

PROSTAT KANSERİ TANI VE LOKAL İNVAZYON DEĞERLENDİRMESİNDE MULTİPARAMETRİK MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEMENİN ÖNEMİ

IMPORTANCE OF MULTIPARAMETRIC MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN PROSTATE CANCER DIAGNOSIS AND LOCAL INVASION ASSESSMENT

Hüseyin AYDIN¹, Mustafa BALCI¹

¹Department of Radiology, Faculty of Medicine, S.Demirel University, Isparta, Turkey.

Cite this article as: Aydın H, Balcı Mustafa. Importance of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging in Prostate Cancer Diagnosis and Local Invasion Assessment. Med J SDU 2021; 28(1): 73-83.

Öz

Amaç

Prostat kanserinin (PCa) tanısı ve kanser dışı prostat hastalıklarından (KDPH) ayırımında multiparametrik manyetik rezonans görüntülemenin (mpMRG) önemi değerlendirilmiştir.

Gereç ve Yöntem

Aralık 2017 ile Ocak 2020 tarihleri arasında, prostat kanseri (PCa) ön tanısı ile mpMRG yapılan 99 hastanın görüntüleri retrospektif olarak değerlendirildi. Standart MpMRG çekim protokolü T2A TSE (aksiyel-koronal-sagittal), T1A TSE (axial-koronal-sagittal), difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) ve T1A dinamik kontrastlı inceleme (DKI) sekanslarından oluştu. Lezyonların lokasyonu, morfolojisi, ekstraprostatik yayılımı (EPY), T2A sinyal intensite (T2SI) değerleri, difüzyon kısıtlılığı, kontrastlanma eğri paternleri, maksimum kontrastlanma değeri (Cmax) ve maksimum kontrastlanmaya ulaşması için geçen süre (akselasyon zamanı: AZ) değerlendirildi. Bulgular arasındaki ilişki SPSS 20.0 programı ile değerlendirildi.

Bulgular

Değerlendirilen 99 olgunun 75'inin Prostat Ca (PCa), 24'ünün KDPH hitopatolojik tanısı vardı. Tüm hastaların yaş ortalaması 66.5±7.4 idi. Periferik zon yerleşimli lezyonlarda "apparent diffusion coefficient"

(ADC) ($p<0,001$), Cmax ve AZ ($p<0,005$) değerlerinde, PCa ve KDPH grupları arasında anlamlı farklılık saptandı. Transizyonel zon yerleşimli lezyon T2SI değerleri, hasta grupları arasında anlamlı farklılık gösterdi ($p<0,001$). PCa için Tip1 eğri ve KDPH için Tip 3 eğri paterni, ayırıcı tanı açısından anlamlı ($p<0,002$) bulundu. Tranzizyonel zon yerleşimli lezyonlarda eğri tipi malign tarafa kaydıçça T2SI'nde azalma görüldü. EPY derecesi arttıkça yakın invazyon oranlarında da artış saptandı ($p<0,001$).

Sonuç

Multiparametrik prostat MRG, PCa'yı KDPD'dan ayırmada ve lokal invazyon durumunu ortaya koymada son derece değerli bir radyolojik tanı yöntemidir. ADC, T2SI ve DCE kantitatif değerleri, benign-malign lezyon tahmininde önemli rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Prostat kanseri, prostatit, multiparametrik MRG, dinamik kontrastlı MR, Difüzyon ağırlıklı görüntüleme,

Kısaltmalar:PCa: Prostat kanseri,KDPH: Kanser dışı prostat hastalığı, MRG: Manyetik rezonans görüntüleme, DAG: difüzyon ağırlıklı görüntüleme, ADC: apparent diffusion coefficient, T2A: T2 ağırlıklı, T1A: T1 ağırlıklı, T2SI: T2 sinyal intensitesi, AZ: Akselasyon zamanı, Cmax: Maksimum kontrastlanma, mpMRG: Multiparametrik manyetik rezonans görüntüleme, DKI: Dinamik kontrastlı inceleme, EPY: Extra prostatik yayılım, PIRADS: Prostate Imaging – Reporting and Data System, PZ: Periferik zon, TZ: Transizyonel zon, PZTZ:periferik ve transizyonel zon

İletişim kurulacak yazar/Corresponding author: huseyinrady@gmail.com

Müracaat tarihi/Application Date: 16.10.2020 • Kabul tarihi/Accepted Date: 05.12.2020

ORCID IDs of the authors: H. A. 0000-0003-4704-4759; M.B. 0000-0002-3175-2032

Abstract

Objective

The importance of multiparametric magnetic resonance imaging (mpMRI) in the diagnosis of prostate cancer (PCa) and in its differentiation from non-cancerous prostate diseases (NCPD) was evaluated.

Materials and Methods

Images of 99 patients who underwent mpMRI with a pre-diagnosis of PCa between December 2017 and January 2020 were retrospectively evaluated. The MpMRG acquisition protocol consisted of T2W TSE (axial-coronal-sagittal), T1W TSE (axial-coronal-sagittal), diffusion-weighted imaging (DWI) and T1W dynamic contrast imaging (DCI) sequences. The location, morphology, extraprostatic spread (EPY) of the lesions, T2W signal intensity (T2SI) values, diffusion restriction, enhancement curve patterns, maximum enhancement value (Cmax), time to reach maximum enhancement (acceleration time: AZ) were evaluated. The relationship between the findings was evaluated using the SPSS 20.0 program.

Results

75 of 99 cases were diagnosed as Prostate Ca (PCa),

24 of them had NCPD hitopathological diagnosis. The age ratio of all patients was 66.5 ± 7.4 . A significant difference was found between the apparent diffusion coefficient (ADC) ($p < 0.001$), Cmax and AT ($p < 0.005$) values, PCa and KDPH groups in lesions located in the peripheral zone. T2SI values of lesions in the transitional zone differed significantly between patient groups ($p < 0.001$). The Type 1 curve for PCa and the Type 3 curve for NCPD were found to be significant in terms of differential diagnosis ($p < 0.002$). In transitional zone lesions, T2SI decreased as the curve type shifted to the malignant side. As the degree of EPY increased, an increase was found in the near invasion rates ($p < 0.001$).

Conclusion

Multiparametric prostate MRI is an extremely valuable radiological diagnostic method in distinguishing PCa from NCPD and revealing the local invasion status. ADC, T2SI and DCE quantitative values play an important role in the prediction of benign-malignant lesions.

Keywords: Prostate cancer, prostatitis, multiparametric MRI, dynamic contrast MRI, diffusion weighted imaging.

Giriş

Prostat kanseri (PCa), erkeklerde akciğer kanserinden sonraki en sık kanserdir 1. Erken tanı ve doğru evreleme, morbidite ve mortalitenin azaltılması bakımından çok önemlidir 2. Glanda sınırlı PCa hastalarında beş yıllık sağ kalım oranları %100'e yakın iken, extraprostatik yayılımı (EPY) olan PCa'larda bu oran %28'lere kadar gerilemektedir 3,4. Bu nedenle prostat kanserinin lokal yayılımının tanımlanması, tedavi planlamasında önemlidir.

