



Yüzünü gökyüzüne çeviren herkes, parıldayan noktaların oluşturduğu desenin ne olduğunu merak eder. Hayâl gücünü harekete geçiren bu merak yüzyıllardır birçok söylenceye esin kaynağı olmuştur. Günümüzde bile Marslı yeşil yaratıklar, UFO'lar, hayatımızı yönlendiren yıldızlarla ilgili söylentiler dolaşıyor. Bu söylence ve söylentiler bir yana Evren'de ne olup bittiğini anlamanın tek yolu var: Gözlemlemek!

Evren'e Çevrilmiş Gözler

Uzay Teleskopları

Türkiye Bilimler Akademisi Üyesi ve ODTÜ Fizik Bölümü öğretim üyesi Prof. M. Ali Alpar, 29 Şubat 1996 tarihinde, Türk-İngiliz Kültür Derneği'nde yaptığı konuşmada uzay teleskoplarından ve Türkiye'nin katıldığı ilk uluslararası uzay araştırma projesi Spektrum X-Gama Uydusu'ndan söz etti. Aşağıdaki yazı bu konuşma temel alınarak derlenmiştir:

İnsanoğlu gökyüzününüzün gizini çözmek için binlerce yıldır gözlem yapıyor. İlk zamanlar çıplak gözle yapılan gözlemler, teleskopların icat edilmesiyle gökyüzü ile ilgili yargıları ve zanları sarsacak güçlü bilgiler taşımaya başladı. Günümüzde ise Evren, sadece yer teleskoplarıyla değil, uzayda uydular üzerinde taşınan teleskoplarla da gözleniyor. Atmosferin geçemediği X ve gama ışınlarını toplayan uzay teleskopları,

astrofizikçilere, yıldızları, gezegenleri, karadelikleri, Evren'in bütün yapısını gözlemleme olanağı veren yeni pencereler açıyorlar.

Optik Teleskoplar

Merceğin kullanılmaya başlanmasından hemen sonra, Galileo Galilei (1564-1642) dürbüne benzeyen ilk teleskoplardan birini gökyüzüne çevirdi ve Jüpiter'in aylarını, Satürn'ün halkasını gördü. Bu ilk gözlemler, Dünya'nın Evren'in merkezi olduğu ve Güneş'in,

Dünya etrafında döndüğü düşüncesine ciddi bir darbe indirerek bilimsel bir devrim yarattı. Optik teknolojisinin ilk ürünlerinden biri olan teleskop, Dünya'nın sıradan bir gezegen, Güneş'in de birçok benzeri gibi sıradan bir yıldız olduğunun anlaşılmasını sağladı.

17. yüzyıldan itibaren ışığı ayna yardımıyla bir yerde toplayan büyük teleskoplar yapıldı. 20. yüzyılda bu büyük teleskoplarla Evren'in yapısı çözülmeye başlandı. Edwin Hubble, 1929'da gökadalardan Dünya'dan tüm yönlerde uzaklaştığını, yani Evren'in ortak bir hareket

Uzaydaki Compton Gama Işını Gözlemevi'nde bulunan gama teleskopu EGRET'in bir yıllık gözlem sonucunda elde ettiği bu görüntü, 50 Mev'dan yüksek enerjiye sahip gama ışınlarını gösteriyor. Ortadaki sarı şerit, Samanyolu'nun gama ışımasının görüntüsüdür. Görünen diğer noktasal ışımlar, bazı uzak gökadalardaki kuazarlardır. Bunlar, bizim gökadamıza göre en az 10 000 kere daha fazla enerji yayarlar.



