

GÖRÜNEN VE GÖRÜNMEYEN EVREN

Çeşitli Dalga Boylarında Uzay

M. Emin ÖZEL* - Elvan B. SALTIK**

Geçen sayıdan devam)

5- Molekül Bulutlarını Gösteren Mikroalgalar

Radyo astronominin en büyük keşiflerinden biri de yıldızlararası ortamdaki toz ve gaz bulutlarıdır. Bu bulutlar, basit veya karmaşık yapılı, çok çeşit ve sayıda molekülden oluşmaktadır. Uzun bir süre, karmaşık moleküllerin yalnızca gezegenler üzerinde ve gezegenlerin yakınlarında var olabileceği düşünülmüştür. Fakat yıldızlararası ortamda da bu tür moleküllerin ve bunlardan teşekkül eden bulutların varlığını artık biliyoruz.

Karbon monoksit molekülü, karbon ve oksijenin görsel bolluğu en yüksek elementler arasında olmasından da yararlanarak, Samanyolu'nda yüksek miktarlarda oluşur ve kolayca izlenebilir. Bu bakımdan, diğer moleküllerin varlığının araştırılmasına yardımcı olur ve büyük toz ve gaz bulutlarının izlenmesinde kullanılır. Böylece bu bulutların çökmesinden oluşa-

210 derece galaktik boylam ve -20 derece galaktik enlemde yer alan bu bulutlar, astronomların uzun süredir ilgisini çekmektedir. İlgili odağı olan diğer bir bulut kümesi de 170 derece boylam ve -11,5 derece enlemdeki (sol uca yakın, alt bölümdeki) Taurus (Boğa) burcu sistemidir.

Astronomlar, radyasyon şiddetinin yanı sıra, ışımalarındaki Doppler kaymasına bakarak, karbonmonoksit moleküllerinin hareket hızlarını da ölçebilmektedirler. Görüntüde yer alan ikinci resim, bu ölçüm sonuçlarını içermektedir. Burada yatay ekseninde gökada düzlemi; dikey ekseninde ise gazın hareket hızı (km/s olarak) gösterilmiştir. Renkler ise, yukarıda olduğu gibi gazın yoğunluğunu gösterir. Samanyolu merkezini kesen eğik bölge, merkez çevresinde, yaklaşık 10 bin ışık yılı çapında halka şeklinde bir yapıya işaret etmektedir. Galaksi merkezinde gaz hızının yüksek olması, merkez civarındaki gazın merkezden dışarıya doğru hareket ettiğine işaret etmektedir. Bu tür hareketler, gezegenlerin yörüngedeki hareketlerinden daha karmaşık ve yorumu güç olaylardır.

6- Kızılötesi Dalgalar Uzağı

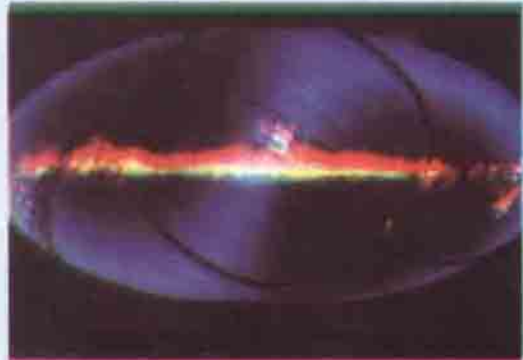
İlk keşfedilen optik-dışı ışıma bölgesi olmasına karşılık, Kızılötesi Işınları yardımıyla uzayı ayrıntılı olarak inceleyişimiz, ancak 1983 yılında Uluslararası Kızılötesi Astronomi Uydusu IRAS'ın çalışmaya başlamasıyla mümkün olmuştur. Burada verilen görüntü, söz konusu uydunun 10 aylık bu ilk keşif yolculuğu boyunca gönderdiği verilerin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu uydudaki cihazların 100, 60 ve 12 mikrometrelik dalga boylarında yaptıkları ölçümler, bu resimde sırası ile kırmızı, yeşil ve mavi renklerde gösterilmiştir. Bu dalga boyları gelişigüzel seçilmemiştir. Galaksimizin yaydığı toplam radyasyonun yaklaşık üçte biri, bu bölge çevresindedir.



Molekül bulutlarını gösteren mikroalgalar.

cak genç yıldızların ve gezegenlerin oluşum yerleri hakkında bilgiler edinmiş oluruz.

