

# Femur başı kemik iliği ödemi paterninde MR görüntüleme: Geçici kemik iliği ödemi sendromu mu yoksa avasküler nekroz mu?

Fatma Nur SOYLU BOY \*, Feyza ÜNLÜ ÖZKAN \*\*, İlknur AKTAŞ \*\*, Duygu ŞİLTE \*\*, Hakkı Muammer KARAKAŞ\*

## ÖZET

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kalça ağrısı olan hastalarda kemik iliği ödemi paternini kesin bir şekilde göstermektedir. MRG aynı zamanda altta yatan lezyonların doğasını göstermekte oldukça değerlidir. Femur başının geçici kemik iliği ödemi sendromu ve avasküler nekrozu (AVN), MRG’de kemik iliği ödemi paterni ile seyreden, klinik olarak ayırıcı tanıları güç olan, tedavi yöntemleri ve prognozları belirgin farklılık gösteren iki hastalık grubudur. Bu derlemenin amacı femur başı kemik iliği ödemi paterninin MRG bulgularının tanımlanması, geçici kemik iliği ödemi sendromu ve avasküler nekroz için tanısal yaklaşımda MRG’nin teknik detayları, avantajları ve sınırlılıklarının tartışılması ve tanıda MRG’nin rolünün gözden geçirilmesidir.

**Anahtar kelimeler:** Femur başı, manyetik rezonans görüntüleme, kemik iliği ödemi

## SUMMARY

**Bone marrow edema of femoral head in MRI: Is it a transient bone marrow edema syndrome or avascular necrosis?**

Magnetic resonance imaging (MRI) can precisely demonstrate bone marrow edema of the femoral head in patients with hip pain. MRI is also valuable for the demonstration of the nature of underlying lesions. Transient bone marrow edema and avascular necrosis (AVN) which pose difficulties in differential diagnosis with distinctly different treatment modalities, and prognoses demonstrate bone marrow edema patterns on MRI. The purpose of this review article is to describe MRI features of the bone marrow edema pattern in transient bone marrow edema and avascular necrosis of the femoral head, and to discuss the technical aspects, advantages and limitations of MRI in the diagnosis of these diseases and to review the diagnostic role of MRI.

**Key words:** Femoral head, magnetic resonance imaging, bone marrow edema

## Femur Başında MRG

MR görüntüleme direkt grafilere gösterilemeyen lezyonların saptanması, iyonizan radyasyon içermemesi, multipl planlarda görüntüleme yapabilmesi ve yüksek uzaysal ve kontrast rezolüsyonu ile femur başının değerlendirilmesinde en sık tercih edilen yöntemlerdendir. Eklem efüzyonunu ve artiküler kırık bütünlüğünü göstermesi, avasküler nekrozun erken tanı ve evrelendirilmesi, kor dekompresyon gibi girişimsel işlemlere rehberlik yapması ve teda-

viye cevabın değerlendirilmesindeki rolü MR görüntülemeyi diğer görüntüleme yöntemlerine göre üstün kılan diğer özellikleridir.

## Femur Başı MRG Teknik

Koronal planda T1 ağırlıklı SE, yağ baskılı T2 ağırlıklı PD ya da short tau inversion recovery (STIR), aksiyel planda T1 ağırlıklı SE ve STIR incelemeler femur başında MRG’de tercih edilen sekanslardır. Sagittal planda inceleme AVN lezyonlarında sub-

**Geliş tarihi:** 01.02.2014

**Kabul tarihi:** 20.02.2014

\* Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği

\*\* Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kliniği

kondral kollapsa bağlı kortikal düzleşmeyi erken dönemde gösterir. Gradient-echo koronal imajlar artiküler kırıkdağı göstermede başarılıdır. Büyük görüntüleme alanı (30-40 cm) ve vücut "koil"i karşı kalçanın da değerlendirilebilmesini sağlar. Küçük görüntüleme alanı ve yüzeyel koil ile elde edilen imajlarda ise lezyon saptama duyarlılığı artar. Kimyasal shift imajlar AVN ile ilişkili olan prematür yağlı kemik iliği konversiyonunu göstermede etkilidir. Yağ ve su selektif imajlar ise yağlı ve hemapoetik kemik iliğini, ve iskemik fokus içindeki su dağılımını gösterir.

