# Karaciğerin Fokal Kitlelerinde Difüzyon Ağırlıklı MR Görüntüleme

Hale ÇOLAKOĞLU ER, Ayşe ERDEN

Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara

ifüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG), rutinde, en yaygın olarak "akut serebral iskemi" tanısında kullanılmaktadır. Yöntemin abdomene ilişkin kullanımı ancak belli teknolojik gelişmeler (paralel görüntüleme, ekoplanar görüntüleme [EPI] gibi hızlı sekanslar) sonrasında gerçeklemiştir. Bugün DAG, birçok sağlık kurumunda, fokal ve difüz karaciğer hastalıklarının tanısında rutin magnetik rezonans (MR) görüntüleme için kullanılan protokollerin bir parcası haline gelmiştir. Bir nefes tutma süresi boyunca yani oldukça hızlı görüntü alınabilmesi ve kalitatif bilginin yanı sıra kantitatif veri sağlaması önemlidir. Kantitatif değerlendirme, apparent diffusion coefficient (ADC) = görünür difüzyon katsayısı haritası adı verilen ve su moleküllerinin difüzyon miktarını gösteren görüntüler üzerinde yapılır. ADC, ekstrasellüler ve ekstravasküler aralıkta kapiller perfüzyon ve su difüzyonunun etkilerini birleştirir (1). Solid lezyonlar ve apselerde olduğu gibi lezyon içinde hücre yoğunluğu artınca difüzyon kısıtlanır; b değeri (MR gradient gücü ve süresini gösteren bir faktör) yüksek olan DAG'lerde (b=400-1000 s/mm<sup>2</sup>) sellüler lezyonlar hiperintens sinyal özelliği kazanırlar; ADC haritasında düşük sayısal değerler gösterirler. Kist ve nekrotik lezyonlarda olduğu gibi hücre yoğunluğu azalınca difüzyon hızlıdır ve yüksek ADC değerleri saptanır (Tablo). Difüzyon ağırlıklı görüntülemenin bir diğer avantajı da, uygulama sırasında kontrast maddeye gereksinim duyulmaması ve bu haliyle bile bircok fokal lezvonda "benign-malign" avri-

mına olanak vermesidir. Bu avantaj, özellikle böbrek vetmezliği olgularında "nefrojenik sistemik skleroz" riski nedeniyle kullanmaktan uzak durduğumuz IV gadolinyum selat bilesiklerine olan gereksinimi azalttığı için önemlidir. Ancak, difüzyon ağırlıklı görüntülerin kalitesi, solunum ve kalp pulsasyonları gibi fizyolojik hareketlerden, intestinal gazdan, b değeri seçiminden, sistemin manyetik alan gücünden fazlasıyla etkilenir ve gerek yanlış pozitif gerekse yanlış negatif sonuçlara neden olabilir. Bundan dolayı, günümüzde difüzyon ağırlıklı MR görüntülemenin, kontrastlı MR görüntülemeye olan ihtiyacı giderip gidermeyeceği tartışmalıdır. Bu derlemenin amacı, karaciğerin fokal lezyonlarında DAG'ye ilişkin güncel bilgileri gözden geçirmek ve DAG'nin benign ve malign fokal hepatik lezyonları saptama ve karakterizasyonundaki yararlılığı ve sınırlamaları hakkında konuyla ilgili klinisyenleri bilgilendirmektir. Bu bağlamda, sirotik karaciğer lezvonları, hepatosellüler karsinom (HSK), metastaz, kavernöz hemanjiom, kist, fokal nodüler hiperplazi, adenom, abse ve hematom gibi fokal hepatik lezyonlar üzerinde durulacaktır.

