

Deprem ve Doğal Afetlerde Acil Radyoloji

Emergency Radiology in Earthquakes and Natural Disasters

Ömer Kazıcı¹, Halil Özer²

¹T.C. Cumhurbaşkanlığı Sağlık Hizmetleri Merkezi, Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Konya, Türkiye

ÖZ

Depremler ve diğer doğal afetler, sağlık sistemlerine ve ülke ekonomisine önemli ölçüde etki eden ani, beklenmedik, maddi ve manevi yıkıcı olaylardır. Bu doğal afetler sonrasında acil bir şekilde tanı koyma ve tedavi süreçlerinin yönlendirilmesinde radyolojik incelemeler önemli ve kritik bir role sahiptir. Görüntüleme teknikleri ve elde edilen görüntüleri hızlıca yorumlamak yaralanmaların hızlı ve doğru değerlendirilmesini sağlayarak yaşam kurtarıcı müdahalelere olanak tanır. Bu yazı, deprem ve doğal afetlerde acil radyolojinin rolünü, kullanılan görüntüleme tekniklerini, karşılaşılan yaralanma türlerini ve mobil radyolojik sistemlerin organizasyonunu ele almaktadır. Ayrıca, radyologların afet hazırlık süreçleri ve bu alandaki teknolojik yeniliklere ilişkin gelecekteki yönelimler tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Depremler, kompartıman sendromu, doğal afetler, ezilme yaralanması, FAST protokolü

ABSTRACT

Earthquakes and other natural disasters are sudden, unexpected, and devastating events that significantly impact healthcare systems and national economies, both materially and emotionally. In the aftermath of these disasters, radiological examinations play a crucial and critical role in quickly diagnosing and guiding treatment processes. Imaging techniques and the rapid interpretation of acquired images allow for the swift and accurate assessment of injuries, enabling life-saving interventions. This article discusses the role of emergency radiology in earthquakes and natural disasters, the imaging techniques used, the types of injuries encountered, and the organization of mobile radiological systems. Additionally, it explores the preparedness processes for radiologists and future trends in technological innovations in this field.

Keywords: Earthquakes, compartment syndromes, crush injuries, disasters, FAST protocole

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Deprem ve diğer doğal afetlerde hızlı ve faydalı bir şekilde sürecin radyolojik açıdan nasıl yönetileceğini anlamak.
- Crush sendromu ve bunun sonucunda oluşabilecek nefropati gibi olasılıkları göz önünde bulundurup kontrast kullanımında dikkat etme gerekliliğini anlamak.
- Mobil radyoloji cihazlarının kullanımı konusunda yetkin olmanın gerekliliğini anlamak.
- Radyologların afet hazırlık süreçleri ve bu alandaki teknolojik yeniliklere ilişkin gelecekteki yönelimleri hakkında fikir sahibi olmak.

GİRİŞ

Depremler, yer kabuğundaki ani kırılmalar sonucu meydana gelen sismik dalgalarla tanımlanan, büyük çaplı yıkıma ve can kayıplarına yol açan doğal afetlerdir. Doğal afetler olarak değerlendirilen bu olaylar, fiziksel yaralanmalardan psikolojik etkilere kadar geniş bir spektrumda toplumsal sonuçlar

doğurur. Dünya Sağlık Örgütü, depremleri sağlık sistemlerini en çok zorlayan doğal afetlerden biri olarak sınıflandırmıştır, çünkü bu olaylar genellikle ani ve geniş çaplı travmatik yaralanmalara, barınma krizlerine, su ve besin kaynaklarının tükenmesine yol açar [1]. Depremler gibi afetler sonrasında, sağlık hizmetlerine erişim genellikle kesintiye uğrar ve acil



Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Ömer Kazıcı, T.C. Cumhurbaşkanlığı Sağlık Hizmetleri Merkezi, Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: omerkazci1990@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0003-0846-1074

Geliş Tarihi/Received: 18.12.2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 30.12.2024 **Yayınlanma Tarihi/Publication Date:** 15.08.2025

Cite this article as: Kazıcı Ö, Özer H. Emergency radiology in earthquakes and natural disasters. *Trd Sem.* 2025;13(2):152-160



Copyright© 2025 Yazar. Türk Radyoloji Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır.
Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makaledir.

müdahale gerektiren durumların yönetimi zorlaşır. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) verilerine göre 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta iki büyük deprem meydana gelmiştir. İlk deprem, saat 04:17'de Pazarcık ilçesi merkezli olup 7,7 büyüklüğündeydi ve yerin 8,6 km derinliğinde gerçekleşmiştir. İkinci deprem ise saat 13:24'te Elbistan ilçesi merkezli 7,6 büyüklüğünde olup 7 km derinlikte meydana gelmiştir. Toplam 42.310 vatandaş hayatını kaybetmiş ve bölgeden 448.018 kişi tahliye edilmiştir. Bölgede AFAD, Polis Arama Kurtarma, Jandarma Arama Kurtarma, Jandarma Özel Asayiş Komutanlığı, Sahil Güvenlik ve diğer arama kurtarma ekiplerinden oluşan toplam 14.740 personel görev yapmıştır. Ayrıca, sahada toplam 242.392 personel çalışmalara katılmıştır. Bin dokuz yüz doksan dokuz Marmara Depremi sonrasında da Türkiye'de yaklaşık 17.000 kişinin hayatını kaybettiği, 50.000'den fazla kişinin yaralandığı ve 250.000'den fazla kişinin evsiz kaldığı bildirilmiştir [2]. Deprem sonrası dönemde, sağlık sistemlerinin organizasyonu, hızlı tanı ve tedavi planlaması için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, afet tıbbında kullanılan teknolojilerin, özellikle de radyolojik görüntüleme sistemlerinin, etkili bir şekilde yönetilmesi hayati önem taşır.

RADYOLOJİNİN DEPREM VE DOĞAL AFET SONRASINDAKİ ROLÜ VE GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİNİN KULLANIMI

Radyoloji, deprem ve diğer doğal afetlerin ardından tıbbi müdahalenin en önemli basamaklarından biridir. Yaralanmaların hızlı ve doğru bir şekilde değerlendirilmesi, tedaviye yönlendirme ve komplikasyonların izlenmesinde radyolojik görüntüleme tekniklerinin önemi büyüktür.