### Femur Başı Normal Anatomi

Femur başı, asetabulum ile birlikte top ve yuva tipinde sinovyal bir eklem olan kalça eklemine oluşturur. Eklem kırıkdağı asetabulumu kısmen çevreler. Fovea capitis, ligamentum teresin yapışma yeridir ve femur başı mediyalinde küçük bir çöküntü şeklindedir. Asetabular labrum, asetabulumu neredeyse çepeçevre saran atnalı şekilde fibröz dokudur. Femur başının santral ve lateral kesimleri lateral epifizyel damarlar tarafından beslenir. Lateral epifizyel damarlar, posterior superior retinakuler arterlerin, posterior superior retinakuler arterler ise arteria profunda femorisin dalı olan mediyal femoral sirkumfleks arterin dallarıdır. Femur başının mediyali

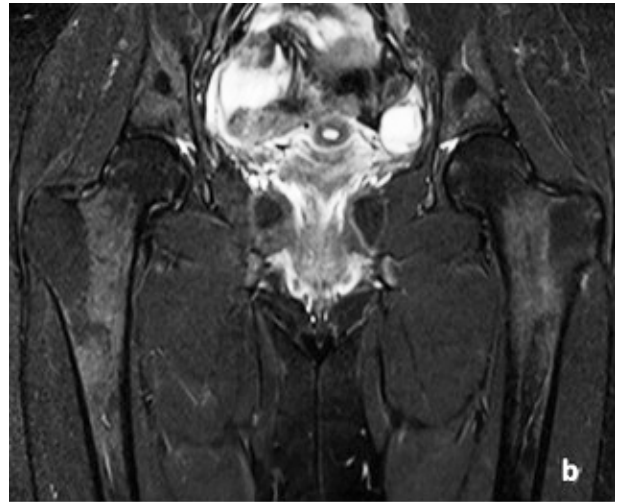
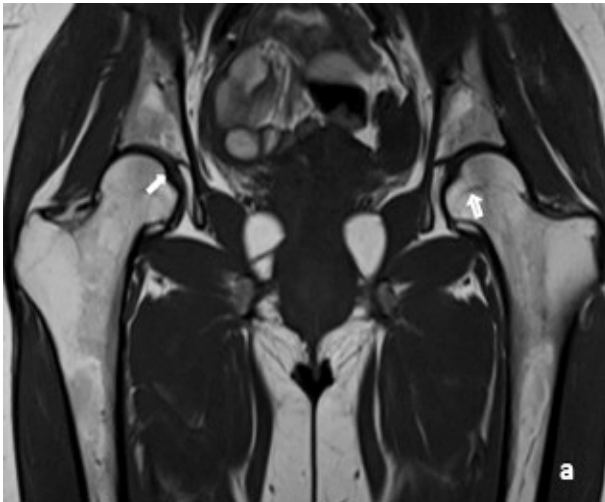
ligamentum teres arteri tarafından beslenir.

