

## Diagnostic Contribution of Gradient T2\*-Weighted Magnetic Resonance Imaging in Cranial Lesions

Kraniyal Lezyonlarda Gradient T2\*- Ağırlıklı Manyetik Rezonans Görüntülemenin Tanısal Katkısı

 Nurdan Gocgun,

 Turkan Ikizceli

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye.

### ABSTRACT

**Objective:** “Gradient recalled echo” sequences on magnetic resonance imaging (MRI) play an important role in detecting micro bleeding that cannot be seen by other imaging methods. In this study, we aimed to show that the contribution of gradient T2\*-weighted sequence in other diseases except for hemorrhage to diagnosis.

**Materials and Methods:** Forty-seven patients who underwent diagnostic cranial MRI with gradient T2\*-weighted sequence in addition to their standard sequences between January 2018 and December 2019 were included in the study retrospectively. Lesions were classified into three groups according to etiological reasons: vascular, mass, and others. Lesion localization, numbers, sizes, intensities, post-contrast information, and the presence of blooming artifacts were evaluated.

**Results:** The age range of 47 patients (33 men and 14 women) was 27-93, the mean age was 58.32±16.67. 33 (70%) of the cases were due to vascular causes, 6 of them were in the mass (13%) and 8 of them were in the “other” (17%) group. Vascular lesions included hypertensive and amyloid microangiopathy, cerebrovascular events, hemorrhage, venous thrombosis, vascular malformations, vascular malformation-hemorrhage. Three of the masses were hemorrhagic metastasis, others were calcific meningioma, oligoastrocytoma, hemangioblastoma. In the ‘Others’ group, there were infections (tuberculosis, toxoplasma), stroke (laminar necrosis, calcification), pituitary apoplexy, FAHR syndrome, metachromatic leukodystrophy, and substance accumulation due to nephrotoxicity. Gradient T2 \* sequence findings were contributed to the diagnosis.

**Conclusion:** Besides its known value in Gradient T2\*-weighted imaging in vascular diseases, it also contributes to the diagnosis of non-vascular central nervous system diseases.

### ÖZET

**Amaç:** Manyetik rezonans görüntüleme sekanslarından “gradient recalled echo” diğer görüntüleme metodlarıyla görülemeyen mikro kanamaların ortaya konmasında önemli rol oynamaktadırlar. Bu çalışmada kanama harici diğer hastalarda gradient T2\*-ağırlıklı sekansın tanıya katkısı sunuldu.

**Gereç ve Yöntemler:** Ocak 2018- Aralık 2019 tarihleri arasında tanısal amaçlı kraniyal manyetik rezonans görüntüleme yapılmış ve standart sekanslarına ek olarak gradient T2\* içeren görüntülemeleri olan 47 hasta geriye dönük olarak çalışmaya dâhil edildi. Lezyonlar etiyolojik nedenlerine göre üç grup altında sınıflandı; vasküler, kitle ve diğer nedenler. Lezyonların gradient sekansındaki lokalizasyonları, sayıları, boyutları, intensiteleri, post-kontrast bilgileri ve blooming artefaktının varlığı değerlendirildi.

**Bulgular:** 33’si erkek, 14’si kadın 47 olgunun yaş aralığı 27-93’ydi, ortalama yaş 58.32±16.67. Olgulardan 33’ü (%70) vasküler nedeni, 6’sı kitle (%13) ve 8’i “diğer” (%17) grubundaydı. Vasküler lezyonlar arasında hipertansif ve amiloid mikroanjyopati, serebrovasküler olay, kanama, venöz tromboz, vasküler malformasyon, vasküler malformasyon-kanama yer almaktaydı. Kitlelerin 3’ü hemorajik metastaz, diğerleri kalsifik menenjiom, oligoastrocitom, hemanjioblastomdu. ‘Diğer’ grubunda ise enfeksiyon (tüberküloz granülomları, toksoplazma), inme taklitçisi (laminar nekroz, kalsifikasyon), hipofiz apopleksisi, FAHR sendromu ve metakromatik lökodistrofi, nefrotoksositeye bağlı madde birikimi vardı. Gradient T2\* sekans bulguları olgulara tanı koydurucu veya tanıyı güçlendirici etkisi olmuştur.

**Sonuç:** Gradient T2\*-Ağırlıklı görüntüleme vasküler hastalıklardaki bilinen değeri yanında non-vasküler santral sinir sistemi hastalıklarında da tanıyı güçlendirmektedir.

### Keywords:

Gradient T2\*-Weighted imaging  
Cranial lesions  
Neuroradiology

### Anahtar Kelimeler:

Gradient T2\*-Ağırlıklı görüntüleme  
Kraniyal lezyonlar  
Nöroradyoloji

### GİRİŞ

Manyetik Rezonans görüntüleme (MRG) ana görüntüleme sekanslarından biri olan olan “gradient recalled echo” (GRE) hem akut hem de kronik kanamaları hipointens sinyalsiz alanlar olarak göstermekte olup diğer görüntüleme metodlarıyla görülemeyen mikro kanamaların ortaya konmasında önemlidir. GRE sekans aslında T2\*-ağırlıklı MRG olup (GRE T2\* AG), dokudaki

deoksihemoglobin, methemoglobin, hemosiderin gibi kan ürünleri, kalsiyum, metalik cisimler, yağ ve hava intensitelerini ayıran, standart MRG sekanslarına yardımcı önemli bir sekansdır (1). Turbo spin-eko görüntüleme manyetik alan inhomojenitelerinin görüntüde sinyal kaybına yol açtığı farkedildiğinde ‘susceptibility’ olmaktadır. ‘Susceptibility’ bir maddenin eksternal bir manyetik alana konulduğunda meydana

**Correspondence:** Nurdan Göçgün, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Adnan Adıvar cad, 34130, Fatih, İstanbul/Türkiye. Email: gocgunn@gmail.com

**Cite as:** Gocgun N, Ikizceli T. Diagnostic Contribution of Gradient T2\*-Weighted Magnetic Resonance Imaging in Cranial Lesions. Phnx Med J. 2021;3(2):74-80.