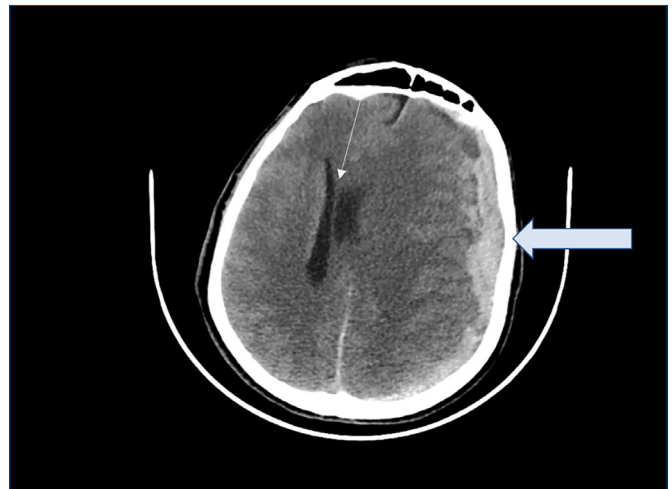
Deprem ve doğal afetlerin ardından karşılaşılan yaralanmaların tanı ve yönetiminde radyolojik görüntüleme teknikleri kritik bir rol oynamaktadır. Farklı görüntüleme modaliteleri, spesifik yaralanmaların değerlendirilmesinde kullanılır ve tanısal doğruluğu artırmak için birbiriyle tamamlayıcı şekilde uygulanır. Her modalite, afet tıbbında belirli bir amaca hizmet eder ve farklı durumlarda farklı avantajlar sunar. Bu bölümde, görüntüleme tekniklerinin kullanım alanları ve etkileri detaylandırılmaktadır.

Röntgen (X-ray)

Dijital röntgen, afet bölgelerinde hızlı tanı koyma ve triyaj sürecinde ilk basamak görüntüleme yöntemi olarak kullanılır. Hızlı sonuç vermesi, mobil olarak kolay taşınabilmesi düşük maliyeti ile deprem ve doğal afet sonrasında kullanımı idealdir [3]. Ekstremiteler yaralanmaları, pnömotoraks, hemotoraks ve kostal kırıklarının tespitinde kullanılabilir. Ancak yumuşak doku ve iç organ yaralanmalarında oldukça sınırlı bir tanısal değere sahiptir. Mobil cihazların pillerinin sınırlı süre için yeterli olması, şarj sorunu gibi teknik sıkıntılar mevcutsa kullanımını sınırlar.

Bilgisayarlı Tomografi

Deprem ve doğal afet anında yaşanan elektrik kesintileri ve hastanelerdeki hasarlar, bilgisayarlı tomografi (BT) kullanımını ciddi şekilde kısıtlamaktadır. Depremzedelere ya da afetzedelere sağlık hizmeti sunumunda BT'nin ilk kullanımının depremin ardından beşinci saate kadar uzanabileceği gösterilmiştir [4]. Tüm vücut BT incelemeleri, mevcutsa, acil cerrahilere rehberlik edebilir; ancak yüksek hasta yoğunluğunun olduğu durumlarda, her hastaya pan-BT uygulamak imkansızdır ve pratik değildir. Bu nedenle, travma için odaklı değerlendirme ile ultrasonografi (FAST) rehberliğinde yapılan BT incelemeleri daha iyi ve daha etkili sonuçlar sağlar ve kontrastlı BT incelemelerine son derece dikkatli yaklaşılmalıdır [5]. Rabdomiyoliz gibi böbrek fonksiyonunu engelleyen durumlarda, depremler nedeniyle oluşan ezilme (Crush) sendromu gibi, kontrast maddesinin kullanımı ciddi komplikasyonlara yol açabilir. Yine, depremlerle ilişkili travmaların neden olduğu kompartıman sendromu olan olgularda kontrast madde ekstremitelere uygulanması meydana gelirse durum daha da kötüleşebilir. Ancak, klinik muayenede şüphelenilen büyük damar yaralanması, diseksiyon veya pulmoner emboli gibi bazı özel durumlarda, hastanın böbrek fonksiyon testlerinin sonuçlarını beklemeden intravenöz kontrast maddeleri uygulanabilir. BT, çoklu travmaların detaylı değerlendirilmesi için altın standart olarak kabul edilir. BT, kafa içi travmalar, toraks yaralanmaları ve abdominal organ hasarlarının teşhisinde etkili bir yöntemdir. Kafa travmalarında subdural ve epidural hematomların tespitinde (Resim 1), toraks yaralanmalarında pulmoner kontüzyonların ve vasküler lezyonların değerlendirilmesinde, abdominal organ



Resim 1. Depremzede 36 yaşında kadın hasta, sol hemisfer frontoparietal planda akut subdural hematoma ve septum pellucidumun yer değiştirmesi kalın ok, sol hemisferin frontoparietal düzleminde akut subdural kanamayı göstermektedir. İnce ok ile işaretlenen bölgede, orta hat seviyesinde, septum pellucidumun sağa doğru 20 mm yer değiştirdiği izlenmiştir.

yaralanmalarında aktif kanama tespitinde büyük avantajlar sağlar. Ancak yüksek enerji gereksinimi ve taşınabilirlik kısıtlamaları nedeniyle mobil kullanımı sınırlıdır.

Ultrasonografi

Ultrasonografi (USG), taşınabilirliği ve radyasyon içermemesi nedeniyle deprem ve doğal afet senaryolarında sıklıkla tercih edilir. USG hem felaket anında hem de sonraki altı saatlik dönemde en faydalı ve erişilebilir yöntemdir. Bunun başlıca nedeni, görüntüleme yöntemlerinin enerji gereksinimidir. BT mevcut olmadığında erişilebilen tek kesitsel görüntüleme yöntemi olarak, USG yaygın olarak kullanılır. USG, felaketten sonraki ilk aşamalarda, özellikle BT'nin yokluğunda, paha biçilmez bir öneme sahiptir. Taşınabilir USG cihazları bu durumlarda daha avantajlıdır. Biyokimyasal laboratuvar testlerinin yokluğunda bile, taşınabilir USG aletleri ayırıcı tanıyı daraltmaya veya daha ciddi hastalıkları ekarte etmeye yardımcı olabilir. Travma için odaklı değerlendirme ile USG, depremle ilgili hastalıklar için ana USG yöntemidir. Katrina Kasırgası'ndan sonra, 11 Eylül'de New York'ta, 2006'da Lübnan Savaşı'nda ve 2010'da İran depreminde, FAST'ın yüksek hasta yoğunluğu dönemlerinde hastaları değerlendirme ve triaje etmede başarılı olduğu bulunmuştur. Acil afet sonrası aşamada, hemotoraks/pnömotoraks, solid organ yaralanması, kırıklar, gebelik ve vasküler incelemeler, pediatrik kafa taramaları ve intravenöz erişim yardımı kontrolü için kullanılabilir [5]. Bir klinisyen, bir radyoloji asistanına kıyasla aynı hassasiyetle ancak daha az özgüllükle FAST uygulayabilir. Ayrıca, FAST gereksiz BT taramalarının sayısını azaltabilir. Yeni Zelanda'nın Christchurch kentinde meydana gelen bir deprem sonrası yapılan bir çalışmada, afet sonrası sağlık hizmeti veren hekimler tarafından en sık kullanılan ve en erişilebilir görüntüleme yönteminin USG olduğu görülmüştür [5, 6].

