

2CG013 : AYNI ENERJİDE KOZMİK İŞİNLER KAYNAĞI MI?

M. E. Özel⁽¹⁾ J. F. Ormes⁽²⁾ A. Akyüz⁽¹⁾⁽¹⁾ Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü⁽²⁾ NASA/Goddard Space Flight Center, Code 662, Greenbelt, MD20771, USA

1. Giriş

COS-B gama ışın uyduyu gözlemleri sonunda Samanyolu içinde, yüksek enerjili ($E > 100$ MeV) foton ışıması yapan iki düzine kadar gamma ışın kaynağı ortaya çıkarılmıştır (Swanenburg et al., 1981). Bu gök cisimlerinin yapısı ile ilgili sorular astrofizikçilerin gündeminde uzun süredir önemli bir yer işgal etmektedir. Bu kaynaklar arasında 2CG013+00 bilinen en sert (yüksek enerjili gamma ışınlarının göreli olarak en yüksek orana sahip olduğu) olagandışı enerji spektrumu ile ayrıca dikkati çekmektedir. Bu durum, Şekil 1'de kendileri hakkında spektral bilgiye sahip olduğumuz kaynakların spektral parametre değerlerinin sıkılık dağılımında açıkça görülmektedir. (Spektral parametre, tanım olarak, bir kaynaktan gelen ve enerjisi 300 MeV'den yüksek olan fotonların sayısının aynı kaynaktan gözlenen toplam gamma fotonları sayısına olan oranıdır). Bu parametre çoğu kaynak için beklenen 0.30 değeri civarında dolasırken, 2CG013+00 için 0.68'dir (yani, olagan kaynaklar için, gözlenen > 300 MeV enerjili fotonların oranı yaklaşık 1/3 iken bu kaynaktaki 2/3'tür). Bu çalışmada, bu kaynağın özellikleri daha yakından incelenerek, bu kadar sert bir spektral çıktıyı oluşturmanın astrofiziksel yolları araştırılmaktadır.

2. COS-B gamma ışın kaynağı 2CG013+00

Bu kaynağın koordinatları $\alpha = 18^{\circ} 10'$, $\delta = 16^{\circ} 45'$ ($\ell = 13^{\circ} 7$ $b = 0^{\circ} 6$) olarak verilmektedir. Bu bölge Bonn Effelsberg radyo teleskopu ile gözlenerek bölgedeki radyo kaynakları saptanmıştır (Özel et al., 1988). Şekil 2'de 11cm'de kaynak bölgesinin radyo haritası verilmektedir. Kaynak 2 yıl ara

ile yapılan COS-B γ -ışın gözlemlerinde, ölçülebilen özelliklerinde herhangi bir değişim göstermemiştir (Pollock et al., 1985). Kaynaga en iyi uyum gösteren esdeger üssel (power-law) foton sayı spektrumu, E fotonların enerjisini temsil etmek üzere,

$$I(E) = k E^{-a} \quad a = 1.1 \pm 0.3$$

olmaktadır (Ormes et al., 1988).

3. Monte Carlo benzesim yöntemi ile astrofiziksel koşullarda γ -ışın üretimi

Çeşitli spektrumlarda kozmik ışın çekirdeklerini, bilinen yıldızlararası ortam koşullarında, değişik madde miktarlı hedeflerle etkileştiren bir Monte Carlo benzesim (simulation) programı hesaplarının sonuçları bu sertlikte bir gamma enerji dağılımını gerçekçi şartlar altında yaratmanın çok zor olduğunu göstermektedir. Yalnızca kozmik elektronları kullanarak yapılan benzesim çalışmaları da aynı olumsuz sonucu vermiştir.

Bu sertlikte bir gamma ışıması spektrumu ancak, geniş bir enerji aralığına dağılmak yerine, hemen hepsi aynı enerjide kozmik ışınlardan oluşmuş, tek enerjide ("monoenergetic") bir parçacık hüzmesini ince bir hedef üzerine göndermek suretiyle elde edilebilmektedir. Hüzme enerjisi arttıkça, enerji spektrumundaki değişim Şekil 3'de verilmektedir. Hüzme enerjisi 100 GeV'e ulaştığında oluşan fotonlar gözlenen sertlikte bir enerji spektrumu vermektedirler (Şekil 4). Nasıl bir gök cisim bu türden bir mekanizmayı oluşturmuş olabilir?