### Femur Başı MRG Anatomi

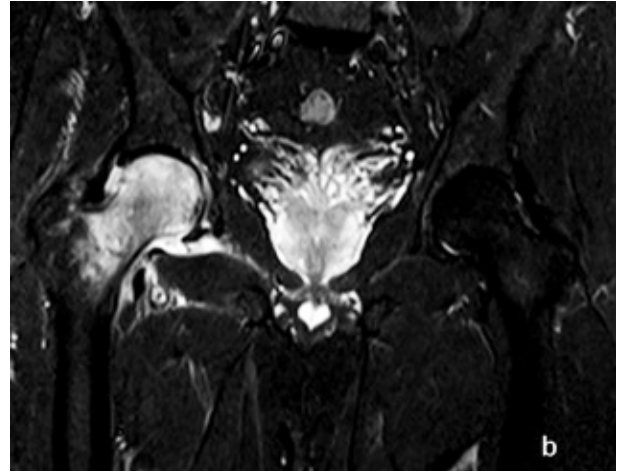
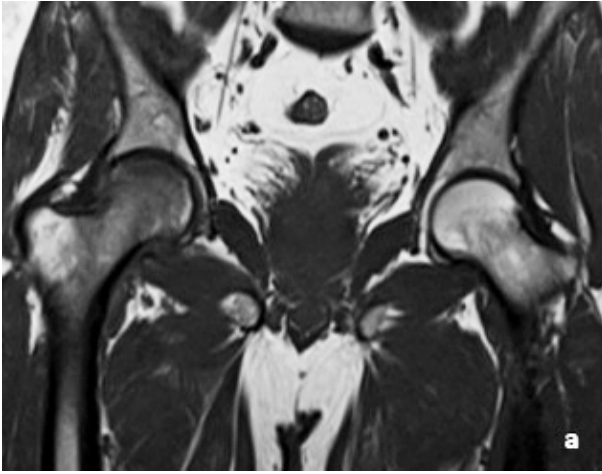
Normal femur başı korteksi T1 ve T2 ağırlıklı kesitlerde medullayı çevreleyen ince düşük sinyalli hat şeklindedir (Şekil 1). Fovea kapitis femur başı mediyal yüzünde küçük indentasyon şeklindedir. İki yaşından itibaren normal yağlı ilik T1 ve T2 ağırlıklı incelemede yüksek sinyalli, yağ baskılı incelemede düşük sinyalli görülür. Meduller kavitede superomediyalden inferolaterale uzanan, tüm görüntüleme sekanslarında düşük sinyalli vertikal lineer çizgiler kemik trabeküllerini yansıtır. Femur boynu düzeyinde lateralden mediyale uzanan, ince düşük sinyalli transvers hat fizis hattıdır. Femur başının dış yüzeyini çevreleyen eklem kırıkdağı yüksek sinyalli olarak görülür. Labrum T1 ve T2 ağırlıklı sekanslarda düşük sinyal intensitesinde izlenir.

### Femur Başında Kemik İliği Ödemi Paterni

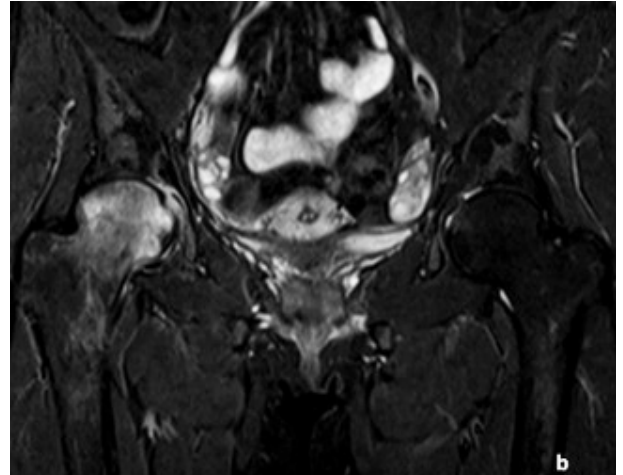
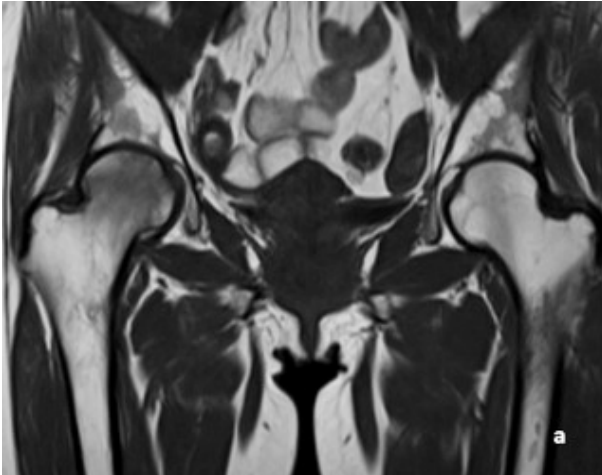
MRG'de femur başında kemik iliğinin interstisyel ödem ile infiltrasyonu sonucu ortaya çıkan diffüz sinyal değişikliği paternidir <sup>(1)</sup>. En çok femur başının superoanterior kesimini tutar, femur boynu ve intertrokanterik bölgeye de uzanabilir. MRG'de T1 ağırlıklı incelemede hipointens, T2 ağırlıklı yağ