Görüntü kalitesi, kullanılan cihazın özelliklerine ve operatör deneyimine bağlıdır. Karmaşık yaralanmalarda detaylı bilgi sağlamada sınırlıdır.

Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), yumuşak doku ve sinir sistemi yaralanmalarının detaylı değerlendirilmesinde tercih edilen bir yöntemdir. Özellikle spinal travmaların ve omurilik hasarlarının değerlendirilmesinde önemli bir rol oynar. Radyasyon içermemesi ve yumuşak doku kontrastını artırma kapasitesi en önemli avantajıdır. Ancak deprem ve diğer doğal afetler, MRG cihazlarının güvenliğini tehlikeye atabilir. Özellikle, bu tür olaylar sırasında veya sonrasında meydana gelebilecek yapısal hasarlar, MRG cihazlarının süperiletken miktatlarının aniden süperiletkenlik özelliklerini kaybetmesine neden olan "quench" riskini artırabilir. Quench olayı, sıvı helyumun hızla buharlaşmasına ve miktatın manyetik alanının ani kaybına yol açar. Bu durum, cihazın ciddi şekilde zarar görmesine ve

çevredeki kişiler için potansiyel tehlikelere neden olabilir. Özellikle, quench sırasında açığa çıkan helyum gazı, uygun şekilde tahliye edilmezse, odadaki oksijeni hızla yer değiştirerek boğulma riskine yol açabilir. Bu nedenle, MRG cihazlarının düzenli bakımı ve acil durum tahliye sistemlerinin işlevselliği, doğal afetler sonrasında quench riskini azaltmak için kritik öneme sahiptir [7].

Mobil Radyolojik Sistemler

Mobil radyolojik sistemler, afet bölgelerinde hızlı tanı koyma ve triyaj için vazgeçilmezdir. Mobil röntgen cihazları, taşınabilir USG cihazları ve mobil BT sistemleri, saha koşullarında etkin bir şekilde kullanılabilir. Marmara depremi sırasında mobil radyolojik cihazların, tanısız doğruluğu artırmada önemli katkı sağladığı bildirilmiştir [2].

Raporlama Alternatifleri

Afetler sırasında radyolojik görüntülere erişimde ciddi zorluklar yaşanmıştır. Bu nedenle, eğer klinisyenle yakın çalışma imkanı varsa, en ideal raporlama yöntemi sözlü raporlamadır. Yakın temas içinde çalışmanın mümkün olmadığı durumlarda, kısa ve öz bilgi sağlayan ve hızlı bir şekilde oluşturulabilen yazılı raporlar ön plana çıkmaktadır [8]. Son yaşanan deprem felaketinin ardından, uzaktan hızlı ve etkili raporlama yapılmasına olanak tanıyan bir sistemin çok hızlı bir şekilde kurulmuş olması memnuniyet vericidir.

DEPREM VE DOĞAL AFET İLE İLİŞKİLİ YARALANMALAR

Travmatik Yaralanmalar

Depremler tüm doğal afetler arasında en ölümcül olanıdır. İki bin yedi ve 2017 yılları arasında 350.000 kişi hayatını kaybetmiş ve bir milyondan fazla kişi yaralanmıştır. Depremlerde ölüm-yaralanma oranı genellikle yaklaşık 1:3-4'tür; ancak bu oran yaralanmanın ciddiyetine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir [8].

Hem Türkiye'de hem de dünya genelinde yapılan araştırmalarda, depremlerden sonra en sık görülen yaralanmaların travmatik yaralanmalar olduğu ve en çok ihtiyaç duyulan müdahalelerin ortopedik işlemler olduğu gösterilmiştir. Debridman en sık yapılan operasyon olup, bunu açık redüksiyon-internal fiksasyon ve kapalı redüksiyon-alçı izlemektedir [9-11].

Depremle ilişkili travmatik yaralanmalar en çok ekstremitelerde, özellikle de alt ekstremitelerde görülmektedir (Resim 2). Sıklık sırasına göre, ekstremiteleri toraks, omurga yaralanmaları, pelvik kırıklar, kraniyal ve maksillofasial yaralanmalar ile abdominal travmatik bulgular takip etmektedir [12]. Femur, ekstremitelerde en sık yaralanan kemik olup, bunu tibial shaft ve ayak bileği izlemektedir. Üst ekstremitelerde ise en sık yaralanan

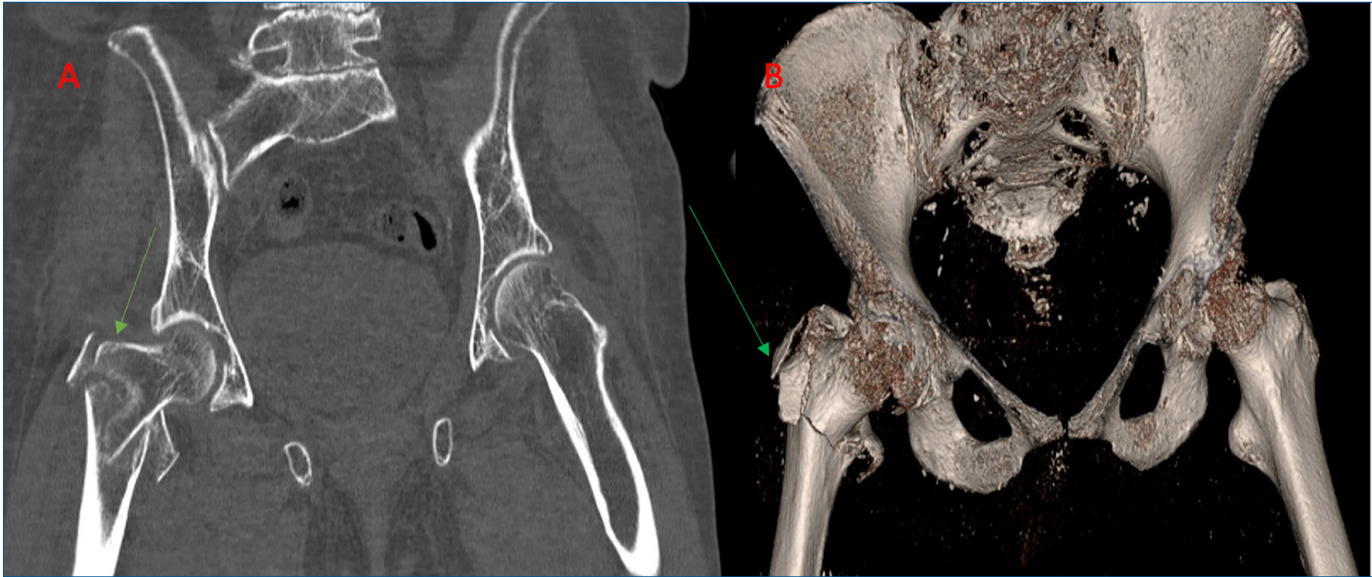
kemik humerustur [13]. Depremle ilişkili alt ekstremitte kırıklarının, diğer travmalardan farklı olarak, çoğunlukla birden fazla ve parçalı olduğu gösterilmiştir [14, 15]. Çocuklarda görülen depremle ilişkili kırıklar, erişkinlerdekine benzerdir; kırıklar genellikle alt ekstremitelerde görülmekte ve genellikle eksternal fiksasyon gerekmektedir [16].