**Received:** 13.04.2021

**Accepted:** 07.06.2021



getirdiği manyetik yanıtıdır. Daha önceleri görüntüyü bozduğu için engellenmeye çalışılan manyetik inhomojenite artefaktı olarak da adlandırılan bu özelliğin dokuları ayırt etmede önemli bir bilgi olduğu sonucuna 1997 yıllarında ulaşıldı (2). Gradient sekanslar spin-eko görüntüleme bu artefaktı azaltmak için geliştirilmiştir. T2\* AG'de gradient sekansla manyetik inhomojenite makroskopik ya da mikroskopik düzeyde bozulabilir. Makroskopik düzeyde bozanlar küçük-orta büyüklükteki damarlardaki deoksihemoglobinin, hava-doku interfazları, metalik implantlar; mikroskopik düzeyde bozanlar ise paramanyetik kontrast maddeler, kan ürünleri ve demir depozitleridir (3). Bunlar manyetik alanda uyarıldığında 'susceptibility' katsayılarına göre zemini distorsiyone ederler ve diğer dokulardan ayrılarak belirgin hipointens ya da artefakt şeklinde imaj oluşturarak MRG'de zemin dokulardan ayrılarak ön plana çıkarlar. Özellikle İntrakraniyal kanama gibi serebrovasküler hastalıklarda değerli olmakla birlikte daha nadir görülen olguların tanınmasına da yardımcı olabilmektedir. Akut ve subakut kanama ürünü deoksi-hemoglobin ve eski, kanama sekeli hemosiderin bunlardan bazılarıdır.

GRE T2\* AG, nöroradyolojik görüntüleme serebral kanama, arteriovenöz malformasyon, kavernom, intratümoral kanama, diffüz aksonal hasarlanmadaki mikrokamamalar, süperfisiyalsiderozis, eski intraventriküler kanama, tromboze anevrizma, kalsifikasyon tespitinde kullanıldığı gibi vestibüler şvannom-menenjiom ayırımında, hipofiz adenomunda intratümoral kanama tespiti için de kullanılmıştır (3-5). Literatürde ayrıca orta serebral arter (MCA) trombozlarını göstermekte ve oklude damarda genişlemiş hipointens dolmuş defekti 'MCA susceptibility' işareti olarak adlandırılmaktadır. Bu işaret internal karotid arter (ICA), MCA trombotik oklüzyonlarında %83 duyarlılık, %100 özgüllük olarak bulunmuştur (6). Batın ve kas iskelet görüntüleme ise çeşitli lezyonlardaki kanamayı, vasküler lezyonlardaki fleboliti, hemofilik artropatide eklem mesafesindeki ve sinoviyal yüzeylerdeki hemosiderin depositlerini de tespit etmede kullanılmaktadır (7).

Bu çalışmada kanama harici diğer hastalarda GRE T2\* AG sekansın tanıya olan katkısını sunmayı amaçladık.

#### **GEREÇ VE YÖNTEMLER**

Hasta Seçimi: Çalışma için onay Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi etik kurulundan alındı (2021-59). Hastaların çekim öncesinde bilgilendirilmiş onamları alındı. Hastanemizde Ocak 2018- Aralık 2019 tarihleri arasında tanınan amaçlı kraniyal MRG yapılmış ve standart T1, T2, Fluid Attenuated Inversion Recovery (FLAIR), difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) sekanslarına ek olarak GRE T2\*AG içeren görüntülemeleri olan 47 hasta geriye dönük olarak çalışmaya dâhil edildi. MRG fobisi olanlar, radyolojik görüntülemesi olup GRE T2\* AG'nin eksik olduğu vakalar, çeşitli nedenlere bağlı artefakt yüzünden incelenmesi suboptimal olanlar çalışmaya dâhil edilmedi. Nörolojik muayenesinde ya da kontrastsız beyin tomografisinde (BT) patoloji saptanmış, ileri görüntülemeye ihtiyaç duyulan hastalar radyoloji bölümümüze kraniyal MRG çekimi için yönlendirildi. Kanama, serebrovasküler hadise, kitle ön tanısı olan

vakalarda rutin standart kontrastlı ve kontrastsız sekanslara GRE T2\* AG çekimi ilave edildi.

Çekim Protokolü: BT görüntüleri 64-kesit BT (PHILIPS Brilliance, Nederland) cihazında elde olundu. Çekim parametreleri; kolimasyon, 16x1.5 mm; tüp akımı, 150 mA; tüp potansiyeli, 120 kVp; portal dönme süresi, 0.5s; adım değeri, 0,93 olarak belirlendi. Tüm görüntüler, 1 mm'lik bir görüntü kalınlığı olan 512x512 piksellik bir görüntü matrisi ile yeniden oluşturuldu.

