

# ŞU GARİP KARA DELİKLER

**Gökbilimciler, görünmeyen ve cisim olmayan bu varlıkların evrenin açıklanmasında yardımcı olacağına inanıyorlar.**

Milne'in klâsik yapıtında gizemli Heffalump'tan başkasını düşünmemekte olduğunu anlayan Piglet'in şaşkınlıktan dili tutulur (1) Günümüzde gökbilimciler, karşılaştıkları gariplikleri tanımlayacak sözcükler aradıklarında aynı şaşkınlığı duyarlarken gökyüzünün çok uzaklarında Kuğu adı verilen yıldız topluluğunun içinde Heffalump'un göksel bir karşılığını buldular. Çok güçlü bir çekime sahip bu kozmik canavar, kendisine eşlik eden ve güneşten 20 kez daha büyük ve oldukça kütleli bir yıldız olan arkadaşını şiddetle çekerek sürükler ve hattâ onu yavaş yavaş emer. Milne'in fântazisindeki gibi büyük, iri ve koskoca bir hiçtir bu canavar. Princeton Üniversitesi eski fizikçilerinden John Wheeler buna güzel ve yerinde bir ad buldu: Kara Delik.

Neyin nesidir bu kara delik? Işık dahil hiçbir şey ondan dışarı çıkamıyor, onu terkedemiyor. Bu da onu görünmez yapıyor. Bundan da korkuncu bu garip nesnelere (!) göksel birer elektrik süpürgesi gibi karşılaştıkları her şeyi bitmek tükenmek bilmeyen bir oburlukla yiyorlar (!). Yine bunlar atom parçacıklarının, tozların ve dev güneşlerin iz bırakmaksızın içlerinde yok oldukları dipsiz kuyuları andırıyorlar. Kara delikler, uzay ve zamanın yapısında yer alan ve doğa yasalarının geçerli olmadığı çatlaklardır. Bunlar öyle inanılmaz ve çelişki dolu şeylerdir ki Wheeler, olayı "Fizikçilerin karşılaştıkları gelmiş geçmiş en büyük bunalım" diye nitelendirmekten kendini alamamış ve "Maddenin bu denli kısa

ömürlü olabileceğini hiç düşünmemiştik." demiştir.

Peki, tüm yıldızlar kara delik içinde gözden yiterler ve varlıklarını da yitirirlerse bunların maddesi nereye gider? Başka bir yere mi, yoksa başka bir zamana mı? Nasıl ortaya çıkmıştır bu yıldızlar? Kara deliklerin yarattığı ve bir anlamda düşünceleri ve din adamlarını ilgilendiren bu sorulara bilim adamları da el atmış durumda. Artık onlar da yaşamın, varoluşun ve evrenin anlamını çözmeğe çalışıyorlar.

Atomun kullanılmasından güneş sistemi içindeki uçuşlara varıncaya değin her şeye tanık olan bir çağda maddenin bir tür kozmik "lâğım"da yutulması düşüncesi kafalarımızı karıştırıyor. Sağduyu ile hiçbir biçimde bağdaşmayan bu düşünce, kötümser bir görüşle çılgınlık değilse bile bir çeşit kendi kendini aldatma gibi görünüyor. Korkunç Heffalump en sonunda kafası bal kavanozuna sıkışan Pooh olmaktadır.

Kara delikler bilimin Heffalump'ları mıdır? Günümüzün en parlak zekâlarından sayılan kara delik kuramcıları bu soruyu "Kesinlikle hayır!" biçiminde yanıtlıyorlar ve evrenin belki de gerçekten bu garip deliklerle dolu olduğunu söylüyorlar. California Teknik Üniversitesinden Kip Thorne "Yalnızca bizim galaksimizde bir milyondan fazla kara delik olabilir." diyor.

Kara delikler en güçlü teleskoplarla bile ne görülebilmiştir ne de görülebilecektir. Demek oluyor ki uzaydaki bu lekeler bugün için mate-



# KARA DELİĞE BİR GEZİ

GÖRÜNEN KÜTLELİ YILDIZ

KARA DELİK

X- IŞINLARI

GAZLAR

1 YILLAR ÖNCE BİLİM ADAMLARINDAN KURULU BİR EKİP BÜYÜK BİR GÖREVİ YERİNE GETİRMEK ÜZERE YERYÜZÜNDEN BİR UZAY GEMİSİNE BİNERLER. HEDEFLERİ BÜYÜK VE GÖRÜNEN BİR YILDIZLA EŞLİK EDEN KARA DELİKTİR.



2 KARA DELİKTEN UZAKTA BİR YERDE PARKEDEN UZAY YOLCULARI KARA DELİĞİ GÖREMEZLER. ONU ANCAK ÇEVRESİNDEKİ GAZLARIN YARDIMIYLA ALGULARLAR. GAZLAR, KARA DELİĞİN ÇEKİM GÜCÜ TARAFINDAN GÖRÜNEN YILDIZDAN EMİLMİŞTİR. YERYÜZÜ UYDULARI BU SICAK VE BASINÇLI GAZLARDAN ÇIKAN X- IŞINLARINI KAYDEDERLER.

## KARA DELİĞİN DOĞUŞU...



3 BİLİM ADAMLARI KARA DELİĞİN ÇOK KÜTLELİ BİR YILDIZIN ÖLÜMÜNDEN OLUŞABİLDİĞİNİ BİLMEKTEDİRLER. YILDIZIN KARARLI YAŞAMI SÜRESİNCE İŞİMA, ISI(→) VE ÇEKİM(←) DENGE HALİNDEDİR. YILDIZ ÇEKİRDEK YAKITINI TÜKETİRSE BÜZÜLMEMEĞE BAŞLAR. HACMİ SIFIRA DÜŞÜĞÜNDEN ÇEKİMİ VE YÖĞÜNLÜĞÜ SONSUZ BÜYÜR. FİZİKÇİLER BU OLAYA "TEKİLLİK" DERLER. YILDIZ KENDİ İÇİNE SIKIŞARAK GÖRÜNMEZ OLUR.

