

# Prostat Kanserinin Değerlendirilmesinde 3 T Difüzyon Ağırlıklı MR Görüntüleme

Mecit Kantarcı, Gökhan Tonkaz

## ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Biyolojik Dokuda Difüzyon ve Prostat 3T DAG Teknikleri
- PI-RADS v2 de DAG'nin Yeri ve Klinik Uygulamaları
- Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme ile İlgili Teknik Zorluklar
- Tümör Karakterizasyonu ve Ekstrakapsüler Tutulum
- Biyopsi Sonrası Kanama ve Tedaviye Yanıt Değerlendirmesi
- Mevcut Sınırlamalar ve Gelecekteki Yönergeler

Kantarcı M, Tonkaz G. Prostat Kanserinin Değerlendirilmesinde 3 T Difüzyon Ağırlıklı MR Görüntüleme. Trd Sem 2017; 5: 412-28.

## GİRİŞ

Prostat kanserinde prognozun en önemli belirteci Gleason skoru ve tanı anındaki klinik evredir. Tanıda TRUS eşliğinde biyopsi standardize edilmiş olmakla birlikte hedefe yönelik yapılan bir inceleme değildir [1, 2]. Multiparametrik MR (MpMRG) prostat kanseri tanısında, hedeflenen biyopsiye ve tedavi seçimine yardımcı olması için önemli bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2 (PI-RADS v2) şüpheli kanser olgularında lezyonu saptama, lokalize etme, karakterize etme ve risk düzeyi saptanmasını arttırmak için tasarlanmıştır [3]. Bu ilerlemeler esas olarak, rutin prostat MR protokolüne difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) ve dinamik kontrast MR (DkMRG) eklenmesinden kaynaklanmaktadır.

1990'lerden beri ekstrakranyal bölgele- re difüzyon ağırlıklı MR uygulanmıştır [4]. Echo-planar imaging (EPI), yüksek gradyanlı genlik , multikanal koillerin ve paralel görüntülemenin ortaya çıkması, DAG'nin ekstrakranyal uygulanmasına olanak tanıyarak, yüksek kaliteli prostat görüntüsü elde edilmesine yardımcı olmuştur. **Difüzyon ağırlıklı görüntülemenin prostatta edinme süresi kısadır (5 dakikadan az) ve DAG'de kontrast madde kullanımını gerektirmemektedir. Böylece, DAG rutin görüntüleme protokollerine kolayca dâhil edilebilir [5].**

Daha yakın zamanlarda, teknolojideki gelişmeler, DAG'nin sinyal-gürültü oranını (SNR) arttırmış ve uzaysal çözünürlükte bir artışa izin vermiştir. Multiparametrik prostat MR lezyonları algılamada [6, 7], kanseri evrelemede, tümör invazyonunu tahmin etmede [8], daha önce negatif biyopsi sonucu olan veya aktif gö-

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye

✉ Mecit Kantarcı • akkanrad@hotmail.com

zetim altındaki hastaları takip etmede [9, 10] iyi bir araç olarak ortaya çıkmıştır.

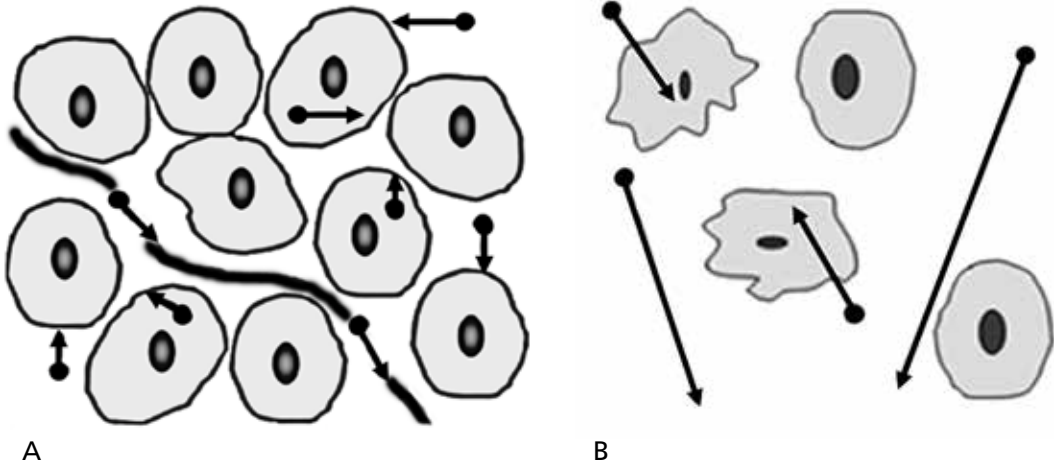
### Biyolojik Dokuda Difüzyon

DAG suyun mikroskobik hareketliliğine bağlıdır. Klasik olarak Brown hareketi olarak adlandırılan bu hareketlilik suyun hücre ortamına bağımlıdır [11]. Biyolojik dokularda su yayılımı, doku sellülaritesi, doku organizasyonu, ekstrasellüler mesafe ve hücre zarlarının bütünlüğü gibi farklı bileşenler tarafından sınırlandırılmıştır. **Biyolojik dokudaki su difüzyonunun kısıtlılığı, doku selülarite ve hücre membranlarının bütünlüğü ile ters orantılıdır; su difüzyon derecesi, hücresel yoğunluğu çok olan dokularda daha sınırlıdır (Şekil 1A, B) [12-14].** Biyolojik dokularda faktörlerin karmaşık etkileşimi nedeniyle, suyun gerçek difüzyon katsayısı direkt olarak MR ile ölçülemez; üç düzlemdeki ortogonal DAG'den difüzyon katsayısı elde edilir ve bu ADC'dir [15]. DAG'da kantitatif değer, b değeri ve görünür difüzyon katsayısı-Apparent Coefficient Diffusion (ADC) ile ölçülür ve ADC'yi yansıtan parametrik bir haritadır.

Difüzyon ağırlık miktarı b değeri tarafından açıklanır ve ADC'de puls zamanları arasındaki su moleküllerinin hareketini yansıtır. Çünkü ADC su moleküllerinin hareket ettiği akımı ve mesafeyi kantifiye eder. Hem kapiller perfüzyon hem de difüzyon karakteristiklerini gösterir [16]. Prostat kanseri için, b değerleri 500 ila 2000 sn/mm<sup>2</sup> arasındadır [17]. Prostat kanseri saptanmasında 1500 ve hatta 2000 gibi b değerleri tanısallı doğruluğu artırabilir [18]. **Zengin tübüller içeren prostatın periferik zonunda izlenen sağlıklı prostat dokusu suyun difüzyonuna izin verir. Bu alanda ADC değeri yüksektir. Prostat kanseri, normal dokuyu yıkar ve bezin kanallarını invaze eder. ADC haritalarında, prostat kanserinde çevredeki normal dokuya oranla sıklıkla düşük ADC değeri izlenir [19].**

### Prostat 3T DAG Teknikleri

DAG, prostat tümörlerinin saldırganlığının lokalizasyonu ve karakterizasyonu için kritik bir role sahiptir ve herhangi bir multiparametrik MR protokolünde önemli bir sekans olarak düşünülmektedir [2, 20, 21].



**Şekil 1. A, B.** DAG'de hücre ve kan damarı içeren doku vokselini temsil etmektedir. (A) Kısıtlı difüzyon: Yoğun hücreli ortamda, hücre membranları suyun difüzyonunu sınırlandırır. (B) Serbest difüzyon: Düşük hücre yoğunluğunda, su hücre dışı boşlukta daha kolay hareket eder. Arızalı hücre zarları ayrıca su moleküllerinin hücre dışı ve hücre içi boşluklar arasında hareket etmesine izin verir.

DAG, rutin prostat MRG protokolünün bir parçasıdır. Taramaya başlamadan önce bağırsak peristaltizmini önlemek için 20 mg butil skopolamin (Buscopan, Boehringer Ingelheim) intramüsküler olarak enjekte edilebilir, bağırsak hazırlığı yapılmaz.

