



## Uygarlığımızı Sona Erdirebilecek Bir Tehlike

# Göktaşları

Çapı 1 km'nin üzerinde ikibin dolayında asteroid Güneş'in çevresinde ve Dünya'ya yakın yörüngelerde vızır vızır dönüyor. Bunların binde biri büyüklüğünde bir tanesi, yüzyılımızın başında Sibiryaya düşmüştü; 2000 km<sup>2</sup> lik bir ormanlık alanda, milyonlarca ağaç ya yanmış ya da yerle bir olmuştu. Geçtiğimiz Mart ayında Dünya'nın gündemine bomba gibi düşen, 1997 XF11 adlı asteroid, akıllara bu olayı getirip, daha büyüklerini düşündürüyordu.

**B**ELKİ de hepimiz ılık bir yaz gecesinde, gökyüzüne bakarken bir yıldızın kayıverdiğini görmüştüzdür. Hatta kimilerimiz bir dilek bile tutmayı ihmal etmemiştir. Kimilerimizin de aklına, o yıldızla birlikte bu dünyadan da birilerinin göçüp gittiği gelmiş olabilir.

Hemen belirtelim ki kayan yıldızların ne insanlarla ne de yıldızlarla bir ilişkisi var. Bu, bütünüyle atmosferimizde gelişen bir süreç. Yıldız kayması denilen olay, Dünya'nın atmosferine hızla giren bir toz parçasının, belki de çakıl büyüklüğünde bir göktaşının, yanarak renkli bir ışık yaymasından başka bir şey değildir. Bu tür göktaşlarının büyük bölümü, yere ulaşmadan,

daha atmosferin üst kısımlarındayken buharlaşır. Yayıdıkları ışığın rengiye içerdiği maddelerin kimyasal yapısına göre değişir. Örneğin demirden bir göktaşı, sarı ışık yayarken silisyum ağırlıklı olan, kırmızı ışık yayar.

Gökbilimciler, uzaydan Dünya'mıza düşen bu göktaşlarına *meteoroid* adını verirler. Bizim "yıldız kayması" dediğimiz ışık olayına da *meteor* derler. Her gün binlerce meteoroid atmosfere girer, yanar. Böylece bütün bir yıl boyunca, yüzlerce ton yeni madde Dünya'nın kütesine eklenir. Zaman zaman birkaç metre çapında, pek de küçük sayılamayacak meteoroidlerin de atmosfere girdiği olur. Onlar da girer girmez yanmaya, buharlaşmaya başlar. Ama bütünüyle

buharlaşmadan, küçük bir parça olarak ve büyük bir hızla yeryüzüne düşerler. Gökbilimciler yere ulaşabilen bu meteoroid parçalarına da *meteorit* derler.

Yılın belli dönemlerinde meteor sayısında artış olur. İşin ilginç yanı, bu meteorların gökyüzünün yalnızca belirli bir bölgesinde görülmesidir. Bu olaya *meteor yağmuru* denir. Meteor yağmurları, görüldükleri gökyüzü bölgesindeki takımyıldızın adıyla anılırlar. Örneğin her yıl 30 Ekim-30 Kasım tarihleri arasında Aslan (Leo) takımyıldızının bulunduğu bölgede meteorların arttığı gözlenir -saatte 1-2 tane. Bu meteorlara, Leonidler ya da Leonid Meteor Yağmuru denir. 17 Kasım gecesinde Leonidler sayı

## Başlıca Meteor Yağmurları

Adı	Göründüğü Takımyıldız	En Yoğun Olduğu Tarih	Kaynağı
Quadrantid	Draco (Ejderha)	14 Ocak	
Lyrid	Lyra (Çalgı)	22 Nisan	
Aquarid-Eta	Aquarius (Kova)	5 Mayıs	Halley
Beta Taurid	Taurus (Boğa)	30 Haziran	Encke
Aquarid-Delta	Aquarius (Kova)	19 Temmuz	
Perseid	Perseus (Kahraman)	12 Ağustos	
Draconid	Draco (Ejderha)	10 Ekim	
Orionid	Orion (Avcı)	20 Ekim	Halley
Taurid	Taurus (Boğa)	3 Kasım	Encke
Leonid	Leo (Aslan)	17 Kasım	Temple-Tuttel
Geminid	Gemini (İkizler)	13 Aralık	3200 Phaethon

Ortadaki fotoğrafta sarı ışık yayan bir meteor görülüyor. Objektif uzun süre açık bırakıldığından, arka plandaki yıldızlar çizgi şeklinde çıkmış. Üstteyse, 17 Kasım 1966'daki Leonid fırtınasında çekilen anlık bir fotoğrafta onlarca Leonid görülüyor. Sağda da, 1883 yılında Kuzey Amerika'dan şaşkınlıkla izlenen bir meteor fırtınasının resmi görülüyor.



en üst düzeyine ulaşır. Yaklaşık 1,5 saat boyunca, iki-üç dakikada bir meteor görülür.

Gözlenen tek meteor yağmuru Leonidler değildir. Her yıl 13 Ağustos gecesi yoğunlaşan ve Perseus takımyıldızı bölgesinde görülen Perseidler gibi, değişik tarihlerde ortaya çıkan daha birçok meteor yağmuru da vardır.

Leonidler, Perseidler ve bütün öteki meteor yağmurlarındaki meteoroidler, genellikle çok küçük parçalardan oluşur. Çapları 1 mm ile 1 cm arasında değişir. Bunların hiçbiri yeryüzüne ulaşamaz. Ne var ki, bu küçük parçaların atmosfere girmeden önceki hızları inanılmayacak denli yüksektir: Saatte 250 000 km. Eğer bunlardan biri, yörüngedeki uydulardan birine çarpacak olsa delip geçer. Belki de uyduyu, bir daha kullanılmaz hale gelir. Askeri uyduların bu tür durumlar için -hatta daha şiddetlilerine karşı da- savunma sistemleri bulunur. Ama sivil amaçlı uydular bütünüyle savunmasızdır.

Leonid meteor yağmurları, 33 yılda bir meteor fırtınasına dönüşür. Meteor fırtınaları etkileyici ama ender görülen olaylardır. Bugüne değin modern yöntemlerle hiç gözlenememişlerdir. Normal yıllarda, meteor yağmuru en yoğun olduğu günde bile, saatte 20 dolayında olan meteor sayısı meteor fırtınası sırasında saatte 100 000'in üzerine çıkar (yüzbin kurşun!).