MRG görüntüleri, 1.5T MR cihazında (PHILIPS ACHIEVA) ile elde olundu. Kraniyal MRG'de standart olarak 5mm kesit kalınlığında aksiyal T1, T2, FLAIR, DAG, ADC, sagittal ve koronal T2 sekansları alındı. PHILIPS cihazındaki parametreler; T1AG'de TE/TR: 7/2700 msn, matriks 256x192, gap 1mm, neks:2, flip angle (FA):160, kesit sayısı 26. Yağ baskılı T2AG'de TE/TR:89/6077msn, matriks 256x192, neks:2, FA:160, kesit sayısı 26; FLAIR'da TE/TR:110/10000 msn, TI 2500 msn, matriks 256x192, FA:160, kesit sayısı 26; DAG'de (b=0-1000 s/mm2); ADC haritaları difüzyon b değerleri üzerinden otomatik olarak çıkarılmıştır. Koronal T2AG'de TE/TR:110/7635msn, 4mm kesit kalınlığı, kesit sayısı 32, neks1, FA:160, gap1mm; sagittal T2AG'de TE/TR:110/4776 msn, gap1mm, FA: 160, matriks256x192, neks2, kesit kalınlığı 4mm, kesit sayısı 25 çekim parametrelerimizdi. Kontrastlı istemlerde standart sekanslardan sonra 0.2ml/kg miktarında, 0,5ml/sn hızla yapılan intravasküler kontrast madde enjeksiyonu sonrasında aksiyal ve sagittal T1AG sekansları alındı.

GRE T2\*AG çekimlerimizde çekim parametreleri; TR/TE:10/550, FA: 15, neks1, gap 0, kesit sayısı 24 olarak belirlendi. GRE T2\* AG eklenen olguların çekim süresi rutin çekim süresine göre yaklaşık 1 dakika uzamış oldu. Görüntü Analizi: Olguların cinsiyet, yaş, kimlik numarası gibi demografik bilgileri kaydedildi. Lezyonlar etyolojik nedenlerine göre üç grup altında sınıflandı; vasküler nedenler, kitle ve diğer nedenler.

BT için hiperdens, hipodens, izodens ve heterojen dansite kullanılırken MRG için sinyal intensiteleri beyin korteks sinyal intensitesi ile karşılaştırılarak hiperintens, izointens, hipointens ve heterojen intensite şeklinde değerlendirildi. Heterojen sinyal grubu da hiper-hipo, hiper-izo, hipo-izo, hipo-izo-hiper alt gruplarına ayrıldı.

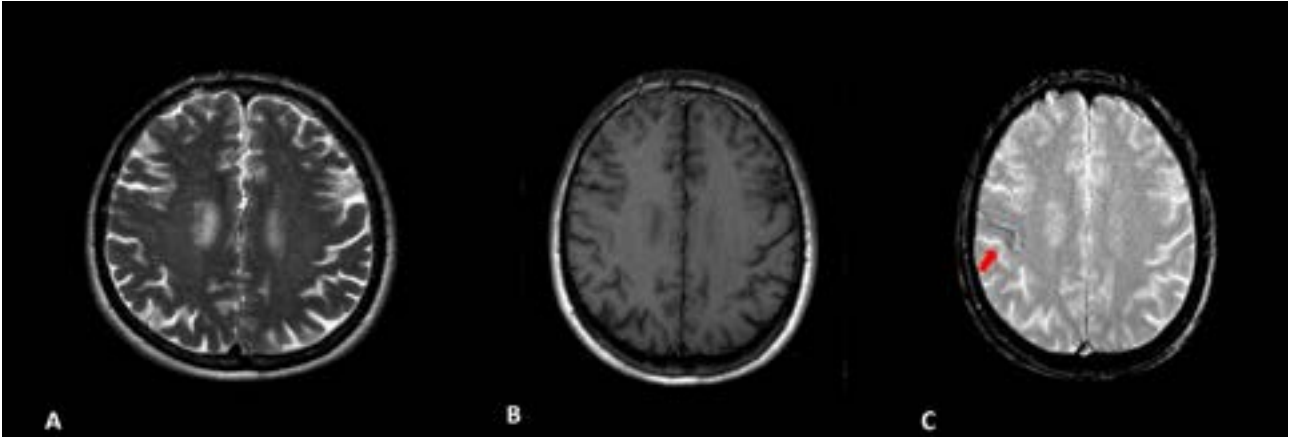
Konvansiyonel MRG sekanslarında; lezyonların lokalizasyonları, sayıları, boyutları, intensiteleri, post-kontrast bilgileri ve GRE T2\* AG'ye ait blooming artefaktının varlığı değerlendirildi.

Lezyon lokalizasyonları supratentoriyal ve/veya infratentoriyal, supratentoriyal-infratentoriyal-beyin sapı, hipofiz ve intraventriküler olarak sınıflandırıldı.

Lezyon sayıları değerlendirildiğinde, lezyonlar tek veya 2'den fazla ise multipl olarak değerlendirildi. Metastaz olduğu bilinen olgularda 3 lezyondan fazlası multipl olarak kabul edildi.

Lezyon boyutları için, en büyük lezyonun en geniş yerinden çapı ölçüldü. Çap ölçümü yapılamayan, kontur oluşturmayan lezyonlar diffüz olarak adlandırıldı.

İstatistiksel Analiz: Tüm istatistiksel çalışmalar SPSS Windows, Sürüm 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapıldı. Sonuçlar ortalama ± standart sapma (SD) olarak ifade edildi. Her hastalığa ait gruplar içi olgu



**Resim 1:** 64 yaşında, baş ağrısı, kollarda uyuşukluk şikâyeti olan erkek hasta (A) aksiyal T2 ağırlıklı görüntüleme, (B) aksiyal T1 ağırlıklı görüntüleme, (C) gradient T2\*-ağırlıklı sekansta sağ perirolantik, subaraknoid hipointens olarak izlenmektedir.

sayısının azlığından dolayı istatistiksel analiz yüzde (%) ve sayı (n) olarak verilmiştir.

