

GELECEK 10 YILDA GÖKBİLİM

Alp Akođlu

Evren bugünkü haline nasıl geldi? Gelecekte nasıl evrimleşecek? Evrenin bileşenleri nasıl meydana geldi? Yaşam nasıl ortaya çıktı? Gökbilimsel olaylar Dünya'yı nasıl etkiliyor? Gökbilimde en çok merak edilen bu soruların yanıtlanmasında yeni bin yılın ilk yıllarında önemli adımlar atılması düşünülüyor.

Gökbilim, ağırlıklı olarak gözlemsel verilere dayanan bir bilim dalı. Gökbilimin temel gözlem araçlarıysa, ister görünür ışığa, isterse elektromanyetik tayfın öteki dalga boylarındaki ışınımına (radyo, kızılötesi, morötesi, X-ışınımı ve gama ışınımı) duyarlı olsun, teleskoplardır. Gökcisimlerinden gelen ışık, gökbilimcilere renkli ve etkileyici görüntülerden daha fazlasını da sunar. Bir gökcisminin bize ulaşan ışığı, onun neden meydana geldiğini, ne kadar sıcak ve yoğun olduğunu, fiziksel çevresini ve bizden ne kadar hızlı uzaklaştığını anlatan bir bilgi paketidir.

Gökbilimdeki gelişime paralel olarak, bilgi birikimimiz hızlı bir biçimde artıyor. Önümüzdeki birkaç on yıl içinde, evrenin görebildiğimiz bölümlündeki milyarlarca gökada ve bizim

gökadamızdaki milyarlarca yıldız kataloglanmış olacak. Yakınıımızdaki binlerce yıldızın çevresindeki gezegen sistemi haritalanacak ve bunların yaşamı destekleyip desteklemediği araştırılacak. En uç durumların irdelenmesiyle, evren, varolan fizik yasalarının denendiği ve yenilerinin keşfedileceği dev bir laboratuvar olarak kullanılacak. Belki, bunlardan çok daha öteye giderek, evreni sadece bilmekle kalmayacak; onu anlama yolunda da önemli adımlar atacağız.

Evrenin Evrimi

Kuramsal çalışmalar ve gözlemler, evreni oluşturan büyük patlamanın günümüzden yaklaşık 13 milyar yıl önce meydana geldiği konusunda bir-

leşiyorlar. Büyük Patlamanın 13 milyar yıl önce meydana geldiğinin en belirgin kanıtı, 1964 yılında keşfedilen, mikrodalga zemin ışıması. Bu ışımaya, Büyük Patlama'dan birkaç bin yıl sonra madde yoğunluğunda gerçekleşen küçük değişimlerin yol açtığı sanılıyor. O sıralar, evrenin sıcaklığı birkaç bin derece kadardı. Günümüzdeyse, genişlemenin neden olduğu soğuma nedeniyle bu sıcaklık ortalama 2.7 Kelvin dereceye kadar düşmüş durumda.

Geçen on yıl içinde, gökbilimciler bu ışımayı en ince ayrıntılarına kadar incelediler. Mikrodalga zemin ışıması ortaya çıktığında, evren günümüzdeki topaklı halinin tersine, düzgün ve homojen bir yapıdaydı. Kuramsal çalışmalar, bugün evrene baktığımızda gördüğümüz yapının, bu erken dö-

nemdeki çok küçük iniş çıkışlardan geliştiğini gösteriyor. COBE uydusu (Cosmic Background Explorer Kozmik Zemin Kaşifi), bu iniş çıkışların ilk doğrudan ipuçlarını sağlayan uydu oldu. Ayrıca, bu ışınımın tam olarak beklenen biçimde olduğunu gösterdi.