### Sirotik karaciğer lezyonları

Sirotik karaciğerde görülen rejenerasyon nodülleri genellikle konvansiyonel MR'da saptanabilir; bazen bu nodüllerin HSK' lardan ayırt edilmesi gerekebilir. Difüzyon ağırlıklı görüntülerde, rejenerasyon nodülleri içeren sirotik parankim, malign lezyonlarda olduğu gibi düşük ADC değerlerine sahiptir ve gerek rejenerasyon nodülleri gerekse displastik nodüllerin ADC de**Tablo.** Çeşitli çalışmalarda normal karaciğer dokusu ve fokal karaciğer lezyonlarında ortalama ADC değerleri, ADC "cut-off" değerleri, malign lezyonların tanısında ADC haritasının tanısal duyarlılık ve seçicilikleri (19. kaynaktan uyarlanmıştır)

	Namimoto ve ark. (20)	Kim ve ark. (21)*	Taouli ve ark. (22) <sup>†</sup>	Bruegel ve ark. (23)	Gourtsoyianni ve ark. (24)	Parikh ve ark. (25)	Cieszanowski ve ark. (26)	Battal ve ark. (27)
Hasta sayısı/lezyon sayısı	51/59	126/79	66/52	102/204	38/37	53/211	73/215	65/143
b değerleri (sn/mm²)	30, 1200	≤846	≤500	50, 300, 600	0, 50, 500, 1000	0, 50, 500	50, 400, 800	0, 800
ADC değerleri								
Normal karaciğer	0.69	1.02	1.83	1.24	1.25-1.31	Veri yok	Veri yok	Veri yok
Metastazlar	1.15	1.06-1.11	0.94	1.22	0.99	1.50	1.05	Veri yok
Hepatosellüler karsinom	0.99	0.97-1.28	1.33	1.05	1.38	1.31	0.94	Veri yok
Hemanjiomlar	1.95	2.04-2.10	2.95	1.92	1.90	2.04	1.55	Veri yok
Kistler	3.05	2.91-3.03	3.63	3.02	2.55	2.54	2,45	Veri yok
Adenomlar- fokal nodüler hiperplaziler	Veri yok	Veri yok	1.75	1.40	Veri yok	1.49	FNH: 1.18 Adenom: Veri yok	FNH: 1.2 Adenom #: 1.22
Benign lezyonlar	1.95	2.49	2.45	Veri yok	2.55	2.19	Veri yok	1.94
Malign lezyonlar	1.04	1.01	1.08	Veri yok	1.04	1.39	Veri yok	0.86
Malign karaciğer lezyonların tanısı için ADC "cut- off " değeri ‡	Veri yok	1.60	1.50	1.63	1.47	1.60	Veri yok	1.21
Duyarlılık (%)	Veri yok	98	84	90	100	74	79	100
Seçicilik (%)	Veri yok	80	89	86	100	77	82,6	89.3

\*ADC değerleri, b < 850 sn/mm² görüntülerden ölçülmüştür. †ADC değerleri b= 0-500 sn/mm² görüntülerden ölçülmüştür.

ğerleri arasında önemli çakışmalar mevcuttur (2, 3). (Resim 1 ve 2). Gadoksetik asit karaciğere spesifik bir kontrast ajandır ve benign hepatosellüler nodüller ile erken HSK ayrımında yararlı olduğu bildirilmiştir (4). Konflüen fibroziste ise ortalama ADC değeri (2.07 $\pm$ 0.39 x 10<sup>3</sup> mm<sup>2</sup>/s), sirotik karaciğer zemininkine göre anlamlı olarak yüksek (1.53 $\pm$ 0.35 x 10<sup>3</sup> mm<sup>2</sup>/s) bulunmuştur (5).

