

Uzay Teleskobu Hubble'ın Son Keşfi

# İlk Karadelik



*Karadeliklerin var oldukları uzun zamandır tahmin ediliyordu ancak 1994 yılına dek hiç kimse gerçek bir karadeliğin gözlemlendiğine dair red edilemez kanıtlar ortaya koyamadı. Bazı astrofizikçilerin kağıtlarının üzerindeki denklemlerin yorumlanması dışında karadelikler hakkında hiç bir somut bilgimiz olamadı. Kimi bilimadamlarının söyleyebildiği en iddialı cümle, "karadelik adayı" idi. Bu yıl gerçek bir karadelik keşfedildi. Bilim alanında en pahalı projelerden biri olan Hubble Uzay Teleskobu, harcanan parayı fazlasıyla hakkettiğini kanıtladı. Gözlemsel astronomi alanında en yüksek teknolojik ürün olan Hubble Uzay Teleskobu, ilk karadeliğin varlığını, konumunu, kütlesini ve boyutlarını tespit etti.*



**A**MERIKAN Havacılık ve Uzay Dairesi NASA'nın gurur kaynağı Hubble uzay teleskobu, geçen yıl sonunda gerçekleştirilen onarımından sonra eskisinden çok daha iyi bir duruma geldi. Hatırlanacağı gibi aynasının kenarındaki bir eğrilikten dolayı uzay teleskobu istenen verimde çalışmıyor, gök cisimlerine bir türlü odaklanamıyordu. Bu yüzden ciddi bir onarım gerçekleştirmek üzere uzay mekiği Endeavour, 1993 Aralığında uzaya gönderilmişti. Endeavour ile yörüngeye giden bir ekip, Hubble'in odak düzlemine yeni bir parça eklemiş ve uzay teleskobunu onarmıştı. NASA, onarımdan sonraki aylarda bir dizi deneme gözlemi yapılacağını bildirmişti. Hubble, performansının test edildiği bir aşamada çok önemli bir keşifte bulunarak hem çok güçlü bir alet olduğunu kanıtladı, hem de gözlemsel astrofizik alanında yeni bir kapı açtı.

## Messier 87

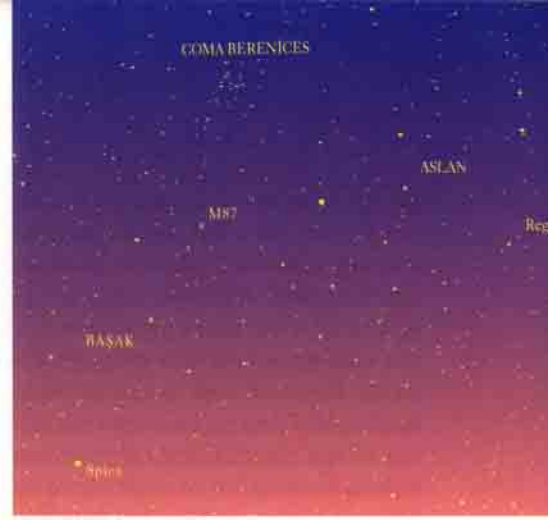
Messier 87 (M87), Dünya'ya 50 milyon ışık yılı uzaklıkta yer alan dev bir gökadadır. Başak ve Aslan takımyıldızlarının arasında bulunan bu gökada, ilk olarak Fransız kuyruklu yıldız avcısı Charles Mes-

sier tarafından farkedilmişti. Charles Messier, gözlem defterine düştüğü notta gökada için "İçinde yıldız olmayan bir bulutsu" diyordu. Oysa Messier'in yıldızsız bulutsu sandığı şey, en az birkaç yüz milyar yıldızdan oluşmuş dev bir sistemdi. Messier bu cismi kataloguna 87 numarayla kaydederken düşüncesi bu gökcisminin bir kuyruklu yıldızla karıştırılmamasıydı. 1800'lerde gözlem yapanların elinde gökadarlar veya gaz bulutsular ile kuyruklu yıldızların aralarındaki farkları ayırtedecek kalitede optik teleskoplar olmadığından Messier'in yaptığı çalışma gerçekten çok önemliydi.