### BULGULAR

33'si erkek, 14'si kadın 47 olgunun yaş aralığı 27-93'ydü, ortalama yaş 58.32 ±16.67. Olgulardan 33'ü (%70) vasküler nedenli, 6'sı kitle (%13) ve 8'i "diğer" (%17) grubundaydı (Tablo 1).

Vasküler lezyonlar arasında hipertansif ve amiloid mikroanjiyopati, serebrovasküler olay, kanama, venöz tromboz (Resim 1), vasküler malformasyon, vasküler malformasyon-kanama yer almaktaydı (Resim 2). Kitlelerin 3'ü hemorajik metastaz (%50) (Resim 3), diğerleri kalsifik menenjiom, oligoastroitom, hemanjioblastomdu. 'Diğer' grubunda ise enfeksiyon (tüberküloz granulomları, toksoplazma), inme taklitçisi (laminar nekroz, kalsifikasyon), hipofiz apopleksisi, FAHR sendromu ve metakromatik lökodistrofi, nefrotoksisteye bağlı madde birikimi vardı (Tablo 1).

BT Bulguları; Lezyonlar 28 olguda hiper, 2'sinde izodens, 12'ünde heterojen dansitede, (9'sında hiper-hipo, 3'ünde hiper-izo), 5'inde hipodensi (Tablo 2).

Standart MRG Bulguları: T1AG 8 lezyon hipointens izlenirken, 17'si hiper, 8'i izo, 2'si izo-hipo, 3'ü hipo-hiperintensite. T2AG'de lezyonların 15'i hipointensite, 13'si hiperintensite, 6'sı izointensite, 13 heterojen (11'u hipo-hiper, 1' hiper-izointensite, 1'i hipo-izo-hiper) intensitedeydi.

DAG, B0 değerlerinde lezyonların 31'u hipointensite, 5'i hiperintensite, 2'si izointensite, 8 heterojen (7'si hipo-hiper, 1'i hiper-izo) intensitedeydi. Hipofiz lokalizasyondaki lezyon ise artefakt nedeniyle değerlendirilemedi. 27 lezyon için kontrastlı çekim yapılırken, 4 çepersel, 7 heterojen, 1 giral, 2 leptomeningeal, 1 çepersel ve nodüler, 3 dolmuş defekti şeklinde kontrastlanırken, 9'u kontrast tutmamıştır (Tablo 2).

GRE T2\*AG Bulguları; Lezyonlar GRE T2\* AG'de 2 izointensite, 33 hipointensite, 12 heterojenintensite (7 hiper-hipo, 4 izo-hipo, 1 hipo-izo-hiperintensite) olarak değerlendirildi (Tablo 2). 12 olguda GRE T2\* AG zemin distorsiyonunu gösteren blooming artefaktı mevcuttu. Bunların çoğu kavernom olgularıydı. Hemorajik kortikal enfarkt, geniş lobar hematoma, metastaz, hemorajik venöz enfarkt gibi vakalarda da nadiren mevcuttu.

Lezyonlar sayıları; standart MRG'de 29 tek, 15 multipl; GRE T2\* AG'de ise 21 tek, 24 multipl olarak saptanırken;

**Tablo 1:** Hasta demografik bulguları ve etyoloji

Hastalar	(n)	(%)
Yaş	58.32 ±16.67	
<b>Cinsiyet</b>		
Erkek	33	70
Kadın	14	30
<b>Etyoloji</b>		
<b>Vasküler</b>	<b>33</b>	<b>70</b>
Kanama	12	
Serebrovasküler olay	8	
Vasküler malformasyon	6	
Venöz tromboz	4	
Vasküler malformasyon kanama	1	
Hipertansif mikroanjiyopati	1	
Amiloid mikroanjiyopati	1	
<b>Kitle</b>	<b>6</b>	<b>13</b>
Hemorajik metastaz	3	
Kalsifik menenjiyom	1	
Oligoastroitom	1	
Hemanjioblastom	1	
<b>Diğer</b>	<b>8</b>	<b>17</b>
Enfeksiyon	2	
İnme taklitçisi	2	
Hipofiz apopleksisi	1	
FAHR sendromu	1	
Metakromatik lökodistrofi	1	
Madde birikimi	1	

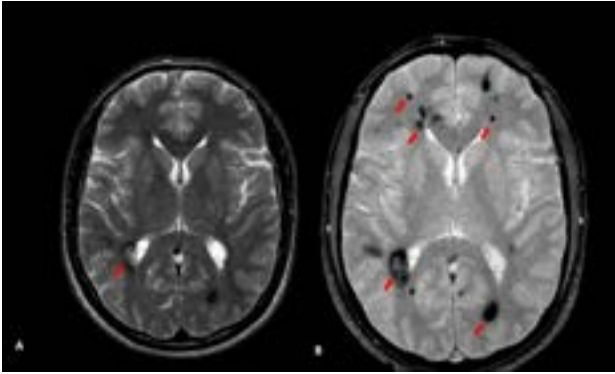
**FAHR:** Ailesel Kranial Hiperkalsinemi

3 lezyon standart MRG'de, 2 lezyon ise GRE T2\* AG'de değerlendirilemedi. Standart MRG'de saptanamayıp GRE T2\* AG'de belirgin olarak izlenen vakalar şunlardı; konvansiyonel anjiyografide değerlendirilebilen kortikal venöz tromboza sekonder oluşan verteks düzeyindeki fokal subaraknoid kanama (SAK), tekrarlayan talamik