Son Leonid fırtınası 1966'da olmuştu. O tarihte Dünya yörüngesin-

de 100 dolayında uydu bulunuyordu. Bugünse 500 uydu var. Bu yıl Kasım ayında meydana gelecek Leonid sağanağının 1966'dakinden daha şiddetli olacağı tahmin ediliyor.

Uydulara yönelik bu 1-1,5 saatlik tehdit nedeniyle, geçtiğimiz Nisan ayında iki günlük bir konferans düzenlendi. Konferansa 200'e yakın uydu işletmecisi, sigortacı ve bilim adamı katıldı. Bu yılki Leonid fırtınası sırasında yapılması gerekenleri tartıştılar. Kimi bilim adamlarına göre uyduların zarar görme olasılığı düşük. Ama 1993'te ESA'nın (Avrupa Uzay Ajansı) Olympus adlı uydusuna bir göktaşı çarptığını unutmamak gerekiyor. Uydunun yön denetim birimini parçalayan göktaşı, uyduyu kullanılmaz hale sokmuştu.

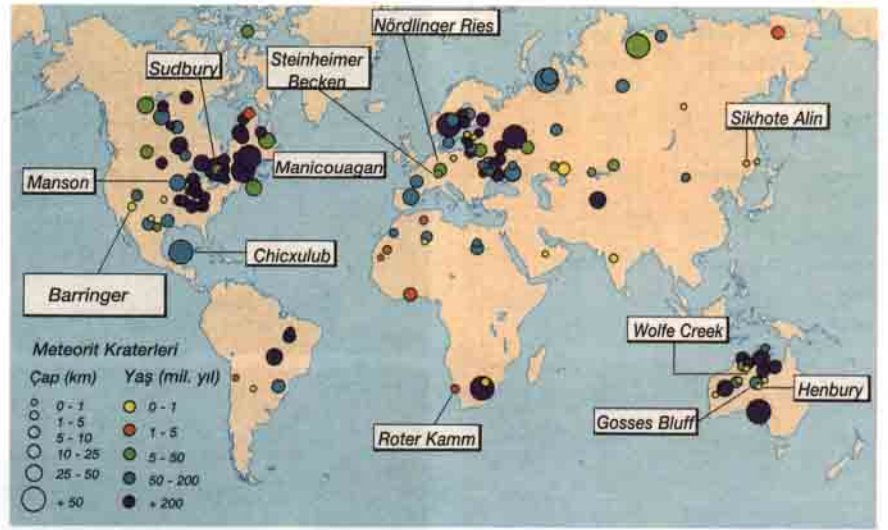


Fotoğrafta West kuyrukluuyldızı görülüyor. Yıldız kaymasına yol açan meteoroidlerin bir bölümü, kuyrukluuyldızların "döküntüleri"dir. Yukarıdaki şemada görülen de Leonidlerin kaynağı olan Temple-Tuttel kuyrukluuyldızının 33 yılda tamamladığı yörüngesi.

## Kuyrukluuyldızlar ve Meteoroidler

Daha önce sekiz kuyrukluuyldız keşfetmiş olan Carolyn ve Eugene Shoemaker ile David Levy, 25 Mart 1993 gecesi, California'daki Palomar Dağı'nda yine teleskoplarının başındaydılar. (Kimi amatör gökbilimcilerin "hoş zaman geçirmek"ten anladıkları, Ay'ın olmadığı soğuk gecelerde, büyük bir sabırla gökyüzünün fotoğraflarını çekmektir. Fırsat buldukları her gece ve yıllar boyu bıkmadan usanmadan hep aynı işi yaparlar. Bunlara asteroid ve kuyrukluuyldız avcılığı denir. Gerçekte bize hep aynı görünen gökyüzü de zaman zaman değişir. Daha önce saptanmamış, varlığından bile habersiz olunan bir gökcismi, Dünya'ya yaklaşıyor olabilir.) O gece Shoemaker çifti ve Levy, Jüpiter'in yörüngesine girmiş 20 kadar yeni gökcismini farkettiler. Hepsine birden, Shoemaker-Levy 9 (SL-9) Kuyrukluuyldızı adını verdiler.

On altı ay sonra 16-22 Temmuz 1994 tarihleri arasında, NASA'nın, Güneş Sistemi'ndeki altı uzay aracı (Hubble Uzay Teleskobu, Uluslararası Morötesi Araştırmacı, İleri Morötesi Araştırmacı, Güneş'in güney kutbunu incelemeyi sürdüren Ulysses, zaten Jüpiter'e gitmekte olan Galileo ve yıldızlara doğru yol alan Voyager2) ve Dünya'daki belki de bütün gözlemcileri teleskoplarını Jüpiter'e yö-



neltmişlerdi. Çünkü SL-9'un, en büyüğü birkaç kilometre çapındaki parçaları, birer birer Jüpiter'e çarpmaktaydı. Böylesi bir kuyruklu yıldızın Jüpiter ile çarpışma olasılığı birkaç bin yılda birdir. Teleskobun bulunuşundan bu yana da böyle bir çarpışma gözlenmemiştir.

Kuyruklu yıldızların temel yapıtaşları buz halindeki su, metan ve biraz da amonyaktır. Buzun içinde toz, kayalar ve organik maddeler bulunur. Gökbilimciler onlara "kirli kartopları" der. Tıpkı gezegenler gibi onlar da Güneş'in çevresinde dolanırlar. Bunlar temelde, kısa dönemli ve uzun dönemli olarak ikiye ayrılırlar. Kısa dönemli kuyruklu yıldızların Kuiper Kuşağı'ndan geldikleri düşünülüyor. Kuiper Kuşağı, Plüton'un da ötesinde yer alıyor ve binlerce göktaşından oluştuğu tahmin ediliyor (Bugüne kadar bunların 32'si keşfedildi). Uzun dönemli kuyruklu yıldızlarınsa Kuiper Kuşağı'nın da çok ötesindeki Oort Bulutu'ndan geldiği sanılıyor. 50 000 - 100 000 AU uzaklıktaki (1 AU= 150 000 000 km) Oort Bulutu'nda bir trilyon dolayında göktaşının, Güneş'in çevresinde döndüğü tahmin ediliyor.

Kuyruklu yıldızların yörüngeleri, gezegenlerinki gibi daireye yakın değil, çok basık elipsler biçimindedir. Bu nedenle zamanlarının büyük bölümünü Güneş'ten uzak geçirirler. Zaman zaman da ortaya çıkıp Dünya'nın yakınından geçerler (Halley'in 76 yılda bir yaptığı gibi).