yaptığını gösterdi. Astronominin önemli kilometre taşlarından biri olan Hubble Yasası ile Kozmoloji gözlemsel bir bilim oldu. Aynalı optik teleskopların teknolojisinin de sınırlarına ulaşıldı. Bu teleskoplarda, görüntüyü büyötmek için mekanizmayı da büyötmek gerekir. Ama mekanizmayı büyötmek teleskopun ağırlığını artırır ve hantallaşmasına yol açar. Ayrıca, daha iyi ve net görüntü elde etmek için optik elemanların iyi tasarlanması gerekir. 1960'larda Rusya'da yapılan ve 6 m çapında aynası olan bir teleskop, büyük olmasının yarattığı sorunlar nedeniyle beklenen performansı gösterememişti. Yer gözlemeylerinde bulunan optik teleskopların sınırlılığı ve atmosferin titreşim ve görüntü bozulmalarına yol açan olumsuz etkisi, gözlem için uzaya bir teleskop gönderme fikrini doğurdu. Bilindiği gibi, ünlü Hubble Uzay Teleskopu 25 Nisan 1990'da uzayda yörüngeye yerleştirildi. Öte yandan son on yılda optik teleskopların sınırları yeni teknolojik gelişmelerle aşıldı. Büyük bir ayna yerine küçük aynalardan oluşan, yüzey alanı büyük teleskoplar yapıldı. Yeni malzemelerden yapılmış daha hafif aynalar, elektronik devrelerle birbirine bağlanarak geri besleme sistemi oluşturuldu. Bu sistem, bozuk imajı algılayan bilgisayarlara, esnek maddeden yapılmış düzeneği oynatarak görüntüyü düzeltebilme olanağı sağladı. Böylece yer teleskopları, Hubble Uzay Teleskopu'nun gönderdiklerine eşdeğer görüntüler elde etmeye başladı. İyi işleyen yer teleskopları sayesinde, uzaya optik teleskoplar çıkarmak artık o kadar öncelikli değil. Peki, astrofizikçiler neden hâlâ uzaya teleskop çıkaracak projeler üzerinde çalışıyorlar?

Elektromanyetik Spektrum

Yüzyıllar boyunca insanoğlu gökyüzünü sadece görölebilen dalga boylarındaki ışıqla inceledi. Ama, gök cisimlerinin bunun dışında elektromanyetik ışıma yapabileceğine ilişkin ilk bulgular, 19. yüzyıl fizikçilerinin yaptığı çalışmalarla belirlemeye başlamıştı. Yapılan deneylerle morötesi ve kızılötesi ışınların varlığı ortaya çıkarıldı. 1870'de İskoçyalı fizikçi J. Clerk Maxwell (1831-1879), ışığın değişen elektrik ve manyetik alanlardan oluşan bir dalga olduğunu gösterdi. Maxwell'in teorisine göre, gözle görölebilen ışığın dalga boylarından başka dalga boylarında da elektromanyetik dalgalar yayılabilir. 1888'de Alman fizikçi H. Rudolph Hertz (1857-1894) kızıl ötesinden çok daha büyük dalga boyuna sahip ışımları, radyo dalgalarını buldu. 1895'de Alman fizikçi Conrad Röntgen (1845-1923) X-ışınlarını (Röntgen ışınları) buldu. Bilindiği gibi X-ışınlarının dalga boyları, morötesi ışımların dalga boylarından daha küçüktür. 1900'de Fransız fizikçi P. Ulrich Villard (1860-1934), dalga boyu X-ışınlarının dalga boyundan da küçük olan gama ışınlarını keşfetti. Bütün bu önemli keşiflerin sonucunda elektromanyetik dalgaların, dalga boylarına göre sıralandığı "elektromanyetik spektrumun" tümü öğrenilmiş oldu. En küçük dalga boylu ve en yüksek enerjili gama ışınlarını, X-ışınları, morötesi ışıma, görölebilen ışık, kızılötesi ışıma, en büyük dalga boylu ve en düşük enerjili radyo dalgaları izler.

Dünya atmosferi sadece ışık ve radyo dalga boylarında geçirendir. İnsan gözü, dalga boyu 3900 Å - 7500 Å olan ışığı al-

gılar (1000 Angstrom = 1/100 000 cm). Bu duruma şaşmamak gerek. Dünya'da evrimleşen canlılar olarak sadece bu dalga boylarına duyarlı olan ve diğer dalga boylarından zarar gören bir organizmaya sahip olmamız bir rastlantı değildir.

