

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

FOKAL KARACİĞER LEZYONLARININ PREOPERATİF
SAPTANMASI VE KARAKTERİZASYONUNDA
KONTRASTLI MR ÇALIŞMADA
GADOBENATE DİMEGLUMİNE VE SÜPERPARAMANYETİK
DEMİROKSİTLİ KONTRAST MADDELERİN ETKİNLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

Dr.Kenan MİNTAŞ

Radyodiagnostik Anabilim Dalı

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ESKİŞEHİR

2007

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

FOKAL KARACİĞER LEZYONLARININ PREOPERATİF
SAPTANMASI VE KARAKTERİZASYONUNDA
KONTRASTLI MR ÇALIŞMADA
GADOBENATE DİMEGLUMİNE VE SÜPERPARAMANYETİK
DEMİROKSİTLİ KONTRAST MADDELERİN ETKİNLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

Dr.Kenan MİNTAŞ

Radyodiagnostik Anabilim Dalı

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŐMANI

Doç. Dr. Mahmut KEBAPÇI

ESKİŞEHİR

2007

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA,

Dr.Kenan MİNİTAŞ'a ait "Fokal karaciğer lezyonlarının preoperatif saptanması ve karakterizasyonunda, dinamik MR kontrastlı çalışmada Gadobenate Dimeglumine ve Süperparamagnetic Ferrumoksitli kontrast maddelerin etkinliklerinin karşılaştırılması" adlı çalışma jürimiz tarafından Radyodiagnostik Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Tarih

19.07.2007

Jüri Başkanı Prof.Dr. İ.Ragıp ÖZKAN
Radyodiagnostik Anabilim Dalı

Üye Prof. Dr.Tamer KAYA
Radyodiagnostik Anabilim Dalı

Üye Doç.Dr.Mahmut KEBAPÇI
Radyodiagnostik Anabilim Dalı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Yönetim Kurulu'nun tarih ve Sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr.Özcan BÖR
Dekan V.

TEŞEKKÜR

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Radyodiagnostik Anabilim Dalında yapmış olduğum uzmanlık tezimin hazırlanmasında bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım sayın hocam Doç.Dr.Mahmut KEBAPÇI'ya, uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren sayın hocalarım Prof.Dr.İ.Ragıp ÖZKAN'a, Prof.Dr.Tamer KAYA'ya, Prof.Dr.Baki ADAPINAR'a, Doç.Dr.Nevbahar Akçar DEĞİRMENCİ'ye, Yrd.Doç.Dr.Cüneyt ÇALIŞIR'a, Uzm.Dr.Demet KARADAĞ'a; birlikte çalıştığım Radyoloji Anabilim Dalında görevli asistan arkadaşlarıma ve MR çekimlerini gerçekleştiren teknisyen arkadaşlarıma; Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Gastroenteroloji Bilim Dalı ve Medikal Onkoloji Bilim Dalında görevli hocalarıma ve asistan arkadaşlarıma; ayrıca tezimin istatistiklerinin hazırlanmasında bana yardımcı olan Biyoistatistik Anabilim Dalında Görevli Uzm.Dr.Ertuğrul ÇOLAK'a yardımları ve destekleri için teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmamı destekleyen T.C. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na da teşekkürü borç bilirim.

ÖZET

Mintaş, K. Fokal karaciğer lezyonlarının preoperatif saptanması ve karakterizasyonunda, kontrastlı MR çalışmada Gadobenate Dimeglumine ve Süperparamagnetic Ferrumoxide'li kontrast maddelerin etkinliklerinin karşılaştırılması. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı. Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir, 2007.

Bu çalışma Eylül 2004 ile Mart 2007 tarihleri arasında, Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalında prospektif olarak gerçekleştirildi. Çalışmaya yaşları 25-85 arasında değişen, fokal veya multifokal karaciğer lezyonu olan 52 olgu (31 erkek, 21 kadın) alındı. Önce kontrastsız Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), Gadobenate Dimeglumine (Gd-BOPTA) kontrastlı dinamik ve geç dönem MRG yapılan hastalara 1-2 gün sonra Superparamagnetic Ferrumoksit (SPIO) kontrastlı MRG yapıldı. Fokal karaciğer lezyon (FKL)' larının saptanması ve karakterizasyonu açısından yöntemler karşılaştırıldı. Kontrastsız, Gd-BOPTA kontrastlı dinamik ve geç dönem MRG, SPIO kontrastlı MRG tetkikleri tek tek ve kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesi sonucunda; lezyonların saptanmasında demiroksit kontrast ajanı yalnız başına ve kontrastsız serilerle kombine edildiğinde diğer serilere göre üstün bulunmuştur. Lezyonların karakterizasyonunda Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin gerek tek başına, gerekse kontrastsız ve geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle kombine edilmesinde; kontrastsız, demiroksit kontrastlı ve geç Gd-BOPTA kontrastlı serilere göre üstün bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı görüntüler kontrastsız görüntülerle kombine edildiğinde ise lezyonların karakterizasyonundaki duyarlılığı artmaktadır. Ancak Gd-BOPTA kontrastlı dinamik görüntülere üstünlük sağlamamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gadolinyum kontrastlı MRG, Demiroksit kontrastlı MRG, Fokal karaciğer lezyonu, Saptama, Karakterizasyon.

Destekleyen Kurum: T.C. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu, Proje No: 200411039

ABSTRACT

Mintaş K. Comparison of efficacies of contrast materials with Gadobenate Dimeglumine and Superparamagnetic Ironoxide in preoperative detection and characterization of focal liver lesions. Eskişehir Osmangazi University Medical Faculty Department of Radiology. Medical Speciality Thesis, Eskişehir, 2007.

This study is performed prospectively in Eskişehir Osmangazi University Medical Faculty Radiology Department between september 2004 and march 2007. 52 cases (31 male, 21 female) are evaluated whose ages were between 25-85 having focal or multifocal liver lesions. Firstly, nonenhanced Magnetic Resonance Imaging (MRI) and Gadobenate Dimeglumine (Gd-BOPTA)-enhanced dynamic and delayed MRI were obtained and Superparamagnetic Ferrumoxide (SPIO)-enhanced MRI are obtained 1-2 days later. Modalities are compared according to detection and characterization of focal liver lesions (FLL). Nonenhanced, Gd-BOPTA-enhanced dynamic and delayed MRI, SPIO-enhanced MRI studies are evaluated separately and enhanced and nonenhanced MRI combined. In detection of the lesions, Ferrunoxide contrast agent is found superior compared to other series when it is evaluated alone and combined with nonenhanced series. In characterization of the lesions, Gd-BOPTA-enhanced images are found superior when they are evaluated alone or combined with nonenhanced and delayed Gd-BOPTA enhanced series. Sensitivity in characterization is increased when Ferrumoxide enhanced images are combined with nonenhanced images, but it does not give superiority compared to Gd-BOPTA enhanced dynamic images.

Keywords: Gadobenate Dimeglumine-enhanced MRI, Superparamagnetic Ironoxide-enhanced MRI, Focal Liver Lesions, Detection, Characterization

Sponsorhip: T.C. Eskişehir Osmangazi University Scientific Experimental Project Commution, Project Number: 200411039

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Karaciğerin Anatomisi	3
2.2.Fokal Karaciğer Lezyonları ve MR Bulguları	10
2.3.Karaciğer Görüntüleme Teknikleri	23
2.4.MR Fiziği ve Karaciğer MR'ında Kullanılan Sekanslar	29
2.5.Karaciğer MR'ında Kullanılan Kontrast Maddeler	47
3. GEREÇ VE YÖNTEM	51
3.1.Hasta Popülasyonu	51
3.2.MR Görüntüleme	53
3.3.MRG Kontrast Maddeler	54
3.4.Görüntülerin Değerlendirilmesi	54
3.5.İOUS İşlemi	56
3.6.İstatistik Değerlendirme	57
4. BULGULAR	58
4.1. Lezyonların Karakterizasyonu	58
4.2. Lezyonların Saptanması	84
5. TARTIŞMA	103
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	120
KAYNAKLAR	121

SİMGELER VE KISALTMALAR

- BT: Bilgisayarlı Tomografi
BTAP: Arteriyel Portografi sırasında Bilgisayarlı Tomografi
CCC: Kolanjiyosellüler karsinom
CNR: Kontrast/gürültü oranı
EPG: Eko Planar Görüntüleme
Fibrolameller HCC: Fibrolameller Hepatosellüler Karsinom
FKF: Fokal Konfluent Fibrozis
FKL: Fokal Karaciğer Lezyonu
FNH: Fokal Nodüler Hiperplazi
FOV: Field of view
Gd-BOPTA: Gadobenate Dimeglumine
GRE: Gradient Echo
HCC: Hepatosellüler Karsinom
HL: Hodgkin Lenfoma
HSE: Hızlı Spin Echo
IR: İnversion Recovery
İOUS: İntraoperatif Ultrasonografi
MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme
NHL: Non-Hodgkin Lenfoma
PET: Pozitron Emisyon Tomografi
RES: Retiküloendotelyal Sistem
RF: Radyofrekans
SE: Spin echo
SNR: Sinyal/gürültü oranı
SPİO: Süperparamanyetik Demir Oksit
STIR: Short Tau İnversion Recovery
T: Tesla
TE: Echo Time
TGRE: Turbo Gradient Echo
TR: Repetition Time
US: Ultrasonografi

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 2.1: Karaciğerin segmental anatomisi.	7
Şekil 2.2: İOUS transdüserleri.	26
Şekil 2.3: Manyetik alan içerisine yerleştirilen protonların presesyon hareketinin şematize gösterimi.	34
Şekil 4.1: Olgu 1	68
Şekil 4.2: Olgu 2	69
Şekil 4.3: Olgu 3	71
Şekil 4.4: Olgu 4	72
Şekil 4.5: Olgu 5	73
Şekil 4.6: Olgu 6	75
Şekil 4.7: Olgu 7	76
Şekil 4.8: Olgu 8	78
Şekil 4.9: Olgu 9	80
Şekil 4.10: Olgu 10	81
Şekil 4.11: Olgu 11	82
Şekil 4.12: Olgu 12	83
Şekil 4.13: Kontrastsız ve kontrastlı görüntülerin ayrı ayrı yorumlanması sonucu saptanan lezyon sayılarının ROC eğrileri ile gösterilmesi	86
Şekil 4.14: Kontrastsız ve kontrastlı görüntülerin birlikte yorumlanması sonucu saptanan lezyon sayılarının ROC eğrileri ile gösterilmesi	87
Şekil 4.15: Olgu 13	91
Şekil 4.16: Olgu 14	97

TABLOLAR

	Sayfa
Tablo 2.1. Karaciğerin segmental anatomisi	8
Tablo 4.1: Her iki gözlemcinin ve konsensus sonucunun lezyon karakterizasyonunda (benign veya malign) her bir serideki A_z değerleri	59
Tablo 4.2: Dinamik Gd-BOPTA kontrastlı serilerde saptanan lezyonların kontrastlanma özellikleri	65
Tablo 4.3:Geç Gd-BOPTA kontrastlı serilerde saptanan lezyonların kontrastlanma özellikleri	66
Tablo 4.4.: Demiroksit kontrastlı serilerde saptanan lezyonların T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerde kontrastlanma özellikleri	67
Tablo 4.5.: Karaciğer lezyonlarının boyut ve spesifik tanılarına göre dağılımı	85
Tablo 4.6.: Her iki gözlemcinin ayrı ayrı ve konsensus sonucu, lezyon saptanmasında her bir serideki performansı A_z değeri	86
Tablo 4.7: Her iki gözlemcinin ayrı ayrı ve konsensus sonucu, lezyon saptanmasında her bir serinin duyarlılığı	88
Tablo 4.8: Konsensus sonucu her bir görüntüleme tekniğinin lezyon tipine göre duyarlılığı	
Tablo 4.9: Metastazlar için herbir görüntüleme tekniğine ve lezyonların boyutlarına göre konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları	95
Tablo 4.10: HCC'ler için herbir görüntüleme tekniğine ve lezyonların boyutlarına göre konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları	96
Tablo 4.11: HCC dışı lezyonlar için herbir görüntüleme tekniğine ve lezyonların boyutlarına göre konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları	98
Tablo 4.12: CCC için herbir görüntüleme tekniğine ve lezyonların boyutlarına göre konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları	99

Tablo 4.13: Bütün lezyonlar için herbir görüntüleme tekniğine ve lezyonların boyutlarına göre konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları	101
Tablo 4.14: HCC ve HCC dışı lezyonların boyutlarına göre görüntüleme modalitelerinde konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları	102

GİRİŞ

Primer maligniteli ve yüksek riskli hastalarda karaciğerin görüntülenmesi önemlidir. Zira FKL'lerinin saptanması ve karakterizasyonu hastaların tedavi ve prognozunu önemli ölçüde etkilemektedir.

Karaciğerin hücresel komponentlerinin herbiri, benign ve malign primer hepatik neoplazmların nedeni olabilmektedir. Hepatosit hücrelerinden, hepatosellüler adenom, fokal nodüler hiperplazi (FNH) ve hepatosellüler karsinom (HCC); biliyer epitelden, kistadenom ve Kolanjiyosellüler karsinom (CCC); mezenkimal dokudan hemanjiyom ya da anjiyosarkom gelişebilmektedir. Karaciğerin sekonder malign tümörlerini ise metastazlar ve lenfomalar oluşturmaktadır. Hemanjiyomlar, karaciğerin en sık izlenen benign tümörleri iken, metastazlar, sirotik hastalar dışlandığında karaciğerin en sık izlenen malign tümörleridir.

Karaciğer neoplazilerinin benign ya da malign karakterizasyonu önemlidir, çünkü pek çok yetişkin insanda hemanjiyom, FNH veya basit kist gibi cerrahi girişim gerektirmeyen benign neoplaziler bulunmaktadır.

Primer malign neoplazili veya metastazlı (örneğin, kolorektal kanserli hastalar) hastalarda karaciğer lezyonlarının saptanması, sayısı ve lokalizasyonundaki doğruluk oranı diğer önemli klinik durumdur. Çünkü bu konudaki başarı oranı agresiv cerrahi veya cerrahi olmayan tedaviyi belirler.

Karaciğer malign lezyonlarının %40-60'ı (özellikle de 10 mm'den küçük olanlar), ultrasonografi (US) ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi yöntemlerle gözden kaçırılabilirler. Bu gibi görüntüleme yöntemlerinin yetersizliği, cerrahi ve cerrahi olmayan tedavi yöntemlerinin etkinliğini azaltır. Bu nedenle arteriyel portografi sırasında bilgisayarlı tomografi (BTAP) ve intraoperatif US (İOUS) gibi yöntemler, FKL'leri saptamada yüksek sensitiviteyi nedeni ile genel olarak kabul görürler. Bununla birlikte bu tür görüntüleme yöntemleri invaziv oldukları için geniş kullanım alanına sahip değildirler (1, 2).

MRG, mükemmel yumuşak doku kontrastına sahip, önemli bir karaciğer görüntüleme yöntemidir. MRG yöntemlerindeki ileri gelişmeler, hızlı ve noninvaziv olarak FKL'lerinin doğru bir şekilde saptanmasını, karakterize edilmesini ve lokalizasyonlarının belirlenmesini mümkün kılmaktadır (3).

Benign ve malign karaciğer lezyonlarının MRG değerlendirilmesinde çeşitli kontrast ajanlar (Gd-DTPA, Gd-DOTA gibi) başarıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte bu ajanlar nonspesifik ekstrasellüler ajan olduğundan, enjeksiyon sonrasında intravasküler alan ile ekstrasellüler mesafe arasında hızla denge durumuna geçerler. İntravenöz olarak verilen ajanın kısa sürede, geniş ekstrasellüler mesafeye dağılımları bu ajanlar için bir sınırlama getirmektedir. Bu yüzden FKL'larının saptanmasındaki duyarlılığı ve karakterize edilmesindeki özgülüğü artırmak için, yeni kontrast ajanlar geliştirilmiştir. Bunlar hepatobilyer ajanlar (Mn-DPDP, Gd-BOPTA, Gd-EOB-DTPA) ve retiküloendotelyal sistem (RES) ajanlardır (SPIO) (4). Gd-BOPTA karaciğer spesifik paramanyetik kontrast ajan olup, bolus tarzında enjeksiyonundan sonraki ilk dakikalarda vasküler-interstisyel dağılıma uğramakta, daha sonra hepatobilyer ekskresyon göstermektedir. Benzen halkası içeren zinciri sayesinde enjekte edilen dozun %2-4'ü selektif olarak hepatositler tarafından tutulur ve safra ile atılır. Hepatositler tarafından alınan ajan diğer konvansiyonel gadolinyum şelatlarına göre T1 relaksasyonunu iki kat fazla artırır ve T1 ağırlıklı görüntülerde 2 saat boyunca karaciğer parankim kontrastlanmasının devamını sağlar (5). Bu kontrast ajanın bu sayede, geç görüntülerde karaciğer lezyonlarının saptanmasını arttırdığı gösterilmiştir. Ayrıca dinamik MRG'ye olanak sağlayarak primer ya da sekonder karaciğer lezyonlarının karakterizasyonuna da imkan sağlamaktadır (6).

SPIO, retiküloendotelyal spesifik bir kontrast ajan olup, karaciğerdeki Kupffer hücreleri tarafından alınır. Bu durum demirin susseptibilite etkisiyle T2 ağırlıklı görüntülerde karaciğerde sinyal kaybına yol açar (7). SPIO kontrastlı MR görüntüleme ile metastatik ya da primer FKL'larının saptanmasındaki duyarlılık artar. Olguların çoğunda FKL'ler farklı eko zamanları ile T2 ağırlıklı görüntülerde solid veya kistik olarak karakterize edilirler. Ancak küçük metastazların hemanjiom ve vasküler yapılardan ayrımını, sadece demir oksitli T2 ağırlıklı görüntülerle yapmak mümkün değildir. Bu amaçla lezyon karakterizasyonunu artırmak için bazı yazarlar T2 ağırlıklı görüntülere T1 ağırlıklı görüntülerin de eklenmesini önermektedirler (8, 9, 10).

Bizim çalışmamızın amacı; MRG yönteminde, FKL'larının saptanması ve karakterizasyonunda Gd-BOPTA ve SPIO kontrast maddelerin başarılarını belirlemek ve bu iki kontrast maddenin etkinliğini kıyaslamaktır.

GENEL BİLGİLER

2.1.KARACİĞERİN ANATOMİSİ

Vücuttaki en büyük bez olan karaciğer, karın boşluğunun üst tarafında regio hypochondriaca dextra'nın tümünü, regio epigastrica'nın büyük bir kısmını doldurur. Regio hypochondriaca sinistrada da linea medioclavicularis sinistraya kadar uzanır. Karaciğer erkeklerde 1400-1800 gr, kadınlarda ise 1200-1400 gr kadardır. Bununla beraber karaciğer 1000 ila 2500 gr arasında olabilir. Fetusta karaciğerin vücut ağırlığına göre oranı, erişkinlerdekinden daha fazladır. Kırmızımtırak kahve rengine olan karaciğer, sağlam ve elastiki olmasına rağmen, gevrek ve kolaylıkla parçalanabilen bir yapıya sahiptir. Çok damarlı olması nedeniyle, yaralanmaları büyük kanamalara yol açar (12).

Karaciğerin Yüzleri: Karaciğerin facies diaphragmatica ve facies visceralis olmak üzere iki yüzü vardır.

Facies Diaphragmatica: Büyük olan bu yüz diyafragma ile komşudur ve baktığı yönler göre bölümlere ayrılır. *Pars superior*, facies diaphragmatica'nın üst kısmıdır. Bu yüz diyafragma kubbesi aracılığı ile sağ tarafta plevra ve akciğerle, sol tarafta perikard ve kalp ile komşudur. Kalbin oturduğu yer hafif çukurdur ve burası impressio cardiaca olarak isimlendirilir. Üst yüzün büyük bölümü periton ile kaplıdır. Sadece arka kısmına yakın bölümünde periton bulunmaz. Diyafragmaya gevşek bağ dokusu aracılığı ile yapışık olan bu saha, area nuda'nın küçük bir bölümüdür. Area nuda, lig. coronariumun sınırladığı peritonsuz sahadır. Bu sahanın arkadaki büyük kısmı pars posterior'da, öndeki küçük kısmı ise pars superior'un arka bölümünde bulunur. *Pars anterior*, karaciğerin diyafragmatik yüzünün ön bölümüdür. Bu bölüm sağ tarafta 6.-10. kaburga ve kıkırdakları ile, sol tarafta ise 7.-8. kıkırdak kaburgalarla komşudur. Ortada ise proc. xiphoides ve bunun hemen altındaki karın ön duvarı ile komşuluk yapar. Bu bölüm, lig. falciforme hepatis'in bulunduğu yer hariç, tamamen peritonla kaplıdır. *Pars posterior*, sağ tarafta geniş ve künt, sol tarafta ise dardır. Orta kısmı omur gövdeleri üzerine oturduğu için konkavdır. Bu konkavlığın biraz sağ tarafında vena cava inferior'un oturduğu sulcus venae cavae denilen oluk bulunur. Bu oluğun da 2-3 cm sol tarafında fissura ligamenti venosi denilen dar bir yarık bulunur. Bu yarıқта embriyolojik bir yapı olan ductus venosus'un kapanması ile oluşan lig. venosum bulunur. Sulcus venae

cavae'nin biraz sağında ve kısmen de visseral yüzde gl. suprarenalis'in oturduğu, impressio suprarenalis denilen çukurluk bulunur. Fissura ligamenti venosi'nin arka ucunun biraz solundaki çukura, özefagus'un mideye bağlanan bölümü oturur. Buraya impressio oesophagea denilir. Pars posterior'un büyük kısmı peritonsuzdur. Lig.coronarium'un içinde kalan bu sahaya area nuda denilir. Bu saha gevşek bağ dokusu aracılığı ile diyafragmaya tutunur. Area nuda'nın ön taraftaki küçük bir bölümü pars süperior'da bulunur. *Pars dextra*, diyafragmatik yüzün peritonla örtülü sağ kısmıdır. Bu bölüm diyafragma aracılığı ile kaburgalarla komşudur.

Fascies Visceralis: Karaciğerin karın organları ile komşu olan konkav alt yüzüne fascies visceralis denilir. Bu yüz arkaya, aşığıya ve biraz da sol tarafa bakar. Bu yüzün ortalarında porta hepatis denilen büyük bir geçit bulunur. Porta hepatis'ten v. portae hepatis ve etrafındaki sinir ağı ile birlikte a. hepatica'lar girer, safra kanalları ile lenf damarları da çıkarlar. Porta hepatis'in her iki tarafında, arka kenardan ön kenara doğru sagittal yönde uzanan iki oluk bulunur. Geniş bir oluk şeklinde olan sağ taraftakine sulcus sagittalis dexter, ince bir yarık şeklinde olan sol taraftakine ise fissura sagittalis sinister denilir. Sulcus sagittalis dexter'in ön yarısına fossa vesica biliaris, arka yarısına ise sulcus venae cavae denilir. Fossa vesica biliaris'e vesica biliaris (felleae), sulcus venae cavae'ye ise v. cava inferior oturur. Fissura sagittalis sinister'in lig. teres hepatis'in oturduğu ön yarısına fissura ligamenti teretis, lig. venosum'un oturduğu arka yarısına ise, fissura ligamenti venosi denilir. Visseral yüzün porta hepatis, fossa vesica biliaris, sulcus venae cavae, fissura ligamenti teretis ve fissura ligamenti venosi hariç her tarafı peritonla kaplıdır. Bu iki sagittal oluşu ortada porta hepatis birleştirir. Böylece H harfi şeklinde bir oluşum ortaya çıkar. Bu oluklar karaciğerin visseral yüzünü 4 loba ayırır. Sulcus sagittalis dexter'in sağ tarafında kalan bölüme lobus hepatis dexter, fissura sagittalis sinister'in solunda kalan bölüme ise lobus hepatis sinister denilir. Bu iki oluk arasında ve porta hepatis'in önünde kalan kısma lobus quadratus, arkasında kalan kısmına ise lobus caudatus denilir. Sağ lobun visseral yüzünde önden arkaya doğru impressio colica, impressio renalis ve impressio suprarenalisin bir bölümü (diğer bölümü arka yüzdedir) bulunur. Impressio renalis'in sol tarafında da impressio duodenalis bulunur. Impressio colica'ya flexura coli dextra, impressio renalis'e sağ böbrek, impressio suprarenalis'e sağ böbreküstü bezi, impressio duodenalis'e ise

duodenum'un ikinci bölümü oturur. Sol lobun alt yüzünde midenin oturduğu impressio gastrica denilen tek bir iz bulunur. Bu yüzün lobus caudatus'a yakın bölümündeki çıkıntılı kısma tuber omentale denilir. Tuber omentale, omentum minus'un ön yüzünde curvatura gastrica minor'a oturur. V. cava inferior'un hemen ön tarafındaki lobus caudatus'a ait çıkıntıya proc. caudatus denilir.

Karaciğerin Kenarları: Karaciğerin arka ve alt olmak üzere iki kenarı vardır.

Arka kenar: Arka kenar fascies visceralis ile fascies diaphragmatica arasında arka tarafta oluşan kenardır. Sağ tarafta künt olan bu kenar, sol tarafa doğru gittikçe incilir. Arka kenar sağda ve linea axillarisin biraz arkasında, 11. kaburganın altında alt kenarın devamı şeklinde başlar ve 12. kaburganın alt kenarını takip ederek columna vertebralis'e gelir. Daha sonra konveksliği sola ve aşağı bakan bir kavis çizerek, sola ve yukarı doğru uzanır ve arkada 8. interkostal aralıkta, sol linea medioclavicularis hizasında, karaciğerin sol ucunda alt kenarla birleşir.

Alt kenar (margo inferior): Fascies visceralis ile fascies diaphragmatica arasında ön, kısmen de yan tarafta oluşan kenardır. Bu kenarın fascies visceralis ile fascies diaphragmatica'nın pars dexter'i arasında kalan bölümü biraz küntçedir. Buna karşılık ön taraftaki bölümü ince ve keskindir. Bu keskin bölümde iki çentik bulunur. Bunlardan birisi, orta hattın hemen sağ tarafında yer alır ve inc. ligamenti teretis denilir. Bu çentik, viseral yüzde görülen fissura ligamenti teretis'in başlangıç yeridir ve buradan lig. teres hepatis geçer. İkinci çentik, orta hattın 4-5 cm sağ tarafında bulunur ve sağ m. rectus abdominis'in dış kenarının sağ arcus costarum'u kestiği yere uyar (Murphy noktası). Margo inferior sol tarafta 5. interkostal aralıkta, genellikle linea medioclavicularis'ten başlar. Buradan sağa ve aşağıya doğru uzanan margo inferior, sol arcus costarum'u 7. ve 8. kıkırdak kaburgaların birleştiği yerde, sağ arcus costarum'u ise 9. ve 10. kıkırdak kaburgaların birleştiği yerde keser. Buradan itibaren alt kenarın seyri, hemen hemen sağ arcus costarum'un seyrine uyar. Sağ linea axillaris'in biraz arkasında 11. kaburganın altında arka kenarla birleşir. Arkada kaburganın alt kenarını takip ederek 8. interkostal aralıkta başladığı yere gelir (12).

Karaciğerin Periton Durumu: Karaciğerin büyük bölümü peritonla kaplıdır. Ancak area nuda, fossa vesica biliaris, sulcus venae cavae, fissura ligamenti teretis, fissura ligamenti venosi ve porta hepatis peritonsuzdur.

Karaciğerin Bağları: Karaciğer diyafragmanın alt yüzüne ve karın ön duvarına 6 bağ ile tutunur. Bunlardan beşi (lig. falciforme hepatis, lig. coronarium, lig. hepatorenale, lig. triangulare dextrum ve lig. triangulare sinistrum) peritoneumun oluşturduğu bağlardır. Birisi de (lig. teres hepatis) embriyolojik v. umbilicalis'in kapanması ile oluşan bir bağdır. Karaciğer ayrıca peritoneal bir yapı olan omentum minus (lig. hepatogastricum ve lig. hepatoduodenale) aracılığı ile mide ve duodenuma bağlanır.

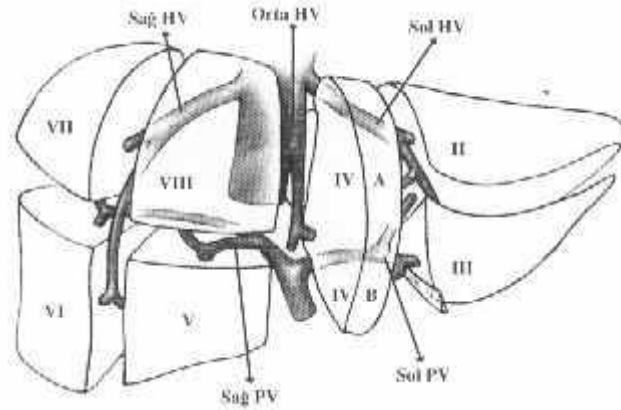
Karaciğeri Yerinde Tutan Faktörler: Karaciğerin yerinde kalması birçok faktörlerin katkısıyla olur. Bunlardan lig. coronarium, lig. triangulare dextrum, lig. triangulare sinistrum ve area nuda aracılığı ile diyafragmaya tutunur. Bunun yanısıra v. cava inferior ve v. hepatica'lar da karaciğerin arka bölümünün karın arka duvarına tutunmasına yardımcı olurlar. Lig. falciforme hepatis'in karaciğeri taşımada bir rolü yoktur. Ancak karaciğerin yan hareketlerini biraz sınırlar. Derin inspirasyonda diyafragma ile birlikte karaciğer de, biraz aşağı iner ve bu pozisyonda karaciğerin alt kenarını palpe edebiliriz. Karaciğer ağır bir organ olması nedeni ile, diğer organlar gibi pozisyonunda durabilmesi sadece peritona olan bağlantıları ile sağlanamaz. Bunun yanısıra birçok faktörlere de bağlıdır. Bunlardan en önemlisi karın boşluğunun özellikle diyafragmanın altındaki negatif hava basıncıdır. Yine, diğer organların üzerine oturması ve karın kaslarının tonusu sayesinde de yerinde tutulması sağlanmaktadır. V. hepatica'ların yukarıda v. cava inferior'a bağlanmış olması da karaciğeri bir dereceye kadar yukarıdan askıya almaktadır. Özet olarak karaciğerin yerinde tutulması; negatif hava basıncı, periton plikaları, damarların asma özelliği, area nuda ile diyafragmaya tutunması, karın organlarının üzerine oturması ve karın kaslarının tonusunun birlikte uygulanması ile temin edilmektedir (12).

Karaciğerin dış yapısı diyafragmatik yüzde konveks, visceral yüzde ise konkavdır. Tüm karaciğer dokusu Glisson kapsülü olarak isimlendirilen, konnektif yapıdaki ince bir kapsül tarafından sarılmaktadır. Glisson kapsülü, porta hepatis ve vena cava inferior düzeyinde daha kalın bir yapı göstermektedir (13).

Segmental Anatomi:

Karaciğerin segmental anatomisi önceleri hepatic venler yardımıyla yapılmıştır. Buna göre sağ hepatic ven, sağ lobu anterior ve posterior segmentlere böler. Orta hepatic ven, sağ ve sol lobu ayırır. Sol hepatic ven ise sol lobu lateral ve medial segmentlere böler. Daha önceki sınıflamalarda her bir majör segment için superior ve inferior subsegmentlere ayırım yapılmamıştır. Ancak yeni gelişen cerrahi yöntemlerle subsegment rezeksiyonu yapılmaya başlandığında bu tür bir sınıflamanın gerekliliği ortaya çıkmıştır (14). Günümüzde karaciğerin segmenter anatomisini anlatan en popüler yaklaşım ilk defa Couinaud tarafından tanımlanan ve daha sonra Bismuth tarafından revize edilen numaralandırma sistemidir (13). Couinaud sınıflamasında kaudat lob ve sol lobun medial segmenti dışında diğer loblar, majör hepatic venlerle vertikal bölünme dışında sağ ve sol portal ven dalları ile transvers olarak da bölünmüştür.

Böylece 8 segment tanımlanmıştır (şekil 2.1.). Segment I kaudat lobdur (14). Kaudat lob, arkasında vena cava inferior ve önünde ligamentum venosum olacak şekilde karaciğerin arkasında yerleşmiştir (13). Karaciğerin anterior yüzünden bakıldığında II'den VIII'e kadar saat yönünde segmentler numaralandırılmıştır. Her segment bağımsız vasküler beslenme ve biliyer drenaja sahiptir (14).



Şekil 2.1: Karaciğerin segmental anatomisi (13).

Tablo 2.1: Karaciğerin segmental anatomisi (15).

Anatomik Subsegment	Couinaud	Bismuth	Goldsmith ve Woodburne
Kaudat lob	I	I	Kaudat lob
Sol lateral süperior subsegment	II	II	Sol lateral segment
Sol lateral inferior subsegment	III	III	Sol lateral segment
Sol medial subsegment	IV	IVa, IVb	Sol medial segment
Sağ anterior inferior subsegment	V	V	Sağ anterior segment
Sağ anterior süperior subsegment	VIII	VIII	Sağ anterior segment
Sağ posterior inferior subsegment	VI	VI	Sağ posterior segment
Sağ posterior süperior subsegment	VII	VII	Sağ posterior segment

Vasküler Anatomi:

Karaciğerin afferent damarları, hepatik arterler ve portal ven olup, bu damarlar karaciğere porta hepatisten giriş yaparlar ve karaciğer içinde dallanırlar. Karaciğerin efferent damarları hepatik venlerdir. Afferent damarlardan ayrı seyrederek ve direkt olarak inferior vena cava'ya drene olurlar.

Portal ven pankreas boyun kesimi posteriorunda süperior mezenterik ven ve splenik venin birleşmesiyle (konfluens) meydana gelir. Hepatoduodenal ligaman içinde safra kanalı ve hepatik arter posteriorunda seyrederek porta hepatis'e doğru ilerler. Porta hepatisde portal ven sağ ve sol dala ayrılır. Bunlar da sağ ve sol hepatik arterler ve safra yolları ile beraber seyrederek.

Sağ portal venin başlangıç kesimi sağa ve kraniale doğru ilerleyerek porta hepatis ve kaudat loba giden birkaç dal verir. Sağ portal ven sağ lob içinde anterior ve posterior dallarını verir ki bunlar hepatik segmentleri birbirinden ayırır. Bu dalların herbiri tekrar süperior ve inferior dallara ayrılır ki bunlar da yukarıdaki sağ lob segmentlerini tekrar birbirinden ayırır.

Sol portal venin başlangıç kesimi (pars transversa) horizontal olarak sola gider ve mediale dönmeyen önce lateral segmente giden (segment II ve III) dalları verir. Mediale döndükten sonra ligamentum teres içinde oblitere umbilikal venle birleşir. Sol portal venin bu intrafissüral parçası (umbilikal segment) kraniale gider ve segment IV'ü süperior ve inferiora bölen asendan ve desendan dallar ile sonlanır.

Hepatik arter, afferent hepatik kan akımının sadece %25-30'unu sağlamakla beraber, kullanılabilir oksijenin yaklaşık %50'sini getirir. Ana hepatik arter, çölyak trunkusunun bir dalıdır. Çölyak trunkusu öne ve sağa gittikten sonra sağ gastrik ve gastroduodenal dalları verir. Daha sonra hepatoduodenal ligaman içinde ana hepatik arter olarak devam eder. Hepatik arter, vena portanın önünde safra yolları ile birlikte seyreder. Hepatik arter safra kanalından daha medialdedir. Porta hepatis seviyesinde hepatik arter sağ ve sol dallara ayrılır. Klasik hepatik arteriyel anatomi insanların yarısından hafifçe fazlasında izlenir. İnsanların %45'inden fazlasında bir veya daha fazla varyasyon vardır.

2 önemli varyasyon: 1- Sol hepatik arterin sol gastrik arterden orijin alması

2- Bütün ya da bazı hepatik arter dallarının süperior mezenterik arterden orijin alması

Karaciğer içinde sağ ve sol hepatik arter dalları portal ven dallarına benzer şekilde dallanırlar.

Hepatik venler İnferior vena cava'ya drene olurlar. 3 ana hepatik ven (sağ, orta ve sol) karaciğerin posterosüperior kesiminde biraraya gelirler ve diyaframın hemen altında inferior vena cava'ya drene olurlar. Ana venöz drenaj dışında çeşitli sayıda küçük hepatik venler sağ lob posterior kesime ve kaudat loba (segment I) drene olurlar. Sağ lobu anterior ve posteriora ayıran sağ hepatik ven, segment V, VI, VII'yi drene eder. Karaciğer sağ ve sol lobu birbirinden ayıran orta hepatik ven, primer olarak segment IV, V ve VIII'i drene eder. Sol lobu lateral ve medial olarak ikiye ayıran sol hepatik ven, segment II ve III'ü drene eder.

İnsanların %90'ında orta ve sol hepatik venler inferior vena cava'ya boşalmadan önce birleşirler (14).

1 numaralı segmentin (kaudat lob) venöz drenajı ise, bir veya iki tane dominant ve daha küçük venler ile direkt olarak vena cava inferiora olmaktadır (13).

Karaciğerin Lenf Drenajı:

Karaciğerin derinlerinden gelen lenf damarlarının çoğu porta hepatis'e gelerek buradaki nodi lymphatici hepatici'lere açılırlar. Bunlardan bir kısmı da safra kesesi boynunun etrafındaki (nodus cysticus) ile for. bursa omentalis çevresindeki lenf nodüllerine (nodus foraminalis) açılır. Nodi lymphatici hepatici'den çıkan lenf damarları da nodi lymphatici coeliaci'den geçerek ductus thoracicus'a açılırlar. Derin

lenf damarlarının bir kısmı v. hepatica'ları takip ederek diyafragmadaki for. venae cavae'ye gelirler. Bu lenf damarları nodi lymphatici phrenici superiores'e, buradan da nodi lymphatici parasternales'e açılırlar. Karaciğerin yüzeysel lenf damarlarının çoğu porta hepatis'e giden derin lenf damarları ile birleşerek nodi lymphatici hepatici'ye, daha sonra da nodi lymphatici coeliaci'ye açılırlar. Area nuda'dan kaynaklanan lenf damarları, diyafragmaya geçer. Önde, sternumun hemen yanından, arkada ise for. venae cavae'dan göğüs boşluğuna geçerek nodi lymphatici phrenici superiores, nodi lymphatici mediastinales anteriores ve posteriores'e açılırlar. Buralardan çıkan lenf damarları da truncus lymphaticus dexter ve ductus thoracicus'a açılırlar (12).

Karaciğerin Sinirleri:

Simpatikleri nn. splanchnici'den, parasimpatikleri ise sağ ve sol n. vagus'tan gelir. Bu lifler önce plexus coeliacus'u oluştururlar. Buradan çıkan lifler a. hepatica propria ve v. porta hepatis etrafında plexus hepaticus adı altında karaciğere gider. Hepatik damarlarda sadece simpatik liflerin bulunduğu, buna karşılık safra kanalları ve safra kesesinde ise her ikisinin de bulunduğu belirtilmektedir. Sensitif lifler, simpatik liflerle birlikte uzanır ve 8.-11. torakal medulla spinalis segmentlerine gider. Bu nedenle karaciğerin ağrıları 10. interkostal sinirin dağılma alanı ve karnın yukarı bölümünde hissedilir (akseden ağrı). Karaciğeri örten peritonda sağ n. phrenicus'un dalları dağılır. Bu nedenle karaciğer peritonundan kaynaklanan ağrılar, sağ omuzda hissedilir (12).

2.2.FOKAL KARACİĞER LEZYONLARI VE MR BULGULARI

BENİGN LEZYONLAR

- Hepatik Kist
- Hemanjiyom
- Fokal Nodüler Hiperplazi
- Hepatik Adenom
- Biliyer Hamartom (Von Meyenburg Kompleksi)
- Hepatik Anjiyomiyolipom
- Konfluent Fibrozis ve Kitle Benzeri Hipertrofi
- Fokal İnflamatuar Lezyonlar

MALİGN LEZYONLAR

- Hepatosellüler Karsinom (Hepatoma)
- Fibrolameller Hepatosellüler Karsinom
- Kolanjiyokarsinom (Periferik)
- Hepatik Metastazlar
- Epiteloid Hemanjiyoendotelyoma
- Biliyer Kistadenokarsinom
- Anjiyosarkom
- Lenfoma

BENİGN LEZYONLAR

Hepatik Kist:

Basit hepatik kist biliyer endotelyumdan gelişen konjenital benign lezyondur (16). Seröz sıvı içerirler ve tek sıra epitelden oluşan ince bir duvarları vardır. Genel popülasyonun %5-14'ünde bulunurlar (17). Erkek/kadın oranı 1/5'tir. Genellikle soliterdir. Bazıları multipl olabilirler (10'dan az). 10'dan fazla sayıda olduğunda fibropolikistik hastalıklardan birisi düşünülmelidir (ör; otozomal dominant polikistik karaciğer hastalığı veya biliyer hamartomlar gibi).

Tipik olarak karaciğer yüzeyinin altında görülür. Bazıları daha derinde gelişir. Birkaç milimetreden 10 cm'e kadar değişik boyutlarda olabilir. Kavernöz hemanjiyomdan sonra ikinci en sık benign karaciğer lezyonudur (16). Sirotik hastalarda sık izlenir (18). Safra yolları ile bağlantısı yoktur. Genellikle asemptomatiktir. Komplike kistlerde (intrakistik hemoraji veya enfeksiyon) ağrı veya ateş olabilir.

Edinsel kist benzeri karaciğer lezyonları sebepleri: Travma (seroma veya biloma), enfeksiyon (piyojenik veya parazitik), neoplastik (primer veya metastatik) (16).

Ayırıcı tanıda kistik metastazlar, abse, biliyer kistadenom ve ülkemizde kist hidatik düşünülmele beraber, basit karaciğer kisti, homojen yapısı ve ince duvarıyla kolayca bunlardan ayırddilebilir (19). Nodül veya septa varlığı, enfeksiyon ya da neoplazmı temsil edebilir (20).

MR Bulguları:

Basit kist: T1 → Hipointens

T2 → Hiperintens

Komplike Kist: T1 ve T2'de kan ürünlerine bağlı olarak değişken sinyal intensitesinde izlenir.

Sıvı seviyesi olabilir ya da olmayabilir.

Kontrastlı çalışmada basit ve komplike kistler kontrastlanmazlar (16).

Hemanjiyom:

Karaciğerin en sık benign tümörüdür. Metastazlardan sonra en sık görülen karaciğer tümörüdür. %5-20 oranında görülür. Daha sıklıkla postmenapozal kadınlarda görülür (16). Sirotik hastalarda kistlerin tersine nadir izlenir (18). Erkek/kadın oranı 1/5'dir.

İnce fibröz stroma ile ayrılmış tek katlı endotel hücreleri ile döşeli multipl vasküler kanallardan oluşan benign tümördür. Vasküler kanallardaki trombüs sonucu fibrozis ve kalsifikasyon gelişir (16). Büyük hemanjiyomlarda küçük kanamaların iyileşmesine sekonder gelişmiş skar dokusu izlenebilir (19).

Sıklıkla karaciğer sağ lob posteriorunda subkapsüler yerleşimli lezyonlardır. Birkaç milimetreden 20 cm'e kadar değişen boyutlarda olabilir. Boyutlarına göre hemanjiyomlar; küçük hemanjiyom (< 2 cm), tipik hemanjiyom (2-10 cm), dev hemanjiyom (> 10 cm) olarak gruplandırılır.

Yavaş büyürler. Vakaların %50'sinden fazlasında multipldir. Kalsifikasyon nadir olup (%10'dan az), genellikle dev hemanjiyomların skarında bulunur (16).

MR Bulguları:

T1 → Küçük ve tipik hemanjiyomlar: İyi sınırlı, kanla izointens ya da hipointens

Dev hemanjiyomlar: Hipointens kitle, düşük intensiteli santral bölge (skar veya fibröz doku) içerir.

T2 → Küçük ve tipik hemanjiyomlar: Hiperintens

Dev hemanjiyomlar: Hiperintens kitle, santrali ise daha hiperintens (skar veya fibröz dokuya bağlı), hipointens internal septa

Kontrastlı T1 → Küçük hemanjiyomlar: Arteriyel ve portal fazda

homojen kontrastlanma

Tipik hemanjiyomlar ve dev hemanjiyomlar: Arteriyel fazda periferik nodüler kontrastlanma, venöz fazda progresif sentripedal kontrastlanma.

Santral skar kontrastlanmaz. (16)

Hemanjiyomlar komşu karaciğere göre uzamış kontrastlanma gösterirler. HCC ve metastazlarda bu kontrastlanma paterni olmaz (21). Hemanjiyomları malign lezyonlardan ayırdetmek için ağır T2 ağırlıklı görüntüler (TE > 112 ms) kullanılır. Bu görüntülerde hemanjiyomlar yüksek sinyal özelliklerini korurlar (22).

Fokal Nodüler Hiperplazi (FNH):

Lokalize vasküler bir anomaliye hiperplastik cevap sonucu meydana gelen benign karaciğer tümörüdür. Sağ lobda sol loba oranla 2 kat sık izlenir. Genellikle subkapsüler, nadiren pedinküllüdür. Çoğunluğu 5 cm'den küçüktür (%85'i). Teşhis anındaki boyutu ortalama 3 cm'dir. Erkek/kadın oranı 1/8'dir. %80 soliter, %20 multipldir. Gerçek kapsülleri yoktur, intratümöral kalsifikasyon, hemoraji veya nekroz içermezler (16). Malign transformasyon rapor edilmemiştir (23).

Ortalarında, içerisinde damarlar bulunan fibröz septa ve skar dokusu bulunur (19). Hepatosit, safra kanalı elemanları, Kupffer hücreleri ve fibröz doku ihtiva eder. Bu nedenle genellikle FNH'nin sinyal intensitesi karaciğere benzer (18).

MR Bulguları:

T1 → İzointens veya hafif hipointens, santral skar hipointens

T2 → Hafif hiperintens veya izointens, santral skar hiperintens

Kontrastlı T1 → Arteriyel faz: Homojen hiperintens

Portal venöz faz: İzointens

Geç faz: İzointens, skar hiperintens (16)

FNH'nin ayırıcı tanısında adenom, hemanjiyom ve fibrolameller hepatosellüler karsinom (Fibrolameller HCC) düşünülmelidir (19). FNH, adenomların tersine T1 ağırlıklı sekanslarda çok ender olarak hiperintens izlenirler. Santral skar dokusunun T2 ağırlıklı sekanslarda hiperintens izlenmesi FNH'nin karakteristik özelliğidir (24, 25, 26). Santral skar dokusu erken görüntülerde kontrastlanmazken, geç dönem görüntülerde kontrastlanır (27). Fibrolameller HCC'de santral skar T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerde hipointenstir (28).