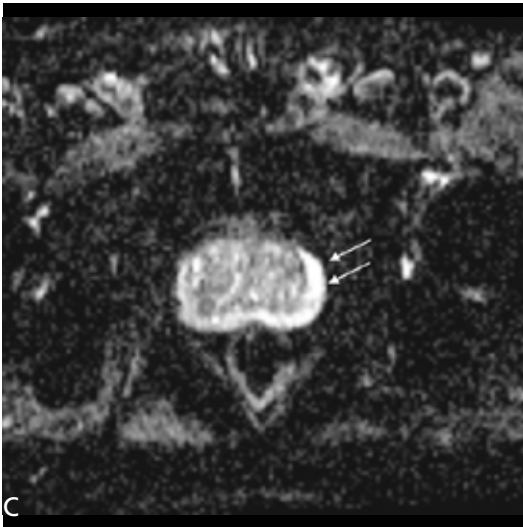
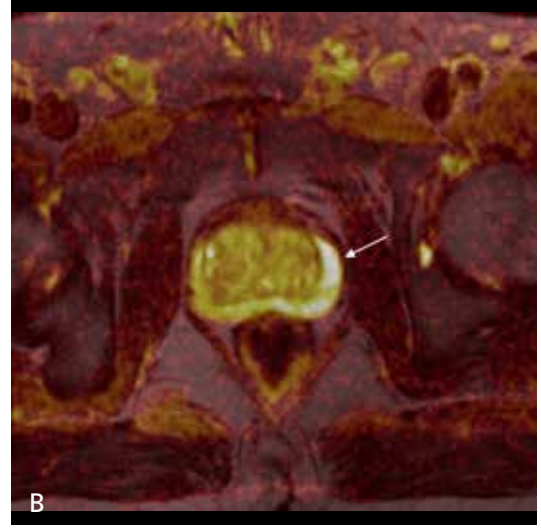
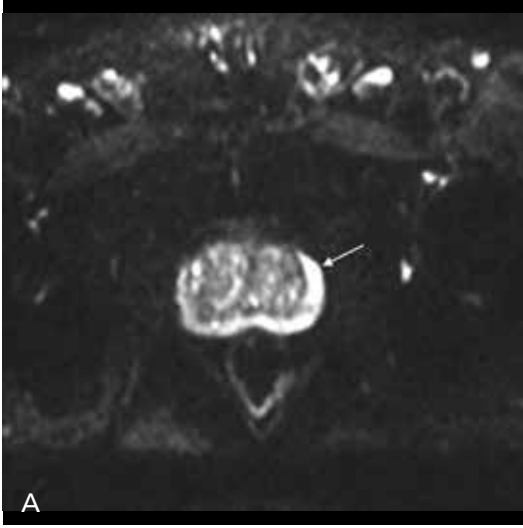
### DAG'nin Kalitatif Analizi

Genellikle, b değeri ne kadar yüksekse, su moleküllerinden sinyal atenüasyon derecesi de o kadar yüksek olur. Difüzyon ölçümleri alındığında, su difüzyonunun yönü frekans, faz ve kesit seçimi de dahil olmak üzere bu yönlerin her birine, difüzyon gradyanları uygulayarak bağımsız olarak değerlendirilebilir. Tümörler

nitelik olarak belirlenip, karakterize edilebilir ve tedavi cevabı DAG indeksindeki göreceli doku sinyal atenüasyonu kullanılarak değerlendirilebilir [5].

Bununla birlikte, DAG indeksinin değerlendirilmesinde bazı dezavantajlar vardır bunlardan biri, sinyal yoğunluğunun hem su hareketliliği hem de T2 relaksasyon süresine bağlı olmasıdır. T2 relaksasyon süresi çok uzun olan bir alan, DAG üzerinde yüksek bir sinyal gösterebilir. Böylece, T2 parlaklık efekti ortaya çıkabilir. Bu problem ADC haritaları kullanarak çözülebilir (Resim 1A-C).

Günümüze kadar, çalışmaların çoğunda, prostat kanserinden benign dokuyu ayırt etmek için dokunun kantitatif analizine odakla-



**Resim 1. A-C.** Benign prostat hipertrofisi olan 56 yaşındaki erkekte T2 parlatma etkisi görülmektedir. (A)  $b = 50 \text{ s} / \text{mm}^2$  de difüzyon ağırlıklı görüntüler, Sol mid periferel zonda yüksek sinyal intensitesi izlenmektedir (ok). (B) MPR füzyon görüntülerde sol mid periferel zonda (ok) kitle lezyonun olmadığı görülmektedir. (C) Görünür difüzyon katsayısı (ADC) harita görüntüsünde difüzyon kısıtlaması dolayısıyla kitle lezyonun olmadığı görülmektedir. Bu nedenle T2 parlatma etkisi ADC harita görüntüsü ile aşılabilir.

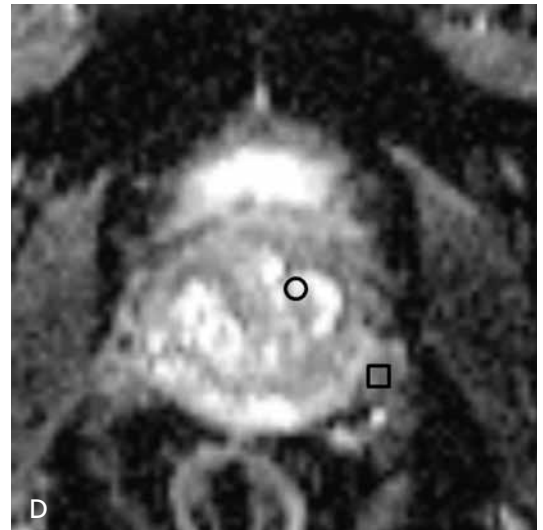
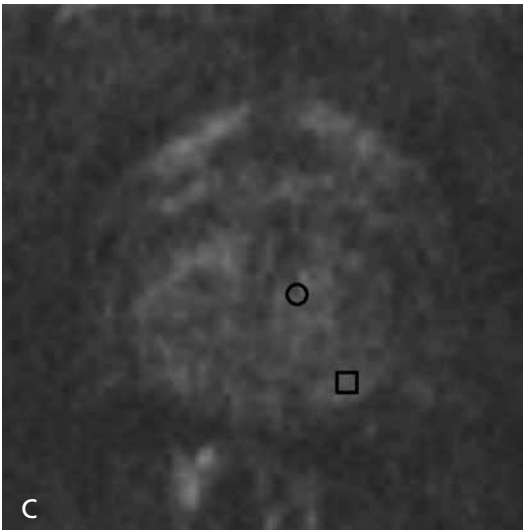
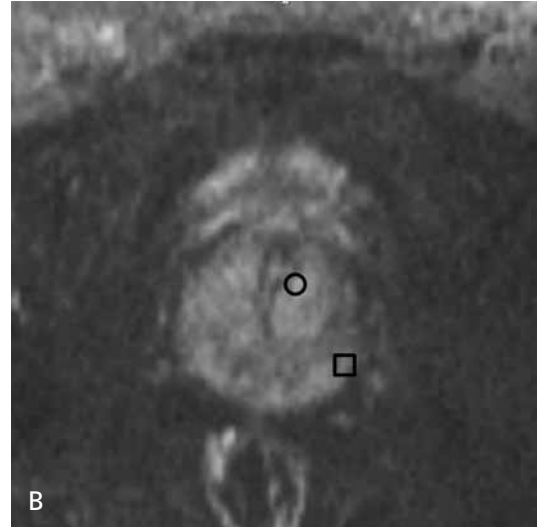
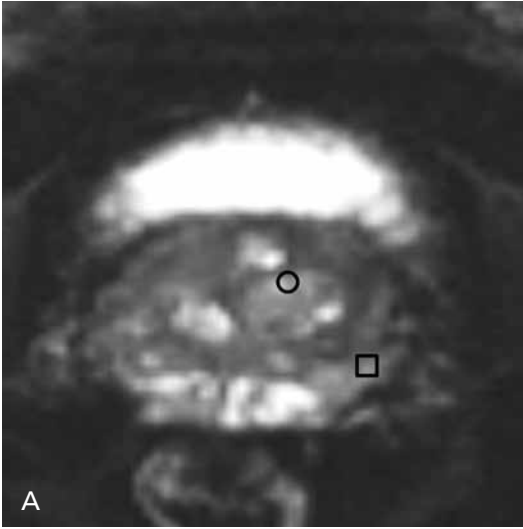
nılmıştır [22-28]. Ancak klinik uygulamada, DAG'nin kalitatif değerlendirmesi kritik öneme sahiptir, çünkü DAG'nin kantitatif analizi için ek süre gerekir. DAG ile ilgili birkaç çalışma, prostat kanserinin kalitatif değerlendirmesi için periferal zon (PZ) ve transizyonel zon (TZ) ADC haritalarındaki benign prostat dokularına kıyasla düşük sinyal yoğunluğu gösterdiğini ve T2 parlaklık etkisini önlemek için lokalize prostat kanseri tahmininde ADC haritalarının kullanılması gerektiğini göstermiştir [29-31].

### DAG'nin Kantitatif Analizi

DAG'nin kantitatif analizi, ADC hesaplanarak yapılabilir. ADC değerini hesaplamak için kullanılan denklem aşağıdaki gibidir:

$$ADC = -\ln(S / S_0) / b \text{ [15]}$$

Burada  $S_0$ , difüzyon gradyanlarının sinyal yoğunluğudur ve  $b$  ise,  $b$  faktörüdür. Denklemden görüleceği üzere, büyük bir ADC değeri, DAG'deki sinyal yoğunluğunu azaltırken, düşük bir ADC değeri DAG'deki sinyal yoğunluğunu artırır. **ADC'deki değişiklikler doku**



