:** Süreden bağımsız olarak radyasyon miktarını gösterir. Ölçüm birimleri Gy (gray) veya rad, biyolojik-etkili radyasyon miktarı için ise Sv (sievert) veya rem'dir (3,4).

1 Gy = 100 rad

1 rad = 0,01 Gy = 10 mGy (miligray)

1 Sv = 100 rem

1 rem = 0,01 Sv = 10 mSv (milisievert)

X ve gama ışınlarına maruziyette 1 Gy veya 100 rad için eşdeğer doz 1 Sv veya 100 rem olarak hesaplanır (4).

Doğal ortamda alınan radyasyon miktarı yıllık 3 mSV altında olup sakıncalı kabul edilmez (3). İş nedeniyle radyasyona maruz kalan kişilerde izin verilen en yüksek yıllık doz 20 mSv'dir (5). İş yaşamı boyunca 400 mSv'den fazla radyasyon alınmamalıdır (5). Doğal ortamda intrauterin hayatta fetusun aldığı toplam radyasyon dozu genellikle 1 mSV'yi geçmez (6). Dış ortamdan embriyo/fetusa ulaşan akut radyasyon dozu gebenin karın bölgesine ulaşan radyasyon dozu ile aynı kabul edilebilir.

## **RADYASYONUN ETKİLERİ**

Radyasyon dozuna bağlı olarak canlı dokularda hücre ölümü ya da kalıcı DNA hasarı oluşabilir.

Radyasyonun insanlar üzerindeki etkileri, daha çok hayvan deneyleriyle ve 1945 yılında Hiroşima ve Nagazaki'ye atılan atom bombası ve 1986 yılındaki Çernobil nükleer santral kazası sonuçlarına dayanarak ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Konsepsiyon öncesinde herhangi bir nedenle gonadların radyasyona maruz kalması, sonrasında oluşan gebeliklerden doğacak bebeklerde konjenital anomali ya da uzun dönemde kanser riskini arttırmamaktadır (7). Yine de radyasyon maruziyeti 0,5 Gy (500 mGy) üzerinde ise gebelik için en az 2 ay kadar beklenmesi daha güvenli olabilir (7).

Gebelikte radyasyon, eşik düzeylerin üzerinde, embriyo kaybı ve intrauterin fetal ölüme dolayısıyla spontan abortus ve ölü doğuma neden olabilir (Tablo I) (8); gebelik kaybına yol açmadığı durumlarda da embriyo/fetusta hücre ve DNA hasarı oluşturabilir. Akut radyasyon dozu 10 Gy ve üzerinde olduğunda insanlar için %100 ölümcüldür (9). Erken embriyogenez döneminde 1 Gy ve üzeri radyasyon dozunun da embriyo için %100 ölümcül olduğu söylenebilir (4,10). Gebelikte **0,1 Gy (100 mGy) altında** akut radyasyon maruziyeti **embriyo/fetus için ölümcül kabul edilmez** (8).

Tablo I: İnsanlarda ölümcül olabilecek akut radyasyon maruziyeti için tahmini eşik değerler (8)

| <b>Dönem</b>                                                                                             | <b>Minimum Ölümcül Radyasyon Dozu</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Konsepsiyon sonrası 1. ve 2. haftalar<br>(Gebeliğin 3. ve 4. haftaları = Gebelik yaşı <4 hf)             | 0,15-0,2 Gy<br>(150-200 mGy)          |
| Konsepsiyon sonrası 3. - 5. haftaları<br>(Gebeliğin 5. - 7. haftaları = Gebelik yaşı 4-6 hf)             | 0,25-0,5 Gy<br>(250-500 mGy)          |
| Konsepsiyon sonrası 6. - 13. haftalar<br>(Gebeliğin 8. - 15. haftaları = Gebelik yaşı 7-14 hf)           | 1 Gy<br>(1000 mGy)                    |
| Konsepsiyon sonrası 14. - 23. haftalar<br>(Gebeliğin 16. - 25. haftaları = Gebelik yaşı 15-24 hf)        | 1,5 Gy<br>(1500 mGy)                  |
| Konsepsiyon sonrası 24. hafta ve üzeri<br>(Gebeliğin 26. haftası ve sonrası = Gebelik yaşı $\geq 25$ hf) | 2 Gy<br>(2000 mGy)                    |
| Erişkin insan                                                                                            | 2 Gy<br>(2000 mGy)                    |

### **EMBRYO VEYA FETUS RADYASYONDAN NASIL ETKİLENİR?**

Embriyo veya fetus, uterus ve diğer çevre dokular sayesinde radyasyona karşı kısmen koruma altındadır.