Nötron yıldızı içeren x-ışın çift yıldızlarının, taşıdıkları çok yüksek gravitasyonel ve manyetik alanlar nedeni ile parçacık hızlandırmak ve hüzme yaratmak gibi özellikleri olabileceği literatürde kabul görmektedir (Kazanas and Ellison, 1986). Bazı x-ışın çiftlerinden gözlenen düzensiz aralıklı radyo atılımları buna işaret sayılmaktadır (Grindley ve Seaquist, 1986). Bu bakımından, 2CG013+00'in hata çemberi içinde bulunan ve zaman zaman radyo ışıması yaptığı da bilinen GX13+1 x-ışın çift yıldızı gözlenen gamma ışımasının da kaynağı olmaya en güçlü adaydır. GX13+1'de hiç bir dönemselligin gözlenmemiş olması (Ponman, 1982) sistemin çevresinde (hüzme

için hedef görevi görecek ve gamma ışınları yaratabilecek) uygun kalınlıkta bir madde bolluguña işaret etmektedir.

4. TeV Bölgesinde beklenen akı

Şekil 5'te verilmekte olan, hata çemberi içindeki ilginç cisimlerin ortak enerji spektrumu da GX13+1 ile 2CG013+00'in aynı gök cismi olabileceği tezini güçlendirmektedir. PeV (10^{18} eV) bölgesinde Protheroe et al (1984) tarafından verilmekte . . . üst sınırlarından da yararlanarak, TeV enerji bölgesinde bu γ -ışın kaynaklarından beklenebilecek akı degeri

$$I (> 10^{11}\text{eV}) = 3-10 \quad 10^{-11}\text{ph/cm}^2\text{-s}$$

civarında olmalıdır. Varolan Čerenkov ışınması dedektörleri, akı degeri $10^{-11}\text{ph/cm}^2\text{-s}$ olan gök cisimlerini görebilmektedirler. (Lamb ve Weeks, 1986; 1987). Bu nedenle bu bölgenin benzer araçlarla gözlenmesi kaynak hakkında yeni bilgiler getirebilir.

5-Sonuç

Her X-1 ve Cyg X-3 gibi X-ışın çiftlerinde varlığı ileri sürülen (Fichtel ve Linsley, 1986; Kazanas ve Ellison, 1986; Gorham ve Learned, 1986) hüzmelere benzer şekilde GX13+1 sisteminde bir "tek enerjide" kozmik ışın hüzmesi gözlenen γ -ışınlarının nedeni olabilir. Benzeşim hesapları hüzmenin enerjisinin >100 GeV olması gerektigine işaret ediyor. TeV gözlemleri bu enerji üzerine bir üst sınır getirebilir. GRO ve GAMMA-1 gibi yeni γ -ışın deneylerinin 2CG013+00 bölgesini tekrar gözlemleyerek ve γ -ışınları hata kutusunu küçülterek, tartışılan eşleştirme adaylarından bazılarını dışlayarak sorunun çözümüne yardımcı olması beklenmektedir.

Kaynaklar

- Cassiday, A., 1985, Ann. Rev. Nucl. Part. Sci., 35, 321
 Fichtel, C., Linsley, J., 1986, Astrophys. J., 300, 474
 Gorham, P., Learned, J., 1986, Nature., 323, 422
 Grindley, J. E., Seaquist, W., 1986, Astrophys. J., 310, 17
 Hjellming, R., Johnston, K., 1985, in "Radio Stars", Reidel, Dordrecht, s. 309
- Kazanas, D., Ellison, D., 1986, Nature., 319, 380
 Lamb, R. C., Weeks, T. C., 1986, Astrophys. J. Letters., 25, 73
 Lamb, R. C., Weeks, T. C., 1987, Science., 238, 1483
 Ormes, J. F., özel, M. E., Morris, D., 1988, Astrophys. J., 334, 722
 özel, M. E., Schlickeiser, R., Sieber, V., Younis, S., 1988,
 Astron. Astrophys., 200, 195
 Pollock et al., 1985, Astron. Astrophys., 146, 352
 Ponman, T., 1982, MNRAS., 201, 769
 Protheroe, R., Clay, R., 1984, Proc. ASA, 5 (4), 586
 Swanenburg et al., 1981, Astrophys. J., 243, L69