Teleskop teknolojisindeki gelişmeler sonucunda aynı gökcismi çok daha kaliteli araçlarla gözlemlendiğinde Messier'in yıldızsız bulutu, farklı bir kimlik kazandı. M87, sandığı gibi bir bulut değil, tam aksine uzak bir yıldız topluluğuydu. 50 milyon ışık yılı uzaklıkta olması, M87'de yer alan yıldızların ayırıldığını olanaksız kılıyordu. Gökadanın uzaklığı, tayfındaki kırmızıya kayma ve bize her biri birer nokta gibi görünen küresel kümelerin incelenmesi yoluyla anlaşıldı. Gökadanın uzaklaşma hızı, saniyede 1180 kilometreydi ve ünlü kozmolog Edwin Hubble'ın hesaplarına göre 50 000 000 ışık yılı uzaklığa karşılık geliyordu...

Hubble uzay teleskobuna dek Dünya'dan gözlem yapan en büyük teleskoplar bile M87'de iki önemli ayrıntı dışında bir şey gözleyememişlerdi. İlk ayrıntı, gökadanın ekvator bölgesini sarmalayan karanlık banttı. Bu bantın, tıpkı Samanyolu'nun Kuğu bölgesinde olduğu gibi henüz yıldız olamamış soğuk, karanlık bir bulutsu olduğu kolayca anlaşıldı. İkinci önemli ayrıntı ise 1950'lerde radyo gözlemler sonucu farkedilen püskürmeydi. Bu jet püskürmesi, halen ciddi bir tartışma konusu olarak gökada uzmanlarının aklını karıştırıyor. M87 gibi devasa kütledeki bir yapı, yakın çevresindeki her şeyi karşı konulamaz bir güçle kendine doğru çeker. Büyük gözlemlerinin aldığı fotoğraflarda görülebilen püskürme, bir mekanizmanın, bu çekim kuvvetini yenmesi ile gerçekleşebilir. Şu anda karşımızdaki soru, bu maddeyi neyin, nasıl püskürttüğünü bulmaktır. Bu konudaki en büyük umudumuz ise Hubble uzay teleskobunun 2 metrelik aynası.

M87'nin çekirdeğinde bir karadeliğ olduğu, bir süredir astronomların dilinde doluşuyordu; fakat kimse elinde güvenilir bir kanıt olmadan bu konuda kesin bir şeyler söyleyemiyordu. 50 milyon ışık yılı uzak-



*M87'nin gökyüzündeki konumu.*

lık ve gökadayı çevreleyen karanlık bant, pek çok önemli ayrıntının görülmesini engellediğinden astronomların sessizliğini doğal karşılamak gerekirdi. Ne de olsa bilimsel bir sonuç, ciddi bir kanıt gerektirir. Şu günlerde bu konudaki kuşkularını temkinli bir dille anlatanların yüzü bir hayli gülüyor, çünkü hayalleri gerçek oldu!

## Gözlem Yöntemi

Hubble'ın karadeliği tespit yöntemi, alışılmışın dışında yeni veya gelişmiş bir yöntem değil. Hubble yalnızca, yerdeki teleskopların sıklıkla kullandığı bir yöntemi uzayda daha uygun şartlarla tekrarladı. Teleskop, 27 Şubat akşamı geniş açılı gezegen gözlem kameraıyla M87'nin merkezine yakın bir yerde bir gaz bulutu farketti. Gözlemcilerden Ford, henüz neyle karşı karşıya olduğunun farkına varmamıştı ve eliptik bir gökadada böyle sarmal bir şekli görmenin hiç beklenmedik bir şey olduğunu söylüyordu. Oysa aynı bulutu Sönük Cisim Spektrografi ile incelediğinde onu ve gözlem ekibini bir sürpriz bekliyordu.