Pelvik kırıklar genellikle birden fazla ve iki taraflı olarak görülmektedir (Tablo 1). Çin’de yapılan bir çalışmada, en yaygın pelvik kırık alt tipi C tipi kırık olarak rapor edilmiştir ve bunu B3 ve B2 tipleri takip etmiştir [17]. Türkiye’de yapılan bir çalışmada ise, Çin verilerine benzer şekilde, en sık C2 tipi kırıkların görüldüğü bulunmuştur [18, 19].

Maksillofasiyal travmaların dağılımı incelendiğinde, en sık görülenin mandibular kırıklar olduğu, bunu zigomatik

kompleks ve maksilla kırıklarının takip ettiği görülmektedir. Alt ekstremitte kırıklarına benzer şekilde, birden fazla ve parçalı kırıklar yaygındır. Maksillofasiyal kırıklara en sık eşlik eden yaralanmalar kraniyal travmalar ve alt ekstremitte kırıklardır [20]. Bazı çalışmalar, nazal kemik, etmoid kemik ve orbital kırıkların da yaygın olduğunu bildirmektedir. Maksillofasiyal kırıklar, bölgenin karmaşık anatomisi ve sıklıkla eşlik eden kraniyal travmalar nedeniyle multidisipliner bir yaklaşım gerektiren yaralanmalardır [20, 21].

Depremlerle ilişkili durumlardan biri de rabdomiyolizdir [22]. BT görüntülerinde heterojen hipodens bir görünüm sergileyebilir. Kontrastlı BT görüntülerde, çevresel (rim) kontrast birikimi görülebilir. Rabdomiyoliz, MRG’de daha çeşitli bulgular sunar (Resim 3). MRG bulguları ile miyonekrozun durumu da tespit edilebilir. Hafif ile



Resim 2. Otuz sekiz yaşında erkek hasta sağ femurda intertorakterik kırık koronal reformat ve 3D görüntüler.

Tablo 1. Tile sınıflaması

Tile sınıflaması ile pelvik kırıklar	Açıklama
Tip A (pelvik halka hem rotasyonel hem de dikey olarak stabildir)	
A1	Kırık gözlenir, ancak pelvik halka etkilenmez
A2	Pelvik halka kırığı fark edilir, ancak pelvik halka stabildir
Tip B (pelvik halka dikey olarak stabil, ancak rotasyonel olarak instabildir)	
B1	Görünüm açık bir kitaba benzer
B2	Aynı tarafta lateral kompresyon tespit edilir
B3	Karşı tarafta veya “kovan sapı” yaralanma deseni lateral kompresyon için incelenir
Tip C (pelvik halka hem rotasyonel hem de dikey olarak instabildir)	
C1	Tek taraflı instabilite
C2	İki taraflı instabilite
C3	Asetabular kırık ile ilişkilidir

orta şiddetli olgularda, hasarlı kaslar ödem gösterir ve yaralanmanın şiddetine uygun sinyal yoğunluğu ile belirir. Şiddetli miyonekroz oluştuğunda iki farklı bulgu görülebilir: Birincisi, T1 ağırlıklı görüntülerde homojen olarak izo/hiperintens, T2AG/kısa tau inversiyon iyileştirme görüntülerde homojen hiperintens ve post-kontrast T1AG'de homojen kontrast birikimi izlenebilir. İkincisi; T1AG'de homojen/heterojen hiperintens, T2AG'de heterojen hiperintens ve post-kontrast T1AG'de çevresel (rim) kontrast birikimi şeklinde izlenebilir [22].

Rabdomiyolizin belirtilerine ek olarak, MRG, çevredeki fasyada bir yırtık nedeniyle kasın herniasyonunu gösterebilir. Ayrıca, BT anjiyografi ve renkli Doppler ultrason, artan kompartman içi basınca bağlı olarak damar lümen daralmasını tespit etmek için kullanılabilir [23-25].

Bir deney hayvanı çalışmasına dayanarak, kontrastlı USG rabdomiyoliz tanısında etkili bulunmuştur. Çalışmada, kontrastlı USG'nin hasarlı kasların görüntülerinde erken ve yüksek kontrast birikimi gösterdiği tespit edilmiştir [23-25].

Akut kompartman sendromu, uzuv ve yaşam için tehdit oluşturan cerrahi bir acil durumdur. Bu ağırlı durum, artan kompartman içi basınç nedeniyle oluşur, perfüzyonu bozar ve etkilenen kompartman içindeki kas ve sinirlerde hasara neden olur. Akut kompartman sendromunun tanısı, klinik belirtiler ve kompartman basınçlarının ölçümüyle konulur. Görüntüleme tekniklerinin kullanımı genellikle sınırlıdır ve bazı durumlarda görüntüleme, tanı ve cerrahi tedaviyi geciktirebilir.