Şekil 1. Normal femur başı. a Koronal T1 ağırlıklı, b Koronal STIR MRG'de korteks: femoral ve iliak kenarları çevreleyen ince düşük sinyalli hat, fovea kapitis: femur başı mediyal yüzünde küçük indentasyon (sağ femur başında ok), proksimal femur medullası: T1 ağırlıklı incelemede yüksek sinyalli, STIR incelemede düşük sinyalli normal yağlı ilik, fizis hattı: femur başı lateral yüzünden mediyaline uzanan ince hipointens hat (sol femur başında açık ok)



Şekil 2. Kemik iliği ödemi paterni. Sağ kalça ağrısı ile başvuran 32 yaşında kadın hasta a koronal T1 ağırlıklı, b STIR MR görüntülerde sağ femur baş ve boynunu tutan, minimal eklem efüzyonunun eşlik ettiği kemik iliği ödemi paterni.



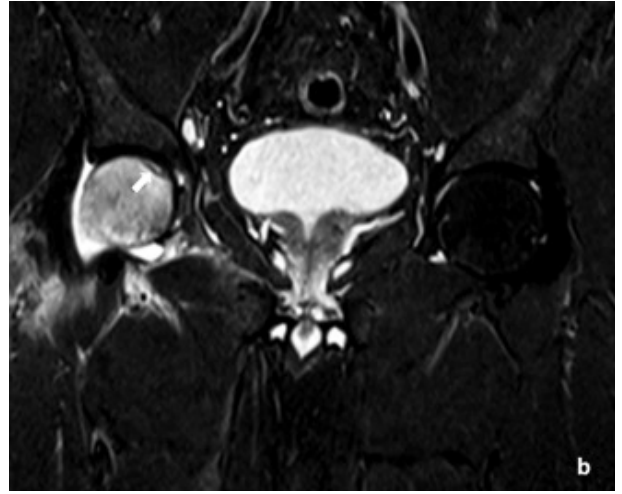
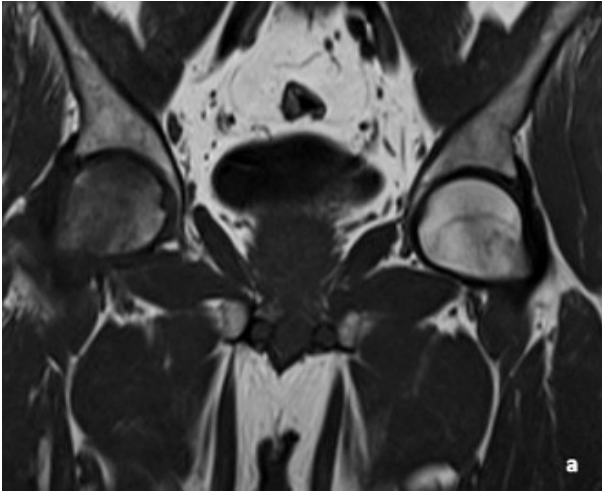
Şekil 3. Geçici kemik iliği ödemi sendromu. Sağ kalça ağrısı olan 31-yaşında kadın hasta a koronal T1 ağırlıklı MR görüntüde sağ femur baş ve boynunda sinyal azalması b yağ baskılı T2 ağırlıklı MR görüntüde aynı bölgede sinyal artışı var, fokal lezyon bulgusu izlenmiyor. Üç ay sonra elde edilen koronal T1 c ve T2 d ağırlıklı MR görüntülerde bulguların normale döndüğü görülüyor.

baskılı ya da STIR imajlarda hiperintens sinyal değişikliği gösteren “nonspesifik” bir bulgudur (Şekil 2). Sinyal değişikliği genel olarak homojendir, fokal düşük ya da yüksek sinyalli alanlar izlenmez. Sinyal değişikliğinin sınırları belirsizdir ve normal-hastalıklı kemik iliği arasındaki geçiş zonu geniştir<sup>(2)</sup>. Kalçanın geçici kemik iliği ödemi sendromu, kalçanın geçici osteoporozu, osteonekroz, travma, infeksiyon ve infiltratif neoplaziler kemik iliği ödemi paterni ile seyreden belli başlı hastalıklardır.