Güneş'e yaklaştıkça kuyruklu yıldızların buzları erir ve buharlaşır. Gaz halindeki su, metan ve amonyak, kuyruklu yıldızın uzun ve sevimli

kuyruğunu oluşturur. Buzun buharlaşmasıyla kuyruklu yıldızın çekirdeğindeki tozlar ve kayalar da serbest kalır. Bunların küçük bir bölümü kopup kuyruklu yıldızın Güneş çevresindeki yörüngesine "dökülür". İşte "yıldız kaymalarına" yol açan meteoroidlerin bir bölümü, yörüngesi Dünya'ninkine yakın olan bu kuyruklu yıldız döküntüleridir. Bu döküntüler, Dünya'nın kütleçekim etkisine kapılarak Dünya'ya yönelirler. Bazı kuyruklu yıldızların yörüngeleriyle, Dünya'ninkine keşişir (ne şanssız ki bu kuyruklu yıldızlar ve Dünya keşişme noktalarından farklı zamanlarda geçiyor). Meteor yağmurları da, Dünya her yıl kuyruklu yıldız döküntülerinden geçerken ortaya çıkar. Örneğin, 17 Kasım günü en yoğun düzeyine



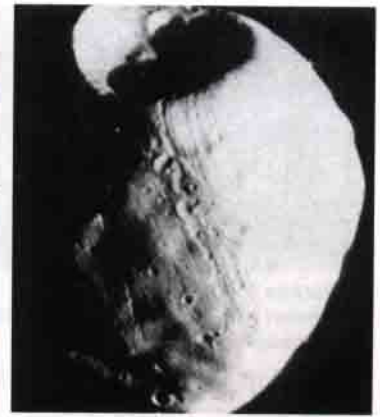
SL-9 kuyruklu yıldızının parçaları birer birer Jüpiter'e çarptılar.

ulaşan Leonid yağmurunun meteoroidleri, Temple-Tuttle kuyruklu yıldızının döküntüleridir. Bu kuyruklu yıldız, 1866'da Ernst Temple ve Horace Tuttle birbirlerinden habersiz olarak keşfetmişlerdi.

Temple-Tuttle'in bir dönemi 33 yıldır. Yani Güneş çevresindeki yörüngesini 33 yılda tamamlar. Yüzyıllardır yörüngesi çok az değişmiştir (bütün kuyruklu yıldızların ve asteroidlerin yörüngeleri, gezegenlerin ve Güneş'in kütleçekim etkileri yüzünden zamanla yavaş yavaş değişir). Tempel-Tuttle, her 33 yılda bir Dünya'nın yakınından geçer. 1966 yılının 17 Kasım'ında da şiddetli bir Leonid sağanağı oldu. Bunun nedeni, onun 1965'te Dünya'nın yakınından geçmiş olmasıdır. Normal yıllarda, saatte 20 dolayındaki meteorların sayısı, saniyede 40'a kadar (saatte 145 000) çıkmıştır. Bu yıl, 28 Şubat'ta, Temple-Tuttle bir kez daha Dünya'nın yakınından geçti. Uydu sahipleri de işte bu yüzden bu denli tedirgin. Ama keşke kuyruklu yıldızlardan kaynaklanabilecek tehlikeler yalnızca yörüngedeki uydulara yönelik olsa.

## Gökyüzünden Gelen Tehlike

30 Ocak 1996 gecesi Yuji Hyakutake, güçlü dürbünüyle gözyüzünü incelerken daha sonra kendi adını alacak olan kuyruklu yıldız keşfetti. Hyakutake kuyruklu yıldız, 1976'da görülen West kuyruklu yıldızından bu yana gözlenen en parlak kuyruklu yıldızdır. Bu kadar parlak olmasının ne-



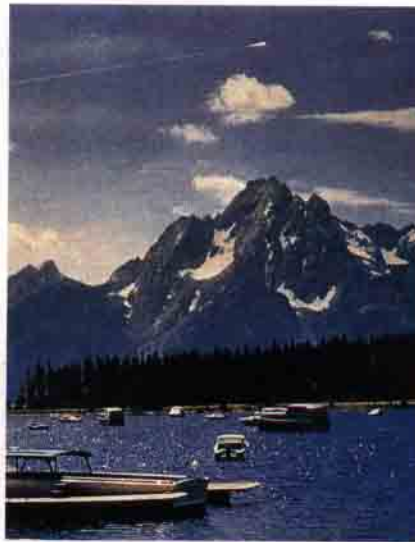
*Ay'ın (en solda) ve Mars'ın uydusu Phobos'un (en sağda) ortak özellikleri, kozmik çarpışmaların izleri olan kraterlerdir. Dünya'dakilere tektonik hareketler ve erozyon nedeniyle zamanla yok olmaktadır; Namibya'daki 3,7 milyon yıllık Roter Kamm krateri (sol üstte), Avustralya'daki 140 milyon yıllık Gosses Bluff krateri (sağ üstte), Kanada'daki 210 milyon yıllık Manicouagan krateri (sol altta) ve yine Avustralya'daki 300 bin yıllık Wolfe Creek krateri (sağ altta).*

deni Dünya'ya çok yakın bir mesafeden (15 milyon kilometre kadar) geçmesidir. Hyakutake, keşfedildikten yalnızca iki ay gibi kısa bir süre sonra, 25 Mart'ta Dünya'ya en yakın konumundan geçmiştir. Eğer Hyakutake'nin yörüngesi, Dünya'nın 15 milyon kilometre açığından geçme yerine, doğrudan Dünya'yı hedefliyorsa, meydana gelecek çarpışmanın sonuçları uygarlığımız için korkunç olurdu. Böylesine kısa bir sürede herhangi bir koruyucu önlem alınamazdı. Hem de gerekli teknoloji elde bulunduğu halde.