Burada verilen görüntüler, Harvard Üniversitesi Astrofizik Merkezi (CfA -Cambridge, Massachusetts, USA) elemanlarından Thomas Dame tarafından hazırlanmıştır. Üstteki resim, galaksimizin 115 GHz'lik frekansta yani (2,6 mm'lik dalga boyunda) ışıma yapan karbon monoksit gazından elde edilen görüntüdür. Buradaki renkler radyasyon şiddetini göstermektedir. Mavi renk en düşük, beyaz ve kırmızı ise en yüksek şiddete karşılık gelmektedir. Radyasyon şiddeti de, CO gazı yoğunluğuna bağlıdır. Hesaplandığına göre, CO molekülleri daha çok, Güneş'in Samanyolu çevresindeki yörüngesi uzaklığında yoğunlaşmıştır. Ayrıca, Güneş'ten 3000 ışık yılı uzakta olduğu yakın bazı kaynaklardan da bize aynı tür ışımlar ulaşmaktadır. Meselâ (sağ alt köşeye yakın) Orion (Avcı) bölgesindeki molekül bulutları buna güzel bir örnektir. Galaksi düzleminde yaklaşık



Kızılötesi dalgalar uzağı.

* Prof.Dr., Çukurova Univ., Uzay Bilimleri Arş. Mrkz., Adana.

** Y.Müh., TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gebze.

Resimdeki radyasyonun en önemli kaynağı, yıldızların arasında bulunan toz ve gaz bulutlarıdır. Söz konusu bulutlar, çıplak gözle bakıldığında görülmeyebilirler, ancak kızılötesi ışınlarla incelendiğinde parlak bir ışık nüvesi şeklinde ortaya çıkarlar. Yapılan ölçümler sırasında söz konusu radyasyonun iki ayrı sıcaklık bölgesinde en büyük değeri aldığı görülmüştür. Birinci bölgede, sıcaklığı 15 ilâ 40 derece Kelvin (—270 ilâ —240 derece Santigrad) arasında değişen soğuk toz parçacıkları ile molekül bulutları, 100 mikrometre dalga civarında radyasyon yaymaktadır. Diğer bölgede ise, 10 mikrometrelilik dalga boyunda radyasyon yayan, göreceli olarak daha yüksek sıcaklıkta toz ve gaz bulunmaktadır. Işıma yapan maddenin büyük bölümü "Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar" olarak adlandırılan büyük ve karmaşık yapıli moleküllerden oluşmaktadır. Bu moleküllerin hareket enerjileri oldukça yüksektir ve 12 mikrometre civarındaki dalga boylarında şiddetli ışıma yaparlar.

IRAS uydusu yalnızca galaksi düzleminde değil, diğer bölgelerdeki toz bulutlarının yaydığı radyasyonu da ölçmüştür. Galaksi düzleminin dışında ve yuvarlarındaki bölgelerde (yüksek galaktik enlemlerde) kaydedilen radyasyonun nedeninin, buralarda bulunan nötr hidrojen gazı olduğu anlaşılmıştır. Bu radyasyon, resimde parlak ışıklı parçalar şeklinde görülmektedir. Gerçekte, sıcaklıkları 10 derece Kelvin civarındadır. Bu nedenle, astronomlar bunlara "kızılötesi buzlar" adını vermişlerdir. Galaksimizden yayılan kızılötesi radyasyonun bize ulaşan bölümü, gökada dışında bulunan çeyrek milyon kadar noktasal kızılötesi radyasyon kaynağının yaydığı ışımaya eşdeğerdir.

Aynı görüntüde, galaksi düzleminde yayılan şiddetli ışımanın yanı sıra, düzlemin dışındaki kaynakların yaydığı daha düşük şiddetteki radyasyonun dağılımı da görülebilir. Örneğin, sağ uçta, alt kısımdaki parlak bölge, Orion (Avcı) bölgesinde yer alan yıldızlarca oluşturulmaktadır. Civarlarındaki yoğun toz ve gaz bulutları nedeniyle, Orion'ın iç bölgelerinin görünür ışıktan izlenmesi oldukça zordur. Galaksi düzlemi ile Orion'ın merkezi arasında kalan parlak bölge ise, Büyük Magellan Bulutunu göstermektedir. Resimde, S-şeklinde mavi bir band olarak gördüğümüz geniş kapsamlı yapı, Güneş sistemimiz içinde bulunan toz parçacıklarının yaydığı 12 mikrometre dalga boyundaki radyasyona karşılık gelir. Bu toz parçacıkları, Güneş'e yakın oldukları için, genel olarak oldukça yüksek sıcaklıklardadır. Bunların, Güneş sisteminin uzun tarihi boyunca gök cisimlerinin çarpışması sonucu oluştuğu sanılmaktadır.