Gökbilimciler, evrenin genişlemesini süpernovaları gözleyerek inceliyorlar. Tip Ia olarak adlandırılan bir tür süpernova patlaması, gerçek parlaklığının bilinmesi sayesinde, birtakım ayarlamalarda kullanılıyor. Süpernovanın gerçek ve görünür parlaklıklarının bilinmesi sayesinde gökbilimciler, onun Yer'e olan uzaklığını kolayca hesaplayabiliyorlar. Bu teknik kullanılarak elde edilen çok sayıdaki veri sayesinde çok önemli bir keşif yapıldı: evrenin genişlemesi hızlanıyordu. Bu keşif, uzun zamandır evrenin genişlemesinin yavaşladığı üzerine yoğunlaşmış olan hali hazırdaki çalışmaların yönünü değiştirdi. Bundan önce, evren sürekli mi genişleyecek, yoksa genişlemesi bir gün durup çökmeye mi başlayacak soruları, evrenbilimcileri en çok meşgul eden sorulardı. Bu genişleme, evrende ne kadar madde bulunduğu na bağlı. Bu da görebildiğimiz maddeden daha fazlasını oluşturan karanlık maddeye. Karanlık maddenin içeriği henüz pek anlaşılmış değil.

Gelecek on yıl içinde, karanlık maddenin özelliklerinin anlaşılması üzerine de önemli çaba harcanacak. Bu çabada, en büyük payı, NGST (Next Generation Space Telescope, Gelecek Nesil Uzay Teleskopu) üstlenecek gibi görünüyor. NGST, 8 metre çaplı bir aynaya sahip olacak ve çok uzaklarda-



Bu görüntü gerçek değil, bir simülasyon. 2009 yılında yörüngeye yerleştirilmesi düşünülen 8 metre çaplı NGST (Gelecek Nesil Uzay Teleskopu) ilkel gökadalari böyle görünlüyecek. Bu simülasyon, Hubble Derin Uzay görüntüsüne benzese de, onun yaklaşık dörtte biri kadar bir alanı kapsıyor ve ondan beş kat fazla sayıda (yaklaşık 15 000) gökada içeriyor.

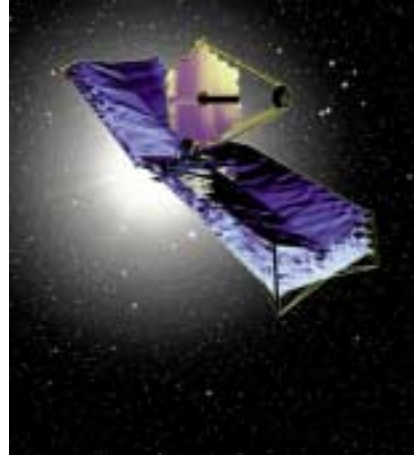
ki süpernovaları inceleyecek. İkinci sırada yer alan, LSST (Geniş-açıklıklı Sinoptik İnceleme Teleskopu, Large-aperture Synoptic Survey Telescope), yılda yaklaşık 100 000 çok uzak süpernovayı keşfedebilme özelliğine sahip olacak. Daha sonra, bu süpernovalar, evrenin genişlemesinin anlaşılması için öteki teleskoplarla incelenecek.

Evrenbilimciler, evrendeki madde yoğunluğunu kritik yoğunluk cinsinden anlatırlar. Bu, evrenin düz olması; yani genişlemesini sonsuzda durduracak kadar maddeye sahip olması anlamına gelir. Dünya'yı, yıldızları ve onları oluşturan gaz ve toz gibi "sıradan"