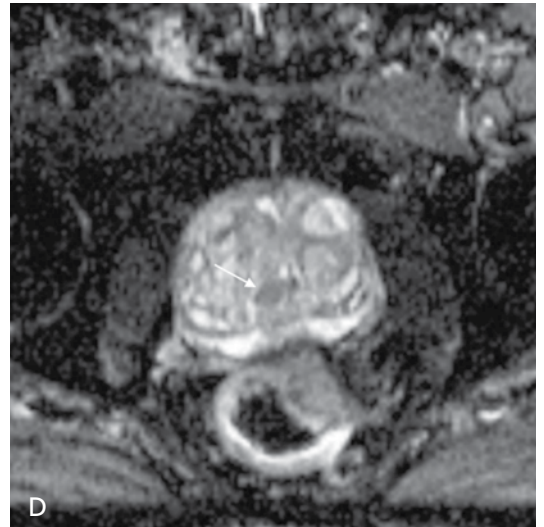
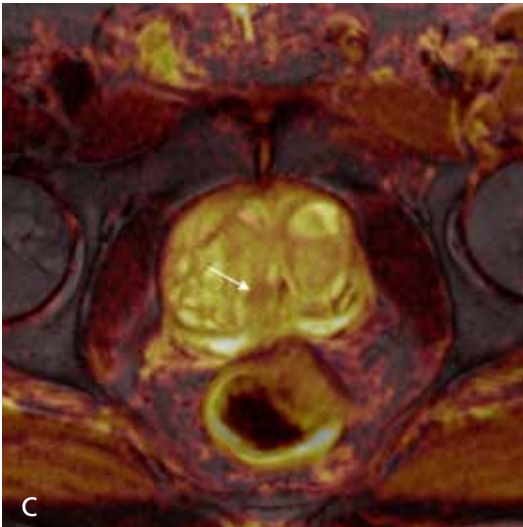
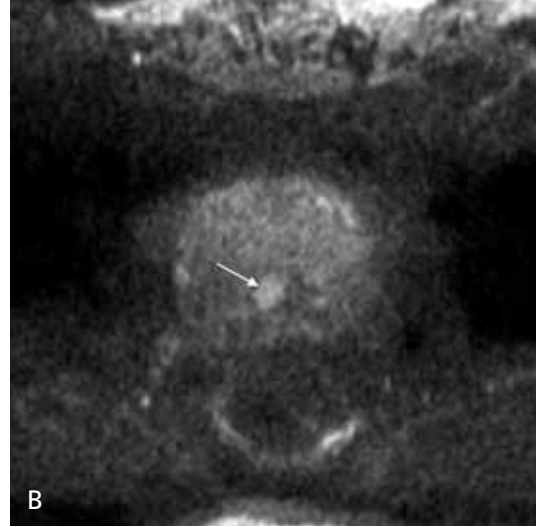
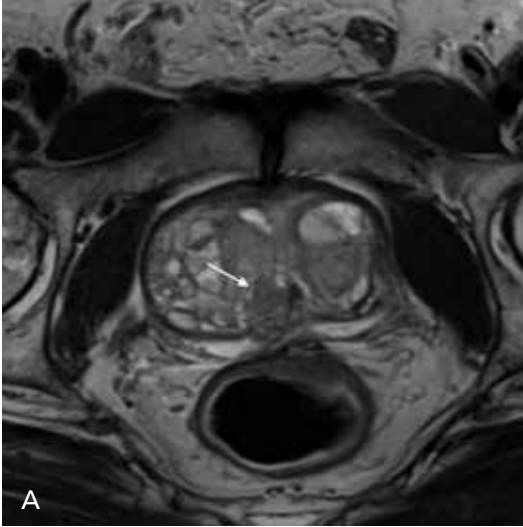
**Resim 2.** A-D. Sol periferal zonda malign lezyonu bulnan 70 yaşındaki hastanın b 50 (A), b 1000 (B), b 1500 (C) ve ADC haritası (D) görüntüleri. Transizyonel zonda yüksek ADC değerleri (normal), periferik zonda difüzyon kısıtlı alan (malign) şeklinde izlenmektedir (kare).

sellülaritesindeki değişikliklerle ters orantılıdır: Düşük bir ADC, yoğun selülarite sahip bölgelerde kısıtlı difüzyon alanlarını gösterirken, yüksek ADC değeri daha az hücresel bölgedeki difüzyon alanlarını gösterir (Resim 2) [1, 18-20].

ADC haritası bir görüntüdeki her bir vokselin ayrı ayrı ADC değerini gösterir. Çoğu klinik uygulamada ADC değerlerinin hesaplanması için iki veya daha fazla b-değeri ve artan b-değerleri ile sinyal bozunumu modeli kullanılır. Klinik anlamlı kanserlerin tamamına yakınında normal dokuya göre kısıtlanmış difüzyon ak-

tivitesi görülür bu da kendini gri-skala ADC haritasında hipointensite olarak gösterir. Lezyonun ADC değerleri ile histolojik derecesi ters-orantılı olarak ilişkilendirilse de bazen BPH, düşük ve yüksek dereceli kanserler arasında azımsanmayacak benzerlikler görülebilmektedir (Resim 3).

ADC hesaplamaları seçilen b-değerlerinden etkilenmekte olup farklı cihazlarda bu değerler aynı değildir. Bu yüzden kaliteli bir görsel yorumlama ADC görüntülerin değerlendirilmesinde temel metottur. Bununla birlikte üst sınır 750-900  $\mu\text{m}^2/\text{sn}$  olarak alınan ADC değerleri



Resim 3. A-D. 56 yaşındaki hastanın transizyonel zonunda lokalize T2 (A), b1500 (B), MPR füzyon (C), ADC (D) görüntülerinde difüzyonu kısıtlı ancak malign olmayan BPH nodülüne ait görüntü (ok).

periferik zondaki malign ve benign prostat dokusu arasındaki farkı değerlendirmede yardımcı olmakta ve belirgin bir sınır altındaki ADC değerleri klinik anlamlı kanserler ile uyum göstermektedir [3].

“Yüksek b-değerli” görüntüler b-değerlerin  $\geq 1400$  sn/mm<sup>2</sup> alındığı görüntülerdir. Bu görüntüler normal dokuya kıyasla, uygulanan farklı b-değerli gradientler arasındaki daha büyük difüzyondan dolayı azalmış sinyal aktivitesi gösteren kısıtlanmış difüzyon alanlarındaki sinyal korunmasını gösterirler. Tek başına ADC haritalamaya kıyasla, yüksek b-değerli görüntüler klinik anlamlı kanserin mevcudiyeti daha açık gösterebilir. Yüksek b-değerli görüntüler iki farklı yol ile elde edilebilir. Bunlar; direkt olarak yüksek b-değerli DAG görüntülerin elde edilmesi (ek tarama zamanı gerektirir) veya ADC haritalama için kullanılan daha düşük b-değerli görüntü verilerinin ekstrapolasyonu ile hesaplanan yüksek b-değerli görüntülerdir. B-değeri arttıkça, sinyal-gürültü oranı (SNR) düşer, bu yüzden optimum yüksek b-değeri manyetik alanın kuvvetine, üreticiye ve yazılıma bağlı olarak değişebilir. Geniş çapta kabul görmüş bir “yüksek b-değeri” yoktur ancak kabul edilebilir bir SNR elde edildiği sürece 1400-2000 sn/mm<sup>2</sup> veya daha yüksek b-değerleri avantajlı görülmektedir [3].

Difüzyon ağırlıklı görüntüleme teknikleri Tablo 1’de özetlenmiştir. EPI sekansı ile birlikte spektral yağ baskılama da tavsiye edilir.

ADC haritalamada eğer imkân yetersizliğinden dolayı (cihaz veya zaman) iki b-değeri ile çekim yapılacaksa, en düşük b-değeri 50-100 sn/mm<sup>2</sup>, en yüksek b-değeri ise 800-1000 sn/

mm<sup>2</sup>’ye ayarlanmalıdır. 100 ve 1000 arasındaki ek b-değerleri daha isabetli ADC hesaplanmasına ve yüksek b-değerli görüntülerin ( $>1400$  sn/mm<sup>2</sup>) oluşturulmasında yardımcı olur. Eğer dokunun perfüzyon karakteristiği ortaya çıkarılmak isteniyorsa, 0 ile 500 sn/mm<sup>2</sup> arasında b- değerleri ile ek çekim yapılmalıdır.

### Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme İle İlgili Teknik Zorluklar

Prostat DAG’ de, tipik olarak EPI teknikleri (single-shot and multishot) kullanılarak elde edilir. Bu durum güçlü manyetik gradyanların hızlı bir şekilde değiştirilmesini ve bunun da öngörülemeyen üst üste manyetik alan gradientleri üreten girdap akıntılarına yol açmasına neden olabilir [32, 33]. Bunun sonucu DAG’ da prostatın anatomik distorsiyonuna neden olmaktadır [34, 35]. Bu bozulma, T2 ağırlıklı görüntülemeyle karşılaştırıldığında prostatın boyut, şekil ve konumundaki değişiklikler olarak ortaya çıkabilir. Örneğin, dış prostatik kapsül, geçiş bölgesinin sınırı ve fokal lezyonlar gibi T2 ağırlıklı görüntülemeye pürüzsüz görünen anatomik sınırlar, b değeri yüksek DAG’ da çarpıtılmış gibi görünebilir. Bu fenomen fokal lezyonların belirsizleşmesine, hem yanlış pozitif ve yanlış-negatif bulgulara neden olabilir. Metal veya hava, bu durumları daha da kötüleştirir. Gaita veya gazla rektum distansiyonu, bu durumun kötüleşmesine katkıda bulunabilecek hasta ile ilgili önemli bir faktördür. Tümör lokalizasyonu için doğruluğu en üst düzeye çıkarmak için prostatın yüksek kalitede DAG’sının elde