**Tablo 2:** BT, MRG ve GRE T2\* AG Bulguları

	BT		T1AG		MRG T2AG		DAG		GRE T2* AG	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Hiper	28	60	18	38	13	28	5	11	0	0
İzo	2	4	8	17	6	13	2	4	2	4
Hipo	5	10	8	17	15	32	31	67	33	70
Heterojen	12	26	12	28	13	27	8	18	12	26
Hiper-hipo	9	0	0	0	11	0	7	0	7	0
Hiper-izo	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Hipo-izo	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Hiper-hiper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hipo-izo-hiper	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<b>Toplam</b>	<b>47</b>	<b>100</b>	<b>47</b>	<b>100</b>	<b>47</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>	<b>47</b>	<b>100</b>

**BT:** Bilgisayarlı Tomografi, **MRG:** Manyetik Rezonans Görüntüleme, **DAG:** Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme, **T1AG:** T1 Ağırlıklı Görüntüleme, **T2AG:** T2 Ağırlıklı Görüntüleme, **GRE T2\*AG:** Gradient T2\*Ağırlıklı Görüntüleme

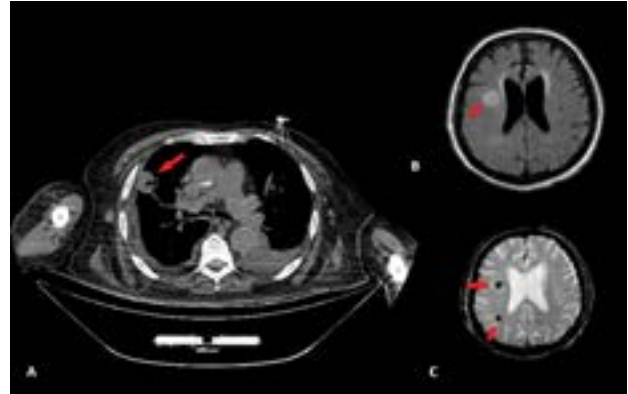


**Resim 2:** 50 yaşında baş ağrısı şikâyeti olan erkek hasta (A) kavernomla uyumlu birkaç adet lezyon, (B) multipl kavernomatozis (oklar).

**Tablo 3:** Lezyonların standart MRG ve GRE T2\* AG dağılımları

	MRG		GRE T2* AG	
	n	%	n	%
<b>Lokalizasyon</b>				
Supratentoriyal	33	70	27	60
İnfratentoriyal	2	5	2	4
Supratentoriyal-infratentoriyal	7	15	6	13
Supratentoriyal-infratentoriyal-beyin sapı	1	2	3	7
Supratentoriyal-beyin sapı	0	0	3	7
İntraventriküler	3	6	3	7
Hipofiz	1	2	1	2
<b>Sayı</b>				
Tek	29	62	21	45
Multiple	15	32	24	51
Lezyon yok	3	6	2	4

MRG:Manyetik Rezonans Görüntüleme, GRE T2\*AG: Gradient T2\*Ağırlıklı Görüntüleme



**Resim 3:** 80 yaşında bilinen Akciğer kanseri tanılı, baş ağrısı şikâyeti olan erkek hasta (A) sağ akciğerde kitlesel lezyon, (B) FLAIR sekansta periventriküler tek lezyon, (C) Gradient T2\* sekansta lezyonlar.

laküner enfarktda posterior cerebellar arter (PCA) lümenindeki kalsifik plak, kısa süreli ağızda kayma ve istemsiz hareketleri olan olguda internal kapsülde fokal hemorajik laküner enfarkt. GRE T2\*AG ve konvansiyonel sekanslardaki lezyon sayıları karşılaştırıldığında; kavernom, mikroanjiopati, hemorajik metastaz saptamada GRE T2\* AG daha üstündü.

Lezyonların lokalizasyonları; 33 tanesinde supratentoriyal, 1'i infratentoriyal, 7'si supra ve infratentoriyalde, 1'i supra-infratentoriyalde ve beyin sapında, 1'i hipofizde, 3'ü intraventrikülerdi (Tablo 3). 12 hastada GRE T2\* AG ek lokalizasyon bilgileri vermekte olup, olgular mikroanjiopati, mikrokanama, sinüs trombozu, arteriyel kalsifik plak, subaraknoid kanama, hemorajik kortikal enfarkt ile ilişkiliydi. Metakromatik lökodistrofi ve laminer nekrozda lokalizasyon bilgisi lezyon alanı GRE T2\* AG'de izointens olduğu için değerlendirilemedi. Bu olgularda standart MRG lezyon saptamada daha üstün olmasına rağmen GRE T2\* AG'de kan ürünlerinin ve madde birikimlerinin olmaması tanıyı desteklemiştir.