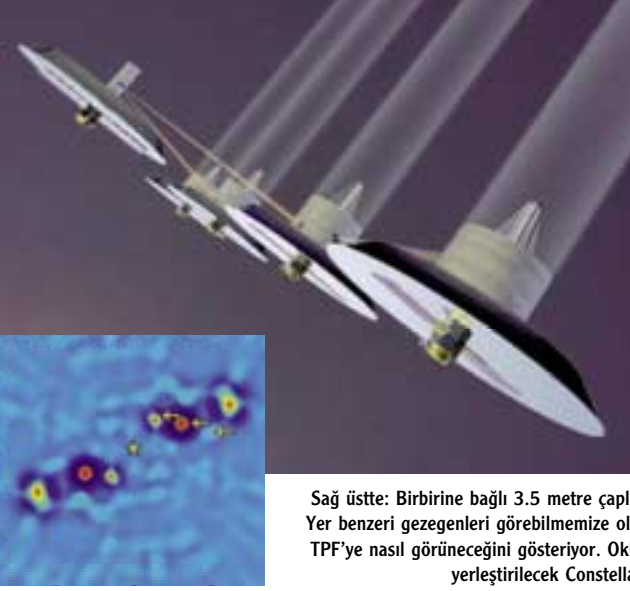
madde, kritik yoğunluk için gereken maddenin sadece yüzde 5'ini oluşturuyor. Buna karşılık, gökada kümelerinin kütle çekimlerine bakıldığında, onların kritik yoğunluğunun yaklaşık yüzde 30'una sahip oldukları ortaya çıkıyor. (Geriye kalan %70 oranının, karanlık enerji olduğu varsayılıyor.) Peki, bu %25 orandaki kayıp maddenin yapısı nedir? LSST, bunu açığa kavuşturmak için çok önemli bir role sahip olacak. Bu teleskop, karanlık maddenin evrendeki dağılımını ve kütleçekimsel merkez etkisini (maddenin yakınından geçen ışığı bükmesi) araştırarak.

Modern Evren

Evrenin Büyük Patlama'dan yaklaşık 300 000 yıl sonraki durumunu görebiliyoruz. Ancak, bundan hemen sonraki gelişmeler, daha çok varsayımlara dayanıyor. Evren, genişlemesini sürdürdükçe, içerdiği gaz ve ışınım giderek soğudu ve evren karanlık bir eveye girdi. Kütleçekimi, etkilerini sürdürdü ve bu sayede topaklaşmalar meydana gelerek ilk yıldızlar ve gökadalari oluştu. Büyük Patlama'dan birkaç milyon yıl sonra, bu ilk gökadalari ve yıldızların oluşumuyla, evren "modern" halini almış oldu. Elektromanyetik tayfın kızılötesi dalga boylarında gözlem yapacak olan NGST, bu



Gelecek Nesil Uzay Teleskopu için önerilen iki tasarım. Soldaki, Lockheed-Martin; sağdakiyse, TRW/Ball Aerospace'in tasarımı. Her iki tasarımda da 8 metre çaplı teleskopu güneş ışınlarından koruyacak kalkanların alanı yaklaşık bir tenis kortununki kadar olacak.



Sağ üstte: Birbirine bağlı 3.5 metre çaplı dört teleskoptan oluşan Kayasal Gezegen Bulucu, uzaklığı 50 ışık yılı'na kadar olan Yer benzeri gezegenleri görebilmemize olanak tanıyacak. Yanda: Bu canlandırma, yaklaşık 33 ışık yılı öteden Güneş Sisteminin TPF'ye nasıl görüneceğini gösteriyor. Oklar, Venüs, Yer ve Mars'ı gösteriyor. Solda: Kara delikleri incelemek üzere yörüngeye yerleştirilecek Constellation-X gözlemevi, birlikte çalışan 4 X-ışını teleskopundan oluşacak.



bilinmeyen dönemi aydınlatmakta kullanılacak. Evrendeki genişlemeye bağlı olarak, ilk yıldızlardan kaynaklanan ışınım, çok büyük kırmızıya kayma gösterir. Bu ışığın dalga boyları 10 kattan fazla artmıştır. Yani, aslında, morötesi ve görünür dalga boylarında yayılan ışınımı biz kızılötesi dalga boyunda görüyoruz. NGST sayesinde, bu gördüğümüz ilkel gökadalari ve onların yıldızlarını çok daha ayrıntılı gözleme şansımız olacak.