Hepatik Adenom:

Adenom, karaciğerin hepatositlerden gelişen nadir bir primer tümörüdür (19). %75'i karaciğer sağ lobunda subkapsüler yerleşimlidir. % 10'u pedinküle olabilir.

Boyutu 6-30 cm arasında değişebilir (ortalama 8-10 cm'dir). Erkek/kadın oranı 1/10'dur. Genellikle tektir (adenom), nadiren multipldir (adenomatozis). Fibröz psödokapsülü vardır. Bu psödokapsül komprese komşu karaciğer dokusundan meydana gelir. Tümör içinde skar ihtiva etmez (16). Glikojen ve yağ içerir. Adenomlar içinde kupffer hücreleri bulunabilir, fakat genellikle nonfonksiyoneldir. Safra kanalı içermez (23).

Oral kontraseptif ve anabolik steroid kullananlarda daha sık görülür (16). Tip I ve Tip III glikojen depo hastalığı olanlarda görülme sıklığı fazladır (23). Ciddi kanamalara, rüptüre yol açma ve az da olsa HCC'ye dönüşme riski taşır (19). Hemorajik adenom karaciğer dışına rüptüre olduğunda hemoperitonyum ve hatta şoka neden olabilir. Oral kontraseptif kullanımı kesildiğinde, adenomlar tamamen gerileyebilir. Ancak sonradan gelişebilecek HCC riski azalmaz (23).

MR Bulguları:

T1 → Heterojen sinyal intensitesi gösterir. Yağ içeriğine veya yeni kanamaya bağlı hiperintens izlenebilir. Nekroz, kalsifikasyon, eski kanamaya bağlı azalmış sinyal intensitesi izlenebilir. Hipointens rim (fibröz psödokapsül) izlenebilir.

T2 → Heterojen izlenir. Eski kanama veya nekroza bağlı artmış sinyal intensitesi, yağ ve yeni kanamaya bağlı azalmış sinyal intensitesi izlenebilir. Rim (fibröz psödokapsül) hipointens izlenir.

Kontrastlı T1 → Arteriyel faz: Heterojen kontrastlanma

Geç faz: Psödokapsül karaciğer ve adenoma göre hiperintensdir (16).

FNH ile adenomların ayırımında, psödokapsül, internal hemoraji ve yağ adenomlar için tipik iken, geç dönemde kontrastlanan santral skar dokusu içermesi FNH için tipiktir (29).

Biliyer Hamartom (Von Meyenburg Kompleksi):

Safra yollarının nadir görülen benign malformasyonudur (16). Safra kanalları ve mezenkimal dokudan oluşur (30). Su dansitesi/intensitesi'ne yakın 1.5 cm'den küçük multipl karaciğer lezyonlarıdır. Subkapsüler veya intraparankimal yerleşimlidirler. Her iki lobda dağınık olarak izlenir. Sıklıkla multipl olmakla beraber, izole soliter lezyon olarak da görülebilir. Erkek/kadın oranı 1/1'dir.

Kistik ve solid komponentler içerir. Nadiren malign transformasyon gösterir

(CCC).

MR Bulguları:

T1 → Hipointens (hem kistik, hem de solid lezyonlar)

T2 → Hiperintens (kistik lezyonlar)

Orta intensitede (solid lezyonlar)

Kontrastlı T1 → Kistik lezyonlar kontrastlanmaz. İnce rim tarzında

kontrastlanma olabilir. Bu özellikleri nedeni ile kistik metastazlarla karışabilirler.

Solid lezyonlarda fibröz stromadan dolayı kontrastlanma izlenir

(16).

Hepatik Anjiyomiyolipom:

Değişik miktarlarda düz kas, yağ, kan damarı komponentleri olan benign mezenkimal tümördür. Böbrekten sonra anjiyomiyolipom en sık karaciğerde görülür. Karaciğerde en sık sağ lobda izlenir. Büyüklüğü 0.3 ila 30 cm arasında değişir. Tüberosklerozla birlikteliği sıktır. Yuvarlak veya lobüle soliter kitle ya da multipl lezyonlar şeklinde izlenir.

MR Bulguları:

T1 → Hipointens ya da hiperintens olabilir.

Yağ komponenti hiperintens olarak izlenir. Yağ baskılamalı teknik kullanışlıdır.

T2 → Heterojen hiperintens izlenir. Yağ komponenti yüksek sinyal intensitesi gösterir.

Kontrastlı T1 → Lezyon içindeki yumuşak doku elemanları kontrastlanır (16).

Konfluent Fibrozis ve Kitle Benzeri Hipertrofi:

Karaciğer ciddi olarak hasarlandığında, sinyal intensitesi T1 ağırlıklı görüntülerde azalır, T2 ağırlıklı görüntülerde artabilir. Segmental atrofi, anormal sinyal intensitesi gösteren keskin sınırlı görünüme yol açar. Ciddi hasarlanmış karaciğerde etkilenen bölge “fokal konfluent fibrozis” (FKF) olarak adlandırılır ve bu bölge anormal sinyal intensitesi ve anormal kontrastlanma gösterebilir.

Kitle benzeri karaciğer rejenerasyonu, lobar atrofi veya şiddetli karaciğer hastalığı sonucu oluşabilir. Rejeneratif karaciğer kitleyi taklit edebilir, ancak sinyal

özelliği normal karaciğere benzer ve içerisinde karaciğere ait damarlar izlenir. Bu bölgeyi çevreleyen karaciğer parankimi inflamasyon, nekroz ya da fibrozis sonucu anormal sinyal özelliği gösterebilir (18).

Fokal İnflamatuvar Lezyonlar:

Piyojenik abseler soliter ya da multipl olabilirler. Boyutları da milimetrik lezyonlardan, bir lobun tamamını kaplayacak büyüklüğe kadar değişebilir. Enfeksiyon karaciğere biliyer sistem, portal ven ya da hepatik arter aracılığı ile ulaşabileceği gibi, doğrudan komşu bir organdan da gelebilir. Tipik MR görünümleri, periferik duvar kontrastlanması gösteren kistik lezyonlar şeklindedir. Absenin dış sınırı tipik olarak belirsizdir ve abse duvarı etrafında hiperemik, inflame dokunun kontrast tutulumu gözlenebilir. Küçük piyojenik abseler birbirleriyle birleşme özelliği gösterirler. Bu durumda kontrast sonrası kesitlerde dantel benzeri bir ağ biçiminde kontrastlanan küçük abse duvarları izlenebilir.

Amibik abseler genellikle soliter olup, daha çok sağ lobda izlenirler. Duvarları oldukça kalındır ancak diğer abselerden ayırdedecek tipik MR görünümüne sahip değildir.

Kist Hidatik lezyonları duvarlarının kalınlığıyla basit kistlerden ayrılır. İçindeki kist vezikülleri en iyi T2 ağırlıklı kesitlerde izlenir (19).

MALİGN LEZYONLAR

Hepatosellüler Karsinom (Hepatoma):

Karaciğerin en sık görülen primer malign tümörüdür (%80-90'ı). Çocuklarda hepatoblastomdan sonra 2. sıklıkta izlenen malign karaciğer tümörüdür. Genellikle kronik viral hepatit (HBV/HCV) veya alkolizme bağlı sirotik karaciğerde oluşur (%60-90). Aflatoxin maruziyeti de etyolojide suçlanmaktadır. Portal ven invazyonu siktir. Nadiren safra yollarına invazyon yapar. Sıklıkla karaciğerin sağ lobunda izlenir. Hipervasküler tümördür (16). Nonsirotik hastalarda görülen HCC, sirotik hastalarda görülenden genellikle daha büyüktür (23).

HCC'yi hemanjiyomdan ayırmada, vena cava inferior ve portal vena tümör trombüsü olması ve vasküler invazyon önemlidir (31, 32).

Düşük insidanslı bölgelerde 6.-7. dekadlarda izlenmekte olup erkek/kadın oranı 2.5/1'dir. Yüksek insidanslı bölgelerde 30-45 yaşlarda sık görülmekte olup, erkek/kadın oranı 8/1'dir.

3 tipde izlenir: 1- Soliter (genellikle büyük kitle)

2- Nodüler veya multifokal

3- Diffüz (16)

Kapsüllü lezyonlar daha yavaş büyür ve kapsülsüz lezyonlardan daha iyi prognozludur (33). Psödokapsül tipik olarak T1 ağırlıklı sekanslarda hipointens, T2 ağırlıklı sekanslarda minimal hiperintensdir. Kontrastlı serilerde ise erken dönemde hipointens olup, geç dönemde kontrastlanır (34).

MR Bulguları:

Yağ, nekroz ve fibrozis derecesine bağlı olarak değişik intensitede izlenebilir.

T1 → Nonsirotik karaciğerde hipo-izo-hiperintens olabilir.

Sirotik karaciğerde HCC hipointens, sirotik nodüller artmış sinyal intensitesinde izlenirler.

T2 → Nonsirotik karaciğerde hafif hiperintens izlenir.

Sirotik karaciğerde HCC hiperintens, sirotik nodüller izo-hipointens izlenirler. Siderotik nodül içinde gelişen HCC, "nodül içinde nodül" görünümü oluşturur. HCC, düşük sinyal intensiteli nodül içinde artmış sinyal intensitesinde küçük foküs şeklinde izlenir.

Kontrastlı T1 → Arteriyel fazda hızlı boyanır. Santral, periferik ya da rim tarzında boyanma gösterebilir. Portal venöz faz görüntülerde ise hızlı wash-out gösterir (16).

Fibrolameller HCC:

HCC'den farklı klinik, histopatolojik ve görüntüleme bulguları olan nadir görülen malign hepatosellüler tümördür. Çoğunlukla 2. ve 3. dekadda görülür. Ortalama görülme yaşı 23'tür. Erkek/kadın oranı 1/1'dir. %80'i intrahepatiktir. %20'si pedinküllüdür. 5-20 cm arası büyüklükte olabilir (ortalama 13 cm). HCC'den daha iyi prognoza sahiptir.

%80-90 soliterdir. %10-15 periferik satellit nodüller bulunur. HCC'den farklı olarak siroz zemininde gelişmez (%5'den az vakada sirotik zemin bulunur), α fetoprotein seviyesi normaldir (16).

Ayırıcı tanıda FNH önemlidir. Her iki tümör de iyi vaskülarize ve sınırlı kitleler olup, santrallerinde fibrotik skar ihtiva ederler. FNH'lerin nonfibrotik kesimi Fibrolameller HCC'ye göre daha homojendir. T2 ağırlıklı sekanslarda FNH'deki santral skar dokusu hiperintens izlenirken, Fibrolameller HCC'de hipointens izlenir. Kontrast madde uygulandığında FNH'deki santral skar geç dönemde boyanır. Fibrolameller HCC'de ise parsiyel skar kontrastlanması izlenebilir (26, 35, 36). Fibrolameller HCC, FNH'ye göre daha büyük olma eğilimindedir ve daha lobüle konturludur. Kalsifikasyon fibrolameller HCC'de sık izlenirken, FNH'de nadirdir. Fibrolameller HCC, FNH'nin tersine geç dönem kontrastlı serilerde içerisinde kontrastlanmayan alanların izlendiği heterojen kontrastlanma paterni gösterir. Bu farklılıklara rağmen kesin ayırım genellikle zordur (18).

MR Bulguları:

T1 → Homojen, hafif hipointens

Skar veya septa hipointens izlenir.

T2 → Heterojen, hiperintens

Skar veya septa hipointens izlenir.

Kontrastlı T1 → Arteriyel-portal fazda lezyon heterojen kontrastlanır,
skar kontrastlanmaz.

Geç fazda lezyon daha homojen kontrastlanır, skar veya septa parsiyel kontrastlanır (16).

Kolanjiyokarsinom (Periferik):

CCC, safra kanalı epitelinden kaynaklanan bir adenokarsinomdur (16). Karaciğerin en sık ikinci primer malign tümörüdür. CCC bol miktarda fibröz stroma içeren hipovasküler tümörlerdir (19). Karaciğerde kapsüler retraksiyona yol açar. Genellikle büyük lezyonlardır (5-15 cm). Tüm karaciğer kanserlerinin %15'ini meydana getirir. Genellikle bol müsin üreten tümörlerdir (16). 5.-6. dekatta sık görülür. Erkek/kadın oranı 1/1'dir. CCC gelişimi için risk faktörleri; safra yolu taşları, primer sklerozan kolanjit, clonorchiasis, rekürren piyojenik kolanjit, Caroli hastalığı ve Thorotrast maruziyetidir (23).

Tüm CCC'ların yaklaşık olarak %60-70'i safra kanalı bifürkasyonundan, %20-30'u ana safra kanalı distal kesiminden, %5-15'i de karaciğer içinden (periferik

tip) gelişir (37). Periferik tip CCC içinde safra kanalı dilatasyonu %50'den fazla hastada izlenir ve bu, safra kanalı orijinali obstrüktif bir lezyonun göstergesidir (23).

MR Bulguları:

T1 → Büyük, heterojen-hipointens kitle

T2 → Periferi hiperintens (sellüler komponent), santralinde geniş hipointensite (fibrozis) gösterir. Santralindeki hiperintens fokus, nekroz ve müsini temsil eder.

Kontrastlı T1 → Santraldeki hipointens bölge homojen, heterojen olabilir ya da kontrast tutmayabilir. Minimal ya da orta derecede rim tarzında kontrastlanma ile birlikte progresif ve konsantrik kontrastlanma izlenir. İntratümöral fibröz stroma gecikmiş görüntülerde uzamış kontrastlanma gösterir. Az bir vakada fibrozis, dinamik çalışmada erken kontrastlanma gösterebilir (16).

Hepatik Metastazlar:

Karaciğerin en sık görülen malign tümörüdür. Karaciğerin primer malign tümörlerinden 18 kat daha sıktır. Neoplazmların hepatik parankime yayılım şeklidir (16). Karaciğere en sık metastaz yapan tümörler; kolon, meme, akciğer, pankreas kanserleri ve malign melanomdur (19). Her iki lobda da olabilir. Birkaç milimetreden birkaç santimetreye kadar değişen boyutlarda olabilir. Hipovasküler ya da hipervasküler olabilir.

MR Bulguları:

T1 → Multipl, düşük sinyal intensiteli lezyonlardır.

T2 → Orta veya yüksek sinyal intensitesi gösterirler.

Çok yüksek sinyal intensitesinde olanlar kist veya hemanjiyomları taklit eder.

Kontrastlı T1 → Hipovasküler metastazlar: Santrali hipointens olup, periferi rim tarzında kontrastlanırlar.

Hipervasküler metastazlar: Arteriyel fazda kontrastlanırlar (16).

Kontrast sonrası periferik halka tarzında kontrastlanma göstermesi metastazların en önemli kontrastlanma özelliğidir (38, 39). Metastazlar kontrastsız T1 ağırlıklı serilerde hiperintens izlenebilirler. Bunun nedeni intralezyonal T1 relaksasyon zamanını kısaltan substansların birikimi ya da lezyonu çevreleyen karaciğer dokusunun intensitesinin azalmasıdır. T1 relaksasyon zamanını kısaltan

substanslar; hemoraji, protein, müsin, melanin, yağ ve Lipiodol'dür. Hemorajik karaciğer metastazları en sık akciğer, renal ve testiküler karsinom ile melanom'da izlenir. Yüksek protein içeren karaciğer metastazları; multipl miyelom ve karsinoidde görülür. Müsin üretimi, pankreatik veya overyan müsinöz tümörlerin kistik metastazlarında izlenir. Melanom metastazları melanin, paramanyetik bir substans ya da hemoraji nedeni ile hiperintens izlenebilir. Metastaz içinde yağ nadirdir ancak, ekstrahepatik liposarkom veya over kaynaklı teratom metastazlarında izlenebilir. Demir birikimi, karaciğer ödemi ve diffüz karaciğer yağlanması durumlarında karaciğer intensitesi düşerek metastazın hiperintens görünmesine yol açar (23). Bazı metastazlar santral nekroz gösterirler. Bu durumda T2 ağırlıklı sekanslarda santral sinyal artımı, T1 ağırlıklı sekanslarda ise santral sinyal azalması izlenir. Nekrotik tümörlerin santralleri sıvı içeriğinde olduğundan sinyal intensiteleri kavernoöz hemanjiyomlar ve kistler gibi yüksektir. Bununla birlikte nekrotik tümörler, hemen hemen daima düzensiz internal morfolojiye, mural nodüllere, komşu karaciğer parankimi ile belirsiz sınıra sahiptirler ve böylece hemanjiyom ve kistlerden ayrılırlar. Bazı metastazlar, özellikle de kolorektal orijinli olanlar, santralinde koagülasyon nekrozu gelişir ve bu alanlar T2 ağırlıklı sekanslarda karaciğere yakın bir intensite gösterirler. Koagülasyon nekrozunu çevreleyen tümör dokusuna ait hiperintens görünüm, peritümöral ödemi taklit eden parlak periferik halo bulgusuna yol açar. Gerçek peritümöral ödem, tümör vasküler veya biliyer obstrüksiyona yol açtığına oluşur. Kitlenin santral ve periferi arasında buna benzer intensite farklılığı izlenmesi, nadiren hemanjiyom ve kistlerde izlenir, ancak bu bulgu malignite için güçlü bir göstergedir. Endokrin tümör metastazları, kontrastsız görüntülerde ileri derecede yüksek sinyal intensitesi göstererek hemanjiyomları taklit edebilirler. Bu durumda dinamik kontrastlı görüntüler ayırım için yardımcıdır. Hepatik maligniteler neredeyse tamamen hepatic arterlerle beslenirler ve bu durum öncelikli olarak portal venle beslenen karaciğer parankiminden farklıdır. Bu nedenle kapiller faz görüntülerde çoğu malign tümör karaciğer parankiminden daha fazla kontrastlanır. Portal faz ya da daha geç görüntülerde tümörün periferi santralinden ya da komşu karaciğer parankiminden daha az sinyal intensitesi gösterirse buna "periferik wash-out bulgusu" denilir ki bu bulgu metastatik lezyon için güçlü bir göstergedir (18). Karaciğer metastazları, Gadolinyum kontrastlı MR çalışmada

hipervasküler, hipovasküler ve izovasküler olarak gruplandırılırlar. Hipervasküler metastazlar en kolay arteriyel faz görüntülerde saptanırlar ve bazen de sadece bu fazda izlenirler. Arteriyel fazda hipervasküler metastazlar, uniform, heterojen ya da periferik rim tarzında kontrastlanırlar. Karaciğer parankiminin arteriyel fazda minimal kontrastlanması bu dönemde belirgin kontrastlanan hipervasküler tümörlerin saptanmasını kolaylaştırır. Meme karsinomu, karsinoid tümörler, melanom, tiroid karsinomu, renal hücreli karsinom ve sarkomların metastazları hipervaskülerdir. Hipovasküler metastazlar, arteriyel faz görüntülerde ince rim tarzında kontrastlanabilirler ancak en iyi çevreleyen karaciğer parankiminin en iyi kontrastlanma gösterdiği portal venöz fazda saptanırlar. Kolon, akciğer, prostat, gastrik ve transisyonel hücreli karsinomlar hipovasküler metastaz yaparlar. Nadir görülen izovasküler metastazların, arteriyel ve portal venöz fazların her ikisinde de saptanmaları güçtür. İzovasküler metastazlar, kontrastsız T1 ve T2 ağırlıklı sekanslarda kolaylıkla saptanabilirler. Kolon, tiroid veya endometriyal karsinom metastazları, özellikle de kemoterapi sonrasında izovasküler özellik gösterebilirler (23).

Epiteloid Hemanjiyoendotelyoma:

Mezenkimal dokunun vasküler elemanlarından kaynaklanan karaciğerin primer malign tümörüdür. Birleşme eğiliminde olan periferik hepatik nodüller şeklinde görülür. Kapsüler retraksiyona neden olur. %75'den fazlası periferik yerleşimlidir. Küçük tümör nodüllerinden, birleşen geniş kitlelere kadar değişik boyutlarda olabilir. Kadınlarda erkeklerden daha sıktır. Ortalama görülme yaşı 45'dir.

MR Bulguları:

T1 → Santrali hipointens olup, ince hipointens rim izlenir.

T2 → Santrali hiperintens olup, ince hipointens rim izlenir.

Kontrastlı T1 → Santrali hipointenstir. Periferde kontrastlanan kalın iç rim ve dışta kontrastlanmayan ince rim izlenir (16).

Biliyer Kistadenokarsinom:

Karaciğer içindeki intrahepatik safra kanalları veya çok nadiren ekstrahepatik safra yolları veya safra kesesinden köken alan uniloküle veya multiloküle nadir

görülen kistik tümördür. %55 sağ lob, %29 sol lob, %16 her iki lobda görülür. %83 intrahepatik safra kanallarından, %13 ekstrahepatik safra kanallarından, %0.02 safra kesesinden köken alır.

Boyutları 1.5-25 cm arasında olabilir. Tipik olarak soliter tümördür.

Tümör iyi kapsüllüdür. Genellikle orta yaş kadınlarda görülür. Erkek/kadın oranı 1/4'tür. En sık 5. dekatta görülür. Eksize edildikten sonra tekrarlayabilir.

MR Bulguları:

T1 → Kistik sıvının içeriğine bağlı olarak değişik intensitede olabilir.

Artmış sinyal intensitesi: mukoid sıvı

Azalmış sinyal intensitesi: seröz sıvı

Septal veya mural kalsifikasyon: hipointens

T2 → Azalmış sinyal intensitesi: mukoid sıvı

Artmış sinyal intensitesi: seröz sıvı

Septal veya mural kalsifikasyon: hipointens

Kontrastlı T1 → Kapsül ve septada kontrastlanma izlenir (16).

Anjiyosarkom:

Karaciğerin en sık görülen malign mezenkimal tümörüdür. Karaciğerin primer malign tümörlerinin %2 kadarını oluşturur. Birkaç milimetreden birkaç santimetreye kadar değişik boyutlarda ya da difüz olabilir. İçerisinde vasküler kanallar bulunur. Multifokal, multinodüler (daha sık, %71), büyük soliter kitle ya da difüz infiltratif lezyon şeklindedir. Genellikle 60-70 yaşta görülür. Erkek/kadın oranı 4/1'dir. Rüptür ve akut hemoperitonyum komplikasyonu vardır. Prognozu kötüdür. Ortalama yaşam süresi 6 aydır.

MR Bulguları:

T1 → Düşük sinyal intensiteli multipl nodüller şeklindedir. Hemoraji alanları

düzensiz hiperintens bölgeler şeklinde izlenir. Daha az sıklıkla mikronodüler difüz infiltratif paternde izlenir. Bu durumda karaciğer sinyal intensitesi difüz heterojen görünümündedir.

T2 → Yüksek sinyal intensitesinde olup, santralde septum benzeri ya da çevresel hipointens alanlar izlenir.

Düşük sinyal intensiteli alanlar hemosiderin, fibrozis veya yeni kanama alanlarını temsil eder.

Yüksek sinyal intensiteli alanlar hemoraji veya nekrozu gösterir.

Sıvı-sıvı seviyesi izlenebilir.

Kontrastlı T1 → Erken faz görüntülerde heterojen kontrastlanma gösterir.

Gecikmiş görüntülerde progresif kontrastlanma gösterir.

Sentripedal olarak devam eden periferik nodüler tarzda kontrastlanma gösterebilir.

Lezyonun santralinde kontrastlanmayan alanlar fibröz doku veya deoksihemoglobini gösterir (16).

Lenfoma:

Lenfoma tutulumunda lezyonlar, karaciğerin yüksek lenfatik doku içeren periportal bölgelerinden kaynaklanır. Primer (nadir) veya sekonder (daha sık) olabilir. Birkaç milimetreden birkaç santimetreye kadar değişen boyutlarda olabilir. Miliyer, nodüler ya da difüz formda görülebilir (16). Lenfomanın başlangıç aşamasında karaciğer tutulumu Hodgkin Lenfoma (HL)'da %8 ve non-Hodgkin Lenfoma (NHL)'da %25 oranındadır. Ancak otopsilerde lenfomanın her tipi için yaklaşık %50 oranında karaciğer tutulumu saptanmaktadır. HL'da karaciğer tutulumu diffüz, uniform küçük nodüller şeklinde ya da büyük kitleler şeklinde olabilir. NHL'da hepatomegali daima olur. Düşük Grade'li B-cell Lenfoma'da multipl küçük nodüller izlenir. Yüksek Grade'li B-cell Lenfoma'da büyük, düzensiz, destrüktif lezyonlar izlenir. Sekonder hepatik Lenfoma tutulumunun MR bulguları, tek veya multipl fokal kitleler, infiltratif lezyonlar, anormal parankim sinyal intensitesi ve hepatomegali gibi nonspesifik bulgulardır (23).

MR Bulguları:

T1 → Hipointens

T2 → Hiperintens (16)

2.3.KARACİĞER GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİ

Karaciğer, onkolojik açıdan önemli bir organdır. Primer hepatik neoplazmlar; özellikle siroz, hemakromatozis ve steatohepatit gibi diffüz karaciğer hastalıklarının varlığında sık görülür. Karaciğer gastrointestinal tümörlerin en sık metastaz yaptığı organdır. Yüksek kan akımı (kardiyak outputun yaklaşık %25'i), mikroskopik anatomisinin uygunluğu (subendotelial bazal membrandaki karaciğer sinüzoidleri ve

aralıklar), ve zengin biyokimyasal ortam karaciğerdeki metastatik depozitlerin çabuk büyümesine olanak sağlar (40). Onkolojik açıdan karaciğerin görüntülenmesindeki amaç; karaciğer hastalığının saptanması, karaciğer lezyonlarının karakterizasyonu, neoplazmların evrelemesi, safra yollarının durumunun değerlendirilmesi, tedaviye yanıtın değerlendirilmesi, cerrahi planlama ve kemoterapi pompasının yerleştirilmesi için vasküler anatominin incelenmesidir (41). Bu amaçlar doğrultusunda klinikte kullanılan modaliteler şunlardır:

Ultrasonografi:

US, ucuz ve kolay ulaşılabilir bir görüntüleme yöntemidir. Kist ve solid karaciğer lezyonlarının ayırımında yüksek sensitiviteye sahiptir. Bununla birlikte solid FKL'lerinin saptanmasında BT ya da MR inceleme kadar sensitif değildir (42). Karaciğer metastazlarının US ile saptanmasının sensitivitesi çeşitli yayınlarda %40 ila %70 arasında değişmektedir (43). En sık hipoeoik kitleler izlenir. Karaciğer metastazlarının görünümününün değişkenliğine rağmen, lezyonların çevresinde hipoeoik halo izlenmesi patognomonik bir bulgu olarak kabul edilmektedir. Halo görünümünün tümör çevresindeki karaciğer parankimine, fibrozise veya vaskülarizasyona bağlı olduğu düşünülmektedir (44). US'un limitasyonları; yüksek oranda operatör bağımlı olması, 1 cm'in altındaki lezyonların saptanmasındaki yetersizliği ve düşük spesifitesidir. Diffüz karaciğer hastalığının varlığı da US'un fokal lezyonları saptamadaki sensitivitesini düşürmektedir. Benzer şekilde US ile fokal yağlanma ya da fokal yağlanmamış alan gibi psödolezyonların, patolojik karaciğer lezyonlarından ayırımının yapılması da bazen zordur. Diğer yandan İOUS ve Laparoskopik US, karaciğer lezyonlarının saptanmasında preoperatif modalitelere göre yüksek sensitiviteye sahiptir. Bu yöntemlerle tümörlerin vasküler yapılarla ilişkisi de gösterilebilir (45, 46). Son zamanlarda kullanıma giren US kontrast ajanlar ile çeşitli karaciğer lezyonlarının karakterizasyonu da yapılabilmektedir (47).

İntraoperatif Ultrasonografi: Çeşitli çalışmalar göstermiştir ki; preoperatif görüntüleme çalışmaları ile veya laparotomi esnasındaki inspeksiyon ya da palpasyonla saptanamayan pekçok tümör İOUS ile tesbit edilebilmektedir (48).

Abdominal organların perkütan US incelemesinde en önemli dezavantaj cilt ve ciltaltı yağ dokusunun neden olduğu atenüasyon ve saçılmadır. Bu durumu

önlemeye yönelik kullanılan düşük frekanslı prob lar ve akustik kazanç (gain) ayarı, rezolüsyonda azalmaya sebep olmaktadır. Buna ek olarak barsak segmentleri, sternum, kostalar gibi çevre yapılar ve obezite, abdominal organların görüntüleme kalitesini bozmaktadır.

Bu dezavantajların tümünü İOUS ile ortadan kaldırmak mümkündür. Yüksek frekanslı prob kullanımı sayesinde çözünürlük arttırılabilmektedir. İOUS, rezeke edilmesi planlanan tümörün ayırdedilebilirliğini kolaylaştırmaktadır.

Preoperatif incelemelerle saptanamayan, ancak İOUS ile gösterilebilen lezyonlar nedeniyle operasyonların bir kısmından vazgeçilmekte, bir kısmında da operasyon planında değişikliklere gerek duyulmaktadır. Literatürdeki çalışmalar İOUS'nin, olguların %36-51'inde operasyon seyrini değiştirdiğini göstermektedir (49).

İOUS karaciğerin derininde yerleşmiş metastazların gösterilmesinde çok başarılıdır, ancak yüzeysel küçük lezyonların gösterilmesinde çok kullanışlı değildir. Bununla birlikte yüzeysel lezyonlar kolaylıkla palpe edilebilir. Palpe edilemeyip İOUS ile saptanan en küçük lezyon 5 mm çapındadır (50).

İOUS sol lobdaki lezyonları ortaya koymada, sağ loba oranla daha değerli bir yöntemdir. Buna neden olarak preoperatif incelemeler sırasında midenin gaz distansiyonu, sternum ve kostaların kısıtlayıcı etkisinin sol lobda daha belirgin olduğu gösterilmiştir. Operasyondan hemen önce yapıldığından, preoperatif bekleme süresinin uzun olduğu yoğun kliniklerde daha da önem kazanmaktadır. Preoperatif incelemelerden operasyon anına kadar geçen sürede, yeni gelişen veya büyüyen metastatik lezyonun görülebilmesi İOUS ile mümkün olabilmektedir. Preoperatif radyolojik incelemelerde FKL'larının yeri ayrıntılı olarak tanımlanmış olsa bile, lezyon operasyon sırasında cerrah tarafından bulunamayabilir. Bu tür olgularda İOUS lezyon lokalizasyonunda cerraha yol göstericidir (49).

İOUS, 5 MHz ve üzeri frekanslarda çalışan yüksek rezolüsyonlu transdüserler ile gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla "T" şeklindeki veya parmak ucuna monte edilebilen tipteki özel transdüserler veya konvansiyonel transdüserler kullanılmaktadır (şekil 2.2.).



Şekil 2.2: İOUS transdüserleri. Konvansiyonel İOUS uygulamalarında kullanılan transdüserler izlenmektedir (13).

Transdüserler özel bir solüsyon yardımıyla sterilize edilmekte veya steril bir torba içine yerleştirilmektedir. Cerrahi mobilizasyon yapıldıktan ve karaciğer bimanüel olarak palpe edildikten sonra, karaciğerin ulaşılabilen tüm bölgeleri üzerinde sonografik inceleme gerçekleştirilmektedir. 5 MHz gibi düşük frekanslı transdüserlerin kullanıldığı operasyonlarda, yüzeysel karaciğer bölümlerinin değerlendirilmesi amacıyla, transdüser üzerine su dolu bir cerrahi eldivenin yerleştirilmesi yararlı olmaktadır. Ancak, yüzeysel yerleşimli karaciğer tümörlerinin görsel olarak ve palpasyon ile kolaylıkla tespit edilmesi, bu yöntemin kullanımını sınırlamaktadır. İOUS uygulaması karaciğerin arka yüzünde, longitudinal ve transvers planlarda başlatılmalıdır. Daha sonra, lateral karaciğer bölümleri değerlendirilerek transdüser falsiform ligamana doğru ilerletilmelidir. Segment II ve III düzeyinde de benzer şekilde incelemeler gerçekleştirilmelidir. İncelemeler sırasında akustik iletişimi sağlamak amacıyla genellikle normal periton sıvısından yararlanılmaktadır. Ancak bazı durumlarda bu amaçla steril serum fizyolojik solüsyonu da kullanılmaktadır. Karaciğerin komplet İOUS incelemesi yaklaşık 15-25 dakikada tamamlanmaktadır. Ancak, İOUS eşliğinde girişimsel uygulamaların yapılması inceleme süresini uzatmaktadır.

İOUS, karaciğer cerrahisinde son derece önemli olan segmenter anatomiyi göstermede başarıyla kullanılmaktadır. Yöntemin bu avantajı nedeniyle, cerrahi

sınırlar belirlenebilmekte ve karaciğer tümörlerinin rezeksiyonları minimal derecede doku kaybı ile gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca bu yöntem ile, normal intrahepatik venöz vasküler yapılar, tümörlerin vasküler invazyonları ve vasküler varyasyonlar kolaylıkla gösterilebilmekte ve kanama riskini minimize eden en uygun cerrahi strateji belirlenebilmektedir (13).

İOUS de tıpkı diğer US incelemeleri gibi kullanıcı bağımlı bir yöntemdir. Bu nedenle kullanıcının bilgi ve tecrübesi, İOUS'nin tanıya katkısını belirleyen en önemli kriterdir. İOUS uygulayıcısı ile cerrah arasındaki eşgüdüm ve iletişim, yöntem yararlılığını artırır. İOUS hem cerrahi prosedür, hem de radyolojik değerlendirme gerektirdiğinden cerrah ve radyologlardan oluşan grubun ekip çalışması büyük önem taşır (49).

Sonuç olarak İOUS güvenli, hızlı ve karaciğer lezyonlarında mükemmel sensitivite ve spesifiteye sahip bir modalitedir (51).

Bilgisayarlı Tomografi:

Tek nefes tutmayla tüm karaciğer çalışılabilir. Ayrıca tüm abdomen ve pelvisin de incelenmesine olanak tanınması avantajdır. Helikal BT ve Multidedektör helikal BT gibi BT teknolojisindeki gelişmeler ile, eskiye oranla BT'nin performansı daha da artmış olup, kontrast madde enjeksiyonu esnasında değişik fazlarda görüntü alınmasına olanak tanımaktadır (52). Rekonstrüksiyon teknikleri kullanılarak ta karaciğerin vasküler anatomisi belirlenmekte (BT-anjiyografi), karaciğer ve tümör volümü hesaplanabilmektedir (20). İntravenöz İyotlu kontrast maddeler, karaciğer görüntülemesinde rutin olarak kullanılmaktadır. Kontrast maddeler karaciğer ile FKL arasındaki kontrast farkını artırarak, lezyonların saptanabilirliğini artırmaktadır. Ayrıca kontrast dolaşımının değişik fazlarında görüntü alınarak, lezyonların kontrastlanma paternlerine göre karakterizasyonu da mümkün olmaktadır (53). Kesitler noniyonik kontrast madde sonrası 25 sn (arteriyel faz) ve 70 sn (portal faz)'lerde alınmaktadır. Arteriyel dönemde opaklaşma gösteren FNH, Hepatosellüler Adenom, HCC gibi hipervasküler tümörler portal dolaşımdan kanlanmazlar. Hipovasküler kitleler karaciğerde izlenen en sık neoplastik lezyonlar olup, metastatik lezyonların çoğu bu gruba dahildir. Arteriyel fazda opaklaşma göstermeyen bu kitleler en iyi portal venöz fazda görüntülenir (54). BT'nin limitasyonları; yüksek radyasyona ihtiyaç duyması, ve 1 cm'den küçük lezyonların saptanması ve

karakterizasyonunda sensitivitesinin düşük olmasıdır. Kontrast maddeye allerji öyküsü olan ve böbrek yetersizliği olan hastalarda kontrast madde kullanımı kontrendikedir. BT floroskopi, karaciğer lezyonlarına biyopsi yapılmasına imkan veren yeni bir yöntemdir. Multislice BT floroskopi ile biyopsi esnasında realtime görüntüleme yapılabilmektedir (55).

Manyetik Rezonans Görüntüleme:

MR görüntüleme yüksek karaciğer-lezyon kontrastı sağladığından ve iyonizan radyasyon içermediğinden, karaciğer lezyonlarının saptanması ve karakterizasyonunda en iyi görüntüleme yöntemidir. Fokal yağlanma ya da yağlanmamış alan gibi psödolezyonların patolojik karaciğer lezyonlarından ayırımına da olanak sağlamaktadır. Çeşitli kontrast ajanlar da karaciğer görüntülenmesinde kullanılabilir (20). MR kontrast ajanların renal yetmezlikli hastalarda da güvenli bir şekilde kullanımı söz konusudur. İlâveten, kontrast madde allerjisi olan hastalarda lezyonların saptanması ve karakterizasyonunda kontrastsız MR, kontrastsız BT'den üstündür. MR kontrast ajanlar İyotlu kontrast maddeye allerjisi olan hastalarda güvenli bir şekilde kullanılabilir. MR görüntülemenin asıl dezavantajı yüksek maliyeti, inceleme zamanının uzunluğu ve hastaların uzun süreli nefes tutma zorunluluğudur (20). Karaciğer lezyonlarının saptanmasında ve karakterizasyonunda T1 ve T2 ağırlıklı görüntüler temel sekanslardır. Hareket artefaktlarını azaltmak için yağ baskılamalı T1 ve T2 ağırlıklı sekanslar kullanılabilir. Yağ baskılama tekniği ile karaciğer-lezyon arasındaki kontrast-gürültü oranı (CNR) arttırılır (56). Nefes tutmalı T1 ağırlıklı gradient eko (GRE) sekanslarında görüntüler çok kısa bir sürede alındığından hemen hemen hiç hareket artefaktına yol açmazlar. T1 ağırlıklı spin eko (SE) sekansı ile karşılaştırıldığında CNR ve sinyal-gürültü oranı (SNR) daha yüksektir (57).

Anjiyografi:

Kateter anjiyografisi tümör rezeksiyonu öncesi karaciğerin vasküler yapısını incelemek için gold standarttır. Bununla birlikte, BT ve MR teknolojisindeki yeni gelişmeler, kontrast madde kullanılarak elde edilen BT ve MR görüntüleme ile karaciğer damarlanmasını noninvaziv olarak incelemeye olanak tanımaktadır. Günümüzde kateter anjiyografisi, karaciğer tümörlerinin embolizasyon yöntemi ile

tedavisinde ve BT ya da MR ile kompleks vasküler anatomi saptandığında değerlendirme amacıyla kullanılır (20).

Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) :

PET, metastatik karaciğer lezyonlarının saptanmasında önemli bir tanı yöntemidir. Malign dokudaki yüksek metabolik aktivite nedeni ile, çevreleyen normal karaciğer dokusuna oranla yüksek glikoz tutulumu vardır. F-fluoro-2-deoxy-D-glucose (FDG)-PET ile bu fokal yüksek glikoz tutulumu gösterilerek, malign tümör odakları saptanabilir (58). Bu prosedür yüksek sensitiviteye sahiptir; bununla birlikte yüksek metabolik aktivite gösteren herhangi bir fokal alan false-pozitif sonuca sebep olabilir. Bu yöntemin avantajları, yüksek sensitiviteye sahip olması ve tek bir çekimle tüm vücudun incelenmesine olanak tanınmasıdır. Dezavantajları ise, yüksek maliyeti, her yerde bulunmaması, lezyonun lokalize edilmesindeki yetersizliği ve 1 cm'in altındaki lezyonlarda sensitivitesinin düşük olmasıdır (59). PET görüntüleri ile BT görüntüleri aynı zamanda elde edilerek oluşturulan görüntülerde (PET-BT), yüksek metabolik aktivite gösteren alanların doğru bir şekilde lokalizasyonu yapılabilmektedir (60). PET'in, hepatoma tanısında kullanışlı olmadığı saptanmıştır (61). Karaciğer metastazlarının saptanmasındaki başarısı da MR görüntüleme ile benzerdir (62).

Karaciğerde herhangi bir kitle lezyonu ile karşılaştığımızda; başlangıçta BT tetkiki yapılmalıdır. Çünkü BT çok yönlü bir tetkik olup, kolay ulaşılabilirliği, yüksek sensitivite ve spesifite göstermesi ve tüm abdomeni görüntüleyerek lenf nodu ya da periton metastazı varlığı açısından hastanın değerlendirilmesine olanak sağlaması gibi özellikleri vardır. Lezyonların saptanması ve karakterizasyonunda MR, BT'den üstün olup, BT ile arada kalınan olgularda tercih edilir. PET tüm vücudu görüntüleyerek metastatik yayılımın değerlendirilmesine olanak tanır, ancak, yüksek maliyetli olması ve kolay ulaşılabilir olmaması nedeni ile çok tercih edilen bir yöntem değildir (20).

2.4.MR FİZİĞİ VE KARACİĞER MR'INDA KULLANILAN SEKANSLAR

MR, BT gibi kesit alma temeline dayanan tomografik bir görüntüleme yöntemidir. MR incelemesinde BT'deki gantrinin bir benzeri kullanılır, ancak bu

gantri bütün hasta vücudunu içine alacak ölçülerdedir. Gantri içerisinde çok güçlü bir manyetik alan oluşturulur. Görüntüleme temeli, bu güçlü manyetik alan içerisine yerleştirilmiş bir organizmada gerçekleşen atomik-moleküler düzeydeki etkileşimlere dayanmaktadır. Burada elde edilen veriler daha sonra bilgisayarlarda değerlendirilir ve görüntüleme ünitesinde de resimlere dönüştürülür.

MR olayı ilk kez 1940-1950'li yıllarda gözlenmiştir. O dönemlerde kimyacıların karmaşık kimyasal bileşiklerin analizi için kullandıkları bir yöntem olarak sınırlı kalmıştır. Yöntemin görüntüleme de kullanılabileceği 1970'li yıllarda anlaşılmiş ve hızla geliştirilerek tıbbi pratik içerisinde yerini almıştır (63).

MR Aygıtı:

MR aygıtı birbirleriyle uyum içinde çalışan üç temel altbirimden oluşur. Bunlardan ilki kesit görüntülerine temel olan bilgilerin elde edildiği gantri, diğerleri bilgisayar ve görüntüleme altbirimleridir. Yapısal olarak MR'ın BT aygıtından en önemli ayırdedici özelliği gantri'dir.

Gantri: MR aygıtında kullanılan gantri, hasta vücudunu hemen hemen tümüyle içerisine alan, uzun bir tünel şeklindedir. Son yıllarda kısmen açıklığı olan ve daha kısa tünel şeklinde olan modeller üretilmiştir.

Hasta inceleme öncesinde masaya yatırılıp, gantri içerisine yerleştirilir. İnceleme süresince hasta ve hasta masası sabittir ve kesit alma işlemleri sırasında hareket ettirilmezler. Gantri ünitesi temel olarak iki alt birimden oluşur: magnet ve bobinler.

1-Magnet: MR aygıtındaki gantri ünitesinin en önemli elemanı mıknatısdır. Kısaca magnet denen bu elemanın işlevi, gantri içerisine yerleştirilen organizmada görüntüleme için yeterli manyetizasyonu yaratabilecek, düzenli ve güçlü bir manyetik alan oluşturmaktır. MR aygıtında manyetik alanı farklı yöntemlerle elde eden süperkondüktif, rezistiv, permanent (daimi) ve elektromagnetler ile birden fazla yöntemi kombine eden hibrid magnetler kullanılabilmektedir. Süperkondüktif ve rezistiv magnetlerde manyetik alan yönü hastaya paralel iken, permanent ve elektromagnetlerde elde edilen manyetik alan yönü hastaya diktir.

2-Bobinler (sargılar): Gantri içerisinde, magnetin yanısıra iletken tellerden oluşturulmuş bobinler bulunur. Bunlar, magnetin iç tarafından gantri boşluğuna doğru sırasıyla; shim, gradient ve RF sargılarıdır (63).

Bir MR sisteminde ne tür magnet kullanılırsa kullanılsın, performansın üç kriter ile değerlendirilmesi gerekmektedir:

- a- Manyetik alan kuvveti: Genel olarak 0.2 Tesla (T) veya daha az güçteki sistemler düşük, 0.2-1 T aralığındaki sistemler orta, 1 T ve daha üstü sistemler yüksek, 2 T ve daha kuvvetli sistemler ise ultra-yüksek olarak adlandırılırlar. Yüksek güçlerde sistemlerin her zaman daha iyi olduğuna dair güçlü bir inanış olsa da düşük güçteki sistemlerin de çeşitli avantajları olabilmektedir. Düşük T değerli bir sistem rutin inceleme için daha az kuvvetli gradiyanlara ihtiyaç duymakta olup, buna bağlı kullanılan band genişlikleri azalmakta ve SNR artmaktadır. Ayrıca aynı kuvvette gradiyanlar ile daha ince kesitler elde etmek veya daha küçük Field of View (FOV) seçmek mümkün olabilmektedir. Dokuların T1 zamanları ile ana manyetik alan gücü arasında doğrusal bir ilişki bulunması nedeniyle, yüksek T manyetik alanların T1 ve sonuçta Repetition Time (TR) zamanları ile inceleme süreleri uzayacaktır.
- b- Temporal stabilite: Manyetik alan gücünün zaman içerisinde dalgalanmalar göstermemesi çok önemli olup, bu sayede yapılan ölçümler gerçek değerleri yansıtır.
- c- Manyetik alan homojenitesi (uniformite): Manyetik alanın ne kadar uniform olduğunu tanımlayıp, görüntü kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Alan homojenitesi genel olarak belirli bir FOV için (30-50 cm), 1-10 ppm değişkenlik olarak ifade edilir (64).

Bilgisayar ve Görüntüleme Ünitesi: Radyofrekans (RF-anten) sargılarında saptanan sinyallerin görüntüye dönüştürülmesi için gereken matematiksel işlemlerin yapıldığı birimdir. Matematiksel işlemler sonucu elde edilen bilgiler, daha sonra görüntüleme ünitesinde ekran ya da film üzerinde izlenebilecek şekilde resimlere dönüştürülür (63).