7- Kızılötesi Işıma Kaynakları

IRAS Araştırma Uydusu'ndaki kızılötesi duyaçlar, uzayda 300 gün boyunca devamlı çalışmıştır. Bu sürenin yaklaşık üçte biri, Samanyolu içinde ve dışında yer alan kızılötesi radyasyon kaynaklarının bulunması için harcanmıştır. Bu gözlemler, daha sonra analiz edilerek, "IRAS NOKTA KAYNAKLAR KATALOĞU" (IRAS Point Sources Catalogue) adlı

bir katalog hazırlanmıştır. Bu katalogda, 245889 adet kızılötesi ışıma kaynağına ait özellikler yer almaktadır. Burada verilen görüntü, katalogda yer alan kaynakların galaktik koordinatlarında işaretlenmiş olarak göstermektedir. Buradaki renkler, radyasyon kaynağının türünü belirtmektedir. Mavi ile gösterilen kaynaklar, galaksimizin soğuk yıldızlarıdır ve bunlar daha çok Samanyol düzlemi ile Samanyolu Merkezinde yoğunlaşmıştır. Sarı-yeşil renkli kaynaklar, uzayda oldukça tekdüze olarak dağılmış olan diğer galaksilerdir. Kırmızımsı yerler ise, galaksimizde yer alan düşük sıcaklıklı kaynakları göstermektedir. Siyah renkli bölgeler de, henüz uydudan incelenemeyen bölgeleri gösterir.



Kızılötesi ışıma kaynakları.

IRAS kataloğunda, ışımasının çoğunu 60 mikrometre çevresinde yoğunlaştırmış bulunan 25 bin kadar galaksi yer almıştır. Bunların çoğu, bizim galaksimiz gibi sarmal yapıda olup, kendi yıldızlararası ortamlarındaki bulutların yaydığı kızılötesi radyasyon ile farkedilmektedirler.

Katalogda 12 mikrometrelilik dalga boyunda şiddetli ışıma yapan yaklaşık 100 bin kaynak yer almıştır. Bu kaynakların çoğu, yaşlı ve soğumuş yıldızların etrafını kuşatan toz ve gaz şeklindeki yaygın maddelerdir. Bilindiği gibi, yıldızlar çekirdeklerinde hidrojeni helyuma dönüştürerek etraflarına ısı ve ışık yayarlar. Bir süre sonra, çekirdeklerindeki hidrojen miktarı azalınca, daha dış tabakalardaki hidrojeni tüketmeye başlarlar. Sonra, helyum ve diğer elementleri yakarlar. Ömürleri sonunda, yüksek kütleli olanlar süpernova patlaması şeklinde maddelerini tekrar yıldızlararası ortama vererek, burayı kimyasal açıdan zenginleştirirler ve yeni kuşak yıldızların oluşması için çevrime girerler. Düşük kütleli yıldızlar ise, yakıtları tükenince "beyaz cüce" denilen çok küçük yıldızları oluştururlar. Beyaz cüceler zamanla soğurlar ve etraflarında bazen "gezegenimsi nebula" şeklinde toz ve gaz bulutları oluşur. Bu türden "cüce" yıldızların evrende çok sayıda olduğu hesaplanmaktadır. Güneşimiz de, evriminin sonunda kızıl-dev (genişleme) evresini takiben bir beyaz cüce olarak yaşamını tamamlayacaktır.