TRAVMATİK OLMAYAN YARALANMALAR

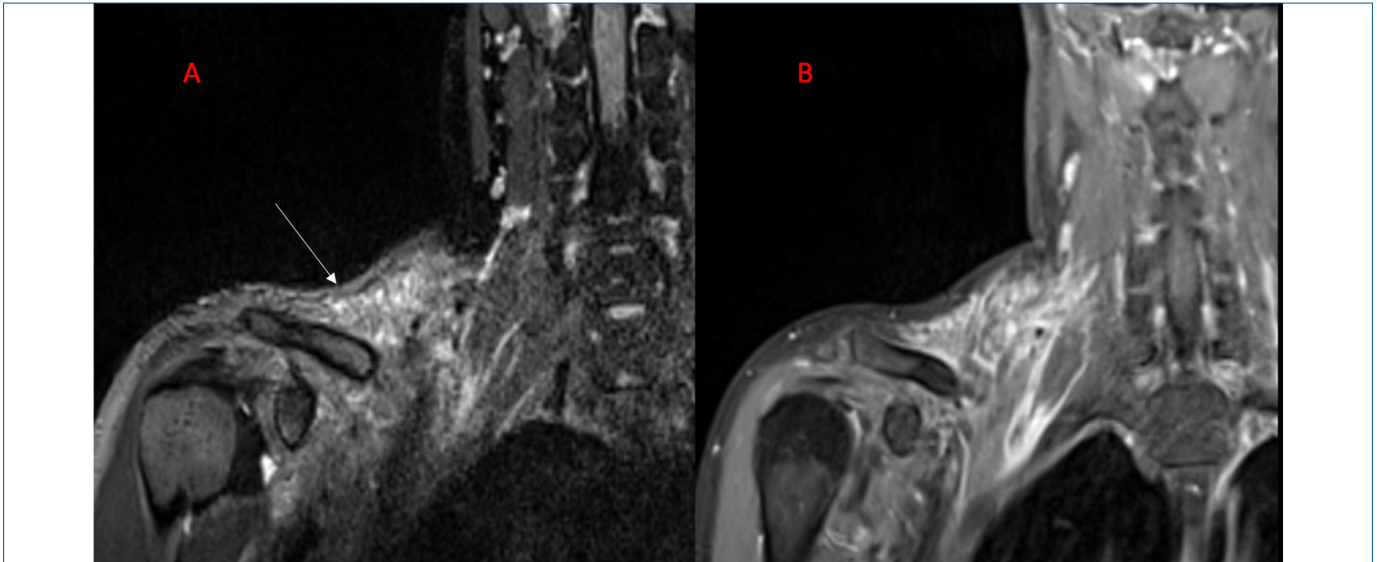
Serebrovasküler Hastalıklar

Doğal bir afetten etkilenen kişilerde sempatik sinir sisteminin aktivasyonu sonucu ortaya çıkan kan basıncı ve kalp hızı artışına “afet hipertansiyonu” denir [26]. Afet hipertansiyonu, inme ve kalp krizi riskinde artış ile bağlantılıdır ve kardiyovasküler hastalıkların ana nedenlerinden biridir. Ayrıca, afet sonrası yaşanan çeşitli zorluklar (örneğin; yetersiz beslenme ve su, düzenli ilaç temini zorluğu ve zihinsel stres), afet hipertansiyonunu olumsuz etkileyebilir ve bunun sonucunda serebrovasküler inmeler (Resim 4) ve kardiyovasküler bozukluklar gelişebilir.

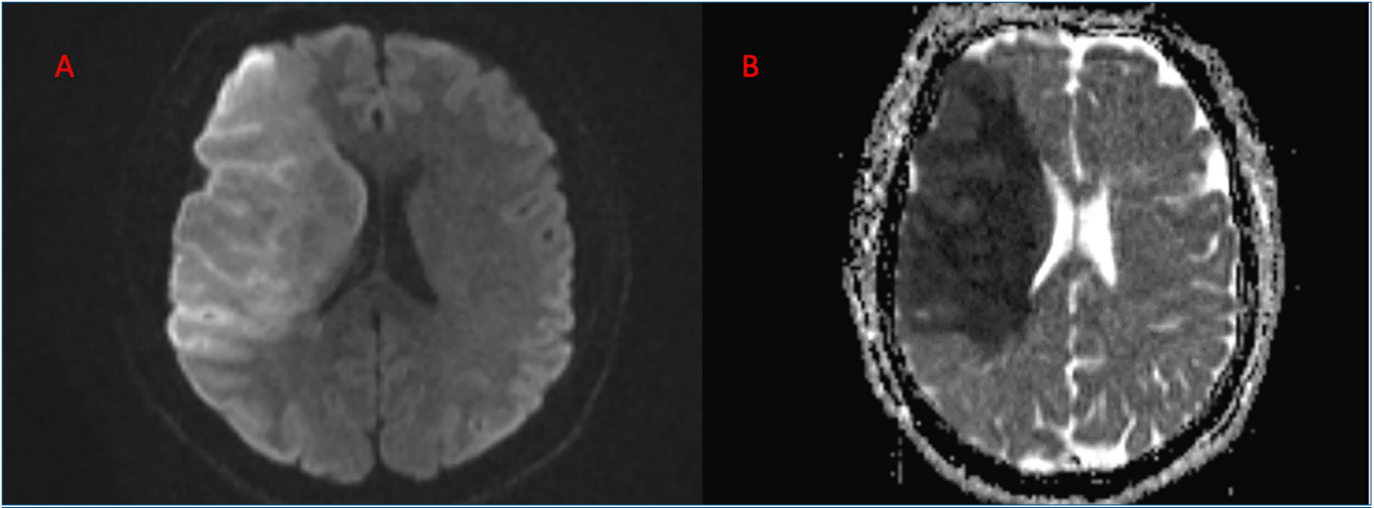
Tahliye merkezlerinde bulunan hastaların bir kısmında serebrovasküler ataklar geçirdiği bilinmektedir. Depremden bir ay sonra, travmaya bağlı olmayan spinal subdural ve epidural hematomlar da gözlemlenmiştir. Antitrombotik ilaçların düzensiz kullanımı ve/veya belirli araçlarda gecelemeyle ilgili rahatsız edici pozisyonların bu tür hematomlar için potansiyel risk faktörleri olduğu öne sürülmüştür.

Kardiyovasküler Hastalıklar

Kalp yetmezliği (KY), alt ekstremitte derin ven trombozu (DVT) ve pulmoner tromboemboli (PTE), depremlerle ilişkili başlıca travmatik olmayan hastalıklardandır. KY olguları genellikle depremden uzun süre sonra, yedinci hafta gibi geç dönemlerde artış gösterirken, PTE ve DVT olguları depreme daha yakın zamanlarda artış göstermektedir.



