

# GÖKBİLİMİN VAHŞİ BATISI

## GAMA IŞINLARINDA UZAY VE INTEGRAL

### GAMA IŞINLARI

Gökbilim gözleme dayalı bir bilim ve uzayın derinliklerinde parlayan kaynakları gözlemenin tek yolu ise onlardan gelen 'ışığı' incelemek. Bir astronom için ışın, genel olarak insanların gözünün görebildiği ışımadan daha geniş bir anlama sahip. Işık hem bir elektromanyetik dalga, hem de belirli enerjileri olan parçacıklar topluluğu. Bu parçacıklara foton denir. Görünür ışık tüm elektromanyetik tayfın sadece küçük bir parçası. Elektromanyetik dalgalar, bilginin iletilmesi için çokça kullanılıyorlar. Mesela radyolar, telsizler ve cep telefonları, görünür ışıktan daha düşük enerjili (dolayısıyla daha düşük frekanslı, ya da daha uzun dalga boyu) elektromanyetik dalgaları kullanıyor. Röntgen filmleriyle görünür ışıktan çok daha yüksek enerjili x ışınları kullanılarak oluşturuluyor.

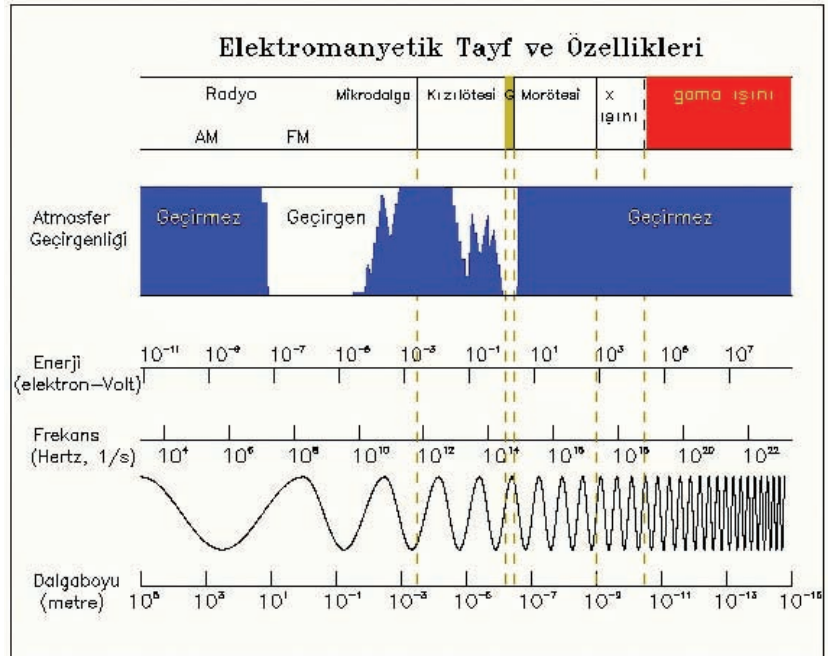
Elektromanyetik dalgaların frekansları, dalga boyları ve enerjileri arasında birebir ilişki var. Frekans ve dalga boyunun çarpımı ışık hızına eşit. Elektromanyetik dalganın enerjisiyle frekansıyla doğru orantılı olarak artar (Şekil 1'e bakınız).

Uzaydaki bazı kaynaklar çok geniş bir tayfta ışın yapabilirler. Bunun fark edilmesiyle beraber gökbilim radyo, kızılötesi, x ışını gökbilimi gibi dallara ayrıldı. Elektromanyetik dalgaları betimlemek için gökbilimin her dalı, kendisine en uygun birimi seçer. Mesela radyo dalgaları için genelde frekans kullanılırken (MHz, saniyede 1 milyon salınım), kızılötesi, görünür ve mor ötesi için dalga boyu tercih edilir (na-

nometre ya da nm, metrenin milyarda biri). Daha yüksek enerjiler (frekanslar) içinse fotonların enerjisi kilo elektron-volt (keV, bir elektronu bin volt potansiyel altında hareket ettirmek için gereken enerji) birimi kullanılarak verilir. Elektromanyetik tayfın çeşitli özellikleri için Şekil 1'e bakınız.

Gama ışınları, elektromanyetik tayfın en yüksek enerjili kısmına karşılık geldiği gibi, gökbilimin de en parlak olaylarının sonucu ortaya çıkar. Şekil 1'deki dalga boyları bizlere bu fotonların üretildiği ya da soğurulduğu büyüklük hakkında da bilgi verirler.

Örneğin onlarca metrelik radyo dalgaları kendilerinden çok küçük atomlar tarafından soğurulmadığı için Gökada'nın her yerinden Dünya'ya ulaşabilir. Görünür ışığın dalga boyu, hafif atomların çevrelerindeki elektronların yörüngelerinin büyüklüğü civarındadır ve elektronlar bir yörüngeden diğerine geçerken oluşabilirler. Daha ağır atomların yörüngeleri arasındaki geçişlerse x ışınlarını oluşturabilir. Gama ışınlarının boyutuysa atom çekirdekleri büyüklüğündedir ve çekirdek tepkimeleri sonucu ortaya çıkabilirler.



Şekil 1. Elektromanyetik tayfta tanımlı alanlar ve özellikleri. Yeşil renkte G harfi ile gösterilen küçük bölge gözümüzün görebildiği dalgaboyu aralığına karşılık geliyor. Gama ışını bölgesi kırmızı ile gösteriliyor. Atmosfer geçirgenliği gösterilen bölüme mavi kısım atmosferin tuttuğu elektromanyetik dalgaları gösteriyor.