8- X-ışınları Uzayı

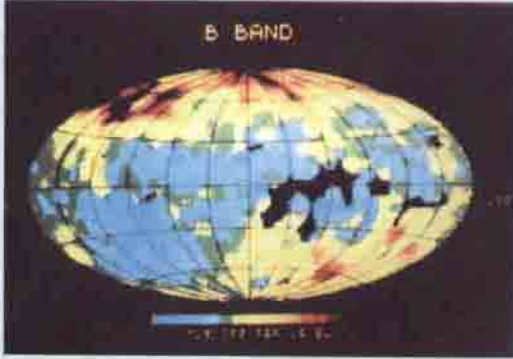
Daha önce belirtildiği gibi, uzaydan gelen X-ışınları atmosferimiz nedeniyle yer yüzüne ulaşma-

maktadır. Böylece atmosfer, yer yüzündeki yaşam için, öldürücü X-ışınlarına (ve gamma ışınlarına) karşı koruyucu bir tabaka görevi görür. Bu nedenle, X-ışını ölçümleri ancak roket, balon veya uydular kullanılarak 1960'lı yıllarda mümkün olmuştur. X-ışınları fotonları, taşıdıkları enerji miktarına göre ikiye ayrılabilirler: Düşük enerjili X-ışınları "yumuşak"; yüksek enerjili X-ışınları "sert" ışınlar olarak tanımlanırlar.

McCammon ve arkadaşları tarafından hazırlanan bu görüntü, uzayın yumuşak X-ışınları ile elde edilen bir resmidir. Bu ışınların dalga boyları 40 ilâ 80 angstrom arasında değişmektedir. Bu resim, toplam 10 ayrı gözlem aracının 7 yıl süren çalışmaları sonunda elde edilen verilerden oluşturulmuştur. Bu ha-

lunan sıcak gaz bulutlarını belirtmek için kullanılmıştır. Kırmızı noktalar, henüz türü tanımlanamayan X-ışını kaynaklarını göstermektedir.

Keşif uydusunun belirlediği bu kaynakların dışında, nedeni henüz kesin olarak bilinmeyen ve her yönden gelen yaygın bir X-ışını radyasyonu türü de belirlenmiştir. Astronomlar, bu yaygın ışımanın galaksi dışındaki uzay X-ışını kaynaklarından yayıldığını düşünmektedirler. Bu radyasyonun tam olarak belirlenmesinde, uydulardaki duyaçlar yetersiz kalmıştır. Kaynağı iyi bilinmeyen bu radyasyon, örneğin, uzaydaki sıcak gaz kümelerinden yayılabilir, ya da dönük ışık yayan galaksilere ait olabilir. Daha düşük şiddetteki radyasyonlara duyarlı duyaçlar yapıl-



Yumuşak x-ışınlarında uzay.



X-ışın kaynakları.

ritada, görüntüden çıkarılan altı adet çok parlak X-ışını kaynağı vardır. Bunlar, Cygnus Loop (Kuğu Burcundaki Halka) ve Vela Puppis (Pupa Yelken) adlı Süpernova kalıntıları ile Hz 43, Herkül bölgesindeki AM Herculis, Akrep burcundaki Scorpius X-1 ve İkizler burcundaki Geminorium adlı yıldızlardır.

Görüntüye göre, yumuşak X-ışınlarının yoğunluğu galaksinin kutuplarına doğru gittikçe artmaktadır. Bu tür X-ışını radyasyonunun kaynağı olarak, bir hale şeklinde galaksimizi çevreleyen yaklaşık 1 milyon derece Kelvin sıcaklıktaki gaz düşünülmektedir.

9- X-ışını Yıldızları

1977 yılında, NASA, "HEAO" veya "Yüksek Enerji Astronomi Gözlemevi" uyduları dizisinde ilkin uzaya gönderdi. Bu uydü, X-ışınlarında ilk kez tüm uzayın görüntüsünü elde etti. ABD'deki Donanma Araştırma Laboratuvarı (Naval Research Lab)'dan Ken Wood tarafından hazırlanan bu görüntüde, uydunun belirlediği 842 adet X-ışını kaynağı görülmektedir. Resimdeki her noktanın büyüklüğü, kaynak şiddetinin logaritması ile orantılı olup kaynaklar, ayrıca türlerine göre değişik renklerle gösterilmiştir. Burada, beyaz noktalar yıldızları, mavi noktalar süpernova kalıntıları, yeşil noktalar, nötron yıldızları ve/veya kara delikler içeren sistemleri göstermektedir. Sarı noktalar, galaksimiz dışındaki X-ışını kaynaklarını, pembe noktalar ise galaksi içinde bu-

duğunda, yaygın X-ışımının doğası ve kaynağı daha iyi anlaşılabilir.