E.DERMAN: Böyle bir kaynaktan gelen foton sayısını söylemişiniz?

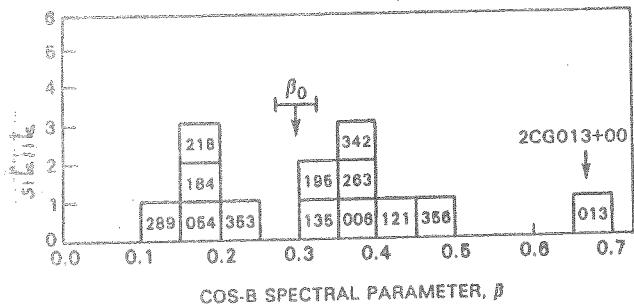
M.ÖZEL: Aşağı yukarı ayda yüz kadar. Yani günde üç foton mertebesinde bu bölgeden geldiğini düşünüyoruz ama civarından, onun yakınından mesela 20 foton geliyor. Dolayısıyla yirmi gelen yerden yüz gelen yeri ayırt edebiliyoruz.

E.DERMAN: Gürültünün üzerine.

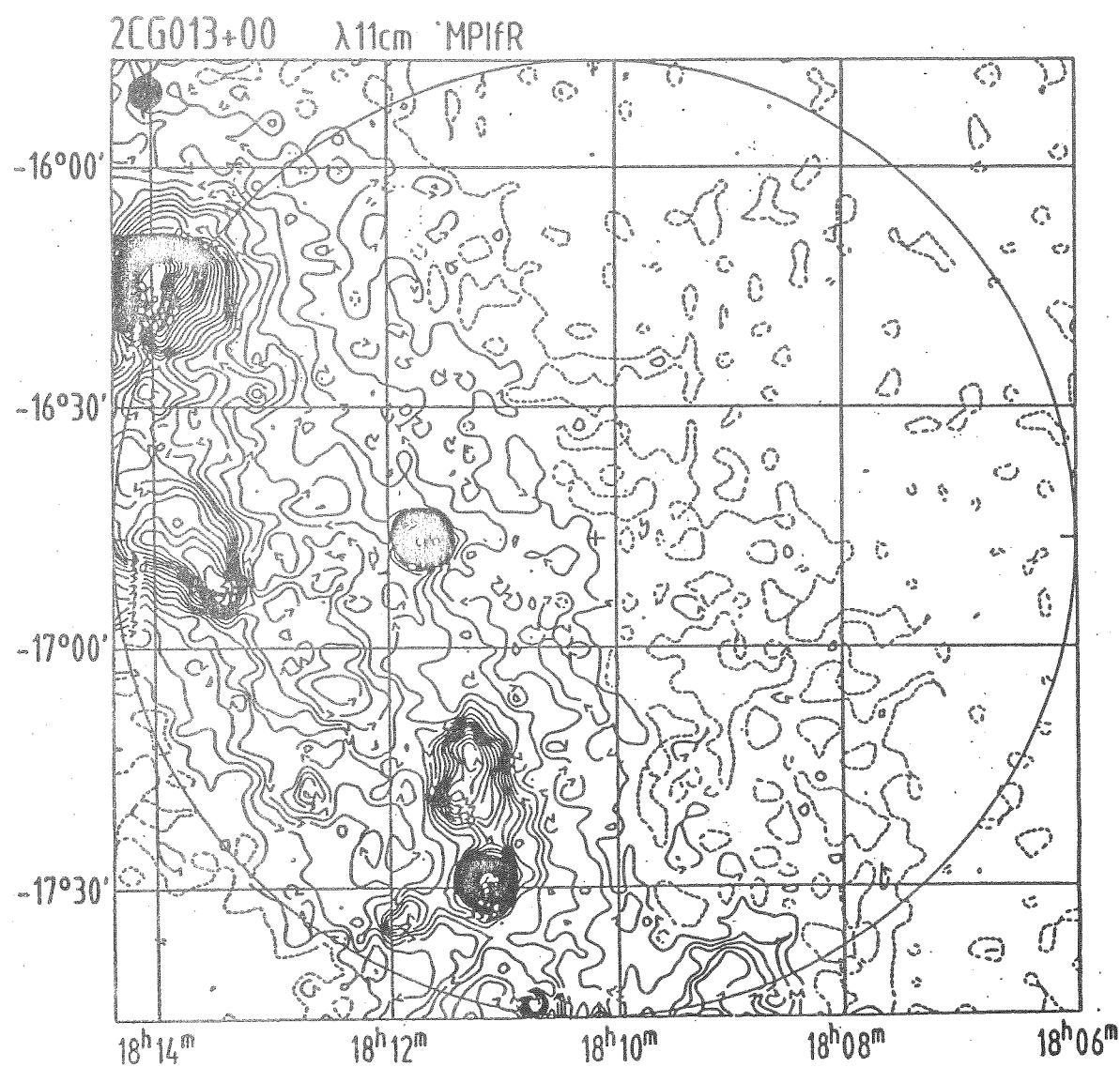
M.ÖZEL: Evet.

