

GÖK ADALARIN MERKEZİNDE BULUNAN KARA DELİKLER

Jean-Louis LAVALLARD

Fotoğrafia, kırmızıötesi ışınlarla alınmış bir görüntüsü görülen, Andromède gökadasının merkezinde dev bir kara delik bulunması olasılığı çok büyüktür.

Kara deliklerin varlığı, Görelilik Kuramı ile öngörülmüştür. Bugün, kara deliklerin, küçük ya da çok büyük olabilecekleri ve kütlelerinin milyonlarca Güneş kütlesi büyüklüğüne ulaşabileceği, ama tümüyle görünmez oldukları biliniyor. Günümüzde gökbilimciler (astronomlar), kendi gökadamız da içinde olmak üzere, tüm gökadalarn merkezinde birer kara delik bulunduğuna inanıyorlar. Bir kara deliğin varlığı ise, ancak, onun madde üzerine etkilerinin araştırılması ile ortaya çıkarılabiliyor.

Gökadaların (galaksilerin) merkezinde, olağanüstü özelliklerdeki görelî (rölativistik, izafi) cisimler olarak, milyonlarca Güneş kütlesi büyüklüğünde, birer dev "kara delik" bulunması olasılığını güçlendiren ipuçları birikiyor.

Kuşkusuz, onların varlıklarını belirten kesin kanıtlar yok henüz. Bunun da basit nedeni, "kara delikler" in görünmez oluşlarıdır. Dolayısıyla, kara deliklerin gerçekten var olup olmadıklarını kanıtlamak imkânsiz değilse de, en azından çok zor.

KARA DELİKLERİN YAPISI

Kara delikler, Genel Görelilik Kuramı'nın öngördüğüne göre, çok sıkışık ya da çok yoğun cisimlerdir. Varlıklarını, şaşırtıcı özellikleri açığa vurur. Belki de uzay, yoğun ya da sıkışık bir cisimle öylesine eğrilmiştir ki, yeniden kendi üzerine kapanmaktadır. Artık, oradan hiçbir şey çıkamamaktadır. Bunun ne anlama geldiğini kabataslak olarak açıklamak için, küresel bir gökcismini inceleyelim. İster bir parçacık, ister bir füze olsun, maddenin bu gökcisminin yüzeyinden ayrılabilmesi için, hızının, kur-

tulma hızı denen bir hız sınırını aşması gerekir; yoksa madde geri düşer. Kurtulma hızı, gökcisminin yarıçapına ve kütlesine bağlıdır. Bazen, yapılan hesaplar, ışık hızını geçen bir değer verebilir. Gerçekte ise, böyle bir hıza ulaşamadığından, madde böyle bir gökcisminden kurtulamaz. İşte, bu bir "kara delik" tir. Madde kara deliğin üzerine düşebilirse, buradan kurtulamaz. Böylece, kara delik bir tür "madde tuzağı" dir.

Görelilik Kuramı, bu özelliği ışığın fotonlarına (ışığın parçacıklarına) da genelleştirir. Fotonlar da, kara delik tarafından yakalanabilirler ve ondan kurtulamazlar. Dolayısıyla, ışık yaymadığından, kara delik görünmez.

Kara delikler, çok küçük boyutlardan dev boyutlara dek çeşitli büyüklüklerde olabilirler. Gökadaların (galaksilerin) merkezlerinde yer alan kara delikler en irileridir. Kütleleri, Güneş'inin milyonlarca katıdır. Buna karşılık, boyutları, astronomi ölçülerine göre çok küçüktür; yarıçapları, Saturn'ünkini geçemez. Kara deliklerin çevresinde oluşan olaylar ise, kara deliğin kütlesine bağlıdır.

Peki, kara delikler ışık yaymıyorlarsa, madde çıkarmıyorlarsa, var olduklarını nasıl anlayabiliyoruz? Bu soruya cevap vermek, ilk bakışta imkânsiz görünüyor. Yine de cevabı var. Kara delik kendini göstermiyor, ama varlığını çevresindeki madde üzerine etkilerinden anlıyoruz.

Bir kara deliğin kütleçekim alanı gerçekten de çok büyüktür. Ona yaklaşan her madde, kurtuluşsuz, onun tarafından çekilir ve yakalanır. Madde,

kara deliğe doğru düşerken gittikçe hızlanır ve ışık yaymaya başlar; böylece de görünür olur. Demek ki, görünen, kara delikler olmayıp, onların üzerine düşen maddedir.

