

2. Gebelikte Akciğer Radyolojik Görüntüleme Yöntemleri

Uzm. Dr. Eren ÖZGÜR, Uzm. Dr. Murat ÖZOĞUL

İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, İstanbul

ÖZET

Gebelikte maternal kardiyopulmoner sistemde meydana gelen fizyolojik ve anatomik değişiklikler, akut solunumsal patolojilerin tanısını güçleştirmekte ve radyolojik görüntülemeyi sıklıkla zorunlu kılmaktadır. Bu bölümde, gebe hastada akciğer görüntüleme yöntemleri kanıta dayalı kılavuzlar ışığında ele alınmış; iyonlaştırıcı radyasyonun deterministik ve stokastik etkileri, gestasyonel yaşa bağlı eşik dozlar ve fetal risk değerlendirmesi ayrıntılı olarak tartışılmıştır. Akciğer grafisi ve bilgisayarlı tomografinin (özellikle BT pulmoner anjiyografi) güvenlik sınırları, doz optimizasyon stratejileri ve 50 mGy eşik değeri temelinde değerlendirilmiştir. Pulmoner emboli şüphesinde BT pulmoner anjiyografi ile ventilasyon-perfüzyon sintigrafisi; maternal meme dozu, fetal doz ve tanısal doğruluk yönünden karşılaştırılmıştır. Radyasyon içermeyen akciğer ultrasonografisinin yatak başı tanısal değeri, iyotlu ve gadolinyum tabanlı kontrast maddelerin gebelik ve laktasyondaki güvenlik profili ile çalışan gebe sağlık personelinin mesleki korunması ele alınmıştır. Bölüm, multidisipliner klinik karar verme algoritmaları ve güncel literatürdeki tartışmalı noktalarla sonlandırılmıştır. Amaç, sahada çalışan hekimlere gebelerde akut pulmoner patolojilerin yönetiminde hem fetal güvenliği gözetken hem de tanısal gecikmeyi önleyen pratik bir yaklaşım sunmaktır.

I. GİRİŞ

Gebelikte maternal kardiyovasküler ve pulmoner sistemlerde meydana gelen fizyolojik ve anatomik değişiklikler, solunum sistemi patolojilerinin hem kliniğini değiştirmekte hem de tanı süreçlerini karmaşık hale getirmektedir (1,2). Akut dispne, göğüs ağrısı, öksürük ve ateş gibi semptomlarla başvuran gebe hastalarda plevral efüzyon, pnömoni, atelektazi ve preeklampsiye bağlı gelişen akut pulmoner ödem ve pulmoner emboli (PE) gibi hayati risk taşıyan patolojilerin hızlı ve doğru bir şekilde teşhis edilmesi kritik öneme sahiptir (3). Ancak tanısal süreçlerde kullanılan iyonlaştırıcı radyasyon ve kontrast maddelerin fetüs üzerindeki potansiyel teratojenik, mutajenik ve onkojenik etkileri klinisyenler ve hastalar arasında

ciddi bir endişe kaynağı oluşturmaktadır (4). Gebelikte solunum şikayeti olan hastaların yönetiminde temel ilke, maternal sağlığı korurken fetal maruziyeti en düşük düzeyde (ALARA - As Low As Reasonably Achievable) tutmaktır (5). Gecikmiş bir tanı veya tedavi edilmemiş bir maternal pulmoner patoloji, fetüs için tanısal görüntülemenin getireceği teorik risklerden çok daha büyük bir tehdit oluşturmaktadır (5).

II. İYONLAŞTIRICI RADYASYONUN FETAL BİYOFİZİKSEL ETKİLERİ VE EŞİK DEĞERLERİ

İyonlaştırıcı radyasyonun canlı dokular üzerindeki etkileri deterministik (eşikli) ve stokastik (eşiksiz) olmak üzere iki ana sınıfta incelenmektedir (6). Deterministik etkiler, belirli bir doz eşiği aşıldığında ortaya çıkan hücre ölümüne bağlı yapısal ve fonk-

siyonel hasarları temsil eder (2). Gebelik sürecinde gözlenebilecek başlıca deterministik etkiler arasında embriyonik ölüm, organ malformasyonları, ciddi zihinsel gerilik, mikrosefali ve fetal büyüme kısıtlılığı yer almaktadır (7,8).

Uluslararası kabul görmüş kılavuzlar [ACOG (American College of Obstetricians and Gynecologists), ACR (American College of Radiology), NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurements) ve CDC (Centers for Disease Control and Prevention)], gebelik boyunca maruz kalınan kümülatif fetal radyasyon dozunun 50 mGy altında olduğu durumlarda fetal anomali veya gebelik kaybı riskinde klinik olarak anlamlı bir artış olmadığını bildirmektedir (9,10). Radyasyona karşı duyarlılık, maruz kalınan dönemdeki gestasyonel yaş ile doğrudan ilişkilidir ve şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

1. Pre-implantasyon dönemi (döllenmeden sonraki 0-2. hafta): Bu evrede ve 50-100 mGy üzerindeki dozlarda “ya hep ya hiç” (all-or-none) etkisi geçerlidir; radyasyon ya embriyonun ya tamamen kaybına (spontan abortus) yol açar ya da embriyo hiçbir yapısal hasar almadan gelişimine normal bir şekilde devam eder (7).

2. Organogenez dönemi (döllenmeden sonraki 3-8. hafta/gestasyonel 5-10. hafta): Fetal organların şekillendiği bu duyarlı evrede, 100 mGy üzerindeki dozlarda konjenital malformasyon riski artmaktadır (7). Ciddi organ anomalilerinin ortaya çıkması için gözlemsel çalışmalarda belirlenen asgari eşik doz ise 150 mGy’dir (3).

3. Erken fetal dönem (döllenmeden sonraki 8-15. hafta/gestasyonel 11-17. hafta): Fetal merkezi sinir sisteminin (MSS) radyasyona karşı en hassas olduğu kritik penceredir (9). Bu dönemde 100 mGy üzerindeki maruziyetler mikrosefali ve ciddi zihinsel gerilik riski taşıırken, her 1000 mGy maruziyet başına yaklaşık 25 puanlık bir IQ kaybı öngörülmektedir (9). 16-25. haftalar arasında MSS duyarlılığı azalarak devam eder ve 25. haftadan sonra fetüs deterministik etkilere karşı oldukça dirençli hale gelir (2).

Stokastik etkiler ise bir eşik doza sahip değildir ve hücre düzeyindeki DNA hasarlarının tetiklediği karinogenez (kanseri gelişimi) riskini kapsar (4). Düşük dozlu radyasyonun bile çocukluk çağı kanseri riskini artırabileceğini savunan lineer eşiksiz model (LNT) doğrultusunda, gebelikte gereksiz her türlü iyonlaştırıcı radyasyondan kaçınılmalıdır (2). Yenidoğanda kanser gelişmesi için ömür boyu atfedilen risk (lifetime attributable risk) bebek için her 10 mGy (1 Rad)

doz başına %0.4 olarak tahmin edilmektedir (2). Örneğin; belirli düzeyde bir fetal maruziyet, çocukluk çağı lösemi riskini arka plan hızı olan 10.000’de 3.6’dan 10.000’de 5’e yükseltebilmektedir (10). Klinik karar verme sürecinde bu risklerin net anlaşılması için doğal arka plan riskleri ile karşılaştırma yapılması önerilmektedir (11).

Tablo 1’de iyonlaştırıcı radyasyonun gestasyonel yaşa bağlı etkileri, eşik dozları ve klinik yansımaları özetlenmiştir; Şekil 1’de aynı konu şematik diyagram olarak gösterilmiştir.

Genel popülasyonda spontan abortus, majör malformasyon, zihinsel gerilik ve çocukluk çağı malignitesi arka plan riski her 1000 canlı doğumda yaklaşık 286’dır (11). Bu oran genel popülasyonda gebeliğin başından çocukluk çağına kadar doğal olarak (radyasyondan bağımsız) karşılaşılabilen toplam temel riski ifade eder. Yani;

1. Spontan abortus (düşük): Yaklaşık %15-20 (Klinik olarak tanınan gebeliklerde)

2. Majör malformasyon (büyük yapısal anomali): Yaklaşık %2-3

3. Zihinsel gerilik (ciddi mental retardasyon): Yaklaşık %1

4. Çocukluk çağı maligniteleri (kanseri/lösemi): Yaklaşık %0.2-0.3

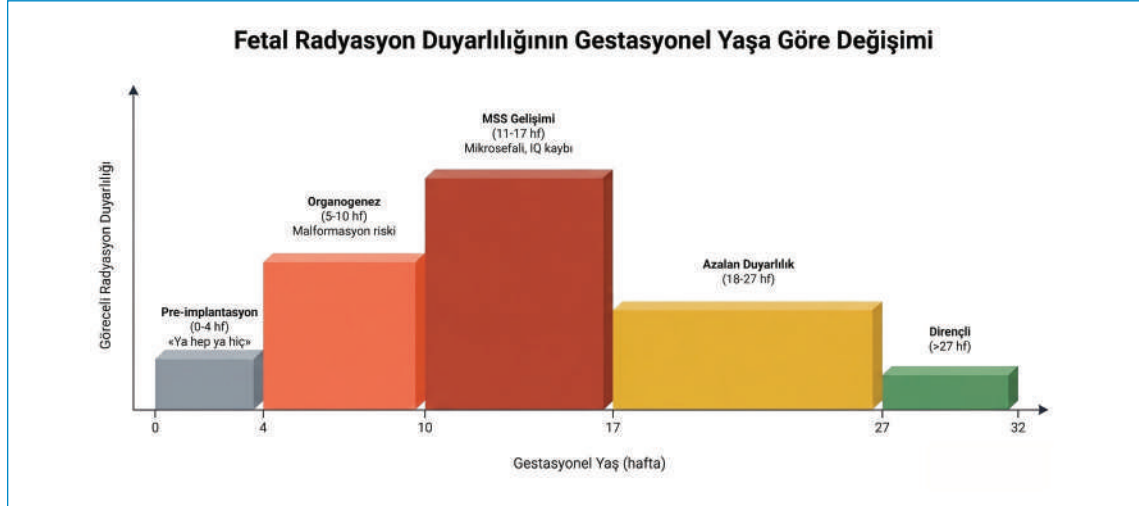
Fetüsün 5 mGy (0.50 Rad) radyasyona maruz kalması bu riske her 1000 doğumda yalnızca 0.17 ek vaka (yaklaşık 6000 doğumda bir ek vaka) eklemektedir (11). Gonadlar iyonlaştırıcı radyasyona duyarlı olsa da kalıcı kısırlık (sterilite) eşiği erkeklerde 3500-6000 mGy, kadınlarda ise 2500-6000 mGy seviyesinde olduğundan tanınal işlemler bu sınırlara yaklaşamaz (9).