Ancak yine de radyasyon dozu ile ilişkili olarak etkilenmeler görülür. Bunlar;

- Ölümcül etki (Tablo I),
- Kanser harici etkiler,
- Uzun dönemde kanser riski, şeklinde gruplandırılabilir.

**Kanser Harici Etkiler:**

Embriyo veya fetusa ulaşan doz **0,1 Gy = 100 mGy = 10 rad** üzerinde ise embriyo/fetus radyasyondan etkilenebilir (8). Radyasyon miktarı ve maruziyetin olduğu gelişim evresi ile ilişkili olarak, radyasyondan etkilenen fetusta farklı sonuçlar ile karşılaşılabilir (Tablo II). Beş yüz mGy ve üzerindeki dozlar daha ciddi sonuçlar doğurabilir (9). İntrauterin gebelik kaybı, konjenital anomaliler, fetal büyüme kısıtlılığı, beyin fonksiyonlarında etkilenme, mikrosefali, çocukluk çağı veya daha ileri yaşlarda kanserler gibi olumsuz sonuçlar olasıdır (8).

**Genel olarak; gebelikte maruz kalınan radyasyon dozunun <0,1 Gy (<100 mGy) veya <10 rad olması durumunda, embriyo/fetusta kanser harici olumsuz bir etki görülmeyeceği kabul edilmektedir ve gebeliğin sonlandırılması önerilmez (7,8).**

50 mGy yani 5 rad altında, abortus, fetal anomali veya büyüme kısıtlılığı bildirilmemiştir (4).

Tablo II: Gebeliğin farklı evrelerinde maruz kalınan radyasyonun dozu ile ilişkili kanser harici olası sonuçlar (6,4,8-10)

| Gebelik Dönemi                                                                                                                                                            | Tahmini Eşik Radyasyon Dozu     | Kanser Harici Olası Sonuçlar                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Konsepsiyon sonrası 1. ve 2. haftalar<br>(Gebeliğin 3. ve 4. haftaları<br>= Gebelik yaşı <4 hf)                                                                           | 0,1 Gy - 1 Gy<br>(100-1000 mGy) | Embriyo kaybı (0,5 Gy yani 500 mGy üzerinde risk daha fazla) veya devam eden gebeliklerde kanser harici etkilenme yok: Ya Hep Ya Hiç Kuralı                                 |
|                                                                                                                                                                           | >1 Gy<br>(>1000 mGy)            | Embriyo kaybı                                                                                                                                                               |
| Organogenez döneminde embriyo<br>Konsepsiyon sonrası 3. - 8. haftalar<br>(Gebeliğin 5. - 10. haftaları<br>= Gebelik yaşı 4-9 hf)                                          | >0,1 Gy<br>(>100 mGy)           | Fetal büyüme kısıtlılığı                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                           | >0,2 Gy<br>(>200 mGy)           | Fetal büyüme kısıtlılığı ve konjenital anomaliler (özellikle iskelet sistemi, gözler, genital organlar etkilenebilir)                                                       |
| Santral sinir sisteminde hızlı nöronal gelişim ve migrasyon dönemi<br>Konsepsiyon sonrası 9. - 16. haftalar<br>(Gebeliğin 11. - 18. haftaları<br>= Gebelik yaşı 10-17 hf) | >0,06 Gy<br>(>60 mGy)           | Entellektüel kapasitede azalma (radyasyon dozu arttıkça IQ düşer)<br>Gebelik yaşı ≤14 hf iken, 0,1 Gy üzerinde radyasyon maruziyeti fetal büyüme kısıtlılığına yol açabilir |
|                                                                                                                                                                           | >0,2 Gy<br>(>200 mGy)           | Entellektüel kapasitede ciddi azalma ve mikrosefali (özellikle 0,5 Gy yani 500 mGy üzeri daha riskli)                                                                       |

|                                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Konsepsiyon sonrası 17. - 25. haftalar<br>(Gebeliğin 19. - 27. haftaları<br>= Gebelik yaşı 18-26 hf) | >0,25 Gy<br>(>250 mGy) | Entellektüel kapasitede ciddi azalma                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Gebelik yaşından bağımsız                                                                            | >0,5 Gy<br>(>500 mGy)  | Gebe kadında akut radyasyon sendromu<br>Abortus, fetal kayıp, ölü doğum, fetal<br>büyüme kısıtlılığı riski artar<br>Organogenez döneminde (özellikle de<br>gebelik yaşı 4-6 hafta aralığında ise =<br>konsepsiyon sonrası 3. - 5. haftalar =<br>gebeliğin 5. - 7. haftaları) konjenital<br>anomali riski ciddi oranda artabilir<br>Konsepsiyon sonrası 8. - 15. haftalarda<br>ciddi nörolojik etkilenme ve mikrosefali<br>riski artar. |