**Tablo 1: Difüzyon ağırlıklı görüntüleme teknik özellikleri**

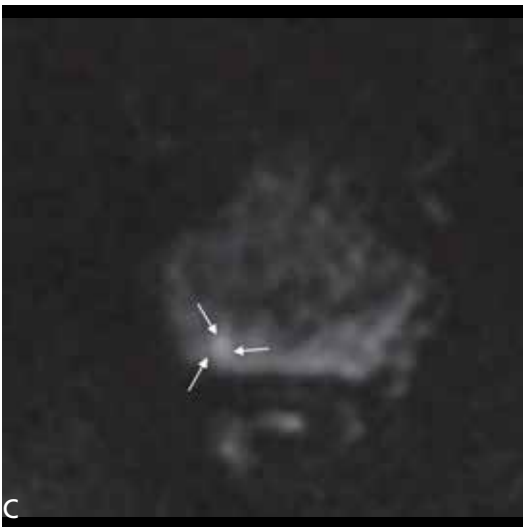
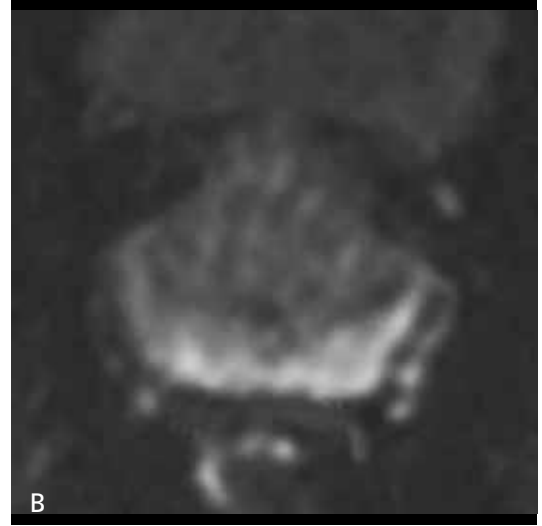
|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| TE                              | $\leq 90$ msn  |
| TR                              | $\geq 3\ 000$ msn  |
| Kesit Kalınlığı                 | $\leq 4$ mm, boşluksuz.  |
| Kesitler                        | T2A ve DkMRG kesitleri ile aynı veya benzer lokalizasyonlardan alınmalı. |
| FOV                             | 16-22 cm   |
| Düzlem boyutu (Plane dimension) | $\leq 2,5$ mm faz ve frekans   |

edilmesinin öneminden dolayı, edinimin teknik yönlerine dikkat edilmesi çarpıklığı en aza indirmek için çok önemlidir. Bu amaca yönelik standart önlemler arasında ulaşılabilir minimum eko süresi kullanımı, paralel görüntüleme, azaltılmış bant genişliği, eko aralığı ve eko uzunluğu sayılabilir.

Özellikle rektal gazın etkisine odaklanan ek adımlar gerekiyor. Buna ek olarak, bazı gruplar, prostat MRG'den önce gazı rektumunu boşaltmak veya bağırsak peristaltizmini azaltmak için bir bağırsak gevşetici maddenin uygulanması için bir lavman kullanmak önerir [2]. Ancak bu tedbirlerin gerekliliği konusunda fikir birliği bulunmamaktadır. Multishot EPI teknikleri artefakt duyarlılığın doğal olarak daha az

olması dolayısıyla giderek 3T DAG için kullanılmaktadır [5].

Prostatın DAG'ı yapıldığında, 500-1000 s / mm<sup>2</sup> aralığındaki b değerlerine sahip görüntülerden ayrı olarak alternatif sekanslar tümör açısından dikkatlice gözden geçirilmelidir. Özellikle, ADC haritasının kantitatif yapısı T2 sinyal varyasyonunun bu sekans üzerindeki etkisini düşürür ve görünür tümörler hiperintens arka plan prostat parankimi ile karşılaştırıldığında hipointens lezyonlar olarak görülür [20]. Yakın zamanlarda, çeşitli çalışmalar, 1500-2000 s/mm<sup>2</sup> aralığında b değerlerini kullanarak "ultra yüksek" -b değeri DAG'ın faydasını göstermiştir [36, 37]. Ultra yüksek b değerleri, iyi huylu prostatın daha fazla arka planda bas-



**Resim 4. A-C.** 72 yaşındaki erkekte tümör belirsizliği için ultra yüksek b değerlerinin etkisi, sağ mid PZ da Gleason 8 tümör izlenmekte. (A) T2 ağırlıklı görüntü, sağ periferik zonda hipointens tümör dokusuna ait alan. (B)  $b = 1000 \text{ s / mm}^2$ 'de difüzyon ağırlıklı görüntü, bilateral periferik zon aynı intensitede ve normale yakın izlendi. (C) Difüzyon ağırlıklı görüntü  $b = 1500 \text{ s/mm}^2$ 'de, sağ mid periferik bölgede tümör dokusuna ait hiperintensite daha net olarak izlenmektedir.

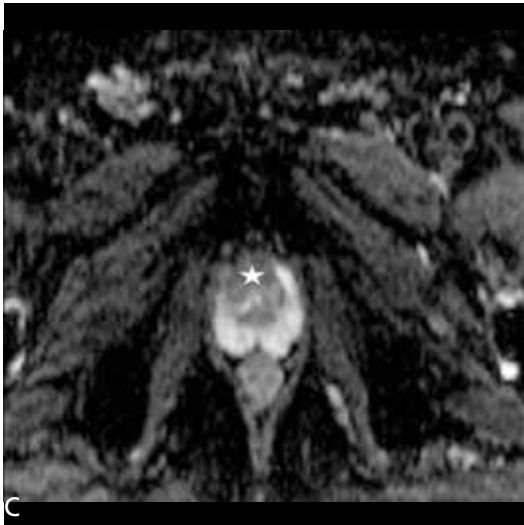
kılanmasına ve tümörün göze çarpması sağlar. Bu görüntü aralığı içinde daha yüksek b değerleri kullanılması hem periferik hem de transizyonel zonlarda artmış hassasiyet ve özgüllük sağlar (Resim 4). Böyle daha yüksek b değerlerinin kullanımındaki güçlükler, sinyal-gürültü oranının (SNR) yanı sıra daha fazla görüntü bozulmasında bir azalmayı içerir [38].

ADC haritasının görsel değerlendirmesinde, görüntülerin pencere ayarlarının lezyonu en tanınabilir şekilde gösterecek şekilde ayarlanması esastır (Resim 5). Bu çizgide, MR konsolu veya PACS sistemi tarafından oluşturulan ADC haritasının varsayılan penceresinin ve seviyesinin lezyon algılaması için optimal

olmayabileceğini bilmek önemlidir. Özellikle eğer seviye çok yüksekse, fokal lezyonların hipointensitesi görsel değerlendirmeyle niteliksel olarak çevre dokunun geri kalanından kolaylıkla öne çıkmamasına yol açabilir.

### PI-RADS v2 de DAG'nin Yeri

2015 yılında American College of Radiology (ACR), American College of Radiology (ESUR) ve AdMeTech tarafından PI-RADS™ standardizasyonunu daha genel kabul edilebilir kılmak, güncellemek ve geliştirmek için bir yönlendirme komitesi kurdular. Bu çalışma PI-RADS™ v2 ile sonuçlandı.



**Resim 5. A-C.** (A) T2 ağırlıklı görüntü, TZ den kaynaklanıp sağda ekstrakapsüler tutulumu olan lezyon izlenmektedir. (B) ADC haritasında varsayılan ayarlardan herhangi bir pencere ve seviye değişikliği olmaksızın, sağ TZ deki lezyon periferik bölgenin geri kalanından kolaylıkla öne çıkmaz. (C) Optimal ekran ayarlarının (yaklaşık 1600/1600 × 10<sup>-6</sup> mm<sup>2</sup> / s düzeyindeki pencere / seviye ayarları) seçiminden sonra elde edilen ADC haritasında bu bölgede görsel olarak tümör ve yayılımı daha net olarak izlenmektedir.



PI-RADSv2, klinik olarak önemi olan kanserleri, sistematik bir şekilde raporlamayı ve sonrasında patolojik korelasyonuna imkân sağlayan skorlamayı amaçlamıştır. Klinik olarak önemli olan kanserler Gleason 7 (3+4 olanlarda 4 belirgin) ve/veya 0,5 mL'ye eşit ve daha büyük, ekstraprostatik uzanımı olan kanserler olarak belirlenmiştir [3]. DAG ve/veya dinamik kontrastlı incelemenin olmadığı durumlarda da PIRADS skorlaması yapılabilmesi için ayrı ayrı kılavuzlar yayınlanmıştır [3].

PI-RADS v2'de, değerlendirme prostat glandındaki klinik anlamlı kanserin bulunabileceği her lezyon, MpMRG ile yani T2A, DAG ve DkMRG bulgularının kombinasyonu ile yorumlanarak 5 puan üzerinden olasılık tahmini yapılır (Tablo 2).

Lezyonların skorlanmasında periferik zon (PZ) için DAG; tranzisyonel zon (TZ) için T2A görüntülemenin esas teşkil etmesi gerektiği vurgulanmıştır. PI-RADS v2 değerlendirme kategorisi belirlenirken T2A ve DAG'ın tanınan değeri çok yüksekken, DkMRG'nin katkısı onlara göre biraz daha azdır (Tablo 3).