Manyetizasyon:

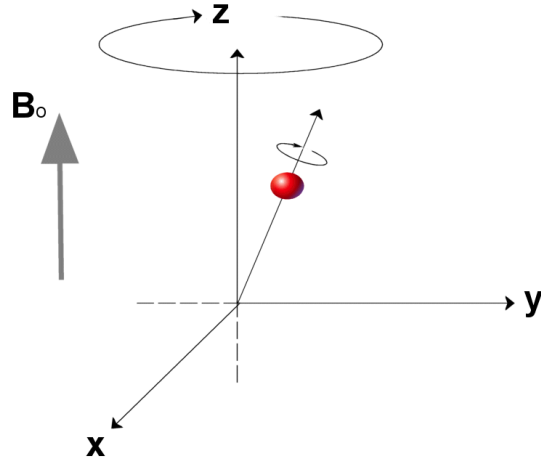
Bildiğimiz gibi atom çekirdeği protonlardan ve nötronlardan oluşmaktadır. Atomik parçacıkları incelediğimizde, proton ve nötronların kendi çevrelerinde bir dönüş hareketi yaptığını görürüz (spin hareketi). Elektriksel yük taşıyan partiküllerin spin hareketleri, çevrelerinde manyetik bir alan oluşturmakta ve herbiri küçük birer mıknatıs gibi davranmaya başlamaktadırlar. Yüklü partiküllerin dönüş hareketinin yönü, üretilen manyetik alanın yönünü belirlemekte ve çevrelerinde dipol özelliği taşıyan (N ve S kutupları olan) manyetik vektörler oluşmaktadır. Artı yükleri nedeniyle, protonların kendi çevrelerindeki dönüş hareketi de manyetik bir alan oluşturur. Atom çekirdeğinde bulunan ve spin hareketi yapmakla birlikte, elektriksel yükü olmayan nötronların, çevrelerinde manyetik bir alan oluşturamayacakları düşünülebilir. Ancak nötronlar, kendilerini oluşturan atomaltı parçacıkların taşıdıkları yüklerden dolayı, zayıf olmakla birlikte, çevresel bir manyetik alan üretirler. Proton ve nötronların dönüş yönleri rastgele ve dağınık olup, belirli bir düzen göstermez. Farklı yönlerde dönüş yapmaları nedeni ile, oluşturdukları manyetik alanlar da farklı yönlerde olacaktır. Herbir protonun oluşturduğu manyetik alanın etkisi, diğer bir protonun oluşturduğu farklı yöndeki manyetik alanla nötralize olur. Bu durum nötronlar için de geçerlidir. Bu nedenle, çekirdeklerinde çift sayıda proton ve nötron taşıyan atomlarda net bir manyetik güç oluşmaz. Bunun dışındaki kombinasyonlarda, (tek sayıda protonla birlikte tek veya çift sayıda nötron; tek sayıda nötron ile birlikte tek veya çift sayıda proton) atom seviyesinde net manyetik güçler oluşur. Hidrojen, çekirdeğinde tek bir proton bulunan, nötron içermeyen ve kütlesine oranla en yüksek elektriksel yüke sahip elementtir. Bu nedenle, kütlesine oranla en güçlü manyetik alanı oluşturan element hidrojendir. Hidrojen dışında sodyum (12 proton, 11 nötron), fosfor (16 proton, 15 nötron) gibi birçok elementin çevresinde de manyetik alan oluşur. Ancak hidrojenin vücutta çok miktarda bulunması ve yüksek manyetik momenti nedeniyle, MR'da görüntü oluşturmak için hidrojen atomunun özelliklerinden yararlanılır.

Doku Manyetizasyonu: Normal koşullarda, dokulardaki protonlar (hidrojen atomları) rastgele yönlerde dönerler, dolayısıyla oluşturdukları manyetik dipoller de, rastgele yönleri gösterecek şekilde dağılmıştır. Birbirine zıt yöndeki dipoller, bir diğerinin etkisini karşılıklı olarak nötralize edeceğinden, sonuçta dokuda net bir

manyetizasyon oluşmaz. Eğer doku güçlü bir dış manyetik alan (B_0) etkisine sokulacak olursa, protonlar dönüş yönlerini dış manyetik alan doğrultusunda ya da ona ters yönde manyetik alan üretecek şekilde değiştirmeye zorlanırlar. Yani oluşturdukları manyetik dipol, ya dış manyetik alan doğrultusunda (paralel), ya da ona ters düzenleniş (antiparalel) göstermek zorundadır. Paralel ya da antiparalel dizilim gösteren protonlar, dış manyetik alan gücüne bağlı olarak, belirli bir denge durumunda bulunurlar. Bu denge dinamik bir dengedir ve birim zaman içerisinde paralel/antiparalel oranı sabit kalmak üzere, paralel konumdan antiparalel, antiparalel konumdan paralel konumlara sürekli geçişler vardır. Daha düşük bir enerji seviyesi gerektirmesi nedeniyle, protonlardan milyonda birkaç tane daha fazlası dış manyetik alan yönünde, yani paralel dizilim gösterir. Dış manyetik alan gücü ile orantılı olarak, paralel dizilim gösteren proton sayısı artar. Paralel dizilim gösteren protonların manyetik vektörleri, ters yönde dizilim gösteren protonların dipol etkileri ile nötralize olacağından, dış manyetik alan yönünü gösteren çok az sayıda nötralize edilmemiş paralel dipol kalacaktır. İşte bu farklılık, dokuda net bir manyetizasyon oluşmasını sağlar. Oluşan net manyetik güç bir vektör olarak tanımlanır ve M olarak ifade edilir. Dokunun net manyetizasyon vektörü dış manyetik alana paralel ve ona oranla çok küçük olmakla birlikte, MR incelemesini mümkün kılan temel fenomendir. Protonların manyetik dipolleri, dış manyetik alanın etkisiyle ortaya çıkan bir hareket nedeniyle, stabil değildir. Dipoller B_0 vektörüne tam bir paralellik göstermez ve B_0 çevresinde topaç benzeri bir hareketle salınırlar. Bu salınım hareketi presesyon adını alır. Presesyon hızı (frekansı), bir saniye içerisinde yapılan presesyon hareketinin sayısı olarak tanımlanır ve dış manyetik alanın gücü ile doğru orantılı olarak artar. Presesyon hızı Larmor Denklemi adı verilen bir formülle ifade edilmiştir;

$$W = B_0 \cdot \gamma$$

Bu formülde w salınım (presesyon) frekansını, B_0 dış manyetik alanın gücünü ifade eder. γ giromanyetik bir sabitedir ve farklı atomlar için farklı değerler alır.



Şekil 2.3: Manyetik bir alan içerisinde yerleştirilen protonlar kendi ekseni çevresindeki spin hareketi yanı sıra, manyetik alan yönü çevresinde topaç gibi bir dönme hareketi yaparlar (Presesyon hareketi) (63).

Presesyon yapmakta olan atomları özel bir RF dalgası ile uyararak ve enerji aktarımı yapmak mümkündür. Uyarıcı RF dalgasının frekansı, presesyon frekansına eşit olduğunda atomla etkileşerek enerji transferini gerçekleştirebilmektedir. Farklı atomların presesyon frekanslarının da farklı olması nedeniyle, RF dalgasının frekansını ayarlayarak, manyetik alan içerisinde istediğimiz atomları uyarabiliriz (hidrojen, fosfor atomları gibi). RF dalgası ile uyarılan atomlar daha yüksek bir enerji düzeyine geçerler. RF dalgası kesildikten bir süre sonra, aldıkları enerjiyi çevrelerindeki diğer atomlara geri vererek, manyetik alan içerisindeki eski konumlarına almaya çalışacaklardır. Protonlar, sahip oldukları enerji fazlasını ortama aktarırlarken bir RF sinyali oluşur. İşte bu süreç, yani protonların RF dalgası ile uyarılarak dönüş yönlerinin değiştirilmesi ve ardından ortama enerjilerini aktararak, eski dönüş konumlarına dönmeleri Manyetik Rezonans olarak adlandırılır.

RF dalgası, radyo istasyonlarının kullandıkları frekans spektrumu içerisinde kalan ve insan vücudunu penetre edebilme özelliğinde, elektromanyetik bir ışınım türüdür. Dış kaynaklı RF dalgaları magnetin homojenitesini bozarlar ve dokudan salınan sinyalleri etkileyerek sağlıklı görüntüler elde edilmesini engellerler. Bu

nedenle, MR gantri odası dış manyetik etkilere ve RF dalgalarına karşı izole edilir (63).

Relaksasyon Zamanı:

Ana manyetik alan içerisine yerleştirdiğimiz protonların dipolleri, presesyon hareketlerinden dolayı, dış manyetik alan vektörü çevresinde dağınık ve düzensiz bir dağılım gösterirler. Bu dağılım adeta konik bir form oluşturur. Bu konik formu oluşturan her bir dipol vektörünün x, y ve z eksenlerinde birer izdüşüm vektörü vardır. Dipollerin rastgele dağılımı yüzünden x ve y eksenindeki izdüşüm vektörleri nötralize olurken, geriye sadece z eksenine paralel ortak bir vektör kalacaktır (M). Bu vektörü standart bir ifade ile belirtmek için, dokunun dış manyetik alan içerisinden bir süre bekledikten sonra ulaştığı, denge konumundaki manyetik vektör olarak tanımlanan M_0 kullanılır. Z ekseninde oluşan bu izdüşüm vektörü (M_0) longitudinal vektör adını alır. Dokunun longitudinal vektörü, dış manyetik alan doğrultusuna paralel ve sabittir. Longitudinal vektör dış manyetik alanın bir parçası olduğundan, ölçülemez. Dolayısıyla görüntü oluşturmada kullanılacak verileri bu vektörden elde edemeyiz. Dokulardan sinyal elde edebilmek, doku manyetizasyon vektörünün yönünde yapılacak bir değişiklikten sonra mümkün olabilmektedir. Bu amaçla, presesyon yapmakta olan hidrojen atomlarının dönüş yönleri değiştirilir, diğer bir deyişle M_0 vektörü x, y düzlemine doğru eğilir. Dönüş yönlerinin değiştirilmesi, RF dalgaları (hidrojen atomunun presesyon frekansına eşit frekansta) üretilerek dokuya gönderilmesi, yani hidrojen atomlarına enerji aktararak gerçekleştirilir. Eğer kullanılan RF dalgası, M_0 vektörünü x, y düzlemine tam paralel duruma getiriyorsa, “90° RF pulsu” olarak adlandırılır. Diğer bir ifade ile 90° RF pulsunun uygulandığı anda, M_0 vektörü z aksında 0’a eşitken, tüm boyutu x (ya da y) eksenine yatacaktır. RF dalgasının sonlandırılmasıyla birlikte, protonlar yeniden B_0 etkisi altına girer ve eski konumlarına dönmeye çalışırlar. Bu da protonları sahip oldukları enerji fazlasını geri vermek durumunda bırakır. Enerjilerini çevresindeki diğer atomlara aktaran protonlar, tekrar eski paralel-antiparalel konumlarına dönerler. RF pulsu sonrası yeterli bir süre beklenirse doku manyetizasyon vektörünün eski konumuna ulaştığı görülür. Doku manyetizasyonundaki bu değişim süreci, RF anten sargılarında Larmor frekansına eşit frekansta bir alternatif akım sinyali oluşturur. Böylece dokudan sinyal elde edilebilir ve doku manyetizasyonu ölçülebilir.

Vektörün 90° RF pulsu uygulamasından sonraki davranışlarını, farklı eksenlerde ifade etmek üzere iki parametre kullanılmaktadır. Bunlar T1 ve T2 zamanları olarak adlandırılan parametrelerdir.

T1 Zamanı: 90° RF pulsu uygulaması bitirildikten hemen sonra, protonlar eski konumlarına dönerken, longitudinal vektörün giderek büyüdüğünü ve belli bir süre içerisinde eski değerine ulaştığını görürüz. Longitudinal vektörün eski değerine ulaşma hızı longitudinal relaksasyon olarak adlandırılır ve vektörün eski değerinin %63'üne ulaşıncaya kadar geçen süre, "T1 zamanı" olarak tanımlanır.

Longitudinal relaksasyon, her dokuda protonların enerjilerini transfer ettikleri mikroçevre farklılıkları nedeniyle farklı sürelerde gerçekleşir. Yüksek enerjili mikroçevrede, protonlar enerjilerini komşu moleküllere kolayca transfer edemezler. Oysa düşük enerjili bir mikroçevrede enerji aktarımı kolay ve hızlı yapılabilir. Enerji transferinin kolay ve hızlı yapıldığı dokularda, protonlar eski konumlarına daha çabuk dönerler. Diğer bir deyişle T1 zamanı kısa sürede tamamlanır. Tam tersi durumda, T1 zamanının uzun olduğunu söyleyebiliriz. Vücut sıcaklığındaki sıvılarda enerji düzeyi katılara oranla daha yüksektir. Bu nedenle, protonlar enerji aktarımını katı haldeki moleküllere daha kolay yaparlar, dolayısı ile katılarda T1 zamanı sıvılara oranla kısadır.

T2 Zamanı: Transvers relaksasyonun oluşmasında iki önemli faktör söz konusudur. Magnetik alan inhomojenitesi birinci nedendir. MR magnetinin oluşturduğu güç alanının her bir protona eşit ölçüde manyetik etki göstermesi mümkün olamamaktadır. Bunun dışında gradient sargılar da bu inhomojeniteye katkıda bulunur. Transvers relaksasyonun ikinci nedeni, protonların çevresinde yer alan atom ve moleküllerin, dış manyetik alanda mikro düzeyde değişiklik yaratmalarıdır. Böylece birbirlerine çok yakın yerleşmiş olsalar da, farklı mikroçevre etkileri nedeniyle, Larmor eşitliği uyarınca protonların presesyon hızları farklılaşacaktır. Hangi nedenle oluşursa oluşsun, manyetik inhomojenite dipollerin farklı hızlarda hareket etmesine ve x, y düzleminde vektörlerin farklı yönlere doğru hızla dağılmalarına yol açar. Sadece mikroçevre etkileri ile oluşan relaksasyona T2 adı verilir. Her iki etkinin katkıda bulunduğu relaksasyon T2-Star olarak adlandırılır. Farklı kimyasal yapı ve içerikten dolayı, farklı dokularda mikroçevreye bağlı

manyetik inhomojenite de farklı olacağından, dokuların T2 sürelerinde farklılıklar olması doğaldır.

T1 ve T2 relaksasyonları, aynı anda başlayıp birlikte devam eden, fakat devam etme süreleri birbirlerinden farklı olan süreçlerdir. T1 relaksasyonu 0'dan başlayıp RF dalgası gönderilmeden önceki maksimum seviyesine doğru ilerlerken, T2 relaksasyonu maksimum bir değerden başlayıp, 0'a doğru azalma gösterir. Buradan T1 süresi M_0 vektörünün eski halini kazanma, T2 süresi ise $M_{x,y}$ vektörünün bozulma süreci olarak tanımlanabilir. T1 süresi, T2 süresine oranla çok daha uzundur. Genel olarak bir dokunun T2 süresi o dokunun T1 süresinin %10-20'si civarındadır (63).

Görüntü Parametreleri:

Dokudan gelen sinyallerin RF anten sargılarında yakalanıp görüntü oluşturmak üzere bilgisayarlarda değerlendirilmesi gereklidir. T1 ve T2 relaksasyonları aynı anda başladıklarından, dokudan gelen sinyallerin hangi komponentinin T1, hangilerinin T2 relaksasyonlarından kaynaklandığı ayırılmemelidir. Bu amaçla puls sekansları dediğimiz bazı tekniklerle RF sinyalini gönderme ve dokudan gelen sinyalleri dinleme zamanları değiştirilerek elde edilen sinyalin T1 ya da T2 relaksasyonlarını temsil etmesi sağlanabilir. Ancak her iki süreç birlikte oluştuğundan elde edilen sinyalin, saf T1 ya da T2 sinyali olması mümkün değildir. Bu nedenle, görüntülerin daha çok hangi tip sinyalden oluşturulduğunu söyleyebilmekteyiz (T1 ya da T2 ağırlıklı görüntü gibi).

MR görüntüsü üzerinde kontrast oluşturan dört parametre vardır. Bunlar T1, T2 süreleri ile ortamdaki proton sayısı (ortamın su içeriğine bağlı olarak değişen miktardadır) ve hareket halindeki yapıların oluşturduğu akım fenomenidir (kan, BOS akımı gibi).

T1 Ağırlıklı Görüntü Elde Etme Prensipleri: 90°'lik bir RF pulsunu dokuya gönderdiğimizde, sinyalin sonlandığı andan hemen sonra dokuda longitudinal vektör oluşmaya başlayacaktır. Yeterli bir süre bekledikten sonra (denge konumuna ulaşmadan, yani T1 süresi tamamlanmadan) aynı karakterde diğer bir puls gönderirsek, longitudinal vektör henüz tam büyüklüğüne erişmeden yeniden x, y düzlemine yatırılacak ve RF pulsunun kesilmesinden sonra tekrar oluşmaya başlayacaktır. Biliyoruz ki her dokuda, protonların çevre moleküllere enerji transferi

farklılıklarından dolayı, T1 relaksasyon süreleri farklıydı. 90°'lik pulstan hemen sonra, T1 süresi kısa dokularda longitudinal vektör hızla büyüyecektir (protonlar çevreye daha çok enerji transfer edebilecektir). T1 süresi kısa ve uzun dokuların, longitudinal vektörleri arasında önemli bir fark oluşmuşken, 90°'lik bir puls ile bu vektörlerin tekrar yatırılması halinde, kısa T1 süresine sahip dokularda, x (ya da y) ekseninde, daha büyük bir vektör elde edilecektir. Bu 90°'lik pulsların tekrarlanmasıyla dokuları defalarca uyarmak mümkündür. Bu süreç içerisinde, henüz T1 süresi tamamlanmadan gönderilecek her bir puls, dokular arasındaki T1 süresi farklılıklarını daha belirginleştirecek ve T1 süresi kısa dokularda, uzun T1'e sahip dokulara oranla x, y düzlemine yatırılacak daha büyük vektörler bulacağız (vektörün mutlak büyüklüğü azalmakla birlikte T1 kısa doku / T1 uzun doku oranı artacaktır).

Eğer gönderdiğimiz pulslar arasında dokudan gelen sinyalleri dinleyecek olursak, longitudinal vektörün hızlı toparlandığı, yani T1 süresi kısa dokulardan daha güçlü sinyal alacağımız açıktır. Görüntü üzerinde çok sinyal gelen dokular daha beyaz görüldüğünden, kısa T1'e sahip dokular T1 ağırlıklı görüntü üzerinde beyaz görüleceklerdir. Uzun T1'i olan dokular ise, T1 ağırlıklı görüntü üzerinde koyu renkte kodlanacaklardır.

Proton Ağırlıklı Görüntü Elde Etme Prensipleri: Yukarıda tanımlanan uygulamadakinin farklı olarak, 90°'lik pulslar arasında yeterince bekleyerek, longitudinal vektörün yeterince oluşmasına izin verilirse, vektörler arasındaki büyüklük farklılıkları kaybolur. Her pulsle birlikte, tüm dokularda eşit büyüklükte bir vektörün transvers plana yatırılması söz konusu olacaktır. Yine pulslar arasında dokudan gelen sinyalleri dinleyecek olursak, anten sargılarımızda saptanan sinyal, o dokunun proton (hidrojen atomu) içeriği ile doğru orantılı olacaktır. Yani doku ne kadar çok proton içeriyorsa, o oranda çok sinyal verecek ve elde edeceğimiz görüntü de beyaz görünecektir. Bu yöntemle elde edilen görüntüler, dokunun proton içeriği ile yakından ilişkili olduğundan, proton görüntüleri olarak adlandırılır.

T2 Ağırlıklı Görüntü Elde Etme Prensipleri: 90°'lik bir RF pulstundan sonra, T1 ile aynı anda başlayan T2 relaksasyonuna dönelim. Mx,y vektörü T2'si kısa dokularda, uzun olanlara oranla daha hızlı kaybolacaktır. Mx,y vektörünün hızlı kaybı nedeniyle, kısa T2'li dokulardan gelen sinyal zayıf kalırken, T2'si uzun olan

dokular da vektörün sıfıra inme zamanı uzayacağından, daha çok sinyal kaydı yapılabilecektir. Bu durumda T2 ağırlıklı MR görüntüsünde, uzun T2 zamanına sahip dokular beyaz görülürken, kısa T2'si olan dokular siyah izleneceklerdir.

Görüntü Üzerindeki Akım Fenomeni Özellikleri: Diğer bir görüntü parametresi akım fenomenidir. MR incelemesinde dokunun uyarılması ile sinyallerin elde edilme süreci arasında dokuda hareket olmaması gerekir. Dokuya gönderilen puls ile kan içerisinde yer alan protonlar da uyarılır. Fakat kan akımı nedeniyle, uyarılan protonlar kısa bir süre içerisinde inceleme alanını terk edip, farklı bir anatomik bölgeye doğru yer değiştirirler. Bu arada kesit içerisine akan kan ile birlikte, daha önce uyarılmamış yeni protonlar girecektir. Sinyal dinleme aşamasında, kullanılan puls sekansına göre, farklı yanıtlarla karşılaşılabilir. SE gibi yavaş sekanslarda, hızlı kan akımlarında uyarılan protonlar hızla kesit alanını terk ettiğinden, damar içerisinden hiçbir kayıt yapılamaz. Dolayısıyla görüntüde vasküler yapılar siyah izlenir. Yavaş akan kandan bir miktar sinyal alınması ve damar içerisinin hafif-orta intensitede izlenmesi mümkündür.

Hızlı sekanslarda (GRE), akıma bağlı zenginleşme (flow-related enhancement) adı verilen bir fenomen nedeniyle, kandan çok yüksek sinyaller elde edilir. Bu nedenle hızlı GRE sekanslarında damarlar görüntü üzerinde parlak izlenirler (63).

Puls Sekansları:

MR görüntüsünün T1, T2 ya da proton ağırlıklı olması yanısıra kontrast ve boyutsal rezolüsyon, SNR, FOV gibi özellikleri; dokuya gönderilen RF dalgasının tekrarlanma sıklığı, uygulanan gradientlerin (frekans ve faz kodlama gradientleri) gücü, zamanlaması ve dokudan gelen sinyallerin kayıt zamanları gibi parametrelerin düzenlenmesi ile kontrol edilebilmektedir. Bu parametrelerin uygulama ve zamanlama kalıpları ile bazı protokoller geliştirilmiştir. Bu kalıplar puls sekansları olarak adlandırılır. Kalıplar içerisinde yapılan zamanlama değişiklikleri ile de görüntünün hangi özellikte olacağı belirlenebilir (T1, T2 ya da proton ağırlıklı). Genel olarak üç tip puls sekansından bahsedebilmekle birlikte, teknolojik yeniliklerle birlikte yeni puls sekansları geliştirilmekte ya da uygulanabilir olmaktadır. Konvansiyonel olarak adlandırabileceğimiz sekanslar, SE, İnversion Recovery (IR) ve GRE sekanslarıdır. Bunun yanı sıra hızlı spin eko (HSE), ve henüz yaygın olarak

kullanılmayan eko planar görüntüleme (EPG), yeni ve hızlı görüntüleme yapan puls sekansları olarak sayılabilir.

Puls sekansları grafikler şeklinde, puls diagramlarında gösterilebilir. Bu diagramlarda TR, tekrarlama zamanı anlamında olup, bir puls sekansının başlangıcından, sonraki puls sekansının başlangıcına dek olan süreyi ifade eder. Echo time (TE), yankı zamanı (dinleme zamanı) anlamındadır ve 90°'lik puls ile, dokudan gelen eko sinyalinin arasındaki süreyi tanımlar.

Spin Eko: SE, MR görüntülemede en çok kullanılan sekanstır. Bu sekansta dokuya önce 90°'lik bir RF pulsu gönderilerek, longitudinal vektör x, y planına yatırılır. Hatırlayacağımız gibi, pulsun kesilmesinden kısa bir süre sonra, protonların dipol yönleri transvers düzlemde dağılacaktır (defaze olacaklardır). Dipollerin bir süre defaze olmalarına izin verilip, dokuya bir RF dalgası gönderildiğinde, dipol yönleri yatay düzlemde hareket yönlerinin tersine doğru hareketlenecek ve vektörün ilk yatırıldığı pozisyona doğru toplanmaya başlayacaklardır (refaze olacaklardır). 180°'lik pulstan sonra, 90° ve 180°'lik pulslar arasındaki süre (TE/2) kadar daha beklersek dokudan güçlü bir sinyal kaydı alınır (protonların refaze olmalarından dolayı).

SE sekansında kullanılan 90°'lik puls sonrasında defaze olan protonlardan öne geçenler (en hızlı defaze olanlar), 180°'lik puls ile en arkada kalacaklardır. Kullanılan 180°'lik puls, magnetik alan inhomojenitelerinden kaynaklanan transvers relaksasyon etkilerini ortadan kaldırır ve sadece mikroçevre etkileri ile oluşan transvers relaksasyon (T2) ortaya çıkar.

TR ve TE zamanlarında yapılacak değişiklikler ile görüntünün T1, T2 ya da proton ağırlıklı olması sağlanabilir. TR zamanı kısa tutulduğunda dokular arasında T1 farklılıkları belirginleşir ve elde edilen sinyal T1 ağırlıklı olur. TR zamanının uzun tutulması, görüntüde T1 ağırlığının azalmasına neden olur (dokuların geri kazandıkları longitudinal vektörler arasındaki farklılıklar azalır). Diğer taraftan TE süresinin kısa tutulması, protonların x, y ekseninde yeterince dağılamamaları nedeniyle T2 ağırlığının az olmasına yol açar. TE zamanı uzun tutulduğunda görüntünün T2 ağırlığı artar.

SE sekansında TR, 700 msn.'nin altında kısa, 2000 msn.'nin üzerinde uzun kabul edilir. TE ise 20-30 msn altında kısa, 70-80 msn üzerinde uzun kabul edilir.

Buna göre T1 ağırlıklı bir görüntü elde etmek için, TR ve TE kısa tutulmalıdır. Proton ağırlıklı görüntülerde, T1 etkisinden kaçınmak için TR uzun tutulur. T2 etkisini azaltmak içinse TE kısa tutulmalıdır. T2 ağırlıklı bir görüntü için hem TR, hem TE uzun tutulmalıdır. Uzun TR kullanılan T2 ve proton görüntüleri ikili eko tekniği olarak adlandırılan yöntemle yapılabilir. Bu yöntemde 90°'lik puls sonrası (kısa TE kullanılarak) 180°'lik puls gönderilir, TE/2 süre beklenir ve proton görüntüler için kullanılacak sinyal kaydı yapılır. Ardından ikinci bir 180°'lik puls gönderilir ve daha sonra T2 sinyali elde edilir.

T1 ağırlıklı görüntülerde sıvı ve benzeri oluşumlar koyu gri tonlarda, yağ dokusu ise parlak beyaz tonda görülür. T2 görüntülerde sıvı parlak görülürken, yağ dokusu orta gri tonlardadır. T1 ağırlıklı kesitlerde anatomik detay daha iyi görülürken, T2 ağırlıklı görüntülerde lezyon demonstrasyonu daha iyidir.

Inversion Recovery: IR ters dönüşün düzelmesi anlamını taşımaktadır. SE sekansına benzemekle birlikte, sekansın başlangıcında kullanılan 180°'lik puls ile ondan ayrılır. Bu sekansta kullanılan 180°'lik puls, istirahat halindeki longitudinal vektörü (M_0), manyetik alan yönünün tam tersini gösterecek şekilde ters yüz eder (-z eksenine yönüne çevirir). "Inversion Time" (TI), geri dönüş süresi denilen bir süre kadar beklenir ve bu süre içerisinde kazanılan vektör 90°'lik bir puls ile x, y düzlemine yatırılır. Daha sonra SE sekansında olduğu gibi 180°'lik pulslar kullanılır. IR sekansında T1 ağırlığı daha belirginleşmiş olmakla birlikte, proton ve T2 ağırlıklı kesitler de elde edilebilmektedir. Bu sekansta TR ve TE süreleri yanı sıra, T1 zamanı da bir parametre olarak karşımıza çıkar. IR ve TR zamanları görüntünün T1 ağırlığı üzerinde etkili iken, TE zamanı T2 ağırlık üzerinde etkilidir.

IR sekansında çok önemli diğer bir nokta IR zamanının iyi seçilmesiyle bazı dokulardan gelen sinyallerin silinebilmesidir. 180°'lik pulsun kesilmesi ile birlikte, 180° ters dönen longitudinal vektör $-M_0$ büyüklüğünde iken önce sıfıra eşitlenip, sonra da istirahat haline doğru ($+M_0$) büyümeye başlar. Bu süreç T1 süresi kısa dokularda kısa sürede gerçekleşirken, uzun dokularda daha çok zaman alacaktır. Bu nedenle her dokuda longitudinal vektörün sıfıra eşitlenme süresi farklı olacaktır. T1 zamanı sonunda dokuya gönderdiğimiz 90°'lik puls tüm dokulardaki longitudinal vektörü x, y düzlemine yatıracaktır. Sinyalini silmek istediğimiz dokunun longitudinal vektörünün sıfır olduğu anda, 90°'lik puls gönderirsek, dokuda

yatırılacak vektör olmadığı için x, y düzleminde vektör oluşmayacak ve sekansın sonraki kısımlarında o dokudan sinyal elde edilemeyecektir. Bu özellik daha çok yağ dokusunun baskılanmasında kullanılan bir tekniktir ve STIR (Short Tau Inversion Recovery- kısa IR zamanı) olarak bilinir.

Gradient Eko: GRE aslında tek bir sekans olmayıp, birçok sekansın ortak adıdır. SE ve IR sekanslarında, inceleme zamanı oldukça uzundur ve bu nedenle hareket artefaktları sıkça görülmektedir. GRE sekansları inceleme süresini kısaltmış ve kardiyak incelemeler, MR anjiyografi, üç boyutlu görüntüleme gibi bazı özel çalışma olanakları sağlamıştır. Bununla birlikte, klasik sekanslardaki görüntü kontrastlarına GRE sekansları ile ulaşamamaktadır.

GRE sekanslarda, longitudinal vektör kısa RF pulsu kullanılarak 90° 'den küçük açılarda eğilir ve bu açıya flip angle (sapma açısı) adı verilir. Yani longitudinal vektör x, y düzlemine tam itelenmez ve RF pulsu gönderildikten sonra oluşan yeni vektörün, hem longitudinal hem de transvers komponenti bulunur. GRE sekansları kullanıldığında longitudinal vektörün geri kazanılması için gereken süre çok azalmaktadır. Bu nedenle çok uzun süreler beklemeye gerek kalmadan, uyarıcı RF pulsları daha sık tekrarlanabilmektedir. Dolayısı ile TR süresi kısaltmakta, bu da inceleme süresini kısaltmaktadır. GRE sekanslarında vektörün transvers komponentini faze edecek 180° 'lik RF pulsları kullanılmaz (çünkü 180° 'lik puls, daha önce eğilen, total vektörü tam ters yönü gösterecek şekilde $-z$ kadranına itecektir). Bu nedenle sadece transvers komponent üzerine etki gösterebilecek bir gradient uygulayarak, protonları SE sekanslarında olduğu gibi refaze etmek mümkün olabilir. GRE sekanslarda görüntü kontrastını TR, TE ve sapma açısı kontrol eder. Sapma açısının büyük olması genellikle T1 ağırlıklı kontrast sağlarken, küçük sapma açılarında proton ve T2-Star ağırlıklı kontrast oluşmaktadır.

Hızlı görüntüleme yapabilmesi ve farklı kontrast özellikleri nedeniyle çok sayıda ve çeşitli GRE sekansları geliştirilmiştir. FLASH, FISP, GRASS gibi GRE uygulamaları en çok bilinenleridir.

Hızlı Spin Eko (Fast Spin Eko): GRE sekansları, inceleme süresinin kısaltılmasına yönelik ihtiyaçları karşılamak üzere geliştirilen tekniklerdir. Fakat GRE sekanslarında, sekansın kendine özgü kontrast özellikleri ortaya çıkmakta ve dokular arası kontrast, SE kalitesine ulaşamamaktadır. Bu nedenle kontrast kalitesini

düşürmeden hızlı görüntüleme yapabilen sekansların arayışına girilmiştir. HSE bu ihtiyaca yanıt vermek üzere geliştirilmiş bir sekanstır. HSE’de özellikle T2 ve proton ağırlıklı görüntüler elde edilir. HSE’de de SE’de olduğu gibi önce 90°’lik puls ile dokular uyarılır. Ancak daha sonra 90°’lik pulsu takiben, birden fazla sayıda 180°’lik puls gönderilir. Her 180°’lik puls atımından bir süre sonra sinyal kaydı yapılır. 90°’lik pulstan sonra kullanılan 180°’lik puls sayısı 4-16 arasında değişir ve kullanılan 180°’lik puls sayısı eko katar uzunluğu (eko train length) olarak tanımlanır. SE’ye oranla, HSE’de inceleme süresi (eko katar uzunluğu ile doğru orantılı olarak) önemli ölçüde düşürülmektedir. Ancak HSE’de kazanılan zamanın bir kısmı görüntünün T2 kontrastını ve boyutsal rezolüsyonu artırmaya harcanır (çok uzun TR zamanları ve yüksek matrisle çalışılır). Bununla birlikte, konvansiyonel SE sekansına oranla görüntü kalitesinde hafif bir kayıp vardır.

Eko Planar Görüntüleme: Bilinen en hızlı MR inceleme sekansıdır, ancak çok güçlü ve hızlı gradient sargılar, çok homojen bir magnet ve çok hızlı bilgisayar sistemleri gerektirmektedir. EPG için gerekli donanım son dönemlerde geliştirilebilmiş ve bu nedenle, klinik pratiğe çok yeni girmiş bir sekanstır. EPG’yi bildiğimiz klasik sekanslara adapte etmek ve çok kısa sürede görüntüler elde edebilmek mümkündür. SE adaptasyonu diyebileceğimiz uygulamada, tek uyarılı 90°’lik pulsu ve ardından 180°’lik puls gönderilir. Daha sonra gradientlerin çok hızlı açılıp kapatılması ile tek bir kesit için gerekli sinyaller elde edilebilmektedir. Önce 180°’lik RF sinyali, ardından 90° ve 180°’lik puls gönderilecek olursa, IR-EPG kombinasyonu yapılabilecektir. Bunun dışında GRE sekans kombinasyonları da uygulanabilmektedir.

EPG uygulamalarında görüntü kalitesi, klasik sekanslarda elde edilenlerin altındadır. Bununla birlikte çok hızlı inceleme yapılabilmesi çok önemli bir avantajdır (iki saniye içerisinde serebral bir çalışma tamamlanabilmektedir) (63).

Artefaktlar:

Diğer radyolojik yöntemlerde olduğu gibi MR incelemelerinde de artefaktlarla karşılaşılabilir. Artefaktlar hastaya ait nedenlerle oluşabileceği gibi MR görüntülemenin doğasından ve sisteminden kaynaklanabilmektedir.

Hastaya Ait Nedenlerle Oluşan Artefaktlar: Hastaya ait nedenlerle oluşan artefaktların en önemlileri hareket artefaktlarıdır. MR incelemesinin oldukça uzun

süren bir tetkik olması nedeniyle, hastaların gerek istemli gerekse istemsiz hareketleri olabilmektedir. Diğer bir dezavantajımız da kesitlerin hepsinin aynı süre içerisinde elde edilmeleridir. Bu nedenle, inceleme sırasındaki bir hareket tüm kesitlere yansıyan artefaktlar oluşturur. İnceleme süresince özellikle istemli hareketlerin önlenmesi şarttır. İstemsiz hareketlerden (kalp atımı, solunum vb) kaynaklanan artefaktlar, hareket siklusünün belli dönemlerinde görüntüleme yapmak gibi bazı tekniklerle belli bir dereceye kadar önlenebilmektedir.

Diğer bir artefakt nedeni hastaların üzerindeki metalik objelerdir (saç tokası, anahtarlık vb). Bunun dışında ortopedik protez gibi metalik implant taşıyan hastalarda da artefaktların oluşması kaçınılmazdır. Hastanın taşıdığı metalik objelerin ferromanyetik-paramanyetik etkileri nedeniyle manyetik alanda oluşan düzensizlikler, protonların presesyon frekanslarını etkileyerek görüntüyü bozar.

Kimyasal Şift Artefaktı: MR görüntülemenin doğasından kaynaklanan bir artefaktır. Temel nedeni, elektronların proton davranışlarında (presesyon frekansında) değişiklik oluşturmasıdır. Bu nedenle hidrojenin farklı dokularda, farklı kimyasal bağlarından dolayı, presesyon frekanslarında farklılıklar oluşur (farklı kimyasal bağlarda elektronun farklı etkisinden dolayı). Kimyasal şift artefaktı, özellikle yağ ve sıvı komşuluk yüzeylerinde görülür. Bu artefaktın görüldüğü arayüzde, protonların (biri yağ diğeri su içeren iki ayrı dokunun protonları) presesyon frekansları farklı farklı olmaktadır. Elde edilen sinyaller içinde, temas yüzeyine denk olan kesimden gelenler ani bir frekans atlaması gösterir. Bu nedenle temas yüzeyini oluşturan vokseller, aslında olması gereken lokalizasyondan farklı bir yere yerleştirilir.

Kimyasal şift artefaktı frekans kodlama gradienti doğrultusunda görülür. Artefakt, bir oluşumun birkaç mm sağa ya da sola (frekans kodlamasının sağ-sol yönünde olduğu varsayılırsa) yer değiştirmiş görünümü olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle oluşumun bir kenarında hipointens görünüm varken diğer kenarda hiperintens görünüm izlenir.

Sistemden Kaynaklanan Artefaktlar: *Aliasing artefaktı*, FOV'un küçük seçilmesi durumunda görülür. Seçilen alan dışında kalan vücut kesiminden kaynaklanan sinyallerin, FOV alanı içinden geliyormuşçasına kodlanması sonucu görülen bir artefaktır. Bu artefaktı yok etmek için daha geniş bir FOV seçilir. Önlem

olarak faz kodlama yönünde basamak sayısının artırılması gerekir. *Trunkuasyon artefaktı*, özellikle ani intensite değişiminin görüldüğü yüzeylerde ortaya çıkar ve görüntü üzerinde bu yüzeylere paralel hipointens çizgilenmeler şeklinde görülür. Faz kodlama gradienti yönünde görülür ve matriks sayısının artırılması ile bu artefaktan kaçınmak mümkündür (63).

MR Kontrendikasyonları:

Vücudunda elektriksel, manyetik ya da mekanik olarak kumanda edilen ya da ferromanyetik özellikte implantlar bulunan hastalarla, ferromanyetik yabancı cisim bulunduğu bilinenlerde, MR incelemesi kontrendikedir. Manyetik alan etkisi ile implantların elektriksel, mekanik ve manyetik özelliklerinde değişimler ve fonksiyon bozuklukları, dolayısıyla yaşamsal tehlikeler görülebilir. Bu nedenle kardiyak pacemaker, kohear implant, nörostimülatör gibi implant taşıyanlarda MR incelemeleri kontrendikasyon oluşturur. Bazı implantlar ferromanyetik özellikte olmayabilirler, ancak bu implantların risk oluşturup oluşturmayacağı mutlaka araştırılmalıdır.

Ferromanyetik özellikteki implant ve yabancı cisimler (kurşun, şarapnel, ortopedik implantlar, anevrizma klipsleri vb) manyetik alan içerisine yerleştirildiklerinde, elektrik akımı ve ısınma oluşturabilirler. Bu nedenle komşu dokularda nekroz ve hasarlar görülebilir. Yine metalik implant ya da yabancı cisimlerde yer değiştirme, gevşeme görülebileceğinden, komşu doku zedelenmesi ya da implant fonksiyonunun bozulması söz konusu olabilir. Ayrıca elde edilen görüntülerde, metalik artefaktlar da olabileceğinden görüntüler doğrulukla yorumlanamaz. Günümüzde ortopedik implant ve anevrizma klipi gibi birçok implant nonferromanyetik özellikte üretilmekle birlikte, çok önceleri yerleştirilmiş implantlar ferromanyetik olabileceklerinden, hasta incelemeye alınmadan önce yeterli araştırma yapılmalıdır. Göz içi metalik yabancı cisim şüphesi olanlarda (metal işçileri gibi) inceleme öncesi düz radyografiler alınarak araştırma yapılmalıdır.

Klostrofobi ve Panik Reaksiyonları: Birçok MR incelemesinde hastanın vücudu tümüyle gantri içerisine girer. Gantrinin oldukça dar ve uzun olması yanısıra, gradient sargıların çıkardıkları gürültüler bazı hastalarda rahatsızlık oluşturabilir. Klostrofobisi (kapalı yerde kalma korkusu) olan hastalar gantri içerisine giremezler. MR aygıtının fiziksel koşullarından kaynaklanan bu tür rahatsızlıklar nedeniyle bazı

hastalarda inceleme yapmak olanaksızdır. Bu tip psikolojik-psikiyatrik sorunlar, hastaların %5-10'unda görülebilmektedir. Böyle durumlarda stres azaltıcı ilaçların yararı olabilir (63).

Karaciğer MR'ında Kullanılan Sekanslar:

Karaciğer MR görüntülemesinde 1 T'dan daha güçlü sistemlerin kullanılması daha başarılıdır. Klostrofobisi olan ya da obez hastalarda, düşük güçteki açık MR'lar kullanışlıdır. Phased-array yüzey koillerinin kullanımı, tarayıcıyı saran konvansiyonel vücut koillerinin kullanımına göre SNR ve CNR'yi arttırarak lezyonların saptanmasını arttırır. Abdomen ön duvarındaki subkutan yağ dokusunun yüzeyel koile yakınlığı, solunum hareket artefaktına yol açar. Bu artefakt, nefes tutmalı sekanslarla ve yağ baskılama teknikleriyle ortadan kaldırılabılır ya da minimale indirilir.

T1 Ağırlıklı Görüntüleme: Karaciğerin T1 relaksasyon zamanı pankreas ve yağ dışındaki diğer abdominal dokulardan daha kısadır. Karaciğerin kısa T1 relaksasyon zamanının nedeni olarak, granüllü endoplazmik retikulumun bol bulunması ve yüksek protein sentez aktivitesi göstermesi öne sürülmüştür. T1 ağırlıklı görüntülerde karaciğer parankimine göre izointens ya da hiperintens olan lezyonlar genellikle hepatosellüler orijindir. Kist, hemanjiyom ve metastazlar gibi diğer dokulardan orijin alan lezyonlar, tipik olarak karaciğere göre uzun T1 relaksasyon zamanına sahiptirler ve T1 ağırlıklı serilerde karaciğer parankimine göre hipointens izlenirler.

Karaciğerin T1 ağırlıklı görüntülerinde nefes tutmalı GRE sekanslar, SE sekanslara tercih edilirler. T1 ağırlıklı GRE sekansları multishot veya single-shot teknikleri ile elde edilebilirler. Multishot spoiled GRE T1 ağırlıklı sekansta kısa TR, kısa TE ve yüksek flip angle (70°-90°) kullanılır.

T2 Ağırlıklı Görüntüleme: Karaciğerin T2 relaksasyon zamanı bütün diğer abdominal organlardan daha kısadır. Nonsolid karaciğer lezyonları uzun T2 relaksasyon zamanına sahiptirler ve bu yüzden T2 ağırlıklı görüntülerde kolaylıkla saptanabilirler. HCC ve hepatik metastazlar gibi solid kitleler, nonsolid lezyonlara göre kısa T2 relaksasyon zamanı gösterirler ve bu yüzden T2 ağırlıklı görüntülerde relativ olarak saptanmaları zordur.

Karaciğerin T2 ağırlıklı görüntülemesinde multishot veya single-shot echo-train puls sekansları konvansiyonel SE tekniklerinin yerini alırlar. Echo-train T2 ağırlıklı sekanslar, nefes tutmalı ya da nefes tutmasız olarak çalışılabilir.

Short Tau Inversion Recovery Imaging: STIR sekansı yağ baskılamalı bir sekanstır. T2 ağırlıklı görüntülere benzer şekilde STİR görüntülerde, sıvı ve pekçok patolojik lezyonlar hiperintens izlenir.

T2-Star Ağırlıklı Görüntüleme: Karaciğerde demir depolanmasının optimal gösterilmesi için GRE T2-Star görüntüler kullanılır.

Kontrastlı Görüntüler (23).

2.5.KARACİĞER MR'INDA KULLANILAN KONTRAST MADDELER

Karaciğerin MR ile görüntülenmesinde İ.V. kontrast ajanlar 1988'den beri kullanılmaktadır. İlk kullanılan kontrast madde, nonspesifik ekstrasellüler ajanlardır (65). Hepatosit veya Kupffer hücrelerini hedef alan karaciğer spesifik MR kontrast maddelerinin gelişmesiyle karaciğer metastazlarının saptanmasında MR görüntülemenin etkinliği artmıştır. Böylece karaciğer spesifik kontrast madde ile yapılan MR inceleme BTAP'nin yerini almıştır (2).

Nonspesifik Ekstrasellüler Gadolinyum Şelatları:

MR görüntülemesinde kullanılan ekstrasellüler ajanlar, Gadolinyumun farklı paramanyetik şelatlarıdır (41). Gadolinyum şelatları nispeten ucuz, güvenilir, hastalar tarafından iyi tolere edilen ve karaciğer hastalıklarının teşhisi ve karakterizasyonundaki başarısı nedeni ile MR görüntülemesinde sık kullanılan ajanlardır (65). Asıl etkileri, T1 ağırlıklı görüntülerde etkilenen dokularda sinyal intensite artımı şeklindedir. Bu kontrast ajanlar bolus enjeksiyon şeklinde verilirler. Lezyonların çoğunda maksimum kontrastlanma, ajanın verilmesinden 2 dakika sonra gerçekleşir (41).

Gadolinyum şelatları hızlı bolus tarzında verilirken dinamik olarak T1 GRE sekansında görüntüler alınır.

Hepatik Arteriyel Faz: Kapiller faz da denir. Kontrast madde 2-3 ml/sn hızla otomatik enjektör ya da manüel olarak uygulanırken, enjeksiyonun başlamasından 16-17 sn sonra görüntüler alınır (65). Bu faz özellikle hipervasküler

metastaz ve HCC gibi primer olarak hepatik arterlerden beslenen fokal lezyonlarda önemlidir (66).

Kistler kontrastlanmaz, hemanjiyomlar nodüler tarzda periferik kontrastlanma, nonhemorajik adenomlar ve FNH diffüz kontrastlanma, metastazlar çevresel kontrastlanma, HCC diffüz heterojen kontrastlanma gösterirler (38, 67, 68, 69).