YAYILMA DİSKİ

4 KENDİLERİNİ BELİRLEMEK İÇİN TEHLİKENİN BİLİNEN BİR UZAY ADAMI BU ÇEKİM KUYUĞUNA BİR ROBOT GÖNDERİR.

5 ROBOT, BU DÖNEN GAZLARIN YAYILMA DİSKİ İÇİNDEN GEÇEN ÇEKİM GELİTLERİNİ İNCELTEREK UZATMAĞA BAŞLAR.

6 GEMİDEKİLER ROBOTUN, OLAY UFKUNUN HEMEN YANINDA HAREKETSİZ KALDIĞINI GÖRÜRLER BURASI ROBOTUN RADYO MESAJLARININ BİLE GERİ DÖNMEYİŞİ DÖNÜŞSÜZ, NOKTADIR. ROBOT İÇERİYE EMİLİRKEN TÜM MOLEKÜL VE ATOMLARI PARÇALANARAK UFALANIR VE ROBOT TEKİLLİĞE GECER.

OLAY UFKU

TEKİLLİK

ANCAK...

HERŞEYE KARŞIN ROBOTUN ÇOK KÜÇÜK BİLE OLSA YAŞAMINI SÜRDÜRME ŞANSI VARDIR. BAZI KURAMCILARA GÖRE KARA DELİK BİR "KURT DELİĞİ", GÖREVİNİ YAPAR, YANI EVRENİN BAŞKA BİR YERİNE HATTA BAŞKA BİR EVRENE GEÇİŞİ SAĞLAR. EĞER BÖYLE İSE ROBOT BİRDEBİRE BAŞKA BİR YERDE ORTAY ÇIKAR.



matiksel bir düş olmaktan öteye gidemeyecekler, yalnızca Einstein'ın genel rölativite kuramındaki karmaşık denklemlerin uğraştırıcı çözümleri olarak kalacaklardır.

Einstein'ın kuramı doğru ise kara delikler, yıldızların ölümlerinin doğal sonuçlarıdır. Ölen bir yıldızdaki maddenin büyük bir bölümünün merkeze doğru düşmesiyle gökbilimcilerin "felâket getiren çekim çökmesi" adını verdikleri olay başlar. Madde, elverişli koşulları bulduğu takdirde korkunç bir güçle büzülerek tam anlamıyla varlığının dışına sıkışır, yıldız da matematikçilerin "tekillik" dedikleri duruma gelir. Yıldızın maddesi sonsuz küçük bir hacme büzülür, aynı anda yoğunluğu ve çekim kuvveti sonsuz artar. Tekillik aşamasında artık uzay ve zaman yoktur. Harvard Üniversitesi fizikçilerinden Jonathan Grindlay "Çok çok büyük bir kütleli alıp sıkıştırma sıkıştırma nokta halinde bir hiçe dönüştürdüğünüzü düşünün. Düşünmesi bile rahatsız ediyor." demektedir.

Ne var ki bilim adamları bu tür bir rahatsızlıktan kaygı duymuyorlar. Yüzyıllar boyu gökbilimciler evreni sakin, durgun ve temelde değişmez diye düşündüler. Oysa şimdi evren anılmaz ölçüde şiddetli olaylara, galaksilerin ve yıldızların patlamalarına, kuasarların şaşırtıcı enerjilerine sahne oluyor. O evren ki ateşli doğuşunun yankılarını hâlâ duyuyor. Birçok bilim adamı bu korkunç olayların çoğunun kökeninde kara deliklerin yattığına hâlâ inanmıyor. Bu bilim adamları, olağanüstü çekim gücüne sahip kara deliklerin, kendilerinden herhangi bir kaçışa engel olmalarından büyülenmekle birlikte kendi kuramlarıyla bağdaşmalarını da içlerine sindiremiyorlar. Harvard Üniversitesi fizikçilerinden Larry Smart, "Demek ki" diyor, "Evrenin bazı kesimleri hakkında bilgi sahibi olmak olanak dışıdır". Bilim adamları böyle bir durumla karşılaştıkları zaman çoğu kez, fiziksel kuramların dayandıkları kuşkuolu denklemleri hiç düşünmeden bir kenara atabiliyorlar. Genel rölativite, yarım yüzyıl önce Einstein tarafından ortaya atıldıktan sonra birçok kez doğrulanmıştır ve gökyüzündeki olayların büyük bir hızla kara deliklerin varlıkları lehine geliştiğine inanan bilim adamlarının sayısı da gün geçtikçe artmaktadır.

"Kuşu" yıldızlar topluluğunda bir kara deliğin bulunması olasılığının yanısıra "Akrep"te de —bir yıldız çiftinin ögelerinden biri olarak— diğer bir kara deliğin bulunma olasılığından söz edilmektedir. Ayrıca Samanyolu'nun halesindeki üç küresel yıldız topluluğundan her birinin merkezinde birer kara delik daha bulunmuştur. Onbinlerce yıldız barındıran bu kümelerin iç

kesimlerindeki yıldızlardan bazıları çok kuvvetli bir çekim merkezi tarafından uyarılmışçasına oradan oraya devinirler. Harvard Smithsonian Astrofizik Merkezi araştırmacılarından Herbert Gursky ve Andrea Dupree bu yıldızların, kütlesi güneşinkinin binlerce katı olan bir kara delik çevresinde dönmeleri olasılığından söz ediyorlar. Samanyolu'nda daha birçok kara delik olabilir. Gökbilim kataloglarında M87 ve NGC6251 diye bilinen iki galaksidede şiddetli kabarmaların gözlenmesi, bu galaksilerde kara delik bulunabileceği izlenimini uyandırmaktadır.