### Femur Başı Geçici Kemik İliği Ödemi Sendromu

Bilateral olarak ortaya çıkabilen ve kendi kendini

sınırlayıcı bir hastalıktır (Şekil 3). Klinik bulgusu ağrıdır. Laboratuvar bulguları sedimentasyonda aralıklı yükselme dışında özellik göstermez. Radyolojik olarak MRG’de diffüz kemik iliği ödemi paterni ile seyrederek (Şekil 3). Direkt grafi bulguları özellik göstermez. Femur başı sferik, konturları düzgün, eklem aralığı normaldir. Geçici kemik iliği ödemi sendromuna direkt grafide femur başı ve boynunda değişik oranlarda osteopeninin eşlik ettiği olgular “Kalçanın Geçici Osteoporozu” olarak değerlendirilir. Femur başı geçici kemik iliği ödemi sendromu ya da kalçanın geçici osteoporozu tanısı klinik ve radyolojik bulgular tamamen gerileyene kadar kesin olarak konulmamalıdır<sup>(3)</sup>. Ayırıcı tanı femur başı ve



Şekil 4. Erken AVN lezyonu: 34 yaşında erkek hasta koronal T1 ağırlıklı a ve yağ baskılı T2 ağırlıklı b MR imajlarda femur baş ve boynunda kemik iliği ödemi paterni, femur başında subkondral alanda T1 ağırlıklı kesitlerde hipointens, T2 ağırlıklı serilerde hiperintens nekrotik AVN lezyonu (ok), eklem efüzyonu eşlik ediyor. Üç ay sonraki T1 ağırlıklı c ve yağ baskılı T2 ağırlıklı d kontrol MR görüntülerde kemik iliği ödemi paterninde belirgin gerileme ile birlikte nekrotik lezyon daha belirgin izleniyor (ok).

boynunda kemik iliği ödemi paterni ile seyredilebilen AVN, infeksiyonlar-tüberküloz, stress fraktürleri-travma, malignite gibi hastalık grupları ile yapılmaktadır.

### Femur Başı AVN

Femur başı AVN gelişimi açısından vücuttaki en duyarlı bölgedir. Femur başı AVN kemiğin en çok ağırlık taşıyan anterolateral yüzünü etkiler. Ancak spesifik olarak korunan bir bölge yoktur. Femur başı AVN orta yaşlı yetişkinlerde hayatın 3. ve 4. dekadında sık görülmektedir. AVN görünürde hiçbir risk faktörü olmadan gelişebilir bu durumda primer ya da idiyopatik AVN olarak sınıflandırılır. Herhangi bir etiyolojik faktöre bağlı gelişen AVN sekonder AVN olarak sınıflandırılır. Travmatik AVN hasar sırasında femur başına giden vasküler desteğin kesilmesi sonucu meydana gelir. Nontravmatik AVN, travmatik AVN'ye göre daha genç popülasyonda ve sıklıkla bilateral olarak ortaya çıkar. Tablo 1'de AVN'ye neden olan ya da AVN ile ilişkili hastalıklar özetlenmiştir.

### Femur Başı AVN Erken Tanı

AVN'de erken tanı femur başını ve eklemi korumak için önemlidir. Erken tanının iyi prognoz ile ilişkili

Tablo 1. AVN'ye neden olan ya da AVN ile ilişkili faktörler.

