

# Primer Beyin Tümörlerini Evrelendirmesinde Perfüzyon MRG'nin Katkısı

*Contribution of Perfusion MRI at Staging Primary Brain Tumors*

Horolsüren Orgodol, İlhan Erden

AÜTF Radyodiagnostik Anabilim Dalı

**Amaç:** Primer malign lezyonlarda farklı histopatolojik tiplerdeki beyin tümörlerinde serebral kan hacminde (CBV) istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunup bulunmadığını saptamak. Ayrıca bu ölçümlerin tümör derecesi ile bağlantılı olup olmadığını da araştırdık.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışmaya primer beyin tümörü saptanan 25 hasta (20'si erkek, 5'i kadın) dahil edildi. MRG incelemeleri 1.5 T süperiletken magnet ile standart kafa sarmalı kullanılarak yapıldı. Tüm hastalara konvansiyonel MRG ve dinamik kontrastlı perfüzyon MRG aynı seansta yapıldı. Tespit edilen lezyon alanlarında rCBV oranları hesaplandı. rCBV oranını hesaplarken standart referans olarak kullanılmak üzere transaksyonel planda işaretlenen patolojik alanın karşı tarafında, aynı piksel sayısında alan işaretlenmiştir. Karşılaştırma amacı ile örnek alınan standart referans bölgeler; konvansiyonel T1A ve T2A kesitlerde normal sinyal özellikleri dikkate alınarak seçilmiştir.

**Bulgular:** İncelenen tümörlerden 16'si yüksek evreli glial tümör (YEGT), 9'u düşük evreli glial tümör (DEGT) üdü. Tümöral rCBV ölçümlerine göre DEGT olguları ile YEGT ( $p<0.001$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır.

**Sonuç:** Perfüzyon MRG primer beyin tümörlerinin evrelemede konvansiyonel MRG bulguları ile birlikte yüksek doğrulukla kullanılabilir.

**Anahtar Sözcükler:** *Beyin Tümörleri, Manyetik Rezonans Görüntüleme, Perfüzyon Ağırlıklı Görüntüleme*

**Purpose:** To determine whether there are statistically differences in cerebral blood volume (CBV) of brain tumors of different histopathological types including primary malignant lesions. To determine whether these measurements relate to tumor grade.

**Materials and Methods:** Our study included 25 patients (20 male, 5 female) who have primary intracranial tumors. MRI was performed in a 1.5 T, superconductive magnet with standart head coils. Conventional MRI and dynamic contrast-enhanced MRI were both performed at same time on all patients. rCBV ratios were calculated in and around the lesions detected while an area of the same pixel number and the opposite side of the pathologic area was pointed as a standart reference in the transaxial plane. Standart reference area chosen for a comparison had normal signal characteristics in the T1W and T2W images.

**Results:** Sixteen of all tumors were high-grade glial tumors (HGGT), and nine were low-grade glial tumors (LGGT). Statistically meaningful differences were detected between HGGT and LGGT ( $p<0.001$ ).

**Conclusion:** Perfusion MRI can be used along with conventional MRI for a high accuracy grading of primary brain tumors.

**Key Words :** *Brain neoplasms; magnetic resonance imaging; perfusion weighted imaging*

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG); günümüzde, beynin anatomik detayını göstermede en başarılı görüntüleme yöntemidir (1). Nöroradyolojide son zamanlardaki ilerlemeler, anatomik detaya ek olarak fizyolojik haritalar çıkarmamızı sağlamıştır (2). Bu fizyolojik görüntüleme modaliteleri arasında doku kan dinamiği hakkında

bilgi veren perfüzyon MRG, mikroskopik su hareketinin görüntülenmesi (difüzyon ağırlıklı MRG) ve dokulardaki biyokimyasal süreçlerin doğru- dan görüntülenmesi (MR spektroskopisi) yer alır (3).

Perfüzyon MRG teknikleri, beyin dokusunda herhangi bir nedenle bozulan

Başvuru tarihi: 12.07.2010 • Kabul tarihi: 29.07.2010

İletişim

Dr.Horolsüren Orgodol  
AÜTF Radyodiagnostik Anabilim Dalı  
GSM : 0994050 530 83 25  
Faks : 099412 474 50 04  
E-Posta Adresi : hoogii99@yahoo.com

arteryel kan akımındaki değişiklikleri kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirmeye olanak sağlar (4). Bu bakımdan perfüzyon MRG beyin tümörlerinde neovaskülarizasyonun derecesinin hesaplanmasında, tümör evrelemesinde, tümör benzeri lezyonların (serebral abse ve demyelinizan lezyonlar gibi) ayırıcı tanısında, tümör rekürrensi ve kemo/radyoterapiye bağlı nekrozu ayırt etmede, Alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıkların değerlendirilmesinde ve akut infarkt çevresindeki canlı dokunun durumunun gösterilmesinde kullanılabilir (2,5).