Öyleyse, bir kara delik tek başına görünmez; ama üzerine madde düşen bir kara delik görünür. Böylece, maddenin işlevi, öncelikle kara deliğin aydınlanmasını sağlamaktır. Kara deliğin kütesinin de önemi vardır. Küçük bir kara delik, çok büyük miktarda ışık yayamaz; bu, şöyle açıklanabilir: Yayılan ışık, düşen madde üzerine, ışınım basıncı denen bir basınç uygular. Böylece madde, kara delik tarafından kendi kütesi ile orantılı olarak çekilir; aynı zamanda da ışık tarafından itilir. Dolayısıyla, ışık miktarı, kara deliğin çekmesi ile yayılan ışığın itmesinin tam olarak dengelendiği bir maksimum değeri aşmaz.

Madde, kara deliğin merkezine doğru dümdüz düşmez. Genellikle, sarmal (spiral) biçimli karmaşık bir yörünge çizer. Merkeze doğru inmeden önce, kara deliğin çevresinde dolanırken ek bir disk oluşturur; bu disk, kocaman bir halka biçimindedir (biraz, Satürn'ün halkalarına benzer; ancak dengesi, farklı yasalara bağlıdır). Bu hareketi düzenleyen, Newton'un klasik çekim kuvveti değil, Genel Görelilik ve ışınım basıncının geri itmesidir.

Bütün gök cisimleri gibi, kara delikler de kendi çevrelerinde dönerler. Kara deliğin yüzeyi görülmeyişinden, bu dönme de açıkça farkedilemez; ama kara deliği çevreleyen madde üzerindeki dolaylı etkilerinden anlaşılabilir.

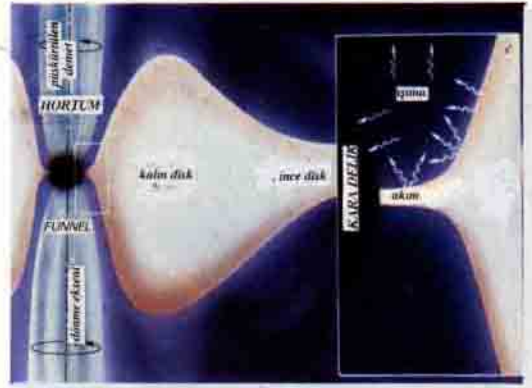
Kara deliğin çevresinde dolanan bu eklenmiş disk, genellikle, kara deliğin dönme eksenine dik durumdaki ekvator düzleminde yer almaz. Dolayısıyla, bükülmüş olduğundan presesyon hareketi yapar. Öte yandan, kuramsal hesaplamalar, bir kara deliğin, maddeyi dönme eksenine doğrultusunda iterek, karşıt doğrultularda giden iki madde demeti püskürttüğünü göstermektedir. Bu madde demetlerinin, kara deliğin dönmesi ile, enerji bakımından beslendiği kanıtlanabilir. Kara deliğin madde ve ışık yaymadığı durumlarda ise, dönme enerjisi dışarı atılır.

Genel Görelilik kuramcılarının göre, sıkışık (yoğun) bir kara deliğin yapısı şöyle olmalıdır:

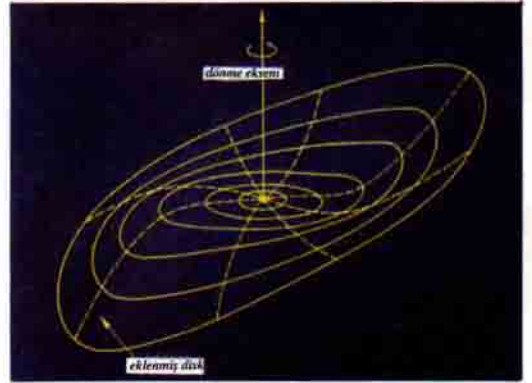
1) Kara deliğin kendisini oluşturan bir küre. Bu kürenin içinde neler olup bittiğini hiçbir zaman bilemeyiz; çünkü oradan ne madde, ne de ışık çıkar. Kara deliğin maddesi, bu kürenin içinde yer almıştır, ama küre yüzeyine dek gelemmez. Bu nedenle, kara deliğin yüzeyi, sıradan bir gök cismininki gibi "sert" olmayıp, "yumuşak"tır.