Gökyüzünde görülemeyen kara deliklerin gizemi yeryüzünde gitgide aydınlığa kavuşuyor. Günümüzde astrofiziğin gözdesi haline gelmiş olan kara delikler konusunda, bilimsel dergilerde birbirleriyle çelişen yeni görüşlerin yer almadığı gün hemen hemen yok gibi. Bu görünmez canavarların yerlerini saptamak ve onları daha iyi tanımak için yeni yöntemler geliştirmek üzere yetmiş yakın uzman geçen yaz Seattle'de oniki gün süren bir kongrede alabildiğine tartıştılar. Princeton Üniversitesi astrofizikçilerinden Jeremiah Ostriker duygularını şöyle dile getiriyordu: "Ne kokusunu alabildiğimiz, ne görebildiğimiz, ne de işitebildiğimiz bir özen yalnızca tadına bakabiliyoruz. İşte, bizim sanatımızın bugünkü görüntüsü".

Kara deliklerin bu denli geniş bir ilgi toplamarının en önemli nedenlerinden biri onların belki de astrofizik ile metafiziğin buluştuğu noktayı belirlemeleridir. Bu da, bilimin giderek dine yaklaşması anlamını taşımaktadır. Kara deliklerin evrensel olaylarda pay sahibi oldukları bir gerçek, çünkü yıldızlardaki çekim çökmeleri günün birinde evrenin bile kendi üzerine yığılabileceği düşüncesini aşıyor. Eğer bu gerçekleşirse evrendeki milyarlarca galaksi birbiri üzerine sıkışarak dev bir kara delik oluşturacaklar. Sonra? Hiç!.. Belki de yeni bir yaratılışın başlangıcı.

"Kaçamama" uzaklığını belirleyen sınır ölen bir yıldızın kütlesine bağlı olup kara deliğin boyutlarını belirleyen kilometreler çapında düşsel bir küredir. Bu, "olay ufku" adı verilen dönüşü olmayan noktadır. Bu sınırı geçecek olan herhangi bir nesne çekile çekile uzayarak ince bir ipliğe dönüşür, çekimsel gelgit kuvvetlerinin etkisi altında toz haline gelir ve adeta tekillige emilir. Terkettiği gemisinin kara deliğe dalmasını gözleyen bir uzay adamı için ise durum biraz değişiktir. Rölativistik etkilerden ötürü uzay gemisi gitgide daha yavaş devinir gibi gözükerek olay ufkuna yaklaşır, ancak ona hiçbir zaman erişemez.



Kara delikler hem küçük hem de büyük boyutlarda olabilirler. İngiliz kuramsal fizikçisi Stephen Hawking, kökeni evrenin başlangıcına değin uzanan küçücük kara deliklerin varolabileceği matematiksel olarak göstermiştir. 15 - 20 milyar yıl önce evrenin oluştuğu Big Bang (büyük patlama) olayında madde her doğrultuda fırlatılmıştı. Hawking'e göre bir dağın bünyesindeki denli madde bazı yerlerde mini kara delik oluşturacak biçimde yeterince sıkıştırılmış olabilir. Bunların olay ufuklarıyla sınırlanan bölgesi bir atom parçacığından daha büyük değildir.

Texas Üniversitesi'nden hayal gücü yüksek iki araştırmacı küçük bir kara deliğin 1908 yılında Sibirya'nın Tunguska yöresinde yer küreyi delip geçtiğini ve ağaçları kilometrelerce sürüklediğini ileri sürdüler. Birçok bilim adamı bu ilginç savı kuşkuyla karşıladı. Ostriker, böyle bir şeyin olması halinde yeryüzünün tamamının yokolabileceğini söylüyor.

Hawking, daha da parlak bir matematiksel düşünüşle, kara deliklerin "kaçamama" kuramını zorladıklarını belirtiyor. Ona göre mini kara delikler, artan sıcaklıkla evrene yüksek enerjili gamma ışınları gönderirler ve atomaltı parçacıklara bölünerek yavaş yavaş "buharlaşırlar". Yine Hawking, mini kara deliğin milyarlarca yıl sonra ağabeyinden farklı olarak sıcaklığa dayanamayıp tıpkı "Cötterdaemmerung"ta (2) olduğu gibi milyonlarca hidrojen bombası şiddetinde bir patlamayla yok olacağını hesaplamıştır.

Bilim adamları inanılmaz savlarda bulunmaya devam ediyorlar. Böyle savlardan biri de kütleleri güneşinkinin milyarlarca katı olan ve milyonlarca kilometre genişliğinde olay ufuklarına sahip süper dev kara deliklerin varolabileceklere, California'daki Palomar ve Arizona'daki Kitt Peak National Gözlemlerindeki büyük teleskoplarla yapılan gözlemler çok miktarda madde fıskırtan M87 galaksisinde böyle en az bir kara deliğin varlığı olasılığını kuvvetlendiriyor. Gökbilimciler M87'nin merkezinin kendisinden on kat daha parlak olduğunu ve çevresinde beklenmedik büyük hızlarla yıldızların döndüğünü gördüler. Cambridge Üniversitesi'nden Martin Rees'e göre galaktik çevrimin çekim gücü tarafından beslenmesi için M87'nin çekirdeğinde güneşten 5 milyar kez daha kütleli bir kara deliğin bulunması gerekiyor.