III. AKCİĞER GRAFİSİ VE BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ-GÜVENLİK SINIRLARI VE DOZ OPTİMİZASYONU

Solunum şikâyeti olan gebe hastanın radyolojik değerlendirilmesinde ilk basamak, iki yönlü (Posteroanterior ve Lateral) akciğer grafisidir (12). Akciğer grafisinde birincil röntgen ışını demeti doğrudan pelvis dışına yönlendirildiği için fetüsün maruz kaldığı doz yalnızca anne dokularından saçılan (scatter) radyasyondan kaynaklanır (Şekil 2) (13). Standart iki yönlü akciğer grafisinde fetüsün aldığı yaklaşık doz 0.0005 mGy ile 0.01 mGy arasındadır (8). Bu doz, gebelik süresince doğadan alınan dokuz aylık arka plan radyasyonunun (1 mGy) yüzde biri düzeyindedir ve bir günlük doğal çevresel maruziyete eşdeğerdir (13).

Tablo 1. Gestasyonel yaşa göre iyonlaştırıcı radyasyon maruziyetinin fetal etkileri, eşik doz aralıkları ve klinik risk değerlendirmesi (2,3,7,9 no'lu kaynaklardan derlenmiştir).

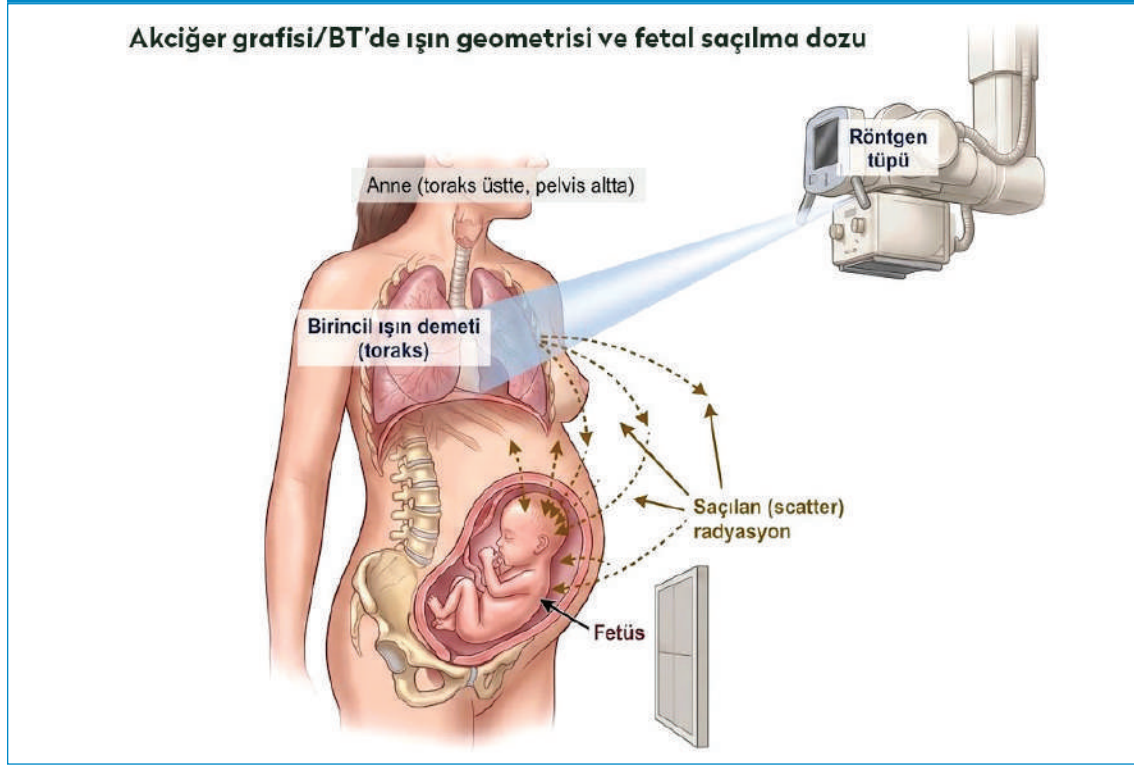
Gestasyonel Yaş	Döllenme Yaşı	Fetal Doz < 50 mGy	Fetal Doz 50–100 mGy	Fetal Doz > 100 mGy	Klinik Risk Değerlendirmesi
0-2 Hafta	İmplantasyon Öncesi	Risk yok	Ya hep ya hiç etkisi	Olası spontan abortus veya embriyonik ölüm	Eşik değer altında kalan dozlar gebeliğin gidişatını etkilemez.
3-4 Hafta	1-2 Hafta	Risk yok	Klinik olarak belirsiz / hafif risk	Olası spontan abortus veya erken gelişim duraklaması	Organogenez öncesi erken duyarlılık dönemi.
5-10 Hafta	3-8 Hafta	Risk yok	Klinik olarak tespit edilemeyen hafif etkiler	Doza bağlı artan konjenital organ malformasyonları	Organogenez dönemi; 150 mGy üzeri belirgin anomali artışı.
11-17 Hafta	9-15 Hafta	Risk yok	Hafif bilişsel etkiler olası	Mikrosefali ve zihinsel gerilik riski	Merkezi sinir sistemi gelişiminin en hassas olduğu dönemdir.
18-27 Hafta	16-25 Hafta	Risk yok	Risk yok	Yüksek dozlarda sınırlı IQ defisitleri	Azalmış MSS duyarlılığı; 250 mGy ve üzerinde düşük risk.
> 27 Hafta	> 25 Hafta	Risk yok	Risk yok	Tanısız dozlarda klinik etki beklenmez	Fetüs deterministik etkilere karşı dirençlidir; kalıcı kısırlık riski yoktur.

Şekil 1. Fetal radyasyon duyarlılığının gestasyonel yaşa göre değişimi: pre-implantasyon döneminde “ya hep ya hiç” etkisi geçerliyken, organogenez (5-10. hafta) döneminde malformasyon riski artar ve 11-17. haftalarda merkezi sinir sistemi en yüksek duyarlılığa ulaşır; 27. haftadan sonra fetüs deterministik etkilere karşı dirençli hale gelir (2,3,7,9 no'lu kaynaklardan derlenerek hazırlanmıştır).

Amerikan Aile Hekimliği Akademisi ve ACOG, gerekli durumlarda akciğer grafisinin çekilmesinden kaçınılması gerektiğini vurgulamaktadır (8,11). Ancak fetal saçılma dozu, gebeliğin ilerlemesiyle artan maternal kalınlığa (gestasyonel yaş ve obezite) bağlı olarak hafif bir artış gösterebilir (13).

Daha ileri parankimal ve vasküler detay gerektiren durumlarda bilgisayarlı tomografi (BT) devreye girmektedir (2). Toraks BT ve BT pulmoner anjiyografi (BTPA) çekimlerinde de fetal alan doğrudan birincil ışın demetinin dışında kaldığı için fetal absorbe doz 0.01-0.66 mGy gibi oldukça güvenli sınırlarda

Şekil 2. Akciğer grafisi ve bilgisayarlı tomografide ışın geometrisi: birincil röntgen ışını demeti toraksa yönlendirildiği için pelvis dışında kalır ve fetüse yalnızca anne dokularından kaynaklanan saçılan (scatter) radyasyon ulaşır. (13 no'lu kaynaktan derlenerek çizilmiştir).



Tablo 2. Gebelikte akciğer grafisi, toraks bilgisayarlı tomografisi ve ilişkili radyolojik incelemelerde tahmini fetal doz aralıkları, 50 mGy güvenlik eşiğiyle karşılaştırma ve klinik tercih öncelikleri (8,13,14,15 no'lu kaynaklardan derlenmiştir).

Tetkik Türü	Yaklaşık Fetal Doz (mGy)	50 mGy Eşiğinin Aşılması İçin Gereken Tetkik Sayısı	Klinik Tercih Önceliği
İki Yönlü Akciğer Grafisi	0.0005-0.01	> 5,000	1. Basamak Tanısal Tercih (Güvenli, hızlı, düşük maliyetli)
Toraks BT/CTPA	0.01-0.66	> 75	Vasküler/Parankimal Şüphelerde Öncelikli (Yüksek tanısal güç)
Kafatası ve Boyun Grafisi	< 0.01	> 5,000	İhtiyaç halinde güvenle çekilebilir.
Ekstremitte Grafileri	< 0.001	> 50,000	Güvenli; doğrudan fetal maruziyet yoktur.
Abdominal Grafi (Tek Yön)	0.1-3.0	16-500	Sadece acil cerrahi veya travma şüphesinde endikedir.
Abdomen/Pelvis BT	10.0-34.0	1-5	Mutlak gerekçelendirme gerektirir; MRG/USG sonrasında bırakılmalıdır.

kalmaktadır (14,15). BT incelemelerinde radyasyon maruziyetini minimize etmek için teknik parametrelerin optimizasyonu zorunludur (16). Bu doğrultuda, masanın daha hızlı ilerlediği geniş hatveli (wide pitch) taramalar, dar kolimasyon (narrow collimation), otomatik tüp akımı (AEC) kullanılmalı ve çok fazlı (multiphasic) protokoller yerine tek fazlı (single-

phase) kontrast geçişi tercih edilmelidir (14). Gelişmiş dedektör teknolojileri, iteratif rekonstrüksiyon algoritmaları ve yapay zekâ tabanlı gürültü azaltma sistemleri sayesinde görüntü kalitesinden ödün vermeden ultra-düşük dozlarda tanısal çekimler gerçekleştirilebilir (17).