10- Gamma Işınları Uzayı

Gamma ışınları, elektromanyetik radyasyonun en yüksek enerji taşıyan bölgesidir ve ancak balonlarla çok yükseklerden veya doğrudan uzaydan incelenebilir. Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından 1975 yılında fırlatılan COS-B adlı araştırma uydusu, görevde olduğu 6,5 yıl boyunca Samanyolu'nu gamma ışınları bölgesinde incelemiştir. Bu uydudaki duyaçların duyarlılığı oldukça düşüktür ve gamma ışını kaynaklarının yeri de ancak 2 derece çapında bir daire ile gösterilebilmiştir. Bu ise uzayda oldukça büyük bir bölgeye karşı gelmekte, bu kadar geniş bir bölgenin içinde çok sayıda yıldız ve galaksi bulunmaktadır. Gözlenen gamma ışınlarının, bölgedeki cisimlerden hangilerinden geldiğini belirlemek çok zordur. COS-B tarafından yapılan ölçümlerde, 6,5 yıl içinde toplam 200 bin kadar gamma ışını fotonu kaydedilmiştir (Oysa, görünür ışıktaki çok sönük bir yıldız 1 sn süreyle bakıldığında bile, bu miktarda foton algılanmaktadır).

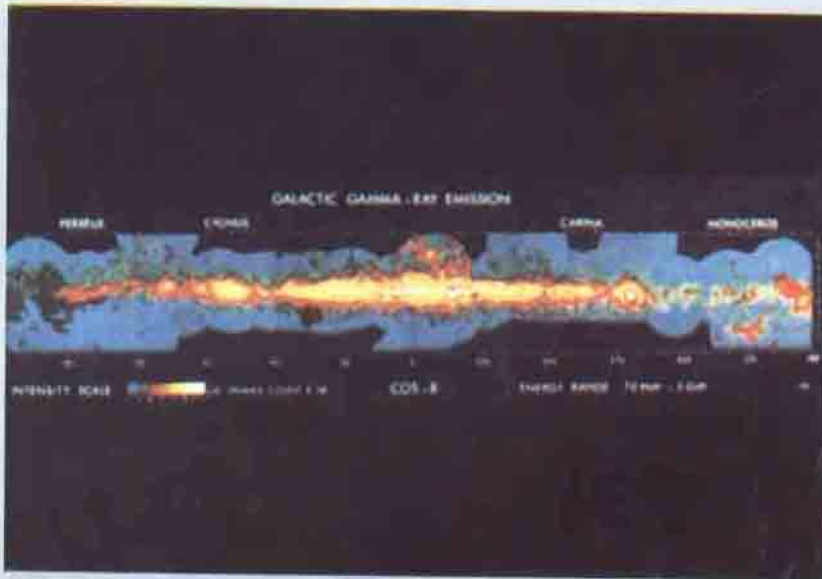
Farkedileceği gibi, gamma ışınları astronomisi henüz çok yeni bir araştırma dalıdır. Yine de, bu görüntü bize son derece ilginç bilgiler vermektedir: Mesela, en şiddetli gamma ışını radyasyonu (beyaz ve sarı) galaksimiz düzleminde yayılmaktadır. Bu ışı-

ma yardımıyla, uzaydaki yıldızlararası maddenin dağılımını ve dolayısıyla, galaksinin sarmal yapısını görebilmekteyiz. Fakat, bütün düzlem boyunca gözlenen gamma radyasyonu (kırmızı ve yeşil), Samanyolu dışı bölgelerden (mavi) daha şiddetlidir.

Gamma ışınları, "kozmoz ışınları" denilen yüklü parçacıkların, uzaydaki atom ve moleküllere çarpması sonucu oluşmaktadır. Kozmoz ışınlar, aslında galaksi içinde hareket eden çok yüksek enerjili protonlar ve elektronlardır. Astronomlar, kozmoz ışınların kaynağını henüz tam olarak bilememektedir. Fakat, bunların süpernova denilen yıldız patlamaları sırasında açığa çıktığı sanılmaktadır. Kozmoz ışın parçacıkları, uzayda hareket halindeki atomlar ile çarpıştıklarında, yeni parçacıklar meydana getirirler. Bu parçacıkların çoğu kararsızdır ve kısa sürede bozunarak gamma ışınlarını oluştururlar. Kozmoz ışınlarla yıldızlararası atomlar ne kadar sık çarpışırsa, o kadar fazla miktarda gamma ışını açığa çıkar. Bu nedenle, yıldızlararası ortamda bulunan yoğun molekül bulutları, gamma ışını kaynakları olarak belirlemektedirler. Rho Ophiuchus (Samanyolu merkezinin üzerindeki sarı bölge) ve Orion (sağ alt uçta) bölgelerindeki molekül bulutları, bunlara güzel birer örnektir.