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), PCa'nın tesbit, lokalizasyon ve lokal invazyon değerlendirmesinde en etkin görüntüleme yöntemidir 5. Prostat MRG'de anatomik ve fonksiyonel sekansların birlikte kullanıldığı multiparametrik MRG (mpMR) kullanılır. Anatomik sekansları T1 ve T2 ağırlıklı (T1A ve T2A) sekanslar, fonksiyonel sekansları difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) ve dinamik kontrastlı inceleme (DKİ) sekansları oluşturur 6. mpMRG değerlendirmesinde klinisyen ve radyolog arasında ortak dil kullanımı, raporlamada standart kriterler oluşturulması ve klinik anlamlı kanser ihtimalini kategorize etmek amacıyla PIRADS (Prostate Imaging Reporting and Data System) sistemi geliştirilmiştir. Ancak PCa ile

KDPH lezyonları mpMR bulgularında (özellikle kronik prostatit ile) önemli çakışmalar vardır 7. Bu nedenle PIRADS kriterlerinin oluşturulması ve geliştirilmesi devam etmektedir. En son 2019 yılında yayınlanan PIRADSV2.1 ile kriterler güncellenmiştir.

Prostat glandı mpMRG ile, periferal zon (PZ) ve transizyonel zon (TZ) olarak iki kompartmanda değerlendirilir. Periferal zon esas olarak DAG sekansında ve TZ ise T2A sinyal özellikleri ile değerlendirilir. Özellikle TZ değerlendirmesinde önemli zorluklar vardır. Dinamik kontrastlı inceleme değerlendirmesi görsel (kalitatif), semikantitatif ve kantitatif olarak yapılabilmektedir. Semikantitatif DKİ'de kontrastlanma-zaman eğrileri (Tip1, 2 ve 3) ve ilişkili kontrastlanma parametrelerinden maksimum kontrastlanma değeri (Cmax) ve maksimum kontrastlanmaya ulaşma süresi yada akselerasyon zamanı (AZ) değerlendirilir. Kantitatif DKİ'de ise kontrastlanma parametrelerinden elde edilen farmakokinetik kontrastlanma eğrileri, Gadolinium konsantrasyon-zaman eğrilerine dönüştürülür. Güncel PIRADS sisteminde DKİ, skor 3 PZ lezyonlarında yardımcı kriter olarak kullanılmaktadır. Tip 3 eğri olması durumunda skor 4'e yükselmektedir. Ancak eğri tipi, hiçbir durumda bir lezyonu PIRASD 5 yapmamaktadır 8.

Bu çalışmada PIRADSV2.1'e göre yapılan mpMRG değerlendirme ile, PIRADSV2.1 kriterlerine girmeyen semikantitatif (ADC, T2SI, AZ ve Cmax) ölçümlerin PCa ve KDPH lezyonlarının ayırıcı tanısına katkıları araştırılmıştır.

Gereç ve Yöntem

Hasta seçimi

Aralık 2017 - Ocak 2020 tarihleri arasında PCa ön tanısı ile hastanemizde başvuran 99 hastanın mpMRG tetkiki, patoloji ve laboratuvar bilgileri eşliğinde retrospektif olarak değerlendirildi. Biopsi öncesi yada biopsiden en az dört hafta sonra yapılan mpMRG tetkikleri çalışmaya dahil edildi. Değerlendirmeyi etkileyecek oranda T1A'da hemoraji alanı barındıran tetkikler ile, pelvik radyoterapi ve prostat dışı malinite hikayesi olanlar çalışma dışı bırakıldı. Retrospektif bir çalışma olduğu için, hastalardan aydınlatılmış onam alınmadı. Çalışma öncesinde, SDÜ Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan etik kurul onayı alındı (Tarih/Sayı:13.12.2019 /217).

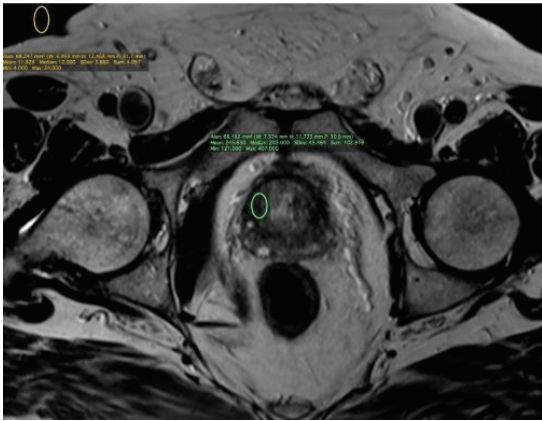
Görüntüleme Tekniği

MpMRG incelemeleri 1,5T MR sistemi (MAGNETOM Avanto, Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany) ile gerçekleştirildi. Tetkik öncesi mesane boşaltıldı, fakat lavman yapılmadı. Tetkik esnasında gerekli görüldüğü taktirde, intravenöz antiperistaltik ajan (Buscopan ampul, 20 mg/ml, Boehringer Ingelheim, Almanya) uygulandı. Tetkik çekim protokolü Tablo 1 ve 2'de verilmiştir. Difüzyon ağırlıklı görüntülemeler 4 farklı b değeri kullanılarak (b=50 - 400 - 800 - 1800

s/mm²) toplamda 2 adet aksiyal plan EPI ile elde edildi. ADC ölçümleri b50-800'den elde olunan haritalamadan yapıldı. Dinamik kontrast görüntüleme için intravenöz 0.10-0.20 mL/kg kontrast madde (Gadolinium), otomatik enjektör ile 2-2,5 ml/sn hızla verildi. Takiben bolus şeklinde 20 ml serum fizyolojik yıkama enjeksiyonu yapıldı.