Perfüzyon MRG ile tüm tümör vaskülaritesini yansıtan haritalar çıkarılabilir ki, bu da tümör anjiogenezini indirekt olarak değerlendirmeye imkan verir (6). Tedavi ve prognoz tümörün histopatolojik tipi ve derecesi ile bağlantılı olduğundan, tümör damarlanmasının operasyondan önce girişimsel olmayan yöntemlerle değerlendirilmesi tedaviye yön gösterebilir, en iyi biyopsi alanın saptanmasını sağlayabilir ve prognozu iyileştirebilir (7).

Çalışmamızın amacı, primer beyin tümörlerinin evrelendirilmesinde perfüzyon MRG'nin katkısını araştırmaktır.

## Gereç ve Yöntem

Çalışma grubu beyin tümörü nedeniyle radyoloji bölümüne gönderilen 25 hastadan (20 erkek ve 5 kadın) oluşmuştur. Hastaların yaşları 20 ile 73 arasında değişmekte olup, ortalama yaş 46.1'dir.

MRG incelemeleri 1.5 Tesla manyetik alan gücüne sahip MRG cihazında (GE Medical systems, Genesis Signa Gemson) kafa sarmalı kullanılarak gerçekleştirildi. Konvansiyonel MRG ve dinamik kontrastlı perfüzyon MRG aynı seansta yapıldı. Öncelikle sagittal lokalize edici görüntüler elde edildi. Konvansiyonel MRG'de aksiyel planda; T1A SE tekrar zamanı: (TR) 540 msn; eko zamanı (TE) 14; iki eksitasyon, T2A hızlı spin eko (FSE): (TR/TE=3000/85, iki eksitasyon), Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR): (TR/TE=8000/95, tek eksitas-

yon) sekansları kullanılarak görüntüler elde edildi.

Görüntüleme matris büyüklüğü T1 ağırlıklı sekans için 256x224, T2 ağırlıklı sekans için 320x224, FLAIR sekans için 256x160 ile yapılmıştır. T1 A, T2 A ve FLAIR sekansları 5 mm kesit kalınlığında ve 1.5 mm'lik boşluk bırakılarak yapıldı. T1 ve T2 ağırlıklı sekansları 240x180 mm görüntüleme alanı (FOV) ile yapılmıştır. FLAIR sekansı 240x240 mm FOV ile yapıldı. Daha sonra dinamik kontrastlı perfüzyon inceleme ve 3 planda kontrastlı T1A SE görüntüler alınmıştır.

## Perfüzyon MRG İnceleme

Tüm hastalara inceleme öncesi kontrast madde uygulanması için antekubital fossadan 18 veya 20 G intravenöz kateter takıldı. 0.01mmol/kg başına gadopentat dimeglübin (Magnevist, Schering) otomatik enjektör ile verildi. Çekim için T2\* ağırlıklı çok kesitli, gradyan eko (GRE), eko planar (EPI) sekansı kullanılmıştır. GRE-EPI sekans yağ baskılı alındı. Sekansta kullanılan parametreler; EPI için TR/TE, 2000/60 msn; FOV 320X240 mm, kesit kalınlığı 6 mm, kesit arası gap 0 mm, matris büyüklüğü 128x92, tek eksitasyon, sapma açısı 90° idi. T2-ağırlıklı FSE imajlardan elde edilen lezyonun alt ve üst sınırları perfüzyon MR görüntüleme sınırları içinde olacak şekilde 12 kesit kullanıldı. Perfüzyon MR incelemenin ardından aksiyel, sagittal ve koronal düzlemde konvansiyonel inceleme tamamlandı.

## Çalışma grupları

Volümetrik rezeksiyon veya biyopsi yapılan 20 hastada tümör tanısı histopatolojik olarak doğrulanmıştır. 5 hasta cerrahi uygulamadan iki ila iki buçuk yıl izlenmiştir. Bu hastalarda tanı MRG bulguları ve klinik takip sonucunda konmuştur.

## Yüksek evreli tümörler (n=16):

Tüm hastalarda patoloji tanısı total rezek-

siyon veya biyopsi ile konmuştur (dokuz glioblastoma multiforme, üç anaplastik oligodendrogliom, üç anaplastik astrositom, bir glioblastoma multiforme içeren oligodendrogliom).

## Düşük dereceli tümörler (n=9):

Dört hastada patoloji tanısı total rezeksiyon veya biyopsi ile konmuştur (dört oligodendrogliom, beş hastada iki ila iki buçuk yıl takip süresince klinik ve radyolojik yönden bir ilerleme görülmedi). Dolayısıyla bu hastalar düşük dereceli gruba dahil edildi.