**Tablo 2: PI-RADS v2 değerlendirme kategorileri**

|                  |  |
|------------------|--|
| PI-RADS 1 (P1) : | Çok düşük (klinik anlamlı kanser ihtimali neredeyse yok) |
| PI-RADS 2 (P2) : | Düşük (klinik anlamlı hastalık ihtimali düşük)           |
| PI-RADS 3 (P3) : | Orta (şüpheli klinik anlamlı kanser)                     |
| PI-RADS 4 (P4) : | Yüksek (muhtemel klinik anlamlı kanser)                  |
| PI-RADS 5 (P5) : | Çok yüksek (çok yüksek ihtimal klinik anlamlı kanser)    |

**Tablo 3: Periferik Zon (PZ) PI-RADS değerlendirilmesi**

| DAG | T2A           | DkMRG         | PI-RADS |
|-----|---------------|---------------|---------|
| 1   | Herhangi biri | Herhangi biri | 1       |
| 2   | Herhangi biri | Herhangi biri | 2       |
| 3   | Herhangi biri | -             | 3       |
|     |               | +             | 4       |
| 4   | Herhangi biri | Herhangi biri | 4       |
| 5   | Herhangi biri | Herhangi biri | 5       |

\*"herhangi biri" 1-5 arası tüm kategorileri kapsar.

**Tablo 4: Tranzisyonel Zon (TZ) PI-RADS değerlendirilmesi**

| T2A | DGA           | DkMRG         | PI-RADS |
|-----|---------------|---------------|---------|
| 1   | Herhangi biri | Herhangi biri | 1       |
| 2   | Herhangi biri | Herhangi biri | 2       |
| 3   | ≤4            | Herhangi biri | 3       |
|     | 5             | Herhangi biri | 4       |
| 4   | Herhangi biri | Herhangi biri | 4       |
| 5   | Herhangi biri | Herhangi biri | 5       |

\*"herhangi biri" 1-5 arası tüm kategorileri kapsar.

Gerek düşük olasılıklı klinik anlamlı kanser kategorilerinde (P1 veya P2) olsun, gerekse yüksek olasılıklı klinik anlamlı kanser kategorilerinde (P4 veya P5) olsun, DkMRG genel değerlendirmeye katkıda bulunmaz. Periferik zonda DAG sekansında P3 olarak kategorize edilen lezyonda DkMRG'nin pozitif tespit edilmesi, lezyonun PI-RADS v2 değerlendirme kategorisini P4'e yükseltir (Tablo 3). Aynı şekilde TZ'de T2A sekansında P3 olarak kategorize edilen lezyonda DGA P5 olması durumunda PI-RADS v2 değerlendirme kategorisini P4'e yükseltir (Tablo 4).

Bir lezyonun sinyal intensitesi lezyonun bulunduğu prostatın histolojik bölgesindeki "normal" doku ile kıyaslanmalıdır (Tablo 5). Periferik zon ve transizyonel zon için yüksek b değerli DAG ve ADC görüntüleri birlikte değerlendirilerek kategori belirlenmelidir.

### DAG İçin Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

DAG bulguları mutlaka T2A, T1A ve DkMRG görüntülerle birlikte değerlendirilmelidir.

Teknik nedenlerden dolayı farklı MRG cihazlarından alınan görüntülerdeki sinyal intensite biriminde herhangi bir standardizasyon sağlanamamıştır. Bu yüzden BT'de dansite birimi olan Hounsfield Birimi'nin MRG'deki analogu olarak görülmemelidir. Sonuçta görüntü elde edilebilen tüm MRG cihazları için uygun olan standardize edilmiş bir "prostat penceresi" yoktur. Klinik anlam-

lı kanserler kısıtlanmış/azalmış difüzyona sahip olup ADC haritasında hipointens görünürlükler. Klinik anlamlı kanserleri belirlemek için ADC haritalaması optimize edilmiş özel tarayıcılar lezyonu daha belirgin şekilde hipointens gösterebildiği için tavsiye edilmekte olup görüntülere her zaman aynı kontrast ayarlarında aynı pencere genişliği ve seviyesinde bakılmalıdır. Özellikle tarayıcı ve bu alanda tecrübeli radyoloğun rehberliği fayda sağlayacaktır.

Benign bulgular ve bazı normal anatomik yapılar (ör; kalsifikasyonlar, dens fibromusküler stroma, fibrozis alanları ve biyopsiye sekonder kan pıhtıları) yetersiz sinyal aktiviteleri nedeni ile hem T2A'da hem de ADC'de çok az sinyal aktivitesi gösterebilir veya hiç göstermeyebilir. Fakat klinik anlamlı prostat kanserinin tersine bu antiteler tüm DAG görüntülerde belirgin hipointens izlenirler (Resim 6).

Transizyonel zona yerleşmiş bazı BPH nodüllerinin belirgin bir kapsülleri yoktur, ADC haritalamada hipointens ve yüksek b-değerli DAG'da hiperintens izlenir. Bazı vakalarda morfolojik özellikleri sayesinde ayırım yapılabilir de bu durum MpMRG'de tanıda bir sınırlama olarak varlığını korumaktadır.

Periferik zonda yerleşmiş kapsüllü, iyi sınırlı, yuvarlak nodül ADC'de hipointens görünse bile muhtemelen dışa uzanımlı BPH nodülüdür. Böyle bir bulgu PI-RADS değerlendirilmede kategori 2 olarak değerlendirilmelidir.

**Tablo 5: Transizyonel ve periferik zonda DAG için PI-RADS değerlendirme kriterleri**

| Skor             | Periferik Zon (PZ) veya Transizyonel Zon (TZ)  |
|------------------|--|
| PI-RADS 1 (P1) : | ADC'de ve yüksek b-değerli DAG'da anormallik yok (normal)  |
| PI-RADS 2 (P2) : | ADC de belirsiz hipointensiteler   |
| PI-RADS 3 (P3) : | ADC'de fokal hafif/orta hipointensite ve yüksek b-değerli DAG'da izointens/hafif hiperintensite            |
| PI-RADS 4 (P4) : | ADC'de belirgin fokal hipointensite ve yüksek b-değerli DAG'da belirgin hiperintensite En uzun aksı <1,5cm |
| PI-RADS 5 (P5) : | 4'e ilaveten uzun aksı ≥1,5cm veya prostat dışı yayılım/invaziv davranış                                   |

## Prostat 3-T DAG'nin Klinik Uygulamaları

### Tümör Karakterizasyonu

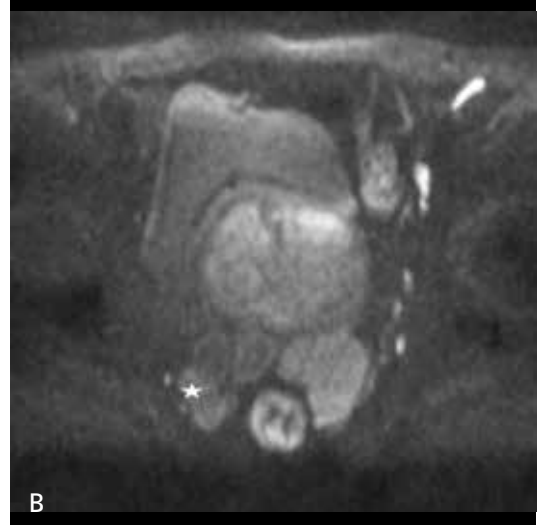
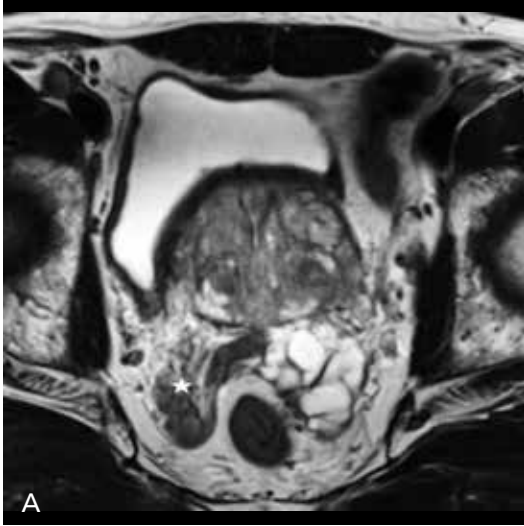
Prostat kanseri agresifliği patolojik olarak kanser hücrelerinin mikroskopik modeliyle belirlenebilir. En sık kullanılan tümör derecelendirme sistemi, Gleason derecelendirme sistemidir [39]. Tümör skorunda bir artış, tümör agresivitesinde bir artışa işaret eder. Yüksek dereceli kanser, genellikle en agresif tümörleri gösterir ki bunlar genellikle Gleason skoru 8-10'dur.

Yapılan çalışmalarda PZ kanserinde ADC değerlerinin tümör Gleason skoruyla anlamlı

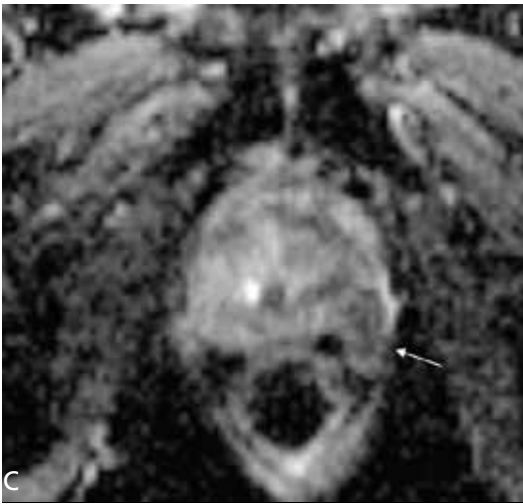
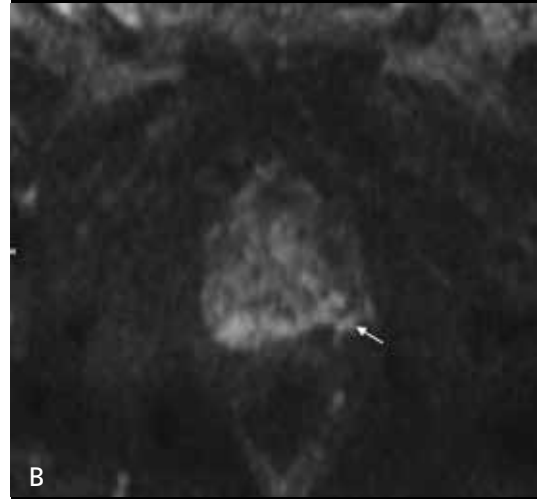
negatif korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir ( $p=-0,497$ ,  $p<0,0001$ ). Bu sonuç, ADC değerlerinin prostat kanserinin tümör difransiasyonunun potansiyel bir markeri olarak kullanılabileceğini ve prognostik bir göstergedir [26].