Akciğer radyolojisi ve ilişkili abdominal/pelvik radyolojik incelemelerin fetal doz aralıkları ve bunların 50 mGy güvenlik eşiğiyle karşılaştırılması Tablo 2'de özetlenmiştir:

IV. GEBELİKTE KURŞUN KALKAN VE KORUYUCU ÖNLÜK KULLANIMINA GÜNCEL YAKLAŞIM

On yıllardır radyoloji pratiğinde, torasik ve ekstremiteler röntgen çekimleri sırasında gebe hastaların uterus bölgesini korumak için kurşun önlük, yelek veya kalkan yerleştirilmesi standart bir güvenlik önlemi olarak kabul edilmekteydi (11,13). Ancak güncel uluslararası radyasyon güvenliği otoriteleri ve Türk Radyoloji Seminerleri (2025) kılavuzları, gebelikte kontak kurşun kalkan ve koruyucu yelek kullanımının durdurulmasını önermektedir (4). Bu köklü paradigma değişiminin altında yatan biyofiziksel gerekçeler şu şekilde özetlenmekte ve Şekil 3'te şematize edilmektedir:

1. Otomatik Işınlama Kontrolü (AEC) ile Etkileşim

Modern BT ve röntgen sistemleri, hastanın anatomik yapısına göre dozu otomatik ayarlayan AEC mekanizmaları ile donatılmıştır (4). Koruyucu kalkanın yüksek yoğunluklu metalik yapısı AEC sensörleri tarafından algılandığında, cihaz bunu aşılması gereken yoğun bir doku engeli olarak yorumlamakta; tüp akımını (mAs) ve radyasyon dozunu otomatik olarak maksimum seviyeye yükseltmektedir (4).

2. Görüntü Tekrarı ve Tanısal Kayıplar

Kalkanın çekim esnasında kayması veya yanlış konumlandırılması, tanı açısından kritik anatomik bölgeleri örtebilir ya da saçılma artefaktları oluşturabilir (4).

3. İçsel Saçılma Radyasyonunun Engellenememesi

Fetal dozun neredeyse tamamı anne vücudu içindeki saçılan radyasyondan kaynaklanır; dışarıdan yerleştirilen kurşun önlük bu saçılmayı engelleyemez (4,13).

4. Yanıltıcı Güven Hissi

Koruyucu aprona güvenmek, asıl etkili yöntemler olan kolimasyon, doğru pozisyonlama ve doz optimizasyonunun önemini azaltabilir (4).

V. GEBELİKTE DERİN VEN TROMBOZU TANI VE YÖNETİM REHBERİ

Gebelikte Derin Ven Trombozu (DVT) şüphesi, anne ve bebek sağlığı açısından acil ve dikkatle yönetilmesi gereken bir durumdur. Gebeliğin getirdiği fizyolojik değişiklikler (kanın pıhtılaşma eğiliminin artması, venöz staz ve büyüyen uterusun ana toplardamarlara baskı yapması) DVT riskini gebe olmayanlara göre dört-beş kat artırır (1,18). Hamilelik dönemindeki venöz tromboemboli (VTE) vakalarının yaklaşık %75-80'i DVT kaynaklıdır (18).

DVT şüphesiyle başvuran bir gebede izlenen klinik ve tanısal yaklaşım şu şekildedir:

1. Gebeliğe Özgü Anatomik Özellik (Sol Bacak Eğilimi)

Gebelikte DVT'nin en dikkat çekici özelliklerinden biri, vakaların çok büyük bir kısmının (%75 ila %96 oranında) sol alt ekstremitede ortaya çıkmasıdır (19). Bunun anatomik nedeni, sağ iliak arterin sol ana iliak veni çaprazlarken damara baskı yapması ve

Şekil 3. Gebelikte kurşun kalkan kullanımının terk edilme gerekçeleri (4 no'lu kaynaktan derlenmiştir).



büyüyen uterusun yarattığı ekstra kitle etkisidir (18). Ayrıca, gebelikte iliyak venlerde pıhtı oluşma insidansı genel popülasyona göre daha yüksektir (20).

2. İlk Tercih Edilen Tanı Yöntemi: Kompresyon Ultrasonografisi (KUSG)

Bacakta tek taraflı ağrı, şişlik veya ödem gibi DVT şüphesi uyandıran belirtiler varsa, ilk ve en güvenilir görüntüleme yöntemi alt ekstremitte kompresyon ultrasonografisidir (Doppler USG) (20).

1. İyonlaştırıcı radyasyon içermediği için anne ve fetus açısından güvenli kabul edilir (20).
2. DVT tespitindeki duyarlılığı %94 gibi yüksek bir orandadır (19).
3. Gebelikte pelvik bölgede pıhtı oluşma riski yüksek olduğundan, ultrason incelemesi sadece bacakla sınırlı kalmamalı, mutlaka iliyak venleri de kapsayacak şekilde yukarıya doğru genişletilmelidir (18).

3. Ultrason Sonucuna Göre Yönetim

a. Ultrason pozitifse (DVT saptanırsa): Hastaya DVT tanısı kesin olarak konur ve pulmoner emboli (PE) şüphesi olsa dahi başka bir radyolojik görüntülemeye (Bilgisayarlı Tomografi vb.) gerek kalmadan doğrudan antikoagülan tedaviye başlanır (21). Tedavide öncelikle düşük molekül ağırlıklı Heparin (DMAH) tercih edilir ve bu tedavi en az üç ay, ayrıca doğumdan sonra da en az altı hafta sürecek şekilde planlanır (1).

b. Ultrason negatifse: Ultrasonografi normal çıkmasına rağmen klinik şüphe devam ediyorsa, ultrasonun bir hafta sonra tekrarlanması (seri ultrasonografi) önerilir (18,19). Çünkü derin ven trombozlarının %90'ından fazlası kruris venlerinden başlar ve tedavisiz kalırsa ilk bir hafta içinde proksimal (üst) venlere yayılım gösterebilir. Eğer hastada nefes darlığı, göğüs ağrısı gibi eş zamanlı pulmoner emboli belirtileri varsa ve bacak ultrasonu negatif geldiyse, PE'yi dışlamak için göğüs grafisi ve ardından Akciğer Sintigrafisi (V/Q) veya Tomografi (BTPA) gibi ileri göğüs görüntülemelerine geçilir (19).

4. Alternatif Yöntem: Manyetik Rezonans (MR) Venografi

Özellikle ultrasonografinin anatomik olarak zor ulaştığı kasık/karın içi pelvik venlerdeki DVT şüphesi çok yüksekse ve ultrasonda sonuç alınamadıysa, iyonizan radyasyon içermeyen MR venografi (tercihen gadolinium kontrast maddesi kullanılmadan) pelvik ven

trombozlarını tespit etmede alternatif yöntemlerden biridir (12).

VI. PULMONER EMBOLİ TANISINDA BTPA VE VENTİLASYON-PERFÜZYON (V/Q) SİNTİGRAFİSİ İKİLEMİ

Pulmoner emboli, gebelikte anne ölümlerinin %2 ila %14'ünden sorumlu olan ve acil tanı konulması gereken kardiyovasküler bir acildir (14). Serum D-dimer seviyelerinin gebeliğin ilerleyen dönemlerinde fizyolojik olarak yükselmesi ve hamilelikte klinik olarak doğrulanmış negatif prediktif değerinin net olmaması, bu testin dışlama aracı olarak kullanımını sınırlandırmakta ve doğrudan pulmoner vasküler görüntülemeyi zorunlu kılmaktadır (8). PE şüphesinde en sık kullanılan iki yöntem BT Pulmoner Anjiyografi (BTPA) ve Ventilasyon-Perfüzyon (V/Q) akciğer sintigrafisidir (14). Her iki yöntemin de kendine özgü avantajları ve risk profilleri bulunmaktadır (22).