#### Hepatosellüler karsinom

Siroz, HSK için en önemli predispozan faktördür. HSK vakalarının yaklaşık %80'i sirotik karaciğer zemininde gelişir (6). Rejeneratif hepatositler kronik hepatit veya sirozda, hiperplastik nodüllere dönüşür; bunlardan HSK prekürsörü olarak bilinen displastik nodüller gelişebilir (7). Tipik HSK, arteryel fazda kontrastlanır, portal venöz fazda ise "wash-out" gösterir. DAG'lerde (b=400-1000 s/mm<sup>2</sup>) hiperintens; ADC haritasında hipointens olarak izlenir (Resim 3). Küçük HSK'lar konvansiyonel MR'da daha az tipiktir (8). Hepatosellüler karsinomlarda, tümör greydini değerlendirmede ADC'den yardımcı ölçüt olarak olarak yararlanabiliriz. ADC, sırasıyla iyi diferansiye, orta diferansiye ve kötü diferansiye HSK'da giderek düşer. Bununla birlikte, doğrudan ADC değerine dayanarak tümör greydini tahmin etmek pek güvenilir olmayabilir; çünkü ADC değerlerinde önemli çakışmalar mevcuttur (9). Difüzyon ağırlıklı görüntüleme, konvansiyonel kontrastlı MR ile karşılaştırıldığında, 2 cm'den küçük HSK'ları saptamada daha yüksek duyarlılık ve pozitif öngörü değerine sahiptir. Bu sonuç, DAG'de normal karaciğer parankiminin, vasküler yapıların ve safra kanallarının daha iyi baskılanması ile açıklanabilir; çünkü özellikle damarlara ve safra kanallarına yakın komsulukta iseler, küçük lezvonlar DAG'lerde normal damar ve safra kanal kesitlerinden daha iyi ayırt edilir hale gelirler (10). Yöntemin 2 cm'den büyük HSK'ları göstermede konvansiyonel kontrastlı MRG'den daha üstün olduğu gösterilmemiştir. Tedavilerden sonra karaciğerde gelişen arteriyoportal şantlar nedeniyle erken kontrastlanan psödolezyonlar ortaya çıkabilir ve bunlar nüks HSK lezyonlarını taklit edebilir. DAG, hipervasküler HSK'yı vasküler psödolezyonlardan ayırt etmede yardımcı olabilir. Hepatosellüler karsinomda transarteryal kemoembolizasyon (TAKE)'dan sonra DAG'nin kullanımı da araştırılmıştır. Yapılan bir çalışmada, TAKE'den sonra ADC değerlerinde anlamlı artışlar saptanmıştır; fakat ADC değerleri oldukça geniş aralıkta değiştiğinden tümör nekrozu için "cut- off" değerleri belirlenmemiştir (11). Başka bir çalışma, DAG'nin konvansiyonel MR'a eklendiği zaman özellikle atipik lezyonlarda ablasyon tedavilerinden (radyofrekans ablasyon, TAKE) sonra girişim uygulanan dokuda gelişen rekürrensleri saptamada duyarlılığı artırdığını ortaya koymuştur. Ancak aynı zamanda DAG'nin konvansiyonel MR'a eklendiğinde yanlış pozitifliği artırma riski olduğu da bildirilmiştir. Bu durum, TAKE'den sonra lezyon çevresindeki atrofik karaciğer dokusunun inflamasyonu ve arteryal reperfüzyonundan kaynaklanabilmektedir. Lezyon çevresindeki nontümöral değişiklerle, rezidü tümör ayrımında ADC değerlerinde önemli çakışmalar olduğu için ADC ölçümü her zaman fayda sağlamayabilir (12). TAKE'den sonra lokal HSK rekürrensini değerlendirmede kontrastlı MR görüntüleme hala daha güvenilir sonuçlar vermektedir.

#### Karaciğer metastazları

Karaciğer metastazları da HSK'lar gibi tedavi edilmedikçe ya da nekrotik olmadıkça düşük ADC değerine sahiptir (Resim 4). Hepatik metastazlar büyük santral nekroz varlığında yüksek ADC değerleri gösterebilir (13). Difüzyon ağırlıklı görüntüleme, hepatik metastazlarda HSK'ya göre daha yararlıdır. Çünkü T2 relaksasyon zamanı metastazlarda genellikle uzundur ve metastazlar çevre karaciğer parankiminden histopatolojik olarak oldukça farklıdır. Ayrıca, karaciğer metastazları genellikle morfolojik değişiklik, multiple nodülarite, fibrozis, nekroz ve demir depolamasının olmadığı sirotik olmayan karaciğerlerde gelişir. Bu yüzden karaciğerin difüzyon ağırlıklı görüntülerinin parankim homojenitesi daha iyidir. Metastazların ortalama ADC değerleri, b değeri 800 sn/ mm<sup>2</sup> iken 0.99  $\pm 0.5x10^3$  mm<sup>2</sup>/sn kadar düşüktür (14).

## Diğer fokal karaciğer lezyonları

Kavernöz hemanjiom en sık görülen benign karaciğer tümörüdür. Tipik hemanjiomlar T1AG'de hipointens ve T2AG'de hiperintenstir. Hemanjiomlar, karaciğerin solid lezyonlarına göre yüksek, kistlere göre düşük ADC değerine sahiptir (Resim 5). Bununla beraber, kavernöz hemanjiomları diğer patolojilerden ayırmak için kontrastlı dinamik inceleme gerekmektedir.