Kara deliklerin, maddenin sonu olma özelliğinin kabulünde bazı bilim adamları felsefi ya da psikolojik bir çekingenlik göstererek bu "lâğım"lara giren maddenin her zaman bozulması gerektiği inancını taşıyorlar ve "Tersine, madde bazı özel koşullar altında uzay ve zaman içinde

çok hızlı dönen kara delikler tarafından bir kurt deliği (3) içine yöneltilebilir ve evrenin başka bir yerinde, ya da hepten başka bir evrende yeniden ortaya çıkar." diyorlar. Hattâ bazılarına göre kara delikler "ak delik" denilen gizli karşılarıyla ikili ilişki içindedirler. Bu ak delikler uzay ve zamanın herhangi bir yerinde bulunurlar ve kara deliklerin tersine maddeyi püskürtürler. "Kuasar" adıyla bilinen son derece parlak gök cisimlerinin evrenin bir kesiminden ya da başka bir evrenden madde ve enerji püskürten bu ak deliklerden başka bir şey olmadıkları düşüncesi bir süre zihinlerde yer aldıysa da artık bilim adamları kuasarlara, evrimlerinin ilk ve şiddetli evrelerindeki ışığı yeryüzüne milyarlarca yıl sonra gelen uzak galaksiler oldukları görüşünde birleşiyorlar.

Eğer evren gerçekten birtakım gizli ve büyüğü geçitlerle örülü ise bunlardan, yıldızlarla galaksiler arasındaki tanıma sığmaz uzaklıkların günün birinde aşılmasında yararlanılamaz mı? İngiliz bilim yazarlarından Adrian Berry, birkaç yüzyıl sonra son derece gelişmiş ve ilerlemiş bir uygarlığın yeterince yıldız yığınına miktatsızlarla bir araya toplayıp bunları kendi çekim kuvvetleriyle sıkıştırarak yeterli uzaklıkta bir kara delik yaratacağını ve bunu, öteki dünyalara geçiş kapısı olarak kullanacağını yazmıştır. Ne var ki bilim adamları bu tür fantazilere pek aldırış etmiyorlar.

Varsayalım ki serüvenci bir uzay adamı kara deliğe girmeyi başardı. Bir kurt deliği içinden geri döndüğünde kalktığı noktaya, yolculuğa başladığı zamandan daha önce varabilecek, ancak o zaman da bu yolculuğa henüz başlamamış olacaktı. Bernard Carr (Cambridge) bu türden olayların matematiksel olarak rölativistik yaklaşımla çözülebileceğini, ancak fiziksel gerçeklikle ne denli bağdaştıklarının henüz aydınlığa kavuşmadığını söylüyor.

Normal kara deliklerin —"normal" sözcüğü yerindeyse— matematiği sağlam kuramsal temellere dayanır. Daha 1796'larda Fransız matematikçisi Pierre Simon de Laplace Newton'un çekim ve ışık ile ilgili düşüncelerinden devinerek kara deliklere kaba bir yaklaşımda bulunmuş, bir yıldızın gerçekten kütleli olması halinde yüzeyindeki çekim kuvvetinin çok büyük olacağını hesaplamıştı. Bu durumda yıldızın kaçış hızı —bir gök cisimindeki nesnenin bir daha dönmemek üzere cisimden ayrılması için sahip olması gerekli en düşük hız— Newton'un "ışık parçacıkları"nın hızını aşacak, böylelikle bu parçacıklar da yıldızı terk edemeyeceklerdi. Laplace, "Demek oluyor ki evrende ışık saçan en büyük cisimler bile gözle görünmeyebilirler." demiştir.



Bilim dünyası bir yüzyıl kadar sonra Einstein'ın "Genel Rölativite Kuramı"yla sarsılıncaya değin hiç kimse Laplace tarafından ortaya atılan bu düşüncelerle ilgilenmedi: "Çekim" kavramını Newton, bir cismin diğeriine uyguladığı kuvvet, diye oldukça basit bir biçimde tanımlamaktaydı. Ona göre çekim, bu cisimlerin kütleleriyle doğru, aralarındaki uzaklığın karesiyle de ters orantılıydı. Buna karşılık Einstein'ın yaklaşımı çekime oldukça karmaşık bir nitelik kazandırdı. Bu yeni görüş uzay ve zamanı eğritiyor ve güneş ve benzeri gök cisimleri sanki lastiğe benzeyen bir zarın ortasında oturup onu çukurlaştırıyorlardı. Bir uzay aracı, bir gezegen, hattâ bir yıldız ışığının ışını gibi gözükken her şey, kısacası her ne olursa olsun, bu eğri yüzey tarafından yakalanırsa merkezdeki bu cisme doğru kıvrılan bir eğri boyunca devinecekti.

1915'te, Einstein'ın kuramını geliştirmesinden hemen sonra, Karl Schwarzschild adındaki bir Alman meslekdaşı genel rölativitenin sonuçlarından birini inceledi. Vardığı sonuç şu idi: Yeterince yoğun ve sıkışmış bir yıldızın çekim kuvveti, çevresindeki uzay ve zamanı öylesine çarpıtır ki bu uzay ve zaman yıldızın çevresinde kendi üzerine kapanır. Kütleli güneşinki denli büyük olan bir gök cisminin kritik yarıçapının yaklaşık 3 km olduğu hesaplanmıştır. Yıldız, yarıçapı bu değerin altına düşecek denli büzülmeye uğrarsa yok olur. "Schwarzschild yarıçapı" adı verilen bu olay ufku altında kara deliğin sınırından başka birşey değildir. Bu sınırın ötesine geçen her nesne görünmez olur.