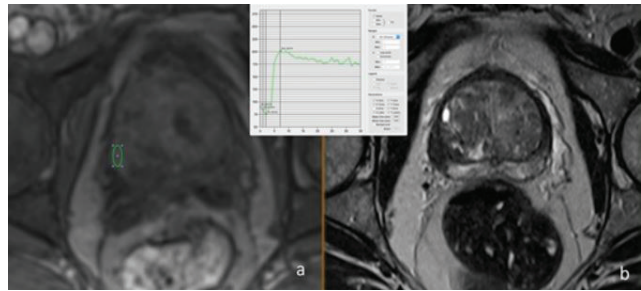
Görüntülerin Değerlendirilmesi

Görüntüler PACS'tan iş istasyonuna (OsiriX MAv. 10.0.2, UCLA, Pixmeo) aktarılarak değerlendirildi. Değerlendirme tek araştırmacı (M.B) tarafından, tek seferde yapıldı. Prostat hacmi elipsoid cisim hacim formülünden manuel olarak hesaplandı 9. Görüntüler PZ ve TZ'de ayrı ayrı değerlendirildi. Lezyonlar PZ, TZ ve PZTZ olarak lokalize edildi. En yüksek PIRADS skoruna sahip olan lezyon, indeks lezyon olarak kabul edildi. Birden fazla lezyon varlığında, en büyük boyutlu lezyon değerlendirilmeye alındı. Ölçümler, lezyon sınırlarından uzak ve lezyonun 2/3 kısmını içerecek şekilde, manuel olarak çizilen oval/yuvarlak region of interest (ROI) yerleştirilerek yapıldı. T2A sinyal intensite (T2SI) ölçümleri aynı kesitte lezyondan, normal görünümlü parankimden ve kesite giren anterior vücut dışı havada yapıldı (Resim 1). Ölçümleri standardize etmek amacıyla lezyon ölçümleri havadan ölçülen değere oranlanarak kaydedildi. Dinamik incelemede, lezyondan sinyal intensite-zaman (SI-t) eğrileri, iş istasyonundaki otomatik program yardımıyla oluşturuldu ve üç tip eğri tanımlandı (Resim 2) 10,11. Tip 1 eğride maksimum SI değeri (Cmax), eğrinin ikinci yarısında kalır ve geç yıkama aşamasındaki (4.-5. Dk) minimum SI değeri ile Cmax arası fark % 20'den azdır. Tip



Resim 1

Sağda transizyonel zon lezyonundan T2A sinyal ölçümü gösterilmiştir. Axial T2A seride prostat bezi midgland düzeyinde sağ yarı anteriorunda transizyonel zonda sınırlı yer yer hafif silik PCa ile uyumlu hipointens sinyal değişikliklerinin ROI ile ölçümü ve aynı kesitte havanın benzer şekilde ROI ile ölçümü gösterilmiştir.

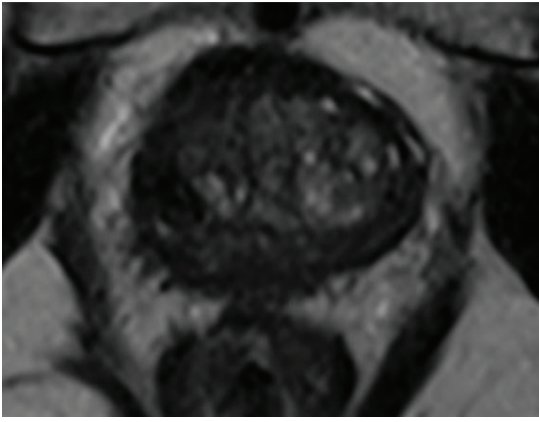


Resim 2

Dinamik kontrastlı incelemede örnek eğri tipi oluşturulması. a) Sağ periferik zondaki T2A hipointens lezyondan yapılan semikantitatif incelemede, tip3 eğri tipi saptanmıştır. b) axial T2A kesitte, sağ mid gland düzeyi posterolateralde, kapsül ile yaklaşık 1,5 cm'lik temas bulunan PIRADS-5 ile uyumlu hipointens lezyon görülüyor.

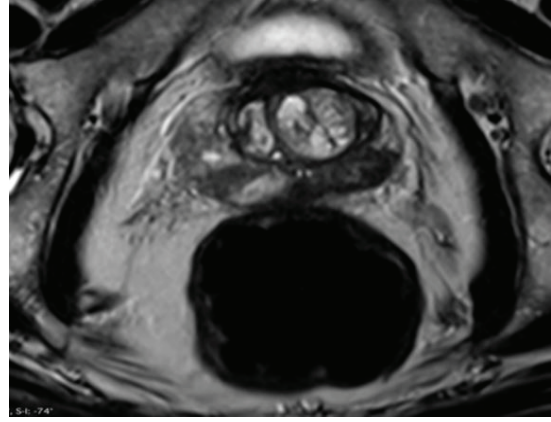
2 egride Cmax değeri, eğrinin ilk yarısındağır. Fakat geç yıkanma minimum SI değeri ile Cmax arındaki fark % 20'den azdır. Tip 3 eğride ise, Cmax değeri eğrinin ilk yarısındağır ve geç yıkanma minimum SI değeri ile Cmax arası fark % 20'den fazladır 12. Ayrıca eğri üzerinden Cmax ve maksimum kontrastlanmaya ulaşma süresi yada akselerasyon zamanı (AZ) kaydedildi. Lezyonlar PIRADSV2.1 kılavuzu baz alınarak, 1-5 arasında skorlandı.

Extraprostatik yayılım (EPY) T2A kesitlerden değerlendirildi. Lezyonlar EPY açısından erken (EPY-1) ve geç (EPY-2) bulguları belirlendi. Buna göre kapsül teması, kapsül ile 1.5 cm'den fazla bitişik komşuluk ve kapsüler bulging EPY-1 bulgularını; kapsüler düzensizlik, kapsül bütünlük kaybı ve periprostatik yağlı dokuya uzanım ise EPY-2 bulgularını oluşturdu (Şekil 1) (Resim 3, 4). Yakın organ invazyonu için nörovasküler bantlar, seminal veziküller, mesane, rektum ve pelvis yan duvarları T2A'da değerlendirildi. Ayrıca kesite dahil kemik yapılar, metastaz açısından incelendi.



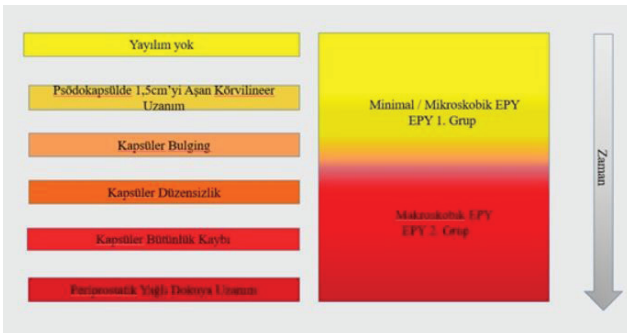
Resim 3

Aksiyal T2A kesitte, sağ bazal posterolateralde kapsüler bütünlük kaybı ve sağ nörovasküler batta invazyonu ile uyumlu asimetrik düşük sinyal izleniyor.



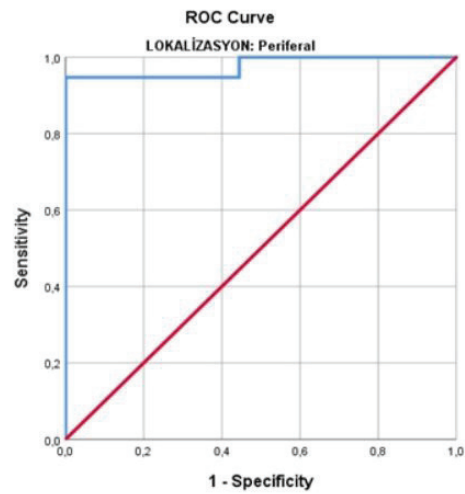
Resim 4

Aksiyal T2A kesitte, sol bazal kesim periferel zonda, kapsül ile 17 mm bitişik komşuluk gösteren EPY-1, PIRADS-5 hipointens lezyon izleniyor. Sağ periferel zonda bant tarzında kronik prostatit sekeli lehine hipointens lezyona dikkat ediniz.