Konsepsiyon sonrası ilk 2 hafta içerisinde 0,1-0,5 Gy (10-50 rad) arası dozlara maruziyet söz konusu ise; radyasyondan etkilenen gebeliklerin düşükle sonuçlanacağı, devam eden gebeliklerde teratojenik etkilerin görülmeyeceği kabul edilmektedir. Hatta 0,5 Gy üzerindeki dozlarda düşük riski artsa dahi aynı durum söz konusudur. Yani, gebelik yaşı 4 hafta altında olduğunda, radyasyonun teratojenik etkilerine ilişkin ‘ya hep ya hiç kuralı’nın geçerli olduğu söylenebilir (2,9).

Gebeliğin ilk üç ayında 0,1-0,5 Gy (10-50 rad) arası dozlara maruziyet fetal büyüme kısıtlılığına neden olabilir (9).

Organogenez dönemi 10. gebelik haftası itibarı ile sonlansa da, serebral yapılanma ve gelişim 24. haftaya kadar aktif olarak devam eder. Özellikle de 9-16 haftalık gebeliklerde 0,5 Gy üzerindeki radyasyon dozları ciddi nörolojik etkilenmeye yol açabilir (9). Hiroşima ve Nagazaki’de gebeliğin 9-16 haftalarında (konsepsiyon sonrası 8. - 15. haftalarda) 1 Gy üzerinde radyasyona maruz kalan fetuslarda %40, 17-26 hafta aralığında (konsepsiyon sonrası 16. - 25. haftalarda) maruz kalanlarda ise %15 oranında nörolojik sekel riski bildirilmiştir; 8. - 25. hafta aralığı haricinde mental problemler izlenmemiştir (8). İntrauterin yaşamın herhangi bir döneminde 0,1 Gy altında radyasyona maruz kalmış olan çocukların okul başarılarının belirgin olarak etkilenmediği görülmüştür (8).

Gebelikte 0,5 Gy üzerindeki akut radyasyon maruziyeti öncelikle gebe kadında akut radyasyon sendromuna yol açabilir. Düşük, fetal kayıp, ölü doğum, fetal büyüme kısıtlılığı riskini artırır. Onuncu gebelik haftasına kadar devam eden organogenez döneminde, özellikle de gebelik yaşı 4-6 hafta iken maruziyet olursa konjenital anomali riski ciddi oranda artabilir (9).

### Uzun Dönemde Kanser Riski:

Kanserler ile ilgili çok net bir bilgi yoktur. İntrauterin dönemde **0,01 Gy (10 mGy) veya eşdeğeri 0,01 Sv (10 mSv) üzerinde radyasyon** DNA hasarı oluşturarak, çocuklukta ya da erişkin çağda lösemi veya solid kanserlerin (mide, meme, üreme organları, kemik, yumuşak doku, cilt, tiroid bezi, böbrek, santral sinir sistemi kanserleri, lenfoma, v.b.) görülme riskini arttırabilir (11).

Fetusun 0,01 Gy (10 mGy) üzerinde radyasyona maruz kalması ile, yaklaşık 1/3000 olan lösemi riskinin 2 kat artabileceği bildirilmiştir (2,4). Japonya’da intrauterin hayatta atom bombasına maruz kalanlar ile bebeklikten 5 yaşa kadar olan dönemde maruz kalan çocuklar karşılaştırıldığında, ikinci grupta 50 yaşına kadar kanser görülme riskinin 10 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (11). Dolayısıyla prenatal radyasyon maruziyetinin, erken çocukluk çağındaki maruziyete kıyasla kanser açısından daha düşük risk taşıdığı söylenebilir.