Her zaman Dünyamız 1996'daki kadar şanslı olamıyor. 30 Haziran 1908 sabahı, Baykal Gölü'nün kuzeybatısında Sibirya'nın iç kısımlarında Tungus göçebeleri için sıradan bir gün başlıyordu. Gökyüzü bulutsuzdu. Derken birden kuzeydoğuda dev bir ateş topu gökyüzünde beliriverdi. Rengârenk alevler saçıyordu. Güneş'in iki-üç katı büyüklükte görünüyordu bu ateş topu. Sağır edici gürültüyle ve adeta gökyüzünü ikiye yararak ilerledi. Taşlı Tunguska Irmağı yakınlarında (101° Doğu boylamı ile 62° Kuzey enleminde) yerden 10 km kadar yukarıda korkunç bir gürültüyle patladı. Bu büyük patlamayı bir dizi patlama daha izledi. Oluşan şok dalgası 2000 km<sup>2</sup> lik bir ormanlık alanda milyonlarca ağacı yerle bir etti ve yaktı; olay yerinden 60 km uzaktaki insanları 5-6 m öteye fırlattı. Kulübeler yıkıldı. Patlamaların hemen ardından, kavurucu bir rüzgâr esti. Büyük ve kara bir duman ve kül bulutu yükseldi. Şiddetli patlamayı Dünya'daki birçok gözlemevi (rasathane) algılamıştı. Ama bu korkunç ve inanıl-

maz olayın görgü tanıkları yalnızca Tunguslar ve Rus kürk tüccarlarıydı. Bu nedenle de bütün dünya, onu bir deprem olarak değerlendirdi. Rusya çok çalkantılı bir dönemde olduğu için de kimse Sibirya'nın ıssız bir köşesindeki bu depremle ilgilenmedi. Ne var ki, bölgeden gelenlerin anlattıkları, zamanla bilim adamlarının ilgisini çekti. İlk araştırma ekibi bölgeye ancak 1927'de gidebildi. Bu garip olaya *Tunguska Olayı* denildi. Araştırmalar hâlâ sürdürülüyor. Patlamalar yüzeyden yüksekte olduğundan ortada herhangi bir krater yok; ama olayın izleri 90 yıl sonra bile farkediliyor.

Tunguska Olayı'nın nedenleri üzerine çok değişik düşünceler ortaya atıldı. Kimileri, Dünya'ya bir kara delik düştüğünü ileri sürdü. Kimileri de,



*10 Ağustos 1972'de Utah'ta, Alberta'da çekilen bu fotoğraftaki göktaşı, yerden 58 km yukarıdan geçmiştir. Dünya'ya düşmemiş ve atmosferden çıkıp uzaya kaybolmuştur.*

bölgede madde-antimadde birleşmesi olduğunu savundu. Hatta, arızalı bir UFO'nun düştüğünü söyleyenler bile çıktı. Ama zamanla bilim adamları, bir tek nedende görüşbirliğine vardılar: 1908'de Dünya'ya bir kuyruk yıldız parçası çarpmıştı. Çünkü 30 Haziran 1908, Beta Taurid meteor yağmurunun olduğu tarihi. Bu meteor yağmuru Encke kuyruk yıldızının "döküntüleri"nden oluşuyordu. Tunguska Olayı'na yol açan da büyük bir olasılıkla kuyruk yıldızın büyükçe bir parçasıydı.

Bu parçanın çapı yaklaşık olarak 100 m ve ağırlığı da 100 bin ile bir milyon ton arasında olmalıydı. Saniyede 30 km'lik (saatte 108 000 km) bir hızla gelmiş ve yere çarpmadan havada patlamıştı. Böyle bir patlama, tıpkı 10-20 megaton TNT gücündeki (Hiroşima'ya atılan bombanın yaklaşık 500-1000 katı) bir nükleer bombanın patlamasındaki mekanik etkileri gösterir. Bu etkilere, mantar biçimindeki bulut da dahildir. Ancak patlamadan sonra ne gama ışınları olur ne de bir nükleer serpinti. Tunguska'ya düşen göktaşı, eğer atmosfere üç saat daha geç girseydi Tunguska ormanlarını değil, Moskova'yı yerle bir edecekti.

Bu büyüklükte bir göktaşının -bir kuyruk yıldız parçası ya da asteroid- Dünya'ya çarpma sıklığı, ortalama, yüzyılda birdir. Boyutlar büyüdükçe, bu olasılık da azalır. Benzer biçimde, daha küçük cisimlerin çarpma olasılıkları da daha yüksektir. Örneğin her gün, küçük çaplı binlerce meteoroid Dünya'ya düşmektedir. Atmosfer, çapı 10 m'ye kadar olan kaya yapılı asteroidleri, yakarak ve buharlaştırarak



30 Haziran 1908 sabahında, Tungus göçebeleri yüzyılda bir görülen bir olaya tanık olmuşlardı.

etkisiz duruma getirir. Yalnızca bazı küçük parçalar yeryüzüne düşer. Büyük bir hızla düşmekte olan böyle bir asteroidin sahip olduğu kinetik enerji, Hiroşima'ya atılan atom bombasının beş katı kadardır. Aynı büyüklükte demirden bir asteroidse daha dayanıklıdır. Birçok parçası, yeryüzüne ulaşır. 12 Şubat 1947'de 150 tonluk benzer bir cisim, yine Sibiry'a'nın dağlık bir bölgesine düşmüştür. Bu asteroidin, en büyüğü 1700 kg gelen yüzlerce parçası 2 km<sup>2</sup> lik bir alana yayılmıştır. Bu parçalar, çapları 27 m'ye varan kraterler oluşturmuştur.

Bu tür olaylarda parçaların çoğu ya okyanuslara ya da kutup bölgelerine düşmektedir. Çünkü Dünyamızın üçte ikisi denizlerle kaplıdır. İnsanlar kara alanlarının hâlâ çok küçük bir bölümünde yaşamaktadır. Ama az da olsa bu göktaşlarının insanlara zarar verme olasılığı vardır. Gezegenbilimci John S. Lewis'in yaptığı bir araştırmadan önce uzmanlar, ölümlü sonuçlanan göktaşı çarpmasına ilişkin hiçbir



Taşlı Tunguska Irmağı'nın kuzeyine düşen kuyruklu yıldız parçası milyonlarca ağacı ya yaktı ya da yerle bir etti.

kayıt olmadığını ileri sürüyorlardı. Ama artık, tarih boyunca göktaşlarının yol açtığı binlerce ölüm ve yaralanma olayının, yazılı kayıtları bulunduğu biliniyor. Kayıtlara geçmiş en büyük olay 1490'da Çin'in Shansi bölgesinde olmuş ve on bin dolayında kişinin ölümlüyle sonuçlanmış. Son iki yüz yıldaysa bu tür olaylarda ölenlerin sayısı yalnızca 10'un biraz üstünde.