## Görüntüleme değerlendirilmesi

Dinamik kontrastlı perfüzyon görüntüleri iş istasyonunda "Functool" (GE Medical Systems, Genesis Signa Gemson) programı kullanılarak değerlendirildi. Patolojik ve normal parankimdeki rölatif serebral kan hacim (rCBV) oranının ölçülmesi için beyaz cevher standart referans olarak kullanıldı. Aksiyel planda işaretlenen patolojik alanın karşı tarafında, normal parankimde aynı piksel sayısında alan işaretlendi. rCBV ölçümü yapılırken serebral arter ve venlerin ölçüme dahil edilmesi riskinden kaçınmak için konvansiyonel MRG'de ve CBV haritalarında bu yapılar dikkatle incelendi ve ilgi alanları (ROI) ölçüm yapılırken vasküler yapılar ölçüm dışı bırakıldı.

Çalışmada ilk geçiş fazı incelenirken, resirkülasyon fazı incelemeye alınmadı. Beyin görüntüleri kontrast madde konsantrasyonunun rölatif ölçümleri yapılmayan takipçilerin kinetik prensiplerine dayanan sinyal intensite değişiklikleri şu denklem kullanılarak ortaya konabilir:

$$\Delta R2^*(t) = -k / TE \ln [S(t)/S(0)]$$

Bu denklemde; TE- eko zamanı, k – bilinmeyen proporsiyonel sabit, S (t) – t zamanındaki sinyal, S(0) – prekontrast sinyal intensitesini göstermektedir (5,6,8,9). Tümör dokusu içerisinde kan beyin bariyerinin bozulduğu alanlarda beklenen kontrast madde sızma-

sından veya resirkülasyonundan kaynaklanan etkiler matematik modeller kullanılarak minimize edilmiştir. Bu eğrilerin altındaki alanlar bölgesel serebral kan hacmi değerlerine uymaktadır.

Bütün lezyonların konvansiyonel değerlendirilmesi 8 kritere dayanarak yapıldı; kontrast madde tutulumu, kenar netliği, kitle etkisi, sinyal intensite heterojenitesi, kanama, nekroz, ödemin derecesi ve korpus kallozum tutulumu veya orta hattı geçmesi (10).

rCBV değerlerinin hesaplanması için renkli haritalar üzerinde tümör dokusu içerdiği düşünülen en az 12 pikselik ilgi alanı (ROI) kutusu seçildi. Yapılan ölçümlerde rCBV değerlerinin en yüksek olduğu alanlar ROI olarak

seçildi (11). CBV ölçümleri eğrilerin altındaki alanı hesaplanarak yapılmakta ancak bunlar gerçek değerleri yansıtmamaktadır. Bu nedenle standart bir referansa göre (genellikle karşı serebral hemisfer) rölatif ölçümler yapıldı. Bazal ganglion veya talamus gibi derin beyaz cevher yerleşimli lezyonlarda ROI karşı tarafta konuldu. Örnek Şekil 1 ve 2'de sunulmuştur. Tümör alanlarından alınan değerleri (rCBV) istatistik analizler için kaydedildi.

Çalışmada elde edilen rCBV değerlerinin istatistiksel analizi SPSS for Windows 15,0 paket programı (SPSS for Windows; SPSS Inc., Chicago, IL., USA) ile yapılmıştır. Tanımlayıcı veriler ortalama, değer aralığı şeklinde ifade edilmiştir. Tümör gruplarına göre rCBV

değerlerinin istatistiksel karşılaştırması için Kruskal- Wallis testi kullanıldı.

## Bulgular

Bu çalışmada kullanılan kontrast maddeler veya kontrastın hızlı enjeksiyonu ile ilişkili hiçbir yan etki görülmemiştir.

25 hastadan 20'si ameliyat edilmiş, geri kalan beş hastada ise iki buçuk yıla kadar uzayan süreç boyunca klinik ve radyolojik takiple tanı konmuştur.

Tümörlerin konvansiyonel MRG bulguları Tablo 1'de sunulmuştur. Bu bulgulara göre YEGT'ler, DEGT'den farklı olarak, daha fazla kontrast tutmakta ve daha fazla heterojen olma eğilimindedir. Korpus kallozum tutulumu, heterojen kontrast tutulumu, heterojen sinyal intensitesi, kanama ve nekroz varlığı YEGT'i DEGT'den ayırt etmede yardımcıdır. Tablo 2'de tümör lokalizasyonu, kMRG bulgularının karşılaştırılması perfüzyon haritaları ile sunulmaktadır.