Einstein'ın kara deliği (4), Laplace'ın karanlık yıldızından ayrımlı olarak daha geniş bir "son olma" özelliğine sahipti. Rölativite, hiçbir şeyin ışıktan daha hızlı devinemeyeceği —Newton'un klasik mekanikinde yer almayan bir görüş— temeline dayandığından "kaçış"ı olanaksız kılmaktaydı. Kara deliğin içindeki herhangi bir cisimi dışarı çıkarmak için yeryüzündeki enerjilerin tümü bile yeterli olamazdı.

Bugün gökbilimciler bir yıldızın yaşam öyküsünü yarışma halinde iki güçlü kuvvet arasındaki savaşıma benzetmekte haklıdırlar. Bir yanda yıldızın içindeki alevlerden gelen ısı ve ışımının yıldızı oluşturan gazlara uyguladığı dışa yönelik büyük basınç, öte yandan yıldızın içinde etkili içe yönelik çekim kuvveti birbirlerine karşı üstünlük kuramamanın doğurduğu bir çıkmaz içindedirler. Güneş beş milyar yıldan beri parlamaktadır, bir o kadar daha parlamasını sürdürmektedir. Bir yıldız, çekirdeği dolayındaki hidrojenin çoğunu tükettince dış kesimlerinde hidrojeni yakmağa başlar ve kızıl bir dev haline alır.

Eğer günün birinde güneş te böyle bir evreye erişecek olursa çıkaracağı gazlar Merkür, Venüs ve Dünya'yı içine alacaktır.

Gökbilimciler Einstein denklemlerini kullanarak şöyle bir sonuca varıyorlar: Eğer yıldız, çekirdeğindeki "yakıtın" tümünü tüketirse çekim kuvvetinin etkisiyle büzülerek bir "ak cüce"ye dönüşür. Bu, aşağı yukarı yeryüzünün boyutlarında ve  $10^6$  g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda bir küredir. Bu hesaplar, ilk kez 1860'larda gözlenen ve gökbilimcileri uzun yıllar uğraştıran bir yıldız hakkındaki gerçekleri de en sonunda su yüzüne çıkardı. Az parlak olan ve Sirius'a eşlik eden bu yıldız görünüşte küçük olmakla birlikte Sirius üzerine büyük bir çekim kuvveti uygulamaktaydı. Bu küçük yoğun komşu, o zamana değin gözlenen diğerleri gibi bir ak cüceydi.

Daha büyük yıldızların çekim kuvvetiyle büzülerek küçülüp yoğunlaşmaları düşüncesi zihnini uzun bir süre uğraştıran genç Şandrasegar 1930'ların başlarında Cambridge'de öğrenim görmek üzere Hindistan'dan İngiltere'ye gelirken gemide şaşırtıcı bir sonuca vardı: Eğer bir yıldızın kütlesi, büzülmeğe başladığı anda güneşinkinden 1,4 kez daha büyükse büzülme sonunda bu yıldız bir ak cüceden bile daha yoğun hale gelir. Bu çöküşün nereye değin süreceği sorusuna Şandrasegar, çağdaş bilim en kaçamaklı yanıtlarından birini veriyor: "İnsana diğer olasılıkların da spekülasyonunu yapma olanağı tanınmalı"

Ünlü İngiliz gökbilimcisi ve fizikçisi Sir Arthur Eddington, bir yıldızın ışık veremeyecek denli büzülmesi demek olan böyle bir reductio ad absurdum'a (5) doğanın izin vermeyeceğini söylerken Mount Wilson Gözlemevi'nde çalışan Fritz Zwicky ve Walter Baade daha esnek görüşleri savunuyorlardı. Onlar, Samanyolu dışındaki galaksilerde "Süpernova" denilen öyle büyük yıldız patlamaları gözlemişlerdi ki Samanyolu'nda bu tür olaylara 1604'ten beri rastlanmıyordu. Bu patlamalar, ölmekte olan kütleli yıldızların iç çöküşlerinden dev yaylar gibi geri fırlayarak kurtulmaları sırasında olmaktadır. Patlayan bu yıldızlar günlerce hattâ haftalarca galakside geri kalan milyarlarca yıldızın toplam parlaklığına eşit güçle ışıldayabilirler. Zwicky ve Baade, böylesine bir çekim çökmesinin ve patlamanın, değil yalnızca uzayın derinliklerine madde fıçkırtmak, yıldızın çekirdeğindeki atomları bile parçalara ayırmak için yeterli güce sahip olduğuna inanıyorlardı. Elektronlar yörüngelerinde dönerlerken atomun çekirdeğine doğru uçuşarak protonlarla birleşecekler, bu göksel simyanın sonucu olarak ta katı bir nötron kümesi oluşacaktı.



Bu iki gökbilimci, bir nötron yıldızının varlığı olasılığı üzerinde de durmadılar değil. Böyle bir yıldızın, Samanyolu'nun M.S. 1054 yılında Çinli gökbilimciler tarafından gözlenen süpernovalarından birinin bulunduğu yerdeki ünlü Yengeç buluntusundan yayılan gazların merkezinde olabileceğini ileri sürdükleri zaman meslektaşlarından bazıları bu savı ciddiye aldılar, bazıları da —ki bunlar kuramsal fizikçi idiler— hiç umursamadılar. Bunlardan biri Berkeley'deki California Üniversitesi profesörlerinden J Robert Oppenheimer'di.

O sıralarda Einstein denklemlerinin çekim çökmesine uygulanmaları üzerinde çalışmakta olan Oppenheimer'in 2. Dünya Savaşı'nın başlamasından bir gün önce "Physical Review" dergisinde iki önemli yazısı yayımlandı. George Volkoff adlı bir son sınıf öğrencisiyle ortaklaşa hazırladığı ilkinde nötron yıldızlarının gerçekten varolabilecekleri ileri sürülüyor, bunların çaplarının 10 km, yoğunluklarının da  $10^{13}$  g/cm<sup>3</sup> (cm<sup>3</sup> başına on milyon ton) olduğu belirtiliyordu. Hartland Snyder adında başka bir öğrenciyle birlikte hazırladığı ve "Sürekli Çekim Büzülmesi Üzerine" başlıklı ikinci yazıda ise ölmekte olan bir yıldızın yeterince kütleli olması halinde Einstein kuramında yer alan hiçbir şeyin bu yıldızın büzülmesine, yani tekillige yönelmesine engel olamayacağı görüşü savunulmaktaydı.