Hubble, bir gaz bulutunun hareketini inceledi. Bulutun farklı noktalarından aldığı veriler yardımıyla, görülemeyen bir nesnenin bulutu çekim etkisi altına aldığını ve etrafında döndürdüğünü keşfetti. Gaz bulutu, çoğunlukla hidrojen içeriyordu ve sıcaklığı 10 000 °K dolaylarındaydı. Şekli ise sarmal bir diskti. Hubble, diskin farklı noktalarının tayfını alarak bu verileri Dünya'ya yolladı. Tayfı inceleyen Holland Ford, Richard Harms, Zlatan Tsvetanov, Arthur Davidsen, Gerard Kriss, Ralph Bohlin, George Hartig, Linde Dressel, Ajay K. Kochhar ve Bruce Margon, fizikte Doppler Olayı olarak bilinen durumun izine rastladılar.

Doppler olayı, hareket eden cisimlerin yön ve hızlarını bulmamıza yarar. Gözlemlerimizi kapadığımızda çevrede yaklaşan veya uzaklaşan araçların seslerini tanıyabiliyor, neyin yaklaşıp, neyin uzaklaştığını anlaya-



biliyorsak, bunu Doppler olayına borçlu-  
yuz. Doppler olayı, tayf çizgileri incelenen-  
rek optik gözlemlerle de tespit edilebilir.  
Eğer bir yıldızın tayfındaki çizgilerde kır-  
mızı veya maviye kayma varsa, cisim biz-  
den uzaklaşıyor veya bize yaklaşıyor de-  
mektir. Kaymanın oranı da bize hızı verir.  
Hubble, M87'deki gaz bulutunun merkez-  
den 60 ışık yılı uzaklıktaki bir kısmının  
tayfında kırmızıya kayma tespit ederek bu  
bölgenin bizden uzaklaştığını belirledi.  
Gaz diskinin tam aksi yönündeki bölge ise  
maviye kayma gösteriyor, yani bize doğru  
geliyordu. Asıl ilginç, yaklaşan ve uzakla-  
şan bölgelerin hızıydı. Hubble, gaz bulu-  
tunun uzaklaşan kısmının hızını saniyede  
550 kilometre olarak tespit etti. Yaklaşan  
bölgenin hızı da aynıydı. Gözlem ekibin-  
den Ford, "Şimdi tüm ipuçları birleşti; sar-  
mal bir gaz diskimiz var ve dönüyor. Bir  
kısmı bize yaklaşıyor diğer kısmı uzakla-  
şıyor..." diyordu. Bu verinin tek bir sonucu  
vardı; o da gaz bulutunun bir şeyin etrafın-  
da döndüğü gerçeğiydi. Peki, bulutun et-  
rafında döndüğü "şey" neydi?

Yine gözlem ekibinde yer alan Harms,  
kendinden emin bir şekilde yöntemlerini  
"Bir kere elimizde bu veriler varken yap-  
mamız gereken şey, Newton fiziğinin bil-  
gileri ışığında bu bulutu neyin böyle dön-  
düdüğünü bulmaktır" şeklinde açıkladı.  
Sonuçta bulduklarına inanmaları bir hayli  
zor oldu. Bulunan, gerçek bir karadelikti.  
Üstelik bu öyle bir karadelikti ki, kütlesi  
Güneş'ininkinin üç milyar misliydi. Bu kütle,  
yaklaşık Güneş sistemi kadar bir hacim  
içine sıkışmıştı. Karşı karşıya oldukları şey  
sıradan bir karadelik değil, kelimenin tam  
anlamıyla bir "süper kütleli" karadelikti.  
Bir diğer tanımla bizim gökadamız Saman-  
yolu'nun onda biri kadar kütle,  $9 \times 10^{36}$  km<sup>3</sup>  
gibi kozmik ölçülerde ufak bir hacime sı-

**Onarım öncesi eğri aynadan alınan sarmal gökada görüntüsü...**

kışmıştı. Etrafındaki bulutun bu kütlede  
kaçması olanaksızdı ve karadelik çevresin-  
de dönerek sahip olduğu merkezkaç kuv-  
vetiyle karadelğin içine düşmekten kur-  
tuluyordu. Dr. Holland Ford, gördükleri  
karşısında "Eğer bu bir karadelik değilse,  
ne olduğunu ben bilmiyorum" diyordu.  
Dr. Richard Harms ise biraz karamsar bir  
ifadeyle "Bu bir karadelik olamaz. Buldu-  
ğumuz, şu andaki astrofizik bilgilerimizle an-  
lamakta zorlanacağımız bir şey" diye açıklı-  
yordu görüşlerini.