Resim 3. Rabdomiyoliz, 20 yaşında erkek hasta. (A) Sağ trapezius, deltoid ve skalen kaslarının oklarla belirtilen bölgelerinde, STIR sekans koronal görüntülerinde hiperintens ödematöz görünüm ve paratenon sıvı sinyalleri izlenmiştir. (B) Post-kontrast T1 koronal sekanslarda, STIR ile tanımlanan bölgelerde diffüz bir düzelme saptanmıştır. STIR, kısa tau inversiyon iyileştirme.



Resim 4. İnme, 54 yaşında erkek hasta. (A) Sağ MCA sulama alanında subkortikal-kortikal düzeyde difüzyon kısıtlanması izlenmiştir. (B) MCA sulama bölgesine uygun şekilde subkortikal-kortikal yerleşimli ADC görüntüsü saptanmıştır. MCA, sağ orta serebral arter; ADC, görünür difüzyon katsayısı.

Ayrıca, DVT ve PTE olgularının kadınlarda daha yaygın olduğu gözlemlenmiştir. Bunun başlıca nedeni olarak, oral kontraseptif kullanımının uzun süreli oturma ya da yetersiz yaşam koşulları ile birleşmesi olduğu düşünülmektedir [27, 28].

Enfeksiyonlar

Temiz su teminindeki sorunlar, kanalizasyon sistemlerindeki aksaklıklar ve tahliye merkezlerindeki kötü barınma koşulları, afet sonrası enfeksiyonların başlıca nedenleridir. Solunum yolu ve gastrointestinal enfeksiyonlar en yaygın grup olup, afetlerden sonra meningoensefalit olgularının da arttığı bildirilmiştir [28, 29]. Ortopedik yaralanmalara sahip hastaların yaklaşık %20'sinde yara enfeksiyonlarının eşlik ettiği gösterilmiştir [30].

DOĞAL AFET SONRASI EĞİTİM VE TEKNOLOJİK YENİLİKLER

Doğal afetlerin ardından etkili bir sağlık müdahalesi sunmak, yalnızca altyapının sağlamlığına değil, aynı zamanda sağlık personelinin eğitimi ve kullanılan teknolojilerin kapasitesine de bağlıdır. Özellikle deprem gibi büyük ölçekli afetlerde, sağlık çalışanlarının hızlı karar alma ve uygulama becerileri büyük önem taşır. Afet tıbbında radyoloji personelinin eğitimi, triyaj süreçlerinde doğru görüntüleme yöntemlerinin seçilmesi, sahada mobil cihazların etkili kullanımı ve elde edilen görüntülerin doğru yorumlanması açısından hayati bir rol oynar. Afet senaryolarına yönelik eğitim programları, teorik bilgi kadar pratik uygulamalara da odaklanmalıdır. Özellikle simülasyonlar, sağlık çalışanlarının afet koşullarında deneyim kazanmalarını sağlamak ve stresi yönetme kapasitelerini artırmak için etkili bir yöntemdir.

Radyologların afet hazırlığına yönelik eğitimlerinde, mobil radyolojik cihazların saha koşullarında nasıl kullanılacağına dair pratik bilgiler yer almalıdır. Örneğin; mobil röntgen cihazları, taşınabilir USG sistemleri ve mobil BT ünitelerinin kullanımı, deprem gibi afetlerde hızlı tanı koyma ve triyaj süreçlerinde belirleyici rol oynar. Ayrıca, radyologların FAST protokolü gibi spesifik yöntemlerde uzmanlaşmaları, abdominal yaralanmaların hızlı bir şekilde değerlendirilmesi açısından kritik önemdedir.

Teknolojik yenilikler, afet sonrası sağlık hizmetlerinin etkinliğini artırmak için devreye giren bir diğer önemli unsurdur. Yapay zeka (AI) tabanlı görüntüleme sistemleri, triyaj kararlarını hızlandırmak ve tanı doğruluğunu artırmak için giderek daha fazla kullanılmaktadır. AI destekli yazılımlar, görüntüleme verilerini analiz ederek ciddi yaralanmaları hızlı bir şekilde belirleyebilir ve bu da sağlık personelinin karar alma süreçlerini kolaylaştırır. Örneğin; BT ve MR görüntülerinde beyin kanaması veya akciğer kontüzyonları gibi kritik patolojilerin otomatik olarak tespit edilmesi, zaman kazandırıcı bir yenilik olarak öne çıkmaktadır [30]. AI entegrasyonu, yalnızca tanılarda değil, aynı zamanda görüntüleme cihazlarının yönetimi ve hasta verilerinin analizi gibi alanlarda da kullanılabilir.

Afet koşullarında enerji verimli ve taşınabilir cihazların geliştirilmesi, sahada sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşır. **Yeni nesil mobil radyolojik sistemler, düşük enerji tüketimi, dayanıklı tasarımları ve taşınabilirlik özellikleri sayesinde saha hastanelerinde daha etkin bir şekilde kullanılabilir. Özellikle taşınabilir BT üniteleri, kompleks travmaların hızlı bir şekilde değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Marmara depremi sırasında mobil radyolojik cihazların kullanımına ilişkin yapılan incelemeler,**

bu cihazların ölüm oranlarını azaltmada önemli bir katkı sunduğunu göstermiştir [2].

Gelecekteki teknolojik yenilikler, sadece cihazların performansını artırmakla kalmayacak, aynı zamanda global işbirliklerini de kolaylaştıracaktır. Uluslararası radyoloji ağları, afet bölgelerine kaynakların ve uzmanlığın daha hızlı aktarılmasını sağlayabilir. Örneğin; tele-radyoloji sistemleri, afet bölgelerinde elde edilen görüntülerin uzaktaki uzmanlar tarafından incelenmesine olanak tanır. Bu da yerel sağlık ekiplerinin üzerindeki yükü azaltırken, tanı süreçlerinin doğruluğunu artırır. Ayrıca, bulut tabanlı veri yönetim sistemleri, afet sonrası hastaların takip edilmesi ve verilerin güvenli bir şekilde saklanması için ideal bir çözüm sunmaktadır. Depremler gibi afet durumlarında, BT ve floroskopi cihazlarına erişimin sınırlı olduğu durumlarda, girişimsel radyolojik işlemler geniş ölçekte uygulanamaz. Bununla birlikte, USG rehberliğinde yapılan işlemlerin pratik ve hayat kurtarıcı olduğu görülmektedir. Tüp torakostomi, plevral kanama drenajı ve santral venöz kateter yerleştirme, afet bölgelerinde başlıca hayat kurtarıcı girişimsel radyoloji uygulamalarıdır.