İdiyopatik (Primer)
Sekonder
Travmatik AVN
Nontravmatik AVN
Hiperkoagülasyon durumları
Alkolizm
Hiperkortizolizm
Gebelik, kontraseptif kullanımı
Pıhtılaşma bozuklukları
Hiperlipidemi
Hematolojik Hastalıklar
Hemofili, hemoglobinopatiler, polisitemi
Metabolik Hastalıklar
Hiperparatiroidizm, Gut
Gaucher hastalığı
Pankreatit
Ülseratif Kolit, Crohn Hastalığı
SLE ve konnektif doku hastalıkları
Diğer Risk Faktörleri
Disbarik fenomen
Sigara
Obezite
Radyasyon tedavisi
Hemodiyaliz, renal transplantasyon
İnfeksiyon
Malignite
Bifosfonat kullanımı

olduğu gösterilmiştir<sup>(4)</sup>. Bir tarafta femur başında AVN varlığında 2 yıl içinde diğer femur başının da tutulma oranı oldukça yüksektir. Bu nedenle nontravmatik AVN olgularında diğer kalça da AVN gelişimi açısından izlenmelidir. Erken tanıda MRG'nin duyarlılığı oldukça yüksektir<sup>(5)</sup>. Bir çalışmada erken tanıda sintigrafi duyarlılığı % 81 iken, MRG duyarlılığı % 100 olarak bildirilmiştir<sup>(6)</sup>.

## Femur Başı AVN-Histoloji

AVN lezyonunun histolojisini anlamak hastalığın görüntüleme bulgularını yorumlamak açısından önem taşımaktadır. Histolojik olarak hastalığın ilk evresi nekroz gelişimidir. İkinci evrede canlı ve nekrotik kemik ara yüzeyinde onarım başlar. Bu aşamada nekrotik fokus içerisinde ölü kemiğin infektif parsiyel rezorpsiyonu bir kuraldır. Nekrotik kemik içinde canlı kemiğin birikimi kalınlaşmış trabekülleri oluşturur. Tek bir lezyonun içinde nekroz ve onarımın çeşitli safhalarda bulunması radyografideki sklerotik ve lüsent-kistik alanlardan sorumludur. Üçüncü evrede mikrofraktürler gelişir. Dördüncü evrede mikrofraktürlerin birleşmesiyle diffüz subkondral fraktür gelişir. Diffüz subkondral fraktür radyografide görülen “crescent” bulgusunun karşılığıdır. Son evrede femur başı kollabe olur ve eklem hasarı gelişir.

## Femur Başı AVN Radyografik Evreleme

AVN evrelemede en yaygın olarak kullanılan sistem direkt grafi için geliştirilmiş olan Ficat ve Arlet Radyografik Evreleme Sistemidir<sup>(7)</sup>. Buna göre Evre 0 preklinik ve preradyolojik evredir. Bu evre karşı kalçasında AVN lezyonu tespit edilmiş ve AVN gelişimi açısından takip edilen kalça için kullanılır. Evre 1, direkt grafi bulguları normal ancak MRG ya da sintigrafide pozitif bulguları olan olguları kapsar. Evre 2 demineralizasyon ve yamalı tarzda skleroza bağlı artmış dansite ve lüsen alanlarının bir arada görüldüğü onarım evresidir. Evre 3 subkondral kırığın görüldüğü ve femur başının düzgünlüğünü kaybedip kollabe olduğu evredir. Bu evrede direkt grafide “crescent” bulgusu gözlenir. Evre 4 femur başının deforme olduğu ve eklem aralığının daraldığı progresif dejeneratif hastalık olarak tanımlanır.

Steinberg ve ark.<sup>(8)</sup> Ficat and Arlet evrelemesine dayanarak, klinik bulguları içeren 6 evreli bir sınıflama sistemi önermişlerdir. Association Research Circulation Osseous (ARCO, Toulouse, Fransa) femur başında tutulan alan yüzdesi ve lezyon lokalizasyonuna dayanarak bir sınıflama sistemi ortaya

koymuştur<sup>(9)</sup>. Buna göre femur başı tutulumu % 15’ten az olan olgular hafif AVN, %15-30 arası olan olgular orta AVN ve % 30’dan fazla olan olgular ağır AVN olarak sınıflandırılmıştır.