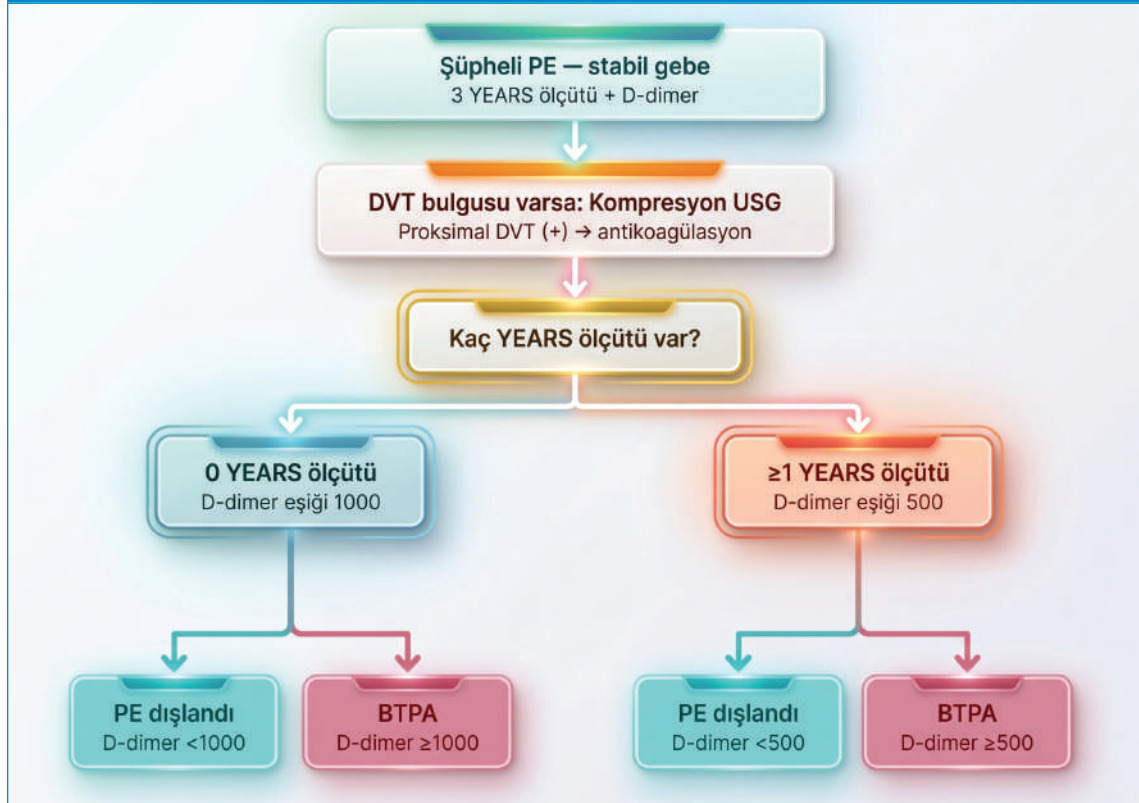
VII. GEBELİK DÖNEMİNDE YEARS ALGORİTMASI VE PULMONER EMBOLİ TANISI

Gebede PE tanısı nispeten zordur. Çünkü dispne, taşikardi, göğüs ağrısı ve hafif hipoksemi gibi bulgular normal gebelikte de görülebildiğinden, klinik tablo tek başına PE'yi ne dışlar ne de doğrular. Buna karşılık her şüpheli olguda doğrudan toraks görüntülemesine geçmek, fetusu ve anneyi gereksiz radyasyona maruz bırakır. Bu ikilemi çözmek için klinik olasılık, D-dimer, alt ekstremitte kompresyon ultrasonografisi (KUSG) ve gerektiğinde görüntülemeyi birleştiren basamaklı algoritmalar geliştirilmiştir (23).

YEARS algoritması üç klinik ölçütü D-dimer ile birlikte değerlendirir: DVT lehine bulgu, hemoptizi ve PE'nin en olası tanı olması. Gebeliğe uyarlanmış biçimde, ölçütlerden hiçbirisi yoksa D-dimer 1000 ng/mL'nin altındaysa PE dışlanır; en az bir ölçüt varsa eşik 500 ng/mL'ye iner (15). Böylece gebelikte fizyolojik olarak yükselen D-dimer tümüyle terk edilmek yerine klinik olasılığa göre yorumlanır.

Algoritmanın bir başka basamağı, DVT semptomu olan hastalarda öncelikle KUSG yapılmasıdır. Proksimal DVT saptanırsa, ek toraks görüntülemesine gerek kalmadan antikoagülan tedavi başlanır. KUSG negatifse ya da DVT semptomu yoksa YEARS ölçütleri ve D-dimer ile değerlendirme sürdürülür; PE dışlanamayan hastalarda bilgisayarlı tomografi pulmoner anjiyografi (BTPA) veya ventilasyon/perfüzyon sintigrafisine geçilir (24,25). Gebeliğe uyarlanmış YEARS algoritmasının tanısal karar akışı Şekil 4'te özetlenmiştir.

Şekil 4. Gebeliğe uyarlanmış YEARS algoritmasının tanısal karar akış şeması (15 no'lu kaynaktan derlenmiştir).



Bu yaklaşımın temel kazanımı, düşük riskli gebelerde gereksiz görüntülemeyi azaltmasıdır. Prospektif AR-TEMIS çalışmasında algoritma PE'yi her trimesterde güvenle dışlamış ve BTPA gereksinimini düşürmüştür. BTPA'dan kaçınma oranı birinci trimesterde en yüksek, üçüncü trimesterde en düşük bulunmuştur; bunun nedeni D-dimer düzeylerinin gebelik ilerledikçe yükselmesidir (15). Righini ve arkadaşlarının çalışması da benzer basamaklı yaklaşımın gebelerde PE'yi güvenle dışlayabildiğini doğrulamıştır (24).

Önemli bir sınır, YEARS algoritmasının yalnızca hemodinamik olarak stabil hastalar için geçerli olmasıdır. Hemodinamik instabilite, masif PE şüphesi, belirgin hipoksemi, senkop veya sağ ventrikül yüklenmesi bulguları varlığında tanı geciktirilmemelidir; acil ekokardiyografi, BTPA ve ampirik antikoagülasyon hızla değerlendirilmelidir (23).

1. Pulmoner Emboli Tanısındaki Maternal Meme Radyasyon Dozu Ve Onkojenik Riskler

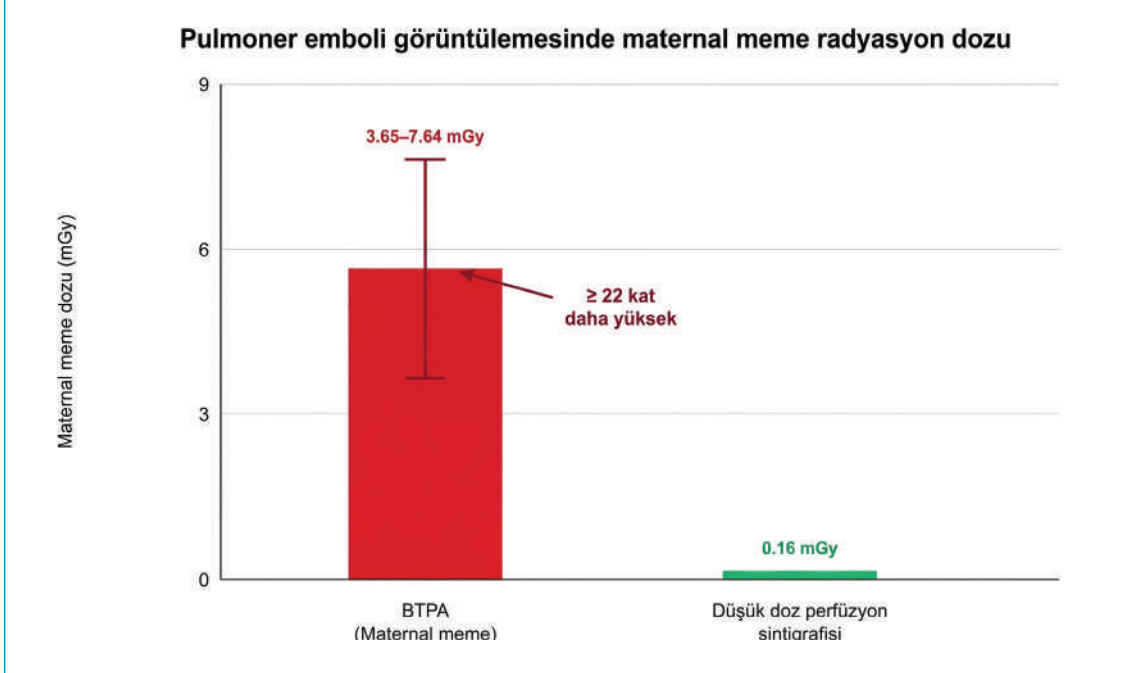
Gebelikte ve laktasyon sürecinde maternal meme dokusu, lobuloalveolar proliferasyon ve yüksek mitotik aktivite nedeniyle radyasyona karşı maksimum düzeyde hassastır (12). BTPA çekimleri

sırasında maternal meme dokusu doğrudan X-ışınına maruz kalır ve 3.65-7.64 mGy arasında yüksek bir radyasyon dozuna maruz kalır (22). Buna karşılık, ventilasyon-perfüzyon sintigrafisinde (özellikle yalnızca perfüzyon fazının uygulandığı ve dozun %25 oranında düşürüldüğü düşük doz perfüzyon sintigrafisi protokollerinde) maternal meme dozu sadece 0.16 mGy civarındadır (22). BTPA'nın anne memesine yüklediği doz, düşük doz perfüzyon sintigrafisinden en az 22 kat daha fazladır. Bu fark Şekil 5'te karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Bu biyofiziksel gerçeklik nedeniyle, akciğer grafisi tamamen normal olan gebe hastalarda, maternal meme dokusunu korumak ve uzun dönem meme kanseri riskini minimize etmek adına V/Q sintigrafisi (veya öncelikli perfüzyon taraması) ilk tercih olmalıdır (22).

2. Pulmoner Emboli Görüntülemesinde Fetal Radyasyon Dozu ve Kontrast Madde Maruziyeti

Fetal radyasyon dozu açısından incelendiğinde, standart BTPA protokollerinde fetüsün aldığı doz (0.01-0.66 mGy), standart V/Q sintigrafisine göre (0.1-1 mGy) biraz daha düşüktür (2,8,13,14,15). Düşük doz perfüzyon sintigrafisinde ise fetal doz 0.02 mGy dü-

Şekil 5. Pulmoner emboli görüntülemesinde maternal meme radyasyon dozunun karşılaştırması: BT pulmoner anjiyografi (BTPA) maternal meme dokusuna 3.65-7.64 mGy doz verirken, düşük doz perfüzyon sintigrafisinde bu doz yalnızca 0.16 mGy düzeyindedir (≥ 22 kat fark) (22 no'lu kaynaktan derlenmiştir).



zeyine kadar indirilebilmektedir (22). Her iki yöntemde de ulaşılan fetal dozlar 50 mGy'lık zarar sınırının yüzlerce kat altında olup fetal açıdan son derece güvenlidir (8). Sintigrafi sonrasında mesanede biriken radyoaktif teknesyum-99m (^{99m}Tc) türevlerinin fetüse yakınlığını azaltmak adına hastaya bol hidrasyon sağlanması ve sık idrara çıkması önerilmektedir (15). BTPA'nın bir diğer dezavantajı ise fetal tiroid fonksiyonlarını etkileyebilecek intravenöz iyotlu kontrast madde kullanımını gerektirmesidir (14).