Tümörlerin kontrastlanan bölümlerinde genellikle yüksek rCBV değerleri görülmektedir. Örneği Şekil 3'de sunulmuştur.

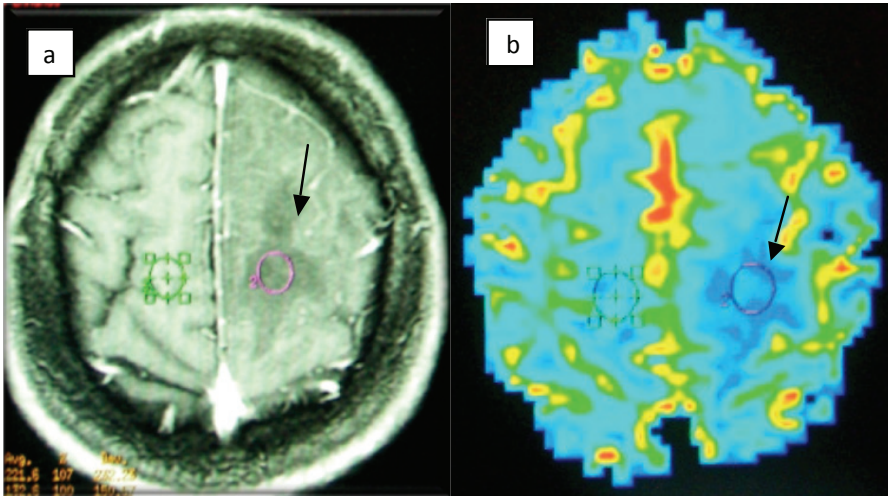
Tüm tümör gruplarının (yüksek evreli tümörler, düşük evreli tümörler) ortalama rCBV değerleri her grup için hesaplanmıştır. Hesaplanan rCBV değerleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Yüksek evreli gliyal tümörlerle (aralık 2,24- 5,57) düşük evreli gliyal tümörlerin (aralık 0,55-3,63) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0.001$ ).

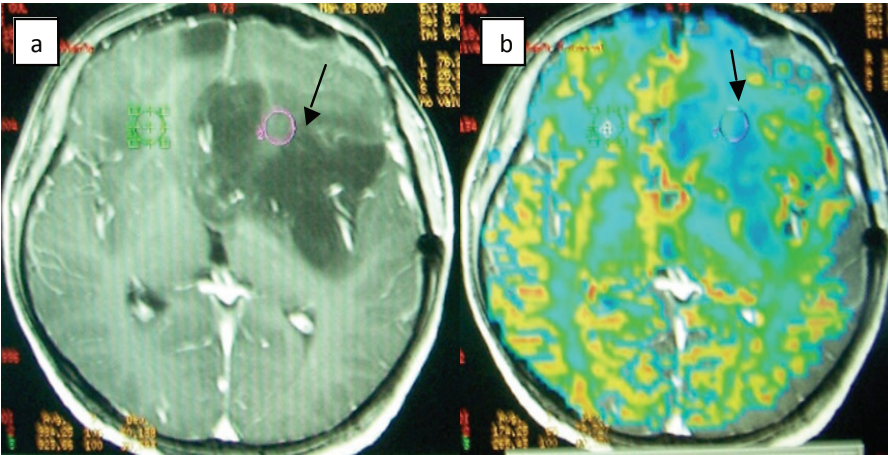
## Tartışma

Perfüzyon ağırlıklı MRG ile, dokuların kanlanma parametreleri hakkındaki bilgi, noninvazif olarak elde edilebilmektedir (12).

Gliyomlar santral sinir sisteminin en sık görülen neoplazmalarıdır (13). Gliyomlarda kan-beyin bariyerinin sağlam olması ya da bozulmuş olması malignite derecesini tam olarak yansıtmamaktadır.



Şekil 1: Otuz yedi yaşındaki erkek hastanın sol parietal bölgesinde düşük dereceli gliyal tümör. Aksiyel kontrast madde sonrası T1 ağırlıklı MR görüntülerinde (a) kontrastlanmayan kitle ve kitlesel ödem görülmektedir. Renkli nispi kan hacmi (rCBV) (b) haritalarında CBV değerleri düşüktür.



Şekil 2: Otuz bir yaşında bayan hastanın sol frontal lobunda düşük dereceli gliyal tümör. Aksiyel kontrast sonrası T1 ağırlıklı görüntülerde (a) kontrastlanmayan bir kitle görülmektedir. Renkli nispi beyin kan hacmi (rCBV) (b) haritalarında CBV renk değerleri uyumlu olarak düşüktür.