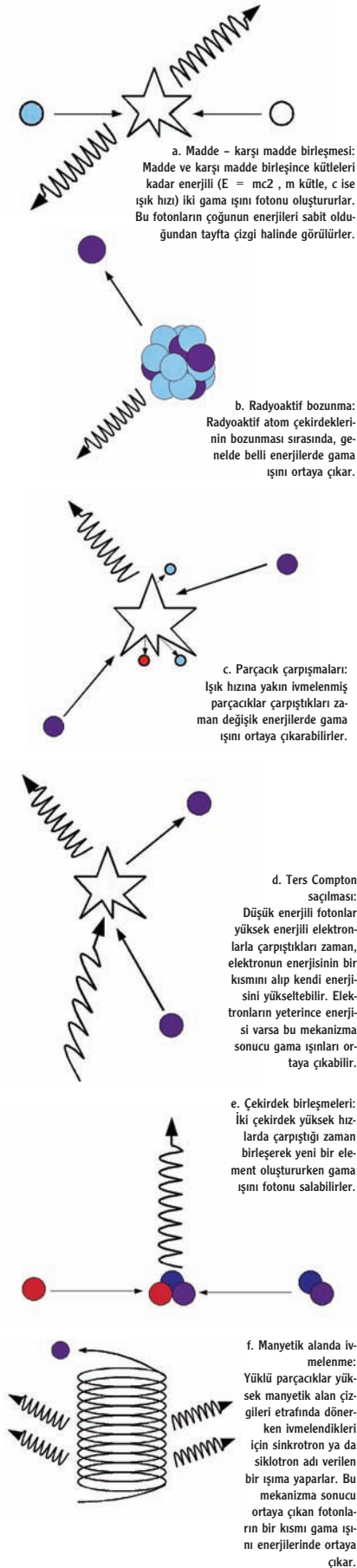
## GAMA IŞINLARI GÖKBİLİMDE NEDEN ÖNEMLİ?

Her şeyden önce, gama-ışınlarını oluşturan fiziksel mekanizmalarla daha düşük enerjilerdeki ışınımı oluşturan fiziksel mekanizmalar birbirinden çok farklı. Gama ışınları, genelde parçacıkların ışık hızına yakın hızlara ivmelenmesiyle ortaya çıkıyor. Bu da çok büyük enerjiler gerektireceğinden, gama ışınları çoğu zaman Dünya üzerindeki laboratuvarlarda elde edilemeyecek şiddette patlamalar, manyetik alanlar, çekim kaynakları gerektiriyor. Oysa, diğer dalga boylarında kaynaklardan gelen ışınımın kaynağı çoğu zaman ışınan cismin sıcaklığı.

Gama ışınlarını oluşturabilecek bir kaç örnek verirsek, elektronlar ışık hızına yakın mertebeye hızlandırılırlarsa ortamdaki atom çekirdekleriyle, elektromanyetik dalgalarla (fotonlar) ve manyetik alanlarla etkileşime girerek doğrudan gama ışını yayabilirler. İvmelendirilmiş protonlar ortamdaki atom çekirdeklerine çarparak anti-madde parçacıkları yaratabilir ve bu parçacıklar karşıt maddeleriyle birleşip belli enerjilerde gama ışınları oluşturabilirler. Radyoaktif izotopların bozulması yıldızların merkezlerinde elementlerin nasıl oluştuğu hakkında bize bilgi verir. Gama enerjilerinde oluşan en kuvvetli sinyallerden birisi de elektron ve antimaddesi olan pozitronun birleşmesi sonucu ortaya çıkan 511 keV çizgisi. Bu sinyal bize evrendeki antimaddenin dağılımı hakkında önemli ipuçları veriyor. Şekil 2 gama ışını mekanizmalarını özetlemektedir.

Gama ışınlarını önemli kılan diğer bir nedense, üretilen kaynakların çeşitliliği. Yakından uzağa doğru gidersek, güneş parlamaları, Gökadamız'daki kara delikler, atarcalar ve süpernova kalıntıları, diğer gökadalaların merkezlerindeki aktif büyük kütleli kara delikler ile daha da uzaklarda dev yıldızların çökmesi ya da nötron yıldızlarının birleşmesi sonucu ortaya çıkan gama-ışını patlamaları parçacıkların hızlanarak gama ışınlarını oluşturduğu merkezler.

Ayrıca, yüksek enerjili ve küçük dalga boylu gama ışınları çok da emilmeden kalın toz ve gaz bulutlarından geçebilirler. Gama ışınları başka dalga



Şekil 2. Gama ışını oluşturan mekanizmalardan bazıları.

boylarında gözlenmesi mümkün olmayan ve toz bulutlarının arkasında ya da içinde kalan cisimler hakkında bilgi edinmemizi sağlar.