NGST'nin yanında, ilk yıldızları ve gökadalari anlamak için başka aygıtlara da gereksinimimiz olacak. NGST'nin keşfettiği sönük gökadalariın tayflarını çekmek için, çok büyük teleskoplar gerekecek. Bunun için düşünülen bir teleskop var. Bu teleskopa, GMST (Giant Segmented Mirror Telescope, Dev Parçalı Aynalı Teleskop) adı verilmiş. Bu teleskopun yaklaşık 30 metre çapında olması düşünülüyor. Bu durumda, GMST, şu an varolan teleskoplardan 10 kat iyi görecektir. Atmosferin yol açtığı görüntü bozulmalarının önüne geçebilmek içinse, çok gelişmiş bir optik sistemle donatılacak. GMST'nin asıl görevi, NGST'nin keşfettiği uzak gökadalariın dinamiğinin ve yapısının incelenmesi olacak. Günümüzde, bu görevi, Hubble, ve onun yerdeki tamamlayıcısı olan Keck teleskopu üstlenmiş durumda.

Kara Delikler

Einstein'ın genel görelilik kuramının en ilginç bildirimlerinden biriye, maddenin ışık ve başka herhangi bir

bilgiyi sızdırmayacak kadar yoğun olabileceğiydi. Bu madde o kadar yoğun olabilirdi ki, ışık bile onun kütle çekimine karşı koyamazdı. Bu özelliklerinden dolayı bu cisimlerin doğrudan gözlenmesi mümkün değildi. Bu nedenle, bu cisimlere kara delik adı verildi. Kara delikleri göremesek de, onların güçlü kütleçekimlerinin yakınlarındaki gök cisimleri üzerindeki etkisi hissedilebiliyor. Bunun yanında, kara delikler, çok güçlü kütleçekimleriyle yakınlarından geçen ışığı belirgin bir biçimde büküyorlar. Yani, kara delik, dev bir mercek gibi davranıyor. Çok uzaktaki bir cisimle aramızda yer alan kara delik, bu cisimden gelen ışınları bükerek, cismin bize daha yakın ve parlak görünmesine yol açar. Bu nedenle, bu olaya kütleçekimsel mercek



Kara delikler, ışığın bile kaçamayacağı kadar kuvvetli kütleçekimine sahiptir. Bu nedenle onları doğrudan göremeyiz. Ancak, bir kara deliğin içine düşen madde, son çırpışlarını yaparken çok büyük yızlarla karadeliğin çevresinde dönmeye başlar. Bu sırada madde, kutuplardan güçlü bir X-ışınını yapar.

deniyor. Bu tür ipuçlarına dayanarak, gökbilimciler birçok kara delik keşfettiler. Günümüze kadar keşfedilen en büyük kütleli kara delik, 3 milyar güneş kütleli kara delik, M87 gökadasında yer alıyor. Küçük kütleli kara deliklerin, süpernova patlaması geçiren büyük kütleli yıldızların artakanlarından oluştuğu düşünülüyor. Buna karşılık, süper kütleli kara deliklerin oluşumu konusunda çok az şey biliniyor.

On yıl içinde, kara deliklerin araştırılmasında da önemli bir adım atılacak. Bunun için, Constellation-X adlı bir gözlemevi yörüngeye yerleştirilecek. Bu gözlemevi, kara deliklere düşerken X-ışınımı yayan maddeyi günümüzde olduğundan çok daha duyarlı bir biçimde gözleyecek. Bunun yanında, Uluslararası Uzay İstasyonu'nda yer alacak X-ışını Görüntüleme İnceleme Teleskopu (X-ray Imaging Survey Telescope) gökyüzünü X-ışınımı dalga boyunda 90 dakikalık periyotla tarayacak ve küçük kütleli kara deliklerin yerlerini saptayacak.