**Tablo 1:** Konvansiyonel MRG bulguları

HS HS	K	N	Ö	KKT	KÖ	HET	HEM	KE
1	yok	yok	var	yok	düzenli	yok	yok	var
2	var	yok	var	yok	düzenli	var	yok	var
3	var	yok	var	yok	düzensiz	var	yok	var
4	var	yok	var	yok	düzenli	yok	yok	var
5	var	var	var	yok	düzensiz	var	yok	var
6	yok	yok	var	yok	düzenli	yok	yok	var
7	var	var	var	var	düzensiz	var	var	var
8	var	var	var	yok	düzensiz	var	var	var
9	var	yok	var	yok	düzensiz	yok	yok	var
10	var	yok	var	yok	düzensiz	var	yok	var
11	var	var	var	yok	düzensiz	var	yok	var
12	var	var	var	var	düzensiz	var	yok	var
13	var	var	var	var	düzensiz	var	yok	var
14	var	var	var	var	düzensiz	var	yok	var
15	var	yok	var	var	düzensiz	var	var	var
16	var	var	var	var	düzensiz	var	yok	var
17	var	var	var	var	düzensiz	var	yok	var
18	var	yok	yok	yok	düzenli	yok	yok	var
19	var	var	var	var	düzensiz	var	yok	var
20	yok	yok	var	var	düzensiz	var	yok	var
21	yok	yok	var	yok	düzenli	yok	yok	yok
22	var	yok	var	yok	düzenli	yok	var	yok
23	yok	yok	yok	yok	düzenli	yok	yok	var
24	yok	yok	yok	yok	düzenli	yok	yok	var
25	yok	yok	yok	yok	düzenli	yok	yok	var

HS: Hasta sayısı, K: Kontrastlanma, N: Nekrozis, Ö: Ödem, KKT: Korpus kallozum tutulumu, KE: Kenar özelliği, HET: Heterojenite, HEM: Hemoraji, KE: Kitle etkisi

**Tablo 2:** Tümör lokalizasyonu, Konvansiyonel MR görüntüleri ve CBV renkli harita bulguları

HS	Yerleşim	Tümör	Konvansiyonel MRG bulguları	CBV haritaları
1	Sağ parietal	ODG	Homojen, kontrastlanmayan	Homojen, düşük rCBV
2	Sol frontotemporo parietal	ODG	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, intermediate rCBV
3	Sağda parietal	ODG	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen düşük rCBV
4	Sol frontoparietal	ODG	Homojen, kontrastlanan	Homojen, düşük rCBV
5	Sol temporal	AODG	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
6	Sağ parietal	AODG	Homojen, kontrastlanmayan	Homojen, düşük rCBV
7	Sol frontotemporal	AODG	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
8	Sağ parietal	GBM	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
9	Sağ parietal	GBM	Homojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
10	Sağ temporal	GBM	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
11	Sağ parietal	GBM	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
12	Sağ parietal	GBM	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
13	Sol temporoparietal	GBM	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
14	Sol frontal	GBM	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
15	Sağ temporal	GBM	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
16	Sol frontal	ODG komponenti içeren GBM	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
17	Sol parietookspital	GBM	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
18	Sağ parietal	AA	Homojen, kontrastlanan	Homojen, yüksek rCBV
19	Sol frontoparietal	AA	Heterojen, kontrastlanan	Heterojen, yüksek rCBV
20	Sol frontal	AA	Homojen, kontrastlanmayan	Homojen, düşük rCBV
21	Sol temporal	DEGT*	Homojen, kontrastlanmayan	Homojen, düşük rCBV
22	Sol frontal	DEGT*	Homojen, kontrastlanan	Homojen, düşük rCBV
23	Sol frontoparietal	DEGT*	Homojen, kontrastlanmayan	Homojen, düşük rCBV
24	Sol parietal	DEGT*	Homojen, kontrastlanmayan	Homojen, düşük rCBV
25	Sol frontal	DEGT*	Homojen, kontrastlanmayan	Homojen, düşük rCBV

HS, Hasta sayısı; ODG, oligodendrogliyom; GBM glioblastome multiforme; AA, anaplastik astrositom; DEGT, düşük evreli gliyal tümör; \*c-  
rahi rezeksiyon yapılmayan hastalardaki klinik ve radyolojik tanı; r CBV, rölatif beyin kan hacmi

Kontrast tutulumu esas olarak kan-beyin bariyerinin yıkılması ile ilgilidir. Tümörün kontrastlanma özelliği ile tümörün evresi arasında her zaman tam bir korelasyon yoktur (5).