Bütün bunlar, Einstein'ın da dediği gibi "düşünülen deney" evresinde kuramlar olmaktan öteye geçemezdi. Birakınız kara delikleri, nötron yıldızına benzer birşey oluşturmak için gerekli koşulların yeryüzünde yaratılması olanak dışıydı. Kaldı ki savaş patlak vermiş, bilim adamlarının uğraşları başka yönlere doğru yoğunlaşmak zorunda kalmıştı. Oppenheimer hemen ilk atom bombasının yapımı çalışmalarına geçti; çekim çökmesi konusu \*da savaş sonrasına değin unutuldu.

Savaştan sonra gökbilimciler savaş teknolojisini, kendi alanlarında kullanmağa başladılar. Uzaya, X-ışını dedektörlerle donatılmış roketler fırlatılmağa başladı. Bu roketler, atmosferin gökssel X-ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını engelleyen yüksekliklerinde süzülürken gökbilimciler uzaydaki X-ışını kaynaklarının yerlerini saptamağa başladılar. Eski radar antenleri duyarlı radyoteleskoplara dönüştürüldü. Böylece bilim adamları göklerden gelen gizemli sesleri daha iyi işitebildiler. Bu gürültülerden bazıları normal optik teleskopların objektifleriyle görülemeyen radyogalakislerden, bazıları ise çok uzak ve güçlü kuasarlardan geliyordu. "Bell" Laboratuvarlarındaki bilim adamları yeni bir uydu iletişim sistemi

üzerinde çalışırken alçak genlikli bir mikrodalg "tıslıtısını" işittiklerini söylediler. Bu, Big Bang'ı ilk ışımasından günümüze değin gelen bir ışırtı olabilir.

Bu arada optik gökbilim de boş durmuyordu. Artık elektronik bilgisayarların yardımıyla büyük aynalar galaksilerin içlerine değin erişebilmelerydi. Bu yıldız adalarından bazılarının devinimleri burgaç biçimindeydi. Diğerleri de uzay ışığına yakın hızla madde jetleri püskürtüyorlardı. Sonunda uzay çağı, insansız uyduları gökyüzüne gönderilmesi aşamasına erişti. Artık uzaktan kumandalı gözlem istasyonları istenileri yörengeye oturtulabiliyordu. Gökyüzü şimdiyi değin hiç bu denli dikkatli gözlenememişti.

Yeni teknoloji yalnızca evrene yeni pencere ler açmakla kalmamış, aynı zamanda şu olasılık da ortaya çıkarmıştır: Çekim çökmesi, bu korkunç gök olaylarını yöneten kuvvettir. Bilim adamları Oppenheimer'in eski yazılarını karıştırmaya başlayınca son derece ilginç ve olaylar daha iyi açıklanan şeyler buldular.

1967'de Jocely Bell adında son sınıf öğrencisi bir İrlanda'lı genç kız Cambridge'de radyo-gökbilimci Anthony Hewish ile birlikte çalışırken güneş sisteminin hayli ötesinden gelen düzgün aralıklı işaretler saptadı. Önce ikisi de bunların bir yeryüzü ötesi uygarlıktan gelen ve diğer akıllı yaratıklarla iletişim kurmayı amaçlayan işaretler olduğunu sandılar. Bilim adamları bu ilk ses kaynağını —hemen sonra üç tane daha saptanmıştır— LGM diye adlandırdılar (LGM: Little Green Man = Küçük Yeşil Adam). Ancak bunlardan birkaçının daha alınmasıyla ortaya çıktı ki "darbecik" adı verilen bu işaretler nötron yıldızlarından geliyordu. Hızla dönerek yarattıkları kuvvetli manyetik alanlarındaki parçacıkları ivmelendiren nötron yıldızları, her dönüşlerinde yeryüzünü tarayan ışınım demetleri gönderen birer gökssel fener kuleleri gibiydiler. Bu bulgudan hemen sonra saniyede 30 kez parlayıp sönen böyle bir yıldız gözlemdi. Yeri, Yengeç bulutsusunun tam göbeğiydi. Zwicky ve Baade'nin 34 yıl önce bulunmuş oldukları kehanet sonunda gerçekleşmişti.

Bu olay, nesnelere, onları örer nötron yıldızına dönüştürecek denli yoğunluk kazandıran çekim çökmesinin kara delik'te oluşturabilecek güçte olduğuna inanmayanların tüm kuşkularını silmeğe yetmişti. California, Cambridge, M.I.T., Harvard, Princeton ve diğer merkezlerdeki bilim adamları Şandrasegar'ı da aşarak en sıkı, en yoğun nötron yıldızlarının uzaydan silinecek denli çökmeye uğramaları için güneşinkinin yaklaşık üç katı bir kütleyle sahip olmalarının vete-



ceğini kanıtladılar. Ancak bu, kara delikler için geçerli değildi. Kara deliklerin büzülmesi diye birşey söz konusu olamazdı. Gökbilimciler kara delik olabilecek büyüklükte sayısız yıldız buldular. Bunlardan "süper dev" diye bilinen bazılarının kütleleri güneşinkinden 40 - 50 kez büyüktü.