Eğer bir karaciğer lezyonu 1 cm'den küçükse üniform kontrastlanma gösterebilir (hemanjiyom, adenom, FNH, metastaz ve HCC). Bu durumda lezyonun sıvı içeriğini gösteren T2 sekans yardımcı olabilir (kist, hamartom, hemanjiyom ve hipovasküler metastazlarda yüksek sinyal, hipovasküler metastazlar, adenom, FNH ve HCC'de relativ düşük sinyal) (66, 70).

Kolon kanseri ve pankreatik duktal adenokarsinom metastazları tipik olarak lezyon çevresinde kötü sınırlı kontrastlanma gösterir. 3 cm'den büyük kolon kanseri metastazları sıklıkla karnabahar görünümündedir (65).

Portal Venöz Faz: Gadolinyum enjeksiyonunun başlamasından 45-60 sn sonra görüntüler alınır. Bu fazda hepatik parankim maksimum kontrastlanır ve dolayısı ile kontrastlanmayan hipovasküler lezyonlar (kist, hipovasküler metastaz, skar dokusu gibi) en iyi şekilde sınırları gösterilir. Hepatik damarların trombozu da en iyi bu fazda gösterilir (71).

Hepatik Venöz Faz ya da İnterstisyel Faz: Bu faz kontrast madde enjeksiyonunun başlamasından 90 sn.-5 dk. sonrasını kapsar. FKL'larının geç dönem görüntüleri değerlendirilir ki bu da lezyonların karakterizasyonuna katkı sağlar.

Kistlerin hala kontrastlanmadığı, hemanjiyomlardaki nodüler kontrastlanmaların birleşmeye başladığı ve santrale doğru ilerlediği, adenom ve FNH'nin karaciğer parankimi ile izointens olmaya başladığı, bazı FNH'lerde santral skarın kontrastlandığı, metastazlarda periferik veya heterojen kontrast madde washout'u, küçük metastaz ve HCC'lerde karaciğer parankimine göre hipointens olacak şekilde washout'un geliştiği, HCC'de heterojen washout ve gecikmiş kapsüller kontrastlanmanın olduğu izlenebilir (67, 70, 27, 72).

Tüm aşamalarda yağ baskılamalı sekanslar lezyonların gösterilmesini kolaylaştırır (65).

Karaciğer Spesifik Kontrast Ajanlar:

Mangafodipir (Mn-DPDP) hepatobiliyer pozitif ajan ve demiroksit retiküloendotelyal sistem negatif ajandır. Pozitif kontrast maddeler, etkilerini T1 ağırlıklı sekanslarda gösterirler. Demiroksit ise asıl olarak T2 zamanını kısaltır (41).

Hepatosit Selektif Kontrast Ajanlar:

Hepatosit selektif kontrast ajanlar hepatositler tarafından tutulur ve biliyer sistemden atılırlar. T1 ağırlıklı serilerde bu kontrast maddeleri tutan dokuların intensiteleri artar. Normal karaciğer ve hepatosit içeren FKL'ları bu ajanları tutarlar ve hepatosit içermeyen lezyonlar bu kontrast maddeleri tutmazlar (73, 74).

Bu ajanlar arasında Amerika' da tek lisansı olan Mangafodipir Trisodyumdur (73). Bu ajan yavaş İ.V. infüzyon yolu ile verilir (1 dk.da). Maksimal görüntüleme 15 dk- 4 saat arasındadır. Bu ajanla dinamik görüntüleme gerekmez. Bütün T1 ağırlıklı görüntüler kullanılabilir (65).

Bu ajan özellikle de hepatic rezeksiyon planlanan kolon metastazlarının sayısının ve boyutunun saptanmasında kullanışlıdır.

FNH, adenom ve iyi diferansiye HCC gibi FKL'ları bu ajani iyi tutarlar. Hemanjiyom ve metastaz ise tutmaz (73).

RES-Spesifik Kontrast Ajanlar:

Demiroksit partikülleri selektif olarak karaciğer, dalak ve kemik iliğindeki RES hücreleri tarafından tutulur ve T2 ağırlıklı sekanslarda sinyal kaybına yol açarlar (75). Az sayıda RES hücresi içeren lezyonlar kontrastlanmaz ve böylece kontrastlanan normal karaciğer dokusunda sinyal kaybı olduğu için lezyonlar kontrastsız serilere göre daha fazla görünür hale gelir (75, 76, 77, 78, 79).

Özellikle metastatik lezyonların saptanmasında kullanışlıdır (79).

Dinamik çalışma yapılmaz ve nefes tutturmalı sekans gerekmez. Bu iki gereksinim gadolinyum şelatları ile incelemede önemlidir. Birçok merkezde bu ajanlarla incelemede nefes tutturmasız yağ baskılamalı T2 sekansları kullanılmaktadır (65).

Süperparamagnetik Demiroksit'in özellikleri: Endorem (Guerbet-Fransa) SPIO'in ticari ismidir. Aktif maddesi SPIO nanopartikülleridir. 8 ml'lik bir Endorem ampülü 89.6 mg demire karşılık gelecek şekilde 126.5 mg SPIO nanopartikülleri içerir. Yardımcı madde olarak 60.8 mg dekstran, 2.714 mg sitrik asit (2.7 mg sitrat

iyonuna karşılık gelir), 490.4 mg D-mannitol ve yeterli miktarda enjeksiyonluk su içerir (80).

Demir oksitli preparat İ.V. uygulandıktan sonra, demir oksit partikülleri RES tarafından tutulmakta ve sonra vücutta normal demir metabolizması siklusüne girmektedir (81).

Demiroksit enjeksiyondan 1 saat sonra karaciğerde yüksek konsantrasyonda (enjekte edilen dozun 82.6 ± 0.26 'sı), dalakta ise daha düşük konsantrasyonda (enjekte edilen dozun 6.2 ± 7.31 'i) birikir. Karaciğerde maksimum demir birikimi enjeksiyondan 2 saat sonra olur (enjekte edilen dozun 88.6 ± 3.4 'ü). Dalakta ise maksimum demir birikimi enjeksiyondan 4 saat sonra olur (enjekte edilen dozun 18.9 ± 2.8 'i). Demirin karaciğerdeki yarı ömrü 3 gün, dalakta ise 4 gündür (82).

Demiroksit partikülleri kandan fagositlerce temizlenir. Böylece RES hücreleri aktif görev görür.

Ortalama dozu 10-15 $\mu\text{mol/kg}$ demir olarak belirlenmiştir.

Demiroksit ile yapılan MR incelemenin dezavantajı uzun infüzyon zamanına gerek olmasıdır (2).

Demiroksitli preparatların genel kullanımı 100 ml. %5 dekstroz içerisinde dilüe edilerek 30 dakikada yavaş infüzyonla verilmesi şeklindedir. Ancak demiroksitin dilüe edilmeden 2 ml/saniye şeklinde direk uygulanmasında istenmeyen etkiler açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Karaciğer lezyonlarının saptanmasında da fark bulunmamıştır. Demiroksitin direk uygulanmasıyla meydana gelebilecek istenmeyen etkiler bir çalışmada; baş ağrısı (%4), bel ağrısı (%4), vazodilatasyon (%4), mide bulantısı (%5) şeklinde bulunmuştur (81).

Aynı çalışmada demiroksitin infüzyon şeklinde uygulanması ile izlenen istenmeyen etkiler; baş ağrısı (%3), bel ağrısı (%3), genel vücut ağrısı (%3) şeklindedir. Yan etkilerin büyük çoğunluğu direk enjeksiyon veya infüzyon şeklinde verilmesinden sonraki ilk 2 saat içerisinde olmaktadır (81).

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hasta Popülasyonu:

Bu çalışma Eylül 2004 ile Mart 2007 tarihleri arasında, Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalında prospektif olarak gerçekleştirildi. Çalışmaya yaşları 25-85 (ortalama 58) arasında değişen, fokal veya multifokal karaciğer lezyonu olan 52 olgu (31 erkek, 21 kadın) alındı. Bütün olgulara kontrastsız ve kontrastlı (Gd-BOPTA ve SPIO) MRG incelemesi yapıldı. Olguların bir kısmı, değişik merkezlerde değişik amaçlarla BT veya US incelemeleri yapılan ve bu incelemelerinde saptanan karaciğer lezyonlarının değerlendirilmesi için bölümümüze gönderilen hastalardı; diğer kısmı da genellikle kolorektal kanser gibi primer malignitesi olup, preoperatif evreleme veya operasyon için gönderilen olgulardı. Aşağıdaki kriterlerden birisine sahip olan hastalar çalışma dışı bırakıldı:

- Demir metabolizması bozukluğuna sahip hastalar
- 18 yaşından küçük hastalar
- Hamile ve emziren anneler
- Gadolinyum veya demir oksit bileşiklerine alerjisi olan hastalar
- Böbrek fonksiyon bozukluğu olan hastalar
- Kloströfobisi olan hastalar
- Pace-maker'ı olan hastalar
- MR uyumsuz protezi olan hastalar
- Lezyon sayısı 10'dan fazla olan hastalar
- Diffüz tip HCC'si olan hastalar
- Ayrıca kolorektal kanser gibi primer malignitesine bağlı karaciğer metastazı olup, metastazektomi planlanan hastalarda, karaciğerdeki lezyon sayısı 5'ten fazla ise, ya da ekstrahepatik yayılımı mevcut ise çalışma dışı bırakıldı.

Çalışma Üniversite Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından Helsinki Deklarasyonu'nda belirtilen maddelere göre değerlendirilerek ahlaki, vicdani ve tıbbi kurallara uygun olduğu onaylandı. Ayrıca hastalara "hasta bilgilendirme formu" ile çalışma hakkında bilgi verildi ve "hasta rıza formu" okutularak onayları alındı.

Çalışmamızda 52 hastada histopatolojik veya klinik olarak toplam 163 lezyon tanımlandı. Tanımlanan bu lezyonların dağılımı şöyle idi: 10 hastada 42 HCC, 6

hastada 20 CCC, 18 hastada 57 metastaz, 11 hastada 23 hemanjiyom, 9 hastada 12 basit kist, 1 hastada 1 kist hidatik (tip 3), 2 hastada 2 FNH, 1 hastada 1 fokal konflüent fibrozis, 1 hastada 2 amip absesi, 1 hastada 3 rejenerasyon nodülü, 3 hastada ise lezyon saptanmadı..

Toplamda 16 hastada soliter lezyon, 7 hastada 2 lezyon, 10 hastada 3 lezyon, 3 hastada 4 lezyon, 6 hastada 5 lezyon, 3 hastada 6 lezyon, 3 hastada 7 lezyon ve 1 hastada 8 lezyon saptandı. Dokuz hasta iki veya daha fazla farklı lezyona sahipti. Bunlar 4 hastada metastaz ve kist, 1 hastada HCC ve kist, 1 hastada CCC ve kist, 1 hastada metastaz ve hemanjiyom, 1 hastada FNH ve hemanjiyom, 1 hastada metastaz, kist ve hemanjiyom şeklindeydi. Karaciğer metastazlarının primerleri 18 hastada kolorektal kanser (53 lezyon), 1 hastada periampüller tümör (3 lezyon), 1 hastada gastrik karsinoid tümör (3 lezyon), 2 hastada bronş ca (1 hastada 1 lezyon, 1 hastada 2 lezyon) ve 1 hastada gastrointestinal stromal tümör (5 lezyon) şeklindeydi.

Lezyonların 41 tanesi (%25) 4-10 mm, 54 tanesi (%33) 11-20 mm, 22 tanesi (%14) 21-30 mm, 46 tanesi (%28) ise 30-170 mm boyutlarındaydı.

Lezyonların tanıları şu şekilde yapıldı: Metastatik lezyonların tanısı; US eşliğinde yapılan perkütan biyopsi (3 hastada 6 lezyon), intraoperatif ultrasonografi, palpasyon veya cerrahi spesmen bulguları ile (15 hastada 51 lezyon) konuldu. HCC lezyonlarının tanısı; US eşliğinde yapılan perkütan biyopsi (7 hastada 30 lezyon) (multipl lezyonlu olgularda görüntüleme bulguları bütün lezyonlarda aynı ise biyopsi sadece 1 lezyonda uygulandı), cerrahi spesmen bulguları ve intraoperatif ultrasonografi bulguları ile (3 hastada 12 lezyon) konuldu. CCC'ların tanısı; US eşliğinde yapılan perkütan biyopsi (5 hastada 18 lezyon) (multipl lezyonlu olgularda görüntüleme bulguları bütün lezyonlarda aynı ise biyopsi sadece 1 lezyonda uygulandı), cerrahi spesmen bulguları ve intraoperatif ultrasonografi bulguları ile (1 hastada 2 lezyon) konuldu. Hemanjiyomların tanısı; dinamik BT veya MR incelemede periferik globular progresif parsiyel veya komplet tipik kontrastlanma veya geç dönemde boyalı paternleri, klinik, laboratuvar bulguları ve görüntüleme ile en az 6 ay takip sonucu değişiklik olmaması ile (6 hastada 14 lezyon), cerrahi spesmen ve intraoperatif ultrasonografi bulguları ile (5 hastada 9 lezyon) konuldu. Kist tanısı; kontrastlı ve kontrastsız MR incelemesindeki tipik T1 ve T2 ağırlıklı görüntüleri ve US (9 hastada 12 lezyon), 3 kist ise intraoperatif ultrasonografi

görünümleri ile birlikte doğrulandı. FNH tanısı US eşliğinde yapılan perkütan biyopsi (2 hastada 2 lezyon), abse tanısı cerrahi spesmen (1 hastada 2 lezyon), kist hidatik (tip 3) tanısı cerrahi spesmen (1 hastada 1 lezyon) ve fokal konflüent fibrozis tanısı US eşliğinde yapılan perkütan biyopsi (1 hastada 1 lezyon) ile konuldu. 3 tane rejenerasyon nodülü takip görüntüleme bulguları ile değerlendirildi.

3.2. MR Görüntüleme:

MR görüntüleme incelemeleri 1.5 T süperiletken sistem ile gerçekleştirildi (Vision Plus, Siemens, Germany). İncelemelerde standart vücut koili kullanıldı.

Kontrastsız MRG tetkiki bütün hastalara aşağıdaki sekanslarda yapıldı: a) aksiyel planda nefes tutturmalı T1 ağırlıklı gradyent-eko (GRE) (TR/TE, 172/5; acquisition time, 21 sn; matriks, 140x256; kesit kalınlığı 7 mm; kesit aralığı, 1.4 mm; flip angle 70°), b) aksiyel planda nefes tutturmalı T2 ağırlıklı GRE (TR/TE, 150/10; acquisition time, 21 sn; matriks, 140x256; kesit kalınlığı 7 mm; kesit aralığı, 1.4 mm; flip angle 20°), c) aksiyel planda T2 ağırlıklı turbo spin eko (TSE) (TR/TE, 5000/90; matriks, 140x256; kesit kalınlığı 7 mm; kesit aralığı, 1.4 mm; flip angle 180°); d) aksiyel planda yağ baskılamalı T2 ağırlıklı TSE (TR/TE, 5000/90; matriks, 140x256; kesit kalınlığı 7 mm; kesit aralığı, 1.4 mm; flip angle 180°). Echo train length ?, acquisition time ?

Gd-BOPTA kontrastlı MRG tetkiki kontrastsız çekimlerden hemen sonra yapıldı. Çalışma dinamik olarak arteriyel (25-35 sn), portal venöz (60-80 sn) ve interstisyel fazlarda (3-5 dk) ve geç dönem (20 ve 90 dk) alınan görüntülerle gerçekleştirildi. Dinamik çekimlerde aksiyel planda nefes tutturmalı T1 ağırlıklı Turbo Gradient Echo (TGRE) sekansı kullanıldı (TR/TE, 11/4.2; matriks, 71x128; kesit kalınlığı 7 mm; kesit aralığı, 2.8 mm; flip angle 10°). Ayrıca geç dönemde nefes tutturmalı T1 ağırlıklı GRE (TR/TE, 172/5; acquisition time, 21 sn; matriks, 140x256; kesit kalınlığı 7 mm; kesit aralığı, 1.4 mm; flip angle 70°) sekansı da kullanıldı.

SPIO kontrastlı MRG tetkiki, dinamik çalışmanın tamamlanmasından 1-2 gün sonra yapıldı. SPIO kontrastlı MRG çalışmasında, kontrastsız MRG çekiminde kullanılan aynı sekanslar ve parametreler kullanıldı.

İki kontrast maddenin vücuttan temizlenme hızı farklı olduğundan, uygulamada önce Gd-BOPTA kontrastlı MRG, daha sonra SPIO kontrastlı MRG

tetiklerini yaptık. Gd-BOPTA için ilacın vücuttan atılma hızı 24 saat olarak belirtilmiştir (83). Demiroksitin yarılanma ömrü ise 3-4 gün olarak belirtilmiştir (84).

3.3. MRG Kontrast Maddeler:

Gd-BOPTA (MultiHance; Bracco SpA, Milan, İtaly), dinamik kontrastlı MRG çalışmasında antekubital venden 0.1 mmol/kg olacak şekilde verildi. Enjeksiyon manüel olarak hızlı bolus şeklinde yapıldı ve peşinden 10-20 ml serum fizyolojik verildi.

SPIO (Endorem; Guerbet, Sulzbach, Germany), 100 ml. %5 dekstroz içinde dilüe edilerek 30 - 80 (ortalama 40) dakika sürede infüzyon yolu ile verildi. SPIO dozu 15 µmol/kg olacak şekilde uygulandı. SPIO'nun dekstroz solüsyonu içine zerkinden sonra solüsyon birkaç kez çevrilerek karışım sağlandı. Serum askısına asılan solüsyonun ışık almaması için üzerine kılıf geçirildi ve tüm bu işlemler radyoloji bölümünde MR ünitesinden ayrı bir gözlem odasında yapıldı. SPIO uygulamasından 30 - 90 dakika sonra hastalara MR tetkiki yapıldı.

Kontrast madde tatbiki esnasında hastalar yan etkiler yönünden takip edildi. Her iki kontrast maddenin de tatbikinden önce hastalara en az 8 saat aç kalmaları söylendi. Multihance uygulanması esnasında hiçbir hastada yan etki izlenmedi. Endorem infüzyonu esnasında 1 hastada bilateral diz ağrısı, 1 hastada yüzde kızarma ve 1 hastada da terleme, bulantı, kusma ve bel ağrısı şikayetleri oldu. Bu üç hastada infüzyon derhal kesilerek yaklaşık 30 dakika beklenildi. Sonra infüzyona tekrar başlanarak yavaş ve kontrollü bir şekilde infüzyon tamamlandı. Hastaların şikayetleri tekrarlamadı.

3.4. Görüntülerin Değerlendirilmesi:

MR çalışmaları tamamlandıktan sonra görüntüler 2 ayrı radyolog tarafından yorumlandı. Radyologlar sadece hasta MR incelemelerinin bilinen veya şüpheli fokal hepatik malignite nedeniyle yapıldıklarını biliyorlardı. Bunun dışında çalışmaya alınan hastaların hikayesi, laboratuvar bulguları, diğer görüntüleme bulguları ve son teşhisden habersizdiler.

Radyologlar birbirinden habersiz ve önce eşlemesiz olarak sırasıyla; kontrastsız, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı, geç dönem Gd-BOPTA kontrastlı ve SPIO kontrastlı görüntüleri değerlendirdiler. Arkasından eşlemeli olarak sırasıyla;

kontrastsız ve dinamik Gd-BOPTA kontrastlı, kontrastsız ve geç dönem Gd-BOPTA kontrastlı, kontrastsız ve SPIO kontrastlı görüntüleri değerlendirdiler.

Dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerde lezyon kontrastlanması 6 ayrı örnekte değerlendirildi: 1. periferik nodüler ve progresif komplet veya inkomplet sentripedal kontrastlanma. 2. homojen kontrastlanma. 3. heterojen kontrastlanma. 4. periferik kontrastlanma 5. periferik ince rim ve retiküler kontrastlanma. 6. kontrastlanmanın olmayışı.

Geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerde lezyon kontrastlanması 4 ayrı örnekte değerlendirildi: 1. homojen kontrastlanma. 2. heterojen kontrastlanma. 3. hedef görünümü (periferik yıkanma bulgusu), 4. periferik kontrastlanma, 5. kontrastlanmanın olmayışı.

Demiroksit kontrastlı T2 ağırlıklı görüntülerde kontrastlanma negatif kontrastlanma olarak tanımlandı. T1 ağırlıklı görüntülerde ise lezyon kontrastlanması pozitif kontrastlanma olarak tanımlandı ve 4 ayrı örnek değerlendirildi: 1. homojen kontrastlanma. 2. heterojen kontrastlanma. 3. ring tarzında boyanma 4. kontrastlanmanın olmayışı.

Her iki gözlemci lezyonun varlığı, boyutu (maksimum çap) ve lokalizasyonunu (Couinaud segmental anatomisine göre) kaydetti (11). Lezyonun varlığı için 5'li bir güven oranı skalası kullanıldı. Kullanılan skala şu şekilde idi: lezyon 1) kesinlikle yok, 2) muhtemelen yok, 3) olasılıkla var, 4) muhtemelen var, 5) kesinlikle var. Gözlemciler tarafından 3., 4. ve 5. kategoriye sokulan lezyonlar benign kabul edildi.

Ayrıca her iki gözlemci saptanan lezyonların malign-benign ayrımını şu skalaya göre değerlendirdiler: 1) kesinlikle benign, 2) muhtemelen benign, 3) olasılıkla malign, 4) muhtemelen malign, 5) kesinlikle malign. Gözlemciler tarafından 3., 4. ve 5. kategoriye sokulan lezyonlar malign kabul edildi.

Her iki gözlemci malign ve benign ayrımında ve spesifik lezyon tipini belirlemede aşağıdaki kriterleri kullandı. Benignite kriterleri olarak: Kontrastsız görüntülerde; T1 ağırlıklı sekanslarda izointensite, T2 ağırlıklı sekanslarda hipointensite ya da güçlü hiperintensite. Gd-BOPTA ile kontrastlı görüntülerde; kontrastlanmanın hiç izlenmemesi (kist), arteriyel fazda periferik nodüler kontrastlanma ve kontrastlanmanın santrale doğru devamı, geç fazda kontrastlanmanın devamı (hemanjiyom), arteriyel fazda homojen kontrastlanma ve

geç fazda izointensite veya hafif hiperintensite, erken fazlarda hipointens, geç fazda kontrastlanan santral skar varlığı (FNH) bulgularına ek olarak lezyonlardaki düzgün kontur ve homojen iç yapı özellikleri alındı. Malignite kriterleri olarak: Kontrastsız görüntülerde; T2 ağırlıklı sekanslarda orta hiperintensite ve heterojenite. Gd-BOPTA ile kontrastlı görüntülerde; erken kontrastlanmayla beraber hızlı kontrast yıkanma (HCC), düzensiz periferik veya santral kontrastlanmanın progresif olarak devamı ve periferik kontrast yıkanma (CCC ya da metastaz) bulgularına ek olarak yukarıda belirtilen benignite kriterlerine uymayan ve düzensiz kontur, psödokapsül, heterojen kontrastlanma, portal veya hepatik ven invazyon bulguları alındı (6, 67, 85). SPIO ile kontrastlı görüntülerde benignite kriterleri olarak: T1 ağırlıklı görüntülerde hipo yada izointensite ve T2 ağırlıklı görüntülerde güçlü hiperintensite ve negatif kontrastlanmanın olmayışı (kist), T1 ağırlıklı görüntülerde intrahepatik vasküler yapılar ile izointens kontrastlanma ve T2 ağırlıklı görüntülerde negatif kontrastlanma olması (hemanjiom), T1 ağırlıklı görüntülerde hafif hiperintensite ve T2 ağırlıklı görüntülerde negatif kontrastlanma (FNH) bulgularına ek olarak lezyonlardaki düzgün kontur ve homojen iç yapı özellikleri alındı. Malignite kriterleri olarak: T1 ağırlıklı görüntülerde ring kontrastlanma veya hafif kontrastlanma varken, T2 ağırlıklı görüntülerde hafif ya da orta derecede hiperintensite ve negatif kontrastlanmanın olmayışı (metastaz, HCC veya CCC) bulgularına ek olarak düzensiz kontur, heterojen kontrastlanma bulguları alındı (8, 10, 85, 114).

Gözlemciler arasındaki uyumsuzluklar konsensus ile giderildi. Konsensus yolu ile lezyon saptanması, lezyon karakterizasyonu ve kontrastlanma paternleri belirlendi.

3.5. İOUS İşlemi:

İOUS işlemi radyolog tarafından gerçekleştirildi. Bu inceleme için Logiq α 200 (Version 2.01) US cihazı ve 7.5 MHz frekanslı Transdüser kullanıldı.

İşlemden en az 15 dakika önce ameliyatta kullanılacak US probu, kablosu ile birlikte ilaçlı solüsyona kondu. Solüsyondan çıkarılan prob serum fizyolojikle yıkandıktan sonra, üzerine steril kamera kılıfı geçirildi. US'u yapacak radyolog da steril giyindikten sonra, hastaya sağından yaklaşımla İOUS işlemi gerçekleştirildi. Önce cerrahın palpasyon ve inspeksiyonla saptadığı lezyonlar gözlemlendi. Sonra steril prob karaciğer yüzeyine yerleştirilerek incelemeye başlandı. İncelemeye sol lobdan

başlandı, daha sonra sağ lob ve kaudat lobun tamamı incelendi. İOUS ile preoperatif MRG'de saptanan lezyonların sayı ve lokalizasyonları cerrah ile birlikte bire bir değerlendirildi. Ek lezyon varlığı araştırıldı. Saptanan lezyonların lokalizasyonları ve vasküler yapılarla ilişkisi açısından cerrahlar bilgilendirildi. Çıkarılabilecek sayıda ve lokalizasyonda olan lezyonlar çıkartıldı. Çıkarılamayan lezyonlarda İOUS bulguları ve biyopsi ile tanı kondu. Gerekli görüldüğünde yüzeysel lezyonların değerlendirilmesinde su yastıkçığı kullanıldı.

Opere edilen ... hastanın ...'sinde eksizyon sonucu histopatolojik tanı, ...'sinde İOUS bulgularına göre tanı konuldu. Lezyonların eksize edilmediği olgularda, sebep ya lezyon sayısının preoperatif incelemeye göre çok olması ve dolayısı ile hastanın cerrahi esnasında unrezektabl kabul edilmesi, ya da İOUS bulgularının benign lezyonla uyumlu olması idi.

Opere edilen 20 olgunun 11'i rektum ca, 5'i sigmoid ca, 1'i çekum ca, 1'i transvers kolon ca, 1'i mide karsinoidi, 1'i periampuller tm idi. Bunların 13'ü yeni tanı alan ve preoperatif tetkiklerinde karaciğer metastazı bilinen veya şüphelenilen hastalardı. Bu hastalarda primer tümörün cerrahisi ile birlikte karaciğerdeki metastatik lezyonların çıkarılması planlandı. Geri kalan 7 hasta kolorektal kanser operasyonundan sonra takip sırasında şüpheli lezyonları saptanan hastalardı.

3.6. İstatistik Değerlendirme:

İstatistik değerlendirmede alternative-free response receiver operating characteristic (ROC) curve kullanıldı. Herbir gözlemcinin FKL'lerinin saptanması ve saptanan lezyonların benign veya malign olarak karakterize edilmesinde her bir protokoldeki performansı ROC curve'ın altındaki bölge kullanılarak değerlendirildi. ROC curve'ın altındaki bölgeler arasındaki farklılık univariate z-score test kullanılarak değerlendirildi. Two-tailed P değeri 0.05'in altında olduğunda farklılık istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Lezyonların saptanmasındaki sensitivite McNemar testi kullanılarak karşılaştırıldı.

Gözlemciler arasında FKL'lerinin saptanması ve benign-malign ayırımının yapılmasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde Kappa testi kullanıldı. Uyumun derecelendirilmesi şu şekilde yapıldı: $K < 0$ zayıf, $K = 0-0.20$ hafif uyum, $K = 0.21-0.40$ fena olmayan uyum, $K = 0.41-0.60$ orta derecede uyum, $K = 0.61-0.80$ oldukça iyi uyum, $K = 0.81-1.00$ mükemmel uyum.

BULGULAR

4.1. Lezyon Karakterizasyonu:

Her iki gözlemcinin ayrı ayrı ve konsensus sonucu, saptanan lezyonların benign veya malign olarak karakterizasyonunda, her bir serideki performansı A_z değeri olarak tablo 4.1.'de gösterilmiştir. Her iki gözlemci ve konsensus'un A_z değerleri Gd-BOPTA dinamik MRG'de (sırasıyla; 0.941, 0.941 ve 0.942), Gd-BOPTA dinamik MRG + kontrastsız MRG'de (sırasıyla; 0.945, 0.945 ve 0.945) ve Gd-BOPTA (dinamik+geç) MRG + kontrastsız MRG'de (sırasıyla; 0.945, 0.946 ve 0.946) olup, kontrastsız MRG (sırasıyla; 0.755, 0.761 ve 0.761), Gd-BOPTA geç MRG + kontrastsız MRG (sırasıyla; 0.865, 0.867 ve 0.867) ve demiroksit MRG (sırasıyla; 0.894, 0.895 ve 0.895) değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derece ($p<0.001$) büyüktü. Demiroksit MRG + kontrastsız MRG A_z değerleri (sırasıyla; 0.935, 0.935 ve 0.935) olup, kontrastsız MRG, Gd-BOPTA geç MRG + kontrastsız MRG ve demiroksit MRG A_z değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derece (sırasıyla; $p<0.001$, $p<0.001$ ve $p<0.01$) büyüktü. Gd-BOPTA geç MRG + kontrastsız MRG A_z değerleri, kontrastsız MRG A_z değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derece ($p<0.001$) büyüktü. Demiroksit MRG A_z değerleri, kontrastsız MRG ve Gd-BOPTA geç MRG + kontrastsız MRG A_z değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derece (sırasıyla; $p<0.001$ ve $p<0.05$) büyüktü. Gd-BOPTA dinamik MRG, Gd-BOPTA dinamik MRG + kontrastsız MRG ve Gd-BOPTA (dinamik+geç) MRG + kontrastsız MRG A_z değerleri, demiroksit MRG + kontrastsız MRG A_z değerlerinden büyüktü. Ancak istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı. Gözlemciler arasında her bir serideki benign-malign ayrımının uyum derecesi oldukça iyi ile mükemmel arasında değişmekteydi (sırasıyla kontrastsız $k=0.77$, dinamik Gd-BOPTA $k=0.84$, dinamik Gd-BOPTA+kontrastsız $k=0.86$, geç Gd-BOPTA+kontrastsız $k=0.92$, dinamik Gd-BOPTA+geç Gd-BOPTA+kontrastsız $k=0.95$, demiroksit kontrastlı $k=0.80$, demiroksit kontrastlı+kontrastsız $k=0.82$).

Tablo 4.1: Her iki gözlemcinin ve konsensus sonucunun lezyon karakterizasyonunda (benign veya malign) her bir serideki A_z değerleri.

Görüntüleme Tekniği	1. okuyucu	2. okuyucu	Konsensus
Kontrastsız MRG	0.755±0.0423	0.761±0.0414	0.761±0.0414
Gd-BOPTA kontrastlı dinamik MRG	0.941±0.0202*	0.941±0.0202*	0.941±0.0202*
Gd-BOPTA kontrastlı dinamik MRG+kontrastsız MRG	0.945±0.0185*	0.945±0.0184*	0.945±0.0184*
Gd-BOPTA kontrastlı geç dönem MRG+kontrastsız MRG	0.865±0.0295•	0.867±0.0293•	0.869±0.0253•
Gd-BOPTA kontrastlı (dinamik+geç) MRG+kontrastsız MRG	0.945±0.0178*	0.946±0.0177*	0.947±0.0263*
Demiroksit kontrastlı MRG	0.894±0.0255 [‡]	0.895±0.0254 [‡]	0.895±0.0254 [‡]
Demiroksit kontrastlı MRG+kontrastsız MRG	0.935±0.019♥	0.935±0.0189♥	0.935±0.0189♥
<p>* Performansı kontrastsız MRG, geç Gd-BOPTA MRG + kontrastsız MRG ve demiroksit kontrastlı MRG değerlerinden daha iyidir ($p<0.001$).</p> <p>• Performansı kontrastsız MRG değerlerinden daha iyidir ($p<0.001$).</p> <p>[‡] Performansı kontrastsız MRG ve geç Gd-BOPTA MRG + kontrastsız MRG değerlerinden daha iyidir (sırasıyla; $p<0.001$ ve $p<0.05$).</p> <p>♥ Performansı kontrastsız MRG, geç Gd-BOPTA MRG + kontrastsız MRG ve demiroksit kontrastlı MRG değerlerinden daha iyidir (sırasıyla; $p<0.001$, $p<0.001$ ve $p<0.01$).</p>			

Kontrastsız serilerde konsensus sonucu 19 malign lezyon benign olarak yorumlandı. Bunlar; 12 HCC ve 7 metastaz lezyonu idi. HCC'lerin 10 tanesi T1 ağırlıklı görüntülerde hafif hipointens ve T2 ağırlıklı görüntülerde izointens olarak izleniyordu. 2 tanesi ise T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens, T2 ağırlıklı görüntülerde güçlü derecede hiperintens görünümdeydi. Metastaz lezyonlarının 5 tanesi T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens ve T2 ağırlıklı görüntülerde izointens olarak izleniyordu. Kalan 2 metastaz lezyonu ise hipervasküler metastazlardı ve bunlar T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens, T2 ağırlıklı görüntülerde güçlü derecede hiperintens olarak izleniyordu. Bu lezyonlar, intensiteleri ve düzgün kontur özellikleri nedeni ile öncelikle benign olarak değerlendirildi. 14 benign lezyon ise malign olarak yorumlandı. Bunlar; 8 hemanjiyom, 2 kist, 2 abse, 1 FNH ve 1 FKF lezyonları idi. Hemanjiyomların 7 tanesi T2 ağırlıklı görüntülerde orta derecede hiperintens, 1 tanesi hafif derecede hiperintens izleniyordu. Kistler küçük boyutlu olup (<10 mm), T2 ağırlıklı görüntülerde orta derecede hiperintens olarak izleniyordu. Kist ve hemanjiyomların T2 karakteristikleri güçlü hiperintensite göstermeleri olduğundan bu lezyonlar olasılıkla malign olarak değerlendirildi. Abse lezyonları T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens, T2 ağırlıklı görüntülerde orta derecede hiperintens izleniyordu ve heterojen görünümdeydi. 1 FKF lezyonu da T1 ağırlıklı görüntülerde hafif hipointens, T2 ağırlıklı görüntülerde hafif hiperintens ve heterojen olarak izleniyordu. Bu lezyonlar düzensiz kontur ve heterojen iç yapıları nedeniyle malign olarak değerlendirildi. 1 FNH lezyonu, belirgin bir skarı olmadığından ve sınırları düzensiz izlendiğinden kontrastsız serilerde olasılıkla malign olarak değerlendirildi.

Dinamik Gd-BOPTA kontrastlı serilerde 2 malign lezyon benign olarak yorumlandı. Bunlar 1 HCC ve 1 hipervasküler metastaz lezyonları idi. Her iki lezyon da 10 mm boyutundaydı ve arteriyel dönemde homojen boyanma (örnek 2) gösteriyordu. Bu lezyonlar kapiller hemanjiyom olarak değerlendirildi. 5 benign lezyon ise malign olarak yorumlandı. Bunlar; 2 abse, 2 hemanjiyom ve 1 kist lezyonlarıydı. Abse lezyonlarından büyük olanı (130 mm) septa tarzı (örnek 5) boyanma gösteriyordu. Küçük boyutlu abse (15 mm) ve 10 mm boyutundaki bir hemanjiyom çevresel boyanma gösterdi (örnek 4). Bu boyanma paternleri malign lezyonlarda izlendiğinden bu lezyonlar malign olarak değerlendirildi. 1 hemanjiyom

lezyonu ile 1 kist ise boyanma göstermedi (örnek 6) ve bu lezyonlar da hipovasküler metastaz olarak değerlendirildi.

Dinamik Gd-BOPTA kontrastlı serilerin kontrastsız serilerle birlikte yorumlanmasında 1 malign lezyon benign olarak yorumlandı. Bu lezyon hipervasküler bir metastazdı ve hem kontrastsız hem de dinamik Gd-BOPTA kontrastlı serilerde benign olarak değerlendirilmişti. 5 benign lezyon ise malign olarak yorumlandı. Bunlar 2 hemanjiyom, 2 abse ve 1 kistti. 10 mm boyutundaki bir hemanjiyom kontrastsız serilerde intensite özellikleri nedeni ile malign olarak değerlendirilmişti. Bu lezyon dinamik görüntülerde boyanma göstermiyordu. Bu bulgularla bu lezyonun malign olduğu düşünüldü. Diğer hemanjiyom da 10 mm boyutundaydı ve bu lezyon T2 ağırlıklı serilerde orta derecede hiperintens olduğundan ve dinamik görüntülerde de çevresel boyanma gösterdiğinden malign olarak değerlendirildi. Kist ise kontrastsız serilerde orta derecede hiperintens izlendiğinden yine malign olarak değerlendirildi. Bu lezyon dinamik çalışmada kontrastlanmıyordu. 2 abse lezyonu kontrastsız serilerin tek başına değerlendirilmesinde ve dinamik Gd-BOPTA kontrastlı serilerin tek başına değerlendirilmesinde malign olarak yorumlanmıştı, kombinasyonda yine olasılıkla malign olarak değerlendirildi.

Geç Gd-BOPTA kontrastlı serilerin kontrastsız serilerle birlikte yorumlanmasında 17 malign lezyon benign olarak yorumlandı. Bunlar; 15 HCC ve 2 hipervasküler metastazdı. HCC lezyonlarının 9 tanesi kontrastsız T2 ağırlıklı görüntülerde izointens özellikteydi ve kalan 6 tanesi izlenmiyordu. Geç kontrastlı görüntülerde ise bu lezyonların hiçbirisi boyanma göstermedi (örnek 5). Hipervasküler metastazlar kontrastsız T2 ağırlıklı görüntülerde orta derecede hiperintens olup, geç görüntülerde büyük olanı (20 mm) boyanmadı (örnek 5), küçük olanı ise (4 mm) izlenmedi. Bu lezyonlar, düzgün kontur, homojen iç yapı nedenleri ile olasılıkla benign olarak değerlendirildi. 12 benign lezyon ise malign olarak yorumlandı. Bunlar; 8 hemanjiyom, 2 abse, 1 FKF ve 1 kistti. Büyük bir hemanjiyom lezyonu (70 mm) kontrastsız T2 ağırlıklı görüntülerde orta derecede hiperintens ve heterojen özellikteydi. Bu lezyon geç kontrastlı görüntülerde homojen boyanma gösterdi (örnek 1). Bu lezyonun iyi diferansiye HCC olabileceği göz önüne alınarak olasılıkla malign olarak değerlendirildi. Kalan 7 hemanjiyomun 6'sı kontrastsız T2

ağırlıklı görüntülerde orta derecede hiperintens ve 1 tanesi de hafif hiperintens olarak izleniyordu. Bunların 5 tanesi kontrastlı geç görüntülerde homojen (örnek 1), 1 tanesi çevresel (örnek 4) boyanırken, 1 tanesi izlenmedi. 1 FKF lezyonu kontrastsız T2 ağırlıklı görüntülerde hafif hiperintens ve heterojen izlenirken geç kontrastlı görüntülerde heterojen boyanma özelliği gösterdi. Bu lezyonlarda da geç dönemde kontrastlanma gösteren iyi diferansiye HCC lezyonu ekarte edilemedi. Malign olarak değerlendirilen abse lezyonlarından büyük olanı (130 mm) kontrastsız T2 ağırlıklı görüntülerde orta derecede hiperintens ve heterojen özellikte izlenirken, küçük olanı (15 mm) orta derecede hiperintens olarak izlendi. Bu lezyonlardan ilki geç kontrastlı görüntülerde heterojen boyanma paterni (örnek 2), ikincisi çevresel boyanma özelliği (örnek 4) gösterdi. Bu lezyonlar malign olarak değerlendirildi. 1 kist ise (<9 mm), kontrastsız T2 ağırlıklı görüntülerde orta derecede hiperintens izlendi. Geç kontrastlı görüntülerde ise boyanma göstermedi (örnek 5). Bu lezyon özellikle kontrastsız T2 sinyal özelliği nedeni ile olasılıkla malign olarak değerlendirildi.

Dinamik ve geç Gd-BOPTA kontrastlı serilerin kontrastsız serilerle birlikte değerlendirilmesinde 5 malign lezyon benign olarak yorumlandı. Bunlar 4 HCC ve 1 hipervasküler metastazdı. 4 HCC lezyonu kontrastsız ve dinamik kontrastlı serilerde izlenmiyordu. Bu lezyonlar sadece geç kontrastlı görüntülerde izleniyordu ve boyanmıyorlardı (örnek 5). Hipervasküler metastaz ise (4 mm), kontrastsız T2 ağırlıklı serilerde orta derecede hiperintens olarak izleniyordu. Bu lezyon dinamik ve geç kontrastlı görüntülerde izlenmedi. Bu lezyonlar, düzgün kontur, homojen iç yapı nedenleri ile olasılıkla benign olarak değerlendirildi. 4 benign lezyon ise malign olarak yorumlandı. Bunlar 2 abse ve 2 hemanjiyom lezyonlarıydı. 2 abse lezyonu diğer serilerde de malign olarak değerlendirilmişti. Hemanjiyom lezyonlarının ikisi de 10 mm boyutundaydı. Bunların 1 tanesi kontrastsız T2 ağırlıklı görüntülerde orta derecede hiperintensi. Bu lezyon dinamik ve geç kontrastlı görüntülerde izlenmedi. Hipervasküler metastaz olarak düşünüldü. Diğer hemanjiyom ise kontrastsız T2 ağırlıklı görüntülerde hafif hiperintens olup, dinamik ve geç kontrastlı görüntülerde çevresel boyanma (örnek 4) gösterdi. Bu lezyon da malign olarak değerlendirildi.

Demiroksit kontrastlı serilerde 6 malign lezyon benign olarak yorumlandı. Bunlar; 4 metastaz ve 2 HCC idi. Bu lezyonların karakterizasyonunda özellikle T1 ağırlıklı görüntüler kullanıldı. Beş lezyon demiroksit kontrastlı T1 ağırlıklı

görüntülerde karaciğere göre hiperintens ve vasküler yapılara göre izointens. Bir metastaz lezyonu ise kontrastlı T1 ağırlıklı görüntülerde izlenmedi, T2 ağırlıklı görüntülerde de güçlü derecede hiperintens özellikteydi. 9 benign lezyon ise malign olarak yorumlandı. Bunlar 5 hemanjiyom, 2 abse, 1 FKF ve 1 kist idi. Hemanjiyomlardan 3'ü karaciğere göre hafif hiperintens, vasküler yapılara göre hipointens idi. 1 tanesi rim şeklinde boyanıyordu. 1 tanesi de karaciğere göre izointens ve vasküler yapılara göre hipointens özellikteydi. Abse lezyonları karaciğer ve vasküler yapılara göre hipointens idi. FKF lezyonu karaciğere göre hiperintens, vasküler yapılara göre izointens idi. Bu lezyonlar heterojen iç yapı ve düzensiz kontur özellikleri nedeni ile malign olarak değerlendirildi. 1 kist ise (9 mm) karaciğere göre izointens, vasküler yapılara göre ise hipointens idi. T2 ağırlıklı görüntülerde ise orta derecede hiperintens özellikteydi. Bu da olasılıkla malign olarak değerlendirildi.

Demiroksit kontrastlı serilerin kontrastsız serilerle birlikte yorumlanmasında 4 malign lezyon benign olarak yorumlandı. Bunlar 4 metastaz idi. 3 tanesi hipervasküler metastazdı ve T1 ağırlıklı görüntüde karaciğere göre hiperintens olarak izleniyordu. 1 tanesi 4 mm boyutunda idi ve demiroksit kontrastlı T1 ağırlıklı görüntüde izlenmedi. T2 ağırlıklı görüntülerde orta derecede hiperintens idi. 7 benign lezyon ise malign olarak yorumlandı. Bunlar; 3 hemanjiyom, 2 abse, 1 FKF ve 1 kist idi. 3 hemanjiyomun 2 tanesi kontrastsız T2 ağırlıklı görüntülerde orta derece hiperintens, 1 tanesi ise hafif derecede hiperintens izlendi. T1 ağırlıklı demiroksit kontrastlı serilerde 1 lezyon izlenmedi, diğer 2'si de vasküler yapılara göre hipointens izlendi. Bu nedenle malign olduğu düşünüldü. Diğer lezyonlar kontrastlı serilerde malign olduğu düşünülen lezyonlardı. Bu lezyonlara kontrastsız görüntülerin katkısı olmadı.

Lezyonların kontrastlı ve kontrastsız serilerde intensite özellikleri şöyleydi:

Kontrastsız serilerde her iki gözlemci tarafından konsensus sonucu saptanan 43 metastazın intensite özellikleri; tamamı T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens olarak izlendi. T2 ağırlıklı görüntülerde 11 tanesi hafif, 32 tanesi orta derecede hiperintens. 12 lezyon heterojen görünümdeydi. Bunların 6 tanesinin santralleri daha hiperintens. 30 HCC'nin intensite özellikleri; tamamı T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens olarak izlendi. T2 ağırlıklı görüntülerde 13 tanesi hafif, 17 tanesi orta

derecede hiperintensi. 8 lezyon heterojen görünümdeydi. 13 CCC'un intensite özellikleri; tamamı T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens olarak izlendi. T2 ağırlıklı görüntülerde 3 tanesi hafif, 10 tanesi orta derecede hiperintensi. 6 lezyon heterojen görünümdeydi. 23 hemanjiyomun intensite özellikleri; tamamı T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens olarak izlendi. T2 ağırlıklı görüntülerde 15 tanesi güçlü hiperintens, 7 tanesi orta derecede hiperintens ve 1 tanesi de hafif hiperintensi. 2 tanesi heterojen görünümdeydi. 11 kistin intensite özellikleri; tamamı T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens olarak izlendi. T2 ağırlıklı görüntülerde 8 tanesi güçlü hiperintens, 3 tanesi orta derecede hiperintens olarak izlendi. 1 kist hidatik de benzer özelliklerde olup, heterojen görünümdeydi. 2 absenin intensite özellikleri; T1 ağırlıklı serilerde hipointens ve T2 ağırlıklı serilerde orta derecede hiperintens olarak izlendi. Büyük olanı heterojen vasıfta idi. 2 FNH'in intensite özellikleri; T1 ağırlıklı serilerde hafif hipointens ve T2 ağırlıklı görüntülerde hafif hiperintens özellikte idi. FKF olgusunun intensite özellikleri; T1 ağırlıklı görüntüde hipointens ve T2 ağırlıklı görüntülerde hafif hiperintens ve heterojen özellikte idi. 3 rejenerasyon nodülünün sinyal özellikleri; T1 görüntüde hiperintens ve T2 ağırlıklı görüntülerde izointens özellikteydi.