2) Kara deliğin madde miktarı yeterince büyükse, küre çevresinde dönen ek bir disk. Burada, çok şiddetli olaylar oluşur ve çok büyük enerjiler açığa çıkar.

3) Kara deliğin dönme eksenine doğrultusunda, karşıt yönlere püskürtülen iki madde demeti.



Kara deliğin çevresindeki madde, biri ince ve kara delikten uzak, öbürü ise daha kalın ve kara deliğe yakın iki bölümden oluşan ek bir disk oluşturur. Kara delik, kendi çevresinde döndüğü zaman, dönme eksenine boyunca dışa doğru bir madde demeti püskürtülür. Kara deliğe doğru da, bir madde akımı akar. Işıma, eklenmiş diskin alt bölümünde özellikle yoğunur.



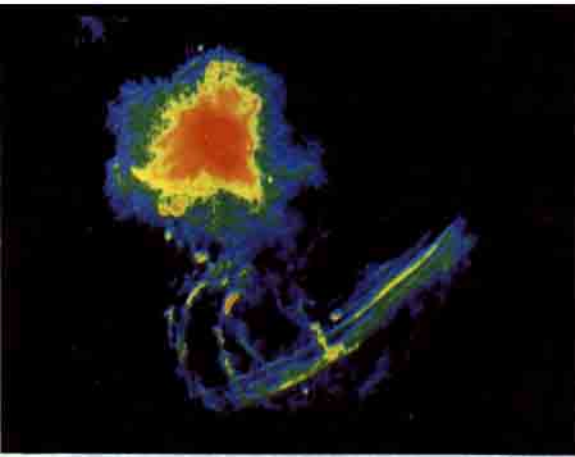
Eklenmiş disk, kara deliğin eksenine dik olan düzlemde yer almadığı zaman, biçimi bozulur.

BOYLE GÖKCİSİMLERİ VAR MIDIR?

Böyle gök cisimleri gözlenmiş midir? Tüm gökbilim fizikçileri aynı görüşte değiller. Büyük bir çoğunluğu kara delikleri benimserken, öbürleri ise, yapılan gözlemlerin, başka açıklamaları olabileceğini düşünüyorlar.

Sıkışık kara deliklerin varlığı, Quasarlar için ve bizimkine yakın birkaç gökada (galaksi) için, hemen hemen kesinleşmiştir. Ancak ortaya çıkış nedenleri birbirlerinden çok farklıdır.

Quasarlar, masalsi ölçülerde ışık yayan küçük nesnelere. Örneğin, üç milyar ışık yılı uzaklığında bulunan 3 C 273 Quasar'ı, tek başına, bir milyar gökadanın toplamı kadar ışık yaymaktadır! Bununla birlikte, boyutları ise, ışık yılından küçüktür! Gök bilim fizikçileri, bunları süper yoğun bir kara delik olduğunu düşünüyorlar; çünkü böyle küçük hacimli



Kendi gökadamızın merkezinde, ince bir ışın demeti çıkaran bir radyo-kaynak bulunur. Bu nesnelere genellikle, bir madde demeti püskürten ve ek bir disk ile çevrelenmiş yoğun bir kara delik olarak yorumlanır.

bir cisimden o kadar çok ışığın yayılmasını açıklamak, ancak maddenin, süper yoğun bir kara delik üzerine düştüğünü varsaymakla mümkündür. Başka ipuçları da var. Örneğin, 3 C 273'ten, kara deliğin dönme ekseninin doğrultusunu belirlemeyi sağlayacak çok şiddetli bir gaz demeti çıkmaktadır. Görünüşe bakılırsa, kuramın tersine olarak, bu gaz demeti yalnız tek bir doğrultuda gitmektedir. Ama kuramcılar, bu uyumsuzluğu Görelilik Kuramı ile açıklayabiliyorlar. Yapılan hesaplar, bizim doğrultumuzda fırlatılan demetin aydınlanmasının, görelilik etkileriyle arttığını ortaya çıkarıyor; bu da, onun görünmesini sağlıyor. Karşıt doğrultuda giden demetin aydınlanması ise, aynı etkilerle azalacağından, kendisi görülemez.