AVN lezyonunun genişliğinin hastalığın klinik ve radyolojik seyri için önemli bir belirleyici olduğu gösterilmiştir<sup>(10)</sup>. Ağırlık taşıyan yüzeyin tutulum oranı hastalığın seyrini göstermede en güvenilir prediktif faktördür<sup>(11)</sup>. Beltran ve ark.<sup>(9)</sup> büyük AVN lezyonlarında kor dekompresyon yapılsa bile olguların çoğunda subkondral fraktür ortaya çıkmadan önce femur başı kollapsının geliştiğini göstermişlerdir. Ancak, MRG ile ağırlık taşıyan yüzeyin % 25’inden azı etkilenen olgularda dekompresyon sonrası femur başı kollapsının gelişmediği ortaya konmuştur.

## Femur Başı AVN MRG Bulguları

### Periferal band

AVN’nin erken evrelerinde görülen periferal band femur başının superiorunda santral bir kemik iliği alanını çevreleyen T1 ağırlıklı kesitlerde band şeklinde düşük sinyal alanıdır. Bu yapının nekrotik ve onarım zonu arasındaki arayüzü gösterdiği düşünülür. Ficat-Arlet radyografik evreleme sisteminde Evre 1 ve 2’de görülür.

### Çift çizgi işareti

AVN için spesifik ve patognomoniktir. T2 ağırlıklı imajlarda periferal bandın iç kısmında yüksek sinyal alanı olarak görülür. Ancak, faz ve frekans kodlama gradiyent yönlerinin değişmesiyle sinyal özelliklerinin değişmesi bu bulgunun kimyasal shift artefaktına bağlı olarak ortaya çıktığını gösterir. Ficat-Arlet radyografik evreleme sisteminde Evre 1 ve 2’de görülür.

### Diffüz Kemik İliği Ödemi Paterni

AVN’de diffüz kemik iliği ödemi paternine fokal bulgular (periferal band, çift çizgi işareti) eşlik eder.

Erken dönemde seçilemeyen fokal lezyonlar ilerleyen dönemde bulgu verir.

### Subkondral Kırık

Radyografik evrelemedeki evre 3 lezyon ile uyumludur. Kırık hattı MRG'de yağ sinyalini kaybetmiş olgularda T1A imajlarda güçlülükte görülebilir. Subkondral kemiğe paralel düşük sinyal intansiteli bandlar şeklinde izlenir. Sıklıkla yalnızca T2 ağırlıklı imajlarda yüksek sinyalli olarak seçilirler.

### Eklem Efüzyonu

AVN'ye eşlik edebilir. Prognostik önemi ortaya konmamıştır.

### Intravenöz Gadolinium Bulguları

Intravenöz gadolinium nekrotik fokusun içinde canlı kemik dokusunu görmek için kullanılır. Parlayan canlı kemik içinde, parlamayan nekrotik kemik alanları görülür. T1 ağırlıklı imajlarda görülen hipointens periferik bandın kontrast sonrası parlaması onarıcı zonu işaret eder <sup>(2)</sup>.

### Femur Başı AVN MRG Bulgularının Sınıflaması

AVN lezyonu santral avasküler nekrotik fokusun sinyaline göre 4 gruba ayrılır. Dört sınıfta da nekrozu çevreleyen hipointens rim bulunur. Sınıf A'da sinyal yağa analog, T1 hiperintens, T2 orta intensitede, sınıf B'de sinyal kan/hemorajiye analog, T1 hiperintens, T2 hiperintens, sınıf C'de sinyal sıvıya analog, T1 hipointens, T2 hiperintens (nekrozu gösterir). Sınıf D'de sinyal fibröz dokuya analog, T1 hipointens, T2 hipointensdir. AVN semptomları MR sınıflaması ile iyi örtüşmektedir. Ancak, MRG sınıflamasının radyografik evrelemenin tersine femur başı kollapsı açısından prediktif değeri azdır.