Özetle Hubble, karadelğin kendisini  
görmedi. Zaten karadelik, ışığın bile kaç-  
masına izin vermediğinden, karadelğin  
görülmesi diye bir şey sözkonusu olamazdı.  
Hubble, karadelğin çekim etkisine kapıl-  
mış bir gaz bulutunu tespit etti ve "bulutu  
bu şekilde hareket ettiren şey ne olabilir?"  
sorusunun cevabı olarak karşımıza bir ka-  
radelik çıktı. Bu karadelğin keşfi, astro-  
nomlara yeni bir heyecan getirdi çün-  
kü M87 gibi, merkezinde karadelik  
olma olasılığı olan başka gökada-  
lar da bulunuyor. Bunlar içinde  
en büyük adaylardan biri, Büyü-  
kayı takımyıldızında bulunan  
M82 gökadası. Güçlü bir radyo

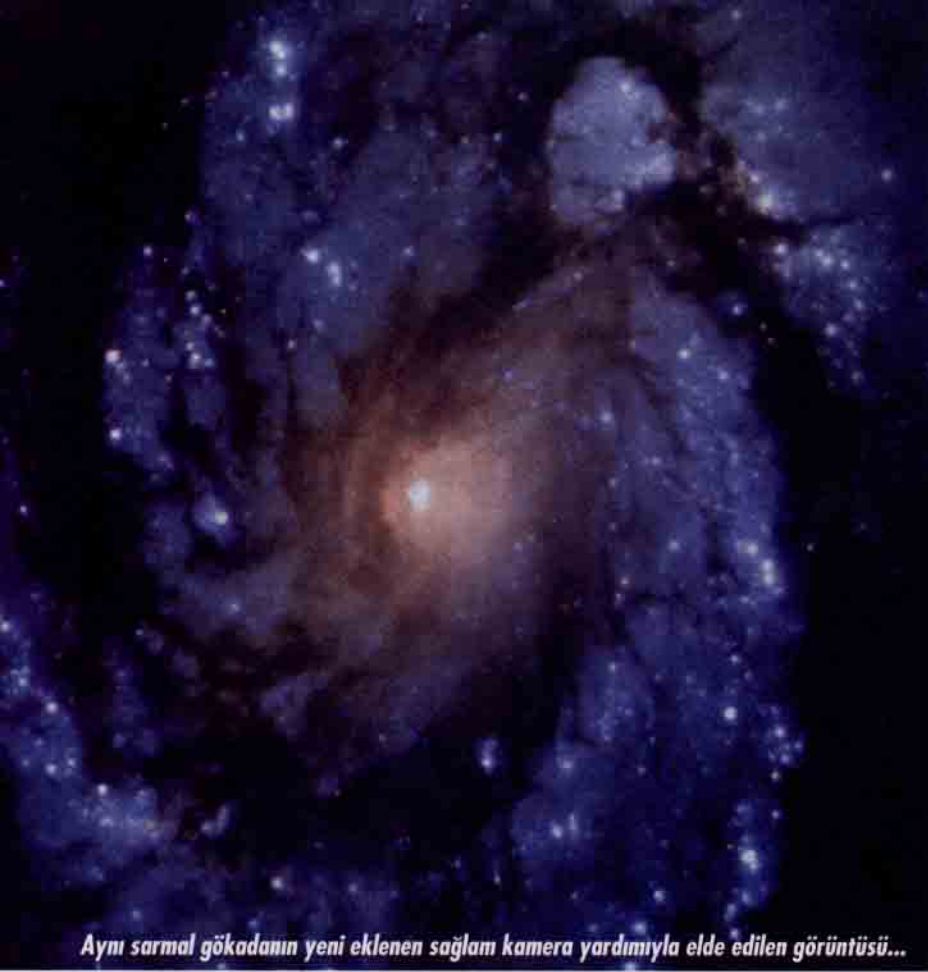
kaynağı olan bu gökadanın merkezinden  
her yana doğru, M87'dekine benzeyen bü-  
yük oranda madde püskürmesi gözlemlendi.  
Bu püskürme, M87'den çok daha belirgin  
ve şiddetli. Astronomlar, bu yüzden  
M82'ye ilginç bir isim taktılar: "Patlayan  
Gökada"...