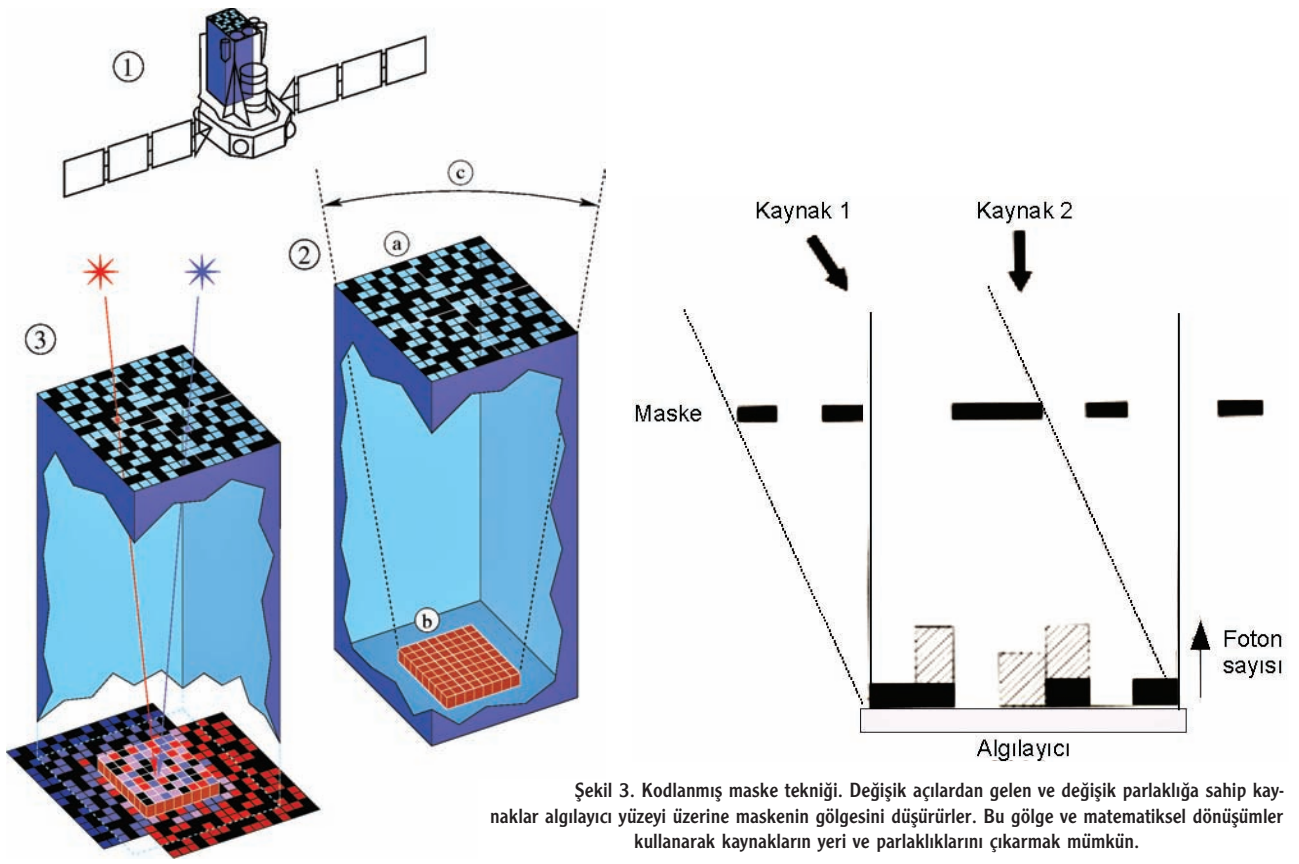
## GAMA IŞINLARIYLA ASTRONOMİNİN ZORLUĞU

Yüksek enerjili ve küçük dalga boylu olmanın avantajı olduğu kadar dezavantajı da var. Gaz ve toz bulutundan geçip giden gama ışınları, ince algılayıcılardan da durmadan geçip gidebiliyorlar. Algılayıcıları çok kalın yaparsanız bu sefer elektronik gürültü ve arkaalan ışınması artıyor. Ayrıca, gama ışınları, görünür dalga boyundaki ışık gibi mercekler ve aynalar kullanarak odaklanamıyor. Zorluk burada da bitmiyor. Dünya atmosferi gama ışınlarına geçirgen değil, dolayısıyla gözlemler uydularla yapılmak zorunda. Parlak gama ışını patlamaları hariç, gökbilim kaynakları çok az gama ışını üretebiliyorlar. Buna karşılık uzayda her yönden gelen yüklü parçacıklar, uyduya çarpıp çok miktarda gama-ışını üretiliyorlar. Uyduda oluşan gama ışınları, astronomik kaynakla bir ilgileri olmadığı için uydusal arkaalan ışınımını oluşturuyorlar. Bunun dışında uzayın her yönünden gelen ve yine bakılan kaynakla ilgisi olmayan bir evrensel arkaalan var. Kaynaktan gelen gerçek sinyalle arkaalandaki gürültüyü birbirinden ayırmak için bir kaynağa günlerce bakmak gerekebiliyor. Bu da belli zamanda gözlenebilir kaynak sayısını düşürüyor.

## KODLANMIŞ MASKE TEKNİĞİ

Alışıl gelmiş tekniklerle gama ışınlarını odaklayamıyorsak kaynakları nasıl görüntüleyebiliyoruz. Bir başka deyişle hangi gama ışını fotonunun hangi kaynaktan geldiğini, uzayda hangi yönden geldiğini nasıl buluyoruz? (gama ışını kaynakları çok sönük olduğu için algılayıcılarda fotonlar tek tek sayılır ve enerjileri kaydedilir).

Bu iş için kullanılan en yaygın yöntem, kodlanmış maske tekniği [1]. Şekil 3'de örneği görülen maskeler, üzerlerine özel geometrik şekiller işlenmiş ince ya da kalın metal parçalarıdır. Gama ışınlarının bazıları maskedeki boşluklardan geçerek algılayıcı yüzeyine



Şekil 3. Kodlanmış maske tekniği. Değişik açılardan gelen ve değişik parlaklığa sahip kaynaklar algılayıcı yüzeyi üzerine maskenin gölgesini düşürürler. Bu gölge ve matematiksel dönüşümler kullanarak kaynakların yeri ve parlaklıklarını çıkarmak mümkündür.

düşüyorlar. Bazıları ise maskenin metal kısmına çarpıp emiliyorlar. Sonuç olarak algılayıcı yüzeyinde maskenin bir gölgesi oluşuyor, gölgenin şekli de fotonların geldiği yöne bağlı. Tabii ki iş biraz daha karışık, çünkü kodlanmış maskelerin görüş alanı genelde geniş ve bu yüzden değişik pozisyonlardaki ve parlaklıklardaki birçok kaynağın gölgesi aynı anda yüzeye düşüyor. Eğer maskenin geometrik kodlanması akıllıca yapılmışsa, matematiksel dönü-