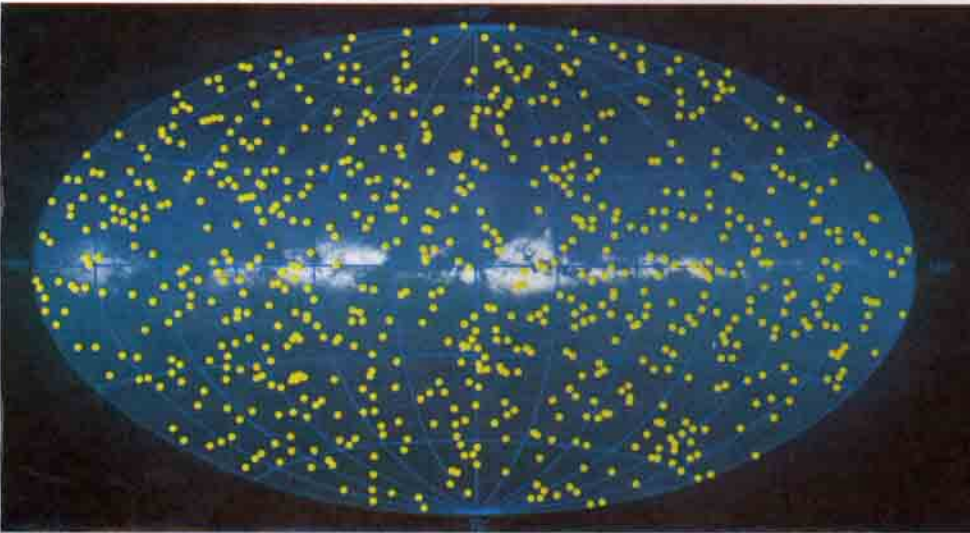
Gök cisimleri, tüm dalga boylarında elektromanyetik ışıma yayarlar. Örneğin, uzaydan radyo dalgaları geldiğini, ilk kez 1930'larda amatör astronomlar keşfetti. Gelen radyo dalgaları, yeryüzünde büyük çanak antenlerden oluşan radyo teleskoplarla incelenebilir. Ama, yıldızların yaydığı X ve gama ışınlarını incelemek istiyorsak atmosferin üzerine çıkmamız şart.

Atmosferin Üstüne Nasıl Çıkılır?

1950'lerden bugüne gözlem amacıyla atmosferin üst tabakalarına balonlar ve roketler gönderilmektedir. Bu araçların üzerine yerleştirilmiş detektörler ile X ve gama ışını gözlemleri yapılır. Kontrol etmesi oldukça güç olan balonlar, atmosferde yeterince yükseğe çıkamadıkları, roketler ise uçuş ve veri toplama süresi sınırlı olduğu için yeterli değildirler. X ve gama ışın gözlemleri için en verimli yol, atmosferin üstünde yörüngeye bir teleskop yerleştirmektir.

Bir cisme yeterli hız verildiğinde, onu dünya yörüngesinde bir yere oturtmanın mümkün olduğu, Kepler kanunlarından biliniyor. Böylece uzaya uydu gönderilebilir ama bu iş, neredeyse tüm mühendislik dallarının alanına giren karışık problemler içerir. Uydunun optik ve elektronik tasarımının yanında, mekanik ve ısı dengesi, uydu üzerindeki araçlar arası ısı transferi ve titreşim sorunlarının da çözölməsi gerekir. Uydunun istenen yörüngeye yerleştirilebilmesi için çok güçlü bir roket gerekir. Yörüngede iken enerjisini Güneş'ten sağlayan uyduyu taşıyacak roketi imal etmek ve fırlatmak oldukça pahalı bir işlemdir. Bu maliyetin altından, ancak çok güçlü devletler veya uluslararası işbirliği ile gerçekleşen bi-

Yine Compton Gama Işını Gözlemevi'nden elde edilen bu görüntüdeki yeşil noktalar, gama ışını patlamalarını gösteriyor. Çok kısa zaman aralıklarıyla meydana gelen bu patlamalar, sanıldığından çok daha fazla gama ışını kaynağı bulunduğunu gösteriyor. Patlamaların galaktik koordinatlarındaki dağılımının, Samanyolu ile bir bağıntısı olmaması çok ilgi çekici bir noktadır.



limsel proje organizasyonları kalkabilir.