Vasküler proliferasyon evrelendirmede primer kriterdir. Özellikle YEGT'ler yüksek vaskülariteye sahiptir (13). Tümörlerin perfüzyon MRG özelliklerini ortaya koymada en önemli parametre CBV haritalarından elde edilen rCBV oranıdır (15). rCBV haritaları ve ölçümleri tümör evrelendirmesinde faydalıdır ve artmış tümör vaskülaritesini güvenilir şekilde gösterir (2,8,11,16,17-20). CBV haritalamada gliyomların görünümü karmaşıktır. Özellikle yüksek evreli tümörlerde, tümörün değişik alanlarında rCBV çeşitliliği çok siktir. Bir tümörün ortalama rCBV değeri, tümör içerisindeki yüksek ve düşük rCBV alanlarının dağılımına bağlıdır (13). CBV haritaları, damar oluşumu sürecindeki yapıların sadece perfüze olan kısımlarına duyarlı olduğundan, bu yöntemle sadece işlev gören damarlar ölçülmektedir. Histolojik olarak saptanan vaskülarite de-

recesi ile tümör içerisindeki en yüksek rCBV değeri arasında ilişki gösterilmiştir. Yüksek evreli gliyomlar gibi heterojen tümörlerde, en yüksek serebral kan hacim (SKH) alanlarını göstermede ortalama tümör rCBV değeri yeterli olmayabilir. Eğer göstermiyorsa, lezyonun en yüksek ve düşük tümör rCBV değerine sahip alanları belirlemek için tek bir ortalama rCBV değeri yerine birçok tümör rCBV ölçümleri kullanılmalıdır. Bu bulgular bize gösteriyor ki; damar yoğunluğu ve kan-beyin bariyerindeki bozulma (bu durumda kontrastlı incelemeler daha duyarlı oluyor) gibi bazı patofizyolojik özellikler aynı tümör veya tümör bölgesinde ulunabilir. Genel olarak kontrastlanmayan tümörlerin içerisinde yüksek rCBV değerlerine sahip alanların görülmesinin, yüksek evreye işaret ettiği düşünülmüştür (13).

Bizim çalışmada, en yüksek tümör rCBV

değeri CBV haritaları ile elde edilmiştir. Çalışmamızda, yüksek vaskülarite alanları içeren tümörlerde saptanan ortalama en yüksek rCBV değeri düşük vaskülarite gösteren tümörlere göre farklıdır.

Tümör heterojenitesi, potansiyel örnekleme hatasına sebep olabilir. Heterojen olmaları sebebiyle en yüksek tümör aktivitesinin olduğu alan örneklenmemiş olabilir. Bu da, histolojik olarak düşük veya orta derecede vaskülariteye sahip bazı tümörlerde, yüksek rCBV alanlarının varlığını açıklayabilir. Aynı zamanda ortalama en yüksek rCBV değerlerinin orta ve düşük vaskülarite gruplarında her hangi bir fark göstermemesinin de açıklaması olabilir (13).

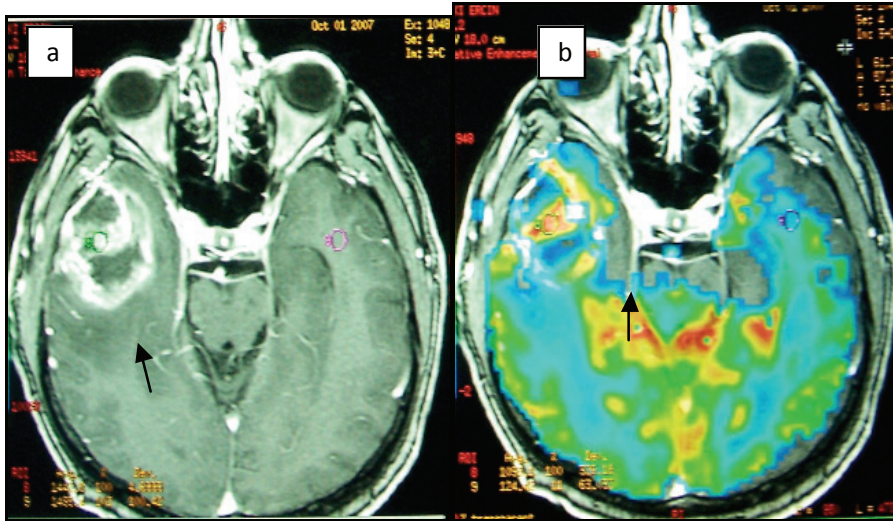
Bizim çalışma grubumuz heterojen histopatolojik tümör tipleri içermektedir. Bu çalışmadaki en önemli sınırlılıklar çalışma grubunun heterojenitesi ve 5

hastada histopatolojik tanı ve kesin tümör derecesinin bilinmemesidir.