Kayıtlarda sözü edilen bu çarpışmaların tümü, gerçekte çok küçük olaylar. İnsanlar, Dünya'ya hep küçük göktaşlarının çarptığına tanık olmuş. Orta büyüklükte (çapı 200 m ile 2 km arasında) ya da büyük (çapı 2 km ile 10 km arasında) bir göktaşı bu dönemde hiç çarpmamış. Ne var ki, Dünya yüzeyi bu tür korkunç çarpışmaların izleri olan dev kraterlerle dolu. Bilim adamlarının, Dünya'da saptayabildiği 139 göktaşı krateri var. Farklı zamanlarda oluşmuşlar ve değişik büyüklükte. Kuşkusuz, bu kraterler yalnızca Dünya'ya özgü değil. Güneş Sistemi'nin bütün katı ge-

zegenlerinde ve uydularda (-hatta asteroidlerin yüzeylerinde bile-) binlerce krater görülüyor. Bu kraterler, Güneş Sistemi'nde bir zamanlar (belki de hâlâ) korkunç kozmik çarpışmaların meydana geldiğinin kanıtı. Atmosferi yoğun olmayan ya da hiç bulunmayan gezegen ve uydularda (örneğin, Ay) bu dehşet izleri milyarlarca yıl korunabiliyor. Öte yandan Dünya'dakilerin büyük bölümü kıta kayma hareketleri ve erozyon nedeniyle aşınarak yok olmuş. Yine de büyük kraterler, hava fotoğrafları sayesinde saptanabiliyor. Bunların en ünlüsü, Arizona'daki Barringer Krateri. 1920 yılında bulunmuş. 1200 m çapında ve 180 m derinliğindeki bu krater, 49 000 yıl önce yaklaşık 60 m çapında bir göktaşının çarpmasıyla oluşmuş.

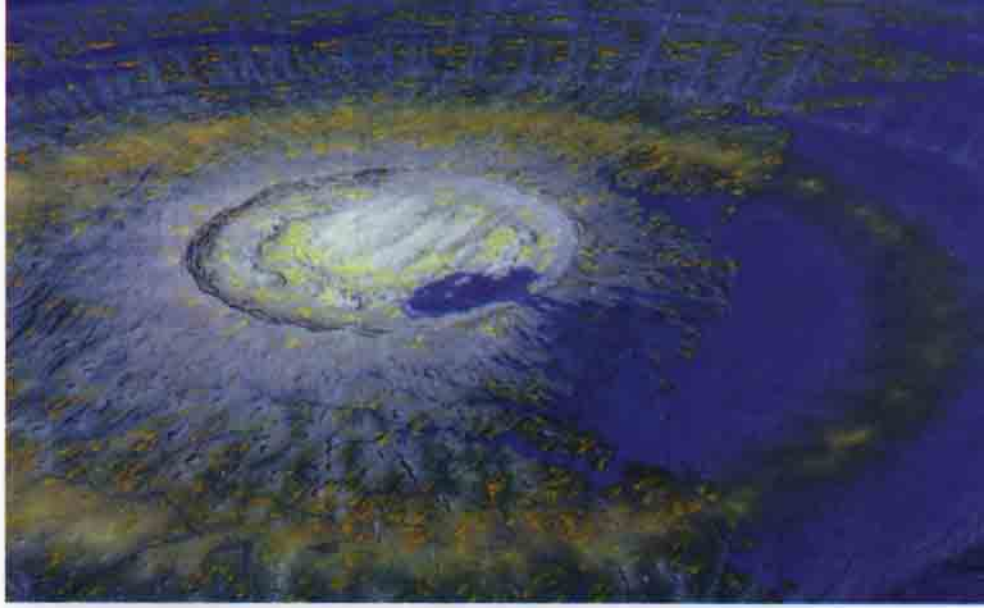
Bu büyük çarpışmalarda, inanılmaz basınç ve sıcaklıklar ortaya çıkar. Çarpan cismin büyük bölümüyle çarptığı noktadaki maddeler, anında erir, hatta bir kısmı buharlaşır. Geriye çok az kalıntı kalır. Barringer Krateri'ne yol açan göktaşının da ancak bazı çok küçük parçaları kraterin içinde bulunabilmiş. Amerika'da ve Kanada'da böylesi korkunç çarpışmaların izleri olan, daha birçok büyük krater bulunuyor. Dünya'daki kraterlerin büyük bölümü de zaten üç bölgede toplanmış: Kuzey Amerika, Kuzeydoğu Avrupa ve Avustralya. Bu kraterlerin içinde en büyük olanıysa Chicxulub (çıkışulub okunur).

Göktaşının Özellikleri			Çarpışmanın Özellikleri			
Tipi	Çapı (m)	Hızı (km/saat)	Patlama Şiddeti (megaton TNT)	Krater Çapı (km)	Krater Derinliği (km)	Olasılığı
Kaya	200	54 000	270	2,1	0,4	3400 yılda bir
	200	72 000	475	2,5	0,4	5500 yılda bir
	500	54 000	4200	5,2	0,5	30 000 yılda bir
	500	72 000	7400	6,3	0,5	50 000 yılda bir
	1000	54 000	33 000	10,3	0,6	160 000 yılda bir
	1000	72 000	59 000	12,5	0,6	260 000 yılda bir
	2000	54 000	268 000	20,5	0,7	870 000 yılda bir
	2000	72 000	475 000	24,8	0,8	1 300 000 yılda bir
	5000	54 000	4 000 000	50,9	1,0	7 800 000 yılda bir
	5000	72 000	7 000 000	61,6	1,0	12 000 000 yılda bir
Demir	10 000	54 000	33 000 000	101,0	1,2	41 000 000 yılda bir
	10 000	72 000	60 000 000	122,0	1,2	66 000 000 yılda bir
	200	54 000	880	3,1	0,4	9 000 yılda bir
	200	72 000	1560	3,8	0,4	14 000 yılda bir
	500	54 000	13 700	7,7	0,5	80 000 yılda bir
	500	72 000	24 400	9,3	0,6	120 000 yılda bir
	1000	54 000	110 000	15,3	0,7	420 000 yılda bir
	1000	72 000	195 000	18,5	0,7	670 000 yılda bir
	2000	54 000	880 000	30,4	0,8	2 200 000 yılda bir
	2000	72 000	2 000 000	36,7	0,9	3 500 000 yılda bir
5000	54 000	14 000 000	75,3	1,1	20 000 000 yılda bir	
5000	72 000	24 000 000	91,1	1,1	32 000 000 yılda bir	
10 000	54 000	110 000 000	149,0	1,3	100 000 000 yılda bir	
10 000	72 000	195 000 000	181,0	1,4	170 000 000 yılda bir	

## Dinozorların Sonu

1980'de Nobel Ödüllü fizikçi Luis Alvarez ve oğlu jeolog Walter, bilim dünyasını altüst eden bir bildiri yayımladılar. Bu bildiriye göre dinozorların ortadan kalkmasına yol açan olay, uzaydan gelen büyük bir göktaşydı. Baba-oğul, İtalya'nın çok eski bir kasabası olan Gubbio'da bazı kazılar yapmıştı. Bu kazılarda Kretase (K) ve Tersiyer (T) jeolojik dönemlerinin sınırında, ince bir kil katmanında, iridyuma rastlamışlardı. İridyum, Dünya'da çok az bulunan bir elementtir. Ama uzaydaki göktaşlarında bolca bulunur. Alvarezlerin savına göre, bu ince iridyum tabakası kozmik bir çarpışma sonucunda oluşmuştu.