### GÖRÜNTÜLEME TETKİKLERİ

Tanı amacıyla sıkça kullanılan görüntüleme tetkikleri esnasında embriyo veya fetusun maruz kaldığı tahmini radyasyon dozları Tablo III’te verilmiştir (4,10,12)

**Tanısal radyolojik tetkiklerde radyasyon dozu çoğu zaman 0,05 Gy (50 mGy) altında kalır; dolayısıyla gebelik üzerinde olumsuz etki beklenmez (4). Radyasyona maruz kalan embriyo/fetusta uzun dönem kanser riski konusunda ise net veriler yoktur.**

Tablo III: Görüntüleme tetkikleri sırasında embriyo veya fetusun maruz kaldığı tahmini radyasyon dozları (4,10,12)

| Tetkik                      |                                         | Maksimum tahmini fetal doz (mGy) |
|-----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|
| Düz radyografi              | Ekstremitte grafisi                     | <0,001                           |
|                             | İki yönlü akciğer grafisi               | 0,01                             |
|                             | Mamografi                               | 0,01                             |
|                             | Karın grafisi                           | 3                                |
|                             | Lumbar veya lumbosakral vertebral grafi | 10                               |
| Floroskopik radyografi      | Histerosalpingografi (HSG)              | 3,6                              |
|                             | İntravenöz pyelografi (İVP)             | 10                               |
|                             | Çift kontrastlı baryumlu kolon grafisi  | 20                               |
| Bilgisayarlı tomografi (BT) | Baş-boyun BT                            | 0,01                             |
|                             | Akciğer BT veya BT anjiyografi          | 0,66                             |
|                             | Abdominal BT                            | 35                               |

|                                    |                                                     |           |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------|
|                                    | <b>Pelvik BT</b>                                    | <b>50</b> |
| Nükleer tıp tetkikleri             | Düşük doz perfüzyon sintigrafisi                    | 0,5       |
|                                    | Tc-99m kemik sintigrafisi                           | 5         |
|                                    | Pulmoner dijital subtraksiyon anjiyografisi         | 0,5       |
| Pozitron emisyon tomografisi (PET) | <b><sup>18</sup>F PET/BT tüm vücut sintigrafisi</b> | <b>50</b> |

### **Tanısal Radyografi (X-ışını):**

Düz radyografi ve floroskopik radyografi olarak iki gruba ayrılabilir.

Düz radyografi: Düz radyografi ile alınan radyasyon miktarı genellikle embriyo ve fetus için ölümcül veya teratojenik olabilecek dozların çok altındadır. Emzirme dönemindeki anne için de herhangi bir risk oluşturmaz.

Floroskopi: Histerosalpingografi (HSG), intravenöz pyelografi (İVP), kolon grafisi, anjiyografi gibi bazı radyografilerin kontrastlı olarak ve floroskopi altında izlenerek çekilmesi gerekir. Floroskopi süresi ne kadar uzunsa ve çekilen radyografilerin sayısı ne kadar fazlaysa radyasyon miktarı da o kadar fazla olur. Örneğin, bir çalışmada HSG çekimi esnasında ortalama floroskopi süresinin 0,3 dakika ve ortalama grafi sayısının 3,2 olduğu bildirilmiş, bu durumda gonadların maruz kaldığı radyasyon miktarı yaklaşık 2,7 mGy olarak hesaplanmıştır (13). Ortalama bir HSG çekiminde uterusun maruz kalacağı radyasyon miktarı 10 mGy'in altındadır (14).

Gebe uterusu en yüksek miktarda radyasyona maruz bırakan tanısal radyografik tetkikler arasında, düz lumbar veya lumbosakral vertebral grafi (10 mGy), intravenöz pyelografi (10 mGy), çift kontrastlı baryumlu kolon grafisi (20 mGy) sayılabilir (4).

### **Bilgisayarlı Tomografi (BT):**

Uterus görüntüleme alanının içerisinde ise BT çekimi esnasında embriyo/fetusa ulaşan tahmini radyasyon dozu 10-50 mGy arasında değişebilir (7). Pelvik BT'de embriyo/fetusun maruz kaldığı radyasyon dozu en yüksektir. Kontrastlı BT'lerde sıklıkla iyot veya baryum içeren kontrast maddeler kullanılmaktadır. Bunlar enjeksiyon yoluyla veya oral yolla uygulanabilir. İntravenöz olarak verilen iyotlu kontrast maddeler en fazla 24 saat içerisinde tamamen vücuttan atılır (15).

Suda çözünen iyotlu kontrast maddeler plasentadan geçer ve amniyon sıvısı içerisinde birikebilir. Hayvan çalışmalarında teratojenik etkisi gösterilmemiştir (4). Ancak, teorik olarak fetusun tiroid bezi fonksiyonlarını etkileyebileceği düşünülebilir. Her ne kadar insan çalışmalarında bu yönde bir kanıt elde edilmemiş olsa da çok gerekli olmadıkça gebelikte kontrastlı BT'den kaçınılması daha uygun olur (4). Hatta mümkün olduğunca BT yerine MR tercih edilmelidir.