Bu çalışmada bütün CBV haritaları, ilgili konvansiyonel MR görüntüleri ile birlikte değerlendirilmiştir ve tümörlerin içerisindeki yüksek rCBV alanları belirlenmiştir. Çalışmamızda, konvansiyonel MR görüntülerinde kontrastlanma izlenen tümörler, yüksek rCBV değerlerine sahipti ve yüksek evreli tümörü olan 19 hastada rCBV değerleri de yüksek çıkmıştır. Bu değerler 2.24 ve 5.57 arasında değişmektedir (ortalama 4.23). Homojen yapıdaki düşük evreli gliyomlar için örnekleme yeri heterojen tümör kadar önemli değildir (13). Homojen düşük vaskülariteye sahip (2-2.5 yıllık takip sürecinde stabil kalan 5 olgumuz), düşük evreli gliyom olgularının 5'inde rCBV değerleri 0.55-0.79 arasında bulunmuş olup, konvansiyonel MRG incelemesinde kontrastlanma bulgusu saptanmamıştır. Çalışmamızda rCBV ortalama değeri YEGT için 4.23, DEGT için 1.17 olarak saptanmış olup istatistiksel olarak YEGT ile DEGT arasında anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). Her ne kadar düşük ve yüksek dereceli glial tümörlerin rCBV değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunduyorsa da, derece 3 ve derece 4 tümörler arasında bu tür fark yoktur (7).

Shin ve arkadaşları YEGT için ortalama maksimum rCBV değerini  $4.91 \pm 1.81$  bulmuşlardır (20). Yang ve arkadaşları ise  $6.10 \pm 3.98$  olarak bulmuşlardır (21). Sugahara ve ark., Knopp ve ark., Aronen ve ark., ve Law ve arkadaşların YEGT için ortalama maksimum rCBV değerleri gösterilmiştir; sırasıyla 7.31, 3.64, 5.07, ve 5.18'dir (18,15,13,10). Bu çalışmalardaki rCBV değerlerinin hepsi birbirinden farklıdır. Bu farklılığın sebebi, farklı teknik kullanımına (sekanslar, seçilen ROI, tümörün karşı tarafta seçilen alan farklılığı, seçilen ROI piksel sayısı gibi) bağlı olduğunu düşündük.

Eğer eşik değeri için 1.5 olarak kabul edersek rCBV duyarlılığı %100 ve özgüllüğü %69'dür (10). Yani rCBV değeri 1.5 altında ise yüksek olasılıkla DEGT, 1.5



**Şekil 3:** Elli dört yaşındaki erkek hastanın sağ temporal lobunda glioblastoma multiforme. Aksiyel kontrast sonrası T1 ağırlıklı MR görüntülerinde (a) nekroz bulunan heterogen kontrastlanan kitle görülmektedir. Nispi beyin kan hacmi (rCBV) haritalarında (b) tümörün solid komponentlerindeki CBV renk değerleri yüksekken, nekrotik komponentinde düşüktür.

**Tablo 3:** Tümör gruplarına göre perfüzyon MRG, rCBV parametrelerinin değerleri

Tümör tipi	Parametre	N	Ortalama	Minimum	Maksimum
ODG	rCBV	4	1,97	1,17	3,63
DEGT*	rCBV	5	0,73	0,55	0,79
DEGT	rCBV	9	1,17	0,55	3,63
AA	rCBV	3	3,52	2,24	4,23
AODG	rCBV	3	3,34	2,24	4,26
GBM	rCBV	10	4,44	3,35	5,57
YEGT	rCBV	16	4,16	2,24	5,57

N, Hasta sayısı; ODG, Oligodendrogliyoma; DEGT\*, cerrahi rezeksiyon yapılmayan hastalardaki klinik ve radyolojik tanı; DEGT, Düşük evreli glial tümör; AA, Anaplastik astrositoma; AODG, Anaplastik oligodendrogliyoma; GBM, Glioblastome multiforme; r CBV, rölatif serebral kan hacmi

üstünde ise yüksek olasılıkla YEGT anlamına gelmektedir. DEGT'lerin rCBV değerleri YEGT'lerinkinden anlamlı olarak düşük bulunmuştur. Aronen ve arkadaşları takiplerde rCBV değerinin 1.5 üstüne çıkması durumunda tümörün YEGT'e geçiş gösterdiğini öne sürmektedirler (13).

## Sonuç

Bizim sonuçlarımızı şu şekilde özetleyebiliriz.

Primer beyin tümörlerin perfüzyon MRG ile evrelendirilmesinde;

1. Maksimum rCBV oranları ve histolojik vaskülarite arasında korelasyon bulunmuştur.
2. YEGT için ortalama rCBV değeri 4.23, DEGT için ortalama rCBV değeri 1.17 olarak bulunmuştur.
3. YEGT ile DEGT' ler arasında rCBV değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p<0.001$ ).