### Ekstrakapsüler Tutulum ve Seminal Vezikül İnvazyon Tahmini

Seminal Vezikül invazyonunu (SVI) öngörmek için çeşitli klinik değişkenler kullanılır, ancak SVI'nin yerini tahmin edemezler [40]. T2-ağırlıklı görüntüleme ile endorektal MRG, SVI'yi tahmin etmek için kullanılan en doğru teknik olarak belirtilmiştir. Bir çalışmada, T2



**Resim 6. A-C.** 64 yaşındaki erkek hastada biyopsi sonrası semina vezikülaris ve sağ periferel zondaki hemorajinin, T2 ağırlıklı görüntüsü (A), semina vezikülaris ve sağ periferel zonda dağınık düşük sinyal alanları gösterir. B1000 semina vezikülaris ve sağ periferel zonda hipointens alanlar (B) ve ADC haritasında (C) semina vezikülaris ve sağ periferel zonda hemorajiye bağlı yaygın hipointens alanlar izlenmektedir. Sol semina vezikülarisler hiperintens olarak izlenmektedir (normal).



**Resim 7. A-C.** 71 yaşındaki erkekte Sol mid PZ da kapsüle invaze kitle lezyon. T2 ağırlıklı görüntü, belirsiz, düzensiz kapsül ile ilişkili hipointens lezyon alan (A), b 1500 (B) ve ADC harita görüntüsü (C), hem periferik zonda düzensiz kenarlı düşük sinyal yoğunluklu lezyon, hem de lezyonun sol ekstrakapsüler alana uzanımı izlenmektedir.

ağırlıklı görüntüleme ile birlikte kullanılan DAG'nin, tek başına T2 ağırlıklı görüntüleme ile karşılaştırıldığında tümörün SVI tahminini daha da geliştirdiği, T2 ağırlıklı görüntülemenin DAG ile birlikte doğruluğunun %90'dan fazla olduğu bildirilmiştir [41].

Geliştirilmiş uzaysal çözünürlük de dahil olmak üzere, DAG'deki son teknolojik gelişmeler sayesinde Ekstrakapsüler tutulumunun değerlendirilmesi için kullanılabilir (Resim 7).

### Biyopsi Sonrası Kanama

Biyopsi sonrası prostatta kanama, biyopsi ile MRG arasındaki süreye bağlı olarak konvansiyonel MRG'de tümör tespitini engelleyebi-

lir. Bu nedenle, prostat MR incelemeleri için biyopsiden 6-8 hafta sonra bir gecikme önerilmiştir [42, 43]. Biyopsi sonrası prostat kanaması, benign dokularda ADC değerlerini düşürebilir. Bu, kanser ile iyi huylu doku arasındaki DAG üzerindeki doku kontrastını etkileyebilir ve kanser tespitinin tanısal doğruluğunu düşürebilir. Ayrıca, duyarlılık artefakları nedeniyle görüntü bozulmasını artırabilir (Resim 6). Bu kusurlara rağmen, DAG'nin yeni prostat biyopsisi olan hastaların değerlendirilmesinde yararlı olduğu bildirilmiştir. Bir 3T DAG çalışması, hastaların %65'inde prostat kanamasına rağmen biyopsiden 3 hafta sonra genel görüntü kalitesi prostat kanseri lokalizasyonu için hala yeterli olduğunu göstermiştir [29]. Bununla birlikte, biyopsiden 1 hafta sonraki akut kana-

ma, T2 karartması (blackout artifact) nedeniyle prostat kanserinin lokalizasyonunu engelleyebilir. Bu nedenle, biyopsiden en az 2-3 hafta sonra prostat DAG'nin yapılması önerilmektedir [5].

### Hedeflenen Biyopsi Aracı

Prostat kanseri tedavisinde karar verme, özellikle transrektal ultrason (TRUS) kılavuzluğunda biyopsi kanser için negatif olduğu halde PSA düzeyi artmaya devam eden yüksek riskli hastalarda zordur. MR spektroskopisi görüntüleme veya dinamik kontrastlı MR incelemesi, hasta tekrar biyopsiyi almadan önce prostat kanseri saptamada yardımcı olduğu bildirilmiştir [44, 45]. Buna karşılık, daha önce negatif olan biyopsi sonuçlarına sahip hastalarda prostat kanseri tespiti için 3T DAG 'nin etkinliği hakkında çok az çalışma yayınlanmıştır. Bir çalışmada daha önce negatif TRUS biyopsi sonuçları ve sürekli yükselmiş PSA seviyeleri olan hastalarda tekrar biyopsi öncesi önemli lezyon lokalizasyonu sağlama potansiyeline sahip olan ve 3 T'de T2 ağırlıklı görüntülemeye ek olarak DAG 'nin ilave katkı sağladığı ortaya konulmuştur [46].

### Tedaviye Yanıt Değerlendirmesi

Etkili antikanser tedavisi, tümör yıkımına, hücre zarı bütünlüğünün kaybedilmesine, hücre dışı boşluğun artmasına ve dolayısıyla su difüzyonunun artmasına yol açar [4, 47]. Tedavi yanıtını tahmin etmede DAG'nin rolü 1.5 T'de DAG kullanan bir çalışmada prostat kanserinin tedavi yanıtını bildirmiştir [28].

Bugüne kadar hormonal veya radyasyon tedavisinden sonra terapötik cevabı değerlendirmek için az miktarda 3T DAG çalışması yapılmıştır. Bir çalışma, radyoterapiye verilen terapötik yanıtın değerlendirilmesinde 3T DAG değerini bildirmiştir. Tümörlerin ortalama postterapi ADC değerleri ( $1,61 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s) ortalama preterapi ADC değerleri ile karşılaştırıldığında ( $1,0 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s) ( $p < 0,001$ ) arttığı tespit edildi [28].

### Mevcut Sınırlamalar ve Gelecekteki Yönergeler

Prostat DAG, prostat kanseri olan hastaların değerlendirilmesinde faydalı olabilse de, hem 1,5 hem de 3T'de mevcut prostat DAG'inin halen üstesinden gelmesi gereken birkaç sınırlaması vardır [1, 45].

Birincisi, standardizasyon eksikliği önemli bir eksikliklerdir. Değişik merkezlerde, çeşitli faktörlerini kullanarak prostat DAG için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Buna bağlı olarak da prostat kanseri için çeşitli ADC değerleri bildirilmiştir.

İkincisi, prostat DAG, prostat kanserini değerlendirmek için klinik bir ortamda kullanılmış olsa da, güvenilirliğini araştıran az sayıda çalışma yayınlanmıştır.

Üçüncü olarak, DAG'nin görüntü distorsiyonları ve duyarlılık artefaktları gibi doğasında olan kusurları vardır. Bu kusurlar, hormonal veya radyoterapi sonrası prostat kanserinde zorlayıcı terapötik yanıtların değerlendirilmesini sağlar. Bu sorunların üstesinden gelmek veya etkilerini azaltmak için, daha gelişmiş yazılım ve donanım geliştirilmelidir.

Dördüncü olarak, DAG'de gözlenen özelliklerle ilgili patolojik değişiklikleri belirlemek ve aydınlatmak için daha fazla in vivo çalışmaya ihtiyaç vardır.