Emziren annelerde kontrast maddenin süte geçişi ve bebeğin gastrointestinal sisteminden emilimi oldukça düşüktür dolayısıyla BT kontrastlı olarak çekilse dahi emzirmeye devam edilebilir (4,15).

#### **Tanısal Nükleer Tıp Tetkikleri:**

Sıklıkla yapılan tanısal nükleer tıp tetkikleri arasında akciğer ventilasyon-perfüzyon sintigrafisi, kemik sintigrafisi, tiroid sintigrafisi ve böbrek sintigrafisi sayılabilir. Bu tetkikler görüntülemekten ziyade organ fonksiyonlarını ortaya koyar dolayısıyla farklı organlara ya da dokulara yönelik tetkiklerde farklı radyonüklitler kullanılabilir. Beyin, kemik, böbrek, kardiyovasküler sistem taramalarında ve akciğer ventilasyon-perfüzyon sintigrafisinde sıklıkla yarılanma ömrü kısa (6 saat kadar) olan Tc-99m (technetium-99m) kullanılır, dolayısıyla radyasyon dozu nispeten düşük olur (4). Gebelikte embriyo/fetusun maruz kaldığı radyasyon dozu genellikle 0,01 Gy (10 mGy)'in altındadır (4,16).

Tiroid sintigrafisinde genellikle radyoaktif iyot (iyot-131) kullanılır. Radyoaktif iyotun yarılanma ömrü yaklaşık 8 gündür; plasentadan geçer ve özellikle gebelik yaşı 10-12 hafta üzerinde olduğunda fetal tiroid bezinde birikir. Gebelikte tanısal ya da tedavi amaçlı radyoaktif iyotun kullanılması kontrendikedir (4,8). Gebelikte tiroid sintigrafisi gerekiyorsa, Tc-99m ile yapılabilir (4).

Emziren anneye tanısal nükleer tıp tetkiki yapıldığında genellikle belirli bir süre emzirmeye ara verilmesi önerilir; ancak, kullanılan radyonüklit, süte geçiş oranı, annenin böbrek fonksiyonları gibi değişken parametreler dikkate alınarak nükleer tıp uzmanı tarafından emzirmeye ilişkin bireyselleştirilmiş danışmanlık verilmesi daha uygun olur (4).

#### **Pozitron Emisyon Tomografisi (PET):**

Pozitron emisyon tomografisi tümöral bölgelerde radyonüklit tutulumunu gösterir (17). Genellikle bilgisayarlı tomografi ile birlikte yapılır (PET/BT) ve bu şekilde tümörün anatomik lokalizasyonuna ilişkin daha net bilgi verir (17). PET/BT çekimi esnasında radyoaktif madde olarak florodeoksiglukoz (<sup>18</sup>F-FDG) kullanılır (4,10,17). Gebelikte <sup>18</sup>F-FDG ile yapılan PET/BT çekiminde embriyo/fetusa ulaşan maksimum radyasyon dozu 50 mGy olarak tahmin edilmekteyse de güncel çalışmalar bu dozun daha düşük olabileceğini göstermektedir (4,10,17). Günümüzde gebelikte PET/BT yapılmasının uygun olmadığı görüşü hakimdir, ancak mutlak gerekli ise hastadan bilgilendirilmiş onam alınarak yapılabilir (2).

Emziren anneler PET-BT çekimi sonrasında bir süre emzirmeye ara vermelidir. <sup>18</sup>F-FDG kısmen süte geçer. Tetkik yapıldıktan sonra 2 saat kadar anne sütünün sağılarak atılması önerilir (18). Sonrasında emzirmeye devam edilebilir.

### **Ultrasonografi ve Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG):**

Gebelik ve emzirme döneminde görüntüleme tetkikleri olarak ultrasonografi ve MRG güvenli olarak kabul edilmektedir (4,19). Ancak yine de bu tetkikler tıbbi açıdan yarar sağlayacaksa yapılmalıdır.

Ultrasonografi ses dalgası ile çalışır. İyonize radyasyon yaymaz. Ultrasonografik tetkiklerde ALARA (as low as reasonably achievable) prensibine uyulmalı, inceleme süresi kısa tutulmalıdır. Darbeli dalga (pulsed wave) spektral Doppler, renkli akım (color flow) Doppler ve güç (power) Doppler ultrasonografi embriyo üzerinde termal hasar riski oluşturabileceğinden, erken gebelikte özellikle de darbeli dalga spektral Doppler tekniğinin kullanımından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır (20).