## Karadelik Nedir?

Kendisinden ışığın bile kaçamayacağı  
güçte çekim kuvvetine sahip cisimlerin  
varolabileceği, bundan iki yüzyıl kadar ön-  
ce Fransız bilimadamı Simone Pierre  
LaPlace tarafından dile getirilmişti. Günü-  
müzdün yaklaşık 80 yıl kadar önce ise Al-  
bert Einstein, Genel Görecelik Kura-  
mı'nda, büyük bir kütleli küçük bir hacim  
sıkışması sonucu oluşan çökmüş bir cis-  
min uzay ve zaman koordinatlarını eğeceği-  
ni öne sürmüştü. 1967 yılında Amerikalı fi-  
zikçi John Wheeler, LaPlace'ın "kara yil-  
dızlar" olarak tanımladığı çökmüş cisimleri,  
"karadelikler" olarak bilim terminolojisine  
soktu.

Einstein'ı doğrulayabilecek bir kanıtı  
bulmak için astronomlar uzun süre uğraştı-  
lar. İlk umut, Kuğu takımyıldızında  
bir noktadan geldi. Bir teleskopla bakıldı-  
ğında sıradan bir yıldız izlenimi veren bir X  
ışını kaynağını gözleyen astronomlar, bu  
yıldızın görülemeyen bir nesne tarafından  
etkilendiğini tespit ettiler. Yıldızın hareketi  
öylesine tuhaftı ki, sanki görünmeyen bir el

**M87 gökadası... Karadelik, bu  
gökadanın merkezinde bulundu.  
Gökadanın ortasında görülen karanlık  
bölge, henüz yıldız olmamış soğuk,  
karanlık gaz bulutlarıdır.**



*Aynı sarmal gökadamın yeni eklenen sağlam kamera yardımıyla elde edilen görüntüsü...*

onu sallıyor gibiydi. Bu veri tayf gözlemleri sonucu elde edilmişti. İkinci bulgu, parlak X ışını yayılıyordu. X ışınlarının sıkışmış nesnelere düşen maddeler tarafından yayınlanabileceği zaten biliniyordu. Bu yüzden Kuğu takımyıldızında bir karadeliğin olabileceği temkinli bir dille açıklanmış ve ilk karadelik adayına Cygnus X-1 adı verilmişti. Ancak kimse bir karadelik bulunduğunu söyleyemiyordu çünkü gözlemsel veriler yeterli değildi. İlk karadelik adayı konusunda kuşkular sürerken, Hubble başka bir yerde reddedilemeyecek gözlemsel kanıtlar buldu.

## Karadeliğin Doğası ve Evrimi

Günümüzde karadelikler hakkında bilinenler, tamamen kuramsal hesaplara dayanmaktadır. Hubble'ın bulunduğu karadeliğin ileriki zamanlarda incelenmesi, karadelikler hakkındaki bilgilerimizi kuşkusuz arttıracaktır. Fakat şimdilik bu konuda yoruma bulunmak için henüz çok erken.

Karadelikler hakkında kuramsal çalışmalar, yıldız fiziğinin temel bilgileri kullanılarak yapılıyor. Bir karadeliğin oluşum mekanizması, hemen hemen tamamen anlaşılmış durumda.