### AVN Ayırıcı Tanı

AVN'nin ayırıcı tanısında geçici kemik iliği ödemi sendromu, infeksiyon-osteomyelit, yetersizlik frak-

türleri ve malignite (kemik metastazı, sarkoma vb.) yer alır. Yaygın kemik iliği ödeminin eşlik etmesi MRG'de AVN'nin fokal lezyonunu gizleyebilir, bu nedenle özellikle yük taşıyan anterosuperior bölgede AVN açısından nekroz odağı araştırılmalıdır.

### MRG Sınırlılıkları

Kardiyak pacemaker, intrakranyal klipsler, kloströfobi, travma sonrası post-op femur başı elemanlarına bağlı artefaktlar MRG'nin belli başlı sınırlılıklarıdır. Ayrıca MRG AVN lezyonunda iskemik olaydan sonraki ilk 5 güne kadar bulgu vermeyebilir. Bunun nedeni kemik iliği hücrelerinin 5 güne kadar iske-miye dayanıklılık göstermesidir.

### SONUÇ

Geçici kemik iliği ödemi sendromu ve AVN MRG'de femur başında kemik iliği ödemi paterni ile seyreden, klinik olarak ayırıcı tanısı güç olan, prognoz ve tedavileri belirgin farklılık gösteren hastalık gruplarıdır. MRG'de femur başında kemik iliği ödemi paterni ile ortaya çıkan olguların AVN fokal bulguları açısından dikkatle incelenmesi önemlidir.

### KAYNAKLAR

1. Hayes CW, Conway WF, Daniel WW. MR imaging of bone marrow edema pattern: transient osteoporosis, transient bone marrow edema syndrome, or osteonecrosis. *Radiographics* 1993;13(5):1001-1011; discussion 1012. <http://dx.doi.org/10.1148/radiographics.13.5.8210586>
2. Vande Berg B, Lecouvet F, Koutaissoff S, Simoni R, Maldague B, Malghem J. Bone marrow edema of the femoral head. *JBR-BTR* 2007;90(5):350-357.
3. Vande Berg BC, Lecouvet FE, Koutaissoff S, Simoni P, Malghem J. Bone marrow edema of the femoral head and transient osteoporosis of the hip. *Eur J Radiol* 2008;67(1):68-77. doi: 10.1016/j.ejrad.2008.01.061. Epub 2008May 12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2008.01.061>
4. Malizos KN, Karantanas AH, Varitimidis SE, Dailiana ZH, Bargiotas K, Maris T. Osteonecrosis of the femoral head: etiology, imaging and treatment. *Eur J Radiol* 2007;63(1):16-28. Epub 2007 Jun 6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2007.03.019>
5. Fordyce MJ, Solomon L. Early detection of avascular necrosis of the femoral head by MRI. *J Bone Joint Surg Br*. 1993;75(3):365-367.
6. Markisz JA, Knowles RJ, Altchek DW, Schneider R, Whalen JP, Cahill PT. Segmental patterns of avascular

- necrosis of the femoral heads: early detection with MR imaging. *Radiology* 1987;162(3):717-720.
7. **Ficat RP, Arlet J.** Necrosis of the femoral head. In: Hungerford DS, ed. *Ischemia and Necrosis of Bone*. Lippincott Williams & Wilkins;1980:171.
  8. **Steinberg ME, Hayken GD, Steinberg DR.** A quantitative system for staging avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77(1):34-41.
  9. **Gardeniers JW.** A new international classification of osteonecrosis of the ARCO Committee on terminology and classification. *J Jpn Orthop Assoc* 1992;66:18-20.
  10. **Beltran J, Knight CT, Zuelzer WA, Morgan JP, Shwendeman LJ, et al.** Core decompression for avascular necrosis of the femoral head: correlation between long-term results and preoperative MR staging. *Radiology* 1990;175(2):533-536.
  11. **Lafforgue P, Dahan E, Chagnaud C, Schiano A, Kasbarian M, Acquaviva PC.** Early-stage avascular necrosis of the femoral head: MR imaging for prognosis in 31 cases with at least 2 years of follow-up. *Radiology* 1993;187(1):199-204.