Hepatik kistler, MR görüntülemede T1AG'de hipointens, T2AG'de hiperintenstir ve postkontrast serilerde boyanma göstermezler. Difüzyon ağırlıklı görüntülemede hepatik kistler T2 parlama etkisi oluşturduklarından artmış sinyal intensitesi gösterir ve ADC değerlerini ölçerek ya da ADC haritasına bakarak kolaylıkla ayırt edilebilirler (Resim 6). Difüzyon ağırlıklı görüntülemede, b değeri 400 sn/mm<sup>2</sup> veya daha fazlayken, ADC "cut off" değeri 2.5x10<sup>3</sup> mm<sup>2</sup>/sn kabul edilerek kistleri, HSK, metastaz ve hemanjiom gibi lezyonlardan ayırt etmek mümkündür (14).

Fokal nodüler hiperplazi (FNH) (Resim 7) ve hepatik adenom gibi lezyonlar, difüzyon ağırlıklı görüntülemede bazen malign karaciğer tümörleri ile benzer bulgular oluşturabilir. Bu lezyonlar, malign lezyonlara benzer şekilde DAG'lerde artmış sinyal intensitesi ve düşük ADC değerleri gösterebilir (15). Bu bakımdan, DAG, FNH veya adenomları, HSK veya metastazlardan ayırt etmede güvenilir olmayabilir (Tablo).



**Resim 1.** Kronik viral hepatit C olan 54 yaşında kadın hasta. **(A)** TI AG'de ve **(B)** T2 AG'de karaciğer parankiminde lezyon seçilmiyor.

FNH tanısını doğrulamada, karaciğere spesifik gadolinyum şelat bileşiği uygulanarak yapılan geç evre MR görüntüleme yararlıdır.

Apse ve hematomlar, karaciğerde görülebilen diğer lezyonlardır. Artmış sellülariteleri nedeniyle bu lezyonlar da difüzyon kısıtlanması gösterir ve malign lezyonlarda saptanan DAG bulgularını taklit edebilir. Tanı, klinik ve laboratuvar bulgular ile kontrastsız T1 ağırlıklı, T2 ağırlıklı ve kontrastlı görüntüler ile birlikte değerlendirerek konur (16-18).

## SONUÇ

Difüzyon ağırlıklı görüntüleme, karaciğerde rutin MR görüntüleme protokollerini tamamlayan önemli bir sekanstır. Konvansiyonel MR görüntülemeye eklenen DAG, MR yönteminin benign ve malign lezyonları karakterize etmedeki doğruluğunu arttırır.



**Resim 1.** Kronik viral hepatit C olan 54 yaşında kadın hasta. **(A)** TI AG'de ve **(B)** T2 AG'de karaciğer parankiminde lezyon seçilmiyor. **(C)** Erken venöz evrede, parankim rejenerasyon nodüllerine ikincil heterojen görünümde olup en belirgin olan nodüller okla işaretlenmiştir. **(D ve E)** b=1000 sn/mm<sup>2</sup> difüzyon ağırlıklı görüntüde ve ADC haritasında nodüler lezyonlar parankim ile izointenstir.







**Resim 2.** 75 yaşında erkek hastada, karaciğer segment 6'da displastik nodül. **(A)** TI ağırlıklı görüntüde displastik nodül hiperintens olarak izlenmektedir (ok). **(B ve C)** b=1000 sn/mm<sup>2</sup> difüzyon ağırlıklı görüntüde ve ADC haritasında lezyon izointens olup parankimden ayırt edilemiyor.



**Resim 3.** Alfa fetoprotein değerleri yüksek olan çok odaklı hepatosellüler karsinomlu 49 yaşında erkek hasta. Lezyonlardan en büyüğü gösterilmektedir. Sağ lobta nekroz, kanama ve yağ odakları içeren HSK'nın **(A)** TI ağırlıklı ve **(B)** kontrast sonrası yağ baskılı TI ağırlıklı görüntüsü.



**Resim 3. (C)** b=1000 sn/mm<sup>2</sup> iken difüzyon ağırlıklı görüntüsünde heterojen lezyonun solid kesimleri hiperintens, **(D)** ADC haritasında ise hipointens görülüyor.