Görece yakın ak kücelerin yayınladıkları ışık yardımıyla büyük teleskoplarla fotoğraflarının çekilebildiği, nötron yıldızlarından ise yukarıda sözü edilen türde işaretler alınabildiği halde kara delikler tekil yapılarından ötürü herhangi bir iletişime elvermemektedirler. O halde nasıl tanınip anlaşılacaklardır? İşte bu soruya henüz bir yanıt bulamamış olmak gökbilimcileri başkaldırıcı bir davranışa itmektedir. Birçok yıldız güneşten ayrılmı olarak çiftler halindedir. Bu yıldız çiftleri ortak bir çekim merkezi çevresinde dönererek birbirlerinden ayrılmaksızın uzay içinde gezinip dururlar. Bilim adamlarına göre eğer yıldızlardan biri çekim çökmesine uğrayıp bir kara deliğe dönüşürse, henüz görülebilirliğini yitirmemiş olan eşine bir çekim kuvveti uygulamaya devam edecektir. 6000 ışık yılı uzaklığında olan Kuğu takımıyıldızında gözlenen olay da bu olsa gerektir. Kendisine, artık bir kara delik olan eşî tarafından çekim uygulanan yıldız yumurta biçimini alarak çevresine büyük miktarda gaz saçmaya başlar. Gaz parçacıkları, gittikçe küçülen daireler üzerinde hareket ederek olay ufkuna yaklaşılır ve sınırı aşmadan çarpışırlar. Kara deliği çevreleyen gaz parçacıklarının birleşmeleriyle oluşan sıcaklık 10 milyon santigrad dereceye erişir, aynı anda uzaya X-ışınları şiddetinde dalgalar yayılır "Uhuru ve Copernicus" öncü uyduları tarafından Kuğu'dan alınan ışıma işte bu dalgalardan başka birşey değildi. Akrep'teri gelmekte olan X-ışınlarının kaynağı da yine eşlerden birinin kara delik olabileceği böyle bir yıldız çiftidir.

Bilim adamları, kara delikleri saptamak için başka yöntemler de kullanıyorlar. Genel rölativiteye göre yıldız çökmesi ve bazı kara deliklerin çarpışmaları gibi şiddetli olaylar çekim dalgaları yayarlar. Elektromanyetik kuvvet için ışık ve radyo dalgaları ne ise çekim kuvveti için de bu dalgalar odur. Ancak uzaklık arttıkça çekim kuvveti o denli küçülür ki dalgalarını almak, Harvard Üniversitesi'nden Smarr'ın deyişle, yeryüzü ile güneş arasındaki uzaklığın bir saç kılı çapından daha büyük olmayan değişmelerini ölçmek denli zordur. Şimdiye değin bu ustalığı gösteren çıkmamıştır. Bilim adamları Amerika'da olsun, daha başka yerlerde olsun, laserle çalışan son derece duyarlı çekim dedektörlerinin, aşırı dondurulmuş metallerle kullanılan aygıtların ve

buna benzer hünerli araçların geliştirilerek kullanılmaya başlamasıyla yakın bir gelecekte yeni bir çağın açılacağı umudu ve bekleyişi içindedir.

Yine bilim adamları kara delikleri kanıtlamak için yeni aygıtlar geliştiriyorlar. Bunlardan bazıları:

- Geliştirilmiş yüksek enerji uyduları. Bunlar Hawking'in mini kara deliklerinden gelen gamma ışınlarını almağa yarıyorlar.

- 48 km uzunluğunda ve 32 km genişliğinde ve tabak biçiminde 27 antenden oluşan Y teleskobu. New Mexico'da bulunan ve hemen hemen yarıya yakın bölümü tamamlanmış olan bu aygıt, kara deliklerin güdümünde oldukları düşünülen çok uzak kuasarlara erişecek nitelikte.

- 2,4 m çapında aynası olan uzay teleskobu. 1980'lerin başında gerçekleştirilecek uzay yolculukları sırasında atmosferin ötesinde bir yöreğe oturtularak çeşitli gök olaylarını algılayacak. Bunların içinde kızılötesi ve morötesi ışıma da var. Aygıtın, kara deliklerin buldukları galaksilerin gizli kalmış yönlerini açıklığa kavuşturması bekleniyor.

Bu aygıtlar kara delikler hakkında sağlam kanıtlar bulurlarsa, bu buluşun önem derecesi ne olur? En başta kara deliklerin varlığı kanıtlanacak, böylece evrenin oluşumu ve yazgısı konusundaki gizemler açıklığa kavuşacaktır. Evrenin sürekli genişlediği, galaksilerin de Big Bang'den uzaklaşmaya devam ettikleri, bilim adamlarının ortak görüşüdür. Ne var ki bu genişlemenin sonuza değin sürüp sürmeyeceği sorusunu henüz hiç kimse yanıtlayamamıştır. Galaksilerarası çekimin, dışarı taşıma hızını yavaşlatacağı doğru olsa bile evrende yeterince kütle bulunduğu sürece yayılmanın tümüyle duracağı söylenemez.

Gökbilimciler, bugüne değin gözlenebilen galaksiler ve gaz bulutları içinde gerekli miktarda kütle bulamamışlardır. Eğer kara deliklerin sayısı bazı bilim adamlarının ileri sürdükleri denli ise bunlar, varolana ek bir çekim alanı yaratarak yayılmayı yavaşlatıcı, hattâ ters yöne çevirici bir rol oynayacaklardır. Bunun gerçek olması halinde ise evren, çökmekte olan dev bir yıldız gibi yavaş yavaş kendi üzerine yığılmağa başlayacaktır. Böylece 50 milyar yıl sonra galaksiler, tekilliğin son aşaması olan dev bir kara deliğe büzülecekler, bunun sonucu olarak evren de varlığını yitirmiş olacaktır. Bu son çöküşten hiçbir kurtuluş yolu olmadığını söyleyen Wheeler: "Evren bizim tek şansımız. Ondan en iyi biçimde yararlanmak için elimizden geleni yapmalıyız." diyor.