Dünya üzerinde yörüngedeki uydular iki grupta ele alınabilir:

(i) Dünya'yı gözleyen ya da Dünya'ya servis veren uydular, periyodu bir gün olan yörüngelerinde dönerek Dünya üzerinde hep aynı konumda kalırlar. Bunlar, telekomünikasyon uyduları gibi daha çok ticari amaçlı uydulardır.

(ii) Uzayı gözleyecek uydular ise Dünya'nın gölgesinde kalmamak ve daha geniş alanı tarayabilmek için yüksek ve/veya eksantrik (elips şeklinde) yörüngelere oturtulurlar. Daha çok bilimsel araştırmalar için gönderilen uydular bilimin gelişmesine ve Evren'in nelerden oluştuğunun anlaşılmasına yepyeni katkılar getirmiştir. Ayrıca uzun vadede uyduların araştırmaları ile gelişen teknoloji, sanayiye yeni uygulama alanları bulur.

Yörüngedeki bir uyduda, üzerindeki teleskoplar, detektörler, bunları yönlendirecek kontrol sistemleri, alınan verileri Dünya'ya gönderen iletişim sistemleri ve tümünü kontrol eden bilgisayarlarla atmosfer üstünde bir gözlemevi niteliğindedir.

Compton Gama Işını Gözlemevi, uyduların gözlemlerine verilebilecek örneklerden biridir. 1991'de Uzay Mekiği Atlantis tarafından taşınarak yörüngeye oturtulan Compton Gama Işını Gözlemevi, NASA'nın Hubble Uzay Teleskopu'nu takiben planladığı yörüngedeki ikinci büyük gözlemevi projesidir. Sadece morötesi ve görülebilir ışık dalga boylarına duyarlı olan Hubble Uzay Teleskopu'na karşılık, Compton, Evren'de yüksek enerjili gök cisimlerini gözlemlemekte kullanılacak, şimdiye kadar uzaya gönderilmiş gama ışını teleskoplarından çok daha büyük ve hassas olan dört farklı araç taşıyor (BATSE, OSSE, COMPTEL, EGRET). Optik fotonlarla karşılaştırıldığında yıldızlardan gelen gama ışını fotonlarının azlığı, belirli zamanda yeterli miktarda gama ışını toplamak için büyük aletlerin kullanılmasını gerektirir. Compton Gama Işını Gözlemevi de 17 tonluk ağırlığıyla şimdiye kadar yapılmış en ağır uzay aracı olma niteliğini taşıyor.

Görülebilir ışıktan 10 000 kere daha enerjik olan gama ışınları, nükleer reaksiyonlar sırasında ortaya çıkar. Elektromanyetik ışımanın analizi, Evren'deki fiziksel olayları açıklayan anahtar bilgiler sağla-

cağı için astrofizikçiler, yüksek enerjili gama ışınları gözlemlerini oldukça önemsiyorlar.

X-ışını gözlemleri de eşdeğer önemdedir. Yörüngedeki uydulara diğer bir örnek olarak gösterilebilecek ROSAT Uydusu, X-ışınlarını gözlemektedir. Amerika, İngiltere, Almanya ortak yapımı olan ROSAT 1990 yılında NASA'nın Delta II roketiyle uzaya fırlatıldı. Ayna yüzeylerinden çok düşük açılar yaparak yansıtılabilen X-ışınlarını odaklayabilmek için, iç içe dizilmiş aynalı tüplerin kullanıldığı bir X-ışını teleskopu taşıyan uyduda, binlerce bilinmeyen X-ışını kaynağı keşfetti. Güneş dahil bilinen hemen her tür yıldızın koronalarından, nötron yıldızlarından, çift yıldız sistemlerinden, bazı aktif galaksilerden ve galaksiler arası ortamdaki sıcak gazdan, X-ışınları yayılır.

Süpernova kalıntıları, beyaz cüceler, karadelik adayları, kuasarlar ve galaksi kümelerini gibi her türden X-ışını kaynaklarını inceleyen ROSAT, 1,5 yıl olarak planlanan kullanım süresini aşmış halde gözlemlerine devam etmektedir.