Şekil 1

Extraprostatik yayılım ve dereceleri gösterilmektedir.



Şekil 2

Periferel zon yerleşimli PCa lezyonlarında ADC değeri için ROC eğrisi

İstatistiksel Analiz

Çalışma öncesi yapılan güç (power) analizine göre malignite olan ve olmayan çalışma grupları için örneklem sayısı en az 72 olarak belirlendi. Katılımcılardan alınan kan örneklerinden elde edilen PSA değerleri kullanılarak ve KDPH/PCa oranı 1/2 alınarak örneklem belirlendi. Hesaplama hata payı %5, etki büyüklüğü %97 ve güç değeri %85 alındı. Çalışma süresi içerisinde toplam 99 hasta çalışmaya alındı.

Çalışmanın istatistiksel analizleri SPSS 20.0 (IBM Inc, Chicago, IL, USA) programı ile yapıldı. Tanımlayıcı özellikler hesaplanarak kategorik değişkenler sıklık (% oranı), oransal ölçekli değişkenler ortalama±SS şeklinde gösterildi. Sürekli sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. İki farklı grup karşılaştırması Mann-Whitney U testiyle, çoklu gruplar ise Kruskal-Wallis testleri ile değerlendirildi. Ölçüm sonuçları arasındaki ilişki Spearman's Rho korelasyon analizi ile, kategorik özellikler arası ilişkiler ise Monte Carlo düzeltilmiş ki-kare analizi ile incelendi. Çalışmanın tamamında %5 hata oranı için $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Hastalar ait demografik veriler ve laboratuvar ölçümleri Tablo 3'de gösterilmiştir. Çalışmaya alınan 99 hastanın yaş ortalaması 66.5 ± 7.4 yıl idi. Prostat hacmi KDPH grupta daha yüksek bulundu ($p < 0.001$). PSA, serbest PSA ve PSA dansitesi PCa'da KDPH'den anlamlı düzeyde yüksekti ($p < 0.001$). Hastaların 95'i (%96) 12 kadran biopsi ve 4'ü (%4) TUR-P ile histopatolojik tanı aldı. Hastaların 75'i (%75.7) PCa ve 24'ü (%24.3) KDPH (17 prostatit, 5 ASAP ve 2 PIN) idi. PCa'nın %25.3'ü PZ(n=19), %29.3'ü TZ(n=22) ve %45.3'ü PZTZ(n=34) yerleşimliydi. KDPH'nin ise %37.5'i PZ(n=9), %58.3'ü TZ(n=14) ve %4.2'si PZTZ(n=1) yerleşimi gösterdi. PZTZ lezyonlarının (n=34) %54.3'ünde metastaz saptandı. Metastatik PCa'ların %85.7'si ise PZTZ yerleşimliydi. Tüm PZTZ yerleşimli PCa hastalarında EPY bulgularından en az birisi vardı.

Transizyonel zon lezyonlarında ortalama T2SI değeri, PCa'da KDPH lezyonlarına göre belirgin düşük bulundu ($p < 0.001$) (Tablo 4). PZTZ lezyonlarının ayırıcı tanısında ise, T2SI değerinin anlamlı bir katkısı yoktu.

Periferel zon PCa lezyonlarında ADC değerleri ortalama $0,73 \pm 0,16 \times 10^{-3}$ mm²/sn bulundu (Tablo 5). Periferel zon lezyonlarında ADC değerleri için yapılan ROC analizinde, eğri altında kalan alan değeri (AUC=0,977) oldukça anlamlı idi ($p < 0.001$) (Şekil 2).

ROC analizine göre ADC için cut-off değeri $0,92 \times 10^{-3}$ mm²/sn, ayırıcı tanı için duyarlılık (sensitivity) %94,7 ve özgüllük (specificity) %99,8 olarak hesaplandı.

Periferel zonda sadece Tip3 eğri, PCa'nın KDPH'dan ayırmada anlamlı farklılık gösterdi ($p < 0.001$). Tip2 kontrastlanma eğrisi, tüm lezyonlarda en fazla saptanan kontrastlanma paterni olmakla beraber, PCa'yı PCa-DL'den ayırmada istatistiksel açıdan yeterli bulunmadı ($p < 0.05$). Periferel zon PCa lezyonlarında AZ, KDPH'ya göre daha düşük ($p = 0.004$) iken, Cmax değeri daha yüksek bulundu ($p = 0,005$) (Tablo 5). Transizyonel zon lezyonlarında ise DKİ bulgularının PCa ve KDPH grupları arasında ayırıcı tanıya anlamlı bir katkısı gözlenmedi ($p > 0.05$) (Tablo 4).

Transizyonel zon lezyonlarında eğri tipi malign tarafa kaydıkaça, T2SI değerinde düşüş gözlemlendi. PZTZ lezyonlarında ise, eğri tipinin T2SI ile anlamlı bir ilişkisi yoktu. TZ ve PZTZ yerleşimli PCa lezyonlarda, T2SI ile Cmax ve AZ arasında da anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p > 0.05$).

Extra-prostatik yayılım PCa lezyonlarının (n=58) %77,3'ünde mevcuttu. KDPH olanların sadece bir tanesinde EPY saptandı. En çok saptanan EPY, periprostatik yağlı dokuya uzanım (%40) idi (Tablo 6). Nörovasküler band invazyonu (%42,9 n=20), seminal vezikül invazyonu (%59,5 n=29) ve rektoprostatik açılı obliterasyonu (%38,1 n=20) EPY2 grubunda daha fazla görüldü ($p < 0.001$). EPY grupları arasında T2SI ve DKİ bulguları açısından, anlamlı farklılık saptanmadı ($p > 0.05$).

Hastaların %20,2'sinde pelvik organ invazyonu saptandı. Bunların da 8'i (%34,7) mesane ve 9'u (%39,1) rektum invazyonu idi. Pelvik kemik metastazı sadece 7 (%7,1) hastada saptandı. PCa grubunun %45,3'ünde (n=34) LN metastazı vardı. Lenf nodu ve pelvik kemik metastazı olan lezyonlarda Tip3 eğri oranı daha yüksek iken, prostata sınırlı PCa lezyonlarında Tip2 eğri oranı daha yüksek bulundu ($p = 0.020$). Pelvik kemik metastazı olan PCa'da, AZ anlamlı düzeyde düşük bulundu ($p = 0.039$). KDPH'da PIRADS 2 ve 3 lezyon sırasıyla %12,5 (n=3) ve %70,8 (n=17) iken, PCa hastalarında PIRADS 4 ve 5 lezyon sırasıyla %25,3 (n=19) ve %62,7 (n=47) idi ($p < 0.001$). PIRADS skorları ile T2SI arasındaki korelasyonlar da değerlendirildi. Buna göre TZ lezyonlarında PIRADS skoru ile T2SI arasında negatif korelasyon var iken ($p = 0.008$), PZTZ yerleşimli kanserlerle PIRADS skoru ile T2SI arasında anlamlı bir ilişki gösterilemedi ($p = 0.336$).