R.PEKUNLU: Bu yeni atılacak olan uydularda atarcalara bakmak düşünülüyor mu? Programda var mı?

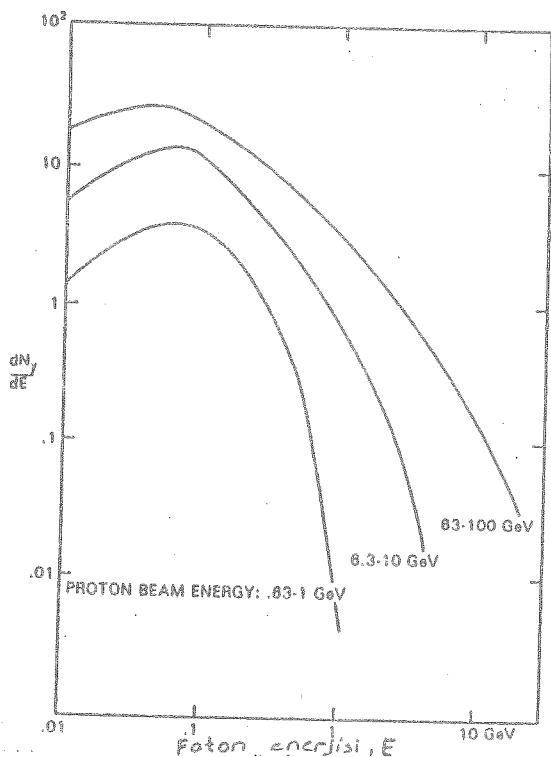
M.ÖZEL: Evet düşünülüyor. γ -Işınları Gözlemevi GRO uydusunun programları arasında radyo gözlemevleriyle atarcaları hem zamanlı olarak gözlemek. Çünkü γ -işinlerinin sayma hızıyla, yani saatte bir fotonla, bir milisaniye veya on milisaniye mertebesindeki periyotları bulmanın imkanı yok. Ancak tam periyodu bilirseniz ve katlamayı doğru olarak yapabilirseniz bir atarcanın varlığını görebilirsiniz, yani imzasını.