3. Tanısal Doğruluk ve Teknik Sınırlılıklar

Hem BTPA hem de V/Q sintigrafisi gebe popülasyonda %100'e yakın negatif prediktif değer sunar (14). Ancak gebelikte artan kalp debisi, plazma hacmi genişlemesi ve hemodilüsyon, BTPA'da kontrast maddenin hızla seyreltilmesine yol açarak tetkikin tanısal yetersizlik (non-diagnostic) oranını %12 seviyelerine çıkarabilmektedir; bu oran V/Q sintigrafisinde %14'tür (14). Akciğer grafisinde parankimal infiltrasyon, efüzyon veya ateletaksi gibi yapısal anormalliklerin varlığında V/Q sintigrafisi yüksek oranda uyumsuz/belirsiz sonuçlanacaktır (14,15). Bu nedenle, akciğer grafisi anormal olan gebelerde pulmoner emboli araştırmasında doğrudan BTPA tercih edilmelidir (13).

VIII. AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ (AUS)

Akcığer ultrasonografisi (AUS), radyasyon içermeyen, yatak başında uygulanabilen ve tekrarlanabilir bir yöntem olması nedeniyle gebelerde pulmoner patolojilerin değerlendirilmesinde önemli bir tanısal araçtır (26,27). Özellikle pnömoni, plevral efüzyon ve pulmoner ödemin saptanmasında, ayrıca tedaviye yanıtın izlenmesinde güvenli ve pratik bir görüntüleme seçeneği sunar (27).

1. Ultrasonografik İnceleme Tekniği ve Biyofiziksel Sınırlar

İncelemelerde genellikle iki farklı prob tipi kombine edilerek kullanılır (27):

a. Konveks Prob (3.5-5 MHz): Geniş tarama açısı ve derin doku penetrasyonu sayesinde plevral efüzyonların miktarının belirlenmesinde ve derin lobar konsolidasyonların taranmasında etkilidir (28).

b. Lineer Prob (7.5-10.0 MHz): Yüksek frekanslı yapısı ile plevral çizginin kalınlığı, düzensizlikleri, mikro-konsolidasyonlar ve fokal interstisyel sendromların detaylı incelenmesini sağlar (27).

Ultrason dalgalarının doku üzerindeki termal etkileri göz önünde bulundurulmalıdır (3). Özellikle renkli veya spektral akım Doppler modlarının kullanımı,

incelenen alanda teorik olarak doku sıcaklığını 2°C (3.6°F) kadar artırabileceğinden, özellikle erken gebelikte bu modların kullanımı oldukça sınırlı ve dikkatli olmalıdır (3). Taramalar transvers ve longitudinal planlarda, toraks duvarının her iki yanında sistematik olarak yürütülür (28).

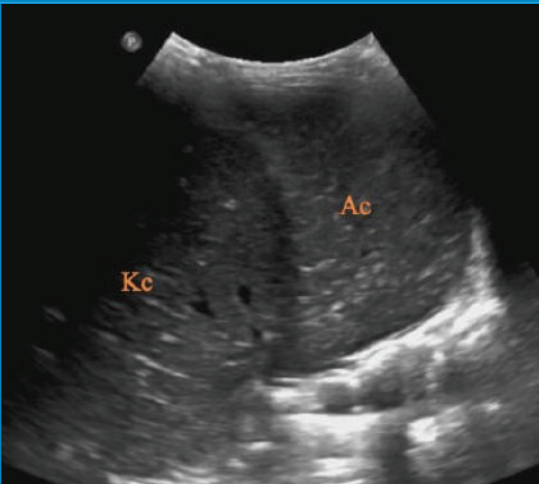
2. Temel Pulmoner Patolojilerin Sonografik Bulguları

a. Akut pnömoni ve konsolidasyonlar: Alveollerin inflamatuvar eksuda ile dolması sonucu normalde hava dolu olan akciğer dokusu katılaşarak karaciğer benzeri bir görünüm kazanır (hepatizasyon) (Resim 1) (27). Konsolide alanın plevra ile birleştiği derin sınırlarda izlenen düzensiz yansımalar “shred sign” (yırılma belirtisi) adı verilir (Resim 2) (27). Bronşlar içinde hapsolmuş hava kabarcıklarının solunumla dinamik olarak hareket etmesiyle oluşan “dinamik hava bronkogramı”, pnömoniyi obstrüksiyona bağlı gelişen atelektazilerden ayıran en önemli kriterdir (27). Konsolidasyon çevresindeki plevral çizgide düzensizlikler ve fokal B-çizgileri pnömoniyi eşlik eder (27).

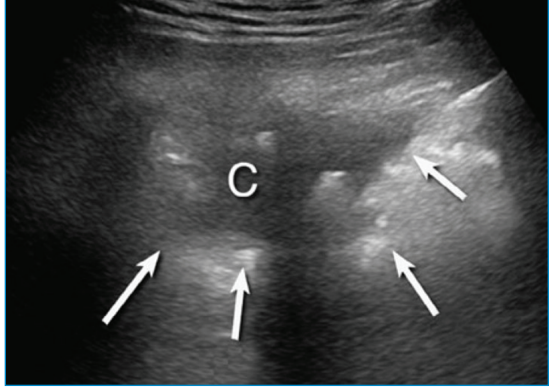
b. Pulmoner ödem ve preeklampsi: Alveoler-interstisyel alanda transüda birikimi, bilateral ve büyük ölçüde simetrik dağılım gösteren diffüz B-çizgileri (interstisyel sendrom) olarak izlenir; şiddetli preeklampside B-çizgisi yükü hemodinamik profille ilişkilidir (27,28)

c. Plevral efüzyon: Plevra yapraklarının sıvı ile ayrılması sonucu anekoik alanlar olarak izlenir (Resim 3); Efüzyone sıvı içerisindeki fibröz septasyonlar ve debris (Ampiyem Şüphesi) gibi bulgular akciğer grafisine göre AUS ile daha iyi seçilebilir (27).

Resim 1. Karaciğerle (Kc) benzer ekojenitede akciğer (Ac) dokusu (hepatizasyon) (İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği arşivinden).



Resim 2. Akciğer ultrasonografisinde shred sign görünümü: konsolide akciğer dokusu (C) ile havalanan akciğer parankimi arasındaki düzensiz, yırtılmış görünümlü sınır beyaz oklarla gösterilmiştir (27 no’lu kaynaktan derlenmiştir).



Resim 3. Akciğer ultrasonografisinde plevral efüzyon görünümü: plevral boşlukta yaklaşık 7 cm derinliğinde anekoik sıvı koleksiyonu izlenmekte olup, efüzyon alanı turuncu oklar ile gösterilmiştir (İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği arşivinden).



3. Klinik Kanıtlar ve Radyasyondan Korunmadaki Etkinliği

Roma’daki Gemelli Üniversitesi Hastanesi’nde gerçekleştirilen 24 aylık klinik çalışmada solunum şikayetleri olan 16 gebe hastaya (ortalama gebelik haftası 27 ± 10) toplamda 54 kez akciğer ultrasonu uygulanmıştır (27). AUS incelemeleriyle 9 konsolidasyon, 6 plevral efüzyon ve 11 fokal interstisyel sendrom saptanırken, 10 gebenin tamamen röntgen maruziyetinden kaçınması sağlanmıştır (27). İki spesifik vakada, arka planda yer alan retrokardiyak pnömoni ve minimal

serbest sıvı gibi akciğer grafisinde gözden kaçabilecek düzeydeki patolojiler ultrasonla kesin olarak teşhis edilmiştir (27). Bu veriler, AUS'un gebelikte sadece bir alternatif değil, duyarlılığı yüksek tekrar edilebilir bir tanı yöntemi olduğunu göstermektedir (28).

IX. GEBELİKTE ENFEKSİYÖZ PULMONER HASTALIKLARDA GÖRÜNTÜLEME

Gebelik uzun süre "fizyolojik immünoşüpresyon" olarak tanımlanmış olsa da güncel veriler bu durumun yaygın bir baskılanmadan çok dinamik biçimde düzenlenen bir immün durum olduğunu göstermektedir; verilen yanıt hem etken mikroorganizmaya hem de gebelik dönemine göre değişir (29). Hücre aracılı immünitinin görece geri plana çekildiği, Th2 ağırlıklı bir profile kayış; özellikle hücresel yanıtın belirleyici olduğu solunum yolu enfeksiyonlarında klinik tablonun ağırlaşmasına zemin hazırlar (29). Fonksiyonel rezidüel kapasitede azalma, oksijen tüketiminde artış ve diyafragmanın yükselmesi gibi kardiyopulmoner değişikliklerle birleştiğinde bu durum, pnömoninin gebede daha hızlı dekompanseasyona ilerleyebilmesini açıklar (29,30). Nitekim gebelik dışı (indirekt) nedenlere bağlı sepsis -başlıca influenza ve pnömoni- gelişmiş ülkelerde maternal ölümlerin azımsanmayacak bir bölümünden sorumludur; Birleşik Krallık verilerinde 2017-2019 döneminde indirekt sepsis maternal ölümlerin yaklaşık %5'ini oluşturmuştur (31).

Burada bir noktanın altı çizilmelidir: gebede bildirilen artmış hastalık ağırlığına ilişkin verilerin bir kısmı; tanı, hastaneye yatış ve tedavi eşiğinin gebelerde daha düşük tutulmasından kaynaklanan bir saptama (ascertainment) yanlılığını da içerebilir. Bu nedenle görüntüleme bulguları yorumlanırken gebeliğin biyolojik etkisi ile klinik karar verme eşiğindeki değişim birbirinden ayrılmalıdır.

1. Görüntüleme Yaklaşımının İlkeleri

Gebede toraks görüntülemesinin önündeki temel çekince fetal radyasyondur; ancak bu çekince çoğu zaman gerçek riskle orantısız biçimde büyütülmektedir. Akciğer grafisinde birincil ışın demeti toraksa yönlendirildiğinden pelvis dışında kalır ve fetal doz teratojen eşiğinin çok altında tutulur; bu nedenle şüpheli pulmoner enfeksiyonda ilk basamak incelemedir (3). İyonizan radyasyon içermeyen akciğer ultrasonografisi; konsolidasyon, plevral efüzyon ve B-çizgilerinin değerlendirilmesinde giderek artan biçimde tamamlayıcı rol üstlenmektedir. Toraks BT gerektiğinde fetal doz düşüktür; erken gebelikte yaklaşık 0,013-0,026 mGy, geç gebelikte 0,06-0,1 mGy aralığındadır (32). ACOG'un da vurguladığı gibi rad-

yografi, BT veya nükleer tıp incelemelerinden alınan doz, fetal zarara yol açan eşiğin çok altındadır ve tanı için gerekliyse gebede esirgenmemelidir (3). Gerekli bir incelemenin yalnızca gebelik gerekçesiyle ertelenmesi, tanı gecikmesi yoluyla anneye getirdiği risk bakımından çoğu zaman radyasyonun kendisinden daha tehlikelidir (3).