Yakından incelendiğinde, gamma ışınlarının dağılımı, galaksimizin merkezi ve kollarındaki molekül bulutlarının oluşturulan yapılarla büyük bir bağlantı göstermektedir. Bunlara ek olarak, COS-B tarafından, Samanyolu içinde şimdiye kadar yaklaşık 25 kadar noktasal gamma ışını kaynağı belirlenmiştir. Bunların arasındaki Vela atarca yıldızı, şekilde 260 derecelik galaktik boylamda (resimde sağ ortaya yakın) en parlak kaynak olarak göze çarpar. Vela, 10 bin yıl önce büyük bir yıldız patlaması (süpernova) sonucu oluşmuş, yüksek manyetik alanlara sahip bir yıldız kalıntısıdır. Bu tür nötron yıldızlarına diğer örnekler olarak, 190 derece boylam civarında, (resmin en sağına yakın) —5 derece enlemdeki Boğa burcunda bulunan Crab atarçası ve hemen onun üstünde, hafif solda (+ 5 derece enlemde) yer alan İkizler burcundaki Geminga adlı kaynak verilebilir.

Gök yüzünün gamma ışınlarında daha ayrıntılı bir haritasını elde etmek için, daha gelişmiş uydu sistemleri ve duyaçlar gerekmektedir. NASA'nın Nisan 1991'de uzaya gönderdiği Compton Gamma Işınları Gözlemevi (CGRO), gök yüzünü en düşük enerjili



Gamma ışını uzayı.

gamma ışınlarından (100 KeV) en yüksek enerjili (30 GeV) alanlara kadar tarayacak ve uzayın gamma ışınlarında görüntülenmesinde bizlere muhtemelen beklenmedik yeni pencereler açacaktır. CGRO, Hubble Uzay Teleskobu'nun optik pencere civarındaki dalga boylarında yaptığı çapta işleri, gamma ışınları bölgesinde gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Gözlemlerin ilk yılında bütün gök yüzü yaklaşık 1/4 derecelik çözünürlük düzeyinde taranacak, ikinci ve daha sonraki yıllarda ise, bilinen ve/veya yeni saptanan ilginç gök cisimleri ile evrenin büyük ölçekli yapısının incelenmesine ve varlığı 1970'lerden beri iyi bilinen evrensel gamma arda (fon) ışımalarının doğası konusundaki çalışmalara ayrılacaktır. Deneyin ikinci yılından başlayarak, diğer ülkelerden gelecek gözlem talepleri, uydu programının düzenlenmesinde göz önüne alınacaklardır. 1992 ortalarına kadar yürütülen gözlemler sonucunda elde edilen en önemli bulgular şunlar olmuştur:

1) Gamma ışın patlamaları diye bilinen olayların gök yüzü dağılımı oldukça tekdüze (uniform) dir. Bu durumda beklenmedik yönlerden ani ve kısa süreli (bir kaç dakikadan kısa) gama ışın atılımları olarak tanımlanabilecek bu olayların Samanyolu dışı kökenli olması olasılığı yüksektir.

2) Etkin gök ada çekirdekleri, Seyfert sınıfı gök adalar ve bir bölüm "ışık-üstü" hareket (süperluminal motion) gösteren kuazarlar da 100 MeV'dan daha yüksek enerjili fotonlar bölgesinde parlak kaynaklar olarak ortaya çıkmaktadır.

3) Samanyolu içi gama ışın kaynakları (Crab ve Vela atarcaları ve diğerleri) hakkında daha ayrıntılı bilgiler elde edilmiş, yaklaşık 300 ışık yılı uzaklığı ile en yakın gama ışın yıldızı olan Geminga'nın radyo ışması yapmayan, oldukça hızlı dönen (saniyede yaklaşık dört devir) eski bir atarca olduğu anlaşılmıştır.