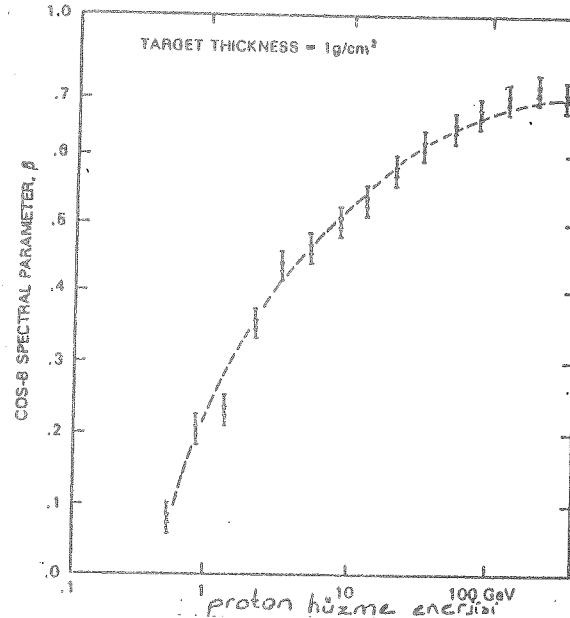
Şekil 1. COS-B spektral parametre değerlerinin sıkılık dağılımı. 3 rakamlı sayılar kaynağın gökada boylamını gösterir. 2CG013-00 diğer kaynaklardan ayrı olarak en sağ uçtadır. Spektral parametre değeri β_0 , $E^{-2.0}$ foton spektrumuna karşılık gelmektedir.



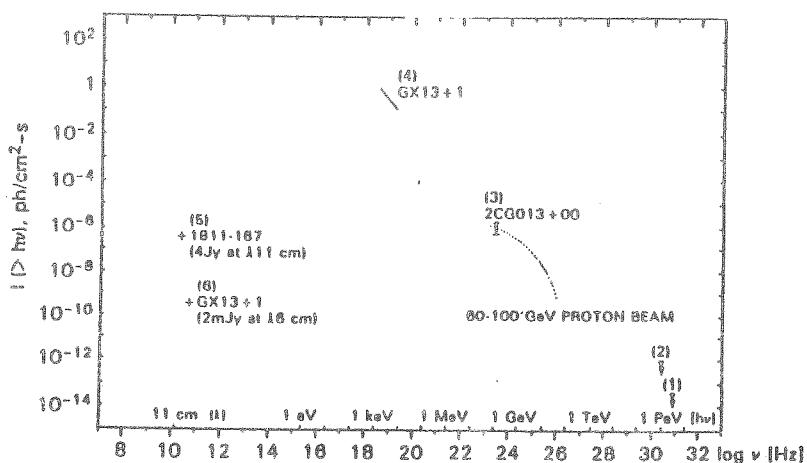
Şekil 2. 2G013 - 00 hata çemberi bölgesinin $\lambda 11\text{cm}$ de, Effelsberg teleskopu ile yapılmış radyo haritası. Sol üst köşede teleskopun çözme gücünü belirleyen daire görülmektedir. 1811-167 radyo kaynağı Özel et al. (1988) tarafından 2G013 - 00 için olası radyo eşi olarak teklif edilmiştir.



Şekil 3. "Monoenergetic" proton hüzmesinin 1 g/cm^2 kalınlığında hedef madde üzerinde gönderilmesi ile Monte Carlo programından elde edilen foton spektrumları. Hüzme enerjisi yükseldikçe spektrumun sertleştiği görülmektedir.



Şekil 4. "Monoenergetic" hüzme enerjisini fonksiyonu olarak spektral parametrenin evrimi. 100 GeV civarında hüzme enerjisi, 2CG013 + 00 için gereken $\beta \approx 0.70$ değerine ulaşmaktadır.



Şekil 5. 2CG013 + 00 hata çemberi bölgesindeki bazı gök cisimlerinin integral foton akıları. δ -ığın kaynağı ile GX13-1' in spektrumları birbiri ile uyusuzluk göstermemektedir. Parantez içindeki rakamlar şu referanslara karşılık gelmektedir. (1) Protheroe et al., 1984; (2) Cassiday, 1985 ; (3) Swanenburg et al., 1981; (4) Bradt and McClintock, 1983; (5) Özel et al., 1988; (6) Grindlay and Seaquist, 1986