2. Hastalık Spektrumu ve Radyolojik Bulgular

Bakteriyel pnömoni gebede en sık karşılaşılan alt solunum yolu enfeksiyonudur ve radyolojik görünümü gebelik dışı popülasyondan farklı değildir: lobar ya da yamalı konsolidasyon, hava bronkogramları ve eşlik edebilen parapnömonik efüzyon (20,30). Ampiyem, abse veya yetersiz tedavi yanıtı durumunda ultrasonografi ve gerektiğinde BT, komplikasyonların ayırt edilmesinde değerlidir (20).

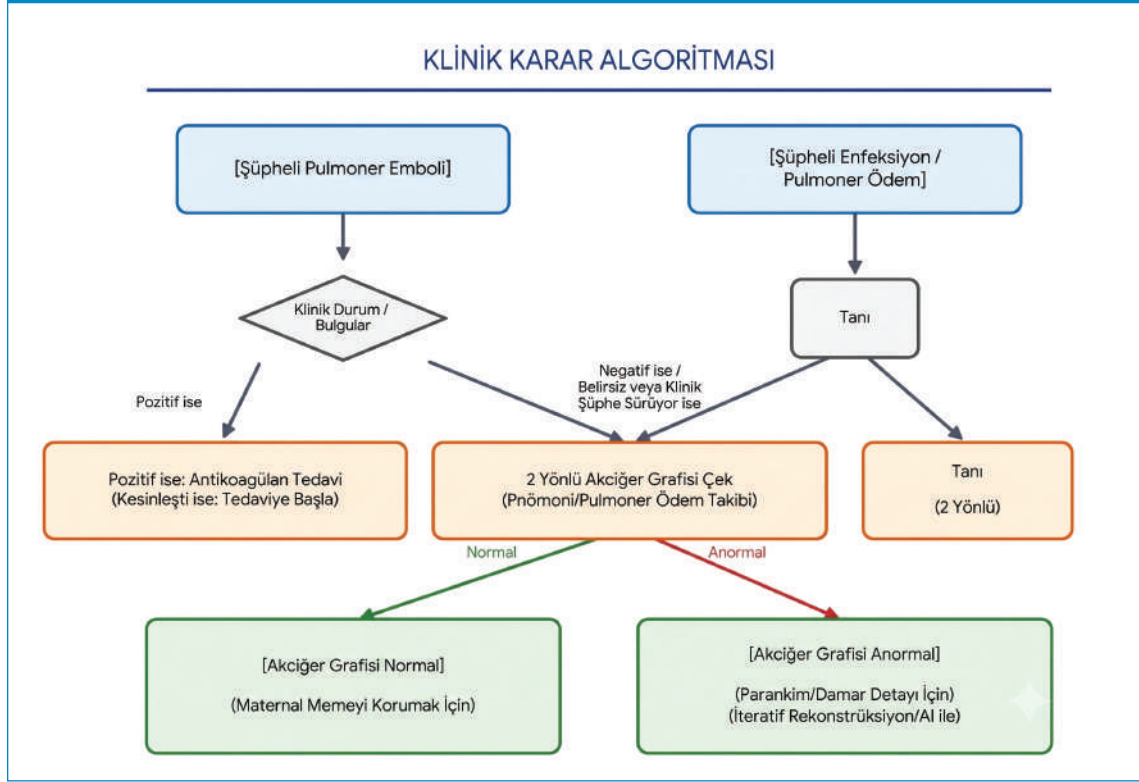
Viral pnömoniler gebede özel bir öneme sahiptir. İnfluenza gebeler, özellikle üçüncü trimesterde, hastaneye yatış ve ağır seyir açısından belirgin biçimde artmış risk taşır; radyolojik olarak çoğunlukla bilateral, yamalı buzlu cam ve konsolidasyon alanları izlenir (29). Varisella zoster pnömonisi görece nadirdir ancak gebede ağır seyredebilen en önemli komplikasyondur; akut dönemde diffüz, milier benzeri 5-10 mm nodüller, iyileşme sonrasında ise akciğer boyunca dağılmış küçük kalsifiye nodüllerle karakterize bir radyolojik imza bırakır (20). COVID-19 ve SARS gibi koronavirus pnömonilerinde periferik, bilateral buzlu cam opasiteleri ön plandadır; gebelerde hastaneye yatış ve yoğun bakım gereksinimi, reproduktif yaştaki gebe olmayan kadınlara göre artmış bulunmuştur (33).

Enfeksiyöz pulmoner hastalıklar içinde hem küresel yükü hem de gebelikteki kendine özgü tanınal güçlükleri nedeniyle ayrı bir başlık altında ele alınmayı hak eden antite tüberkülozdur. Gebeliğin hücresel immünitede yarattığı kayma, latent enfeksiyonun reaktivasyonu için potansiyel bir zemin oluştururken; semptomların gebeliğe atfedilmesi, grafiden kaçınma eğilimi ve atipik prezentasyonlar tanının gecikmesine yol açabilmektedir. İzleyen bölümde gebelikte tüberkülozun radyolojik değerlendirmesi ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

X. GEBELİKTE TÜBERKÜLOZDA AKCİĞER GÖRÜNTÜLEMESİ

Gebelikte tüberküloz tanısındaki gecikme maternal morbiditeyi artırır ve fetal sonuçları kötüleştirir. Klinik şüphe varlığında gebelik, akciğer tüberkülozu için gerekli radyolojik değerlendirme ertelenmez. Ailelerde radyofobi yaygın bir durumdur ve klinikteki kö-

Şekil 6. Gebe hastalarda pulmoner patoloji şüphesine yönelik modern tanısal iş akışı ve klinik karar verme algoritması sunulmuştur (3,12,14,15 no'lu kaynaklardan derlenerek hazırlanmıştır).



tüleşmenin fetüs üzerine olan etkilerinin düşük doz radyasyondan çok daha morbid olabileceği aileye anlatılmalıdır. Persistan öksürük, ateş, gece terlemesi, kilo kaybı, hemoptizi, temas öyküsü, immünsüpresyon ya da pozitif tüberkülin deri testi/IGRA bulunan gebelerde aktif hastalık dışlanmalıdır (34).

Akciğer grafisi gebelikte ilk basamak görüntüleme yöntemidir (35). Posteroanterior grafide fetal doz çok düşüktür; uygun endikasyonda tanısal yarar teorik radyasyon riskini açık biçimde aşar (35). Üst lob ağırlıklı infiltrasyon, kavite, nodüler opasiteler, hil/mediastinal lenfadenopati, plevral efüzyon veya miliyer patern aktif tüberkülozu düşündürür; ancak normal grafi aktif hastalığı dışlamaz.

Radyolojik bulgular mikrobiyolojik tanıyla desteklenmelidir. Aktif hastalık şüphesinde balgamda aside dirençli basil yayması, kültür ve nükleik asit amplifikasyon testi istenir (36). Latent enfeksiyon ile aktif hastalığın ayrımı tedaviyi yönlendirir: latent enfeksiyonda grafi normal olabilirken, aktif hastalıkta görüntüleme hem tedavi kararını hızlandırır hem de bulaştırıcılığın değerlendirilmesine yardımcı olur (37).

Bilgisayarlı tomografi gebelikte rutin yöntem değildir. Grafinin yetersiz kaldığı, komplikasyon ya da alternatif ciddi patoloji düşünülen veya klinik ile radyolojik bulguların uyuşmadığı seçilmiş olgularda, düşük doz protokol ve uygun gerekçeyle kullanılabilir. Raporda aktif hastalık bulguları, sekel değişiklikler, kavite, plevral tutulum, miliyer yayılım ve olası alternatif tanılar belirtilmelidir (38).

Gebelikte tüberküloz şüphesinde görüntüleme geciktirilmemelidir; bulgular klinik tablo, epidemiyolojik risk faktörleri ve mikrobiyolojik testlerle birlikte yorumlanmalıdır.

XI. YANLIŞLIKLAKİ ÇEKİLEN BT SONRASI YAPILMASI GEREKENLER

İlk adım, olayın tıbbi ve teknik ayrıntılarını belgelemektir. Çekimin tarihi, gebelik haftası, BT'nin kapsadığı alan, tek fazlı mı çok fazlı mı olduğu, kontrast kullanılıp kullanılmadığı, doz raporundaki CTDIvol ve DLP değerleri kayıt altına alınmalıdır. Mümkünse radyoloji ve medikal fizik biriminden fetal doz tahmini istenmelidir. Özellikle pelvik alanın doğrudan tarandığı, çok fazlı incelemelerin yapıldığı veya birden fazla BT çekildiği durumlarda doz hesabı daha önemlidir.

İkinci adım, obstetrik değerlendirmedir. Fetal dozun düşük olduğu tek fazlı incelemelerde rutin antenatal takip çoğu zaman yeterlidir. Ancak tahmini doz 50 mGy üzerine çıkıyorsa veya doz hesabı belirsizse, perinatoloji/radyasyon güvenliği danışmanlığı ile hedeflenmiş ultrasonografi ve fetal büyüme izlemi planlanabilir. ACOG, 50 mGy üzerindeki nadir maruziyetlerde hastanın bireysel olarak bilgilendirilmesini ve yapısal anomali ile fetal büyüme açısından kişiselleştirilmiş prenatal değerlendirme yapılmasını önermektedir (3,12).