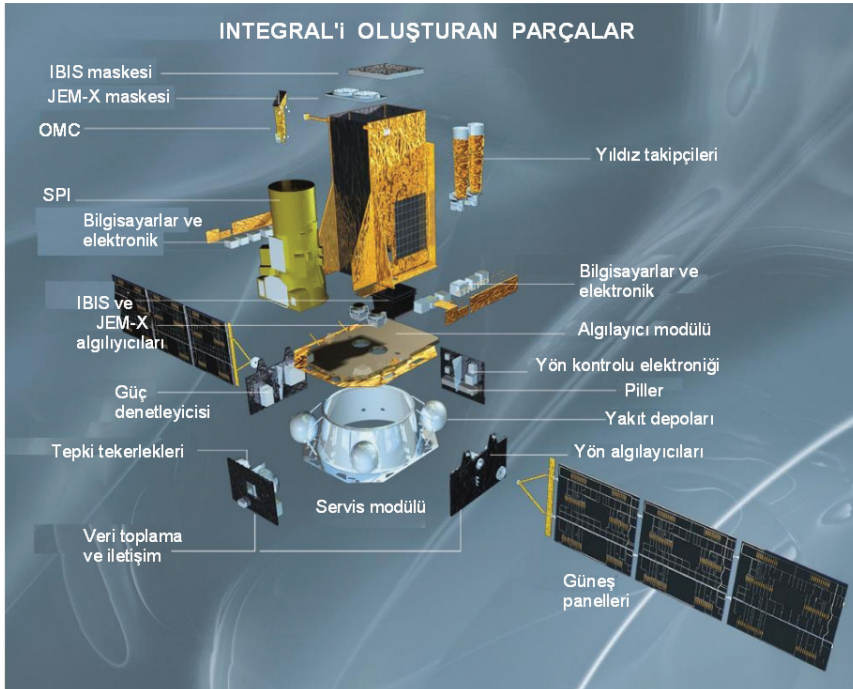
şümler kullanılarak her bir kaynağın yeri ve parlaklığı tespit edilebiliyor.

## INTEGRAL

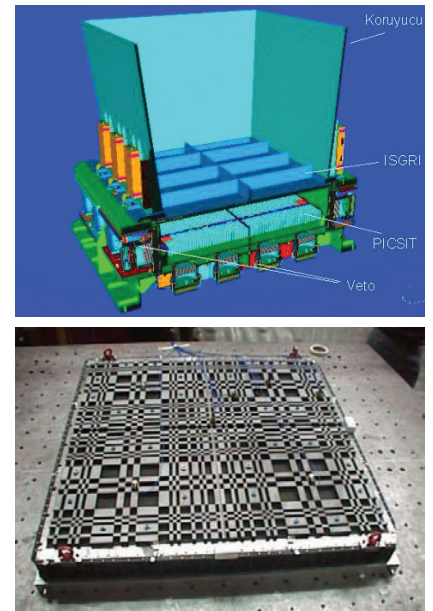
Avrupa Uzay Ajansı ESA ağırlıklı bir uydudur olan INTEGRAL, (INTErnational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory, Uluslararası Gama-ışını Astrofizik Laboratuvarı) 2002 yılında fırlatıldı. Üzerinde iki ana gama-ışını sistemi, iki de daha düşük enerjilerde çalışan yardımcı sistem bulunuyor. Şimdi bu

ana sistemlere ayrıntısıyla bakalım:

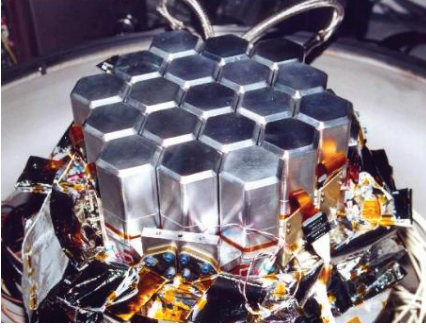
IBIS: İnce (1.6 cm) kodlanmış maskenin altında iki algılayıcı yüzeyinden oluşuyor. Özellikle düşük gama ışını enerjilerinde görüntüleme yapmak üzere tasarlandı. Üstte 20-200 keV aralığında çalışan ve özellikle yakın kaynakları birbirinden ayırabilen ISGRI algılayıcısı, altta ise 200 keV üzerinde çalışan PICSIT algılayıcısı bulunuyor. ISGRI birbirine 2 açı dakikası (derecenin otuzda biri) uzaklıktaki kaynakları bir-



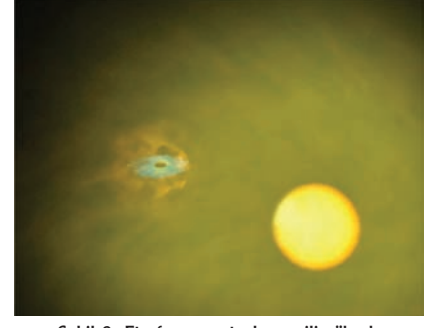
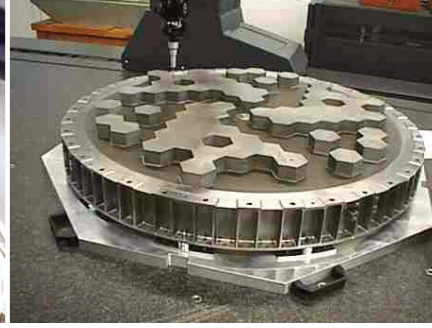
Şekil 4. INTEGRAL uydusunu oluşturan parçalar.



Şekil 5. Sol: IBIS algılayıcısının mühendislik çizimi. Üstte düşük enerjili ışın için tasarlanmış ISGRI, altta ise ISGRI'de durdurulmadan geçen yüksek enerjili ışın için PICSIT. Sağ: IBIS algılayıcısının maskesi.