Ya günümüz ve yakın gelecek?.. Kara deliklerin bugünkü uygarlığa etkileri var mı? Varsa neler? Arizona Üniversitesi'nden Roger Angel'e



göre uygulamada bunlardan yararlanma olanağı yoktur. Şu an için belki. Ama ne var ki bugün kara delikler dışında hiçbir şey bilim adamlarını (en sakıngan geçinenler dahil) bir düşler âlemine sürükleyemiyor. 1974 yılında Manhattan'da yapılan bilimsel kongrede California'daki Lawrence Livermore Laboratuvarı fizikçilerinden Lowell Wood meslektaşlarını hayran bırakan bir bildiri sundu. Bildiri her ne denli tam olarak inandırıcı bir nitelik taşımıyordu ise de, yeryüzüne görünürde sınırsız enerji sağlayacak bir planı içeriyordu. Genç fizikçiye göre bu enerji, yeryüzünün herhangi bir yörüngesindeki bir mini kara delikten sağlanacaktı. Yeterli uzaklıkta bir yörüngede dönmekte olan bir uzay aracı kara deliğe "mermiler" fırlatacak, böylece ortaya çıkacak çok yüksek ısının etkisiyle enerji mikrodalgaya dönüşerek yeryüzüne gönderilecekti. Halen Texas Üniversitesi'nde bulunan Wheeler ve onun eski öğrencilerinden Kip Thorne bile bir ara, bir kara deliğin çevresinde (olay ufkunun berisinde) bütünüyle bir uygarlığın kurulabileceğini öne sürmüşlerdi. En son süprüntü yığınına yaratacak böylesine bir yığıtlık örneği!.. Kara deliği sınırlayan bölgenin garip fizikinden ötürü içeri giren artık malzemenin (süprüntünün (!)) yalnızca bir bölümü harcanacak, öteki bölümü ise daha büyük bir hızla geri püskürtülecektir. İşte, geri püskürtülen bu maddelerin son derece yüksek enerjileri burada kurulacak bir uygarlık için kaynak olacaktır. Bu arada ortaya çıkabilecek bir pürüz şu idi: Eğer mühendisler kara deliğe gerektiğinden fazla döküntü gönderirlerse olay ufkunu genişleyip yayırlar tüm uygarlığı "yutacaktır".

Bugün için birer düş olmandan öteye geçemeyen bu gibi sahnelerin günün birinde gerçekleşeceğini hiç kimse söyleyemez. Gerçi kara deliklerden coşkunluk ve sıcak bir ilgiyle söz ediliyor,

ama varlıkları konusundaki kuşkular henüz giderilmiş değil. Ancak bu aydın maya, varoluşlarının ve kullanılmalarının önemini gitgide arttırıyor.

Düşünce ve imgelerini böylesine geniş bir çerçeveye içine yayan insanlık, evrenini yalnızca genişletip yaymakla kalmıyor, aynı zamanda onu yükseltiyor da. Bu durumda en uygun benzetme belki de Piglet'in Heffalump'u değil de Brown'ing'in şu ünlü haykırış dizeleri:

Erışmeliyiz uzandığımızın ötesine...

Aksi halde cennetin anlamı ne?

Gün geçtikçe sayıları artan kara delik kuramcılarının kutup yıldızı, işte bu kozmik görüştür.

- (1) Alan Alexander Milne (1882 - 1956): İngiliz Çocuk Edebiyatı ve Oyun Yazarı. Yazmış olduğu çocuk öykülerinden en tanınmış "Christopher Robin ve Hayvanları"dır. Piglet, Pooh, Kanga, Roo, Eeyore ve Heffalump bu hayvanlardan bazılarıdır.
- (2) Götterdaemmerung: İskandinav ülkelerinin Ragnarök mitolojisinin Almanca'ya çevirisi. Çevirinin aslında "Götterverhaengnis" olması gerekir. Mitolojiye göre tanrılar düşman güçlerle yaptıkları savaşı yitirirler, bunun üzerine de dünyayı yok ederler. Götterdaemmerung, dünyanun batışını simgeleyen bir sözcük olmuştur.
- (3) Bu deyim, bir meyve kurdunun, meyvenin içine girmek için açtığı yola benzetilen bu "kanalları" oldukça iyi tanımlıyor.
- (4) Daha o zaman "kara delik" adı bilinmiyordu. Bu ad 1960'larda fizikçi Wheeler tarafından konmuştur.
- (5) reductio ad absurdum: Latince'den çevirisi: Anlamsızlığa geri dönüş. Bir teoremi, kendisiyle çelişen bir teoremin yanlışlığını ortaya çıkararak tanımlama yöntemi. Türkçe'de "Olmayana ergi" diye bilinir.

*TIME'dan*

*Çevirenler: Aysun KUBİLAY*

*Elek. Yük. Müh.*

*Prof. Dr. Sacit TAMEROĞLU*

● *Basit bir insanın elinden geleni yapmaya çalışması, zeki bir insanın tembelliğinden çok daha değerlidir.*

*Ballasar BRACIAS*

● *Krallar ve prenslar, akıl hocaları, nedimler, profesörler edinebilirler, onları unvan, şöhret, nüfuz ve madalyalarla süsleyebilirler. Ama asla büyük adam yapamazlar. Gerçekten büyük ruhlular insanlar, toplumun bayağılıkları üstüne yükselebilenlerdir.*

*BEETHOVEN*

● *Fazilet ve bilim altın gibidir. Ama ihmal edilirse parlaklıklarından çok şey kaybederler.*

*CHESTERFIELD*