65 milyon yıl önce yaklaşık 10 km çapında bir göktaşı, saatte 54 000 km hızla Dünya'ya çarpmıştı. Bu çarpışmanın, 100 milyon megaton TNT'ye eşdeğer bir patlama yarattığı tahmin ediliyor. Çarpışma anında 200 000 km<sup>3</sup> lük (2 x 10<sup>14</sup> ton) madde buharlaştı, eridi ya da yüzlerce kilometre öteye savruldu. Her tarafta orman yangınları çıktı. Atmosfere yaklaşık yüz trilyon ton karbon dioksit karıştı (yani bugünkü düzeyinin 50 katına erişti ve ancak 100 yılda eski düzeyine düşebildi). İridyum yönünden zengin bir toz tabakası atmosferi kapladı. Aylar boyunca atmosferde asılı kalan bu tabaka, Güneş ışınlarına engel oldu. Gezegen soğudu. Sıcaklık suyun donma derecesine düştü. Toz tabakasındaki kükürt, asit yağmurlarına yol açtı. Aylar boyu süren karanlık ve soğuk dönemde, bitkiler fotosentez yapamayıp, öldüler. Besin zin-



65 milyon yıl önce saatte 54 000 km'lik bir hızla Dünya'ya çarpan yaklaşık 10 km çapındaki asteroid 170 km çapında bir krater oluşturmuştu. Çarpma anında 200 000 km<sup>3</sup> su buhar olmuştu. Şok dalgası Dünya'yı kavurmuş ve her tarafta yangınlar çıkmıştı. Resimde krater dolmakta olan okyanus suları görülüyor.

ciri kırıldı. Bitkilerin ölümünü hayvanları izledi. Sonuç olarak yüzelli milyon yıldan uzun bir süre Dünya'ya egemen olan dinozorlar yok oldular. Ama yok olan tek canlı türü dinozorlar değildi. Yeryüzündeki tüm canlı türlerinin % 70'inden fazlası ortadan kalkmıştı.

Bugün artık birçok bilim adamı, 65 milyon yıl önce türlerin yok olmasına yol açan olayın (buna K/T Olayı da deniyor) bir kozmik çarpışma olduğunu kabul ediyor. Ne var ki Alvarezler bunu ilk açıkladıklarında büyük bir tartışma başlamıştı. Böylesi bir çarpışmayla oluşması gereken kraterin çapı 150-200 km arasındaydı. Ama yeryüzünde 65 milyon yaşında ve bu büyüklükte bir krater yoktu. Bunun üzerine böyle bir krater aranmaya başlandı. Bilim adamları Dünya'nın değişik bölgelerindeki iridyum tabakalarının kalınlıklarını incelediler; kraterin Kuzey Amerika'da

bir yerlerde olması gerektiği sonucuna vardılar. Sonraki araştırmalar da onları, Meksika'nın Yucatan Körfezi'ne yöneltti. Meksika'nın ulusal petrol şirketi, körfezde daha önce birtakım incelemeler yapmıştı. Bu incelemeleri değerlendiren bilim adamları, körfezin derinliklerinde 170 km çapında bir kraterin varlığını ortaya çıkardılar. Daha sonra bulunan başka veriler de bu buluşu destekledi. Krater de, yakınındaki bir Maya köyü olan Chicxulub'un adıyla anılmaya başladı. Bu kraterin, Dünya'daki en büyük krater olduğu düşünülüyor, ama Dünya'nın başına gelen en büyük çarpışmanın 65 milyon yıl önceki olmadığı da biliniyor.

## Ay'ın Oluşumu

Ay'ın yüzeyindeki binlerce krateri inceleyen bilim adamları, en büyük kraterlerin aynı zamanda en yaşlı kra-



Çarpışma sonrasında atmosfere yükselen tozlar bir tabaka oluşturmuş, Güneş ışınlarının girişini engellemişti. Dünya aylarca karanlık kalmıştı. Şok dalgası yalnızca yüzeydeki canlıları kavurmakla kalmamış; ayrıca yangınlara da yol açmıştı. Yangınların bir nedeni de çarpışma sırasında kilometrelerce yükseğe fırlatılan ve sonra yeryüzüne düşen kızgın maddelerdi. Adeta bir cehenneme dönen Dünya'da dinozorlarla birlikte, bütün canlı türlerinin % 70'inden fazlası yok olmuştu.



terler olduğunu keşfettiler. Bundan da şöyle bir sonuç çıkardılar: Güneş Sistemi, oluşumunun ilk dönemlerinde (4-4,5 milyar yıl önce) hiç de bugünkü gibi sakin değildi. Sık sık, korkunç kozmik çarpışmalara sahne oluyordu. Chicxulub'u oluşturan çok daha büyük, yüzlerce hatta binlerce kilometre çapındaki göktaşları, sık sık gezegenlere çarpıyordu. Belki de o dönemde, Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin sayısı bugünkü kadar az değildi. Belki bu "geçmiş zaman gezegenleri"nin bazılarında yaşam bile vardı. Ama o dehşet verici kozmik çarpışmalar, koskoca gezegenlerden bazılarını parçalayarak, milyarlarca göktaşına dönüştürdü. Ve zamanla yalnızca dokuz gezegen kaldı.