### SONUÇ

DAG, prostat kanserinde tümör sellülaritesi ve doku yapısı hakkında yararlı kalitatif ve kantitatif bilgi verebilecek güçlü ve noninvasiv bir görüntüleme yöntemidir. Tümörü tespit etme, evreleme ve tedavi sonrası izlemin tanısal doğruluğunu artırabilir. Ek olarak, hormonal veya radyasyon tedavisinden sonra prostat kanserinin terapötik etkilerini izlemek ve daha önce negatif olan biyopsi sonuçlarına sahip hastalarda hedeflenmiş biyopsiyi yönlendirmek içinde yararlı bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

## Kaynaklar

- [1]. de Rooij M1, Hamoen EH, Fütterer JJ, Barentsz JO, Rovers MM. Accuracy of multiparametric MRI for prostate cancer detection: a meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol* 2014; 202: 343-51. [\[CrossRef\]](#)
- [2]. Barentsz JO, Richenberg J, Clements R, Choyke P, Verma S, Villeirs G, et al. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur Radiol* 2012; 22: 746-57. [\[CrossRef\]](#)
- [3]. 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. [\[CrossRef\]](#)
- [4]. Koh DM, Collins DJ. Diffusion-weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 188: 1622-35. [\[CrossRef\]](#)
- [5]. Kim CK, Park BK, Kim B. Diffusion-weighted MRI at 3 T for the evaluation of prostate cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 194: 1461-9. [\[CrossRef\]](#)
- [6]. Ahmed HU, El-Shater Bosaily A, Brown LC, Gabe R, Kaplan R, Parmar MK, et al. Diagnostic accuracy of multi-parametric MRI and TRUS biopsy in prostate cancer (PROMIS): a paired validating confirmatory study. *Lancet* 2017; 389: 815-22. [\[CrossRef\]](#)
- [7]. Nam RK, Wallis CJ, Stojic-Bendavid J, Milot L, Sherman C, Sugar L, et al. A Pilot Study to Evaluate the Role of Magnetic Resonance Imaging for Prostate Cancer Screening in the General Population. *J Urol* 2016; 196: 361-6. [\[CrossRef\]](#)
- [8]. Moore CM, Ridout A, Emberton M. The role of MRI in active surveillance of prostate cancer. *Curr Opin Urol* 2013; 23: 261-7. [\[CrossRef\]](#)
- [9]. Rosenkrantz AB, Verma S, Choyke P, Eberhardt SC, Eggner SE, Gaitonde K, et al. Prostate Magnetic Resonance Imaging and Magnetic Resonance Imaging Targeted Biopsy in Patients with a Prior Negative Biopsy: A Consensus Statement by AUA and SAR. *J Urol* 2016; 196: 1613-8. [\[CrossRef\]](#)
- [10]. Schoots IG, Petrides N, Giganti F, Bokhorst LP, Rannikko A, Klotz L, et al. Magnetic resonance imaging in active surveillance of prostate cancer: a systematic review. *Eur Urol* 2015; 67: 627-36. [\[CrossRef\]](#)
- [11]. Le Bihan D. Diffusion/perfusion MR imaging of the brain: from structure to function. *Radiology* 1990; 177: 328-9. [\[CrossRef\]](#)
- [12]. Sugahara T, Korogi Y, Kochi M, Ikushima I, Shigematu Y, Hirai T, et al. Usefulness of diffusion-weighted MRI with echo-planar technique in the evaluation of cellularity in gliomas. *J Magn Reson Imaging* 1999; 9: 53-60. [\[CrossRef\]](#)
- [13]. Gouvain KM, McKinstry RC, Mukherjee P, Perry A, Neil JJ, Kaufman BA, et al. Evaluating pediatric brain tumor cellularity with diffusion-tensor imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 177: 449-54. [\[CrossRef\]](#)
- [14]. Lang P, Wendland MF, Saeed M, Gindele A, Rosenau W, Mathur A, et al. Osteogenic sarcoma: noninvasive in vivo assessment of tumor necrosis with diffusion-weighted MR imaging. *Radiology* 1998; 206: 227-35. [\[CrossRef\]](#)
- [15]. Schaefer PW, Grant PE, Gonzalez RG. Diffusion-weighted MR imaging of the brain. *Radiology* 2000; 217: 331-45. [\[CrossRef\]](#)
- [16]. Jacobs MA, Ouwerkerk R, Petrowski K, Macura KJ. Diffusion-weighted imaging with apparent diffusion coefficient mapping and spectroscopy in prostate cancer. *Top Magn Reson Imaging* 2008; 19: 261-72. [\[CrossRef\]](#)
- [17]. Somford DM, Fütterer JJ, Hambroek T, Barentsz JO. Diffusion and perfusion MR imaging of the prostate. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2008; 16: 685-95. [\[CrossRef\]](#)
- [18]. Kim CK, Park BK, Kim B. High-b-value diffusion-weighted imaging at 3 T to detect prostate cancer: comparisons between b values of 1,000 and 2,000 s/mm<sup>2</sup>. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 194: W33-7. [\[CrossRef\]](#)
- [19]. Gibbs P, Tozer DJ, Liney GP, Turnbull LW. Comparison of quantitative T2 mapping and diffusion-weighted imaging in the normal and pathologic prostate. *Magn Reson Med* 2001; 46: 1054-8. [\[CrossRef\]](#)
- [20]. Haider MA, van der Kwast TH, Tanguay J, Evans AJ, Hashmi AT, Lockwood G, et al. Combined T2-weighted and diffusion-weighted MRI for localization of prostate cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 189: 323-8. [\[CrossRef\]](#)
- [21]. Hambroek T, Somford DM, Huisman HJ, van Oort IM, Witjes JA, Hulsbergen-van de Kaa CA, et al. Relationship between apparent diffusion coefficients at 3.0-T MR imaging and Gleason grade in peripheral zone prostate cancer. *Radiology* 2011; 259: 453-61. [\[CrossRef\]](#)
- [22]. Gibbs P, Pickles MD, Turnbull LW. Diffusion imaging of the prostate at 3.0 tesla. *Invest Radiol* 2006; 41: 185-8. [\[CrossRef\]](#)
- [23]. Pickles MD, Gibbs P, Sreenivas M, Turnbull LW. *Diffusion-weighted imaging of normal and malignant prostate tissue at 3.0 T*. *JMRI* 2006; 23: 130-4. [\[CrossRef\]](#)
- [24]. Manenti G, Cariani M, Mancino S, Colangelo V, Di Roma M, Squillaci E, et al. Diffusion tensor magnetic resonance imaging of prostate cancer. *Invest Radiol* 2007; 42: 412-9. [\[CrossRef\]](#)
- [25]. Kim CK, Park BK, Han JJ, Kang TW, Lee HM. Diffusion-weighted imaging of the prostate at 3 T for differentiation of malignant and benign tissue in transition and peripheral zones: preliminary results. *J Comput Assist Tomogr* 2007; 31: 449-54. [\[CrossRef\]](#)
- [26]. Tamada T, Sone T, Jo Y, Toshimitsu S, Yamashita T, Yamamoto A, et al. Apparent diffusion coefficient values in peripheral and transition zones of the prostate: comparison between normal and malignant prostatic tissues and correlation with histologic grade. *J Magn Reson Imaging* 2008; 28: 720-6. [\[CrossRef\]](#)
- [27]. Gürses B, Kabakci N, Kovanlıkaya A, Firat Z, Bayram A, Uluğ AM, et al. Diffusion tensor imaging of the normal prostate at 3 Tesla. *Eur Radiol* 2008; 18: 716-21. [\[CrossRef\]](#)
- [28]. Takayama Y, Kishimoto R, Hanaoka S, Nonaka H, Kandatsu S, Tsuji H, et al. ADC value and diffusion tensor imaging of prostate cancer: changes in carbon-ion radiotherapy. *J Magn Reson Imaging* 2008; 27: 1331-5. [\[CrossRef\]](#)
- [29]. Kim CK, Park BK, Lee HM, Kwon GY. Value of diffusion-weighted imaging for the prediction of pros-

- tate cancer location at 3T using a phased-array coil: preliminary results. *Invest Radiol* 2007; 42: 842-7. [\[CrossRef\]](#)
- [30]. Miao H, Fukatsu H, Ishigaki T. Prostate cancer detection with 3-T MRI: comparison of diffusion-weighted and T2-weighted imaging. *Eur J Radiol* 2007; 61: 297-302. [\[CrossRef\]](#)
- [31]. Lim HK, Kim JK, Kim KA, Cho KS. Prostate cancer: apparent diffusion coefficient map with T2-weighted images for detection--a multireader study. *Radiology* 2009; 250: 145-51. [\[CrossRef\]](#)
- [32]. Calamante F, Connelly A. Comment on time-varying eddy currents effects on diffusion-weighting echo-planar imaging. *Neuroimage* 2012; 59: 881-2. [\[CrossRef\]](#)
- [33]. Koch M, Norris DG. An assessment of eddy current sensitivity and correction in single-shot diffusion-weighted imaging. *Phys Med Biol* 2000; 45: 3821-32. [\[CrossRef\]](#)
- [34]. Kyriazi S, Blackledge M, Collins DJ, Desouza NM. Optimising diffusion-weighted imaging in the abdomen and pelvis: comparison of image quality between monopolar and bipolar single-shot spin-echo echo-planar sequences. *Eur Radiol* 2010; 20: 2422-31. [\[CrossRef\]](#)
- [35]. Shen Y, Larkman DJ, Counsell S, Pu IM, Edwards D, Hajnal JV. Correction of high-order eddy current induced geometric distortion in diffusion-weighted echo-planar images. *Magn Reson Med* 2004; 5: 1184-9. [\[CrossRef\]](#)
- [36]. Katahira K, Takahara T, Kwee TC, Oda S, Suzuki Y, Morishita S, et al. Ultra-high-b-value diffusion-weighted MR imaging for the detection of prostate cancer: evaluation in 201 cases with histopathological correlation. *Eur Radiol* 2011; 21: 188-96. [\[CrossRef\]](#)
- [37]. Metens T, Miranda D, Absil J, Matos C. What is the optimal b value in diffusion-weighted MR imaging to depict prostate cancer at 3T? *Eur Radiol* 2012; 22: 703-9. [\[CrossRef\]](#)
- [38]. Rosenkrantz AB, Taneja SS. Radiologist, be aware: ten pitfalls that confound the interpretation of multiparametric prostate MRI. *AJR Am J Roentgenol* 2014; 202: 109-20. [\[CrossRef\]](#)
- [39]. Helpap B, Egevad L. Correlation of modified Gleason grading with pT stage of prostatic carcinoma after radical prostatectomy. *Anal Quant Cytol Histol* 2008; 30: 1-7.
- [40]. Ramsden AR, Chodak G. An analysis of risk factors for biochemical progression in patients with seminal vesicle invasion: validation of Kattan's nomogram in a pathological subgroup. *BJU Int* 2004; 93: 961-4. [\[CrossRef\]](#)
- [41]. Kim CK, Choi D, Park BK, Kwon GY, Lim HK. Diffusion-weighted MR imaging for the evaluation of seminal vesicle invasion in prostate cancer: initial results. *J Magn Reson Imaging* 2008; 28: 963-9. [\[CrossRef\]](#)
- [42]. Qayyum A, Coakley FV, Lu Y, Olpin JD, Wu L, Yeh BM, et al. Organ-confined prostate cancer: effect of prior transrectal biopsy on endorectal MRI and MR spectroscopic imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2004; 183: 1079-83. [\[CrossRef\]](#)
- [43]. White S, Hricak H, Forstner R, Kurhanewicz J, Vigneron DB, Zaloudek CJ, et al. Prostate cancer: effect of postbiopsy hemorrhage on interpretation of MR images. *Radiology* 1995; 195: 385-90. [\[CrossRef\]](#)
- [44]. Singh AK, Krieger A, Lattouf JB, Guion P, Grubb RL 3rd, Albert PS, et al. Patient selection determines the prostate cancer yield of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging-guided transrectal biopsies in a closed 3-Tesla scanner. *BJU Int* 2008; 101: 181-5.
- [45]. Kumar V, Jagannathan NR, Kumar R, Thulkar S, Gupta SD, Hemal AK, et al. Transrectal ultrasound-guided biopsy of prostate voxels identified as suspicious of malignancy on three-dimensional (1)H MR spectroscopic imaging in patients with abnormal digital rectal examination or raised prostate specific antigen level of 4-10 ng/ml. *NMR Biomed* 2007; 20: 11-20. [\[CrossRef\]](#)
- [46]. Park BK, Lee HM, Kim CK, Choi HY, Park JW. Lesion localization in patients with a previous negative transrectal ultrasound biopsy and persistently elevated prostate specific antigen level using diffusion-weighted imaging at three Tesla before rebiopsy. *Invest Radiol* 2008; 43: 789-93. [\[CrossRef\]](#)
- [47]. Hamstra DA, Rehemtulla A, Ross BD. Diffusion magnetic resonance imaging: a biomarker for treatment response in oncology. *J Clin Oncol* 2007; 25: 4104-9. [\[CrossRef\]](#)