Üçüncü adım, gebeye anlaşılır ve sayısal risk bildirimi yapmaktır. Hastaya sadece “radyasyon aldınız” demek kaygıyı artırır. Bunun yerine, incelemenin beklenen fetal doz aralığı ve bu dozun kılavuz eşikleri ile karşılaştırması açıklanmalıdır. IAEA/ICRP yaklaşımına göre 100 mGy altındaki fetal dozlarda gebeliğin sonlandırılması radyasyon riski nedeniyle önerilmez (39). Kliniğimizde 28 haftalık gebe hastaya böbrek taşı ve sağ alt kadranda ağrısı nedeniyle kontrastlı batin BT çekilmiştir. Hesaplanan total fetal dozun 100 mGy altında kalması nedeniyle gebeliğin devamına karar verilmiş, takiplerde bebekte malformasyon gelişimi izlenmemiştir (Resim 4).

XII. GEBE HASTALARDA KONTRAST MADDE GÜVENLİĞİ, FARMAKOKİNETİĞİ VE LAKTASYON

Görüntüleme kalitesini artırmak amacıyla kullanılan kontrast ajanların plasental geçişi, fetal böbreklerden süzülmesi ve maternal süte sekresyonu klinik yönetilmesi gereken farmakokinetik süreçlerdir (8).

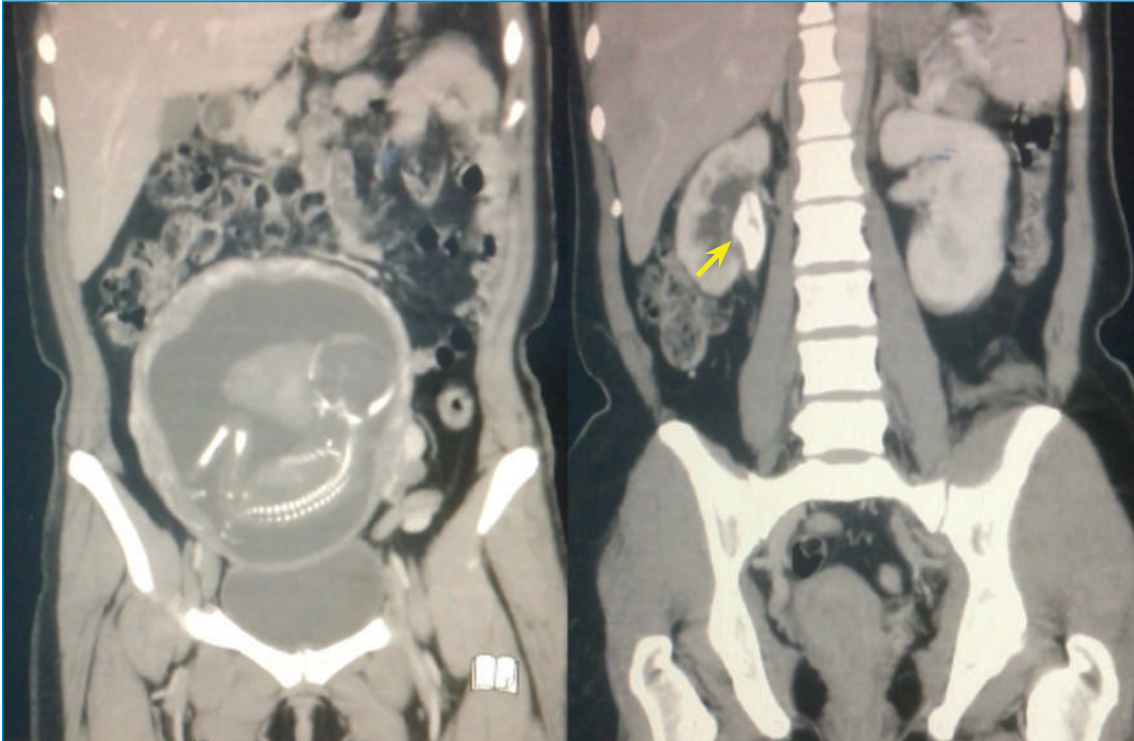
1. İyotlu kontrast maddeler ve Wolff-Chaikoff Etkisi

BT ve anjiyografi çalışmalarında intravenöz kullanılan iyotlu kontrast maddeler suda çözünür özelliindedir ve plasentayı kolayca geçerek fetal dolaşıma katılır (5). Hayvan deneylerinde mutajenik veya teratojenik etkileri gösterilmemiştir (40). Ancak fetal dolaşımdaki yüksek serbest iyot konsantrasyonu, fetal tiroid bezinde geçici organifikasyon inhibisyonuna yol açarak “Wolff-Chaikoff etkisi” oluşturabilir (41).

İyotlu kontrast maddelerin yan etkisi iki başlıkta incelenir.

a. Fetal tiroid baskılanması: Bu etki genellikle geçicidir; ancak fetal tiroidin toparlanamadığı durumlarda geçici veya kalıcı neonatal hipotiroidi gelişebilir (41). Tiroid hormonları fetal nöral gelişim ve miyelinizasyon için hayati önem taşıdığından,

Resim 4. Böbrek taşı şüphesiyle Acil Serviste BT çekilen 28 haftalık gebe hasta, sağdaki resimde sağ böbrek renal pelviste taş (sarı ok) ve Grade 2 hidronefroz izleniyor (İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği arşivinden).



iyotlu kontrast maddeye maruz kalmış tüm yenidoğanların tiroid fonksiyonları (TSH, sT4) doğumdan sonraki ilk hafta içinde değerlendirilmeli ve izlenmelidir (41).

b. Radyoaktif iyot kontrendikasyonu: İyotlu kontrast maddelerin yönetilebilir risklerine karşılık, tedavi amaçlı kullanılan radyoaktif İyot-131 (¹³¹I) plasentayı geçerek fetal tiroid dokusunu tamamen tahrip ettiği için gebelik boyunca kesinlikle kontrendikedir (42). Benzer şekilde, gebelikte tanısal tiroid sintigrafisi gibi nükleer tıp işlemleri de fetal tiroid hasarı riski nedeniyle uygulanmaz (43).

2. Gadolinium Tabanlı Kontrast Maddeler ve Fetal Toksisite

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), gebelikte radyasyon içermeyen güvenli bir yumuşak doku görüntüleme yöntemi olsa da kullanılan gadolinium tabanlı kontrast ajanların (GBCA) kullanımı fetal riskler barındırmaktadır (44,45). Maternal memede gebeliğe bağlı gelişen fizyolojik değişikliklerin klinik ve radyolojik değerlendirmeyi zorlaştırmasına rağmen, gadolinium maruziyetinin bilinmeyen fetal riskleri nedeniyle gebelikte tarama veya tanı amaçlı meme MRG kullanımı önerilmemektedir (46,47).

a. Fetal geri dönüşüm mekanizması: Gadolinium plasental bariyeri aşarak fetal dolaşıma girer, fetal böbreklerden süzülür ve amniyotik sıvıya atılır (8). Fetüs bu amniyotik sıvıyı tekrar yutar ve ajan fetal gastrointestinal sistemden yeniden emilir (5). Bu fetal-amniyotik döngü, gadoliniumun fetal sistemde çok uzun süre kalmasına (rezidans süresinin uzamasına) yol açar (8).

b. Serbest gadolinium toksisitesi: Şelathı (bağlı) gadolinium, amniyotik sıvı içinde uzun süre beklediğinde ayrışabilir (deşelasyon) ve serbest toksik gadolinium iyonları salınabilir (8). Serbest gadolinium ise fetal dokularda birikerek nefrojenik sistemik fibrozis benzeri tablolara, romatolojik ve inflamatuvar hastalıklara veya fetal ölümlere zemin hazırlayabilir (44).

c. Klinik yaklaşım: Gadoliniumdan birinci trimesterde mümkün olduğunca kaçınılmalı; ancak ikinci ve üçüncü trimesterde ise yalnızca maternal faydanın fetal riskleri açıkça geride bıraktığı durumlarda ve minimum dozda kullanılmalıdır (42). Kullanım kaçınılmaz isedeşelasyon riski düşük olan ve daha stabil yapıdaki makrosiklik GBCA'lar tercih edilmelidir (44).

3. Laktasyon ve Emzirme Döneminde Kontrast Madde Güvenliği

Radyolojik tetkik sonrasında kontrast maddelerin anne sütüne geçişi ve bebeğe olası etkileri sıklıkla emzirmenin gereksiz yere kesilmesine neden olmaktadır (3). Güncel ACR ve ACOG kılavuzlarına göre hem iyotlu hem de gadolinium tabanlı kontrast maddelerin laktasyondaki güvenliği kanıtlanmıştır ve emzirmenin kesilmesine gerek yoktur (2,12).

Maternal dolaşıma enjekte edilen kontrast maddelerin suda çözünürlükleri yüksek olduğu için anne sütüne geçiş oranları oldukça düşüktür; iyotlu kontrast maddelerin %1'inden azı, gadolinium tabanlı ajanların ise %0.04'ünden azı maternal süte salgılanır (40). Süte geçen bu minimal miktarın da bebek tarafından sindirim sisteminden emilim oranı son derece sınırlıdır (emziren miktarın %1'inden azı emilir) (40). Bebeğin sistemik dolaşımına ulaşan nihai biyoyararlanım dozu, maternal dozun on binde birinden bile azdır (12). Kontrast enjeksiyonundan sonra emzirmeye ara verilmeden devam edilebilir (12). Ancak, teorik yan etkilerden aşırı endişe duyan anneler, kontrast enjeksiyonu öncesinde sütlerini sağıp depolayabilir ve enjeksiyonu takip eden ilk 24 saat boyunca emzirmeye ara verip bu süreçteki sütü sağarak atabilirler (12,40).