Bizimkine yakın gökadalardaki kara delikler ise, daha dolaysız olarak gözlemlenmiştir. Varlıkları, gökadalardan merkeze yakın yıldızların hareketi incelenerek anlaşılmaktadır. Bütün yıldızlar, bir kara deliğe benzeyen ve birkaç ya da onlarca milyon Güneş kütlesi büyüklüğündeki görünmeyen bir gök cisminin çevresinde dolanmaktadır. Andromeda gökadasının merkezindeki kara deliğin kütlesi, 10 milyon Güneş kütlesi basamağında ve Messier 32 (Andromeda'nın bir uydusu gökadası)'nin kara deliğinin kütlesi ise, 5 milyon Güneş kütlesi basamağındadır. Yani, Quasarların milyonlarca Güneş kütlesi büyüklüğündeki dev kara deliklerinin kütlesinden çok daha küçüktürler. Yakın gökadalardan kara delikleri, çevrelerinde eklenmiş disk bulunmadığından, görülebilirler.

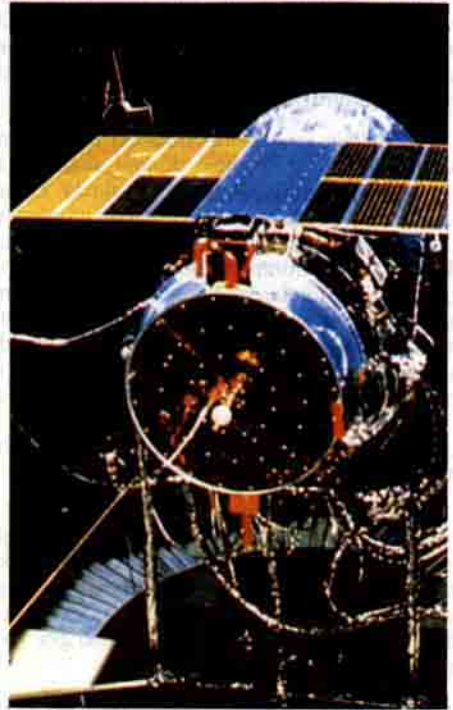
Öbür gökadalara ilgili ipuçları pek açık değildir. Çünkü, çok uzak olduklarından, gökada merkezine yakın yıldızların hareketi incelenememektedir. Gözlem sonuçlarına göre, yine de, bazılarında bir kara delik bulunması olasılığından söz edilebilir.

Gökadaların yaklaşık % 1'inin çok ışıklı birer merkezi vardır. Bu gökada merkezlerinin olağanüstü etkinliği, merkezî kara deliklerin çevresindeki eklenmiş disklerden ışık yayılması ile kendini gösterebilmektedir. Öte yandan, kara deliklerin eksenî doğrultusunda giden püskürtülmüş madde demetleri ise, başka yoldan anlaşılması zor olan bazı gökadalardan yayımlarındaki düzensizlikleri açıklayabilmektedir.

Ancak bu "kanıtlar", Quasarlar ve yakın gökadalara ilgili olanlardan daha güvensizdir. Etkin gökada merkezleri Quasarlardan daha az ışıklıdır; ama varlıklarını başka yoldan açıklamak da imkânsızdır. Buna, basit yıldızların çok sıkışık kümeleri örnektir. Öte yandan, bu tür kümelerin, uzun bir zaman içinde kararlı olmamaları yüzünden de sorun askıda kalmıştır.

BİRLEŞTİRİCİ BİR VARSAYIM

Her gökadanın merkezinde büyük kütleli (bir milyon Güneş kütlesini aşan) bir kara deliğin var olduğu biçimindeki birleştirici varsayım çekici görünmektedir. Kara delik çok iri olursa (bir milyar Güneş kütlesini aşan) ve çevresinde çok madde bulunursa, son derece etkin bir gökada, yani bir Quasar elde edilecektir. Kara delik çok küçük olursa (birkaç on milyon Güneş kütlesi kadar) ve çevresinde de ye-



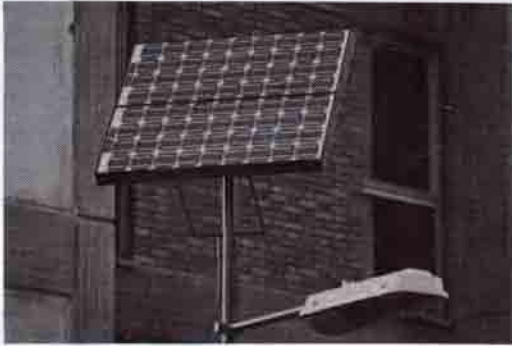
Gökadanın tozlarla gizlenmiş merkezi, yalnızca radyo-astronomi ve kırmızıötesi ışınlarla görülebilir. Fotoğrafta, bir sunama sırasında görülen IRAS uydusu gökyüzünün bu bölümünün kırmızıötesi görüntülerinin büyük çoğunluğunu sağlamıştır.