## Prostat Kanserinin Değerlendirilmesinde 3 T Difüzyon Ağırlıklı MR Görüntüleme

Mecit Kantarcı, Gökhan Tonkaz

### Sayfa 412

Difüzyon ağırlıklı görüntülemenin prostatta edinme süresi kısadır (5 dakikadan az) ve DAG'de kontrast madde kullanımı gerekmemektedir. Böylece, DAG rutin görüntüleme protokollerine kolayca dâhil edilebilir.

### Sayfa 413

Biyolojik dokudaki su difüzyonunun kısıtlılığı, doku selülarite ve hücre membranlarının bütünlüğü ile ters orantılıdır; su difüzyon derecesi, hücresel yoğunluğu çok olan dokularda daha sınırlıdır.

### Sayfa 413

Zengin tübüller içeren prostatın periferel zonunda izlenen sağlıklı prostat dokusu suyun difüzyonuna izin verir. Bu alanda ADC değeri yüksektir. Prostat kanseri, normal dokuyu yıkar ve bezin kanallarını invaze eder. ADC haritalarında, prostat kanserinde çevredeki normal dokuya oranla sıklıkla düşük ADC değeri izlenir.

### Sayfa 415

ADC'deki değişiklikler doku sellülaritesindeki değişikliklerle ters orantılıdır: Düşük bir ADC, yoğun sellülariteye sahip bölgelerde kısıtlı difüzyon alanlarını gösterirken, yüksek ADC değeri daha az hücresel bölgedeki difüzyon alanlarını gösterir.

### Sayfa 420

Lezyonların skorlanması periferel zon (PZ) için DAG; tranzisyonel zon (TZ) için T2A görüntülemenin esas teşkil etmesi gerektiği vurgulanmıştır. PI-RADS v2 değerlendirme kategorisi belirlenirken T2A ve DAG'ın tanısıl değeri çok yüksekken, DkMRG'nin katkısı onlara göre biraz daha azdır. Gerek düşük olasılıklı klinik anlamlı kanser kategorilerinde (P1 veya P2) olsun, gerekse yüksek olasılıklı klinik anlamlı kanser kategorilerinde (P4 veya P5) olsun, DkMRG genel değerlendirmeye katkıda bulunmaz. Periferik zonda DAG sekansında P3 olarak kategorize edilen lezyonda DkMRG'nin pozitif tespit edilmesi, lezyonun PI-RADS v2 değerlendirme kategorisini P4'e yükseltir. Aynı şekilde TZ'de T2A sekansında P3 olarak kategorize edilen lezyonda DGA P5 olması durumunda PI-RADS v2 değerlendirme kategorisini P4'e yükseltir.



## Prostat Kanserinin Değerlendirilmesinde 3 T Difüzyon Ağırlıklı MR Görüntüleme

Mecit Kantarcı, Gökhan Tonkaz

1. Hangisi yanlıştır?
  - a. Prostat kanserinde prognozun en önemli belirteci tanı anındaki klinik evredir.
  - b. Tanıda TRUS eşliğinde biyopsi standardize edilmiş olmakla birlikte hedefe yönelik yapılan bir inceleme değildir.
  - c. Echo-planar imaging (EPI), yüksek gradyanlı genlik , multikanal koillerin ve paralel görüntülemenin ortaya çıkması, DAG'nin ekstrakraniyal uygulanmasına olanak sağlamaktadır.
  - d. Difüzyon ağırlıklı görüntülemenin prostatta edinme süresi uzundur ve DAG'de kontrast madde kullanımını gerektirmektedir.
  - e. Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2 şüpheli kanser olgularında lezyonu saptama, lokalize etme, karakterize etme ve risk düzeyi saptanmasını arttırmak için tasarlanmıştır.
2. Hangisi yanlıştır?
  - a. Biyolojik dokularda su yayılımı, doku sellülaritesi, ekstrasellüler mesafe ve hücre zarlarının bütünlüğü gibi farklı bileşenler tarafından sınırlandırılmıştır.
  - b. Biyolojik dokudaki su difüzyonunun kısıtlılığı, doku sellülaritesi ve hücre membranlarının bütünlüğü ile ters orantılıdır; su difüzyon derecesi, hücresel yoğunluğu çok olan dokularda daha sınırlıdır.
  - c. Biyolojik dokularda suyun gerçek difüzyon katsayısı MRG'de direkt olarak kantitatif değer olan b değeri ve ADC ile ölçülür.
  - d. ADC haritalarında, prostat kanserinde çevredeki normal dokuya oranla sıklıkla düşük ADC değeri izlenir.
  - e. Daha az hücresel ortamda hücre dışı boşluğun göreceli olarak artması, tümör gibi son derece hücresel olarak yoğun bir çevreye oranla daha fazla su difüzyonu sağlar.
3. T2 parlaklık efekti aşağıdakilerden hangisi kullanarak çözülebilir?
  - a. ADC haritaları
  - b. MPR füzyon
  - c. In phase-out of phase sekans
  - d. Dinamik kontrastlı MR
  - e. MR spektroskopisi
4. Hangisi doğrudur?
  - a. DAG'nin kalitatif analizi, ADC hesaplanarak yapılabilir.
  - b.  $ADC = -\ln(S_0/S) / b$
  - c. Büyük bir ADC değeri, DAG'deki sinyal yoğunluğunu azaltırken, düşük bir ADC değeri DAG'deki sinyal yoğunluğunu artırır.
  - d. Düşük bir ADC, daha az hücresel bölgeye sahip kısıtlı difüzyon alanlarını gösterirken, yüksek ADC değeri yoğun sellülariteye sahip difüzyon alanlarını gösterir.
  - e. Klinik anlamlı kanserlerin tamamına yakınında normal dokuya göre artmış difüzyon aktivitesi görülür bu da kendini gri-skala ADC haritasında hiperintensite olarak gösterir.
5. Hangisi yanlıştır?
  - a. ADC hesaplamaları seçilen b-değerlerinden etkilenmekte olup farklı cihazlarda bu değerler aynı değildir.
  - b. ADC haritalamada eğer imkân yetersizliğinden dolayı (cihaz veya zaman) iki b-değeri ile çekim yapılsa, en düşük b-değeri 50-100 sn/mm<sup>2</sup>, en yüksek b-değeri ise 800-1000 sn/mm<sup>2</sup>'ye ayarlanmalıdır.
  - c. B-değeri arttıkça, sinyal- gürültü oranı (SNR) artar, bu yüzden optimum yüksek b-değeri manyetik alanın kuvvetine, üreticiye ve yazılıma bağlı olarak değişebilir.
  - d. Geniş çapta kabul görmüş bir "yüksek b-değeri" yoktur ancak kabul edilebilir bir SNR elde edildiği sürece 1400-2000 sn/mm<sup>2</sup> veya daha yüksek b-değerleri avantajlı görülmektedir.
  - e. Ultra yüksek b değerleri, iyi huylu prostatın daha fazla arka planda baskılanmasına ve tümörün göze çarpması sağlar.