Doğaldır ki, bütün çarpışmalar bu denli şiddetli olmuyordu. Gezegenleri parçalayacak kadar şiddetli olmayan bu çarpışmalarsa, belki de bazı uyduların oluşmasına yol açtı. Zaten Ay'ın oluşumuna ilişkin en akla yakın açıklama da bu yönde. Bu açıklamanın dayandığı temel nokta, Ay'ın kimyasal yapısı. Apollo uzay araçlarıyla Ay'dan getirilen örnekler, Dünya'daki kayalara çok benziyordu. Bu kurama göre, yaklaşık 4,5 milyar yıl önce Mars büyüklüğünde bir gezegen Dünya'ya çarptı (Eğer bu gezegen biraz daha büyük olsaydı Dünya parçalanırdı). Korkunç patlamada, yerkabuğu toz ve gaza dönüşerek uzaya fırladı ve Dünya çevresinde dönmeye başladı. Bir süre sonra, bu enkazın büyük bölümü kütleçekiminin etkisiyle yavaş yavaş birleşti ve Ay'ı oluşturdu.

Zamanla Güneş Sistemi'nin oluşumu sırasındaki bu korkunç çarpışmalar azalmaya başladı. Sonunda Güneş Sistemi bugünkü sakin görünümüne kavuştu. Ama hâlâ birtakım çarpışmalar oluyor. Shoemaker-Levy 9 kuyruklu yıldızının Jüpiter'e çarpması bunun en yeni kanıtı.

## Savunmak İçin

Ay'daki kraterler, onun geçmişte çok sayıda şiddetli çarpışma yaşadığını gösteriyor. Benzer bir geçmişte Dünyamız da sahip. Kuşkusuz bu kozmik çarpışmalar sona ermiş değil; gelecekte de olacak. Çapı 1 km ya da daha büyük 2000'in üzerinde asteroidin, Dünya'ya yakın yörüngelerde, Güneş'in çevresinde döndüğü tahmin ediliyor. Hemen her on yılda bir, bunlardan biri Dünya ile Ay'ın arasından geçiyor. Benzer biçimde, Dünya'nın yörüngesine yakın ve çapı 1 km'den küçük asteroidlerle milyonlarca. Bunlardan da her yıl onlarca, Dünya ile Ay'ın arasından geçip gidiyor.



*Dünya'ya çarpan Mars büyüklüğünde bir gezegen Ay'ın oluşmasına yol açmıştı. Yanda, Dünya'ya yakın asteroidlerin konumları görülüyor.*

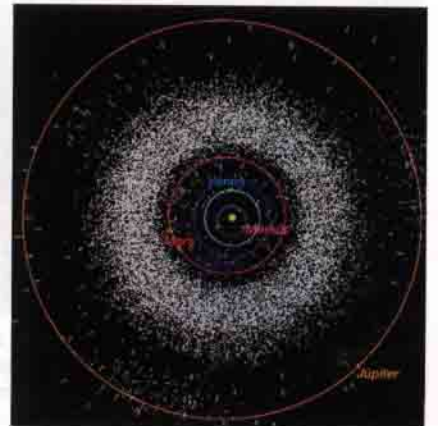
Bunlara bir de kuyruklu yıldızları eklersek, gelecekte de birçok çarpışmanın olacağını rahatlıkla söyleyebiliriz. Zaten bilim adamları da bu 2000 asteroidin dörtte biriyle yarısı arasında bir miktarının eninde sonunda Dünya'ya çarpacağını söylüyorlar.

Gerçi şu an için, Dünya'ya çarpacağı hesaplanmış bir kuyruklu yıldız ya da asteroid yok. Yapılan olasılık hesaplarına göre 21. yüzyılda 1 km çapında bir gökcisminin Dünya'ya çarpma olasılığı on binde bir. Ama bunun yalnızca bir olasılık hesabı olduğunu unutmamak gerek. Hem de çok yetersiz verilerle yapılmış bir hesap. Buna göre eğer bu büyüklükte bir göktaşının Dünya'ya çarpacağı anlaşılırsa, uygarlığımız için ciddi bir tehlike var demektir. Çünkü, böylesi büyük göktaşlarının çarpmaları küresel iklim değişikliklerine yol açar. Sonuçta, bitki ve hayvan türlerinde kitlesel ölümler görülür, hatta türler ortadan kalkar.

Böyle olası bir tehdit karşısında Dünya'nın savunmasında iki nokta çok önemli; 1) tehdidin yeteri kadar önceden saptanması, 2) göktaşlarının yapıları ve davranışları hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olunması.

Günümüzde asteroidlerin yapılarını araştırmaya yönelik birkaç uzay projesi yürütülmektedir. Ama uzay çalışmalarının öteki alanlarıyla karşılaştırıldığında bunlar hem sayıca azdır, hem de bütçeleri küçüktür.

Birinci nokta için, yörüngesi Dünya'ya yakın olan asteroidlerin ve kuyruklu yıldızların tümünün izlenmesi ve yörüngelerinin saptanması gerek (Bugüne kadarsa yalnızca 150 kadarının yörüngesi saptanabilmiş durumda). Sonra da hangilerinin Dünya'ya çarpacağı ve bu çarpışmaların ne zaman olacağını hesaplanması ge-



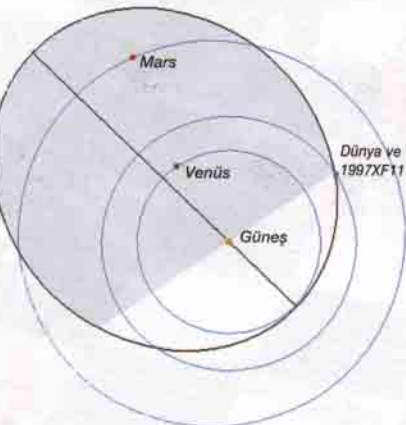
rek. Ne var ki tehdidin önceden saptanmasına yönelik bu tür çalışmalar, yok denecek ölçüde az. Hazırlanan raporlara göre, eğer gereken yatırım yapılırsa, gelecekte Dünya'yı tehdit edebilecek, çapı 1 km'den büyük asteroid ve kuyruklu yıldızların tümünün saptanması 10-25 yıl alacak. Bu sürede, daha küçük çaplı olanlarına birkaç yüzbininin yörüngeleri saptanacak. Ama böyle bir projenin kuruluş maliyeti yaklaşık 50 milyon dolar. Yürütülmesi için de her yıl 10 milyon dolar gerekiyor. Yapılacaklar belirlenmiş durumda; ama para yok.

Günümüzde, Dünya'ya çarpacak göktaşlarına karşı kullanılacak tek silah, nükleer başlıklı füzeler. Ama bu füzelerin böyle bir görev için birtakım değişimlerden geçirilmesi gerekiyor. Ayrıca belki, çok güçlü nükleer bombalara da gereksinim olacak. Her ikisi de gerçekleştirilmesi çok zor olmayan; ama zaman isteyen işler.