Dinamik Gd-BOPTA kontrastlı serilerde konsensus sonucu saptanan 39 metastazın kontrastlanma özellikleri; 32 tanesi örnek 4, 3 tanesi örnek 2, 2 tanesi örnek 3 ve 2 tanesi örnek 5 şeklindeydi. Örnek 2 ve 3 şeklinde boyanan lezyonların primerleri mide karsinoidi ve GİST idi (şekil 4.1.). 33 HCC'nin kontrastlanma özellikleri; 14 lezyon örnek 3 (7'si orta derecede diferansiye, 7'sinin patolojisi yok) (şekil 4.2), 14 lezyon örnek 4 (7 tanesi orta derecede diferansiye, 3 tanesi az diferansiye, 4 tanesinde patoloji yok), 4 lezyon örnek 5 (2 tanesi orta derecede diferansiye, 1 tanesi iyi diferansiye, 1 tanesi az diferansiye) ve 1 lezyon örnek 2 (patoloji yok) şeklindeydi. Bu lezyonların 17 tanesi denge fazında yıkanma gösterdi. 12 CCC'un kontrastlanma özellikleri; 6 lezyon örnek 4, 5 lezyon örnek 5 ve 1 lezyon örnek 3 şeklindeydi (şekil 4.3.). 21 hemanjiyomun kontrastlanma özellikleri; 19'unda örnek 1 (şekil 4.4.), 1'inde örnek 6 ve 1'inde örnek 4 şeklindeydi. 11 kistin ve 1 kist hidatik'in kontrastlanma özelliği örnek 6 (şekil 4.5.), FKF lezyonunun örnek 3 (şekil 4.6.), 2 FNH lezyonunun örnek 2 şeklindeydi (şekil 4.7). 2 abse lezyonundan büyük olanı örnek 5 ve diğeri örnek 4 şeklinde boyanma gösterdi (şekil 4.8.), (tablo 4.2.).

Geç Gd-BOPTA kontrastlı serilerde konsensus sonucu saptanan 42 metastazın kontrastlanma özellikleri; 30 lezyon örnek 3 (şekil 4.9.), 11 lezyon örnek 5 ve 1 lezyon örnek 2 şeklindeydi. 38 HCC'nin kontrastlanma özellikleri; 21 lezyon örnek 5 (4 tanesi az diferansiye, 7 tanesi orta diferansiye, 10 tanesinde patoloji yok), 10 lezyon örnek 2 (4 tanesi orta derecede diferansiye, 1 tanesi iyi diferansiye, 1 tanesi az diferansiye, 4 tanesinde patoloji yok), 5 lezyon örnek 4 (orta derecede diferansiye) ve 2 lezyon örnek 3 (orta derecede diferansiye) şeklindeydi. 15 CCC'un boyanma özellikleri; 12 tanesinde örnek 3 (şekil 4.3.) ve 3 tanesinde örnek 2 şeklindeydi. 22 hemanjiyomun boyanma özellikleri; 11'inde örnek 5 (şekil 4.4.), 9'unda örnek 1, 1'inde örnek 2 ve 1'inde örnek 4 şeklindeydi. 11 kistin ve 1 kist hidatik'in boyanma özelliği tamamında örnek 5 şeklindeydi (şekil 4.5.). 1 FKF lezyonu örnek 2 (şekil 4.6.), 2 adet FNH lezyonu ise örnek 1 boyanma özelliği gösterdi (şekil 4.7.). 2 abse lezyonundan büyük olanı örnek 2 ve diğeri örnek 4 boyanma özelliği gösterdi (şekil 4.8.), (tablo 4.3.).

Tablo 4.2: Dinamik Gd-BOPTA kontrastlı serilerde saptanan lezyonların kontrastlanma özellikleri (parantez içindeki rakamlar dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerde saptanan lezyon sayısını göstermektedir)

Lezyon Tipi	Periferik nodüler sonrası sentripedal boyanma	Homojen Boyanma	Heterojen Boyanma	Çevresel boyanma	Septa benzeri boyanma	Boyanmama
Metastaz (39)		3	2	32	2	
HCC (33)		1	14	14	4	
CCC (12)			1	6	5	
Hemanjiyom (21)	19			1		1
Kist (11)						11
Kist Hidatik (1)						1
FNH (2)		2				
Abse (2)				1	1	
FKF (1)			1			

Tablo 4.3: Geç Gd-BOPTA kontrastlı serilerde saptanan lezyonların kontrastlanma özellikleri (parantez içindeki rakamlar Geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerde saptanan lezyon sayısını göstermektedir)

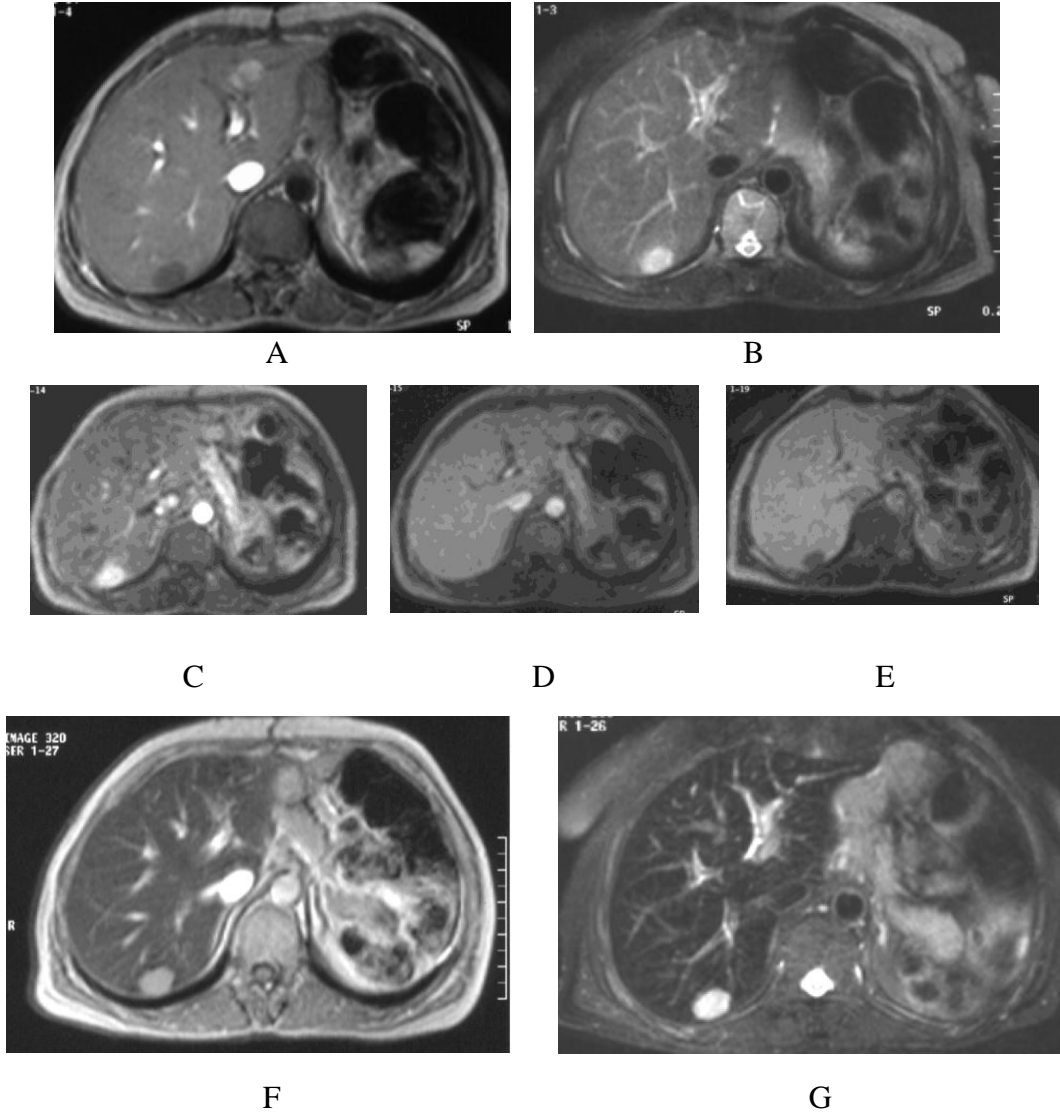
Lezyon Tipi	Homojen boyanma	Heterojen boyanma	Periferik wash-out	Periferik boyanma	Boyanmama
Metastaz (42)		1	30		11
HCC (38)		10	2	5	21
CCC (15)		3	12		
Hemanjiyom (22)	9	1		1	11
Kist (11)					11
Kist Hidatik (1)					1
FNH (2)	2				
Abse (2)		1		1	
FKF (1)		1			

Demiroksit kontrastlı serilerde konsensus sonucu saptanan 48 metastazın T1 ağırlıklı görüntülerde kontrastlanma özellikleri; 32 lezyon ring tarzında boyanma gösterdi (ekil 4.9.). 15 lezyon hafif veya orta derecede homojen veya heterojen boyandı. Ancak bu lezyonlar intrahepatik vasküler yapılara göre hipointens özellikteydi. 1 lezyon karaciğere izointens. Hiçbir metastaz T2 ağırlıklı görüntülerde kontrastlanma (negatif kontrastlanma) göstermedi. 42 HCC'nin T1 ağırlıklı görüntülerde kontrastlanma özellikleri; 9'unda ring tarzında boyanma izlendi (ekil 4.10). 33 tanesi karaciğere göre hiperintens. Bu lezyonların 31 tanesi vasküler yapılara göre hipointens, 2 tanesi ise izointens. Hiçbir HCC lezyonu T2 ağırlıklı görüntülerde negatif kontrastlanma göstermedi. 18 CCC'un 7 tanesi ring tarzında boyandı. 5 tanesi karaciğere göre hafif hiperintens, 5 tanesi izointens ve 1 tanesi hipointens olarak izlendi. 22 hemanjiyomun 16 tanesi karaciğere göre hiperintens ve vasküler yapılara göre izointens boyandı. 4 tanesi karaciğere göre hafif hiperintens, vasküler yapılara göre hipointens; 1 tanesi karaciğere göre izointens, vasküler yapılara göre hipointens özellikteydi. 1 tanesi ise ring tarzında boyandı. 3 hemanjiyom lezyonu T2 ağırlıklı görüntülerde negatif kontrastlanma gösterdi (ekil 4.11). 11 kistin 6'sı karaciğere göre hipointens, 5'i izointens

izlenirken, tümü vasküler yapılara göre hipointensi (şekil 4.12.). 1 kist hidatik karaciğere göre izointens ve vasküler yapılara göre hipointensi (şekil 4.5.). FKF'in özellikleri, karaciğere göre hiperintens ve vasküler yapılara göre izointensi. T2 ağırlıklı görüntülerde negatif kontrastlanma izlendi (şekil 4.6.). 2 FNH lezyonu karaciğere göre hafif hiperintens ve vasküler yapılara göre hipointens izleniyordu. T2 ağırlıklı görüntülerde 2 lezyonda da negatif kontrastlanma izlendi (şekil 4.7). 2 abse lezyonu hem karaciğere göre hem de vasküler yapılara göre hipointensi (şekil 4.8), (tablo 4.4.).

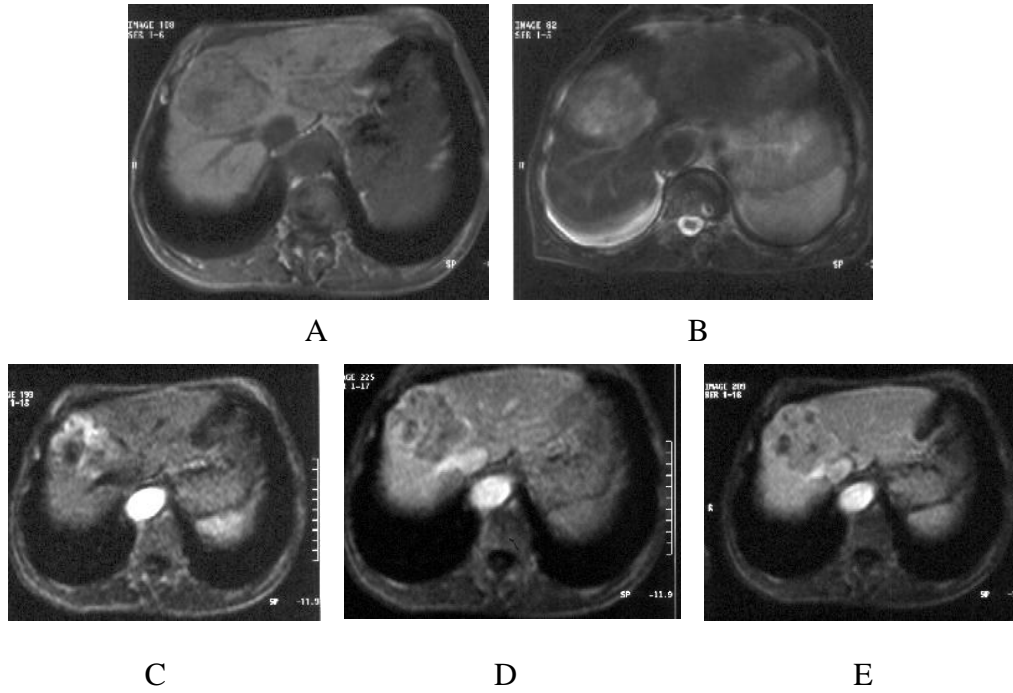
Tablo 4.4.: Demiroksit kontrastlı serilerde saptanan lezyonların T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerde kontrastlanma özellikleri (parantez içindeki rakamlar saptanan lezyon sayısını göstermektedir)

Lezyon tipi	T1 ağırlıklı görüntüler			T2 ağırlıklı görüntüler	
	Homojen/heterojen kontrastlanma	Ring tarzında kontrastlanma	Kontrastlanma olmaması	Negatif kontrastlanma	Kontrastlanma olmaması
Metastaz (48)	15	32	1		48
HCC (42)	33	9			42
CCC (18)	5	7	6		18
Hemanjiyom (22)	20	1	1	3	19
Kist (11)			11		11
Kist hidatik (1)			1		1
FNH (2)	2			2	
Abse (2)			2		2
FKF (1)	1			1	

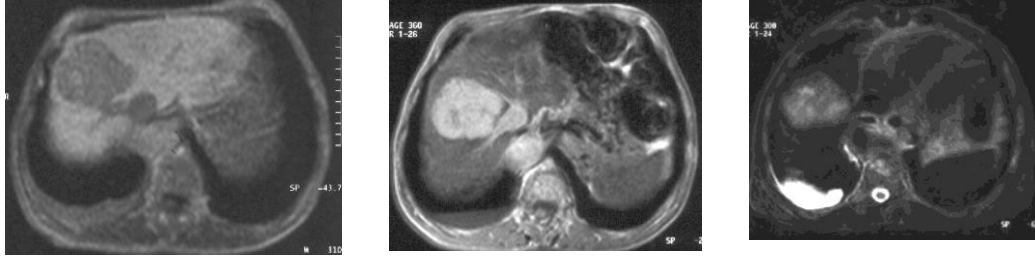


Şekil 4.1: Olgu 1. Karsinoid metastazı. 45 yaşında bayan hasta. 2 ay önce midede iki ayrı odaktan adenoca ve karsinoid tümör eksizyonu yapılmış. Kontrollerde BT tetkikinde karaciğer 7. segmentte 2x1 cm boyutunda subkapsüler yerleşimli lezyon izleniyor. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyon hipointens görünümündedir. (B)- Kontrastsız aksiyel yağ baskılamalı T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon orta derecede hiperintens olarak izleniyor. Gadolinyum kontrastlı dinamik aksiyel T1 GRE görüntülerde (11/4.2; flip angle 10°); (C)- Arteriyel fazda lezyon difüz, homojen ve güçlü bir şekilde kontrastlanıyor. (D)- Portal fazda lezyon karaciğerle izointens olduğundan seçilemiyor. (E)- Gadolinyum kontrastlı geç dönem (90. dakika) elde edilen aksiyel T1 GRE görüntüde (11/4.2; flip angle 10°) ise, lezyon karaciğere göre hipointens olarak izleniyor. (F)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip

angle 70°), lezyonun karaciğer parankimine göre hiperintens ve homojen görünümde olduğu dikkati çekiyor. (G)- Demiroksit kontrastlı yağ baskılamalı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon karaciğere göre belirgin hiperintens izleniyor. Ayrıca kontrastsız görüntü ile karşılaştırıldığında sinyal azalması izlenmiyor. Bu durum lezyonun kupffer hücresi içermediğini gösteriyor. Lezyonun dinamik gadolinyum kontrastlı çalışmada arteriyel fazda boyanması ve demiroksit kontrastlı T1 FLASH görüntüde hiperintens olarak izlenmesi nedeni ile hipervasküler özellikte olduğu ve bu nedenle karsinoide ait metastatik bir odak olduğu düşünüldü. Lezyon-karaciğer kontrast farkı demiroksit kontrastlı görüntüde, kontrastsız görüntüye göre (B'deki resim) artmıştır.



Şekil 4.2: Olgu 2

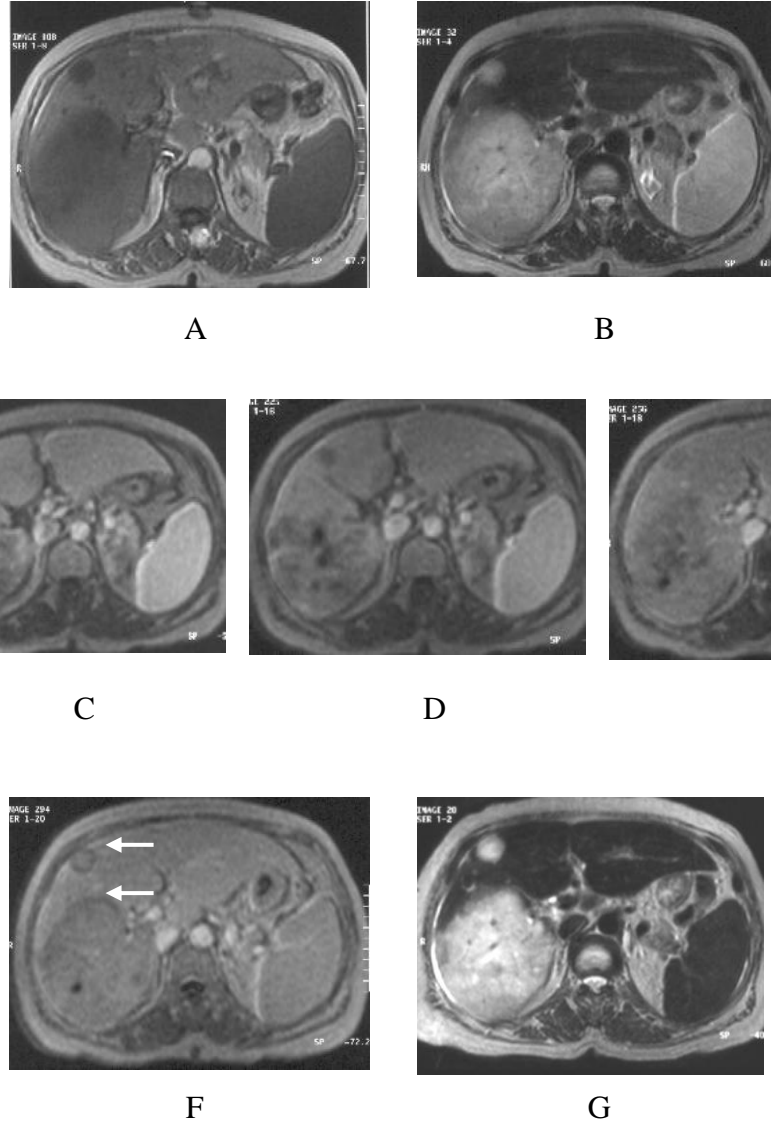


F

G

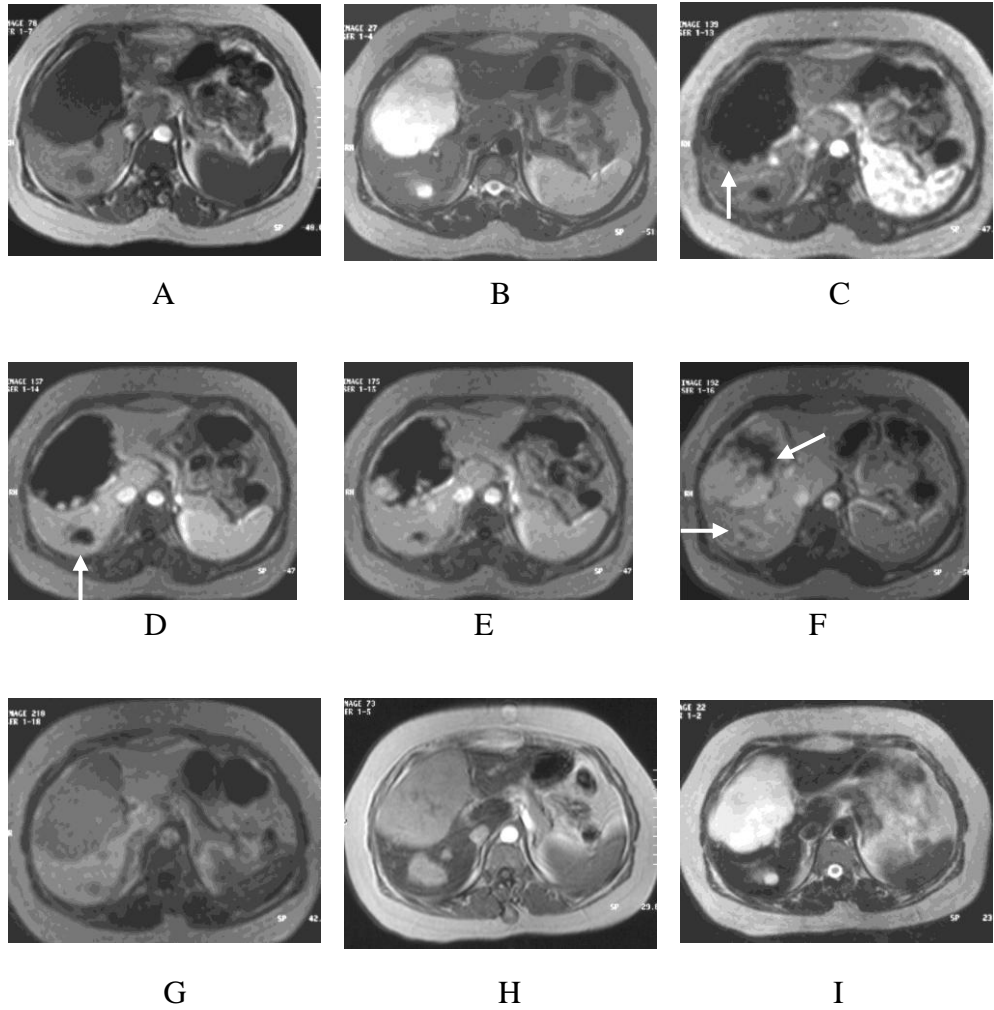
H

Şekil 4.2 (devamı): Olgu 2. 79 yaşında sağ üst kadranda ağrısı ile başvuran erkek hastada, segment 4A lokalizasyonunda 7 cm boyutunda HCC lezyonu saptanıyor. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyon hafif hipointens ve heterojen karakterde izleniyor. (B)- Kontrastsız aksiyel yağ baskılamalı T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon hafif hiperintens ve heterojen görünümde izleniyor. Gadolinyum kontrastlı dinamik aksiyel T1 GRE görüntülerde (11/4.2; flip angle 10°); (C)- Arteriyel dönemde lezyon belirgin olarak kontrastlanıyor. (D)- Portal fazda lezyon wash-out göstermeye başlıyor. (E)- Denge fazında wash-out'un devam ettiği dikkati çekiyor. Bu fazlarda kapsüller tarzda kontrastlanma dikkati çekmektedir. (F)- Gadolinyum kontrastlı geç dönem (90. dakika) elde edilen aksiyel T1 GRE görüntüde (11/4.2; flip angle 10°), lezyonun diffüz wash-out göstererek, karaciğere göre hipointens özellik kazandığı izleniyor. (G)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyon karaciğere göre hiperintens olarak izleniyor. Bu durum HCC lezyonları için iyi diferansiyasyon kriteri olarak kabul edilmektedir. (H)- Demiroksit kontrastlı yağ baskılamalı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon heterojen hiperintens görünümde izleniyor. Kontrastsız T2 TSE görüntü ile karşılaştırıldığında lezyonda kontrast tutulumu izlenmiyor. Lezyon içerisinde nekrotik komponentler ve sağda plevral sıvı mevcut.



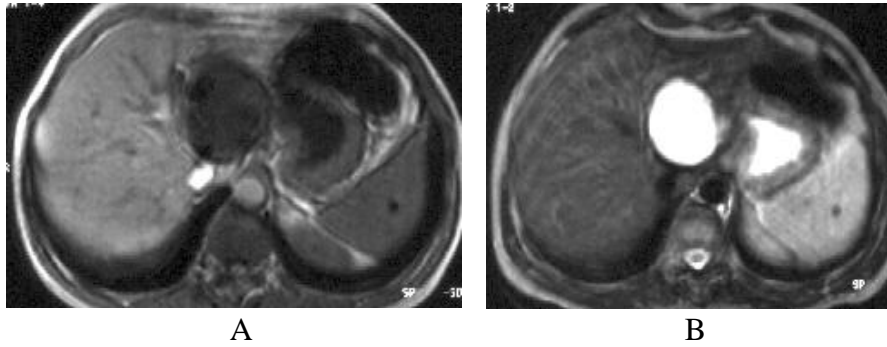
Şekil 4.3: Olgu 3. CCC olgusu. Sağ üst kadranda ağrısı ile başvuran 56 yaşında bayan hastada yapılan BT ve US incelemelerinde karaciğer sağ lobunu büyük oranda dolduran yer kaplayan oluşum saptandı. Ayrıca bu büyük lezyonun çevresinde değişik boyutlarda satellit nodüller de izlendi. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), kesite giren iki lezyon hipointens olarak izlenmektedir. (B)- Kontrastsız aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyonlar heterojen hiperintens olarak izlenmektedir. Gadolinyum kontrastlı dinamik aksiyel T1 GRE görüntülerde (11/4.2; flip angle 10°); (C)- Arteriyel fazda lezyonlar çevresel ağırlıklı olmak üzere heterojen kontrastlanma gösteriyor. (D)- Portal fazda lezyonların boyanmasında belirgin bir değişiklik izlenmiyor. (E)- Denge fazında lezyonlar karaciğere göre hafif hipointens görünümündedir. (F)- Gadolinyum kontrastlı

geç dönem (20. dakika) elde edilen aksiyel T1 GRE görüntüde (11/4.2; flip angle 10°), lezyonlarda çevresel wash-out dikkati çekiyor (periferik wash-out bulgusu) (oklar). (G)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyonlar heterojen hiperintens özellikte olup, lezyonların sınırlarının daha net olarak seçildiği dikkati çekiyor. Kontrastsız görüntü ile karşılaştırıldığında (B'deki resim) lezyonlarda kontrast tutulumu izlenmiyor.

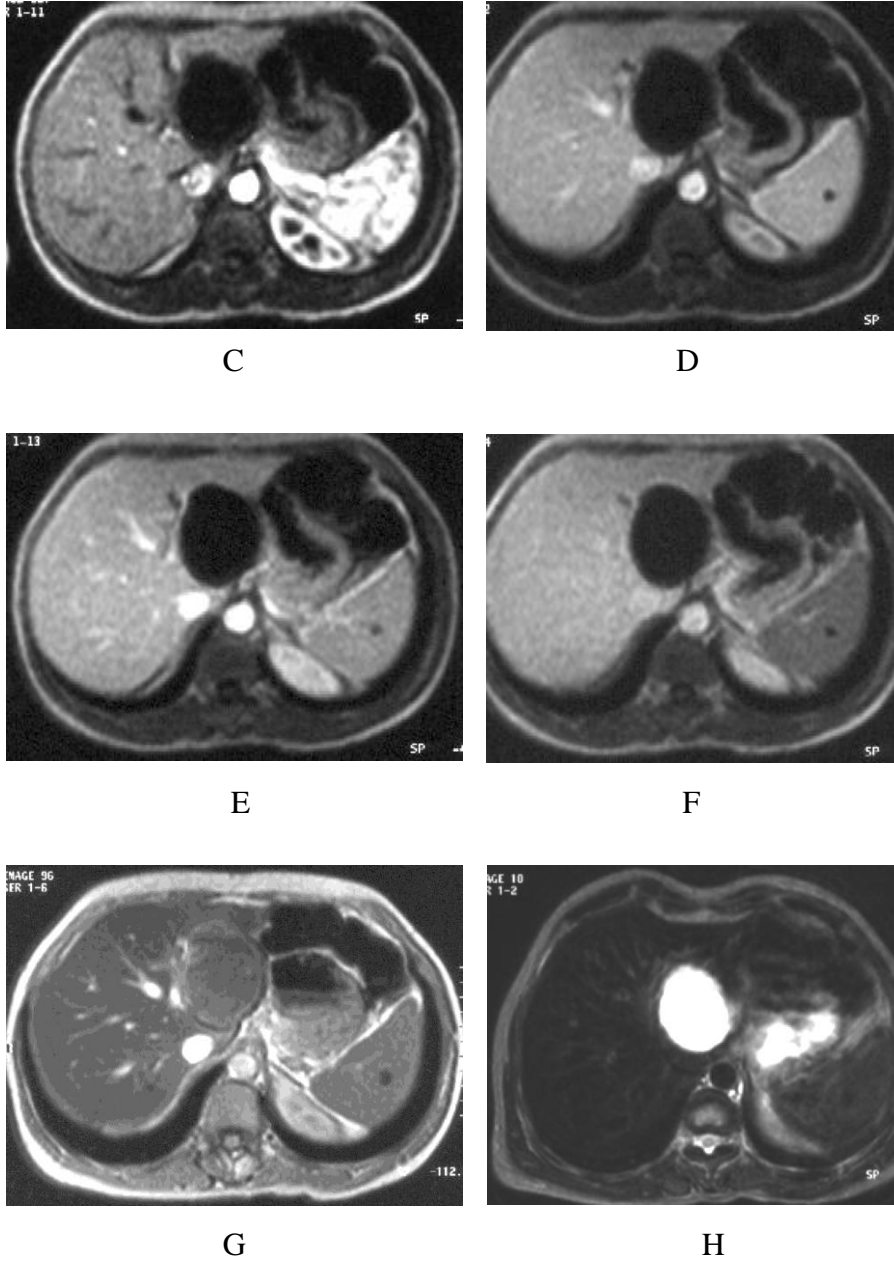


Şekil 4.4: Olgu 4. Sağ üst kadranda ağrısı ile başvuran 43 yaşında bayan hastada; yukarıdaki kesitlerde iki tanesi izlenen toplam 4 adet yer kaplayan oluşum saptandı. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°) lezyonlar hipointens olarak izlenmektedir. (B)- Kontrastsız aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyonlar hiperintens görünümündedir. Gadolinyum

kontrastlı dinamik aksiyel T1 GRE görüntülerde (11/4.2; flip angle 10°); (C)- Arteriyel fazda büyük lezyonda periferik nodüler tarzda boyanma izleniyor (ok). Küçük lezyonda ise henüz boyanma izlenmiyor. (D)- Portal fazda büyük lezyonda boyanmanın ilerlemesi ile birlikte, küçük olan lezyonda da posterior duvardan periferik nodüler boyanmanın başladığı görülüyor (ok). (E)- Denge fazında her iki lezyonda da periferik nodüler boyanmanın sentripedal olarak devam ettiği izleniyor. (F)- Gadolinyum kontrastlı geç dönem (20. dakika) elde edilen aksiyel T1 GRE görüntüde (11/4.2; flip angle 10°), her iki lezyonun da belirgin olarak boyanması ile birlikte, santralde boyanmayan hipointens alanlar (oklar) dikkati çekiyor. Tanımlanan boyanma paterni hemanjiyomlar için Tip 3 boyanma paternine uymaktadır. (G)- Gadolinyum kontrastlı 90. dk.da alınan aksiyel T1 GRE görüntüde (11/4.2; flip angle 10°) lezyonların wash-out'a uğrayarak karaciğer parankimine göre daha hipointens oldukları görülüyor. (H)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°) lezyonların karaciğer parankimine göre hiperintens görünümde oldukları izleniyor. Periferik hiperintens rim bulgusu mevcut değil. (I)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyonlar hiperintens olarak izleniyor. Kontrastsız görüntü ile karşılaştırıldığında (B'deki resim) lezyonların kontrast tutmadıkları görülüyor.

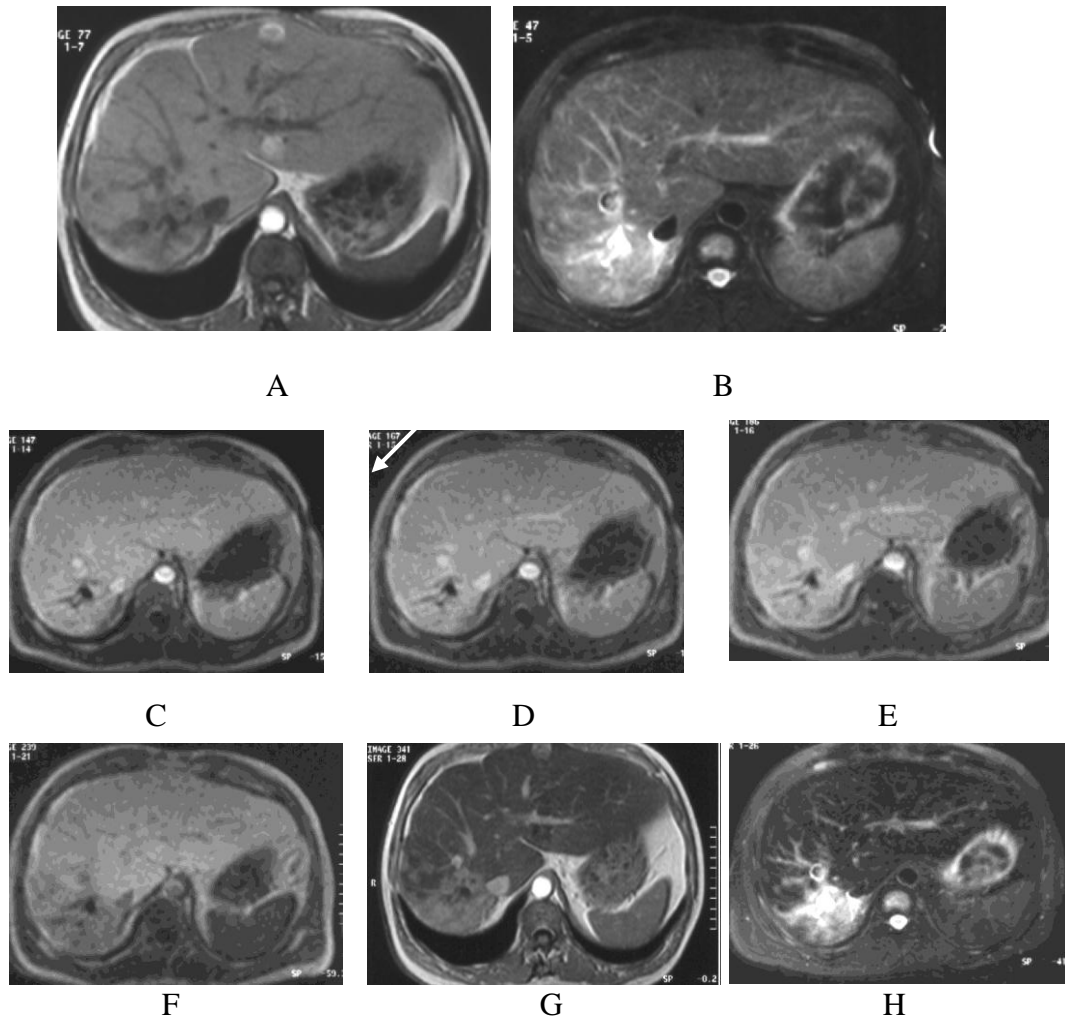


Şekil 4.5: Olgu 5.



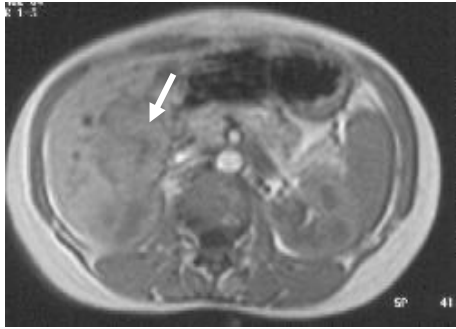
Şekil 4.5 (devamı): Olgu 5. Kist Hidatik olgusu. Karaciğer 3. segmentten porta hepatis'e uzanım gösteren yaklaşık 5x7x6 cm boyutlarında yer kaplayan oluşum mevcuttur. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyon hipointens izleniyor. (B)- Kontrastsız aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon belirgin hiperintens görünümündedir. Gadolinyum kontrastlı dinamik aksiyel T1 GRE görüntülerde (11/4.2; flip angle 10°); (C)- Arteriyel fazda, (D)- Portal fazda, (E)-Denge fazında lezyonda kontrast tutulumu izlenmiyor. (F)- Gadolinyum kontrastlı geç dönem (20. dk) elde edilen aksiyel T1 GRE görüntüde (11/4.2; flip angle 10°), lezyon kontrast tutmuyor. (G)- Demiroksit kontrastlı aksiyel

T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyon karaciğerle izointens görünümde izleniyor. Lezyon çevresinde kapsül varlığı dikkati çekiyor. (H)-Demiroksit kontrastlı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon belirgin hiperintens özellikte olup, lezyon/karaciğer kontrastının arttığı dikkati çekiyor. Dalakta tüm sekanslarda hipointens olarak izlenen ve kontrast tutmayan kalsifikasyon odağı mevcuttur. Demiroksit kontrastlı T2 TSE görüntüde dalak intensitesinin azalmasına bağlı olarak, kalsifikasyon odağı güçlkle seçilebiliyor.



Şekil 4.6: Olgu 6. Fokal Konfluent Fibrozis. 7 yıl önce ateşli silah yaralanması sonucu segment 6 ve 7 rezeksiyonu yapılan 41 yaşındaki erkek hastada, yapılan MR tetkikinde sağ lob posterior kesimde tam sınır vermeyen heterojen karakterde sinyal değişikliği izleniyor. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), bu alan hafif hipointens izleniyor. (B)- Kontrastsız aksiyel yağ

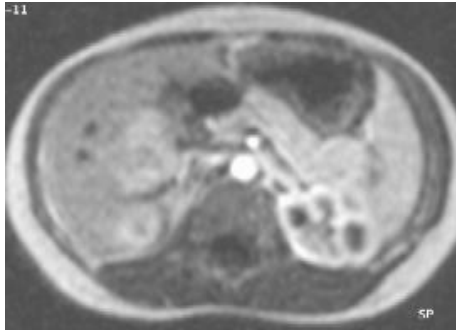
baskılamalı T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) bu alan hafif hiperintens görünümündedir. Gadolinyum kontrastlı dinamik aksiyel T1 GRE görüntülerde (11/4.2; flip angle 10°); (C)- Arteriyel fazda bu alanda kontrastlanma izleniyor. (D)- Portal fazda ve (E)- Denge fazında boyanmanın progresif olarak devam ettiği dikkati çekiyor. (F)- Gadolinyum kontrastlı geç dönem (90. dakika) elde edilen aksiyel T1 GRE görüntüde (11/4.2; flip angle 10°) bu alan, wash-out sonucu karaciğere göre hipointens olarak izleniyor. (G)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyonun karaciğer parankimine göre hiperintens karakterde olduğu dikkati çekiyor. (H)- Demiroksit kontrastlı yağ baskılamalı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) bu alan karaciğere göre hiperintens olarak izleniyor. Kontrastsız T2 görüntü ile karşılaştırıldığında, bu alanda intensite kaybı dikkati çekmektedir. Bu durum, burada kupffer hücrelerinin bulunduğu bir göstergesidir. Oklar, fibrozis alanı içerisinde genişlemiş safra yollarını göstermektedir.



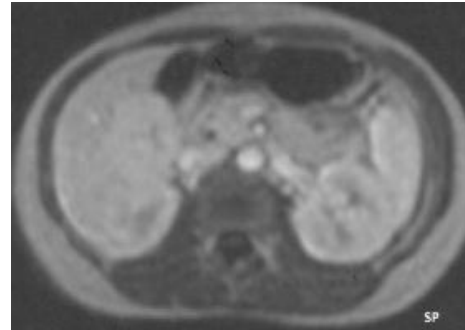
A



B

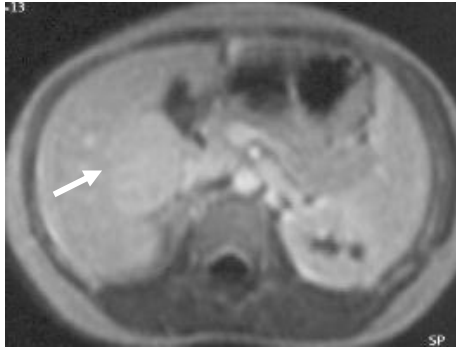


C

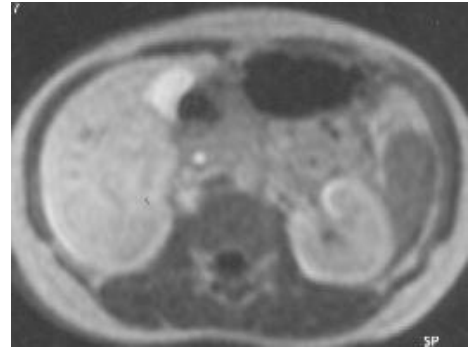


D

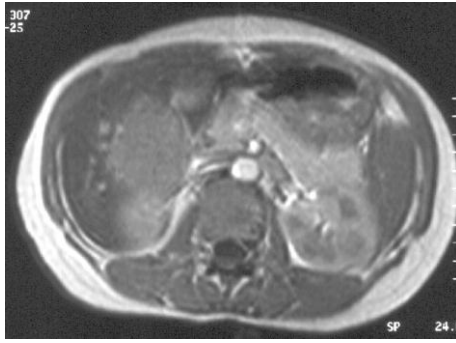
Şekil 4.7: olgu 7



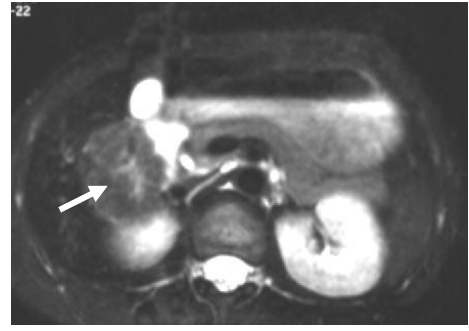
E



F



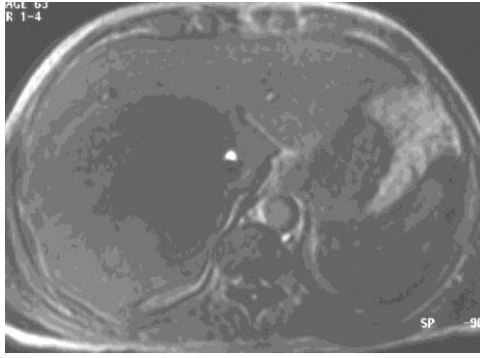
G



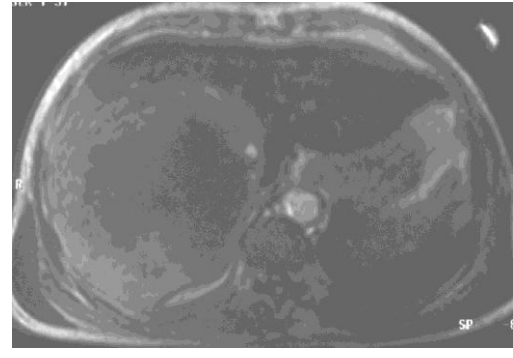
H

Şekil 4.7 (devamı): Olgu 7. FNH olgusu. 25 yaşında bayan hastada karaciğer 5. segmentte, BT’de insidental olarak 4x5 cm boyutunda lezyon saptandı. Yapılan MR tetkikinde; (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyon karaciğere göre hafif hipointens izleniyor. (B)- Kontrastsız aksiyel yağ baskılamalı T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon hafif hiperintens olarak izleniyor. Lezyonun santralinde T1 FLASH sekansında lezyondan daha hipointens ve T2 TSE sekansında lezyondan daha hiperintens vasıfta santral skar ile uyumlu görünüm mevcut (oklar). Gadolinyum kontrastlı dinamik aksiyel T1 GRE görüntülerde (11/4.2; flip angle 10°); (C)- Arteriyel fazda lezyon belirgin olarak boyanırken, skar dokusu boyanmıyor. (D)- Portal fazda lezyon karaciğere göre hafif hiperintens, santral skar ise hipointens olarak izleniyor. (E)- Denge fazında lezyonun karaciğere göre hafif hiperintens olduğu, santral skarın ise boyanarak lezyona göre daha hiperintens izlendiği dikkati çekiyor (ok). (F)- Gadolinyum kontrastlı geç dönem (90. dakika) elde edilen aksiyel T1 GRE görüntüde (11/4.2; flip angle 10°), lezyon karaciğerle izointens, santral skar ise hipointens olarak izleniyor. (G)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyon

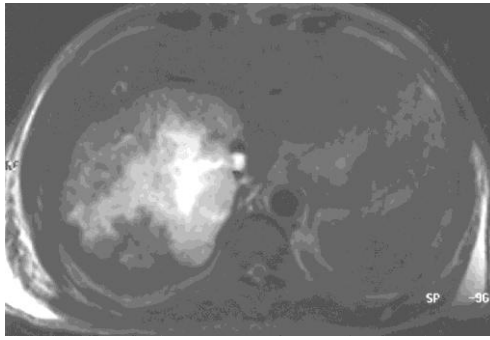
karaciğer parankimine göre hiperintens olarak izleniyor. Santral skar seçilemiyor. (H)- Demiroksit kontrastlı yağ baskılamalı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°), lezyon karaciğere göre izo-hafif hiperintens olup, santral skarı belirgin hiperintens olarak izleniyor (ok). Kontrastlı T2 ağırlıklı görüntü kontrastsız görüntü ile karşılaştırıldığında (B'deki resim) lezyonun intensitesinin azaldığı izlenmektedir. Bu durum lezyonun RES hücresi ihtiva ettiğini göstermektedir.