Gebelikte, MRG esnasında mutlak gerekmedikçe gadolinyum kontrast maddesi kullanımından kaçınılmalıdır. Gadolinyum suda çözünür bir madde olduğu için kan-beyin bariyerinden ve plasentadan geçebilir. Teorik olarak amniyon sıvısı içerisinde birikebilir. Bu nedenle gerekli durumlarda serbest formda değil bağlı formda kullanılmalıdır. Retrospektif çalışmalar gadolinyumlu kontrastlı MRG'nin fetal ve neonatal ölüm riskini arttırabileceğine dikkat çekmiş, ancak prospektif bir çalışmada ilk trimesterde gadolinyum maruziyeti sonrasında olumsuz perinatal veya neonatal sonuçlar ile karşılaşılmamıştır (21,22). MRG'de gadolinyum dışında süpermanyetik demir oksit partikülleri de kontrast madde olarak kullanılabilir, ancak gebelik ve emzirme döneminde kullanımına ilişkin hayvan ve insan çalışmaları yetersizdir (4). Emzirme döneminde kontrastlı MRG sonrasında emzirmeye devam edilmesinde sakınca yoktur (4,15).

Gebeyi iyonize radyasyona maruz bırakan çok sayıda görüntüleme tetkikleri yapılmış ise, fetusun aldığı radyasyon dozu radyasyon fizikçisi tarafından hesaplanmalı ve ona göre danışmanlık verilmelidir.

### **RADYOTERAPİ**

#### **Eksternal Radyoterapi**

Gebelik veya emzirme döneminde kanser insidansı 1/1000 civarında olup, en sık rastlanan kanserler arasında, meme kanseri, serviks kanseri, Hodgkin lenfoma, malign melanom ve lösemi sayılabilir (2,16). Genel olarak gebelikte radyoterapi verilmesi önerilmemektedir. Radyoterapi gereken durumlarda gebeliğin sonlandırılması veya tedavinin doğum sonrasına ertelenmesi tercih edilir. Aslında çoğu zaman, radyoterapi alanı pelvisten uzak olduğunda maruz kalınan radyasyon dozu 0,1 Gy'nin altında kalır (16). Dolayısıyla, mutlak gerekli olduğunda, pelvis dışındaki alanlara gebelikte radyoterapi uygulanabilir. Eksternal radyoterapi alan emziren anneler emzirmeye devam edebilir. Sadece meme kanserinde, radyoterapi uygulanan memenin emzirilmesi genellikle önerilmez. Bu durumda bebeğin radyasyona maruz kalması söz konusu değildir ancak tedavi altındaki memede hem sütün miktarı azalacağı ve içeriği farklılaşabileceği için hem de mastit riski açısından emzirme önerilmez (23).

## **Brakiterapi**

Brakiterapi veya internal radyoterapide, radyasyon kaynağı hedef alana yakın olacak şekilde geçici ya da kalıcı olarak vücudun belirli bir bölgesine yerleştirilir. Serviks ve endometrium kanseri tedavisinde brakiterapi için yerleştirilen implantlar genellikle geçici olup yüksek radyasyon hızına sahiptir ve implant çıkarılana kadar hastalar hastanede izole tutulur. Embriyo/fetusa ulaşan radyasyon dozu yüksek olacağı için gebelik varlığında pelvik bölgeye brakiterapi uygulanmaz (8). Emziren anneler de bu tedavi sırasında emzirmeye ara verir ve bebek ile temasta bulunmaz (8).

Pelvis dışı tümörlerin tedavisinde kullanılabilen kalıcı implantlar daha uzun sürede düşük enerjili radyasyon yayarlar (8). Hasta genellikle ev ortamında tedaviye devam eder. Bu tedavilerde gebelik varlığında embriyo/fetusa ulaşan doz bireysel olarak hesaplanmalı ve ona göre karar alınmalıdır. Radyoterapi uzmanının önerilerine göre emziren annelerin bebek ile teması minimum düzeyde tutulmalıdır (8).

## **RADYOAKTİF İYOT TEDAVİSİ**

Radyoaktif iyot (iyot-131) tedavisi gebelikte kontrendikedir (4,8). Özellikle gebelik yaşı 10-12 hafta üzerinde olduğunda, I-131 fetusun tiroid bezinde birikerek gama ışınları yaymaya devam eder ve bebe zarar verir.