Nükleer füzeler kullanarak göktaşlarından iki şekilde kurtulabilme olanağı vardır:

1. Göktaşını patlatıp parçalayarak.
2. Yaklaşmakta olan göktaşının yakınında şiddetli bir tek patlama (ya da bir dizi düşük şiddetli patlama) gerçekleştirip yörüngesini değiştirerek.

Gerçekte bu türden patlamaların göktaşlarına ne yapacağı da bilinmiyor. Zaten bu sorunun yanıtı da göktaşlarının özelliklerine göre değişiyor. Örneğin 10 km çapında bir göktaşının Dünya'ya yakın bir konumdayken patlatılıp parçalandığını düşünelim. Eğer 1 km kadar çapında, pek de küçük sayılmayacak yüzlerce parça ortaya çıkacaksa, -ki bunların çoğu yine Dünya'ya doğru yönelecektir- bunların Dünya'ya yapacakları etki, ilk duruma göre hiç de hafif olmayacaktır.



caktır. Eğer patlama, en büyüğü yüz metre çaplı kayalar oluşturursa, bunlar büyük meteorlar olarak Dünya'ya düşeceklerdir. Bu bombardımanın da küçümsenemeyecek etkileri olacaktır. Ama hiç değilse asıl büyük tehlikeye atlatılmış olacaktır. Eğer dev göktaşı patlamanın etkisiyle un ufak olur, toz haline gelirse bir başka sorunla karşı karşıya kalabiliriz. Bu toz kütleli atmosferi bir örtü gibi kaplayıp küresel iklim değişikliklerine yol açabilir.

## 1997 XF11

Geçtiğimiz Mart ayının başlarında göktaşlarının Dünya için oluşturdukları tehdit bir kez daha gündeme geldi. ABD'de ve Avrupa'da gazeteler, dergiler ve TV kanalları konuyu ayrıntılı olarak ele aldılar. Bu tehdidi gündeme getiren, 1997 XF11 adlı bir asteroiddi. Yapılan ilk hesaplamalara göre, XF11 26 Ekim 2028'de Dünya'ya çok yakın geçecekti (45 000 km). Ama daha sonra, NASA'nın yeni

verilere göre yaptığı daha ayrıntılı bir hesap, XF11'in gerçekte Dünya'nın 954 000 km uzağından (Ay'ın 2,5 katı uzaktan) geçeceğini ortaya çıkardı. Yapılan son açıklamalara göre, XF11'in Dünya'ya hiçbir etkisi olmayacak. Gerçekte bu tehlikenin tam anlamıyla geçtiği söylenemez. Önümüzdeki yıllarda XF11, çevresindeki başka asteroidlerin çekim alanından etkilenerek yörüngesini değiştirebilir. Bu yüzden de iki yıl boyunca yakın takibe alınıp izlenecek. Yine de Dünyamız şimdilik kurtulmuş görünüyor. En azından XF11'den.

Dünya'da herhangi bir devletin ya da uluslararası bir kuruluşun, göktaşlarının Dünya için oluşturduğu tehlikeye karşı yürüttüğü ciddi bir proje yok. Ama olasılık hesaplarına göre, göktaşlarının da yakın bir gelecekte Dünya'ya çarpma olasılığı düşük. Ne var ki, düşük olasılıklı olayların ne zaman olacağını bilmek mümkün değil; onların da meydana geldiği görülebiliyor. Bu durumu bir gökbilimci şu soruyla çok güzel açıklıyor: "Dakikada ortalama olarak 6 arabanın geçtiği bir yol düşünün. Geçen bir arabanın hemen ardından yolun ortasına çıkıp 10 saniye boyunca tehlikenin uzak yürüyebileceğinizi düşünür müydünüz?"

Çağlar Sunay

### 1997 XF11 Asteroidinin Dünya'nın Yakınından Geçişleri

Tarih	Uzaklık (km)
5 Temmuz 1990	36 480 000
8 Mayıs 1997	23 270 000
31 Ekim 2002	9 510 000
27 Ağustos 2009	39 170 000
10 Haziran 2016	26 910 000
18 Kasım 2021	66 340 000
5 Mayıs 2023	36 190 000
26 Ekim 2028	954 000

**Yandaki şemada 1997 XF11'in yörüngesi görülmüyor. Daha önce 1997 yılında da Dünya'ya yakın geçen bu asteroid yakın gelecekteki en yakın geçişini 26 Ekim 2028'de yapacak: 954 000 km.**

#### Kaynaklar

- Rogers A., Begley S., "Never Mind", Newsweek, 23 Mart 1998  
 Sagan C., Cosmos, New York, 1983  
 Sagan C., A Pale Blue Dot, New York, 1994  
 Patrick M., Gezegenler Kilavuzu, Ankara, 1996  
<http://impact.arc.nasa.gov/reports/spaceguard/sg-9.html>  
<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/asteroidfact.html>  
<http://cnn.com/TECH/space/9803/12/asteroid/index.html>  
<http://impact.skypub.com/rocks.html>  
<http://jamis.astro.umd.edu/cgi-bin/astro/impact.pl>  
<http://www.space.arc.nasa.gov/~leonid/1998.html>







Siz rakibinizi yenmeye bakın,  
biz gürültüyü mat ettik.



Temizlik günü ve dinlence...

Sizce bu ikisi yan yana gelebilir mi?

Bosch'un Ultra Serisi Elektrikli Süpürgeleri'nden

önce bunu hayal etmek bile zordu.

Fısıltı sessizliğiyle çalışsan, 1.500 Watt'lık bir emiş

gücü düşünün. Öyle ki, yıllarca çalıştıktan

sonra bile, gücünden 1 Watt bile kaybetmesin.

Çarpmalara karşı müthiş dayanıklı bir gövdesi

ve yaşamımızdan eğilip kalkmayı bir anda çıkaran

saptan kumanda ünitesi olsun.

Şaşırtıcı, değil mi? Ama unutmayın; üretilen her Bosch,

yüzünüzdeki hayret ifadesi için, yüzmilyonlarca mark

harcanarak yapılan araştırma - geliştirme

çalışmalarının bir ürünüdür.

Artık evinizdeki gürültüyü mat etmek için yapmanız

gereken hamle belli: Size en yakın Bosch bayisine uğramak.

**BOSCH**  
En doğru seçim