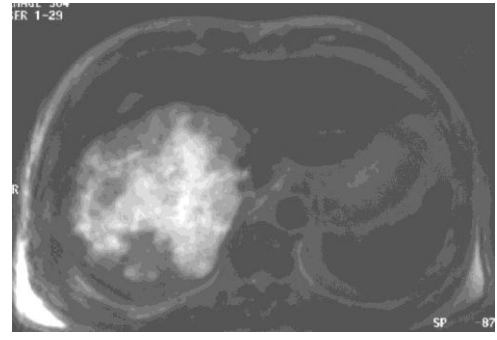
A



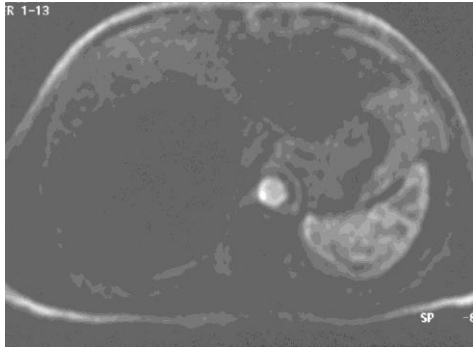
B



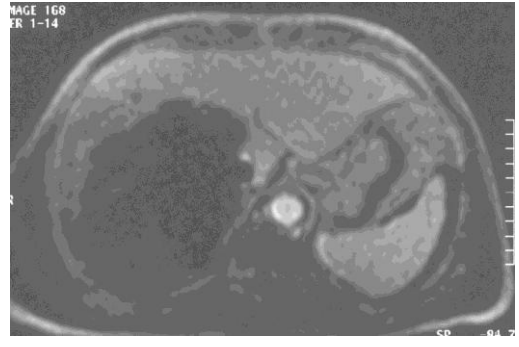
C



D

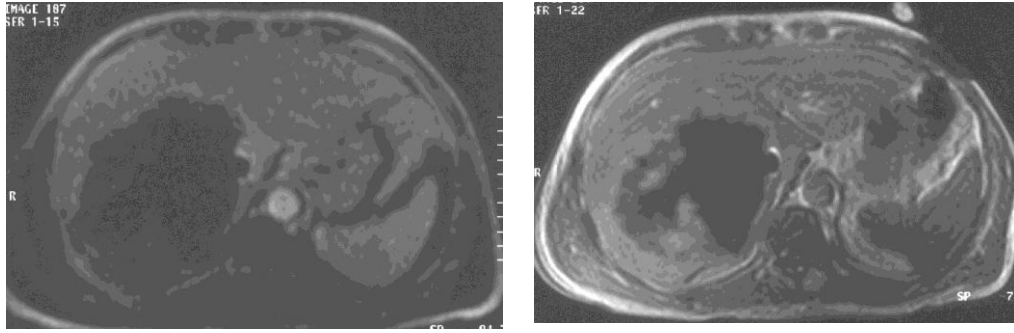


E



F

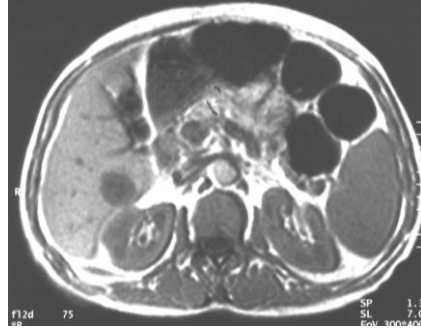
Şekil 4.8: Olgu 8.



G

H

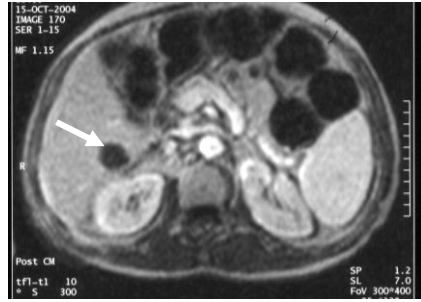
Şekil 4.8 (devamı): Olgu 8. Ateş ve karın ağrısı şikayeti ile başvuran 52 yaşında erkek hastada, yapılan US ve BT tetkiklerinde karaciğer sağ lobda yer kaplayan oluşum saptandı. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°) lezyon heterojen hipointens karakterde izleniyor. (B)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°) lezyon heterojen ve karaciğere göre hipointens olarak izlenmektedir. (C)- Kontrastsız aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon heterojen ve orta derecede hiperintens olarak izleniyor. Lezyonun içerisinde belirgin hiperintens alanlar dikkati çekiyor. (D)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon heterojen ve hiperintens özellikle olup, kontrastsız görüntü ile karşılaştırıldığında kontrast tutulumu izlenmiyor. Gadolinyum kontrastlı dinamik aksiyel T1 GRE görüntülerde (11/4.2; flip angle 10°); (E)- Arteriyel fazda lezyonda belirgin bir kontrastlanma izlenmiyor. (F)- Portal faz görüntüde lezyonda çevresel hafif derecede kontrastlanan alanlar dikkati çekiyor. (G)- Denge fazında portal faza benzer boyanma paterni mevcuttur. (H)- Gadolinyum kontrastlı geç dönem (180. dakika) elde edilen aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyon çevresinde posterior kesimde daha belirgin olmak üzere boyanmada artış saptanıyor. Lezyonun MRG tetkiklerine göre tanısı olasılıkla malign olarak değerlendirildi. Opere olan hastada lezyonun patolojik tanısı amip absesi ile uyumludur.



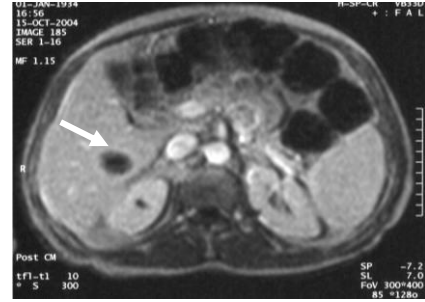
A



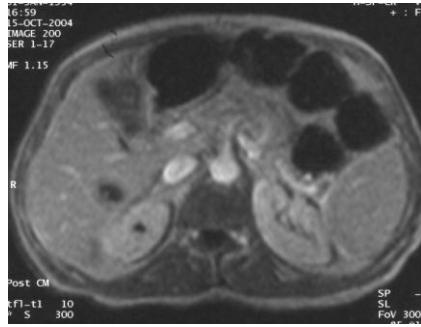
B



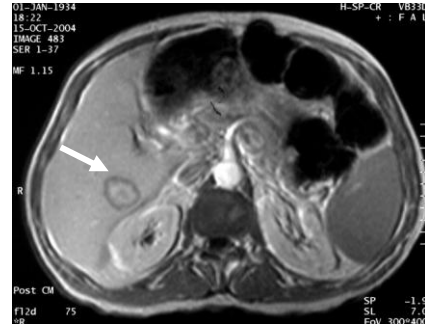
C



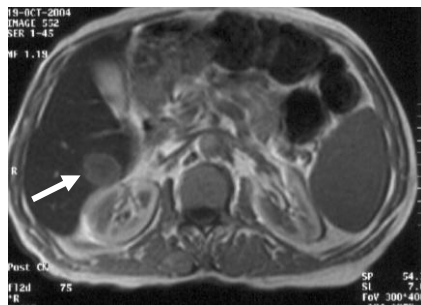
D



E



F



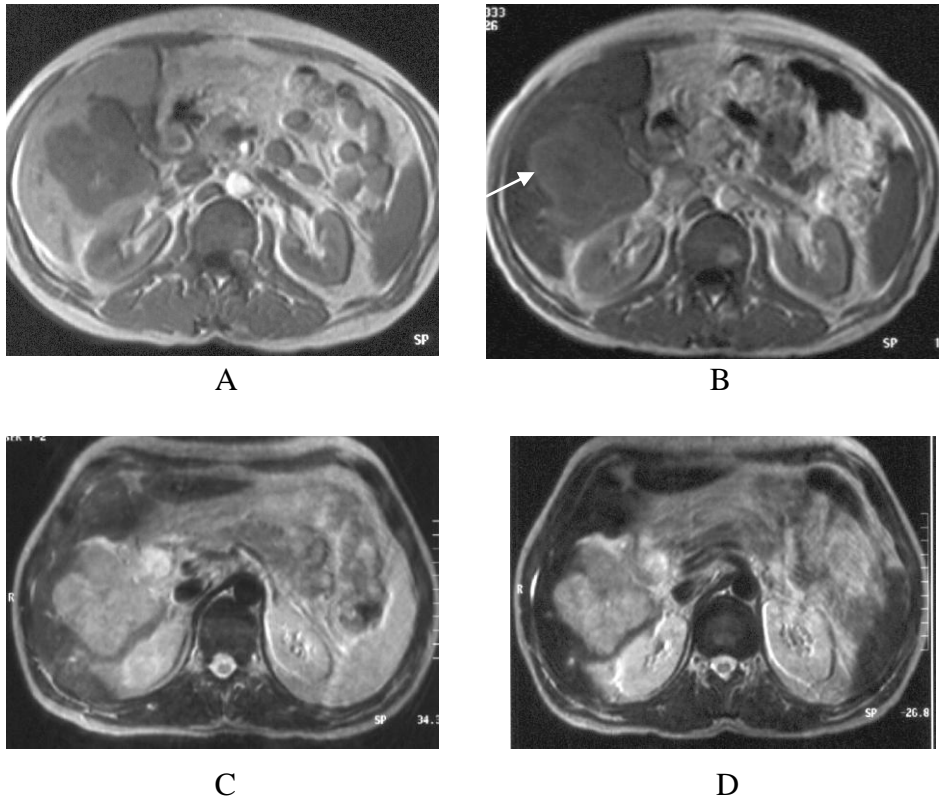
G



H

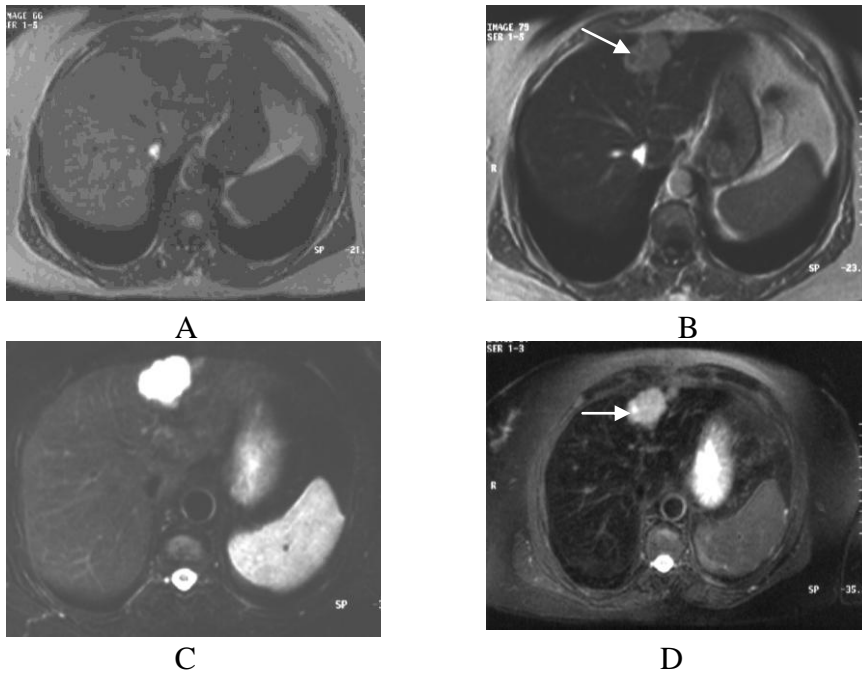
Şekil 4.9: Olgu 9. Kolorektal karsinom metastazı. Karaciğer 5. segmentte 3 cm çapında yer kaplayan oluşum saptanmıştır. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°) lezyon hipointens görünümündedir. (B)- Kontrastsız aksiyel yağ baskılamalı T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon

heterojen ve hiperintens özelliktedir. T2 ağırlıklı görüntüde lezyonun santralinde hiperintensite dikkati çekiyor. Gadolinyum kontrastlı dinamik aksiyel T1 GRE görüntülerde (11/4.2; flip angle 10°); (C)- Arteriyel dönem görüntüde lezyonun çevresinde belli-belirsiz boyanma dikkati çekiyor (ok). (D)- Portal fazda çevresel boyanma belirginleşmiş olarak izleniyor (ok). (E)- Denge fazında boyanmanın bir miktar santrale ilerlediği izleniyor. (F)- Gadolinyum kontrastlı geç dönem (90. dakika) elde edilen aksiyel T1 GRE görüntüde (11/4.2; flip angle 10°), lezyonun periferik wash-out gösterdiği (ok), santral kesiminde ise kontrastlanmanın devam ettiği dikkati çekiyor. (G)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyonun izo-hiperintens görünümde olduğu, çevresel hiperintens rim bulgusunun izlendiği (ok) dikkati çekiyor. (H)- Demiroksit kontrastlı yağ baskılamalı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon heterojen hiperintens olup, kontrastsız görüntü ile karşılaştırıldığında (B'deki resim) kontrast tutulumu olmadığı görülüyor. Ayrıca karaciğer/lezyon kontrast oranının arttığı izleniyor.



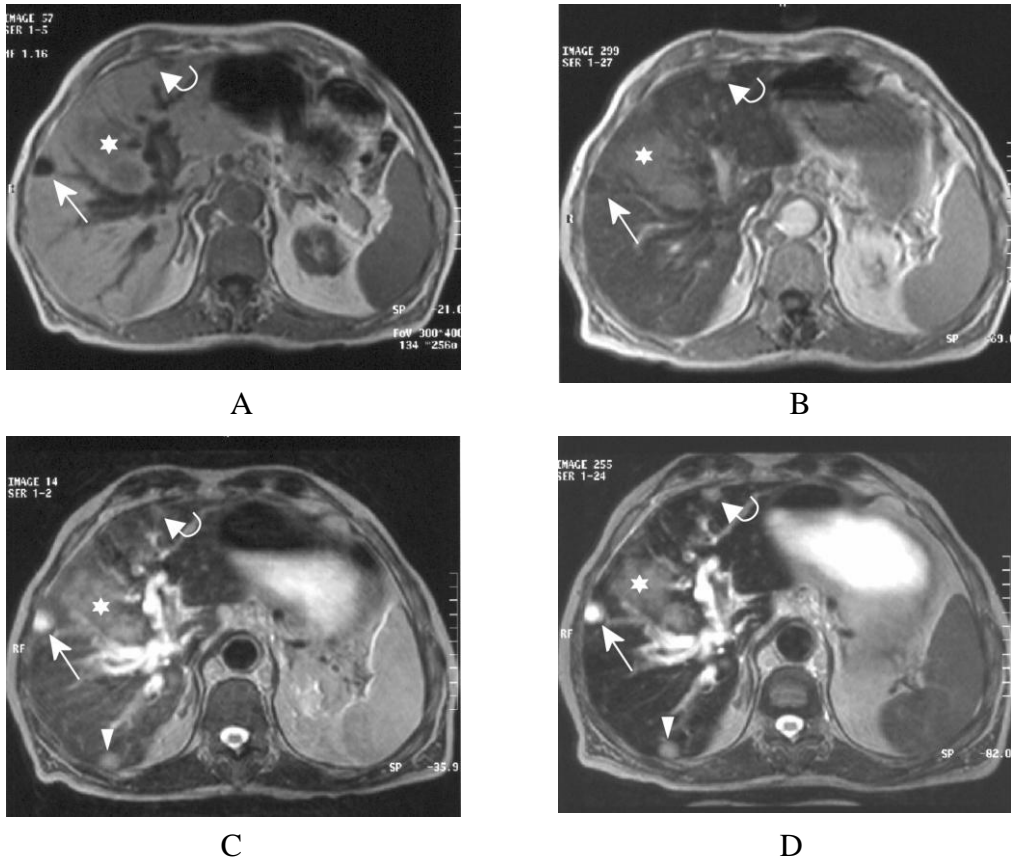
Şekil 4.10: Olgu 10. HCC olgusu. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), 5. segmentte 9x8 cm boyutunda, lobüle konturlu, heterojen

hipointens kitle lezyonu izleniyor. (B)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyon karaciğer parankimine göre izo-hafif hiperintens görünümde. Lezyon çevresinde hiperintens rim dikkati çekiyor (ok). (C)- Kontrastsız aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon heterojen ve orta derecede hiperintens olarak izleniyor. (D)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon heterojen hiperintens karakterde izleniyor. Kontrastsız görüntü ile karşılaştırıldığında (C'deki resim) lezyonda demiroksit tutulumu olmadığı izleniyor.



Şekil 4.11: Olgu 11. Hemanjiyom. Karaciğer sol lobda birbirine yakın komşulukta iki adet hemanjiyom olgusu. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyon hipointens olarak izleniyor. (B)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyonların karaciğer parankimine göre hiperintens oldukları dikkati çekiyor. Lezyon içerisinde karaciğerle izointens özellikte milimetrik boyutlu kistik komponent izleniyor (ok). (C)- Kontrastsız aksiyel yağ baskılamalı T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) büyük lezyon belirgin hiperintens olarak izleniyor. Anteriordaki küçük lezyonun görüntüye tamamı girmediği için parsiyel volüm etkisi ile düşük intensiteli olarak izleniyor. (D)- Demiroksit kontrastlı yağ baskılamalı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip

angle 180°) karaciğer intensitesinin azalmasına rağmen, karaciğer/lezyon kontrast oranı kontrastsız tetkike göre azalıyor. Bu bulgu lezyonda kontrast tutulumu olduğunun göstergesidir. Bu durum, hemanjiyom lezyonu içerisindeki anormal vasküler yapılarda kontrast göllenmesine sekonder meydana gelmektedir. Lezyonun sağ kesiminde milimetrik boyutlu kistik görünüm izlenmektedir (ok). Bu kistik görünüm kontrastsız tetkiklerde seçilemiyor.



Şekil 4.12: Olgu 12. Metastaz ve kist olgusu. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°) karaciğer sağ lobda subkapsüler yerleşimli 1.5 cm çapında belirgin hipointens lezyon izleniyor (ok). (B)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), lezyon hipointens görünümündedir (ok). (C)- Kontrastsız aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon belirgin hiperintens izleniyor (ok). (D)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) lezyon, karaciğer intensitesinin düşmesi nedeniyle, C'deki resimle karşılaştırıldığında karaciğere göre sinyal farkının daha da arttığı

dikkati çekiyor (ok). Kontrastsız görüntülerle lezyonun T1 ağırlıklı görüntüde belirgin hipointens, T2 ağırlıklı görüntüde belirgin hiperintens izlenmesi nedeni ile öncelikle kist düşünülebilir ancak hemanjiyom ekarte edilemez. Demiroksit kontrastlı T2 TSE sekansında bu iki tanı arasında ayırım yapmak yine güçtür ama, kontrastlı T1 FLASH görüntüde hemanjiyomun karaciğere göre hiperintens ve vasküler yapılarla izointens olması beklendiğinden, bu lezyonun kist olduğu söylenebilmektedir. Portal ven anteriorunda büyük bir metastaz lezyonunun bir kısmı görüntülere girmiştir (yıldız). T2 ağırlıklı kontrastsız görüntülerde sağ lob posterior kesimde izlenen bir başka lezyon kist ile karşılaştırıldığında intensitesi daha düşük olarak izlenmektedir (ok başı). Ayrıca sol lobda A'daki resimde hipointens, B, C ve D'deki resimlerde hiperintens olarak izlenen bir başka lezyon daha mevcuttur (kıvrık ok). Bu lezyonlar da metastaz ile uyumludur.

4.2. Lezyonların Saptanması:

52 hastada toplam 163 karaciğer lezyonu incelendi. Lezyonların 41 tanesi (%25) 4-10 mm, 54 tanesi (%33) 11-20 mm, 22 tanesi (%14) 21-30 mm, 46 tanesi (%28) ise 30-170 mm boyutlarındaydı (tablo 4.5.).

Her iki gözlemcinin ayrı ayrı ve konsensus sonucu, lezyon saptanmasında her bir serideki performansı A_z değeri olarak tablo 4.6. ve şekil 4.13. ve 4.14.'de gösterilmiştir. Her iki gözlemcinin demiroksit kontrastlı görüntülerdeki A_z değerleri (konsensus sonucu 0.944), kontrastsız MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan, geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ve kontrastsız MR görüntülerin dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden daha iyi bulunmuştur ($p<0.05$). Demiroksit kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesindeki A_z değerleri (konsensus sonucu 0.966); kontrastsız MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan, geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ve kontrastsız görüntülerin dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede (sırasıyla $p<0.01$, $p<0.01$, $p=0.01$ ve $p<0.05$) daha iyi bulunmuştur. Gözlemciler arasında her bir serideki benign-malign ayırımının uyum derecesi oldukça iyi ile mükemmel arasında değişmekteydi (sırasıyla kontrastsız $k=0.78$, dinamik Gd-BOPTA $k=0.81$, geç Gd-BOPTA $k=0.80$, dinamik Gd-BOPTA+kontrastsız $k=0.79$, geç Gd-

BOPTA+kontrastsız k=0.84, dinamik Gd-BOPTA+geç Gd-BOPTA+kontrastsız k=0.82, demiroksit kontrastlı k=0.85, demiroksit kontrastlı+kontrastsız k=0.78).

Tablo 4.5.: Karaciğer lezyonlarının boyut ve spesifik tanılarına göre dağılımı

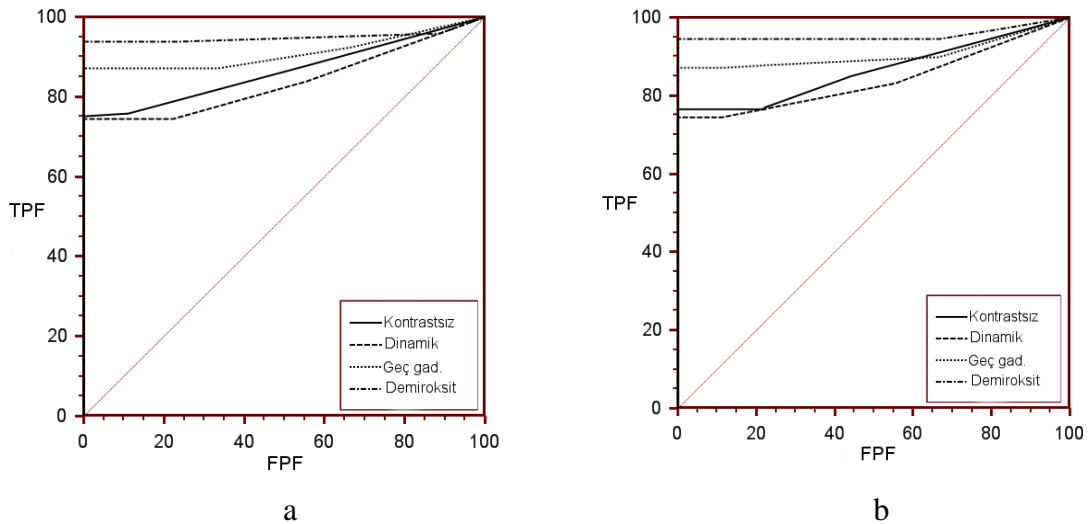
Spesifik tanılarına göre lezyon tipleri	Boyut				Toplam lezyon sayısı
	0-10 mm	11-20 mm	21-30 mm	>30 mm	
Malign Lezyonlar	30	38	17	34	119
Metastaz	21	14	10	12	57
HCC	4	18	6	14	42
CCC	5	6	1	8	20
Benign Lezyonlar	11	17	4	12	44
Hemanjiyom	5	9	2	7	23
Kist	6	4	2		12
FNH				2	2
Abse		1		1	2
Kist Hidatik				1	1
FKF				1	1
Rejenerasyon nodülü		3			3
Toplam Lezyon Sayısı	41	55	21	46	163

Tablo 4.6.: Her iki gözlemcinin ayrı ayrı ve konsensus sonucu, lezyon saptanmasında her bir serideki performansı A_z değeri

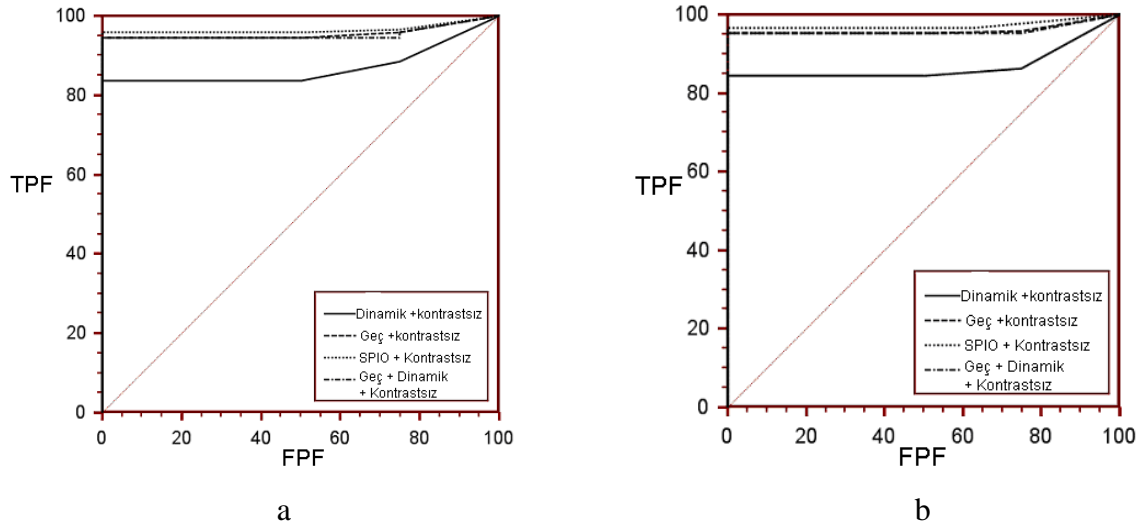
Görüntüleme Tekniği	1. okuyucu	2. okuyucu	Konsensus
Kontrastsız	0.834±0.047	0.844±0.0621	0.844±0.0621
Dinamik Gd-BOPTA	0.816±0.0506	0.816±0.0506	0.816±0.0506
Geç Gd-BOPTA	0.850±0.0437	0.856±0.0562	0.860±0.0444
Kontrastsız+dinamik Gd-BOPTA	0.856±0.0423	0.860±0.0234	0.865±0.0344
Kontrastsız+geç Gd-BOPTA	0.892±0.0339	0.898±0.0312	0.898±0.0312
Kontrastsız+(dinamik+geç)Gd-BOPTA	0.892±0.0339	0.898±0.0312	0.898±0.0312
Demiroksit kontrastlı	0.933±0.0236*	0.939±0.0311*	0.944±0.0112*
Kontrastsız+demiroksit kontrastlı	0.951±0.0186*	0.960±0.0162*	0.966±0.0526*

* Performansı kontrastsız MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan, geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ve kontrastsız MR görüntülerin dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden daha iyidir ($p<0.05$).

•Performansı kontrastsız MR'dan ($p<0.01$), dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.01$), geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p=0.01$) ve kontrastsız görüntülerin dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.05$) daha iyidir.



Şekil 4.13: Kontrastsız ve kontrastlı görüntülerin ayrı ayrı yorumlanması sonucu saptanan lezyon sayılarının ROC eğrileri ile gösterilmesi; a- 1. okuyucu, b- 2. okuyucu.



Şekil 4.14: Kontrastsız ve kontrastlı görüntülerin birlikte yorumlanması sonucu saptanan lezyon sayılarının ROC eğrileri ile gösterilmesi; a- 1. okuyucu, b- 2. okuyucu.

Her bir gözlemciye göre ayrı ayrı ve konsensus sonucu, lezyon saptanmasında her bir serinin duyarlılığı tablo 4.7.'de gösterilmiştir. Geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinin ve dinamik-geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinin sensitivitesi, kontrastsız MR'dan ve Gd-BOPTA kontrastlı dinamik MR'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede (sırasıyla $p < 0.05$ ve $p < 0.01$) daha iyi bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı görüntülerin sensitivitesi, kontrastsız MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan, geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ve kontrastsız görüntülerin dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede (sırasıyla $p < 0.01$, $p < 0.001$, $p < 0.05$ ve $p < 0.05$) daha iyi bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinin sensitivitesi, kontrastsız MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan, geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden, geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ve dinamik-geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden

istatistiksel olarak anlamlı derecede (sırasıyla $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.01$, $p<0.01$, $p<0.05$ ve $p<0.05$) daha iyi bulunmuştur.

Tablo 4.7: Her iki gözlemcinin ayrı ayrı ve konsensus sonucu, lezyon saptanmasında her bir serinin duyarlılığı (parantez içindeki değerler yüzde değerleri ifade etmektedir).

Görüntüleme tekniği	1. okuyucu	2. okuyucu	Konsensus
Kontrastsız MRG	129 (79)	131 (80)	131(80)
Gd-BOPTA kontrastlı dinamik MRG	122 (75)	122 (75)	122 (75)
Gd-BOPTA kontrastlı geç dönem MRG	134 (82)	135 (83)	135 (83)
Gd-BOPTA kontrastlı dinamik MRG+kontrastsız MRG	135 (83)	136 (83)	136 (83)
Gd-BOPTA kontrastlı geç dönem MRG+kontrastsız MRG	143 (88) •	144 (88) •	144 (88) •
Gd-BOPTA kontrastlı (dinamik+geç) MRG+kontrastsız MRG	143 (88) •	144 (88) •	144 (88) •
Demiroksit kontrastlı MRG	148 (91) °	149 (91) °	149 (91) °
Demiroksit kontrastlı MRG+kontrastsız MRG	153 (94) ♥	154 (94) ♥	154 (94) ♥
<p>• Performansı kontrastsız MR'dan ($p<0.05$), Gd-BOPTA kontrastlı dinamik MR'dan ($p<0.01$) daha iyidir.</p> <p>° Performansı kontrastsız MR'dan ($p<0.01$), dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.001$), geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.05$) ve kontrastsız görüntülerin dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.05$) daha iyidir.</p> <p>♥ Performansı kontrastsız MR'dan ($p<0.001$), dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.001$), geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.01$) ve kontrastsız görüntülerin dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.01$), kontrastsız görüntülerin geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.05$) ve kontrastsız görüntülerin dinamik ve geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.05$) daha iyidir.</p>			

Kontrastsız serilerin lezyon saptamadaki duyarlılığı her bir gözlemciye göre %79 ve %80 idi (konsensus sonucu %80). Konsensus sonucu yanlış negatif lezyon sayısı 32 idi. Bu lezyonların 13 tanesi metastazdı. Bunların 10 tanesi boyutları küçük olduğundan (5 mm) izlenmedi. Kalan 3 tanesi (11 mm, 11 mm, 5 mm) karaciğerin diyafragmatik yüzünde (dam) olduğundan izlenmedi. 11 tane HCC lezyonundan 6 tanesi (21, 17, 15, 15, 15, 13 mm) karaciğerle izointens olduğundan izlenmedi. 4 tanesi (13, 10, 7, 5 mm) karaciğer damında olduğundan ve intensiteleri karaciğere yakın olduğundan, 1 tanesi ise küçük boyutu nedeni ile (5 mm) izlenmedi. 7 CCC lezyonundan 5 tanesi karaciğer damında olduğundan (11, 11, 11, 10, 8 mm), 2 tanesi de boyutu küçük olduğundan (6 ve 5 mm) izlenmedi. 1 kist lezyonu küçük boyutu (5 mm) nedeni ile izlenemedi. Her iki gözlemcinin yanlış pozitif lezyon sayısı 2 idi (8 mm). Bunların biri karaciğer sol lobda, diğeri sağ lob inferior kesimde intestinal yapıların parsiyel volüm etkisine bağlı idi.

Dinamik Gd-BOPTA kontrastlı serilerin lezyon saptamadaki duyarlılığı her iki gözlemciye göre ve konsensus sonucu %75 idi. Her iki gözlemcinin yanlış negatif lezyon sayısı 41 idi. Bu lezyonların 18 tanesi metastazdı. Bunların 5 tanesi (20, 10, 10, 8, 4 mm) karaciğerle izointens olarak boyandıkları için saptanamadı. 9 tane metastaz (8 tanesi 5 mm, 1 tanesi 4 mm) boyutları küçük olduğundan, 4 tanesi ise (11, 11, 8, 5 mm) karaciğer damında yerleşmiş olduğu için saptanamadı. 9 tane HCC lezyonundan 6 tanesi (18, 17, 15, 15, 13, 10 mm) karaciğerle izointens boyandığı için, 2 tanesi (11, 5 mm) karaciğer damında yerleşmiş olduğundan ve 1 tanesi (5 mm) küçük boyutu nedeni ile saptanamadı. 8 CCC lezyonundan 5 tanesi karaciğer damında yerleşmiş olduğundan (11, 11, 11, 10, 8 mm), 3 tanesi de boyutu küçük olduğundan (7, 6, 5 mm) izlenmedi. 2 tane hemanjiyom (10 ve 7 mm) karaciğerle izointens boyandıkları için, 1 kist lezyonu da küçük boyutu (5 mm) nedeni ile izlenemedi. Ayrıca kontrastsız serilerde izlenen 3 adet rejenerasyon nodülü (15, 11, 11 mm) karaciğerle izointens boyandıkları için izlenmediler. Her iki gözlemcinin yanlış pozitif lezyon sayısı 1 idi (5 mm). Bu görünümün kombine değerlendirmelerde vasküler yapı olduğu anlaşıldı.

Geç Gd-BOPTA kontrastlı serilerin lezyon saptamadaki duyarlılığı her bir gözlemciye göre %82 ve %83 idi (konsensus sonucu %83). Konsensus sonucu yanlış negatif lezyon sayısı 28 idi. Bu lezyonların 15 tanesi metastazdı. Bunların 4 tanesi

(11, 11, 8, 5 mm) karaciğer damında yerleştiğinden, 11 tanesi (9'u 5 mm, 2'si 4 mm) boyutları küçük olduğundan izlenmedi. 4 tane HCC lezyonundan 3 tanesi (13, 10 ve 5 mm) karaciğer damında yerleştiğinden, 1 tanesi ise küçük boyutlu olduğundan (5 mm) izlenmedi. 4 CCC lezyonundan 3 tanesi karaciğer damında olduğundan (11, 10, 8 mm), 1 tanesi de boyutu küçük olduğundan (5 mm) izlenmedi. 1 kist lezyonu küçük boyutu (5 mm) nedeni ile izlenemedi. 1 hemanjiyom lezyonu (10 mm) ve 3 rejenerasyon nodülü (15, 11, 11 mm) karaciğerle izointens olduğundan izlenmedi. Her iki gözlemcinin yanlış pozitif lezyon sayısı 2 idi (7 ve 8 mm). Bu iki görünüm diyaframın karaciğere yapışma yerinde izlendi.

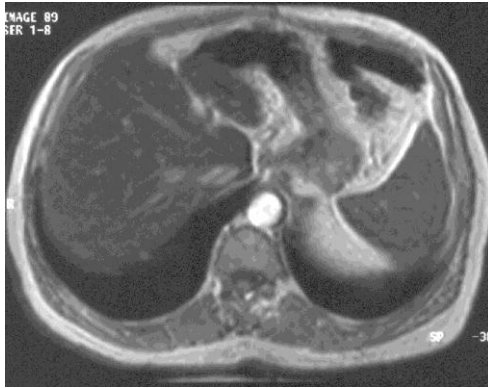
Dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık her iki gözlemci için ve konsensus sonucu %83 idi. Konsensus sonucu yanlış negatif lezyon sayısı 27 idi. Bu lezyonların 12 tanesi metastazdı. Bunların 8 tanesi boyutları küçük olduğundan (5 mm) izlenmedi. Kalan 4 tanesi (11, 11, 8, 5 mm) karaciğerin damında olduğundan izlenmedi. 7 tane HCC lezyonundan 4 tanesi (17, 15, 15, 13 mm) kontrastsız görüntülerde karaciğerle izointens olduğundan, dinamik görüntülerde ise boyandığından izlenmedi. 2 tanesi (10, 5 mm) karaciğer damında olduğundan, 1 tanesi de küçük boyutu nedeni ile (5 mm) izlenmedi. 7 CCC lezyonundan 5 tanesi karaciğer damında olduğundan (11, 11, 11, 10, 8 mm), 2 tanesi de boyutu küçük olduğundan (6, 5 mm) izlenmedi. 1 kist lezyonu küçük boyutu (5 mm) nedeni ile izlenemedi.

Geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde, lezyonların saptanmasındaki duyarlılık her iki okuyucu için ve konsensus sonucu %88 idi. Konsensus sonucu yanlış negatif lezyon sayısı 19 idi. Bu lezyonların 10 tanesi metastazdı. Bu lezyonların 8 tanesi boyutları küçük olduğundan (5 mm) izlenmedi. Kalan 2 tanesi (8 ve 5 mm) karaciğerin damında olduğundan izlenmedi. 4 tane HCC lezyonundan 3 tanesi (13, 10, 5 mm) karaciğer damında olduğundan, 1 tanesi ise küçük boyutlu olduğundan (5 mm) her iki seride de izlenmedi. 4 CCC lezyonundan 3 tanesi karaciğer damında olduğundan (11, 10, 8 mm), 1 tanesi de boyutu küçük olduğundan (5 mm) izlenmedi. 1 kist lezyonu küçük boyutu (5 mm) nedeni ile izlenmedi.

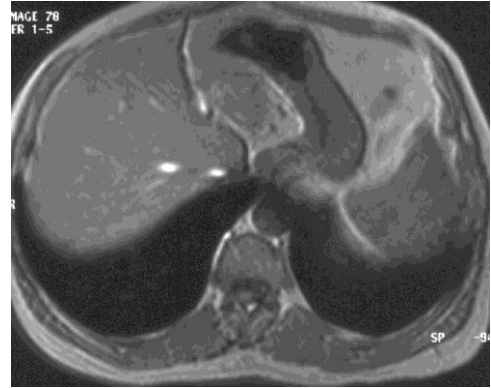
Dinamik ve geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde, sonuçlar bir önceki seriyle (geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirildiği grup) aynıydı.

Demiroksit kontrastlı serilerin lezyon saptamadaki duyarlılığı her iki gözlemciye göre ve konsensus sonucu %91 idi. Konsensus sonucu yanlış negatif lezyon sayısı 14 idi. Bu lezyonların 8 tanesi metastazdı. Bunların 6 tanesi boyutları küçük olduğundan (5 mm) izlenmedi. Kalan 2 tanesi (11 ve 5 mm) karaciğerin damında yerleşmiş olduğundan izlenmedi. 2 CCC lezyonu küçük boyutu nedeni ile (7 ve 5 mm) izlenmedi. 3 tane rejenerasyon nodülü (15, 11, 11 mm) karaciğerle izointens boyandığından izlenmedi. 1 kist lezyonu küçük boyutu (5 mm) nedeni ile izlenemedi. Birinci gözlemcinin yanlış pozitif lezyon sayısı 3, ikinci okuyucunun 4 idi (5 mm). Her iki gözlemcinin ortak yanlış pozitif lezyonlarının biri diyaframın karaciğere yapışma yerindeki görünümdü. Diğer ikisi vasküler yapıların lezyon olarak değerlendirmesi ile oluştu. İkinci okuyucu ilaveten bir başka vasküler yapıyı da lezyon olarak değerlendirdi (şekil 4.15.).

Demiroksit kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık her iki gözlemciye göre ve konsensus sonucu %94 idi. Konsensus sonucu yanlış negatif lezyon sayısı 9 idi. Bunların 7 tanesi metastazdı. Bu lezyonların 5 tanesi boyutları küçük olduğundan (5 mm) izlenmedi. Kalan 2 tanesi (11 ve 5 mm) karaciğerin damında olduğundan izlenmedi. 1 CCC ve 1 kist lezyonu boyutu küçük olduğundan (5 mm) izlenmedi.

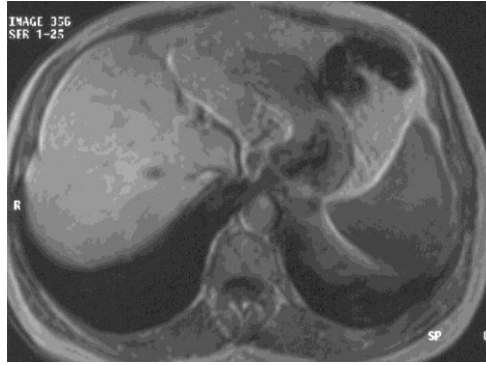


A



B

Şekil 4.15: Olgu 13



C

Şekil 4.15 (devamı): Olgu 13. Kolorektal karsinom nedeni ile karaciğerinde metastatik lezyonları olan hastada; (A)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°) karaciğer 7. segmentte 4 mm boyutunda hiperintens nodüler oluşum izleniyor. (B)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°) bu bölgede lezyon izlenmiyor. (C)- Gadolinyum kontrastlı geç dönem (90. dakika) elde edilen aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°) bu lokalizasyonda lezyon izlenmiyor. İOUS ile de bu lokalizasyonda lezyon saptanmadı. Görünüm demiroksit kontrastlı çalışma için yanlış pozitif olarak değerlendirildi.

Konsensus sonuçlarının her bir seri için lezyon tipine göre duyarlılığı tablo 4.8'de gösterilmiştir. Dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde metastazların saptanmasındaki duyarlılık; dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin tek başına değerlendirilmesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0.05$) yüksek bulunmuştur. Geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde ve dinamik-geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde metastazların saptanmasındaki duyarlılık; dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin tek başına değerlendirilmesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0.01$) yüksek bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı görüntülerin tek başına ve kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinin metastazların saptanmasındaki duyarlılığı, kontrastsız MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ve geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede (sırasıyla $p<0.05$, $p<0.01$ ve $p<0.05$) daha iyi bulunmuştur. Geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin tek başına ve kontrastsız görüntülerle birlikte

değerlendirilmesinde ve dinamik-geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde HCC'lerin saptanmasındaki duyarlılık; kontrastsız MR'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0.01$) yüksek bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı görüntülerin tek başına ve kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde HCC'lerin saptanmasındaki duyarlılık; kontrastsız MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ve dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle kontrastsız görüntülerin birlikte değerlendirilmesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede (sırasıyla $p<0.001$, $p<0.01$ ve $p<0.01$) daha iyi bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı görüntülerin tek başına değerlendirilmesinde CCC'ların saptanmasındaki duyarlılık; dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0.05$) yüksek bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde CCC'ların saptanmasındaki duyarlılık; kontrastsız MR'dan ve dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0.05$) daha iyi bulunmuştur.

Her bir modalitenin, lezyon tipine ve boyutlarına göre saptadıkları lezyon sayıları ve yüzde değerleri, metastaz için tablo 4.9'da, HCC için tablo 4.10'da, HCC dışı lezyonlar için 4.11'de, CCC için tablo 4.12'de ve bütün lezyonlar için tablo 4.13'de gösterilmiştir.

Konsensus sonucuna göre 1-10 mm boyutlu metastatik lezyonlarda demiroksit kontrastlı tetkikin tek başına ve kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı çalışmaya göre ($p<0.01$) ve geç Gd-BOPTA kontrastlı çalışmaya göre ($p<0.05$) saptadığı lezyon sayısı anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (McNemar testi).

Konsensus sonucuna göre 11-20 mm boyutlu HCC'lerde demiroksit kontrastlı tetkikin tek başına ve kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde, kontrastsız çalışma ve dinamik Gd-BOPTA kontrastlı çalışmaya göre ($p<0.05$) saptadığı lezyon sayısı anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (McNemar testi) (şekil 4.16.).

Tablo 4.8: Konsensus sonucu her bir görüntüleme tekniğinin lezyon tipine göre duyarlılığı (parantez içindeki değerler yüzde değerlerdir)

Görüntüleme Tekniği	Metastaz (n=57)	HCC (n=42)	CCC (n=20)	Hemanjiyom (n=23)	Kist (n=12)	Kist Hidatik (n=1)	FNH (n=2)	Abse (n=2)	FKF (n=1)	Rej. Nod (n=3)
Kontrastsız	43 (75)	30 (71)	13 (65)	23 (100)	11 (92)	1 (100)	2 (100)	2 (100)	1 (100)	3 (100)
Dinamik Gd-BOPTA	39 (68)	33 (79)	12 (60)	21 (91)	11 (92)	1 (100)	2 (100)	2 (100)	1 (100)	-
Geç Gd-BOPTA	42 (74)	38 (90) [■]	15 (75)	22 (96)	11 (92)	1 (100)	2 (100)	2 (100)	1 (100)	-
Kontrastsız+ dinamik Gd-BOPTA	45 (79) [*]	34 (81)	13 (65)	23 (100)	11 (92)	1 (100)	2 (100)	2 (100)	1 (100)	3 (100)
Kontrastsız+ geç Gd-BOPTA	47 (82) [▶]	38 (90) [■]	15 (75)	23 (100)	11 (92)	1 (100)	2 (100)	2 (100)	1 (100)	3 (100)
Kontrastsız+ (dinamik+geç) Gd-BOPTA	47 (82) [▶]	38 (90) [■]	15 (75)	23 (100)	11 (92)	1 (100)	2 (100)	2 (100)	1 (100)	3 (100)
Demiroksit kontrastlı	49 (86) [*]	42 (100) [■]	18 (90) [▼]	22 (96)	11 (92)	1 (100)	2 (100)	2 (100)	1 (100)	-
Kontrastsız+ demiroksit kontrastlı	49 (86) [*]	42 (100) [■]	19 (95) [◆]	23 (100)	11 (92)	1 (100)	2 (100)	2 (100)	1 (100)	3 (100)

^{*} Performansı dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan daha iyidir ($p<0.05$).
[▶] Performansı dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan daha iyidir ($p<0.01$).
^{*} Performansı, kontrastsız MR'dan ($p<0.05$) dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.01$) ve geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.05$) daha iyidir.
[■] Performansı kontrastsız MR'dan daha iyidir ($p<0.01$).
[■] Performansı kontrastsız MR'dan ($p<0.001$), dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.01$) ve kontrastsız MR ile dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR tetkiklerinin birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.01$) daha iyidir.
[▼] Performansı dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan daha iyidir ($p<0.05$).
[◆] Performansı kontrastsız MR'dan ve dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan daha iyidir ($p<0.05$).