**Resim 4.** 47 yaşında meme kanseri tanılı hastanın karaciğerindeki çok sayıda metastazlardan en büyüğü gösteriliyor. **(A)** TI ağırlıklı görüntüde karaciğer Segment 6 düzeyinde kapsülde retraksiyona yol açan ve santralinde büyük oranda fibrotik doku bulunduran hipointens lezyon görülüyor. **(B)** IV kontrast madde enjeksiyonu sonrası yağ baskılı TI ağırlıklı görüntüsünde lezyon heterojen kontrast tutuyor. **(C)** b=1000 sn/mm<sup>2</sup> iken difüzyon ağırlıklı görüntüsünde heterojen lezyonun fibrotik komponenti haricindeki kısımları hiperintens, **(D)** ADC haritasında ise hipointens görülüyor.











**Resim 5.** 46 yaşında erkek hastanın karaciğerinde segment 6-7 lateral kesiminde hemanjiom. (A) TI ağırlıklı görüntüde lezyon hipointens (B) T2 ağırlıklı görüntüde lezyon hiperintens görülüyor. (C) IV kontrast sonrası yağ baskılı TI ağırlıklı görüntüsünde hemanjiomla uyumlu olarak kontrastlanmaktadır. (D) b=1000 sn/mm² iken difüzyon ağırlıklı görüntüsünde lezyon hiperintens, (E) ADC haritasında da lezyon hiperintens sinyal özelliğinde görülüyor.



**Resim 6.** 44 yaşında erkek hastanın karaciğerinde segment 7'de kist ve hemen medialinde hemanjiom **(A)** TI ağırlıklı görüntüde her iki lezyon da hiperintens **(B)** T2 ağırlıklı görüntüde her iki lezyon da hiperintens **(C)** b=1000 sn/mm<sup>2</sup> iken difüzyon ağırlıklı görüntüsünde lezyonlar seçilmiyor **(D)** ADC haritasında ise hiperintens görülüyorlar.



**Resim 7.** 47 yaşında kadın hastanın karaciğerinde segment 5-6 düzeyinde fokal nodüler hiperplazi **(A)** T2 ağırlıklı görüntüde lezyon hafif hiperintens seçiliyor. **(B)** kontrast sonrası arteriyel evre yağ baskılı TI ağırlıklı görüntüde lezyon yoğun boyanmaktadır.



**Resim 7. (C)** b=1000 sn/mm<sup>2</sup> iken difüzyon ağırlıklı görüntüsünde lezyon hiperintens (**D**) ADC haritasında lezyon izointens; posteriorunda küçük bir doku hipointens olarak görülüyor.

# KAYNAKLAR

- Koike N, Cho A, Nasu K, et al. Role of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the differential diagnosis of focal hepatic lesions. World J Gastroenterol 2009;15:5805-12.
- Xu H, Li X, Xie JX, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of focal hepatic nodules in an experimental hepatocellular carcinoma rat model. Acad Radiol 2007;14:279-86.
- Xu PJ, Yan FH, Wang JH, et al. Added value of breathhold diffusion-weighted MRI in detection of small hepatocellular carcinoma lesions compared with dynamic contrast-enhanced MRI alone using receiver operating characteristic curve analysis. J Magn Reson Imaging 2009;29:341-9. .
- Rhee H, Kim MJ, Park MS, Kim KA. Differentiation of early hepatocellular carcinoma from benign hepatocellular nodules on gadoxetic acidenhanced MRI. Br J Radiol 2012;85:e837-44.
- Mwangi I, Hanna RF, Kased N, et al. Apparent diffusion coefficient of fibrosis and regenerative nodules in the cirrhotic liver at MRI. AJR Am J Roentgenol 2010;194:1515-22.
- Llovet JM, Burroughs A, Bruix J. Hepatocellular carcinoma. Lancet 2003;362:1907-17.
- 7. Coleman WB. Mechanisms of human hepatocarcinogenesis. Curr Mol Med 2003;3:573-88.
- Petra G Kele, Eric J van der Jagt. Diffusion weighted imaging in the liver. World J Gastroenterol 2010;16:1567-76.
- Nasu K, Kuroki Y, Tsukamoto T, et al. Diffusion-weighted imaging of surgically resected hepatocellular carcinoma: imaging characteristics and relationship among signal intensity, apparent diffusion coefficient, and histopathologic grade. AJR Am J Roentgenol 2009;193:438-44.
- Vandecaveye V, De Keyzer F, Verslype C, et al. Diffusion-weighted MRI provides additional value to conventional dynamic contrast-enhanced MRI for detection of hepatocellular carcinoma. Eur Radiol 2009;19:2456-66.
- Goshima S, Kanematsu M, Kondo H, et al. Evaluating local hepatocellular carcinoma recurrence post-transcatheter arterial chemoembolization: is diffusion-weighted MRI reliable as an indicator? J Magn Reson Imaging 2008;27:834-9.