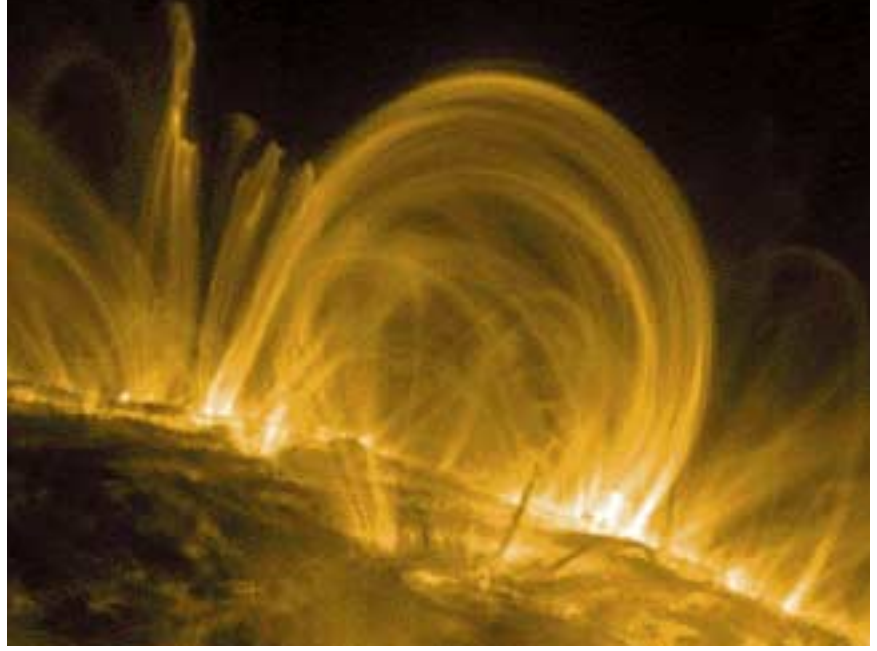
Süper kütleli kara deliklerin çoğunlukla kuasarlarda bulunduğu sanılıyor. Bu gök cisimleri, elektromanyetik tayfın tümünde gözlenebilen çok güçlü gaz püskürmelerine yol açıyorlar. GLAST (Gamma-ray Large Area Space Telescope, Gama-ışınımı Büyük Alan Uzay Teleskopu) ve VERITAS (Very Energetic Radiation Imaging Telescope Array System, Çok Enerjili Işınım görüntüleme Teleskopu Dizi Sistemi), gökbilimcilerin bu püskürmelerin yaydığı yüksek enerjili ışınımı gözlemelerine olanak sağlayacak.

Yıldızların ve Gezegen Sistemlerinin Oluşumu

Yıldızların ve gezegenlerin nasıl oluştuğu, yıldız fiziğinde üzerinde en çok durulan konulardan biri. Santimetreküp başına sadece bir atomun düştüğü yıldızlararası ortamda, nasıl oluyor da buradaki madde santimetreküpe milyon kere milyon kere milyon kere milyon atom düşen yıldızları ve gezegenleri oluşturabiliyor? Bir yıldızın kütlesini ne belirler? Bir yıldızın çevresindeki gezegenlerin sayısını ve yörünge özelliklerini ne belirler? Geçtiğimiz on yıl süresince, gökbilimciler bu soruların yanıtlarını aradılar. Son gelişmeler arasında yer alan 50'den fazla Güneş Sistemi dışı gezegenin keşfedilmesi, heyecanı daha da artırdı.

Günümüze değin yapılan gözlemlerde, birçok genç yıldızın çevresinde, gelecekte gezegen sistemine dönüşebilecek disklerle rastlandı. Gaz ve tozdan oluşan bu disklerin incelenmesi, gezegen oluşum sürecinin aydınlatılmasını sağlayacak. Diskin, etrafında bulunduğu yıldızın yakın olan iç bölgeleriyle daha uzak dış bölgeleri farklı sıcaklıklarda olduğundan, farklı dalga boylarında ışımaya yaparlar. Bu ışınım, kızılötesiyle radyo dalga boyları arasında değişim gösterir. NGST, bu disklerin kızılötesi ışımaya yapan bölgelerini çalışacak ve burada doğmakta olan yeni gezegenleri arayacak. Disklerin daha dış bölgeleriyse, New Mexico'da da bulunan VLA radyo teleskop sisteminin daha güçlü versiyonu olacak EVLA (Expanded Very Large Array, Genişletilmiş Çok Büyük Dizi) sistemiyle gözlenebilecek.