Tablo 1 mpMRG çekim protokolü

Parametreler	Dinamik Kontrastlı T1Ağırlıklı VIBE		
	Aksiyel flip2	Aksiyel flip15	Aksiyel Dinamik
TR (ms)	3.8	3.8	4.40
TE (ms)	1.5	1.5	1.70
Avarage (Next)	8	6	1
Voksel boyutu (mm)	1.4 x 1.4 x 3.5	1.4 x 1.4 x 3.5	1.4 x 1.4 x 3.5
Kesit kalınlığı (mm)	3.5	3.5	3.5
Matriks	192 x 154	192 x 154	192 x 154
Faz yönü	A >> P	A >> P	A >> P
Turbo faktör (SiL)	17	23	23
Sinyal gürültü oranı (SNR)	1	1	1
FOV (mm)	260	260	260
Bant aralığı (Bandwidth)	390	390	300
Flip Angle (deg)	2	15	12
T2 Ağırlıklı MRG	Aksiyel	Sagittal	Koronal
TR (ms)	4650	2960	3200
TE (ms)	128	105	92
Avarage (Next)	4	5	4
Voksel boyutu (mm)	0.4 x 0.4 x 2.5	0.4 x 0.4 x 6	0.7 x 0.7 x 3
Kesit kalınlığı (mm)	2.5	6	3
Matriks	320 x 195	320 x 172	320 x 195
Faz yönü	A >> P	A >> P	R >> L
Turbo faktör (SiL)	17	23	23
Sinyal gürültü oranı (SNR)	1	1	1
FOV (mm)	230	230	230
Bant aralığı (Bandwidth)	200	200	200
Flip Angle (deg)	160	160	160

Tablo 2 Difüzyon ağırlıklı görüntüleme MR çekim parametreleri

Parametreler	Sekanslar	
	DAG3b	DAG2b
TR (ms)	6000	5600
TE (ms)	84	88
Avarage (Next) (b1, b2, b3)	5, 7, 10	3, 6
Voksel boyutu (mm)	1.7 x 1.7 x 3.5	0.9 x 0.9 x 6
Kesit kalınlığı (mm)	3.5	6
Matriks	112 x 112	192 x 128
Faz yönü	A >> P	A >> P
b1, b2 değeri (sn/mm ²)	50, 400, 1800	50, 800
FOV (mm)	190	360

Tablo 3 Hastaların Demografik Laboratuvar Ölçüm Sonuçları

	KDPH (n=24)	PCa (n=75)	Toplam (n=99)	p
	(Ortalama±SS)			
Yaş	62.1±7.5	67.9±6.8	66.5±7.4	0.002*
Volüm (cc)	73.4±61.3	48.2±19.3	54.3±25.1	<0.001*
Total PSA (ng/ml)	8 ±2.9	33.1±25.9	57.3±328.7	<0.001*
Serbest PSA (ng/ml)	1.4±0.8	3.6±4	3.1±3.6	0.003*
PSA Dansite (ng/ml/cc)	0.2±0.8	1.5±8.3	1.2±7.3	<0.001*
Biopsi-MR arası süre (gün)	44±9.1	42.9±22.5	43 ±21.5	0.395

*: Mann-Whitney U testine göre 0.05 düzeyinde anlamlı; KDPH: Kanser dışı prostat hastalığı; PCa: Prostat kanseri

Tablo 4 Transizyonel zon lezyonlarında T2A sinyal intensite ve dinamik kontrastlı inceleme semikantitatif ölçüm değerleri

		KDPH (n=13)	PCa (n=22)	p*
		% (n)	% (n)	
C-T E	Tip 1	3 (23)	4.54 (1)	0.167
	Tip 2	69.2 (9)	63.6 (14)	
	Tip 3	7.69 (1)	31.8 (7)	
	Ort±SS Medyan (Min-Maks)	Ort±SS Medyan (Min-Maks)		p**
AZ (sn)	7.8±3.3 7.1 (3.3-14.7)	6±1.8 6.2 (3.1-10.5)		0.160
Cmax	200.3±49.6 205.7 (116.1-278.6)	205.2±53.5 206.2 (140.5-325.5)		0.860
T2Si _L	273.6±34.7 271.3 (181.1-314.3)	211±51.8 217.1 (93.7-296.5)		<0.001**
T2Si _L / T2Si _H	25.2±6.4 24 (16.7-38.5)	19.7±6.6 19.7 (7.6-32.2)		0.035**
T2Si _H	11.4±2.7 10.9 (6.8-15.9)	11.3±3 11.8 (6.3-17.2)		0.885

*: Ki-kare analizine göre 0.05 düzeyinde anlamlı. **: Mann-Whitney U testine göre 0.05 düzeyinde anlamlı. C-T E: Kontrast-zaman eğrisi. AZ: Akselasyon zamanı. Cmax: Kontrastlanma maksimum değeri; KDPH: Kanser dışı prostat hastalığı; PCa: Prostat kanseri T2SIL : Lezyon T2A sinyal intensitesi T2SIL / T2SIH: Lezyon-Hava T2 sinyal intensite oranı. T2SIP: Lezyon içermeyen normal prostat T2 sinyal intensitesi.

Tablo 5 Periferel zondaki lezyonların DKİ semikantitatif ölçümleri

		KDPH (n=9)	PCa (n=19)	p
	% (n)	% (n)		
C-T E	Tip 1	66.7 (6) ^a	5.3 (1) ^b	
	Tip 2	33.3 (3)	47.4 (9)	<0.001*
	Tip 3	0.0 (0) ^a	47.4 (9) ^b	
	Ort±SS Medyan (Min-Maks)	Ort±SS Medyan (Min-Maks)		p
ADC _L (x10 ⁻³ mm ² /sn)	1.2±0.1 1.2 (0.9-1.4)	0.7±0.1 0.7 (0.5-1.1)		<0.001**
AZ (sn)	10.1±3.7 8.5 (5-15.8)	5.6±2.5 5 (2.5-10.5)		0.004**
Cmax	155.9±37.7 155.5 (111.7-236.6)	211.3±38.5 222.5 (139.8-270.5)		0.005**

*: Ki-kare analizine göre 0.05 düzeyinde anlamlı. **: Mann-Whitney U testine göre 0.05 düzeyinde anlamlı;
C-T E: Kontrast- zaman eğrisi; ADCL: Lezyon ADC; ADCP: Normal parankim
ADC; Cmax: Kontrastlanma maksimum değeri; KDPH: Kansere dışı prostat hastalığı; PCa: Prostat kanseri

Tablo 6 PCa Lezyonlarının Ekstraprostatik Yayılım Oranları

	% (n)
EPY Yok	22.7 (17)
EPY var	77.3 (58)
Kapsül ile 1.5cm'yi aşan körvilineer komşuluk	9.3 (7)
Kapsüler bulging	12 (9)
Kapsüler düzensizlik	9.3 (7)
Kapsüler bütünlük kaybı	6.7 (5)
Periprostatik yağlı doku uzanımı	40 (30)

PCa: Prostat kanseri EPY: Extra-prostatik yayılım

Tartışma

Prostat kanserinde yaş ortalaması ve PSA değerleri KDPH'ya göre daha yüksek iken, prostat hacmi daha düşüktür 13–15. Çalışmamızdaki ortalama yaş ve PSA değerleri literatür ile uyumlu bulundu.