- Yu JS, Kim JH, Chung JJ, Kim KW. Added value of diffusion- weighted imaging in the MRI assessment of perilesional tumor recurrence after chemoembolization of hepatocellular carcinomas. J Magn Reson Imaging 2009;30:153-60.
- Koh DM, Scurr E, Collins DJ, et al. Colorectal hepatic metastases: quantitative measurements using single-shot echo-planar diffusion-weighted MR imaging. Eur Radiol 2006;16:1898-905.
- Goshima S, Kanematsu M, Kondo H, et al. Diffusion weighted imaging of the liver: optimizing b value for the detection and characterization of benign and malignant hepatic lesions. J Magn Reson Imaging 2008; 28:691-7.
- Agnello F, Ronot M, Valla DC, et al. High-b-value diffusion- weighted MR imaging of benign hepatocellular lesions: quantitative and qualitative analysis. Radiology 2012;262:511-9.
- Feuerlein S, Pauls S, Juchems MS, et al. Pitfalls in abdominal diffusion weighted imaging: how predictive is restricted water diffusion for malignancy. AJR Am J Roentgenol 2009;193:1070-6.
- 17. Sandrasegaran K, Akisik FM, Lin C, et al. The value of diffusion-weighted imaging in characterizing focal liver masses. Acad Radiol 2009;16: 1208-14.
- Lichy MP, Aschoff P, Plathow C, et al. Tumor detection by diffusion-weighted MRI and ADC mapping- initial clinical experiences in comparison to PET CT. Invest Radiol 2007;42:605-13.
- Taouli B, Koh DM. Diffusion-weighted MR imaging of the liver. Radiology 2010;254:47-66.
- Namimoto T, Yamashita Y, Sumi S, et al. Focal liver masses: characterization with diffusion-weighted echo-planar MR imaging. Radiology 1997;204:739-44.
- Kim T, Murakami T, Takahashi S, et al. Diffusion-weighted single-shot echoplanar MR imaging for liver disease. AJR Am J Roentgenol 1999;173:393-8.
- Taouli B, Vilgrain V, Dumont E, et al. Evaluation of liver diffusion isotropy and characterization of focal hepatic lesions with two single-shot echoplanar MR imaging sequences: prospective study in 66 patients. Radiology 2003;226:71-8.

- 23. Bruegel M, Holzapfel K, Gaa J, et al. Characterization of focal liver lesions by ADC measurements using a respiratory triggered diffusion-weighted single-shot echo-planar MR imaging technique . Eur Radiol 2008;18:477-85.
- 24. Gourtsoyianni S, Papanikolaou N, Yarmenitis S, et al. Respiratory gated diffusion-weighted imaging of the liver: value of apparent diffusion coefficient measurements in the differentiation between most commonly encountered benign and malignant focal liver lesions. Eur Radiol 2008;18:486-92.
- 25. Parikh T, Drew SJ, Lee VS, et al. Focal liver lesion detection and characterization with diffusion-weighted MR imaging: comparison with standard breath-hold T2-weighted imaging. Radiology 2008;246:812-22.
- Cieszanowski A, Anysz-Grodzicka A, Szeszkowski W, et al. Characterization of focal liver lesions using quantitative techniques: comparison of apparent diffusion coefficient values and T2 relaxation times. Eur Radiol 2012;22:2514-24.
- 27. Battal B, Kocaoğlu M, Akgün V, et al. Diffusion-weighted imaging in the characterization of focal liver lesions: efficacy of visual assessment. J Comput Assist Tomogr 2011;35:326-31.



**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ATATÜRK HEYKELİ 2000 (Bursa)** Prof. Dr. Tankut ÖKTEM