#### TARTIŞMA

GRE T2\*AG nörovasküler hastalıklarda tanıyı iki şekilde güçlendirir; ya vasküler lezyonlarda hastanın aktif

şikâyetiyle uyumlu lokalizasyon dışında da kronik kanama ürünlerini gösterir ya da standart MRG sekanslarında izlenmeyen sayıda lezyonun varlığını ortaya koyar. Tanısal değeri dışında özellikle iskemik inmede GRE T2\* AG'deki mikro-kanamaların çokluğu antikoagulan ve/veya antiagregan tedaviyle ortaya çıkabilecek sekonder majör kanamaları öngörebilir. Mikroanjiopatiler BT'de görülmezken, MRG'de standart spin eko sekanslarında fark edilmeyecek kadar silik olabilir veya gerekenden daha az sayıda görülebilir. GRE T2\*AG'de ise çok sayıda ve lokalizasyonuna göre tanısallığı olan 5 mm'den küçük, yaygın hipointensiteler olarak karşımıza çıkmaktadır (8). Çalışmamızda kraniyal BT'de hiç saptanmayan mikrokanamalar standart MRG'de frontoparietal, talamus ve bazal ganglionlarda izlenirken; GRE T2\* AG'de frontoparietotemporal, beyin sapı ve serebellar lokalizasyonlarda da mevcuttu. Mikroanjiopatilerin varlığı GRE T2\* AG'nin kan elemanlarına olan yüksek duyarlılığının neticesinde ortaya konulmaktadır. Santralde, bazal ganglionlarda ve beyin sapı, serebellar nukleuslarda olması hipertansif etyolojiyi ön plana çıkarmaktadır. Kronik hipertansiyona sekonder bazen subklinik sessiz seyreden intraparakimal derin penetran arterlerde intimal hiperplaziyi ve hyalinozisi göstermektedir (9). Beyin parankiminde beyaz-gri cevher bileşkesinde ve vertekse meyilli olması demans bulguları eşlik etmezken bile amiloid anjiopatiyi gösterebilir. Küçük-orta damar duvarlarında fibrinoid nekroz ve vasküler kırılmalık neticesinde meydana gelmektedir (10). Dolayısıyla mikroanjiopatilerin tanısında ve tedavisinde GRE T2\* AG çok önemli bir sekanstır ve mutlaka kanama, inme hastalarında değerlendirilmelidir. Travma geçiren, eş zamanlı demansiyel nörolojik bulguları olan bir olgumuzda BT'de vertekste hiperdens olarak izlenen kanamaların amiloid mikroanjiopati mi yoksa travmatik hemorajiler mi olduğunu değerlendirmek amaçlı GRE T2\* AG görüntülemesi yapıldı. Superior temporalde ve temporal pollerde BT'de gözden kaçan kanamaların GRE T2\* AG'de yüksek duyarlılıkla görülmesi üzerine travmaya bağlı olduğu sonucuna varıldı ve gereksiz tedavi yapılmadı.

Serebrovasküler olay tanılı olgularımızda; konjuge bakış felciyle prezente olan kliniğini sadece GRE T2\* AG'de seçebildiğimiz mezensefalondaki, ağızda kayma ve kolda güçsüzlük öykülü hastada internal kapsüldeki hemorajik laküner enfarktle tanıyı kuvvetlendirdik. Serebro vasküler olay (SVO) kliniği ile gelen, BT'de kortikal hipodens, hafif ekspansil lezyonun şüpheli hematoma, kitle içine kanama öntanılarıyla, MR spektroskopili isteminin de işaretlendiği bir olgumuzun standart MRG'sinde lezyon T1AG hipo, T2AG heterojen hipointens izlenirken GRE T2\* AG'de korteks boyunca abondan kanamalı hemorajik enfarktı düşündüren blooming artefaktının görülmesi ayırıcı tanıda yardımcı oldu.

Lobar hematumlu bir olgumuzda standart MRG'de bilinen hematoma izlenirken; sadece GRE T2\* AG'de bazal ganglionlarda görülen eşlikçi mikrokanamalar hipertansif etyolojiyi destekledi.

İntraventriküler kanamalı olgularımızda standart sekanslara ek olarak parankimal hemorajinin GRE T2\* AG'de eşlik etmemesi olası intraventriküler vasküler

malformasyonun ve anevrizmanın dışlanması gerekliliğini ortaya koymuştur ve bu hastalara BT anjiografi gibi ek tetkiklerin yapılması gerektiğini düşündürdü (11).

Venöz trombozlu olgularda akut dönemde T1AG hipointens, T2AG hiperintens olduğu için saptanması zor lezyonlardır. GRE T2\* AG'de akut tromboze sinüsler ve kortikal venöz damarlar belirgin hipointens görüldüğü için tanıda kolaylık sağlamaktadır. Bizim olgularımızda da GRE T2\* AG tanıyı kolaylaştırdı (12).

Vasküler malformasyonlar ise elastik liflerden ve kas tabakasından yoksun sıkıca paketlenmiş farklı çapta venöz vasküler yapılar olup %75 oranında otozomal dominant geçişli ailesel multipl kavernomatozis sendromu birlikteliği bildirilmektedir (13). Vasküler malformasyonlar asemptomatik olabileceği gibi fatal hemorajik komplikasyonları da ortaya çıkabilmektedir. Sporadik ya da ailesel oluşunun tespiti önemlidir çünkü genetik yatkınlık varsa aile fertlerinin diğer üyelerinin de olası komplikasyonlar açısından MRG ile taranması gerekmektedir (14). Olgularımızdan bir tanesinde ailesel geçiş genetik testlerle verifiye edildi. Literatürlü uyumlu olarak standart MRG'ye göre GRE T2\* AG ile daha fazla lokalizasyon ve sayıda vasküler malformasyon tespit ettik (15). Bazı vasküler malformasyonlar standart MRG'de izlenmezken GRE T2\* AG'de sadece mikrokanama odağı şeklinde odaklar olarak prezente oldular. Travma öykülü, BT'sinde subdural hemorajisi izlenen 56 yaşındaki erkek diğer bir olgumuzda ise şüpheli hematoma, kanamalı kavernom ön tanılarıyla çektiğimiz standart kraniyal MRG'de hematoma benzer spontan T1AG hiperintens tek lezyonunun yanında GRE T2\* AG'de multipl kavernomlarının tespiti tanıda temporal kanayan kavernoma sekonder hastanın travmaya maruz kaldığı tanısını kuvvetlendirdi.