Prostat kanseri yerleşimi en sık periferel zon olarak bildirilmiştir 16. Bu çalışmada literatürden farklı olarak PZ %25.3 ve TZ %29.3 ve her iki zon (PZTZ) %45,3 oranında tutulmuş olduğu görüldü. Bunun nedeni, MRG yapmayı gerektirecek semptomlara yol açan TZ tutulumu gelişinceye kadar, hastaların periferel zon aşamasında hastaneye gelmemeleri olabilir. Bunu

destekleyen diğer bir bulgu, PZTZ lezyonlarında EPY ve metastaz oranının daha yüksek olmasıdır. KDPH ise en sık TZ (%58.3) ve en az PZTZ (%4.2) saptandı. Bu bulgular, PZTZ yerleşimli lezyonların öncelikle PCa açısından değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Periferel zon primer değerlendirme sekansı DAG'dır. Difüzyon kısıtlanma durumu görsel olarak apparent diffusion coefficient (ADC) "Görünüşteki Difüzyon Kat-sayısı" haritalama ile beraber yapılmaktadır 17. ADC kantitatif ölçümleri PIRADS skorlama sistemine dahil olmamakla birlikte, yapılan çalışmalarda, benign-malign lezyon ayırımında 0,75–0,93 x 10⁻³ mm²/sn

eşik değerinin kullanılabileceği belirtilmiştir 18. ADC değerlerinin tümör agresivitesini gösterebileceği ve biopsi planlamasını yönlendirebileceği ve PIRADS skorlamasını iyileştirebileceği yönünde çalışmalar vardır. Her çalışmada farklı eşik ADC değerleri önerilmiştir 19–21. Bu farklılık, MR cihazlarının manyetik alan gücü, DAG parametreleri, çekim parametreleri gibi teknik faktörlerin farklılığı ile ilişkilidir. Çalışmamızda prostat kanserlerini belirlemede ve diğer PCa dışı lezyonlardan ayırmada, merkezimize ait ADC eşik değeri $0,921 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ (sensitivite %94,7 ve spesifite %99,8) olarak bulunmuştur.

T2A görüntüleme MpmRG protokolünün ayrılmaz bir parçasıdır 18. Prostat kanseri, T2AG'de benign dokuya kıyasla hipointensite gösterir ve PCa tespiti için duyarlılığı % 50-70 civarındadır 22. Kantitatif T2SI değerinin malignite ile pozitif korelasyon gösterdiğini bildiren çalışmalar vardır 23–26. PIRADSV2.1 kılavuzu, TZ'de PIRADS 4 ve 5 lezyonların T2AG'de belirgin hipointens ve PIRADS 3 lezyonların T2SI'nin heterojen olması gerektiği belirtilmiştir 27. Çalışmamızda TZ ve PZTZ yerleşimli malign lezyonların T2SI'nin, KDPH'na göre daha düşük olduğunu gösterdik. TZ yerleşimli lezyonlarda PIRADS skoru arttıkça, T2SI'nin azaldığı saptandı ve PIRADSV2.1 klavuzu ile uyumlu bulundu. Prostat parankiminin T2A sinyal heterojenitesi, lezyon ayırımını zorlaştırır 25,28. Her ne kadar PIRADSV2.1 klavuzu normal parankim sinyalini değerlendirmeye alma konusunda öneride bulunmasa da, parankim heterojenitesine işaret etmek üzere nodül ve lezyon dışı alanlardaki üçgen, kama, lineer tarzda düşük sinyal alanlarını, heterojen sinyal olarak tanımlamaktadır 28. Çalışmamızda TZ normal parankim T2SI'si oldukça geniş bir aralıkta dağılım göstermiş ($448,68 \pm 70,72$) olup, PIRADSV2.1'de belirtildiği gibi parankim arka plan heterojenitesini desteklemektedir. Fakat arka plan T2SI, lezyon sinyallerinden (PCa: $211 \pm 51,8$, KDPH: $273,6 \pm 34,7$) belirgin şekilde yüksek olması nedeniyle, arka plan heterojenitesinin lezyon tespitine çoğu zaman engel olmadığı söylenebilir.

Dinamik kontrastlı inceleme önemli bir sınırlaması, spesifik olmamasıdır. Periferik zonda prostatitte ve TZ'de BPH nodüllerinde, kontrast madde extravazasyonunda artış görülebilir. Ayrıca anterior fibromuskuler stromal bölge tümörleri, DKİ'de kontrast tutulumunu göstermeyebilir. Biyopsi sonrası hemoroji alanları ise yanlış pozitif sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle DKİ, daima diğer MRG parametrelerine yardımcı olarak görülmeli ve tek başına bir tanı yöntemi olarak kullanılmamalıdır 29. Dinamik kontrastlı incelemede normal prostat dokusunda pik kontrastlanmaya ulaşımı yavaş ve progresif kontrastlanma artışı izlenir. PCa'da ise, hızlı ve yüksek konsantrasyonda kontrastlanma

ile hızlı kontrast yıkanması ön plana çıkmaktadır 30. Prostatitlerde vaskülarite ve permeabilite artışı nedeniyle, pik kontrastlanma düzeyi normal dokudan daha yüksektir. Progresif ve akselerasyonu yavaş kontrastlanma, PCa'dan daha düşük Cmax değerleri ve kontrast yıkanmasının daha yavaş olması, prostatit lehine bulgulardır 10,29. Literatürde KDPH'da Tip1 ve 2 eğri baskınlığı, PCA'da ise Tip2 ve 3 eğri baskınlığı bildirilmiştir. Ayrıca AZ'nin kısılması ve Cmax değerlerindeki artış, PCa ve agresivite için anlamlı olduğunu bildiren çalışmalar olsa da, bunların kantitatif değerleri arasında henüz fikir birliği yoktur 31–33. Çalışmamızda PZ yerleşimli PCa lezyonlarında, KDPH'ya göre AZ daha düşük ve Cmax değerleri daha yüksek ölçüldü ve literatür ile uyumlu bulundu. PCa'da Tip3 eğri ve KDPH lezyonlarında Tip1 eğri paterni, ayırıcı tanı açısından anlamlı baskınlık gösterdi. Fakat, literatür ile benzer şekilde, tip2 eğri paterninde önemli çakışmalar vardı. Transizyonel zon lezyonlarında ise DKİ parametreleri, malign/benign lezyon ayırımında değerli bulunmadı ($p > 0,05$). Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma, prostat lezyonlarında T2A sinyal intensitesi ile DKİ'de semikantitatif parametreler arasındaki ilişkiyi araştıran ilk çalışmadır. Bu çalışmada TZ lezyonlarında T2SI azaldıkça, perfüzyon eğri tipinin malign tarafa doğru kaydığı saptandı. Ancak, T2SI ile AZ ve Cmax değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı.