YÜKSEK ÖLÜM RİSKİ TAŞIYAN YARALANMALAR VE ADLİ TIP-RADYOLOJİ İŞBİRLİĞİ

Ani ölümler, deprem sırasında meydana gelen yıkıcı yaralanmalardan kaynaklanır. Beyin veya omurilikte meydana gelen ciddi travmalar, bu tür yaralanmaların yaygın nedenlerindendir ve çoğu durumda bu hastalar kurtarılamaz. Diğer depremzedeler ise felaketten sonraki ilk birkaç saat içinde hızla hayatını kaybeder. Tarihsel deneyimler, bu tür ölümlerin hızlı bir şekilde tedavi uygulanması durumunda önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermektedir. Bu bireyler genellikle subdural hematomlar, karaciğer veya dalak yırtılmaları ve pelvik kırıklar gibi yaralanmalara sahiptir.

En önemli komplikasyonlardan biri de depremin ardından günler veya haftalar sonra meydana gelir ve sepsis, çoklu organ yetmezliği ve yaygın damar içi pıhtılaşma (dissemine intravasküler koagülasyon) nedeniyle oluşur. Bu bireylerin kurtarıma olasılığı en yüksek olan grupta yer aldığı düşünülmektedir, çünkü yaralanma komplikasyonlarından daha yavaş etkilenirler [31]. Maalesef, afet sonrası tıbbi çabalardan biri, hayatını kaybedenlerin kimliklerini belirlemektir. Bu noktada adli tıp uzmanları, görüntüleme yöntemlerini de kullanabilir. Afet ortamının sunduğu imkanlar göz önüne alındığında, en sık kullanılan yöntemin dental radyografiler olduğu belirlenmiştir. MRG ve BT'nin kimlik belirleme ve ölüm nedenini aydınlatma konusunda oldukça işlevsel olduğu bilinmektedir. Ancak, bu yöntemlerin kullanımının genellikle sınırlı olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Ölüm nedeninin belirlenmesinde MRG ve BT oldukça işlevsel olsa da, her iki yöntemin kullanımı maalesef sınırlıdır.

Bunun başlıca nedenleri, bu görüntüleme yöntemlerine yönelik hayat kurtarıcı müdahalelerin acil ihtiyaç oluşturması ve toplu can kaybının olduğu bir ortamda incelenmesi gereken çok sayıda hayatını kaybetmiş insan bulunmasıdır. Ayrıca, birçok radyologun adli görüntüleme konusunda yeterli deneyime sahip olmadığı gözlemlenmiştir.

SONUÇ

Görüntüleme teknikleri, deprem ve doğal afetlerin ardından tanı koyma, triyaj ve tedavi süreçlerinde hayati öneme sahiptir. Her bir modalite, spesifik yaralanmaların değerlendirilmesinde önemli bir rol oynar. Röntgen, hızlı ve kolay erişilebilir olmasıyla triyaj sürecinde kritik bir rol oynarken, BT ve US, detaylı tanı koyma süreçlerinde ön plana çıkar. Mobil radyolojik cihazların saha ortamında yaygın kullanımı, afet sonrası sağlık hizmetlerinin etkinliğini artırmaktadır. Bu tekniklerin etkili kullanımı, hem yaralıların hayatta kalma oranını artırır hem de sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliğine katkıda bulunur.

Dipnotlar

Çıkar Çatışması

Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

KAYNAKLAR

1. World Health Organization (WHO). (2020). Health emergency and disaster risk management framework. World Health Organization. [CrossRef]
2. Aker AT. Marmara depremi sonrası sağlık hizmetlerinin değerlendirilmesi. *Türk Psikiyatri Dergisi*. 2006; 17: 204-12. [CrossRef]
3. Beaton R, Murphy S, Johnson C, Pike K, Corneil W. Exposure to duty-related incident stressors in urban firefighters and paramedics. *J Trauma Stress*. 1998; 11: 821-8. [CrossRef]
4. Gregan J, Balasingam A, Butler A. Radiology in the Christchurch earthquake of 22 February 2011: challenges, interim processes and clinical priorities. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2016; 60: 172-81. [CrossRef]
5. Kakaei F, Zarrintan S, Rikhtegar R, Yaghoubi AR. Iranian 2012 earthquake: the importance of focused assessment with sonography for trauma (FAST) in assessing a huge mass of injured people. *Emerg Radiol*. 2013; 20: 307-8. [CrossRef]
6. Raja FS. Portable sonography in Haiti after the earthquake. *Can Assoc Radiol J*. 2011; 62: 222. [CrossRef]
7. Kanal E, Barkovich AJ, Bell C. et al. ACR Manual on MR Safety-2020. *American College of Radiology*. 2020. [CrossRef]
8. Aydın S, Kazıcı O, Ece B, Kantarci M. Earthquakes from a radiological perspective: what is demanded from the radiologists, and what can we do? A pictorial review. *Diagn Interv Radiol*. 2024; 30: 30-41. [CrossRef]
9. Dursun R, Görmeli CA, Görmeli G. 2011 Van depremi sonrası Van bölgesi Eğitim ve Araştırma Hastanesine başvuran olguların değerlendirilmesi [Evaluation of the patients in Van Training and Research Hospital following the 2011 Van earthquake in Turkey]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2012; 18: 260-4. [CrossRef]
10. Guner S, Guner SI, Isik Y, Gormeli G, Kalender AM, Turktaş U, et al. Review of Van earthquakes from an orthopaedic perspective: a multicentre retrospective study. *Int Orthop*. 2013; 37: 119-24. [CrossRef]