Perfüzyon MR tekniğinin hastaya girişim uygulanmadan incelenen fokal lezyonun fonksiyonu hakkında bilgi vermesi bakımından konvansiyonel MR incelemelerden ayrılan yönü mevcuttur.

Perfüzyon MR inceleme ile yapılan rCBV ölçümleri primer beyin tümörlerin evrelendirmesinde noninvazif, etkili bir yöntem olarak görülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Aksoy FG, Lev MH. Dynamic contrast enhanced brain perfusion imaging: Technique and clinical applications. *Semin Ultrasound CT MR* 2000; 21:462-467.
2. Petrella JR, Provenzale JM. MR Perfusion imaging of the brain: techniques and applications. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175:207-219.
3. Law M, Stanley Yang, James S. Babb et al. Comparison of Cerebral Blood Volume and Vascular Permeability from Dynamic Susceptibility Contrast Enhanced Perfusion MR. Imaging with Glioma Grade. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004; 25:746-755.
4. Cem Çallı. Perfüzyon MR görüntüleme. *Nöroradyoloji, MR Uygulamaları*. 222-228.
5. Soonmee Cha, MD Edmond A. Knopp, MD, Glyn Johnson et al. Intracranial Mass Lesions: Dynamic Contrast-enhanced Susceptibility-weighted Echoplanar Perfusion MR Imaging. *Radiology* 2002; 223:11-29.
6. Emmanuel L. Barbier, PhD, Laurent Lamalle, PhD et al. Methodology of Brain Perfusion Imaging. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 2001; 13:496-520.
7. Şentürk S, Oğuz KK, Cila A. Dynamic contrast-enhanced susceptibility weighted perfusion imaging of intracranial tumors: a study using a 3T MR scanner. *Diagn Interv Radiol* 2009; 15:3-12.
8. Wong JC, Provenzale JM, Petrella JR. Perfusion MR imaging of brain neoplasms. *AJR* 2000; 174:1147-1157.
9. Rosen BR, Belliveau JW, Vevea JM et al. Perfusion imaging with NMR contrast agents. *Magn Reson Med*. 1990; 14:249-265.
10. Law M, Yang S, Wang H et al. Glioma Grading: Sensitivity, Specificity, and Predictive Values of Perfusion MR Imaging and Proton MR Spectroscopic Imaging Compared with Conventional MR Imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003; 24:1989-1998.
11. Wetzel SG, Cha S, Johnson G et al. Relative Cerebral Blood Volume Measurements in Intracranial Mass Lesions: Interobserver and Intraobserver Reproducibility Study. *Radiology* 2002; 224:797-803.
12. Arıöz U, Baysal U, Oğuz KK. Perfüzyon Ağırlıklı MR Görüntüleme. *Bildiri konusu: 1.14 Biyomedikal Sinyal İşleme*.
13. Aronen HJ, Gazit IE, Louis DN et al. Cerebral blood volume maps of gliomas. Comparison with tumor grade and histologic findings. *Radiology* 1994; 191:41-51.
14. Brem S. The role of vascular proliferation in the growth of brain tumors. *Clin Neurosurg* 1976; 23:440-453.
15. Knopp EA, Cha S, Johnson G et al. Glial neoplasms: dynamic contrast-enhanced T2\*-weighted MR imaging. *Radiology* 1999; 211:791-798.
16. Weidner N, Semple JP, Welch WR et al. Tumor angiogenesis and metastasis: correlation in invasive breast carcinoma. *N Engl J Med* 1991; 324:1-8.
17. Bruening R, Kwong KK, Vevea MJ et al. Echo-planar MR determination of relative cerebral blood volume in human brain tumors: T1 versus T2 weighting. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996; 17:831-840.
18. Sugahara T, Korogi Y, Shigematsu Y et al. Value of dynamic susceptibility contrast magnetic resonance imaging in the evaluation of intracranial tumors. *Top Magn Reson Imaging* 1999; 10:114-124.
19. Wong ET, Jackson EF, Hess KR et al. Correlation between dynamic MRI and outcome in patients with malignant gliomas. *Neurology* 1998; 50:777-781.
20. Shin JH, Lee HK, Kwun BD et al. Using relative cerebral blood flow and volume to evaluate the histopathologic grade of cerebral gliomas: preliminary results. *Am J Roentgenol* 2002; 179:783.
21. Yang D, Korogi Y, Sugahara T et al. Cerebral gliomas: prospective comparison of multivoxel 2D chemical-shift imaging proton MR spectroscopy, echoplanar perfusion and diffusion-weighted MRI. *Neuroradiology* 2002; 44:656-666.