Bir yıldız balona benzetmek mümkündür. Balonun şeklini koruması için, içinde hava olması ve zara baskı yapması

gerekir. Balonun zarı da bu baskıya direnerek kaçmak isteyen havayı içeride tutar. Yıldızlardaki durum bunun benzeridir. Nükleer tepkimeler yüzünden genişleyen ve kaçmak isteyen madde (balonun içindeki hava), kütle çekim etkisi (balonun zarı) yüzünden hapis olur. Yıldızın yaşamı, çekim ile genişleme arasında kurulan bir denge içinde sürer gider. İçeriden dışarıya doğru etkiyen genişleme kuvveti ile dışarıdan içeri doğru bastıran çekim kuvveti eğer dengedeyseniz, yıldızda herhangi bir genişleme veya büzülme görülmez. Bu tür yıldızlara "kararlı yıldızlar" adı verilir. Aslında Güneş dahil hiç bir yıldız tam kararlı durumda değildir. Ufak genişleme ve büzülme sürekli olmakta, tüm yıldızlar hafifçe şişip inmektedir. Güneş'te en iyi gözlenen değişim, birkaç dakikada gerçekleşen ufak pulsasyon'dur (zonklama). Anacak evrende öyle yıldızlar vardır ki kısa sürede çaplarını birkaç kat büyütüp sonra yeniden eski boyutlarına ulaşırlar.

Yıldızın ölümünü bu dengeğin bozulması getirir. Kütleli küçük olan yıldızlar, dengeyi koruyacak kütleyle sahip olmadıklarından ileri yaşlarda genişler ve kırmızı devler

*Karadeliğin çevresindeki gaz bulutunun bir sanatçı tarafından çizilen resmi.*

haline gelirler. Öte yandan yaklaşık Güneş'in 10 katı kütleyle sahip yıldızlar, çekim kuvvetine karşı direnemeyip ölüm aşamasında içlerine kapanırlar. Karadelikler, büyük kütleli yıldızların yaşamlarının son aşamasıdır. Yaklaşık 10 Güneş kütlesi, çekim kuvvetine dayanamayıp birkaç kilometre çapında bir hacime sıkışmış ve olağanüstü bir cisim oluşmuştur. Bu cisimden ışık dahi kaçamamaktadır.

Karadelikler, bilinen fizik yasalarının geçerli olmadığı yerlerdir. Sıkışmış maddenin fiziksel özellikleri, dokunduğumuz maddeden daha farklıdır. Günümüzde bazı astrofizikçiler teleskop başında gözlem yapmayıp odalarında denklemlere gömülmüş bir halde nötron yıldızı ve karadelikler hakkında kuramsal çalışmalar gerçekleştirmektedir. İster Hubble olsun ister başka bir teleskop, hiç bir araç, nötron yıldızları veya karadelikler gibi çökmüş cisimlerin içinde olup bitenlerle ilgili tam bir bilgi veremez. Gözlem aletlerinin bizlere sunduğu, bu bölgelerde olup bitenlerin, diğer cisimler üzerindeki etkilerini görebilme fırsatıdır. Çökmüş cisimlerden doğrudan bilgi alamadığımız için bu konudaki merakımızı kuramsal hesaplar yardımıyla gidermek zorundayız.

Bir karadeliğin yakın çevresinde neler olup bittiğini anlamak, fizik bilimine çok değerli katkılar sağlayacaktır. Yer altına inşa edilen ivmelendiriciler veya masa başında yapılan kuramsal hesaplar ile fizik, mikro-evrene doğru bir hayli yol aldı. Şimdi Hubble gibi araçlarla Dünya'da asla gerçekleştiremeyeceğimiz olayları gözleyerek yeni bir alanda ilerliyoruz.

Alper Ateş

Kaynaklar  
Internet NASA Bulletin Board Service, Hubble Space Telescope Press  
Release 25 Mayıs 1994, Holland Ford  
Time 6 Haziran 1994, A Real Space Monster, Michael D. Lemonick