GÜNEŞ ENERJİSİ İLE AYDINLATMA

Metin BAŞLI
TÜBİTAK AEAGE

Günümüzde mevcut enerji kaynaklarına alternatif olarak yeni enerji kaynakları aranmaktadır. Bu alternatif kaynaklardan biri de bilindiği gibi güneş enerjisidir. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üreten araçlar güneş pilleri ya da fotovoltaik paneller olarak bilinmektedir.

Burada bahsedeceğimiz sistem güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilen bir sistemdir. Sistem bağımsız bir aydınlatma direğinden oluşmaktadır. Direk tepesindeki fotovoltaik panellerde güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisi bir regülatör yardımı ile direk dibindeki aküye depo edilmektedir. Aküde depolanan elektrik enerjisi gece olduğunda bir evirgeç yardımı ile lambayı beslemektedir. Sis-



temde aydınlatma elemanı olarak 18 W'lık düşük basınçlı sodyum buharlı ampul kullanılmıştır. Adı geçen ampul, mevcutları arasında en verimli aydınlatma elemanı olup, ışık akısı 250 Watt'lık akkor flamanlı ampulün ışık akısına eşittir. Ayrıca lamba, elektronik balast ile, şebeke frekansı olan 50 Hz yerine 130 KHz'de beslenmekte olup ışık veriminde % 14'lük bir kazanç elde edilmektedir. Lamba armatürü üzerinde bulunan bir ışık sensörü ile ortam aydınlığı gözlenmekte, gece olduğu otomatik olarak anlaşılıp lamba yakılmakta ve yine ortam aydınlık olduğunda lamba otomatik olarak söndürülmektedir. Sistem şu anda elektriğin mevcut olduğu yerlerde ekonomik olarak pek avantajlı olmamakla birlikte, elektriğin olmadığı kırsal kesimde oldukça basit ve ekonomik çözüm olarak görülmektedir. Yine aynı sistem, elektriğin olduğu yerlerde elektrik kesintilerinde güvenlik aydınlatma sistemi olarak kullanılabilir.

Bahsedilen sistem TÜBİTAK Ankara Elektronik Araştırma ve Geliştirme Enstitüsünde geliştirilmiş olup, bir yılı aşkın süredir başarıyla işlemektedir.

terli madde bulunursa, olağan bir gökadanın merkezi elde edilecektir. Kara delik daha da küçük olursa ve özellikle de çevresinde yeterli madde yoksa, o zaman da, çevresinde yıldızların dolandığı ve görünmeyen bir gökada merkezi söz konusu olacaktır. Bu durum, en sık ortaya çıkacak olandır. Özellikle, yukarıda sözü geçen Andromède ve Messier 32 gibi yakın gökadalardan durumları böyledir. Demek ki, birleştirici varsayım, Quasarlardan görünmeyen küçük kara deliklere dek tüm ara durumlar mümkün olabilecektir.

Bu varsayım doğruysa, bizim kendi gökadamızın da bir kara deliği bulunması gerekecektir. Öbür gökadalardan hepsinden daha yakın olduğu için, ortaya çıkarılması da özellikle kolay olacaktır. Ancak, gökadamızın merkezi, kendini çevreleyen toz bulutları ile gizlenmiş durumdadır.

Gökadamızın merkezindeki toz bulutları tüm görünür ışığı engellediği için, gökada merkezi yalnız kırmızıötesi (enfraruj) ışınlarla ve radyo dalgaları ile gözlenebilir. Bu dalgaboyu aralıklarındaki incelemeler ise, görüntülerde bazı bozukluklar gösterir. Batı'daki Sagittarius adlı bir radyo dalgası kaynağı, büyük olasılıkla, birkaç milyon Güneş kütlesi büyüklüğünde bir kara deliktir. Parçacık demeti izleri olabilecek yayılma bölgelerinin yeni bulunmuş olmasına karşılık, bu kara deliğin varlığı henüz kesin kanıtlanmamıştır. Gökbilim fizikçilerinin büyük çoğunluğu bunun bir kara delik olduğunu benimsiyorlarsa da, iddialı birkaçı ise, gözlenen olaylara başka açıklamalar bulmaya çalışıyorlar.

Science et Avenir'den çev.: Dr.Hanaslı GÜR
ve Kâmil EFİL