Ekstraprostatik yayılım kriterleri kısmen subjektif ve henüz standardize edilememiştir 34–37. Bu yüzden prostat kanseri takip ve tedavi planlamasında önemli olan EPY'yi MRG ile değerlendirmek zordur. Çalışmamızda literatürde bildirilen kriterlere benzer şekilde, EPY'yi erken (EPY-1) ve geç (EPY-2) bulgular olarak iki gruba ayırdık 37. Daha önceki çalışmalar ile uyumlu olarak, geç işaretlere (EPY-2) sahip lezyonların komşu organlara yayılımı daha fazla idi. Ancak EPY grupları arasında, ADC ve T2SI ölçümlerinde anlamlı farklılık saptanmadı.

Lezyon lokasyonu, tümör davranışını öngörmede önemlidir. Çalışmamızdaki PZTZ yerleşimli PCa hastalarının yarısından fazlasında metastatik hastalık varken, tüm metastazlı PCA'ların %85'i PZTZ yerleşimli idi. Literatürde de PZ lezyonlarının DKİ değerleri ile agresivite arasında ilişki olduğunu bildiren çalışmalar vardır 33. Periferik zon PCa lezyonlarında KDPH'ya göre daha kısa AZ ve daha yüksek Cmax değerleri saptanmış ve literatür ile uyumlu bulunmuştur. Metastaz, tümör agresivitesini göstermektedir. Pelvik kemik metastazlı PCa'da, prostata sınırlı PCa grubunu göre AZ'da azalma, Cmax değerlerinde artış ve Tip3 eğri baskınlığı saptandı. Benzer şekilde LN metastazlı olanlarda, prostata sınırlı PCa grubuna göre AZ'da azalma ve Tip3 eğri baskınlığı saptandı. Bu bulgular

ile, AZ azalması ve Cmax artışının metastatik hastalığı öngörmeye kullanılabileceğini söyleyebiliriz. Ancak bunun için eşik değerlerin oluşturulmasına yönelik çalışmalarla ihtiyaç vardır.

Çalışmamızın bir çok kısıtlılığı vardır. 1-Çalışma seçilmiş hasta grubunda ve retrospektif olarak gerçekleştirilmesi nedeniyle değerlendirmede yanlılık olabilir. 2- mpMRG değerlendirme tek radyolog tarafından ve tek seferde yapıldığı için, gözlemci içi ve gözlemciler arası uyum gibi, sonuçların tekrarlanabilirliği ve güvenilirliği test edilememiştir. 3-Biyopsiler MRG'yi değerlendiren radyolog tarafından yapılmadığından, alınan biopsi materyalinin MRG'de karşılık gelen lezyonu gösterdiğinin doğruluğu garanti edilemez. 4-Çalışmamızda histopatolojik tanıların çoğunluğunu TRUS eşliğinde alınan 12 kadran biyopsilerden oluşturmuştur. Bu ise tam bir patolojik değerlendirmeyi sınırlandırabilir. 5- Biopsi sonrası belirgin hemoraji içeren hastalar çalışma dışı bırakılmış olsa da, bazı hastalarda minimal hemoraji alanları, kısmen de olsa çalışmamızın sonuçlarını etkileyebilir. 6-MRG bulguları, biyopsi tarafımızca yapılmadığından, histopatolojik Gleason skorları ile korele edilememiştir. Bu nedenle tümör agresivitesini değerlendirmek sınırlı kalmıştır. 7-Çalışmamız tek merkezde, tek cihaz modelinin parametreleriyle yapılmıştır. Bu nedenle bulgularımızın farklı merkez, cihaz-model ve parametrelerle yapılacak çalışmaları desteklenmesi gerekmektedir.

Özet olarak, PZ kanserlerinin DAG ve ADC'nin görsel olarak değerlendirilmesine ek olarak, ADC kantitatif değerleri, PCa'yı KDPH'dan ayırmada yardımcı olabilir. Transizyonel zon lezyon değerlendirmesinde T2SI kantitatif değerleri, malign lezyon öngörüsünde kullanılabilir. Dinamik kontrast inceleme ile birlikte T2SI değerleri tanısal doğruluğu artırabilir. Tek başına DKİ parametrelerinden özellikle Tip3 eğri ve AZ, PZ yerleşimli PCa lezyonlarında ayırıcı tanıya önemli katkı sağlamaktadır. AZ azalması ve Cmax artışı, metastatik hastalığı öngörmeye kullanılabilir. Bu nedenle T2SI ve DKİ parametrelerinin de raporlamada yer alması gerektiğini düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, mpMRG, PIRADSV2.1 kriterleri yanında, henüz skorlama kriterlerine dahil edilmeyen, semikantitatif ölçümlerle birlikte benign-malign lezyon ayırımı, lokal invazyon ve kanser agresivitesinin değerlendirilmesinde etkin görünmektedir. Ancak daha geniş hasta gruplarında, farklı cihaz ve protokolde çok merkezli çalışmalarla bu bulgular desteklenmeli ve standardize edilmelidir. Bu sayede mpMRG, PCa tanı ve lokal evrelemesinde daha güvenli, doğru ve yaygın şekilde kullanılabilecektir.