11. MacKenzie JS, Banskota B, Sirisreetreerux N, Shafiq B, Hasenboehler EA. A review of the epidemiology and treatment of orthopaedic injuries after earthquakes in developing countries. *World J Emerg Surg.* 2017; 12: 9. [\[CrossRef\]](#)
12. Dong ZH, Yang ZG, Chu ZG, Chen TW, Bai HL, Shao H, et al. Earthquake-related injuries: evaluation with multidetector computed tomography and digital radiography of 1491 patients. *J Crit Care.* 2012; 27: 103.e1-6. [\[CrossRef\]](#)
13. Blumberg N, Lebel E, Merin O, Levy G, Bar-On E. Skeletal injuries sustained during the Haiti earthquake of 2010: a radiographic analysis of the casualties admitted to the Israel Defense Forces field hospital. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2013; 39: 117-22. [\[CrossRef\]](#)
14. Chen TW, Yang ZG, Dong ZH, Tang SS, Chu ZG, Shao H, et al. Earthquake-related crush fractures and non-earthquake-related fractures of the extremities: a comparative radiological study. *Emerg Med Australas.* 2012; 24: 663-9. [\[CrossRef\]](#)
15. Chen TW, Yang ZG, Wang QL, Dong ZH, Yu JQ, Zhuang ZP, et al. Crush extremity fractures associated with the 2008 Sichuan earthquake: anatomic sites, numbers and statuses evaluated with digital radiography and multidetector computed tomography. *Skeletal Radiol.* 2009; 38: 1089-97. [\[CrossRef\]](#)
16. Morelli I, Sabbadini MG, Bortolin M. Orthopedic injuries and their treatment in children during earthquakes: a systematic review. *Prehosp Disaster Med.* 2015; 30: 478-85. [\[CrossRef\]](#)
17. Chen TW, Yang ZG, Dong ZH, Chu ZG, Yao J, Wang QL. Pelvic crush fractures in survivors of the Sichuan earthquake evaluated by digital radiography and multidetector computed tomography. *Skeletal Radiol.* 2010; 39: 1117-22. [\[CrossRef\]](#)
18. Görmeli C, Görmeli G, Güner S, Ceylan M, Yıldırım M, Dursun R, et al. Evaluation of pelvic fractures by radiographical and multi-detector computed tomography following the 2011 Van earthquake in Turkey. *Eastern Journal of Medicine.* 2014; 19: 8-12. [\[CrossRef\]](#)
19. Zingg T, Uldry E, Omoumi P, Clerc D, Monier A, Pache B, et al. Interobserver reliability of the tile classification system for pelvic fractures among radiologists and surgeons. *Eur Radiol.* 2021; 31: 1517-25. [\[CrossRef\]](#)
20. Tang YL, Zhu GQ, Zhou H, Zheng M, Tang XF, Wang XY, et al. Analysis of 46 maxillofacial fracture victims in the 2008 Wenchuan, China earthquake. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: 673-8. [\[CrossRef\]](#)
21. Chu ZG, Yang ZG, Dong ZH, Chen TW, Zhu ZY, Deng W, et al. Features of cranio-maxillofacial trauma in the massive Sichuan earthquake: analysis of 221 cases with multi-detector row CT. *J Craniomaxillofac Surg.* 2011; 39: 503-8. [\[CrossRef\]](#)
22. Lu CH, Tsang YM, Yu CW, Wu MZ, Hsu CY, Shih TT. Rhabdomyolysis: magnetic resonance imaging and computed tomography findings. *J Comput Assist Tomogr.* 2007; 31: 368-74. [\[CrossRef\]](#)
23. Zhang CD, Lv FQ, Li QY, Zhang Y, Shi XQ, Li XY, et al. Application of contrast-enhanced ultrasonography in the diagnosis of skeletal muscle crush injury in rabbits. *Br J Radiol.* 2014; 87: 20140421. [\[CrossRef\]](#)
24. Mahmoud OA, Mahmoud MZ. Spectral Doppler findings in a rare case of acute compartment syndrome following leg burn. *Radiol Case Rep.* 2018; 13: 352-5. [\[CrossRef\]](#)
25. Nico MAC, Carneiro BC, Zorzenoni FO, Ormond Filho AG, Guimarães JB. The role of magnetic resonance in the diagnosis of chronic exertional compartment syndrome. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo).* 2020; 55: 673-80. [\[CrossRef\]](#)
26. Kario K. Disaster hypertension - its characteristics, mechanism, and management - . *Circ J.* 2012; 76: 553-62. [\[CrossRef\]](#)
27. Aoki T, Takahashi J, Fukumoto Y, Yasuda S, Ito K, Miyata S, et al. Effect of the great east Japan earthquake on cardiovascular diseases--report from the 10 hospitals in the disaster area. *Circ J.* 2013; 77: 490-3. [\[CrossRef\]](#)
28. Sueta D, Akahoshi R, Okamura Y, Kojima S, Ikemoto T, Yamamoto E, et al. Venous thromboembolism due to oral contraceptive intake and spending nights in a vehicle -a case from the 2016 Kumamoto Earthquakes. *Intern Med.* 2017; 56: 409-12. [\[CrossRef\]](#)
29. Kouadio IK, Aljunid S, Kamigaki T, Hammad K, Oshitani H. Infectious diseases following natural disasters: prevention and control measures. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2012; 10: 95-104. [\[CrossRef\]](#)
30. Kidwell CS, Chalela JA, Saver JL, Starkman S, Hill MD, Demchuk AM, et al. Comparison of MRI and CT for detection of acute intracerebral hemorrhage. *JAMA.* 2004; 292: 1823-30. [\[CrossRef\]](#)
31. Bartels SA, VanRooyen MJ. Medical complications associated with earthquakes. *Lancet.* 2012; 379: 748-57. [\[CrossRef\]](#)

1. Deprem ve doğal afetlerden sonra ilk basamak görüntüleme yöntemi olarak hangisi kullanılır?
 - a. Digital röntgen
 - b. Bilgisayarlı tomografi
 - c. Ultrason
 - d. MRG
 - e. Doppler ultrason
2. Afet sonrası biyokimyasal laboratuvar testlerinin yokluğunda bile ayırıcı tanıyı daraltmaya veya daha ciddi hastalıkları ekarte etmeye yardımcı olan hangisidir?
 - a. Taşınabilir USG
 - b. Bilgisayarlı tomografi
 - c. Digital röntgen
 - d. MRG
 - e. Fizik muane
3. Aşağıdakilerden hangisi Rabdomiyolizin görüntüleme bulgularından değildir?
 - a. BT görüntülerinde heterojen olarak hipodens bir görünüm sergileyebilir
 - b. T1AG görüntülerde homojen olarak izo/hiperintens, T2AG/kısa tau inversiyon iyileştirme (STIR) görüntülerde homojen hiperintens
 - c. Post-kontrast T1AG'de homojen kontrast birikimi ya da çevresel (rim) kontrast birikimi gösteren desenler
 - d. Myonekroz tespit edilebilir
 - e. Post-kontrast görüntülerde kontrast tutulumu izlenmez
4. Depremle ilişkili travmatik yaralanmalarda en sık hangi bölgeler etkilenir?
 - a. Ekstremiteler
 - b. Toraks bölgesi
 - c. Maksillo-fasial bölge
 - d. İntrabdominal organlar
 - e. Vasküler yapılar
5. Afet sonrası Adli Tıp uzmanlarının en sık kullandığı radyografi yöntemi hangisidir?
 - a. PA akciğer grafisi
 - b. ADBG
 - c. Dental radyografi
 - d. Ekstremiter radyyografi
 - e. Waters grafisi

Cevaplar: 1a, 2c, 3e, 4a, 5c