Hemorajik metastazlarda, hemanjioblastomda ve oligoastroitomda GRE T2\* AG literatürde tanıyı desteklemektedir (16,17). Beyin metastazlarında cerrahi, radyoterapi ve medikal tedavi seçenekleri mevcuttur. Bu tedavi seçenekleri metastaz büyüklüğüne ve sayısına göre değişmektedir. Dolayısıyla sayıca üçten fazla olduğunun tespiti tedavi seçeneği açısından önemlidir (18). Beyin metastazlarının tespiti için Kontrastlı MRG esas inceleme yöntemidir. Hemorajik metastazların varlığını tespit etmek, primerinin tanısında önemlidir (19). Metastaz olgularımızda GRE T2\* AG'de standart MRG sekanslarından daha çok hemorajik natürde metastatik kitle saptadık. Olgularımızda GRE T2\* AG'deki kitle sayısı ve lokalizasyonu kontrastlı seriler ile aynıydı. Ancak GRE T2\* AG'deki blooming artefaktı lezyon sayı ve lokalizasyonlarının tespitini kolaylaştırarak tanıda faydalı oldu.

Hemanjioblastomlar santral sinir sisteminin nadir tümörlerinden olup sporadik ya da Von Hippel Lindau Sendromu'yla birlikte görülebilirler. Radyolojik olarak serebellar hemisferde veya vermiste lokalize, kistik kitle ve kontrastlanan mural nodul şeklinde prezente olurlar. Bizim olgumuzda olduğu gibi serebellopontin köşe lokalizasyonu ve kistik komponentin olmadığı solid kitle formasyonu karakterizasyon açısından tipik özelliklerinden değildi (20). Olgumuzda konvansiyonel sekanslarla birlikte GRE T2\* AG'de kitle içerisindeki

mikrohemorajilerin ve komşuluğundaki yoğun vasküler yapıların varlığı tanıyı kuvvetlendirmiştir. Oligoastrocitom olgumuzda kraniyal BT'de kalsifikasyon olmaması ve eşlikçi ödemin olması atipik radyolojik bulgularıdır. (21). GRE T2\* AG'de kitle medialindeki kanamanın görülmesi tanıyı güçlendirdi.

Frontal yerleşimli kalsifik menenjiom kitlesinin tespiti nöbet etiolojisinde standart MRG sekanslarına katkıda bulundu.

GRE T2\* AG miliyer tüberkülozlu olgumuzda tüberkülomların lokalizasyonunu ve sayısını belirginleştirerek takipte tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde standart sekanslara katkı sağlamıştır. Edinsel immün yetmezlik sendromlu olgumuzda BT'de hipointens, T1AG'de hiperintens izlenen jukstakortikal ve bazal ganglion yerleşimli multipl lezyonların GRE T2\* AG ile kanama olmadığını saptanması toksoplazma tanısını güçlendirdi.

İnmeyi taklit eden klinik tabloyla gelen hastalarda kraniyal BT'de hiperdens lezyon saptanması sekel-kalsifikasyon, hemoraji ayırımını güçleştirmiştir. Olgumuzda MRG'de standart sekanslara GRE T2\* AG'nin eklenmesi kanamayı dışlayarak laminar nekroz tanısının konulmasına yardımcı oldu.

Hipofiz apopleksisi potansiyel mortalitesi olan beyin cerrahisi acillerinden biridir (22). Kontrastlı MRG de kontrast tutmayan hipofiz lezyonlu olgumuzda GRE T2\* AG'de izlenen hipointensite kanamayı düşündürerek apopleksi tanısını kuvvetlendirdi.

FAHR hastalığı bazal ganglionlarda ve serebellar dentat çekirdeklerde simetrik olarak kalsiyum depozitleriyle giden nadir, nörodejeneratif bir hastalıktır (23). Olgumuzda kraniyal BT tetkikinden önce kraniyal MRG'si çekildiği için standart MRG sekanslarındaki kalsifikasyon intensiteleri kafa karıştırıcıydı. Ancak hastaya alınan GRE T2\* AG'de lezyonların kalsifikasyon olduğunun görülmesi ve sonrasında çekilen kraniyal BT ile verifiye edilmesi tanı koydurucu oldu.

Erişkin döneminde ortaya çıkan lökoensefalopatiler ise farklı enzim eksikliğine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Bazal ganglionlarda hemoraji veya kalsifikasyon varlığı tanı listesini daraltmaktadır (24). Lökodistrofili olgumuzda ise GRE T2\* AG'nin normal olması bazal ganglionlarda madde birikimiyle seyreden diğer metabolik depo hastalık nedenlerini ekarte ettirdi.

Akut ya da kronik böbrek yetmezliği (KBY) olan hastalarda üremik toksinler vücuttan atılmadığı durumlarda başta santral sistemi olmak üzere endojen olarak birikmektedir (25). KBY tanılı, üremik ensefalopati kliniğiyle gelen olgumuzda, nefrotoksik ilaç (metmorfin) kullanımına bağlı bazal ganglionlarda toksik madde birikimini göstermede standart MRG bulgularını kuvvetlendirdi.

Çalışmamızda hasta sayımızın az olması, gruplar arası dağılımın homojen olmaması en büyük limitasyonlarımızdı. Ayrıca kontrol grubumuz da yoktu.

Sonuç olarak GRE T2\* AG vasküler hastalıklardaki bilinen değeri yanında non-vasküler santral sinir sistemi hastalıklarında da tanıyı güçlendirmektedir.