Kaynaklar

1. Jemal A, Siegel R, Ward E, Hao Y, Xu J, Thun MJ. Cancer statistics, 2009. *CA Cancer J Clin* 2009;59:225–49.
2. Johnson LM, Turkbey B, Figg WD, Choyke PL. Multiparametric MRI in prostate cancer management. *Nat Rev Clin Oncol* 2014;11:346–53.
3. Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2016. *CA Cancer J Clin* 2016;66:7–30.
4. Hubanks JM, Boorjian SA, Frank I, Gettman MT, Thompson RH, Rangel LJ, et al. The presence of extracapsular extension is associated with an increased risk of death from prostate cancer after radical prostatectomy for patients with seminal vesicle invasion and negative lymph nodes. *Urol. Oncol. Semin. Orig. Investig.*, vol. 32, Elsevier; 2014, p. 26-e1.
5. Ozcan S, Akin Y, Kose O, Coskun M, Uluc ME, Gorgel SN, et al. The efficacy of multiparametric prostate magnetic resonance imaging in the diagnosis and treatment of prostate cancer. *Exp Biomed Res* 2020;3:167–75.
6. Mustafa S, Isil B, Canan A. Multiparametric MR in Prostate Cancer: General Practical Application Advices. *UROONKOLO-JI Bul UROONCOLOGY* 2015;14:136–43.
7. Rosenkrantz AB, Taneja SS. Radiologist, be aware: ten pitfalls that confound the interpretation of multiparametric prostate MRI. *Am J Roentgenol* 2014;202:109–20.
8. Coşkun M, Türkbeş B. PIRADS v2: Tuzaklar 2017.
9. Eri LM, Thomassen H, Brennhovd B, Håheim LL. Accuracy and repeatability of prostate volume measurements by transrectal ultrasound. *Prostate Cancer Prostatic Dis* 2002;5:273–8.
10. Verma S, Turkbey B, Muradyan N, Rajesh A, Cornud F, Haider MA, et al. Overview of dynamic contrast-enhanced MRI in prostate cancer diagnosis and management. *Am J Roentgenol* 2012;198:1277–88.
11. Requena-López AA, Mata-Samperio BK, Cuadra-Reyes LA, Casillas-Vargas R. Wilkie's syndrome as a cause of bowel obstruction in adults: A case report. *Cir Cir* 2020;88:185–8.
12. Uysal A, Özmen M. Prostat Kanseri Tanı ve Yönetiminde Dinamik Kontrastlı MRG 2017.
13. Al-Khalil S, Boothe D, Durdin T, Sunkara S, Watkins P, Yang S, et al. Interactions between benign prostatic hyperplasia (BPH) and prostate cancer in large prostates: a retrospective data review. *Int Urol Nephrol* 2016;48:91–7.
14. Chen ME, Troncoso P, Johnston D, Tang K, Babaian RJ. Prostate cancer detection: relationship to prostate size. *Urology* 1999;53:764–8.
15. de Gorski A, Roupêt M, Peyronnet B, Le Cossec C, Granger B, Comperat E, et al. Accuracy of magnetic resonance imaging/ultrasound fusion targeted biopsies to diagnose clinically significant prostate cancer in enlarged compared to smaller prostates. *J Urol* 2015;194:669–73.
16. Lee CH, Akin-Olugbade O, Kirschenbaum A. Overview of prostate anatomy, histology, and pathology. *Endocrinol Metab Clin* 2011;40:565–75.
17. Kantarcı M, Tonkaz G. Prostat Kanserinin Değerlendirilmesinde 3 T Difüzyon Ağırlıklı MR Görüntüleme 2017.
18. Weinreb JC, Barentsz JO, Choyke PL, Cornud F, Haider MA, Macura KJ, et al. PI-RADS prostate imaging–reporting and data system: 2015, version 2. *Eur Urol* 2016;69:16–40.
19. Henderson DR, de Souza NM, Thomas K, Riches SF, Morgan VA, Sohaib SA, et al. Nine-year follow-up for a study of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in a prospective prostate cancer active surveillance cohort. *Eur Urol* 2016;69:1028–33.
20. Jordan EJ, Fiske C, Zagoria R, Westphalen AC. PI-RADS v2 and ADC values: is there room for improvement? *Abdom Radiol* 2018;43:3109–16.
21. Fütterer JJ, Barentsz JO, Heijmink SW. Value of 3-T magnetic resonance imaging in local staging of prostate cancer. *Top Magn Reson Imaging* 2008;19:285–9.

22. Baur ADJ, Maxeiner A, Franiel T, Kilic E, Huppertz A, Schwenke C, et al. Evaluation of the prostate imaging reporting and data system for the detection of prostate cancer by the results of targeted biopsy of the prostate. *Invest Radiol* 2014;49:411–20.
23. Liu W, Turkbey B, Sénégas J, Remmele S, Xu S, Kruecker J, et al. Accelerated T2 mapping for characterization of prostate cancer. *Magn Reson Med* 2011;65:1400–6.
24. Gibbs P, Liney GP, Pickles MD, Zellhof B, Rodrigues G, Turnbull LW. Correlation of ADC and T2 measurements with cell density in prostate cancer at 3.0 Tesla. *Invest Radiol* 2009;44:572–6.
25. Hötker AM, Dappa E, Mazaheri Y, Ehdaie B, Zheng J, Capanu M, et al. The influence of background signal intensity changes on cancer detection in prostate MRI. *Am J Roentgenol* 2019;212:823–9.
26. Wang L, Mazaheri Y, Zhang J, Ishill NM, Kuroiwa K, Hricak H. Assessment of biologic aggressiveness of prostate cancer: correlation of MR signal intensity with Gleason grade after radical prostatectomy. *Radiology* 2008;246:168–76.
27. Turkbey B, Rosenkrantz AB, Haider MA, Padhani AR, Villeirs G, Macura KJ, et al. Prostate imaging reporting and data system version 2.1: 2019 update of prostate imaging reporting and data system version 2. *Eur Urol* 2019;76:340–51.
28. Padhani AR, Weinreb J, Rosenkrantz AB, Villeirs G, Turkbey B, Barentsz J. Prostate imaging-reporting and data system steering committee: PI-RADS v2 status update and future directions. *Eur Urol* 2019;75:385–96.
29. Kim SH, Choi MS, Kim MJ, Kim YH, Cho SH. Role of semi-quantitative dynamic contrast-enhanced MR imaging in characterization and grading of prostate cancer. *Eur J Radiol* 2017;94:154–9.
30. Dewhirst MW, Tso CY, Oliver R, Gustafson CS, Secomb TW, Gross JF. Morphologic and hemodynamic comparison of tumor and healing normal tissue microvasculature. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1989;17:91–9.
31. Ren J, Huan Y, Wang H, Chang Y-J, Zhao H-T, Ge Y-L, et al. Dynamic contrast-enhanced MRI of benign prostatic hyperplasia and prostatic carcinoma: correlation with angiogenesis. *Clin Radiol* 2008;63:153–9.
32. Hansford BG, Peng Y, Jiang Y, Vannier MW, Antic T, Thomas S, et al. Dynamic contrast-enhanced MR imaging curve-type analysis: is it helpful in the differentiation of prostate cancer from healthy peripheral zone? *Radiology* 2015;275:448–57.
33. Cristel G, Esposito A, Briganti A, Damascelli A, Brembilla G, Freschi M, et al. MpMRI of the prostate: is there a role for semi-quantitative analysis of DCE-MRI and late gadolinium enhancement in the characterisation of prostate cancer? *Clin Radiol* 2019;74:259–67.
34. Pesapane F, Standaert C, De Visschere P, Villeirs G. T-staging of prostate cancer: identification of useful signs to standardize detection of posterolateral extraprostatic extension on prostate MRI. *Clin Imaging* 2020;59:1–7.
35. de Rooij M, Hamoen EHJ, Witjes JA, Barentsz JO, Rovers MM. Accuracy of magnetic resonance imaging for local staging of prostate cancer: a diagnostic meta-analysis. *Eur Urol* 2016;70:233–45.
36. Salerno J, Finelli A, Morash C, Morgan SC, Power N, Schieda N, et al. Multiparametric magnetic resonance imaging for pre-treatment local staging of prostate cancer: A Cancer Care Ontario clinical practice guideline. *Can Urol Assoc J* 2016;10:E332.
37. Soylu FN, Eggner S, Oto A. Local staging of prostate cancer with MRI. *Diagnostic Interv Radiol* 2012;18:365.