Şekil 6: Sol: 19 yarıiletken Ge SPI algılayıcıları. Yüksek enerjilerde çalışması için kalın tasarlanmışlardır. Sağ: SPI maskesi. Gene yüksek enerjileri durdurabilmek için tasarlanmıştır. Burada gösterilmeyen, ama sistemi tamamlayan bir soğutucu sistemi, veto sistemi ve koruyucusu da vardır.



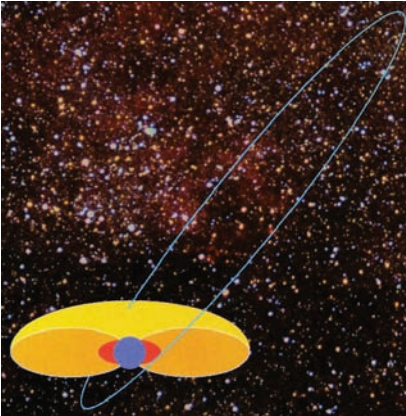
Şekil 9. Etrafı gaz ve tozla çevrili yüksek kütleli yıldız ve çevresinde dönen karadeliğe ya da nötron yıldızı.

birinden ayırabiliyor, bir başka deyişle görüntüleme çözünürlüğü yüksek.

SPI: Kalın (3 cm) kodlanmış maskenin altında gene kalın Germanyum algılayıcılardan oluşuyor. Yüksek enerjilerde nükleer çizgileri birbirinden ayırmak için tasarlanmıştır. 20 keV – 10,000 keV enerji aralığında çalışır ve aralarında sadece 2 keV olan nükleer çizgileri birbirinden ayırdedebiliyor. Buna karşılık açıl olarak en fazla birbirine bir kaç derece yakınlıktaki cisimleri ayırdedebiliyor. Yani görüntüleme çözünürlüğü düşük ama enerji çözünürlüğü yüksek.

JEM-X ve OMC: JEM-X düşük enerjili X-ışınlarında (3-10 keV) çalışan küçük bir sistemdir. Daha ince kodlanmış maske kullanıyor. OMC ise küçük bir optik teleskop. Bunlar ana sistemleri tamamlayıcı nitelikte.

INTEGRAL, kaynakları uzun süreler boyunca gözlemek zorunda olduğu için basık bir yörüngeye oturtulmuştur.

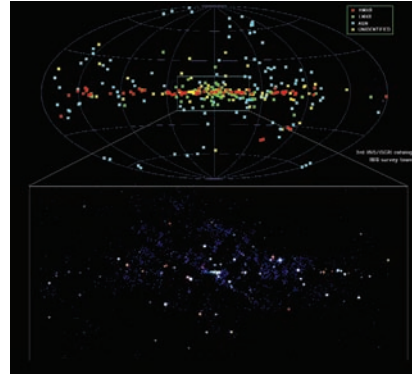


Şekil 7. Integral uydusunun yörüngesi. Ortadaki mavi küre Dünya'yı, etrafını saran simit ise Dünya'nın manyetik alanının güçlü olduğu kısımları gösteriyor. Integral'in basık yörüngesi çoğu zaman Dünya'dan uzak olduğu için kaynakları kesintisiz gözleyebiliyor. Fakat bunun dezavantajı da dünyanın manyetik alan şemsiyesinin dışında kalması, yani yüksek enerjilerdeki yüklü parçacıklara daha fazla maruz kalması.

## INTEGRAL'IN BAŞARILARI

Fırlatıldığından bu yana INTEGRAL Gama-ışını gökbiliminin cevap verilememiş sorularına yanıt buldu, bununla kalmayıp daha önce varlığı bilinmeyen yeni bir sınıf gökbilimsel kaynağın varlığını belirledi, ve kaynakların daha önce bilinmeyen özelliklerinin ortaya çıkmasını sağladı. Şimdi hem gama ışını kaynaklarına tek tek bakalım, hem de INTEGRAL'ın başarılarına değinelim.

1. Gökada'nın merkezindeki arkaalanın noktasal kaynaklara ayrılması:

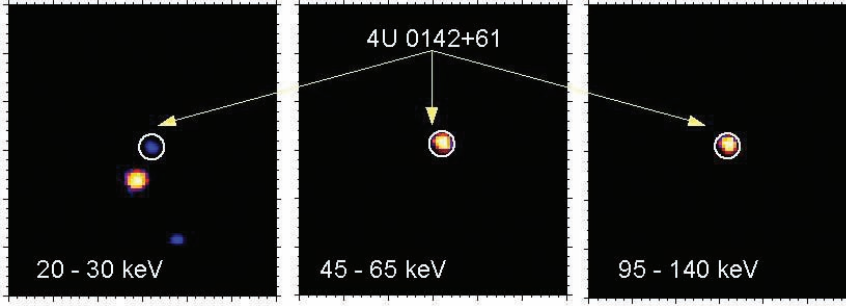


Şekil 8. ISGRI'nin bulduğu tüm kaynaklar ve Gökadamızın merkezindeki kaynaklar.

Gama ışını gökbiliminin cevaplanamamış en önemli sorularından biri Gökadanın merkezinde görülen arkaalan ışınımının kaynağıydı. Bu konuda iki alternatif söz konusu, birincisi nokta kaynaklar (özellikle çift yıldız sistemleri), ikincisi ise homojen dağılmış bir kaynak (mesela gaz). F. Lebrun ve arkadaşları, INTEGRAL'in ISGRI algılayıcısının açıl ayırma özelliğini kullanarak Gökada merkezindeki ışınımın noktasal kaynakların bir toplamı olduğunu gösterdi. Yandaki şekilde INTEGRAL'in şimdiye kadar gözlediği 420 kaynağı ve Gökadamız'ın merkezinin yakın çekimi görünüyor.