**Etik İlkeler:** Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi etik kurulundan alındı (2021-59).

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar arası çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Teşekkür:** Yazarlar Dr. Birgül Baştan Tüzün'e teşekkür eder.

#### KAYNAKLAR

1. Tsushima Y, Endo K. Hypointensities in the brain on T2\*-weighted gradient-echo magnetic resonance imaging. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2006; 35:140-150.
2. Reichenbach JR, Venkatesan R, Schillinger DJ, Kido DK, Haacke EM. Small veins in humans brain: MR venography as intrinsic contrast agent with deoxyhemoglobin. *Radiology.* 1997; 204:272-277.
3. Frahm J, Haenicke W. Rapid scan techniques. In: Stark DD, Bradley WG, eds. *Magnetic resonance imaging.* 3rd ed. St Louis, Mo: Mosby, 1999;87-124.
4. Thamburaj K, Radhakrishnan VV, Thomas B, Nair S, Menon G. Intratumoral microhemorrhages on T2\*-weighted gradient-echo imaging helps differentiate vestibular schwannoma from meningioma. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2008; 29:552-557.
5. Tosaka M, Sato N, Hirato J, Fujimaki H, Yamaguchi R, Kohga H, et al. Assessment of hemorrhage in pituitary macroadenoma by T2\*-weighted gradient-echo MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2007; 28:2023-2029.
6. Rovira A, Orellana P, Alvarez-Sabin J, Arenillas JF, Aymerich X, Grivé E, et al. Hyperacute ischemic stroke: middle cerebral artery susceptibility sign at echo-planar gradient-echo MR imaging. *Radiology.* 2004; 232:466-473.
7. Govind B, Chavhan, Paul S, Babyn, Bejoy Thomas, Manohar M, Shroff, E, Mark Haacke. Principles, Techniques, and Applications of T2\*-based MR Imaging and Its Special Applications. *Radiographics.* 2009;9(5):1433-1449.
8. Koennecke HC. Cerebral microbleeds on MRI. *Neurology.* 2006; 66:165-171.
9. Tsushima Y, Tanizaki Y, Aoki J, Endo K. MR detection of microhemorrhages in neurologically healthy adults. *Neuroradiology.* 2002; 44:31-36.
10. Viswanathan A, Chabriet H. Cerebral microhemorrhage. *Stroke.* 2006; 37:550-555.
11. Barnaure I, Liberato AC, Gonzalez RG, Romero JM. Isolated intraventricular haemorrhage in adults. *Br J Radiol.* 2017;90(1069):20160779.
12. Selim M, Fink J, Linfante I, Kumar S, Schlaug G, Caplan LR. Diagnosis of cerebral venous thrombosis with echo-planar T2\*-weighted magnetic resonance imaging. *Arch Neurol.* 2001; 59:1021-1026.
13. Zabramski JM, Wascher TM, Spetzler RF, Johnson B, Golfinos J, Drayer BP, et al. The natural history of familial cavernous malformations: results of an ongoing study. *J Neurosurg.* 1994;80:422-432.
14. Coban A, Gurses C, Bilgic B, Sencer S, Karasu A, Bebek N, et al. Sporadic multiple cerebral cavernomatosis: report of a case and review of literature. *Neurologist.* 2008;14(1):46-49.
15. Blistein MK, Tung GA. MRI of cerebral microhemorrhages. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;189(3):720-725.
16. Löbel U, Sedlacik J, Sabin ND, Kocak M, Broniscer A, Hillenbrand CM, et al. Three-dimensional susceptibility-weighted imaging and two-dimensional T2\*-weighted gradient-echo imaging of intratumoral hemorrhages in pediatric diffuse intrinsic pontine glioma. *Neuroradiology.* 2010;52(12):1167-1177.
17. Sadeghi N, D'Haene N, Decaestecker C, Levivier M, Metens T, Maris C, et al. Apparent diffusion coefficient and cerebral blood volume in brain gliomas: relation to tumor cell density and tumor microvessel density based on stereotactic biopsies. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2008;29(3):476-482.
18. Eichler AF, Loeffler JS. Multidisciplinary management of brain metastases. *Oncologist.* 2007;12(7):884-898.
19. Fink KR, Fink JR. Imaging of brain metastases. *Surg Neurol Int.* 2013; 2:209-219.

20. Bründl E, Schödel P, Ullrich OW, Brawanski A, Schebesch KM. Surgical resection of sporadic and hereditary hemangioblastoma: Our 10-year experience and a literature review. *Surg Neurol Int.* 2014; 5:138.
21. Smits M. Imaging of oligodendroglioma. *Br J Radiol.* 2016;89(1060):20150857.
22. Goyal P, Utz M, Gupta N, Kumar Y, Mangla M, Gupta S, et al. Clinical and imaging features of pituitary apoplexy and role of imaging in differentiation of clinical mimics. *Quant Imaging Med Surg.* 2018;8(2):219-231.
23. Sahin N, Solak A, Genc B, Kulu U. Fahr disease: use of susceptibility-weighted imaging for diagnostic dilemma with magnetic resonance imaging. *Quant Imaging Med Surg.* 2015;5(4):628-632.
24. Resende LL, de Paiva ARB, Kok F, da Costa Leite C, Lucato LT. Adult leukodystrophies: a step-by-step diagnostic approach. *Radiographics.* 2019;39(1):153-168.
25. Kumar G, Goyal MK. Lentiform Fork sign: a unique MRI picture. Is metabolic acidosis responsible? *Clin Neurol Neurosurg.* 2010;112(9):805-812.