Bu konuda en son ortaya atılan ve iddialı projelerden biriye, TPF (Terrestrial Planet Finder, Kayasal Gezegen Bulucu). Projeye göre, dört teleskop aynı anda çalışarak bir interferometre görevi görecek. Her teleskopun elde ettiği ışık birleştirilerek, gözlenen gezegen sistemimdeki yıldızın ışığı engellenecek ve teleskopların gezegenleri doğrudan gözlemesi olanaklı hale gelecek. TPF, yakın yıldızların çevresinde bulunabilecek Yer benzeri gezegenleri inceleyebilecek. Bu gezegenlerden gelen ışığın tayflarının incelenmesiyle, gezegenlerin özellikleri hakkında bilgi edinilebilecek. Doğal olarak, bu araştırmalar arasındaki en



önemli yeri, gezegenleri yaşamı destekleyip destekleyemeyeceğinin araştırılması alıyor.

Yer Üzerindeki Etkiler

Bundan uzunca zaman önce Yer'e çarpan bir asteroidin dinazorlarla birlikte çoğu canlı türünü ortadan kaldırdığı düşünülüyor. Bu tür olaylar, gezegenimizin tarihinde çok ender gerçekleşti. Ancak, yine de bu olayların sıklığı konusunda derin bilgilere sahip değiliz. LSST, yörüngeleri Yer'in yakınından geçen yeterince büyük asteroidlerin gezegenimiz için bir tehlike oluşturup oluşturmadığını da araştırarak.

Son 10 yılda, Güneş'i anlamada bir devrim yaşandığını söyleyebiliriz. Yerden yapılan gözlemlerle birlikte, SOHO, Ulysses ve TRACE gibi bir çok uzay aracı Güneş'in yapısı ve onun Yer atmosferi üzerindeki etkilerini araştırdı. Yer üzerindeki etkileri bir yana, Güneş, tüm evrende meydana gelen olayları anlamamıza yardımcı olan bir laboratuvar durumunda. Güneş'teki dinamik hareketlerin sonucu ortaya çıkan manyetik etkiler, Güneş sisteminin dışına taşar. Yıldızlardan kaynaklanan manyetik olayların, yıldızlararası ortamdaki gaz ve toz üzerindeki etkilerinin yıldız oluşumunu tetiklediği biliniyor. Güneş'te de küçük ölçekli bile olsa gerçekleşen manyetik çalkantılar, ondan önemli miktarlarda maddenin püskürmesine yol açıyor.

Güneş yüzeyini burada meydana gelen fiziksel olayları anlayabilecek biçimde incelemek için, AST (Advanced Solar Telescope, Gelişmiş Güneş Teleskopu) adlı bir teleskopun kurulması düşünülüyor. Yerden gözlem yapılacak bu teleskop, 4 metre çapında olacak ve çok gelişmiş optik aygıtlarla donatılacak. AST, dinamik çalkantıların meydana geldiği güneş plazmasındaki hareketi ayrıntısıyla inceleyecek.

Güneş'ten kaynaklanan ve yüksek enerjili parçacıklar içeren güneş rüzgarı, uydular üzerinde önemli hasara yol açabiliyor. Ayrıca, radyo ve televizyon gibi iletişim araçları da Güneş'ten püsküren yüklü parçacıklardan etkileniyor. Güneş parlamalarıyla ilgili ayrıntılı gözlemler için tasarlanan teleskopsa FASR (Frequency Agile Solar Radiotelescope, Frekans Atık Güneş Radyoteleskopu). Bu teleskop, Güneş parlamalarını radyo dalga boylarında inceleyecek.

Teknoloji, son yıllarda olduğu gibi, önümüzdeki on yıl içinde de büyük bir hızla, belki daha da hızlanarak ilerleyecek. Buna bağlı olarak, bilimin her dalındaki ilerlemeler de hız kazanacak. Bu sayede, gökbilimde de insanlığın uzunca süredir merak ettiği pek çok sorunun yanıtı bulunabilecek.

Kaynaklar
McKee, C.F., Taylor, J.H., A Blueprint for Astronomy's Next 10 Years, Sky & Telescope, Ocak 2001
Yeni Nesil Uzay Teleskopu İnternet Sayfaları (<http://ngst.gsfc.nasa.gov/>)
Constellation-X İnternet Sayfaları (<http://constellation.gsfc.nasa.gov/>)