2. Yeni kaynakların keşfi: Gama ışınlarının en önemli özelliklerinden birisi gaz ve toz bulutlarının arasından geçebilmesi. Bu, iyi çözünürlükle birleşince, özellikle Gökada merkezine yakın yeni bir kuşak kaynaklar INTEGRAL tarafından ortaya çıkarıldı. Bu kaynaklar aslında birer çift yıldız sistemi. Yıldızlardan bir tanesi nötron yıldızı ya da kara delik. Nötron yıldızları ve kara delikler yüksek kütleli yıldızların evrimlerinin sonucu ortaya çıkarlar. Diğeri ise genç, yüksek kütleli bir yıldız. Genç yıldızdan kara delik ya da nötron yıldızına kütle aktarılıyor ve bu kütle aktarımı sırasında ortaya çıkan yüksek sıcaklıklardaki elektronlar Compton saçılması yöntemiyle gama ışınlarının ortaya çıkmasını sağlıyorlar. Fakat genç yıldızdan kaynaklanan yıldız rüzgarı tüm sistemin kalın bir gaz ve toz bulutu içinde bırakıyor. Bu da düşük enerjili fotonların sistemden çıkmasını, dolayısıyla bizim bu sistemi farketmemizi engelliyordu, ta ki INTEGRAL bakana kadar.

3. Garip X-ışını Atarcalarında (GXA) ve Yumuşak Gama ışını Tekrarlayıcılarından (YGT) gelen yüksek enerji ışınımının keşfi: GXA'lar ve YGT'ler Gökadamız'da genel atarca ışına özelliklerine uymayan iki değişik sınıf atarca. Madde akışını besleyebilecek bir çift yıldız sistemine dahil değiller, yaydıkları enerji de sadece dönmelerinden dolayı yayabilecekleri enerjilerden çok daha yüksek. Arada sırada düşük gama ışınlarında patlama yapan bu kaynakların durgun tayfları çok yumuşak, yani bir kaç keV'den 10 keV civarına çıkıldığında bu sistemlerden çok az foton geliyor. Parlama özellikleri ve yaşama özelliklerine bakarak bu atarcaların 1015 Gauss mertebesinde, yani normal atarcaların 1000 katı büyüklükte yüzey manyetik alanlara sahip ol-



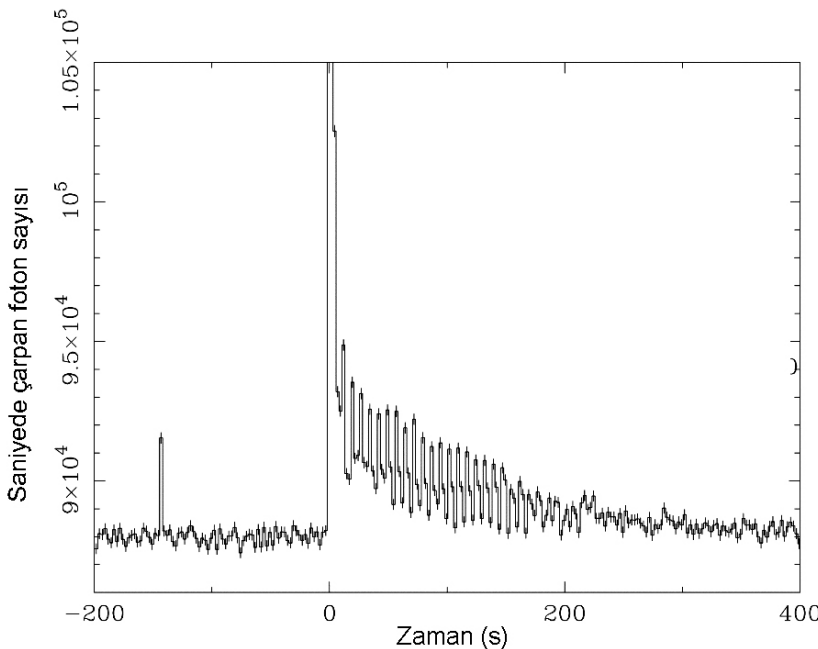
Şekil 10. Garip X-ışını Atarcılarında (GXA) yüksek enerjili ışımın keşfi. 4U 0142+61 kodlu GXA, şekilde görüldüğü gibi düşük enerjilerde parlak başka bir kaynaktan sadece 6 açı dakikası uzaklıkta. Daha önceki ayırma gücü düşük algılayıcılarla yapılan gözlemlerde yüksek enerjilerdeki tüm ışımın bu kaynaktan geldiği düşünülüyordu. ISGRI, 2 açı dakikalık çözünürlüğü sayesinde yüksek enerjili ışımın sanılanın aksine GXA'dan kaynaklandığını tespit etti (den Hartog, Kuiper, Hermsen 2004).

duğu düşünülüyor. O yüzden bunlara “manyetar” da deniyor. Bu manyetik alanın büyüklüğünü şöyle görebiliriz, Dünya'nın yüzey manyetik alanı sadece 0.5 Gauss. Dünya laboratuvarlarında üretilebilen en büyük manyetik alan 108 Gauss, yani manyetar yüzeyinden 10 milyon kez daha küçük bir alan!

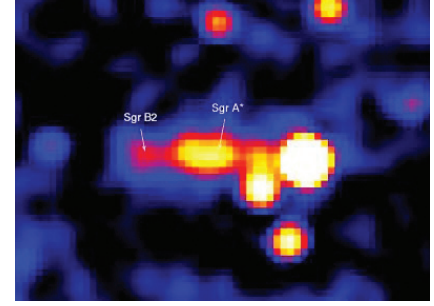
INTEGRAL 2002 yılında bu kaynaklardan birisinin 20 keV üzerinde ışımaya başladığını gördüğünde gökbilim dünyasında büyük bir sürpriz oldu. Halâ tam olarak ışımın kaynağı anlaşılammış olsa da, yüksek manyetik alanlarla bir ilgisi olduğu düşünülüyor. INTEGRAL dünya laboratuvarlarında elde edilemeyecek yerçekimi kuvveti ve manyetik alanlarda teorik çalışmaları sınımamıza yardım ediyor!