HCC dışı lezyonlarda, konsensus sonucuna göre 1-10 mm boyutlu olanlarda dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin tek başına değerlendirilmesine göre anlamlı derecede ($p<0.05$) yüksek bulunmuştur. Geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde ve dinamik-geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık; dinamik Gd-BOPTA kontrastlı çalışmaya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0.01$) daha iyi bulunmuştur. Yine bu grupta demiroksit kontrastlı görüntülerin tek başına değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık; dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ve geç Gd-

BOPTA kontrastlı MR'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede (sırasıyla $p<0.01$ ve $p<0.05$) daha iyi bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı tetkikin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık; kontrastsız MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan, geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden, geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ve dinamik-geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede (sırasıyla $p<0.01$, $p<0.001$, $p<0.01$, $p<0.05$, $p<0.05$ ve $p<0.05$) daha iyi bulunmuştur.

Tablo 4.9: Metastazlar için herbir görüntüleme tekniğine ve lezyonların boyutlarına göre konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları (parantez içindeki rakamlar yüzde değerleri ifade etmektedir)

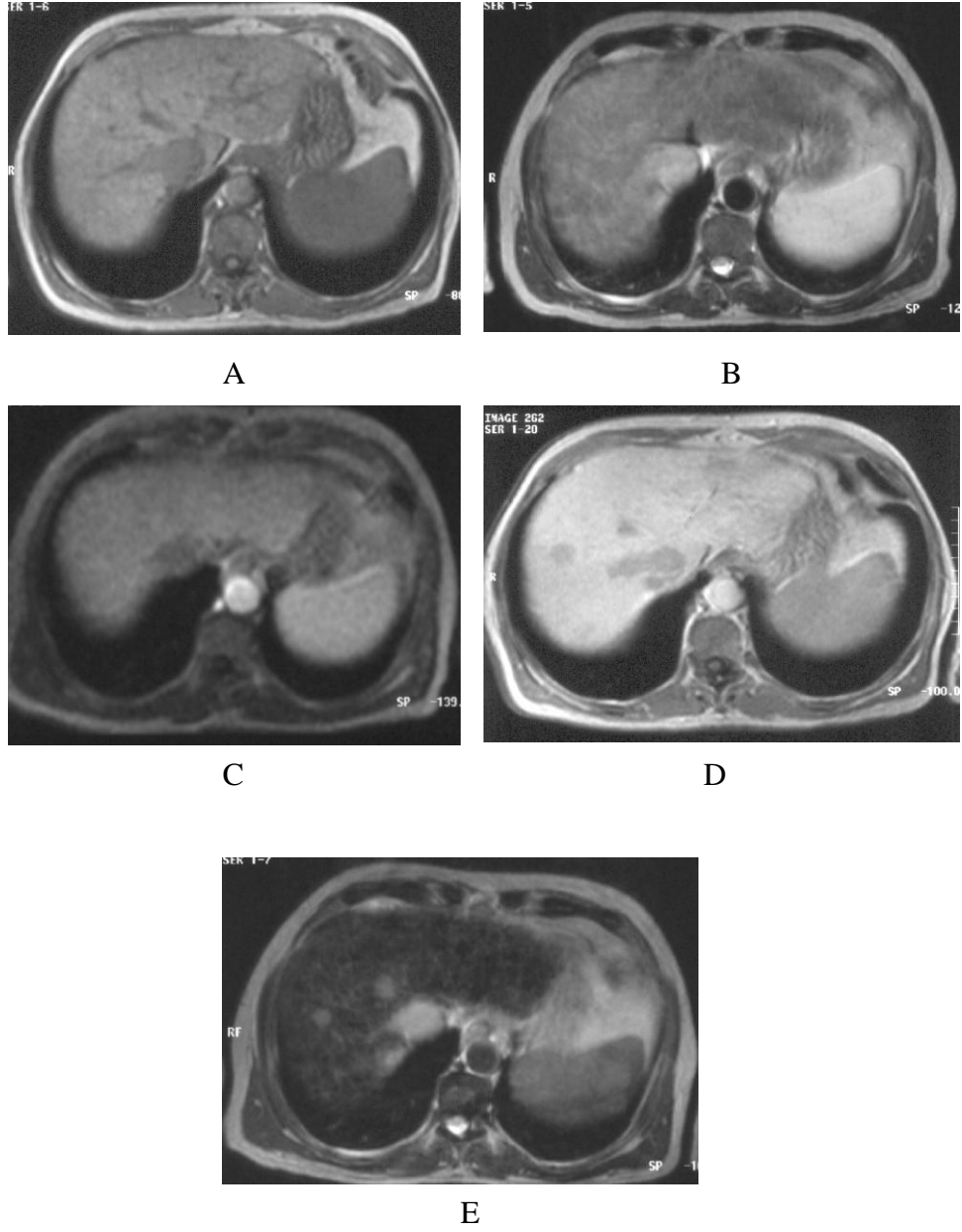
Görüntüleme Tekniği	1-10 mm (n=21)	11-20 mm (n=14)	21-30 mm (n=10)	>30 mm (n=12)
Kontrastsız	9 (43)	12 (86)	10 (100)	12 (100)
Dinamik Gd-BOPTA	6 (29)	11 (79)	10 (100)	12 (100)
Geç Gd-BOPTA	7 (33)	13 (93)	10 (100)	12 (100)
Kontrastsız+dinamik Gd-BOPTA	11 (52)	12 (86)	10 (100)	12 (100)
Kontrastsız+geç Gd-BOPTA	11 (52)	14 (100)	10 (100)	12 (100)
Kontrastsız+(dinamik+geç) Gd-BOPTA	11 (52)	14 (100)	10 (100)	12 (100)
Demiroksit kontrastlı	14 (67)*	13 (93)	10 (100)	12 (100)
Kontrastsız+demiroksit kontrastlı	14 (67)*	13 (93)	10 (100)	12 (100)
*Performansı dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.01$) ve geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.05$) daha iyidir.				

HCC dışı lezyonlarda 11-20 mm boyutlu grupta ise; geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde, dinamik-geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte

değerlendirilmesinde ve demiroksit kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık; dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'ın tek başına değerlendirilmesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0.01$) yüksek bulunmuştur (McNemar testi).

Tablo 4.10: HCC'ler için herbir görüntüleme tekniğine ve lezyonların boyutlarına göre konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları (parantez içindeki rakamlar yüzde değerleri ifade etmektedir)

Görüntüleme Tekniği	1-10 mm (n=4)	11-20 mm (n=18)	21-30 mm (n=6)	>30 mm (n=14)
Kontrastsız	-	12 (67)	5 (83)	14 (100)
Dinamik Gd-BOPTA	1 (25)	12 (67)	6 (100)	14 (100)
Geç Gd-BOPTA	1 (25)	17 (94)	6 (100)	14 (100)
Kontrastsız+dinamik Gd-BOPTA	1 (25)	13 (72)	6 (100)	14 (100)
Kontrastsız+geç Gd-BOPTA	1 (25)	17 (94)	6 (100)	14 (100)
Kontrastsız+(dinamik+geç) Gd-BOPTA	1 (25)	17 (94)	6 (100)	14 (100)
Demiroksit kontrastlı	4 (100)	18 (100)*	6 (100)	14 (100)
Kontrastsız+demiroksit kontrastlı	4 (100)	18 (100)*	6 (100)	14 (100)
* Performansı kontrastsız MR'dan ve dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan daha iyidir ($p<0.05$).				



Şekil 4.16: Olgu 14. HCC olgusu. Hastanın asıl lezyonu karaciğer sağ lob inferior kesimde olduğundan kesitler dahilinde izlenmiyor. (A)- Kontrastsız aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°), karaciğer superior kesiminde lezyon izlenmiyor. (B)- Kontrastsız aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) bu bölge hafif heterojen izlenmekle beraber, sınır özelliği gösteren bir lezyon saptanmıyor. (C)- Gadolinyum kontrastlı dinamik aksiyel T1 GRE görüntülerde (11/4.2; flip angle 10°) bu bölgede lezyon izlenmiyor. Resimde denge fazına ait görüntü gösterilmektedir. (D)- Gadolinyum kontrastlı geç dönem (90. dakika) elde edilen aksiyel T1 FLASH görüntüde (172/5; flip angle 70°) bu lokalizasyonda iki

adet karaciğere göre hipointens lezyon izleniyor. (E)- Demiroksit kontrastlı aksiyel T2 TSE sekansında (5000/90; flip angle 180°) ise lezyonlar çok daha net olarak izleniyor.

Tablo 4.11: HCC dışı lezyonlar için herbir görüntüleme tekniğine ve lezyonların boyutlarına göre konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları (parantez içindeki rakamlar yüzde değerleri ifade etmektedir)

Görüntüleme Tekniği	1-10 mm (n=37)	11-20 mm (n=37)	21-30 mm (n=15)	>30 mm (n=32)
Kontrastsız	20 (54)	32 (86)	15 (100)	32 (100)
Dinamik Gd-BOPTA	14 (38)	28 (76)	15 (100)	32 (100)
Geç Gd-BOPTA	17 (46)	32 (86)	15 (100)	32 (100)
Kontrastsız+dinamik Gd-BOPTA	21 (57)*	32 (86)	15 (100)	32 (100)
Kontrastsız+geç Gd-BOPTA	22 (59)•	36 (97)▼	15 (100)	32 (100)
Kontrastsız+(dinamik+geç) Gd-BOPTA	22 (59)•	36 (97)▼	15 (100)	32 (100)
Demiroksit kontrastlı	27 (73)►	32 (86)	15 (100)	32 (100)
Kontrastsız+demiroksit kontrastlı	29 (78)▪	35 (95)▼	15 (100)	32 (100)

* Performansı dinamik Gd-BOPTA kontrastlı çalışmaya göre daha iyidir ($p<0.05$).

• Performansı dinamik Gd-BOPTA kontrastlı çalışmaya göre daha iyidir ($p<0.01$).

► Performansı dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.01$) ve geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.05$) daha iyidir.

▪ Performansı kontrastsız MR'dan ($p<0.01$), dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.001$)geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.01$), kontrastsız görüntülerin dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görünürlerle birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.05$), kontrastsız görüntülerin geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.05$) ve kontrastsız görüntülerin dinamik ve geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.05$) daha iyidir.

▼ Performansı dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan daha iyidir ($p<0.01$).

Konsensus sonucuna göre saptanan CCC lezyonlarında modaliteler arasında McNemar testi ile anlamlı farklılık saptanmamıştır.

Tablo 4.12: CCC için herbir görüntüleme tekniğine ve lezyonların boyutlarına göre konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları (parantez içindeki rakamlar yüzde değerleri ifade etmektedir)

Görüntüleme Tekniği	1-10 mm (n=5)	11-20 mm (n=6)	21-30 mm (n=1)	>30 mm (n=8)
Kontrastsız	1 (20)	3 (50)	1 (100)	8 (100)
Dinamik Gd-BOPTA	-	3 (50)	1 (100)	8 (100)
Geç Gd-BOPTA	1 (20)	5 (83)	1 (100)	8 (100)
Kontrastsız+dinamik Gd-BOPTA	1 (20)	3 (50)	1 (100)	8 (100)
Kontrastsız+geç Gd-BOPTA	1 (20)	5 (83)	1 (100)	8 (100)
Kontrastsız+(dinamik+geç) Gd-BOPTA	1 (20)	5 (83)	1 (100)	8 (100)
Demiroksit kontrastlı	4 (80)	5 (83)	1 (100)	8 (100)
Kontrastsız+demiroksit kontrastlı	5 (100)	5 (83)	1 (100)	8 (100)

Çalışma dahilindeki bütün lezyonların değerlendirilmesinde; konsensus sonucuna göre 1-10 mm boyutlu lezyonlarda dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde, geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde ve dinamik-geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık; dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0.01$) yüksek bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı MR'ın tek başına değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık; kontrastsız MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ve geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede (sırasıyla $p<0.05$, $p<0.001$ ve $p<0.01$) daha iyi bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık; kontrastsız MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan, geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden, geç

Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ve dinamik-geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede (sırasıyla $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.01$, $p<0.01$), $p<0.01$ ve $p<0.01$) iyi bulunmuştur. 11-20 mm boyutlu lezyonlarda; geç Gd-BOPTA kontrastlı çalışmada lezyonların saptanmasındaki duyarlılık; dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0.05$) yüksek bulunmuştur. Bu grupta geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde, dinamik-geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde ve demiroksit kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık; kontrastsız MR'dan, dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ve dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede (sırasıyla $p<0.01$, $p<0.001$, $p<0.01$) daha iyi bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı tetkikin tek başına değerlendirilmesinde lezyonların saptanmasındaki duyarlılık; dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0.01$) yüksek bulunmuştur (McNemar testi).

HCC ve HCC dışı lezyonların konsensus sonucu modalitelere ve lezyonların boyutlarına göre saptadıkları lezyon sayıları tablo 4.14'de gösterilmiştir.

Tablo 4.13: Bütün lezyonlar için herbir görüntüleme tekniğine ve lezyonların boyutlarına göre konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları (parantez içindeki rakamlar yüzde değerleri ifade etmektedir)

Görüntüleme Tekniği	1-10 mm (n=41)	11-20 mm (n=55)	21-30 mm (n=21)	>30 mm (n=46)
Kontrastsız	20 (49)	44 (80)	20 (95)	46 (100)
Dinamik Gd-BOPTA	15 (37)	40 (73)	21 (100)	46 (100)
Geç Gd-BOPTA	18 (44)	48 (87) [▼]	21 (100)	46 (100)
Kontrastsız+dinamik Gd-BOPTA	22 (54) [*]	45 (82)	21 (100)	46 (100)
Kontrastsız+geç Gd-BOPTA	23 (56) [*]	53 (96) [*]	21 (100)	46 (100)
Kontrastsız+(dinamik+geç) Gd-BOPTA	23 (56) [*]	53 (96) [*]	21 (100)	46 (100)
Demiroksit kontrastlı	31 (76) [•]	50 (91) [°]	21 (100)	46 (100)
Kontrastsız+demiroksit kontrastlı	33 (80) [►]	53 (96) [*]	21 (100)	46 (100)

*Performansı dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan daha iyidir ($p<0.01$).

•Performansı kontrastsız MR'dan ($p<0.05$), dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.001$) ve geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.01$) daha iyidir.

► Performansı kontrastsız MR'dan ($p<0.001$), dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.001$), geç Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.01$), kontrastsız görüntülerle dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.01$), kontrastsız görüntülerin geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.01$) ve kontrastsız görüntülerin dinamik ve geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden daha iyidir ($p<0.01$).

▼ Performansı dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan daha iyidir ($p<0.05$).

* Performansı kontrastsız MR'dan ($p<0.01$), dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan ($p<0.001$) ve kontrastsız görüntülerin dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle birlikte değerlendirilmesinden ($p<0.01$) daha iyidir.

° Performansı dinamik Gd-BOPTA kontrastlı MR'dan daha iyidir ($p<0.01$).

Tablo 4.14: HCC ve HCC dışı lezyonların boyutlarına göre görüntüleme modalitelerinde konsensus sonucu saptanan lezyon sayıları (parantez içindeki rakamlar yüzde değerlerdir)

Görüntüleme Tekniği	1-10 mm	11-20 mm	21-30 mm	>30 mm	Toplam
HCC	4	18	6	14	42
Kontrastsız	-	12 (67)	5 (83)	14 (100)	31 (74)
Dinamik Gd-BOPTA	1 (25)	12 (67)	6 (100)	14 (100)	33 (79)
Geç Gd-BOPTA	1 (25)	17 (94)	6 (100)	14 (100)	38 (90)
Kontrastsız+dinamik Gd-BOPTA	1 (25)	13 (72)	6 (100)	14 (100)	34 (81)
Kontrastsız+geç Gd-BOPTA	1 (25)	17 (94)	6 (100)	14 (100)	38 (90)
Kontrastsız+(dinamik+geç) Gd-BOPTA	1 (25)	17 (94)	6 (100)	14 (100)	38 (90)
Demiroksit kontrastlı	4 (100)	18 (100)	6 (100)	14 (100)	42 (100)
Kontrastsız+demiroksit kontrastlı	4 (100)	18 (100)	6 (100)	14 (100)	42 (100)
HCC dışı	37	37	15	32	121
Kontrastsız	20 (54)	32 (86)	15 (100)	32 (100)	98 (81)
Dinamik Gd-BOPTA	14 (38)	28 (76)	15 (100)	32 (100)	89 (74)
Geç Gd-BOPTA	17 (46)	32 (86)	15 (100)	32 (100)	96 (79)
Kontrastsız+dinamik Gd-BOPTA	21 (57)	32 (86)	15 (100)	32 (100)	100 (83)
Kontrastsız+geç Gd-BOPTA	22 (59)	36 (97)	15 (100)	32 (100)	105 (87)
Kontrastsız+(dinamik+geç) Gd-BOPTA	22 (59)	36 (97)	15 (100)	32 (100)	105 (87)
Demiroksit kontrastlı	27 (73)	32 (86)	15 (100)	32 (100)	106 (88)
Kontrastsız+demiroksit kontrastlı	29 (78)	35 (95)	15 (94)	32 (100)	111 (92)

TARTIŞMA

Karaciğer gerek benign, gerekse malign karakterli bazı tümörlerin sık izlendiği; ayrıca birçok malign hastalık seyrinde metastatik yayılımın sık görüldüğü bir organdır. Karaciğerde çeşitli yöntemlerle saptanan kitle lezyonlarının, öncelikle benign-malign ayrımının yapılması gerekmektedir. Benign lezyonlar asemptomatik olduğunda radyolojik takip yeterli olabilir. Bununla birlikte kanama veya malignite gelişimi gibi komplikasyonların izlenebileceği hepatik adenomlar veya ağrı gibi semptomlara yol açan dev hemanjiyomların cerrahi eksizyonu gerekebilir. Malign karakterli bir lezyon tesbit edildiğinde ise, bunun primer karaciğer tümörü mü yoksa metastatik bir lezyon mu olduğunun belirlenmesi gerekir. Bunun için radyolojik olarak özellikle kontrastlı dinamik kesitsel yöntemlerle lezyon karakterize edilmeye çalışılır. Eğer metastaz düşünülüyorsa toraks ve abdominopelvik BT tetkikleri ile primer tümör araştırması yapılır. Çünkü genel vücut taramasında BT, MR'dan üstündür (77, 86).

FKL'larının saptanması ve karakterize edilmesi; malign lezyonların cerrahi rezeksiyon, transkateter embolizasyon, perkütan ablasyon veya kemoterapi gibi tedavi şekillerine karar vermede radyolojiden beklentiler arasındadır (88).

Özellikle kolorektal kanserli hastalarda karaciğerdeki metastazın saptanmasının ayrı bir önemi vardır. Zira, karaciğerdeki kolorektal kanser metastazlarının cerrahi olarak çıkarılması 5 yıllık yaşam beklentisini %20-40 oranında artırmaktadır (89). Burada önemli olan nokta sınırlı hastalığın tesbitidir. Hastaların cerrahiden yarar görebilmesi için bazı kriterlerin bulunması gerekir. Bunlar; karaciğerdeki lezyon sayısının 4'den az olması, hastalığın sistemik yayılımının olmaması, porta hepatis ve periduodenal bölgedeki hepatik lenf nodları tutulumunun olmaması ve peritoneal yüzeye yayılımının olmamasıdır (90). Önceleri bilobar tutulum da cerrahi için kontrendikasyon olarak bilinirken, yeni cerrahi metodlarla, bilobar tutulum olduğunda da karaciğer cerrahisi başarıyla uygulanmaktadır (86). Karaciğer rezeksiyonu yapıldığında, yetmezlik gelişmemesi için karaciğerin en az %30'unun vücutta bırakılması gerekmektedir (90).

Önceleri karaciğer metastazlarının preoperatif olarak saptanmasında en duyarlı yöntem BTAP idi. BTAP'nin karaciğer lezyonlarının saptanmasındaki duyarlılığı çeşitli yayınlarda %70 ile %90 arasında rapor edilmiştir (89). BTAP'nin

birtakım dezavantajları bulunmaktadır. Birincisi; invaziv bir metoddur. İkincisi; perfüzyon defekti nedeniyle yanlış pozitiflik oranı yüksektir. Çeşitli yayınlarda yanlış pozitiflik oranı %30-40 olarak belirtilmiştir. Üçüncüsü; sonuçlar tümör vaskülaritesine bağlı olduğundan, normal karaciğere eşit perfüzyona sahip lezyonların saptanması mümkün olmamaktadır (89).

Bu olumsuzluklar nedeni ile karaciğer lezyonlarının saptanması ve karakterizasyonunda BTAP'ye alternatif yöntemlerin etkinlikleri pekçok çalışma ile araştırılmıştır.

MRG son yıllardaki gelişmelerle, FKL'larının saptanmasında ve karakterizasyonunda önemli bir rol üstlenmiştir. Van Beers ve ark (84), FKL'larının saptanmasında kontrastsız MR tetkikinin kontrastlı BT kadar başarılı olduğunu öne sürmüşlerdir. Karaciğerin MR ile görüntülenmesinde İ.V. kontrast ajanlar 1988'den beri kullanılmaktadır. İlk kullanılan kontrast madde, nonspesifik ekstrasellüler ajanlardır (65). FKL'larının karakterizasyonunda, gadolinyum kontrastlı dinamik MR, kontrastsız MR'dan çok daha üstündür. Bununla birlikte bu ajan, lezyonların saptanmasındaki duyarlılığın artmasında başarılı değildir (6, 83). Gd-BOPTA, gadolinyum şelatlarının ekstrasellüler ajan olma özelliğine ilaveten, karaciğer spesifik etkiye de sahiptir. Böylece sadece dinamik çalışma ile sınırlı olmayıp, enjekte edilen dozun %3-5'i geç dönemlerde hepatositler tarafından alınır ve karaciğer intensitesinde artmaya neden olur. Böylece FKL'larının karakterizasyonu ile birlikte saptanmasındaki sensitiviteyi de artırır (83). Hepatosit spesifik etki aşağıdaki nedenlerle dinamik çalışmaya tercih edilebilir. Birincisi, lezyon/karaciğer kontrastını arttırarak küçük metastazların saptanmasını kolaylaştırır. İkincisi geniş görüntüleme zamanına olanak sağlar (1-2 saat), bu da nefes tutamayan hastalarda önemlidir. Son olarak dinamik dönem çekimlerde problem olan perfüzyon anormalliği gözlenmez ve böylece yanlış pozitiflik oranı azalır (6).

Hepatosit veya Kupffer hücrelerini hedef alan karaciğer spesifik MR kontrast maddelerinin gelişmesiyle (Mangafodipir ve demiroksit), karaciğer metastazlarının saptanmasında MR görüntülemenin etkinliği artmıştır. Böylece karaciğer spesifik kontrast madde ile yapılan MR inceleme BTAP'nin yerini almıştır (2). Seneterre ve ark (76), karaciğer metastazlarını saptamada, Choi ve ark (91) da HCC'lerin saptanmasında demiroksit kontrastlı MR incelemenin en az BTAP kadar duyarlı

olduğunu öne sürmüşlerdir. Fakat her iki ajan da yavaş İV infüzyon yolu ile verilmektedir ve lezyon karakterizasyonunda önemli olan dinamik çalışmaya olanak sağlamamaktadır. Bununla birlikte sonradan geliştirilen demiroksit formu, Ferucarbotran ile dinamik çekim yapılabilir. Kim ve ark (92), bu iki ajanı karşılaştırdıkları bir çalışmada FKL'larının saptanması ve karakterizasyonunda aralarında anlamlı farklılık saptamamışlardır.

Kim ve ark (6), Gd-BOPTA ile yaptıkları MR incelemelerde, geç dönem görüntüler almışlar ve güçlü bir şekilde kontrastlanan karaciğer parankimine göre lezyonların hipointens olarak izlenmesi ya da periferik wash-out göstermeleri nedeni ile, lezyon saptanabilirliğinin kontrastsız görüntülere göre belirgin olarak arttığını tesbit etmişlerdir. Böylece küçük metastazların saptanmasındaki sensitivite geç dönem görüntüler kullanıldığında artmıştır. Bu araştırmacılar geç dönem çekimlerde metastazlarda izlenebilen bir bulgu olan periferik wash-out bulgusunun; HCC, hemanjiyom gibi diğer tümörlerde izlenmediğini ve bu yüzden lezyon karakterizasyonunda önemli bir bulgu olduğunu öne sürmüşlerdir. Aynı çalışmada, HCC lezyonlarının %81'inde geç dönem gadolinyum kontrastlı görüntülerde kontrastlanma izlemişler ve bu durumun lezyonun içerdiği fonksiyonel hepatositler tarafından Gd-BOPTA tutulumuna bağlı olduğunu öne sürmüşlerdir. Bununla birlikte bu kontrastlanmanın normal karaciğer dokusundan daha az olduğunu belirtmişlerdir. Ve HCC lezyonlarını geç dönem görüntülerde karaciğer parankimine göre hipointens (%75) ya da izointens (%25) olarak izlemişlerdir. Bizim çalışmamızdaki geç dönem gadolinyum kontrastlı görüntülerde saptanan 38 HCC lezyonunun karaciğer parankimine göre 21 tanesi hipointens (%55), 10 tanesi heterojen boyanırken, (%26) izlenirken, 2 tanesinde (%5) periferik wash-out izlendi. 5 tanesinde ise (%13) çevresel boyanma izlendi. Yukarıdaki çalışmada yazarlar, HCC lezyonlarının geç dönem intensite özelliklerinin lezyonun diferansiyasyon derecesi ile ilişkili olduğunu, iyi diferansiye lezyonların hepatosit aktiviteleri nedeni ile Gd-BOPTA tutulumu gösterdiklerini öne sürmüşlerdir. Aynı çalışmada FNH lezyonlarının geç kontrastlı görüntülerde karaciğer parankimine göre hafif hiperintens izlendikleri, santral skarın ise hipointens izlendiği belirtilmiştir. Ve FNH lezyonunun geç görüntülerde karaciğere göre daha güçlü kontrastlanma gösteren tek lezyon olduğu öne

sürülmüştür. Bizim çalışmamızdaki 2 FNH lezyonu geç kontrastlı görüntülerde karaciğerle izointens özellikte izlendi.

Bizim çalışmamızda gadolinyum kontrastlı dinamik çalışmada kontrastsız görüntülere göre daha az sayıda lezyon saptanmıştır. Geç dönem gadolinyum kontrastlı görüntülerde ise, hem kontrastsız görüntülere göre, hem de dinamik dönem görüntülere göre fazla lezyon saptanmıştır. Ancak aradaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Lezyon karakterizasyonunda dinamik faz Gd-BOPTA kontrastlı görüntüler kontrastsız çalışmaya, geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntüler ve demiroksit kontrastlı görüntülere üstün bulunmuştur.

Demiroksit kontrastlı MR tetkikinin FKL'larının saptanmasında başarılı olduğu bilinmektedir (86, 91). Demiroksit, karaciğerdeki Kupffer hücreleri ve dalaktaki makrofajlar gibi RES hücreleri tarafından alınır ve T2 ağırlıklı görüntülerde sinyal kaybına yol açar. FKL'ları çoğunlukla karaciğer parankimine göre hiperintens izlenmektedir. Demiroksit enjeksiyonu sonrası normal karaciğer dokusunda sinyal kaybı meydana gelmesi ile tümör/karaciğer kontrast farkı artar. Böylece lezyonların saptanabilirliği artar. Winter ve ark'nın (93) yaptıkları çalışmada, kontrastsız T2 ağırlıklı görüntülere oranla demiroksit kontrastlı T2 ağırlıklı görüntülerde lezyon/karaciğer kontrast farkında %1428'lere varan artış saptanmıştır. Winter ve ark (93), fokal karaciğer lezyonlarının araştırılmasında demiroksitle yapılan MR çalışmada T1 ve T2 ağırlıklı sekansları, kontrastsız T1 ve T2 ağırlıklı MR çalışma ile ve kontrastlı BT çalışma ile karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada, FKL'larının saptanmasında demiroksit kontrastlı T2 ağırlıklı MR görüntüleri, kontrastsız T2 ağırlıklı MR görüntülerinden ve kontrastlı BT'den üstün bulunmuştur. Zıt olarak, demiroksit kontrastlı T1 ağırlıklı MR görüntüleri, FKL'larının saptanmasında kontrastsız T1 MR görüntülerinden ve kontrastlı BT'den daha başarısız bulunmuştur. Bunun nedeni olarak da T1 ağırlıklı sekanslarda karaciğer lezyonlarının genellikle hipointens izlenmesi ve karaciğer dokusunun demiroksiti tutması sonucu sinyal intensitesindeki azalma ile beraber lezyonların izointens olması gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda T1 FLASH görüntülerde saptanan 141 lezyonun 33'ü izointensti. Ancak bunların çoğunda çevresel hiperintens rim izlenmesi nedeni ile lezyonlar yine seçilebiliyordu. Bir kısmı ise rim içermediğinden (izointens izlenen kistler) karaciğer parankiminden ayırımı

yapılamadı. Ancak biz T1 ve T2 ağırlıklı görüntüleri birlikte değerlendirdiğimizden, lezyon saptanmasında aralarındaki farklılığı değerlendirmedik.

Bizim çalışmamızda, demiroksit kontrastlı görüntülerle saptanan lezyon sayısı; kontrastsız, gadolinyum kontrastlı dinamik ve geç görüntülere göre anlamlı olarak fazla bulundu. Frate ve ark (2), demiroksit ve Gd-BOPTA kontrastlı MR tetkiklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, demiroksitle daha fazla sayıda metastatik lezyon saptamışlardır.

Ancak lezyon karakterizasyonunda, demiroksit kontrastlı MR tetkikinin, gadolinyum kontrastlı MR tetkikine göre başarısız olduğunu belirten yayınlar bulunmaktadır (7, 85). Önceki çalışmalarda demiroksit kontrastlı MRG'de daha çok T2 ağırlıklı sekanslar kullanılmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalarda, T1 ağırlıklı sekansların da ilavesiyle demiroksit kontrastlı MR tetkikinin, lezyonların saptanmasında olduğu gibi, karakterizasyonunda da başarılı olduğu öne sürülmüştür. Schmitz ve ark (8), hemanjiyomlarla metastazların ayırımında T1 ağırlıklı görüntüler üzerinde durmuşlar ve bu görüntülerde lezyonun vasküler yapılarla izointens izlenmesinin hemanjiyom lehine bir bulgu olduğunu öne sürmüşlerdir. Lezyonun vasküler yapılara göre hipointens izlenmesinin ise metastaz için anlamlı olduğunu vurgulamışlardır. Bunun sebebini iki nedene bağlamışlardır: 1-demiroksit preparatı içinde değişik büyüklükte demir partikülleri bulunmaktadır. Bunlardan küçük olanları vasküler yapılar içinde kalmakta ve büyük olanları kupffer hücreleri tarafından tutulmaktadır. Vasküler yapı içindeki demir, T1 süresini güçlü bir şekilde kısaltırken, kupffer hücreleri tarafından tutulan büyük demir partikülleri, T2 süresini güçlü bir şekilde kısaltmaktadır. 2-SPIO partikülleri gadolinyum şelatlarından farklı olarak ekstravaze olmazlar. Böylece vasküler yapılar içindeki küçük demir partikülleri, T1 süresini kısaltarak intensite artışına neden olurlar. Sonuçta hemanjiyom gibi genişlemiş vasküler yapılar içeren lezyonlar, vasküler yapılarla izointens izlenirken, metastaz gibi hipovasküler tümörler vasküler yapılara göre hipointens izlenirler. Lee ve ark (114), demiroksit kontrastlı T1 ağırlıklı görüntülerde en yüksek sinyali hemanjiyomların gösterdiğini belirtmektedirler. HCC'lerin de kontrastlanma gösterebileceğini, ancak hemanjiyomlar kadar olmadığını belirtmektedirler. Poeckler ve ark da (9), demiroksit kontrastlı T1 ağırlıklı sekansların hemanjiyomların tanısında yararlı olabileceğini savunmuşlardır. Bizim

çalışmamızda demiroksit kontrastlı görüntülerde izlenen 22 hemanjiyom lezyonunun 20 tanesi T1 FLASH görüntüde vasküler yapılarla izointens görünümdeydi. 1 tanesi ise hipointens izlendi. 1 tanesi de ring tarzında boyandı. Demiroksit kontrastlı görüntülerde izlenen 48 metastaz lezyonunun hepsi vasküler yapılara göre hipointensi. Demiroksit kontrastlı T2 ağırlıklı görüntülerde ise hemanjiyomlar yine içerdikleri genişlemiş vasküler yapılar nedeni ile kontrast göllenmesine bağlı sinyal kaybı göstermektedirler (114). Bizim hemanjiyom lezyonlarının 3 tanesinde T2 ağırlıklı görüntülerde intensite kaybı gözlemlendi. Hiçbir metastaz lezyonunda T2 ağırlıklı görüntülerde sinyal kaybı izlenmedi. Yukarıdaki iki çalışmada da (8, 9), demiroksit kontrastlı T1 FLASH görüntüde, lezyonda periferik hiperintens rim izlenmesinin malignite lehine olduğu belirtilmektedir. Nakayama ve ark (10) da bu bulgunun önemini vurgulamışlardır. Bu araştırmacılar demiroksit kontrastlı T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerin birlikte kullanılması ile lezyon karakterizasyonunun %91 doğrulukla yapılabileceğini belirtmektedirler.

Bizim çalışmamızda demiroksit kontrastlı görüntülerde izlenen 108 malign lezyonun 48 tanesinde periferik hiperintens rim izlendi (48 metastazın 32 tanesinde, 42 HCC lezyonunun 9 tanesinde, 18 CCC'nin 7 tanesinde). Bir hemanjiyom lezyonunda da ring tarzında kontrastlanma izlendi. Bizim çalışmamızda demiroksit kontrastlı T1 ve T2 ağırlıklı görüntüler birlikte değerlendirildi ve yukarıdaki kriterler kullanılarak, birinci okuyucu tarafından saptanan 148 lezyonun 133 tanesinde, ikinci okuyucu tarafından 149 lezyonun 134 tanesinde benign-malign ayrımı doğru bir şekilde yapıldı. Demiroksit kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesinde bu rakamlar sırasıyla 137 ve 138 'dir. Bizim sonuçlarımıza göre, demiroksit kontrastlı MR tetkiki ile, lezyonların benign-malign ayrımı, gadolinyum kontrastlı dinamik faz görüntüler kadar başarılı olmamakla beraber kontrastsız görüntülerin ilavesi ile bu iki seri arasında yakın değerler alınmıştır.

Arbab ve ark (94), hemanjiyomlarla metastazların demiroksit kontrastlı MRG ile ayrımında kısa TE (80-90 msn) ve uzun TE (180-250 msn) sürelerini kullanmışlar ve demiroksit kontrastlı MR tetkikini kontrastsız tetkiklerden başarılı bulmuşlardır. Çalışmalarında demiroksit kontrastlı T2 ağırlıklı görüntülerde, uzun TE zamanı kullanıldığında hemanjiyomlarda sinyal kaybı gözlemlenmişler ve bunun nedeni olarak, lezyon içindeki geniş vasküler yapılarda biriken demirin susseptibilite etkisini

göstermişlerdir. Metastazlarda bu sinyal kaybı çok az izlenmiş, kistlerde ise hiç izlenmemiştir. Bu nedenle bu araştırmacılar, hemanjiyom, metastaz ve kistlerin ayrımının, demiroksit kontrastlı MRG’de kısa ve uzun TE süresi kullanılarak yapılan T2 ağırlıklı sekanslarla mümkün olduğunu öne sürmüşlerdir. Aynı araştırmacılar, çalışmalarında kontrastlı görüntüleri kontrastsız görüntülerle kombine ettiklerinde, lezyon karakterizasyonunda tek başına kontrastlı görüntülere göre bir üstünlük saptamamışlardır. Böylece sadece kontrastlı görüntüler alınarak inceleme zamanının kısaltılabileceğini öne sürmüşlerdir. Bizim çalışmamızda da lezyonların benign-malign ayrımında, yukarıdaki çalışma ile benzer olarak, kontrastlı ve kontrastsız görüntülerin birlikte değerlendirilmesi ile, tek başına kontrastlı görüntülere göre bir üstünlük saptanmamıştır. Bununla birlikte, kontrastsız ve kontrastlı görüntülerin birlikte değerlendirilmesinin, kontrastlı görüntülerin tek başına değerlendirilmelerine göre daha iyi sonuçlar verdiğini bildiren yayınlar bulunmaktadır (95, 96).

Biz bu çalışma ile FKL’larının saptanması ve karakterizasyonunda kontrastsız, gadolinyum kontrastlı dinamik faz, gadolinyum kontrastlı geç dönem ve demiroksit kontrastlı MR tetkiklerinin başarısını araştırdık. Bu yöntemlerin birbirleri ile ve gold standart yöntemlerle karşılaştırmasını yaptık. Gold standart yöntem olarak opere olan hastalarda İOUS, opere olmayan hastalarda ise takip görüntüleme yöntemlerini kullandık. Hagspiel ve ark (89), demiroksit kontrastlı MR inceleme ile İOUS sonuçlarını karşılaştırmışlar ve demiroksit kontrastlı MR incelemenin duyarlılığını %56, İOUS’unkini ise %80 olarak saptamışlardır. İOUS, karaciğerin cerrahi sırasındaki inspeksiyonu ve palpasyonunun birlikte uygulanmasının, karaciğer lezyonlarının saptanmasında en sensitif metod olduğu bildirilmektedir (86). Literatürde İOUS’un sensitivitesi %80-96 arasında bildirilmiştir (93, 97). Frate ve ark (2), Gd-BOPTA ve demiroksit kontrastlı MR çalışmasının sonuçlarını, İOUS sonuçları ile karşılaştırmışlar ve demiroksit kontrastlı MR çalışma ile İOUS sonuçlarına daha yakın sonuçlar elde etmişlerdir (demiroksit ile 37 metastazın 36’sı, Gd-BOPTA ile 37 lezyonun 30’u saptanabilmiştir). Sensitivite demiroksit için %97, gadolinyum için %81 olarak rapor edilmiştir.

Gadolinyum ile yapılan dinamik MR incelemede hemanjiyomların boyanma paternleri, boyutlarına göre Semelka ve ark (70) tarafından 3 gruba ayrılmıştır:

- 1- Arteriyel dönemde diffüz boyanma: Boyutu 1.5 cm’den küçük lezyonlar

- 2- Başlangıçta periferik nodüler tarzda boyanmanın başlayıp, sentripedal olarak boyanmanın devamı ve sonuçta diffüz boyanma: Boyutları 1.5-5 cm arasında olan lezyonlar
- 3- Boyanmanın periferik nodüler tarzda olduğu, ancak geç dönemde sentripedal boyanmanın devamı ile birlikte, santralde hipointens bir alanın sebat ettiği boyanma paterni: Boyutu 5 cm'den büyük olan lezyonlar.

Bizim çalışmamızdaki gadolinyum kontrastlı dinamik görüntülerde hemanjiyomların 11 tanesi (boyutları 8-15 mm arası olanlar) arteriyel ve portal fazda diffüz homojen boyanma gösterdi. 5 tanesi (boyutları 20-40 mm arası olan lezyonlar), arteriyel fazda periferik nodüler tarzda boyanmaya başladı, boyanma sentripedal tarzda devam ederek 20. dakikada diffüz boyanma gösterdiler. 5 tanesi (boyutları 45-110 mm arasında olanlar), arteriyel fazda periferik nodüler tarzda boyanma ve boyanmanın sentripedal karakterde devam etmesi ile birlikte, geç dönemde santralde boyanmayan alanların sebat ettiği boyanma paterni gösterdiler. 1 tanesi ise hiç boyanmadı. Bu bulgular Semelka ve ark'nın tanımladıkları lezyon boyutu ile boyanma paterni arasındaki ilişkiye uymaktadır.

Semelka ve ark'nın 1. grupta tanımladıkları lezyonlar (<1.5 cm), hipervasküler metastazlarda da izlenen boyanma paternine uymaktadır. Küçük hemanjiyomların, primeri olan hastalarda metastazdan ayırımı önemli bir sorundur. Kontrastlanma paterni ayırımında başarılı değildir. Böyle olgularda hemanjiyomların kontrastsız T2 ağırlıklı çalışmalarda belirgin hiperintens izlenmesi oldukça önemli bir bulgudur. Adenom, FNH ve metastatik lezyonların çoğu T2 ağırlıklı serilerde hafif hiperintens izlendiği için, bu özellik küçük hemanjiyomların ayırımında önemlidir (70). Ohtomo ve ark (98) da, hemanjiyomların hepatik malignitelerden ayırımında T2 ağırlıklı sekansları kullandıklarında doğruluk oranını %92 olarak bulmuşlardır. Bizim kontrastsız T2 ağırlıklı görüntülerde saptanan 21 hemanjiyom lezyonunun, 14 tanesi güçlü, 6 tanesi orta ve 1 tanesi hafif derecede hiperintensite gösteriyordu. Kontrastsız T2 ağırlıklı serilerde saptanan 46 metastaz lezyonunun, 25 tanesi hafif, 21 tanesi orta derecede hiperintens olarak izlendi. Hiçbir metastaz lezyonu güçlü hiperintensite göstermedi.

Bazı yazarlar (66, 67) hipervasküler lezyonlar üzerinde yaptıkları çalışmalarda, çok erken dönem görüntülerin önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Çünkü lezyonların 1 ve 3 dakika sonra karaciğerle izointens oldukları için saptanmaları olanaksızlaşmaktadır. Karsinoid metastazlarının hipervasküler özellikte olduğu bilinmektedir (99). Bizim mide karsinoidine bağlı karaciğerde hipervasküler metastazları olan olguda, lezyonlar en iyi arteriyel dönemde saptandılar (şekil 4.1.). Arteriyel dönemde difüz-homojen kontrastlanan lezyonlar, portal fazda karaciğerle izointens olduğundan saptanamadı. Bu durum portal fazda çevresel olarak kontrastlanmaya başlayan kolorektal karsinom metastazlarından farklıdır.

Soyer ve ark (100), hipervasküler metastazların hemanjiyomlardan ayırımında, kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülere tercih edilmeleri yerine birlikte kullanılmasının, bu iki lezyonun ayırımında daha başarılı olduğu sonucuna varmışlardır.

Li ve ark (101) da, kavernöz hemanjiyom ve metastatik lezyonları olan hastalarda yaptıkları çalışmada, metastatik lezyonların kavernöz hemanjiyomlardan MR tetkiki ile ayırımının doğruluk oranını hipovasküler metastazlarda %97.5, hipervasküler metastazlarda ise %61 olarak belirlemişlerdir. Böylece hemanjiyomların metastatik lezyonlardan ayırımındaki doğruluk oranının primer neoplazmin histolojik tipine bağlı olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu araştırmacılar, 4 cm ve altı boyutlardaki hemanjiyomların, kontrastsız T1 ağırlıklı sekanslarda karaciğerle izointens, T2 ağırlıklı sekanslarda güçlü hiperintens, düzgün kontur ve homojen iç yapıya sahip olmaları gibi tipik bulguları ile metastazlardan ayırımının yapılabildiğini; 4 cm'den büyük hemanjiyomlarda ise atipik görünüm nedeni ile (düzensiz kontur ve heterojen iç yapı gibi), kontrastsız MR tetkiki ile metastazlardan ayırımının mümkün olmadığını belirtmektedirler.

Mahfouz ve ark. (68), hipervasküler malign tümörlerle FNH arasında kontrastlanma paterni olarak benzerlik bulunduğunu, ancak kontrastsız ve kontrastlı görüntülerin birlikte yorumlanması ile ayırımın mümkün olduğunu belirtmektedirler. Gadolinyum kontrastlı MR görüntüler ile FNH'lerin hipervasküler malign lezyonlardan ayırımında en önemli kriterleri şu şekilde sınıflamışlardır:

- a- Kontrastlanmanın homojen olması
- b- Geç dönemde kontrastlanan santral skarın gösterilmesi
- c- Kontrastlı görüntülerde lezyonun net olarak izlenmesi

Lee ve ark (24), FNH lezyonunun kontrastsız MR karakteristiklerini incelemişler ve lezyonların %49'unda T1 ağırlıklı serilerde hipointens, T2 ağırlıklı serilerde hiperintens vasıfta santral skar izlemişlerdir. Histopatolojik olarak FNH skarının safra kanalları, kan damarları ve az ya da çok kronik inflamatuvar hücreler içerdikleri gösterilmiştir. FNH skarının MR özellikleri lezyonun kendisine göre uzun T1 ve T2 süresine sahip olduğunu göstermektedir. Bu da su içeriğinin fazla olduğuna işaret eder ki, patolojik olarak bu durum doğrulanmıştır. Lee ve ark. bu çalışmanın sonucunda, FNH tanısında tarif ettikleri triad şu şekildedir:

- a- Lezyonun T1 ve T2 ağırlıklı sekanslarda izointens olarak izlenmesi
- b- Lezyonun homojen görünümde olması
- c- T2 ağırlıklı sekanslarda santral hiperintens skar varlığı

Santral skar, fibrolameller HCC'de de izlenmekle beraber, bu skar fibröz dokudan meydana geldiğinden, T1 ve T2 ağırlıklı sekanslarda hipointens olarak izlenmektedir.

Schiebler ve ark (26), FNH için en tutarlı bulgunun T1 ağırlıklı görüntülerde lezyonun karaciğer parankimi ile izointens izlenmesi olduğunu vurgulamışlardır. Lezyon içerisinde skar izlenmesi ve T2 ağırlıklı görüntülerdeki görünümün değişken olabileceğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızdaki iki FNH olgusunun birinde santral skar izlenirken, diğesinde belirgin bir skar izlenmedi.

Her iki FNH lezyonunda demiroksit kontrastlı T2 ağırlıklı görüntülerde bir miktar kontrast tutulumu izlendi. Bu durum, lezyonun kupffer hücresi içerdiğinin bir göstergesi olarak kabul edildi. T1 FLASH görüntüde ise, lezyonlarda karaciğer parankimine göre intensite artışı izlendi. Bu durum da lezyonun hipervasküler olduğunun bir göstergesidir.