Spektrum X-Gama Uydusu

Uzayla ilgili olarak Türkiye'de uzaktan algılama ve iletişim alanında uyduların kullanımıyla ya da uyduların verilerinden yararlanarak çalışmalar yapıyor. Ülkemizde Dünya'nın iyonosferi ve manyetosferiyle ilgili uydularla deneylerle yapılan bilimsel araştırmalar yapıyor. Astrofizik alanında ise 1970'lerden beri çeşitli uzay teleskoplarından ve gözlem uydularından alınan verileri işleyerek çalışan bilim adamlarımız var. Türkiye bu birikimiyle, bir uluslararası astrofizik araştırma

uydusu olan Spektrum X-Gama Uydusu Projesi'ne bilimsel katkıda bulunacak.

Spektrum X-Gama Uydusu, 1997 sonu veya 1998 yılı başında Rusya'nın Proton roketi ile uzaya fırlatılacak. Rusya'nın öncülük ettiği ve Türkiye'nin ilk kez yer aldığı bu uluslararası uzay projesine katılan diğer ülkeler arasında İngiltere, Danimarka, İtalya, ABD, Almanya, Finlandiya, Macaristan, İsviçre ve İsrail de bulunuyor. Çeşitli tiplerde detektörler ve X-ışını teleskopları taşıyan uyduda, uzay cisimlerini X ve gama ışınlarını gözlemleyecek. Spektrum X-Gama Uydusu'nun oldukça eksantrik bir yörüngede seyretilmesi planlanıyor. Uydunun yörüngedeyken Dünya'ya en yakın 500 km, en uzak 40.000 km mesafede olacak ve dört günlük yörüngede 200.000 km yol katedecek. Günde 10 farklı kaynağa bakması beklenen Spektrum X-Gama, 3 gün veri toplayacak ve 4. gün verileri Dünya'ya iletecek.

Türkiye'nin TÜBİTAK kanalıyla temsil edildiği Spektrum X-Gama Projesi hazırlıkları ve araştırmalar, TÜBİTAK'ın Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü'nde kurduğu Yüksek Enerji Astrofizik Araştırma Ünitesi'nde sürmektedir.

Uzay teleskoplarının gözlemleri genelde yeryüzünde optik teleskoplarla yapılan gözlemlerle desteklenir. Spektrum X-Gama uydusu ile gözlenen X-ışını kaynaklarının optik teleskoplarla gözlenmesi, ilk kez TÜBİTAK'ın Antalya'da kurmakta olduğu Ulusal Gözlemevi'nde gerçekleştirilecek. Halen inşaat halindeki gözlemevine, Rusya ile yapılan anlaşma uyarınca, 1,5 m'lik bir teleskop getirilmiştir.

Bu uluslararası bilimsel projeye katılımın Türkiye için önemli bir yan sonucu bulunuyor. Uydunun teknolojik gelişimi diğer ülkelerle birlikte, Türk mühendisleri ve ilgili sanayi kuruluşları temsilcileri tarafından da izlenebilecek. Uluslararası düzeydeki bu bilgi ve teknoloji alışverişi, ülkemiz araştırmacıları ve sanayicileri açısından önemli bir fırsattır. Türkiye'nin, bundan sonraki uluslararası gözlemevi projesine bir detektör yaparak katılması amaçlanmaktadır.

Saadet Koç

ROSAT'ın 1. Haziran 1990'da Cape Canaveral'daki uzay üssünden bir Delta II roketiyle uzaya fırlatılışı.



Kaynaklar:
Alpar, A., Kızıldağ, Ü., "Spektrum X-Gama Uydusu", *Bilim ve Teknik Dergisi*, Haziran, 1994.
Anisimov, L., *Eyes on the Universe*, Houghton Mifflin Company, Boston, 1975.
<http://cosmic.gsfc.nasa.gov/jgcr.html>



Dört yanlış



Bir doğru

İşte her sınavdan önce aradığınız kalem...

Johann Faber Sınav Kalemi: Test sınavları için özel olarak geliştirildi. Türkiye'de tek.

Kolay açılır. Ucu kolay kolay kırılmaz. Yumuşak ve koyu yazar. Kolayca silinir.

Kalemde doğru seçenek... Johann Faber Sınav Kalemi. Her sınavdan bir kalemde geçmeniz için!

Kırtasiyenizden isteyin...

Johann Faber

S I N A V k a l e m i