4. YGA süper patlaması: Yüksek manyetik alana sahip YGA'lar düşük

gama ışınlarında yaptıkları patlamalar dışında, nadiren de olsa, çok kuvvetli patlamalar yapabiliyorlar. Süper patlama denilen bu patlamalardan bir tanesi 27 Aralık 2004 tarihinde yaşandı. SGR 1806-20 kodlu kaynaktan yaşanan patlama o kadar kuvvetliydi ki o sırada kaynağa göre Dünya'nın önünde yer alan tüm uydu gözlemcileri kendilerini korumak için elektronik sistemlerini kapatmak zorunda kaldılar. Dünya'nın arkasında kalanlar da Ay yüzeyinden yansıyan gama ışınlarını kaydettiler. INTEGRAL uydusuna ise bu patlama maskenin olduğu ön taraftan değil, ama yan taraftan geldi. Buna rağmen patlamanın ilk kısmında elektronik devreler kendisini kapattı. SPI sistemine maskeden değil de kenarlardan gelen ışımın ayırmak için düzenlenen veto algılayıcısı patlamayı kaydetti (Şekil 11'e bakınız). SPI ile yapı-



Şekil 11. SGR 1806-20 kodlu YGA'nın süper patlaması sırasında SPI veto algılayıcısı ile belirlenmiş ışık eğrisi. İnip çıkan tepeler nötron yıldızının kendi etrafında dönme periyoduna karşılık geliyor.



Şekil 12. Gökadamız'ın merkezindeki gama ışını kaynağı, ve çevresindeki diğer kaynaklar. INTEGRAL'den önce Gökada merkezi tek bir kaynak gibi gözüküyordu.

lan çalışmalar patlamanın şiddetinin, ilk tepede 1037 Joule, daha sonra kuyrukta 1035 Joule olduğunu göstermiştir. Dünyadaki en şiddetli nükleer bombaların yaydığı enerjinin 1015 Joule olduğunu düşünürsek bu patlamanın şiddetinin büyüklüğünü daha iyi anlayabiliriz.

5. Gökadamız'ın merkezini öğrenmek: INTEGRAL özellikle Gökada merkezine yakın birçok keşfedilmemiş çift yıldız sistemi buldu. Bununla da kalmadı, Gökada'nın merkezinde olduğu düşünülen yüksek kütleli kara deliği (3 milyon güneş kütleli) hem gama ışınlarında gözlemledi, hem de tarihi hakkında bize bilgi verdi. Şekil 12'de hem Gökadamız'ın merkezindeki kara delik kaynağını (Sgr A\*), hem de yanındaki Sgr B2 kaynağının ISGRI ile elde edilmiş görüntüsü var. Gökadamız'ın merkezindeki kara delik etkin bir kaynak değil. Başka gökadalardan merkezlerindeki kara delikler bizimkinden 1000 kat ya da daha fazla parlak olabiliyorlar. Bunlara etkin gökada çekirdekleri deniyor. Ama bu bizim merkezin geçmişte de hep durağan olduğu anlamına gelmiyor. Sgr B2 bir moleküler hidrojen bulutu. Bu buluttan gelen ışımın özellikleri bir süre önce çok parlak bir kaynak tarafından ısıtıldığını gösteriyor. Gökada merkezinden 350 ışık yılı uzaklıktaki bu bulut bize Gökada'nın merkezinin daha sadece 350 yıl önce şimdikinden kat be kat daha parlak olduğunu gösteriyor.

6. Gökadalardan merkezlerindeki yüksek kütleli kara deliklerden bahsetmişken, Şekil 13. Etrafı tozla çevrilmiş aktif gökada çekirdeğinin temsili resmi.

INTEGRAL yeni birçok böyle kaynak buldu. Bu kaynaklar kozmik ga-



Şekil 14. Gökadamız'daki karışık maddenin SPI ile ölçülmüş dağılımı. Karışık maddenin çoğu merkezin etrafındaki 'şişkin bölge'de yoğunlaşmıştır. (Knodlseder 2005)

ma ışını arkaalanı için kilit görevi görüyorlar. Şimdiye kadar, Gökadamız'ın merkezinde olduğu gibi, kozmik arkaalanın da nokta kaynaklardan oluştuğu, bu nokta kaynaklarının çoğunun da toz bulutlarının arkalarında saklanan aktif gökada çekirdekleri olduğu düşünülüyordu. Ama INTEGRAL bu kaynaklardan yeterince bulamadı. Yani kozmik gama ışını arkaalanı hala çözümü bekleyen bir problem olarak karşımızda duruyor.

7. Gökadamız'daki karışık maddenin dağılımı. Elektronların ve karşı-maddesi olan pozitronların birleşmesi sonucu 511 keV enerjisinde fotonlar oluşur. SPI algılayıcısı, Gökadamız'daki 511 keV fotonlarının dağılımına bakarak karışık maddenin kaynaklarını aramaktadır. İlk belirlemeleri karışık maddenin sadece merkezde değil, diskte değil ama merkezin çevresindeki 'şişkin bölge' olarak adlandırılan kısımda olduğunu bulmuştur. Bu şaşırtıcı sonuç olası karışık madde kaynaklarını sınırlamıştır. Son gelişmeler ise, az da olsa, diskten de gelen bir sinyal olduğu yo-



Şekil 15. Gama ışını patlamasının artistik betimlenmesi.

lundadır. Bu, özellikle kara delik içeren çift yıldız sistemlerini ciddi bir karışık madde kaynağı olasılığı olarak ön plana çıkarmaktadır.