Paley ve ark (102), T1 ve T2 ağırlıklı kontrastsız MR ile, demiroksit kontrastlı MR tetkiklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, bazı hepatosellüler adenom, HCC ve FNH'lerde demiroksit kontrastlı MR'da sinyal kaybı izlemişlerdir. Ancak, bu sinyal kaybının, sadece FNH olgularında anlamlı olduğunu belirtmişlerdir. Böylece FNH tanısında demiroksit kontrastlı MR tetkikinin çok başarılı olduğunu öne sürmüşlerdir. Denys ve ark (103) ise, lezyonlardaki demiroksit tutulumuna bağlı sinyal azalmasının FNH için önemli bir bulgu olmasına karşın, bazı FNH olgularının az sayıda kupffer hücresi içerebileceğini ve bu durumda sinyal intensitesinde önemli

bir azalma olmayacağını öne sürmüşlerdir. Dahası, kupffer hücresi içermeyen hemanjiyom ve adenom gibi lezyonlarda demiroksit uygulanması ile sinyal azalması saptanmış ve bu durum genişlemiş vasküler yapılarda kontrast göllenmesine bağlanmıştır.

CCC başlangıçta minimal ya da orta derecede çevresel kontrastlanmanın ardından, progresif ve konsantrik tarzda kontrastlanma gösterir. Az fibrozis gösteren CCC vakaları ise dinamik çalışmalarda erken kontrastlanma gösterebilirler (104, 105).

Çalışmamızda 6 hastada boyanma paterni, lezyonun bir kısmında CCC, bir kısmında ise HCC ile uyumlu idi. Bu tür lezyonlarda mikst tip primer karaciğer tümörü (HCC-CCC) düşündük.

Nishie ve arkadaşları (106) yaptıkları çalışmada, kombine HCC ve CCC lezyonu olan 27 hastayı retrospektif olarak inceleyerek kontrastlı BT sonuçlarını histolojik sonuçlarla kıyaslamışlardır. Kombine HCC-CCC'lu olguları daha önce Allen ve Lisa'nın yaptıkları sınıflamaya göre 3 gruba ayırmışlardır. Buna göre;

Tip 1: Çift kanser; HCC ve CCC iki ayrı kitle şeklindedir.

Tip 2: Kombine tip; HCC ve CCC birliktedir ancak birbirinden bağımsızdır.

Tip 3: Mikst tip; kitle içerisinde HCC ve CCC komponentleri birbiri içine girmiştir.

Kombine vakalar seyrek olup primer karaciğer kanserlerinin %1-3.3'ü kadardır.

Nishie ve arkadaşları kontrastlı BT bulguları ile histolojik sonuçları karşılaştırmışlar ve BT'nin teşhis doğruluğunu tip 1 için %100, tip 2 için %44.4, tip 3 için %18.8 olarak bulmuşlardır. Tüm hastalar birlikte değerlendirildiğinde ise kontrastlı BT'nin doğruluğunu %33.3 olarak rapor etmişlerdir. Bu değerlerin düşük olmasının nedeni olarak lezyonların atipik boyanma paterni, komponentlerin boyutunun küçüklüğü ve lezyonun ara hücrelerden oluşmuş olmasını göstermişlerdir. Ve lezyonların boyanma paternini tümörün cinsinden çok, lezyon içindeki sellüler ve fibröz doku oranının belirlediğini rapor etmişlerdir. Çalışmalarında kombine tip lezyonu olan bir hastada HCC komponenti CCC gibi boyanmıştı. Ve bu HCC'nin histolojik tipi iyi diferansiye idi. Mikst tip lezyonu olan bir hastada ise histolojik olarak bol fibröz stroma içeren orta derecede diferansiye HCC komponenti, CCC gibi boyanmıştı.

Bizim çalışmamızda mikst tipteki lezyonlardan birisinde, HCC komponentinde sarkomatoid transformasyon saptandı. Kim ve arkadaşları (107), kombine tip lezyonlarda sarkomatoid transformasyonun hem HCC, hem de CCC komponentinde meydana gelebileceğini rapor etmişlerdir. Görülme sıklığının HCC için %2-4, CCC içinse çok nadir olduğu belirtilmiştir. Karaciğer kanserlerinde sarkomatoid transformasyon gelişmiş olması prognozu olumsuz etkiler. Çünkü bu vakalarda nodal, intrahepatik ve ekstrahepatik metastaz sıklığında artış izlenir. Bizim vakamızda da kısa süre sonra çekilen abdominal BT tetkikinde çok sayıda peritoneal implant tesbit ettik.

Bizim çalışmamızda gadolinyum kontrastlı geç görüntülerde izlenen 95 malign lezyonun 44'ünde periferik wash-out bulgusu izledik. 39 benign lezyonun hiçbirisinde periferik wash-out bulgusu izlemedik. Periferik wash-out bulgusunu 42 metastaz olgusundan 30'ünde, 15 CCC olgusundan 12'sinde ve 38 HCC olgusundan 2'sinde gözlemledik. Bizim sonuçlarımıza göre periferik wash-out bulgusunun malign karaciğer lezyonları için sensitivitesi %46, spesifitesi %100'dür.

Mahfouz ve ark (72), karaciğer lezyonu olan 102 hastaya T1, T2 ve gadolinyum kontrastlı dinamik MR tetkikleri yapmışlardır. 49 malign lezyonun 12 tanesinde, lezyonun santrale göre hipointens rim saptamışlardır (periferik wash-out bulgusu). Ve bu rimi en iyi kontrast madde verildikten 10 dakika sonraki görüntülerde izlemişlerdir. Bu periferik wash-out kalan 37 malign tümörle 53 benign lezyonda izlenmemiştir. Periferik wash-out bulgusunun karaciğer malignitelerinin teşhisinde sensitivitesi %24.5, spesifitesi %100 olarak bulunmuştur. Periferik wash-out bulgusu izlenen malign tümörlerin kontrastsız T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerde lezyonun periferi ile santrali arasında sinyal farklılığı saptanmamıştır. Sonuç olarak Mahfouz ve ark, gadolinyum kontrastlı dinamik MR görüntülerde periferik wash-out bulgusunun karaciğer maligniteleri için spesifik bir bulgu olduğunu öne sürmüşlerdir.

Periferik wash-out bulgusu lezyonun periferi ile santrali arasındaki vaskülarizasyon farklılığına bağlanmıştır. Benign lezyonlarda periferik wash-out bulgusunun izlenmemesi, lezyonun tümünde doku karakteristiğinin benzer olmasındandır.

Periferal wash-out bulgusu gösteren tümörlerde lezyonun periferinin normal karaciğer dokusu ile benzer olduğu öne sürülmüştür. Bu bölge karaciğer gibi 45 saniyede pik değere ulaşacak şekilde erken kontrastlanır ve daha sonra kontrastlanma giderek azalır. Zıt olarak lezyonun santrali ise sürekli artan bir kontrastlanma gösterir. Bu durum hakkında ileri sürülen hipotez, lezyon periferinin intravasküler ve interstisyel kompartmanlarının oranının normal ya da normale yakın olduğu, santral kesiminin ise interstisyel kompartmanında artış ile birlikte intravasküler kompartmanında azalma olduğudur. Gadolinyum'un temizlenme hızı interstisyel kompartmanda intravasküler kompartmana oranla daha yavaş olmaktadır.

Muramatsu ve ark. (108) da kolorektal kanser metastazlarının HCC'dan kontrastlı BT ile ayırımında periferal wash-out bulgusunu araştırmışlardır. Çalışmalarında kontrast madde enjeksiyonundan sonra 5 dakikadan daha geç görüntülerde izledikleri periferal wash-out bulgusu ile lezyonların patolojik bulgularını karşılaştırmışlardır. Bu araştırmacılar da tümörün wash-out gösteren periferal kesimlerinin yaşayan tümör hücrelerinden, santraldeki yüksek dansiteli alanın ise fibröz konnektif dokudan oluştuğunu öne sürmüşlerdir. Periferal wash-out bulgusunu metastatik lezyonların %75'inde, HCC lezyonlarının ise %2'sinde izlemişlerdir. Böylelikle metastatik nonmüsinöz kolorektal kanserli olgularla HCC'li olguların ayırımında geç dönem çekimlerin kullanışlı olduğunu öne sürmüşlerdir. Bizim sonuçlarımız literatürle uyumlu olup, çalışmamızda periferik wash-out bulgusu bütün malign lezyonlarda izlenmemekle birlikte, metastaz ve CCC'ların %74'ünde, HCC'lerin ise %5'inde izlenmiştir. Hiçbir benign lezyonda izlenmemesi nedeni ile saptandığında bu bulgunun malign lezyon için spesifitesi %100'dür.

Vogl ve ark (109), yaptıkları çalışmada lezyonların benign-malign ayırımında demiroksit ve gadolinyum kontrast maddelerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada, benign karaciğer lezyonlarında, içerdikleri kupffer hücreleri nedeni ile demiroksit'in tutulmasına sekonder, lezyonların sinyal intensitesinin düştüğünü ve böylelikle malign lezyonlarla benign lezyonların ayırımının mümkün olduğunu ileri sürmüşlerdir. Zira malign lezyonlarda demiroksit tutulumu olmamaktadır ve böylelikle karaciğer sinyal intensitesinin azalmasına rağmen malign lezyonlar sinyal özelliklerini korumaktadırlar. Çalışmalarında gadolinyumun T1 ağırlıklı serilerde

benign lezyonların intensitesini güçlü bir şekilde arttırdığını, malign lezyonlarda ise orta dereceli sinyal artışı olduğunu öne sürmüşlerdir. Benign-malign ayırımında spesifisite demiroksit için %93, gadolinyum için %81.5 bulunmuştur.

Bizim çalışmamızda demiroksit ile saptanan en fazla 149 lezyonun 6 tanesi (3 hemanjiyom, 1 fokal konflüent fibrozis, 2 FNH) T2 ağırlıklı serilerde sinyal kaybı gösterdiler. 143 tanesi ise sinyal değişikliği göstermediler. FNH ve FKF lezyonlarında sinyal kaybının nedeni, lezyonların kupffer hücreleri içermesi nedeni ile demiroksiti tutmaları idi. Gadolinyumlu çalışmanın FNH tanısında oldukça başarılı olması ile birlikte, bize göre demiroksit kontrastlı MR görüntüleme de, az sayıda lezyonun sinyal kaybı göstermesi nedeni ile FNH tanısında başarılı bir yöntemdir. Bununla birlikte Grazioli ve ark (85), FNH olgularının MR ile karakterizasyonunda Gd-BOPTA ve demiroksit'in etkinliğini karşılaştırmışlar ve Gd-BOPTA'yı demiroksitten daha üstün bulmuşlardır. Gadolinyum kontrastlı dinamik çalışmada lezyonun hipervasküler olduğunun göstergesi arteriyel dönemdeki güçlü boyanmadır. Demiroksit kontrastlı görüntülerde ise lezyonun hipervasküler olduğunun göstergesi T1 FLASH görüntüde lezyon intensitesinin karaciğer parankimine göre artmış olması ve vasküler yapılarla izointens olmasıdır.

Endorem infüzyonu esnasında 1 hastada bilateral diz ağrısı, 1 hastada yüzde kızarma ve 1 hastada da terleme, bulantı, kusma ve bel ağrısı şikayetleri oldu. Bu hastalarda infüzyona ara verildiğinde semptomlar geriledi ve tekrar infüzyon başlatıldığında semptomlar tekrarlamadı. Bluemke ve ark (81), demiroksidin direkt uygulanması ile infüzyon şeklinde uygulanmasını yan etkiler açısından karşılaştırmışlar ve infüzyon şeklinde verilmesi ile oluşabilecek istenmeyen etkileri; baş ağrısı (%3), bel ağrısı (%3), genel vücut ağrısı (%3) şeklinde rapor etmişlerdir. Direkt injeksiyonla verdiklerinde ise yan etkilerin oluşması açısından anlamlı farklılık bulmamışlardır. Ama literatürde yaygın olarak kabul gören uygulama şekli; demiroksit kontrast maddenin, 100 ml %5'lik dekstroz içerisinde 30 dk sürede yavaş infüzyon şeklinde verilmesidir. Ros ve ark (75) 208 hastalık bir çalışmada, 9 hastada bel ağrısı (%4) geliştiğini rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada da 18 hastanın 1'inde şiddetli sırt ağrısı olmuş ancak tedavisiz düzelme olmuştur (89).

Biz hastalara önce gadolinyum kontrastlı, ve bundan 1-2 gün sonra demiroksit kontrastlı çalışmayı yaptık.

Kim ve ark (7), çalışmalarında gadolinyum ve demiroksitli kontrast maddeleri üç ayrı şekilde kombine etmişlerdir. Demiroksitle yapılan çalışmayı gadolinyumlu çalışmadan hemen sonra; gadolinyumlu çalışmadan 1 gün sonra ve gadolinyumlu çalışmadan önce yapmışlardır. İkinci bir kontrast madde kullanımının lezyonların tesbitini arttırdığını öne sürmüşlerdir. Önce Gadolinyum, sonra Demiroksit'in uygulanmasının daha başarılı olduğu ve özellikle de 2. grupta (demiroksit'in gadolinyumdan 1 gün sonra verildiği hasta grubu) daha fazla lezyon saptandığına dikkati çekmişlerdir. Aynı çalışmada kontrast maddelerin başarısı tek tek değerlendirildiğinde metastaz gibi hipovasküler lezyonların tesbitinde demiroksit; HCC gibi hipervasküler lezyonların tesbitinde ise gadolinyumlu çalışmalar daha başarılı bulunmuştur.

Kumano ve ark (110), demiroksit kontrastlı T2 ağırlıklı serilerde tüm lezyonların hiperintens izlendiğini, ancak kist ve hemanjiyomların metastazlardan daha yüksek sinyalde izlendiklerini rapor etmişlerdir. Bazı çalışmalarda ise hemanjiyom ve adenom gibi lezyonlarda demiroksit uygulanması ile sinyal azalması saptanmış ve bu durum genişlemiş vasküler yapılarda kontrast göllenmesine bağlanmıştır (101). Bizim çalışmamızda kistler ve 20 hemanjiyomun 12 tanesi, demiroksit kontrastlı T2 ağırlıklı görüntülerde Kumano ve ark'nın öne sürdüğü gibi metastazlardan daha yüksek sinyal intensitesi gösteriyordu. Bununla birlikte 8 hemanjiyom olgusunda kontrast göllenmesine sekonder T2 ağırlıklı görüntülerde intensite kaybı gözledik.

Biz çalışmamızda demiroksit kontrastlı görüntüleri T1 ağırlıklı GE (FLASH), T2 ağırlıklı GE, T2 ağırlıklı TSE ve T2 ağırlıklı yağ baskılamalı TSE sekanslarında elde ettik.

Literatürde normal karaciğer dokusunun demiroksit kontrastlı çalışmada en fazla sinyal kaybını GE sekansında gösterdiği belirtilmektedir (86). Ward ve ark (95), FLASH sekansında yüksek karaciğer/vasküler yapı kontrastı elde edildiğinden, lezyonların segmental lokalizasyonlarının yapılmasında en başarılı sekans olduğunu öne sürmüşlerdir. Aynı araştırmacılar sonraki çalışmalarında (111), demiroksit kontrastlı T2 ağırlıklı GE görüntülerle, kontrastsız T2 TSE görüntülerin birlikte değerlendirilmesinin lezyonların saptanmasında en sensitif yöntem olduğunu öne sürmüşlerdir. T2 ağırlıklı TSE görüntülerde karaciğer/malign lezyon kontrast

oranının GE sekansına göre daha az olduğunu belirtmişlerdir. 1 cm'in altındaki lezyonların saptanmasında GE sekansının en yüksek sensitiviteye sahip olduğunu (küçük lezyonların %70'i saptanmıştır) ileri sürmüşlerdir. Kontrastsız MR ve demiroksit kontrastlı T2 TSE sekansında bu oranlar sırasıyla %34.5 ve % 49 bulunmuştur. Bu sonuçların başka çalışmalarla da uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. 1 cm'in üzerindeki lezyonlarda ise kontrastsız ve demiroksit kontrastlı T2 TSE sekanslarında sensitivite %83'e, GE sekansında ise %95'e yükselmektedir. Bu araştırmacılar demiroksit kontrast ile en kötü sonuçları nefes tutturmalı T2 TSE sekansında elde etmişlerdir. Ve sonuçların kontrastsız MR sonuçlarından farklı olmadığını belirtmişlerdir. Başka araştırmacıların T2 TSE sekansı ile daha iyi sonuçlar almalarını ise, sekansın nefes tutturmasız olarak uygulanmasına bağlamışlardır. Demiroksit kontrastlı çalışmalarda GE sekansının kullanılması ile hareket artefaktının azaldığını ve SNR'nin arttığını vurgulamışlardır. Yine bu çalışmada demiroksit kontrastlı TSE sekansında yanlış pozitiflik oranının %6.5 olduğu, GE görüntülerde ise %1.6 olduğu rapor edilmiştir. Bu yüksek yanlış pozitiflik oranı, demiroksit ile azalmış karaciğer intensitesine karşın, vasküler yapıların intensitesinin çok yüksek olmasına bağlanmıştır.

Özellikle yüzeysel lezyonların saptanmasında yağ baskılama tekniğinin kullanışlı olduğu bildirilmiştir (111). Bazı çalışmalarda (65, 86, 112, 113) yağ baskılama tekniğinin kullanılması ile solunumdan kaynaklanan faz artefaktlarının azalacağı ve abdominal organlar arasındaki sinyal intensite farklılığının arttırılabileceği, ayrıca bu yöntemle lezyonların saptanabilirliğinin de arttığı rapor edilmiştir. Ancak sirozlu ve hemakromatozisli hastalarda azalmış karaciğer sinyal intensitesi nedeni ile yağ baskılama tekniği kullanıldığında karaciğerin sınırlarının seçilebilirliğinin azalacağından bahsedilmiştir. Çünkü çevredeki yağ dokusu karaciğerin seçilebilirliğini arttırmaktadır. Ve bu nedenle bu tür hastalarda yağ baskılama tekniğinin kullanılmaması gerektiği öne sürülmüştür (113). Bizim çalışmamızda da demiroksit kullanıldığından ve bu ajan karaciğer intensitesinin azalmasına yol açtığından yağ baskılama tekniğinin kullanılmaması gerektiği düşünülebilir. Ancak bizim yağ baskılama tekniği ile elde ettiğimiz görüntülerde bazı lezyonların sınırları çevre karaciğer dokusundan daha iyi ayrılabilir. Bu sonuçların, yağ baskılama tekniğinin kullanılmaması ile elde ettiğimiz görüntülerde bazı lezyonların sınırlarının çevre karaciğer dokusundan daha iyi ayrılabilir olduğunu göstermektedir.

Bizim çalışmamızın bazı limitasyonları vardı. Birincisi, bütün hastalar opere olmadığından lezyon sayımı için kullanılan gold standart yöntem bu hastalarda uygulanamadı. Bu hastalarda gold standart yöntem olarak takip görüntüleme yöntemleri ile lezyonların değerlendirilmesini kullandık. İkincisi, her lezyon rezeke edilmediğinden lezyonun tümü hakkında bilgi edinilemedi. Bu durum özellikle mikst lezyonların tanısı için önemlidir. Üçüncüsü, karaciğerinde birden fazla lezyonu olan hastalarda, lezyonların MR özellikleri benzer olduğunda, bu lezyonların sadece 1 veya 2'sinden biyopsi yapıldı. Kalan lezyonlardan biyopsi yapılmadı. Bu hastalarda da takip görüntüleme yöntemleri ile tanı doğrulandı.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Karaciğer görüntülemesi özellikle primer malignitesi olan hastalarda saptanan karaciğer lezyonlarında, lezyonların benign-malign ayrımının yapılması açısından önemlidir. MRG, özellikle de hızlı sekansların geliştirilmesi ve yeni kontrast ajanların kullanılmasıyla karaciğer görüntülenmesinde oldukça başarılı bir tanısal yöntemdir. Biz çalışmamızda ekstrasellüler ve hepatosit selektif özellik gösteren Gd-BOPTA ile RES spesifik demiroksit kontrast ajanlarının MRG'de başarılarını karşılaştırdık. Bizim sonuçlarımıza göre; lezyonların saptanmasında demiroksit kontrast ajanı yalnız başına ve kontrastsız serilerle kombine edildiğinde çalışmamızdaki diğer serilere göre, gerek Az değerlerinde, gerek duyarlılık oranlarında istatistiksel olarak anlamlı derecede üstün bulunmuştur. Lezyonların karakterizasyonunda Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerin gerek tek başına, gerekse kontrastsız ve geç Gd-BOPTA kontrastlı görüntülerle kombine edilmesinde kontrastsız, demiroksit kontrastlı ve geç Gd-BOPTA kontrastlı serilere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede üstün bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerle kombine edilmesi, demiroksit kontrastlı görüntülerin tek başına değerlendirilmesine göre daha üstün bulunmuştur. Demiroksit kontrastlı görüntülerle kontrastsız görüntülerin birlikte değerlendirilmesi lezyonların doğru olarak karakterizasyonunu artırmaktadır. Ayrıca demiroksit kontrastlı serilere T1 ağırlıklı görüntülerin eklenmesi lezyon karakterizasyondaki duyarlılığı artırmaktadır. Ancak Gd-BOPTA kontrastlı dinamik görüntülere üstünlük sağlamamaktadır.

Bu nedenle lezyonların saptanmasının önemli olduğu durumlarda demiroksit kontrastlı görüntülerin tek başına ya da kontrastsız görüntülerle birlikte değerlendirilmesi lezyonların saptanabilirliğini artırmaktadır. Lezyonların karakterizasyonunda ise dinamik Gd-BOPTA kontrastlı görüntülere üstünlük sağlamadığından maliyeti daha az olan ve uygulama kolaylığı nedeniyle Gd-BOPTA kontrastlı dinamik görüntüler tercih edilebilir.

KAYNAKLAR

1. J. Petersein, A. Spinazzi, A. Giovagnoni, P. Soyer, et al. Focal Liver Lesions: Evaluation of the Efficacy of Gadobenate Dimeglumine in MR İmaging-A Multicenter Phase III Clinical Study. *Radiology*, 2000; 215: 727-736.
2. C. D. Frate, M. Bazzocchi, K. J. Morteale, C. Zuiani, V. Londero, G. Como, R. Zanardi, P. R. Ros. Detection of Liver Metastases: Comparison of Gadobenate Dimeglumine-Enhanced and Ferumoxides-Enhanced MR İmaging Examinations. *Radiology*, 2002; 225: 766-772.
3. Kim YK, Kim CS, Lee YH, Kwak HS, Lee JM. Comparison of Superparamagnetic Iron Oxide-Enhanced and Gadobenate Dimeglumine-Enhanced Dynamic MRI for Detection of Small Hepatocellular Carcinomas. *AJR* 2004; 182: 1217-1223.
4. Chung JJ, Kim MJ, Kim KW. Mangafodipir Trisodium-Enhanced MRI for the Detection and Characterization of Focal Hepatic Lesions: Is Delayed Imaging Useful? *J.Magn.Reson.Imaging* 2006; 23: 706-711.
5. Spinazzi A, Lorusso V, Pirovano G, Kirchin M. Safety, tolerance, biodistribution, and MR imaging enhancement of the liver with Gadobenate Dimeglumine: Results of clinical pharmacologic and pilot imaging studies in nonpatient and patient volunteers. *Acad Radiol* 1999; 6: 282-291.
6. Kim YK, Lee JM, Kim CS. Gadobenate Dimeglumine-enhanced liver MR imaging: value of dynamic and delayed imaging for the characterization and detection of focal liver lesions. *Eur Radiol* 2004; 14: 5-13.
7. Kim MJ, Kim JH, Chung JJ, Park MS, Lim JS, Oh YT. Focal Hepatic Lesions: Detection and Characterization with Combination Gadolinium and Superparamagnetic Iron Oxide-enhanced MR Imaging. *Radiology* 2003; 228: 719-726.
8. Schmitz SA, Nikolova A, O'Regan D, Albrecht T, Hohmann J, Wolf KJ. Quantitative Assesment of Iron-Oxide-Enhanced Magnetic Resonance Imaging of the Liver: Vessel Isointensity is a Potential Characteristic of Liver Hemangiomas on Late T1-Weighted Images. *Acta Radiol* 2006; 47: 634-642.

9. Poeckler C, Koepke J, Gueckel F, Sturm J, Georgi M. MRI with Superparamagnetic Iron Oxide: Efficacy in the Detection and Characterization of Focal Hepatic Lesions. *Magn Reson Imag* 1999; 17: 383-392.
10. Nakayama M, Yamashita Y, Mitsuzaki K, et al. Improved Tissue Characterization of Focal Liver Lesions with Ferumoxide-Enhanced T1 and T2-Weighted MR Imaging. *J of Magn Reson Imag* 2000; 11: 647-654.
11. Bismuth H. Surgical anatomy and anatomical surgery of the liver. *World J Surg* 1982; 6: 3-9.
12. Arıncı K, Elhan A. *Anatomi Karaciğer* 1995, 1. cilt sf 335-345.
13. Killi R, Özbek S. S. *Abdomende Doppler Ultrasonografi; Karaciğer Anatomisi*. 2004; sayfa 3-6.
14. Lee JKT, Sagel SS, Stanley RJ, Heiken JP. *Computed Body Tomography with MRI Correlation Liver*. 1998; Volume I: 701-777.
15. Soyer P. Segmental anatomy of the liver: Utility of a Nomenclature Accepted Worldwide. *AJR* 1993; 161: 572-573.
16. Michael P Federle, Venkata S Anne. *Diagnostic Imaging-Abdomen Part II; Hepatobiliary and Pancreas*, 2005; 98-147.
17. Karhunen PJ. Benign hepatic tumors and tumor like conditions in men. *J. Clin. Pathol.* 1986; 39:183-188.
18. Stark DD, Bradley WG. *Magnetic Resonance İmaging* 1999; Liver: Vol:1, Chapter 22; 439-470.
19. Aytekin OTO. *Gövde Manyetik Rezonans, Karaciğerin Fokal Lezyonlarında MRG*; 2005; 12-18.
20. Sahani D.V., Kalva S.P. *Imaging the Liver*. *The Oncologist* 2004; 9: 385-397
21. SchFmiedl U, Kolbel G, Hess CF, et al. Dynamic sequential MR imaging of focal liver lesions: initial experience in 22 patients at 1.5 T. *J. Comput Assit Tomogr.* 1990; 14: 600-607.

22. McFarland EG, Mayo-Smith WW, Saini S, et al. Hepatic Hemangiomas and malignant tumors: improved differentiation with heavily T2-weighted conventional spin-echo MR imaging. *Radiology* 1994; 193: 43-47.
23. Siegelman ES. *Body MRI, 2005 Body MR Techniques and MR of the Liver*, 1-62.
24. Lee MJ, Saini S, Hamm B, et al. Focal Nodular Hyperplasia of the Liver: MR findings in 35 proved cases. *AJR* 1991; 156: 317-320.
25. Vilgrain V, Flejou J-F, Arrive L, et al. Focal Nodular Hyperplasia of the Liver: MR Imaging and pathological correlation in 37 patient. *Radiology* 1992; 184: 699-703.
26. Schiebler ML, Kressel HY, Saul SH, Yeager BA, Axel L, Geftter WB. MR imaging of focal nodular hyperplasia of the liver. *J Comput Assist Tomogr* 1987; 11: 651-654.
27. Mathieu D, Rahmouni A, Anglade M-C, et al. Focal Nodular Hyperplasia of the Liver, assesment with contrast-enhanced turboFLASH MR imaging. *Radiology* 1991; 180:25-30.
28. Mattisons Gr, Glazer GM, Quint LE, et al. MR Imaging of hepatic Focal Nodular Hyperplasia: Characterization and distinction for primary malignant hepatic tumors. *AJR* 1987; 148: 711-715.
29. Paulson EK, McClellan JS, Washington K, et al. Hepatic Adenoma: MR characteristics and correlation with pathologic findings. *AJR* 1994; 163: 113-116.
30. Ros PR, Goodman ZD, Ishak KG, et al. Mesenchymal Hamartoma of the liver: radiologic-pathologic correlations. *Radiology* 1986; 158: 619-624.
31. Whitney WS, Herfkens RJ, Jeffrey RB, et al. Dynamic breath-hold multiplanar spoiled gradient-recalled MR imaging with gadolinium enhancement for differentiating hepatic hemangiomas from malignancies at 1.5 T. *Radiology* 1993; 189: 863-870.
32. Itai Y, Ohtomo K, Furui S, et al. MR imaging of hepatocellular carcinoma. *J Comput Assist Tomogr* 1986; 10: 963-968.

33. Itai Y, Ohtomo K, Kokubu T, et al. CT and MR Imaging of fatty tumors of the liver. *J. Comput. Assist Tomogr.* 1987; 11: 253-257.
34. Mahfouz AE, Hamm B, Wolf KJ. Dynamic Gadopentate dimeglumine enhanced MR Imaging of hepatocellular carcinoma. *Eur Radiol* 1993; 3: 453-458.
35. Soyer P, Roche A, Levesque M, Legmenn P. CT of fibrolamellar hepatocellular carcinoma. *J. Comput. Assist Tomogr* 1991; 15: 533-538.
36. Butch RJ, Stark DD, Malt RA. MR imaging of hepatic focal nodular hyperplasia. *J Comput Assist Tomogr* 1986; 10 : 874-877.
37. Ahrendt SA, Pitt HA. Biliary tract. In: Townsend C, ed *Sabiston Textbook of Surgery*. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 2001: 1076-1111.
38. Semelka RC, Shoetnut JP, Kroeker MA, et al. Focal liver disease: comparison of dynamic contrast-enhanced CT and T2 weighted fat suppressed, FLASH and dynamic gadolinium-enhanced MR imaging at 1.5 T. *Radiology* 1992; 184: 687-694.
39. Semelka RC, Cumming MJ, Shoenuit JP, et al. Islet cell tumors: comparisons of dynamic contrast-enhanced CT and MR imaging with dynamic gadolinium enhancement and suppression. *Radiology* 1993; 186: 799-802.
40. Robinson PJ. Imaging liver metastases: current limitations and future prospects. *Br.J.Radiol*; 2000; 73: 234-241.
41. Sica GT, Ji H, Ros PR. CT and MR Imaging of hepatic metastases. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 174: 691-698.
42. Glover C, Douse P, Kane P et al. Accuracy of investigations for asymptomatic colorectal liver metastases. *Dis Colon Rectum* 2002; 45: 476-484.
43. Paulson EK. Evaluation of the liver for metastatic disease. *Semin Liver Dis* 2001; 21: 225-236.
44. Marchal GJ, Pylyser K, Tshibwabwa-Tumba EA. Anechoic halo in solid liver tumors: sonographic, microangiopathic and histologic correlation. *Radiology* 1985; 156: 479-483.

45. Schmidt J, Strotzer M, Fraunhofer S et al. Intraoperative ultrasonography versus helical computed tomography and computed tomography with arteriportography in diagnosing colorectal liver metastases: lesion-by-lesion analysis. *World J Surg* 2000; 24: 43-47.
46. Catheline JM, Turner R, Champault G. Laparoscopic Ultrasound of the liver. *Eur J Ultrasound* 2000; 12: 169-177.
47. Furuse J, Nagase M, Ishii H et al. Contrast enhancement patterns of hepatic tumors during the vascular phase using coding harmonic imaging and Levovist to differentiate hepatocellular carcinoma from other focal lesions. *Br J Radiol* 2003; 76: 385-392.
48. Staren ED, Gambla M, Deziel DJ, et al. Intraoperative Ultrasound in the Management of Liver Neoplasms. *The American Surgeon* 1997; 63: 591-596.
49. Özsunar Dayanır Y, Özdemir H. İntraoperatif Ultrasonun abdominal kullanım alanları. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 2000; 6: 55-61.
50. Charnley RM, Morris DL, Dennison AR, Amar SS, Hardcastle JD. Detection of colorectal liver metastases using intraoperative ultrasonography. *Br. J. Surg* 1991; 78: 45-48.
51. Machi J, Isomoto H, Yamashita Y, et al. Intraoperative Ultrasonography in screening for liver metastases from colorectal cancer: Comparative accuracy with traditional procedures. *Surgery* 1987; 101: 678-684.
52. Francis IR, Cohan RH, McNulty NJ et al. Multidetector CT of the liver and hepatic neoplasms: effect of multiphasic imaging on tumor conspicuity and vascular enhancement. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 180: 1217-1224.
53. Saini S. İmaging of hepatobiliary tract. *N Engl J Med* 1997; 336: 1889-1894.
54. Baron RL. Understanding and optimizing use of contrast material for CT of the liver. *AJR* 1994; 163: 323-331.
55. Bissoli E, Bison L, Gioulis E et al. Multislice CT fluoroscopy: technical principles, clinical applications and dosimetry. *Radiol Med (Torino)* 2003; 106: 201-212.

56. Saini S, Nelson RC. Technic for MR imaging of the liver. *Radiology* 1995; 197: 575-577.
57. Low RN, Francis IR, Herfkens RJ. Fast Multiplanar spoiled gradient recalled imaging of the liver: Pulse sequence optimization and comparison with spin echo MR imaging. *AJR* 1993; 160: 501-509.
58. Zealley IA, Skehan SJ, Rawlinson J, et al. Selection of patients for resection of hepatic metastases: improved detection of extrahepatic disease with FDG PET. *Radiographics* 2001; 21: S55-S69.
59. Fong Y, Saldinger PF, Akhurst T, et al. Utility of F-FDG positron emission tomography scanning on selection of patients for resection of hepatic colorectal metastases. *Am J Surg* 1999; 178: 282-287.
60. Israel O, Mor M, Gaitini D, et al. Combined functional and structural evaluation of cancer patients with a hybrid camera-based PET/CT system using F-FDG. *J Nucl Med* 2002; 43: 1129-1136.
61. Teefey SA; Hildeboldt CC, Dehdashti F, et al. Detection of primary hepatic malignancy in liver transplant candidates: prospective comparison of CT, MR imaging, US, and PET. *Radiology* 2003; 226: 533-542.
62. Yang M, Martin DR, Karabulut N, et al. Comparison of MR and PET imaging for the evaluation of liver metastases. *J Magn Reson Imaging* 2003; 17: 343-349.
63. Kaya T, Özkan R, Adapınar B. *Temel Radyoloji Tekniği* 1997; Manyetik Rezonans Görüntüleme Fiziği; sf 355-393.
64. Sabir N. *Temel Radyoloji Fiziği* 2005, Manyetik Rezonans 203-206.
65. R. C. Semelka, T. K. G. Helmberger. Contrast Agents for MR Imaging of the Liver. *Radiology*, 2001; 218: 27-38.
66. Larson RE, Semelka RC, Bagley AS, Molina PL, Brown ED, Lee JK. Hypervascular malignant liver lesions: comparison of various MR imaging pulse sequences and dynamic CT. *Radiology* 1994; 192: 393-399.

67. Whitney WS, Herfkens RJ, Jeffrey RB, et al. Dynamic breath-hold multiplanar spoiled gradient-recalled MR imaging with gadolinium enhancement for differentiating hepatic hemangiomas from malignancies at 1,5 T. *Radiology* 1993; 189: 863–870.
68. Mahfouz AD, Hamm B, Taupitz M, Wold KJ. Hypervascular liver lesions: differentiation of focal nodular hyperplasia from malignant tumors with dynamic gadolinium-enhanced MR imaging. *Radiology* 1993; 186: 133–138
69. Yoshida H, Itai Y, Ohtomo K, Kokubo T, Minami M, Yashiro N. Small Hepatocellular carcinoma and cavernous hemangioma: differentiation with dynamic FLASH MR imaging with Gd-DTPA. *Radiology* 1989; 171: 339–342.
70. Semelka RC, Brown ED, Ascher SM, et al. Hepatic hemangiomas: a multi-institutional study of appearance of T2-weighted and serial gadolinium-enhanced gradient-echo MR images. *Radiology* 1994; 192: 401–406.
71. Rofsky NM, Lee VS, Laub G, et al. Abdominal MR imaging with a volumetric interpolated breath-hold examination. *Radiology* 1999; 212: 876–884.
72. Mahfouz A, Hamm B, Wof K-J. Peripheral wash-out a sign of malignancy on dynamic gadolinium enhanced MR imaging of focal liver lesions. *Radiology* 1994; 190: 49–52.
73. Liou J, Lee JK, Borrello JA, Brown JJ. Differentiation of hepatomas from nonhepatomatous masse: use of MnDPDP-enhanced MR images. *Magn Reson Imaging* 1994; 12: 71–79.
74. Wang C, Ahlstrom H, Ekholm S, et al. Diagnostic efficiency of Mn-DPDP in MR imaging of the liver: a phase III multicenter study. *Acta Radiol* 1997; 38: 643–649.
75. Ros PR, Freeny PC, Harms SE, et al. Hepatic MR imaging with ferumoxides: a multicenter clinical trial of the safety and efficacy in the detection of focal hepatic lesions. *Radiology* 1995; 196: 481–488.
76. Seneterre E, Tauourel P, Bouvier Y, et al. Detection of hepatic metastases: ferumoxides-enhanced MR imaging versus unenhanced MR imaging and CT during arterial portography. *Radiology* 1996; 200: 785–792.

77. Ward J, Niak KS, Gurthrie JA, Wilson D, Robinson PJ. Hepatic lesion detection: comparison of MR imaging after the administration of superparamagnetic iron oxide with dual-phase CT by using alternative-free response receiver operating characteristic analysis. *Radiology* 1999; 210: 459–466.
78. Oudkerk M, van den Heuvel AG, Wielopolski PA, Schmitz PIM, Borel Rinke IHM, Wiggers T. Hepatic lesions: detection with ferrum oxide-enhanced T1-weighted MR imaging. *Radiology* 1997; 203: 449–456.
79. Blakeborough A, Ward J, Wilson D, et al. Hepatic lesion detection at MR imaging: a comparative study with four sequences. *Radiology* 1997; 203: 759-765.
80. Ommaty R. *Vademecum*, 2003.
81. D. A. Bluemke, T. M. Weber, D. Rubin, E. E. de Lange, R. Semelka, et al. Hepatic MR Imaging with Ferumoxides: Multicenter Study of Safety and Effectiveness of Direct Injection Protocol. *Radiology*, 2003; 228: 457–464
82. Weissleder R, Stark DD, Engelstad BL, et al. Superparamagnetic Iron Oxide: Pharmacokinetics and Toxicity. *AJR* 1989; 152: 167–173.
83. Pavone P, Patrizio G, Buoni C, et al. Comparison of Gd-BOPTA with Gd-DTPA in MR Imaging of rat liver. *Radiology* 1990; 176: 61–64.
84. Van Beers BE, Gallez B, Pringot J. Contrast enhanced MR Imaging of the Liver. *Radiology* 1997; 203: 297–306
85. Grazioli L, Moran G, Kirchin MA, et al. MRI of Focal Nodular Hyperplasia (FNH) with Gadobenate Dimeglumine (Gd-BOPTA) and SPIO (Ferumoxides): An Intra-Individual Comparison. *J. Magn. Reson. Imaging* 2003; 17: 593–602.
86. Bluemke DA, Paulson EK, Choti MA, DeSena S, Clavien PA. Detection of Hepatic Lesions in Candidates for Surgery: Comparison of Ferumoxides-Enhanced MR Imaging and Dual-Phase Helical CT. *AJR* 2000; 175: 1653-1658.
87. Ward J, Niak KS, Gurthrie JA, Wilson D, Robinson PJ. Hepatic lesion detection: comparison of MR imaging after the administration of superparamagnetic

iron oxide with dual-phase CT by using alternative-free response receiver operating characteristic analysis. *Radiology* 1999; 210: 459–466.

88. M. Matsuo, M. Kanematsu, K. Itoh, K. Ito, Y. Maetani, H. Kondo, N. Kako, N. Matsunaga, H. Hoshi, J. Shiraishi. Detection of Malignant Hepatic Tumors: Comparison of Gadolinium and Ferumoxide- Enhanced MR Imaging. *AJR*, 2001; 177: 637–643.

89. Hagspiel KD, Neidl KFW, Eichenberger AC, Weder W, Marincek B. Detection of Liver Metastases: Comparison of Superparamagnetic Iron Oxide-enhanced and Unenhanced MR Imaging at 1,5 T with Dynamic CT, Intraoperative US, and Percutaneous US. *Radiology* 1995;196: 471–478.

90. Sugarbaker PH. Surgical decision making for large bowel cancer metastatic to the liver. *Radiology* 1990; 174: 621–626.

91. Choi D, Kim SH, Lim JH, Lee WJ, Jang HJ, Lee SJ, Kim HK. Preoperative Detection of Hepatocellular Carcinoma: Ferumoxides-Enhanced MR Imaging Versus Combined Helical CT During Arterial Portography and CT Hepatic Arteriography. *AJR* 2001; 176: 475–482.

92. Kim HJ, Kim KW, Byun JH, et al. Comparison of Mangafodipir Trisodium- and Ferucarbotran-Enhanced MRI for Detection and Characterization of Hepatic Metastases in Colorectal Cancer Patients. *AJR* 2006; 186: 1059–1066.

93. Winter TC, Freeny PC, Nighiem HV, et al. MR Imaging with IV Superparamagnetic Iron Oxide: Efficacy in the Detection of Focal Hepatic Lesions. *AJR* 1993; 161: 1191-1198.

94. Arbab AS, Ichikawa T, Sou H, et al. Ferumoxides-enhanced Double-Echo T2-weighted MR Imaging in Differentiating Metastases from Nonsolid Benign Lesions of the Liver. *Radiology* 2002, 225: 151-158.

95. Ward J, Chen F, Guthrie JA, Wilson D, Lodge JPA, Wyatt JI, Robinson PJ. Hepatic Lesion Detection after Superparamagnetic Iron Oxide Enhancement: Comparison of Five T2-weighted Sequences at 1,0 T by Using Alternative-Free Response Receiver Operating Characteristic Analysis. *Radiology* 2000; 214: 159-166.

96. Reimer P, Jahnke N, Fiebich M, Schima W, Deckers F, Marx C, Holzknicht N, Saini S. Hepatic Lesion Detection and Characterization: Value of Nonenhanced MR Imaging, Superparamagnetic Iron Oxide-enhanced MR Imaging, and Spiral CT-ROC Analysis. *Radiology* 2000; 217: 152-158.
97. Soyer P, Elias D, Zeitoun G, Roche A, Levesque M. Surgical Treatment of Hepatic Metastases: Impact of Intraoperative Sonography. *AJR* 1993; 160: 511-514.
98. Ohtomo K, Itai Y, Furui S, Yashiro N, Yoshikawa K, Iio M. Hepatic Tumors: Differentiation by Transverse Relaxation Time (T₂) of Magnetic Resonance Imaging. *Radiology* 1985; 155: 421-423.
99. Bader TR, Semelka RC, Chiu VCY, Armao DM, Woosley JT. MRI of Carcinoid Tumors: Spectrum of Appearances in the Gastrointestinal Tract and Liver. *J Magn Reson Imaging* 2001; 14: 261-269.
100. Soyer P, Gueye C, Somveille E, Laissy JP, Scherrer A. MR Diagnosis of Hepatic Metastases from Neuroendocrine Tumors Versus Hemangiomas: Relative Merits of Dynamic Gadolinium Chelate-Enhanced Gradient-Recalled Echo and Unenhanced Spin-Echo Images. *AJR* 1995; 165: 1407-1413.
101. Li KC, Glazer GM, Quint LE, Francis IR, Aisen AM, Ensminger WD, Bookstein FL. Distinction of Hepatic Cavernous Hemangioma from Hepatic Metastases with MR Imaging. *Radiology* 1988; 169: 409-415.
102. Paley MR, Mergo PJ, Torres GM, Ros PR. Characterization of Focal Hepatic Lesions with Ferumoxides-Enhanced T₂-Weighted MR Imaging. *AJR* 2000; 175: 159-163.
103. Denys A, Arrive L, Servois V, et al. Hepatic Tumors: Detection and Characterization at 1T MR Imaging Enhanced with AMI-25 *Radiology* 1994; 193: 665-669.
104. Maetani Y, Itoh K, Watanabe C, Shibata T, Ametani F, Yamabe H, Konishi J. MR Imaging of Intrahepatic Cholangiocarcinoma with Pathologic Correlation. *AJR* 2001; 176: 1499-1507.
105. Turner JH, Abbitt PL, Ros PR. Intrahepatic Cholangiocarcinoma: MR Appearance. *AJR* 1992; 158: 77-79.

106. Nishie A, Yoshimitsu K, Asayama Y, et al. Detection of Combined Hepatocellular and Cholangiocarcinomas on Enhanced CT: Comparison with Histologic Findings. *AJR* 2005; 184: 1157–1162.
107. Kim MJ, Koo HL, Lee SK, Ro JY, Yu E. A case of Combined Hepatocellular and Cholangiocarcinoma with Neuroendocrine Differentiation and Sarcomatoid Transformation. *The Korean Journal of Pathology* 2005; 39: 125-129.
108. Muramatsu Y, Takayasu K, Moriyama N et al. Peripheral Low-Density Area of Hepatic Tumors: CT-Pathologic Correlation. *Radiology* 1986; 160: 49-52.
109. Vogl TJ, Hammerstingl R, Schwarz W, Mack MG, et al. Superparamagnetic Iron Oxide-enhanced versus Gadolinium-enhanced MR Imaging for Differential Diagnosis of Focal Liver Lesions. *Radiology* 1996; 198: 881-887 .
110. S. Kumano, T. Murakami, T. Kim, M. Hori, A. Okada, T.Sugiura, Y. Noguchi, S. Kawata, K. Tomoda, H. Nakamura. Using Superparamagnetic Iron Oxide-Enhanced MRI to Differentiate Metastatic Hepatic Tumors and Nonsolid Benign Lesions. *AJR* 2003; 181: 1335-1339.
111. Ward J, Guthrie JA, Wilson D, Arnold P, Lodge JPA, Toogood GJ, Wyatt JI, Robinson PJ. Colorectal Hepatic Metastases: Detection with SPIO-enhanced Breath-hold MR Imaging- Comparison of Optimized Sequences. *Radiology* 2003; 228: 709-718 .
112. Semelka RC, Chew W, Hricak H, Tomei E, Higgins CB. Fat-saturation MR Imaging of the Upper Abdomen. *AJR* 1990; 155: 1111-1116.
113. Lu DSK, Saini S, Hahn PF, Goldberg M, et al. T2-Weighted MR Imaging of the Upper Part of the Abdomen: Should Fat Suppression Be Used Routinely? *AJR* 1994; 162: 1095-1100.
114. Lee JM, Kim CS, Youk JH, Lee MS. Characterization of focal liver lesions with Superparamagnetic Iron Oxide-Enhanced MR Imaging: Value of Distributional Phase T1-Weighted Imaging. *Korean Journal of Radiology* 2003; March; 4 (1): 9-18