XIII. SONUÇ

Sonuç olarak gebelik, gerekli torasik görüntüleme yöntemlerinin ertelenmesi için tek başına bir gerekçe değildir. Akut pulmoner patoloji şüphesinde temel yaklaşım, maternal yaşamı tehdit eden tanıların gecikmeden dışlanması, iyonlaştırıcı radyasyonun uygun endikasyon ve optimize protokollerle mümkün olan en düşük düzeyde tutulması ve her tetkikin klinik soruya doğrudan yanıt verecek şekilde seçilmesidir. Akciğer grafisi çoğu olguda güvenli ve yönlendirici ilk basamak incelemidir; pulmoner emboli şüphesinde klinik olasılık, D-dimer, kompresyon ultrasonografisi ve akciğer grafisi bulguları birlikte değerlendirilerek BTPA veya V/Q sintigrafisi arasında hasta özelinde seçim yapılmalıdır. Akciğer ultrasonografisi, özellikle pnömoni, plevral efüzyon ve pulmoner ödem gibi durumlarda radyasyon içermeyen tamamlayıcı bir yöntem olarak önemli katkı sağlar. Bununla birlikte hiçbir görüntüleme yöntemi tek başına değerlendirilmemeli; karar süreci kadının doğum, radyoloji, göğüs hastalıkları, nükleer tıp ve gerektiğinde tıbbi fizik uzmanlarının katkısıyla multidisipliner olarak yürütülmelidir. Pratikte en kritik nokta, hastaya ve ailesine tanısal dozların fe-

tal deterministik etki eşiklerinin çok altında olduğu açıkça anlatılırken, tedavi edilmeyen maternal hastalığın fetus için çoğu zaman görüntülemeye daha büyük risk taşıdığı vurgulanmıştır.

KAYNAKLAR

- İbiş A, Artunç Ülkümen B. Gebelikte derin ven trombozu ve pulmoner emboli. İç: Pala HG, ed. Maternal Hastalıklarda Gebelik Yönetimi. Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2021. s. 169-80.
- Mainprize JG, Yaffe MJ, Chawla T, Glanc P. Effects of ionizing radiation exposure during pregnancy. *Abdom Radiol (NY)*. 2023;48:1564-78.
- American College of Obstetricians and Gynecologists. Committee Opinion No. 723: Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy and lactation. *Obstet Gynecol*. 2017;130:e210-6.
- Pediatric ve gebe hastada radyasyondan korunma. *Trd Sem*. 2025;13:107-14.
- Wang PI, Chong ST, Kiehl AZ, et al. Imaging of pregnant and lactating patients: part 1, evidence-based review and recommendations. *AJR Am J Roentgenol*. 2012;198:778-84.
- Cohen SL, Feizullayeva C, Wang JJ, et al. Maternal and fetal radiation-induced cancer risk from computed tomography pulmonary angiography during pregnancy. *J Comput Assist Tomogr*. 2024;48:257-62.
- Fiebach M, Block A, Borowski M, et al. Prenatal radiation exposure in diagnostic and interventional radiology. *Rofo*. 2021;193:778-86.
- Patel SJ, Reede DL, Katz DS, et al. Imaging pregnant patients with nonobstetric conditions: algorithms and radiation dose considerations. *Radiographics*. 2007;27:1705-22.
- Kwon TE, Drozdovitch V, Mai JZ, et al. Integrated iodine biokinetic models for pregnancy and lactation based on the ICRP reference adult model. *J Radiol Prot*. 2025;45(3).
- Mervak BM, Altun E, McGinty KA, et al. MRI in pregnancy: indications and practical considerations. *J Magn Reson Imaging*. 2019;49:621-31.
- Toppenberg KS, Hill DA, Miller DP. Safety of radiographic imaging during pregnancy. *Am Fam Physician*. 1999;59:1813-8, 1820.
- Tirada N, Dreizin D, Khati NJ, et al. Imaging of pregnant and lactating patients. *Radiographics*. 2015;35:1751-65.
- Tremblay E, Thérèse E, Thomassin-Naggara I, Trop I. Quality initiatives: guidelines for the use of medical imaging during pregnancy and lactation. *Radiographics* 2012;32:897-911.
- Tromeur C, van der Pol LM, Le Roux PY, et al. Computed tomography pulmonary angiography versus ventilation-perfusion lung scanning for diagnosing pulmonary embolism during pregnancy: a systematic review and meta-analysis. *Haematologica*. 2019;104(1):176-88.
- van der Pol LM, Tromeur C, Bistervels IM, et al. Pregnancy-adapted YEARS algorithm for diagnosis of suspected pulmonary embolism. *N Engl J Med*. 2019;380:1139-49.
- Yoon I, Slesinger TL. Radiation exposure in pregnancy. İç: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
- Tester J, Hammerschlag G, Irving L, et al. Investigation and diagnostic imaging of suspected pulmonary embolism during pregnancy and the puerperium: a review of the literature. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2020;64:505-15.
- Hammache M, Simard C, Hamel S, Ouellet S, Jolicoeur G, Wou K, et al. Diagnosing pulmonary embolism during pregnancy. *Chest*. 2025;168(4):1007-17.
- Pahade JK, Litmanovich D, Pedrosa I, Romero J, Bankier AA, Boiselle PM. Imaging pregnant patients with suspected pulmonary embolism: what the radiologist needs to know. *Radiographics*. 2009;29(3):639-54.
- Gandhi S, Bacon S. Radiological imaging of the chest in pregnancy. İç: *Respiratory Disease in Pregnancy*. 2020. s. 184-94.
- Tester J, Rees M, Pascoe D, Earl V, Einsiedel P, Lim WK, et al. Diagnostic imaging for suspected pulmonary embolism during pregnancy and postpartum: a comparative radiation dose study. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2023;67(3):223-31.
- Moadel RM, Sheen JJ, Freeman LM, Brody-Haramati L. Breast dose matters. *Haematologica*. 2021;106(6):1778.
- Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *Eur Heart J*. 2020;41(4):543-603.
- Righini M, Robert-Ebadi H, Elias A, et al. Diagnosis of pulmonary embolism during pregnancy: a multicenter prospective management outcome study. *Ann Intern Med*. 2018;169(11):766-73.
- Robert-Ebadi H, Le Gal G, Righini M. Diagnostic management of pregnant women with suspected pulmonary embolism. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:851985.
- Gubeladze T. Diagnostic significance of lung ultrasound examination in pulmonary edema and acute pneumonia. *Georgian Sci*. 2025;7(4).
- Inchingolo R, Smargiassi A, Mormile F, et al. Look at the lung: can chest ultrasonography be useful during pregnancy? *Multidiscip Respir Med*. 2014;9:32.
- Zieleskiewicz L, Contargyris C, Brun C, et al. Lung ultrasound predicts interstitial syndrome and hemodynamic profile in parturients with severe preeclampsia. *Anesthesiology*. 2014;120:906-14.
- Mathad JS, Gupta A. Pulmonary infections in pregnancy. *Semin Respir Crit Care Med*. 2017;38(2):174-84.
- Goodnight WH, Soper DE. Pneumonia in pregnancy. *Crit Care Med*. 2005;33(10 Suppl):S390-7.
- Knight M, Bunch K, Tuffnell D, et al. Saving lives, improving mothers' care: lessons learned to inform maternity care from the UK and Ireland Confidential Enquiries into Maternal Deaths and Morbidity 2017-19. Oxford: National Perinatal Epidemiology Unit, University of Oxford; 2021.
- Niemann T, Nicolas G, Roser HW, et al. Imaging for suspected pulmonary embolism in pregnancy—what about the fetal dose? A comprehensive review of the literature. *Insights Imaging*. 2010;1(5):361-72.

33. Allotey J, Stallings E, Bonet M, et al. Clinical manifestations, risk factors, and maternal and perinatal outcomes of coronavirus disease 2019 in pregnancy: living systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2020;370:m3320.
34. Centers for Disease Control and Prevention. Tuberculosis clinical care and treatment during pregnancy. Updated April 17, 2025.
35. World Health Organization. Screening, diagnosis and treatment of tuberculosis disease in pregnant women: policy brief. Geneva: World Health Organization; 2022/2023.
36. Lewinsohn DM, Leonard MK, LoBue PA, et al. Official American Thoracic Society/Infectious Diseases Society of America/Centers for Disease Control and Prevention clinical practice guidelines: diagnosis of tuberculosis in adults and children. *Clin Infect Dis*. 2017;64(2):e1-33.
37. American College of Radiology; Society for Pediatric Radiology. ACR-SPR practice parameter for imaging pregnant or potentially pregnant patients with ionizing radiation.
38. Miele K, Bamrah Morris S, Tepper NK. Tuberculosis in pregnancy. *Obstet Gynecol*. 2020;135(6):1444-53.
39. International Commission on Radiological Protection. Pregnancy and Medical Radiation. ICRP Publication 84. Ann ICRP. 2000;30(1).
40. Gürhan C, Şener E. Gebelik ve tanısal görüntüleme yöntemleri. *Ege Üniv Dış Hek Fak Derg*. 2020;41:249-54.
41. van Welie N, Portela M, Dreyer K, et al. Iodine contrast prior to or during pregnancy and neonatal thyroid function: a systematic review. *Eur J Endocrinol*. 2021;184:189-98.
42. Bookwalter CA, McDonald RJ, Packard AT, et al. Contrast media in pregnant and lactating patients. *AJR Am J Roentgenol*. 2024;224:e2431415.
43. Gebelikte tiroid fonksiyon bozukluğunda kullanılan ilaçlar ve toksisiteleri. *FABAD J Pharm Sci*. 2017;42:239-48.
44. Alghamdi SA. Gadolinium-based contrast agents in pregnant women: a literature review of MRI safety. *Cureus*. 2023;15:e38493.
45. Ray JG, Vermeulen MJ, Bharatha A, et al. Association between MRI exposure during pregnancy and fetal and childhood outcomes. *JAMA*. 2016;316:952-61.
46. Salkowski LR, Lewin AA, Weinstein SP, et al. ACR Appropriateness Criteria breast imaging during pregnancy. *J Am Coll Radiol*. 2025;22:S492-507.
47. diFlorio-Alexander RM, Slanetz PJ, Moy L, et al. ACR Appropriateness Criteria breast imaging in pregnant and lactating women. *J Am Coll Radiol*. 2018;15:S263-75.