7. INTEGRAL ve gama-ışını patlamaları. Gama-ışını patlamaları (GIP) evrenin en şiddetli patlamalarıdır. Patlamaların kaynağı olarak iki ayrı görüş vardır, dev bir yıldızın çökmesi (hipernova), ya da iki nötron yıldızının birbiriyle kaynaşması. Patlamaların enerjisi 1045 Joule ile 1047 Joule arasındadır (bir megatonluk nükleer patlamanın 1015 Joule olduğunu bir kez daha hatırlatalım). Evrendeki çok uzak galaksilerde meydana gelen bu patlamalarda, enerjinin büyük kısmı gama ışınlarıyla yayılır. GIPler bazen şans eseri INTEGRAL'ın görüş alanı içerisinde oluyor ve detaylı incelenebiliyor. Bazen de kenardan uyduya çarpıyorlar. Bu sefer de veto düzeneğini kullanarak yaklaşık enerjileri, ve başka uydulardan gelen verileri kullanarak patlamanın yönü tespit edilebiliyor. INTEGRAL günde ortalama bir GIP tespit ediyor ve uzaydaki ve yerdeki diğer göz-

lemeverlerini uyararak patlamanın her evresinin incelenmesini sağlıyor.

Şans eseri görüş alanı içine düşen bir GIP, GRB 031203, diğerlerinden ayrılıyor, çünkü bu şimdiye kadar incelenmiş en düşük enerjili, ve bize en yakın gama ışını patlaması. Tipik patlama enerjilerinden bin kat daha az enerjiye sahip olan bu patlama yepyeni bir GIP ailesinin bulunmuş ilk üyesi olabilir. Üstelik çok yakınımızda bulunduğuna göre, diğer tiplere göre çok daha sık oluşan bir GIP türü olmalı. Bu sönük GIPler bizim onları keşfetmemizi bekliyor.

## SONUÇ

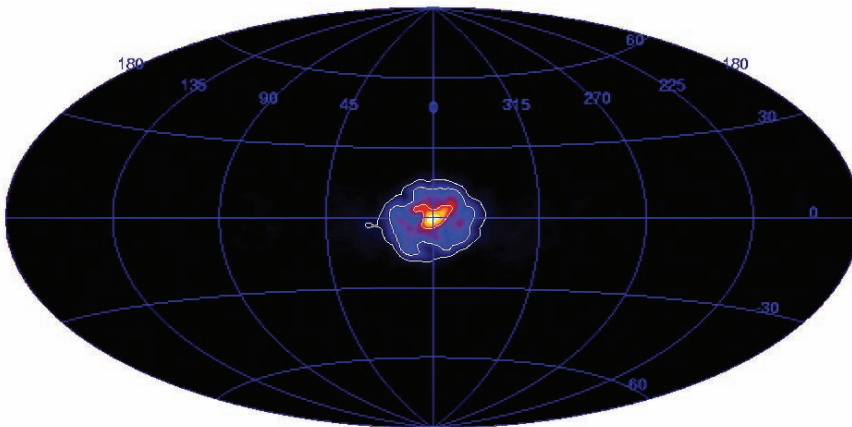
Yukarıda verilen örnekler INTEGRAL'ın başardıklarının sadece bir kısmı. INTEGRAL her gün gözlemlerine devam ediyor ve evrenin en şiddetli patlamaları, en yüksek manyetik alanları, en kuvvetli kütle çekimleri hakkında bize ipuçları vermeye, Dünya laboratuvarlarında test edemeyeceğimiz teorilere gözlemsel anlamda ışık tutmaya devam ediyor.

Emrah Kalemci

Avrupa Komisyonu 6. Çerçeve Uluslararası Geri-kaynaşım Programı MIRC-CT-2005-017203 kodlu proje ile desteklenmektedir. EK Ali Alpar, Defne Üçer ve Işıl Erdeve'ye teşekkür eder.

### Kaynakça

- [1] [www.sron.nl/~jeanz/cai/coded.html](http://www.sron.nl/~jeanz/cai/coded.html)
- [2] [www.isdc.unige.ch](http://www.isdc.unige.ch)
- [3] Lebrun ve ark., Nature, (2004), 428, 293
- [4] [www.esa.int/sci/mediacentre/release2003.html?release=47](http://www.esa.int/sci/mediacentre/release2003.html?release=47)
- [5] den Hartog ve ark., Astronomer's Telegram # 293
- [6] [www.esa.int/esaCP/SEMCEMNVGE\\_index\\_0.html](http://www.esa.int/esaCP/SEMCEMNVGE_index_0.html)
- [7] [www.mpe.mpg.de/gamma/Highlights/PR20050218](http://www.mpe.mpg.de/gamma/Highlights/PR20050218)
- [8] [www.esa.int/SPECIALS/Integral/SEMCKP03E4E\\_0.html](http://www.esa.int/SPECIALS/Integral/SEMCKP03E4E_0.html)
- [9] [www.esa.int/esasc/SEMGM6BUQPE\\_index\\_0.html](http://www.esa.int/esasc/SEMGM6BUQPE_index_0.html)
- [10] Knodlseder ve ark., Astronomy and Astrophysics, (2005), 441, 513
- [11] [www.esa.int/SPECIALS/Integral/SEMV9POXDYD\\_0.html](http://www.esa.int/SPECIALS/Integral/SEMV9POXDYD_0.html)
- [12] [www.sciops.esa.int/index.php?project=INTEGRAL&page=Press\\_Releases](http://www.sciops.esa.int/index.php?project=INTEGRAL&page=Press_Releases)



Şekil 14. Gökadamız'daki karışık maddenin SPI ile ölçülmüş dağılımı. Karışık maddenin çoğu merkezin etrafındaki 'şişkin bölge'de yoğunlaşmıştır. (Knodlseder 2005)