Emziren anneye I-131 tedavisi uygulanacak ise emzirme sonlandırılmalıdır (8). Radyoaktif iyot tedavisini takiben bebeğin radyasyona maruz kalmaması açısından anne ile teması minimum düzeyde olmalıdır (8).

Radyoaktif iyot tedavisi uygulanan kadınlarda vücuttaki radyasyon miktarı 1 mGy altına düşene kadar gebe kalmamaları önerilir. Genellikle tedavi sonrası gebelik için en az 6 beklenmesi uygun olur (7).

## **SENTİNEL LENF NODU ÖRNEKLEMESİ**

Sentinel lenf nodu örneklemeğinde lenfatik haritalandırma için radyoaktif ilaç enjeksiyonu gerekir. Tc-99m veya metilen mavisi kullanılarak gebelikte örnekleme yapılabilir. Tc-99m (technetium-99m) kısa-ömürlü bir radyonüklit olduğu için radyasyon dozu düşüktür. Gebelikte embriyo/fetusun maruz kaldığı radyasyon dozu genellikle 0,01 Gy (10 mGy)'in altındadır (16).

## **ÖZET:**

-Gebelikte embriyo/fetusun **0,1 Gy (100 mGy)** altında radyasyona maruz kalması, gebelik kaybı ya da kanser harici etkiler açısından riskli olarak kabul edilmez ve gebelik terminasyonu için endikasyon oluşturmaz.

-Radyasyon, **10 mGy** üzerindeki dozlarda embriyo veya fetusta DNA hasarı oluşturarak uzun dönemde kanser riskini minimal arttırabilir.

-Konsepsiyon sonrası ilk 2 hafta içerisinde 0,1-1 Gy (10-100 rad) arası radyasyon dozları düşüğe neden olabilir. Ancak devam eden gebeliklerde teratojenik etki beklenmez ('ya hep ya hiç kuralı').

-Radyasyon, organogenez döneminde ve erken fetal dönemde en risklidir. Özellikle konsepsiyon sonrası 3. - 5. haftalarda konjenital anomali riski ciddi oranda artabilir. Konsepsiyon sonrası 8. - 15. haftalarda ciddi nörolojik etkilenme ve mikrosefali riski artar.

Üçüncü üç ayda risk en düşüktür.

- Gebelikte tanısal radyolojik görüntülemeler esnasında maruz kalınan radyasyon dozları genel olarak intrauterin kayıp, yapısal anomali veya mental problemler açısından bazal riskin daha üzerinde bir risk oluşturmaz.

- Gebelikte, tanısal radyolojik görüntülemeler anne ve embriyo/fetus için tıbbi yarar sağlayacak ise bilgilendirilmiş onam alınarak yapılmalıdır. Bilgilendirilmiş onam formu örneği aşağıda verilmiştir.

#### **TANISAL RADYOGRAFİ veya BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ için**

#### **Gebe veya gebelik olasılığı olan kadınlara yönelik BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU**

NCRP Report No:174'ten uyarlanmıştır (8).

**Size tanısal amaçlı radyolojik tetkik yapılacaktır. Bu tetkikten dolayı sizin vücudunuz ve bebeğiniz x-ışınına maruz kalacaktır. Bu ışının size yönelik ciddi bir riski yoktur. Bebeğinizde doğumsal anomali riskini arttırmaz. Öte yandan, kesin olmamakla birlikte, 10 mGy üzerindeki dozlar bebeğinizin ileri yaşlarında kanser olma riskini hafif düzeyde arttırabilir. Ancak, hekiminiz olası riskleri ve yararları tartarak, bu tetkikin yapılmasını sizin sağlığınız (ve bebeğinizin sağlığı) açısından gerekli görmüştür.**

**Bana yapılacak tetkikin gerekliliği ve riskleri anlatıldı. Doğacak bebeğim ile ilgili olası riskler anlatıldı. .... tetkikini yaptırmayı kabul ediyorum.**

**İMZA**

#### **KAYNAKLAR**

1. CDC. Radiation and your health: About ionizing radiation. Feb 19, 2024; <https://www.cdc.gov/radiation-health/about/ionizing-radiation.html>
2. Kumar R, De Jesus O. Radiation Effects on the Fetus. [Updated 2023 Aug 23]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564358/>
3. CDC. Radiation and your health: How to measure radiation and radioactivity. Feb 13, 2024; <https://www.cdc.gov/radiation-health/about/how-to-measure-radiation.html>

4. ACOG Committee Opinion No: 723. Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy and lactation (October 2017, Reaffirmed, 2021). *Obstet Gynecol* 2017; 130:e210-e216.
5. Bundesamt für Strahlenschutz. Ionising radiation: Limit values in radiation protection. [https://www.bfs.de/EN/topics/ion/radiation-protection/limit-values/limit-values\\_node.html](https://www.bfs.de/EN/topics/ion/radiation-protection/limit-values/limit-values_node.html)
6. Patel SJ, Reede DL, Katz DS, Subramaniam R, Amorosa JK. Imaging the pregnant patient for nonobstetric conditions: algorithms and radiation dose considerations. *Radiographics* 2007; 27:1705-1722.
7. International Commission on Radiological Protection. Pregnancy and medical radiation. ICRP Publication 84, Valentin J (Ed). *Ann ICRP* 2000; 30(1):1-43. [https://doi.org/10.1016/S0146-6453\(00\)00037-3](https://doi.org/10.1016/S0146-6453(00)00037-3)
8. NCRP Report No: 174. Preconception and Prenatal Radiation Exposure: Health Effects and Protective Guidance. Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements (May 24, 2013) NCRP, 2014.
9. CDC. Radiation Emergencies. Radiation and Pregnancy: Information for Clinicians. Jan 31, 2025; <https://www.cdc.gov/radiation-emergencies/hcp/clinical-guidance/pregnancy.html>
10. Tremblay E, Therasse E, Thomassin-Naggara I, Trop I. Quality initiatives: guidelines for use of medical imaging during pregnancy and lactation. *Radiographics* 2012; 32:897-911.
11. Preston DL, Cullings H, Suyama A, Funamoto S, Nishi N, Soda M, Mabuchi K, Kodama K, Kasagi F, Shore RE. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors exposed in utero or as young children. *J Natl Cancer Inst* 2008; 100:428-436.
12. Sulieman A, Theodorou K, Vlychou M, Topaltzikis T, Roundas C, Fezoulidis I, Kappas C. Radiation dose optimisation and risk estimation to patients and staff during hysterosalpingography. *Radiat Prot Dosimetry* 2008; 128:217-226.
13. Perisinakis K, Damilakis J, Grammatikakis J, Theocharopoulos N, Gourtsoyiannis N. Radiogenic risks from hysterosalpingography. *Eur Radiol* 2003; 13:1522-1528.
14. Kuo C-H, Lin H-C, Ming-Hao Chang. Outcome of inadvertently performed hysterosalpingography during early pregnancy - 7 year after birth. *Taiwan J Obstet Gynecol* 2008; 47:463-465.
15. Taşyürek T. Emziren annelerde kontrastlı görüntüleme. *acilci.net*. 5 Kasım 2020. <https://acilci.net/emziren-annelerde-kontrastli-goruntuleme/>
16. Kal HB, Struikmans H. Radiotherapy during pregnancy: fact and fiction. *The Lancet Oncology* 2005; 6:328-333.
17. Burton CS, Frey K, Fahey F, Kaminski MS, Brown RKJ, Pohlen JM, Shulkin BL. Fetal dose from PET and CT in pregnant patients. *J Nucl Med* 2023; 64:312-319.
18. International Atomic Energy Agency - IAEA. Radiation protection of pregnant women during PET/CT scanning. <https://www.iaea.org/resources/rpop/health-professionals/nuclear-medicine/pet-ct/pregnant-women>
19. Leyendecker JR, Gorengaut V, Brown JJ. MR imaging of maternal diseases of the abdomen and pelvis during pregnancy and the immediate postpartum period. *Radiographics* 2004; 24:1301-1316.
20. AIUM - The association for medical ultrasound. Prudent use and safety of diagnostic ultrasound in pregnancy. May 19, 2020. <https://www.aium.org/resources/official-statements/view/prudent-use-and-safety-of-diagnostic-ultrasound-in-pregnancy>
21. De Santis M, Straface G, Cavaliere AF, Carducci B, Caruso A. Gadolinium periconceptional exposure: pregnancy and neonatal outcome. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2007; 86:99-101.
22. Ray JG, Vermeulen MJ, Bharatha A, Montanera WJ, Park AL. Association between MRI exposure during pregnancy and fetal and childhood outcomes. *JAMA* 2016; 316:952-961.
23. Drugs and Lactation Database (LactMed®). Bethesda (MD): National Institute of Child Health and Human Development. 2006, Radiotherapy. (Updated 2024 Jun 15). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK501723/>