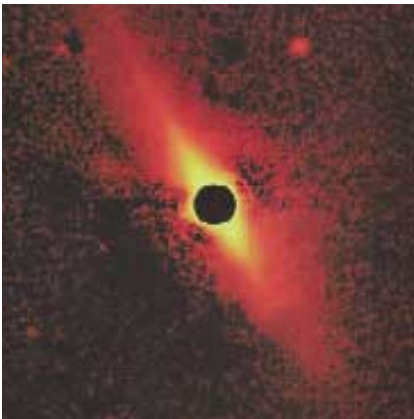


# Güneş Dışı Gezegenler

Dünya dışı akıllı varlıklardan ses duymak isteyenler heyecan içinde. SETI'nin radyoteleskoplarla yürüttüğü elektronik sinyal avının yanı sıra, gezegen avcıları da optik teleskoplarla gezegen yakalamaya çalışıyorlar. SETI araştırmacılarının yaşamı fazla renkli değil. Yaptıkları, masaları başında süper bilgisayarların analiz sonuçlarını sabırla incelemek. Oysa ileri teknoloji sahibi uzaylı kardeşlerimizi duymak değil de, olası evlerini "görmek" isteyenlerin yürüttüğü av daha heyecanlı. Üstelik oldukça da bereketli. Güneş sistemimiz gibi öteki yıldızlar da kütleçekiminin etkisiyle çöküp disk biçimini alan bir gaz ve toz bulutunun merkezinde doğuyorlar. Dünyamız ve

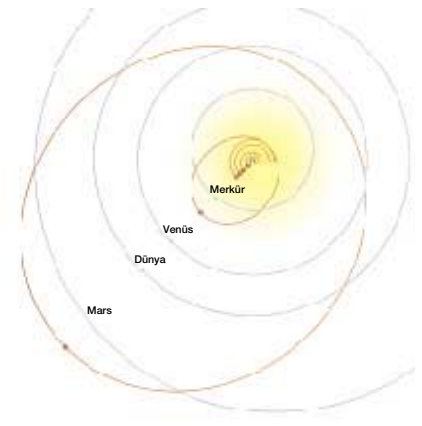
kardeş gezegenlerimiz de işte bu disk içinde uzun ve şiddetli bir süreç içinde geliştiler. Aslında gökbilimciler daha önce de bu diskleri genç, ya da henüz oluşma sürecindeki yıldızların çevresinde gözlemişlerdi. İlk kez 1984 yılında görece genç ve sıcak bir yıldız olan Vega (A türü, 26,4 ışık yılı uzaklıkta) çevresinde gözlenen toz diskini daha sonra yakınlardaki 100 kadar yıldızın çevresinde de gözlediler. Ancak gezegenlerin bu disk içinde oluşmak için fazlaca da zamanları yok. Uluslararası bir gökbilim ekibince 84 yıldız üzerinde yapılan bir araştırma, 400 milyon yıldan daha genç yıldızların %60'ının toz disklerine sahip olduğunu, yaşları 1 milyar yılı aşan yıldızlar-

daysa bu oranın %10'a düştüğünü ortaya koydu. Sonuç: Bir gaz ve toz diskinin ömrü, yalnızca 300-400 milyon yıl. Daha sonra toz diski çeşitli öğelerin etkileşimiyle dağılıyor. Disk içindeki toz zerrecikleri, başka zerreciklerle çarpışarak iyice ufalıyor. En küçükleri yıldızdan gelen ışınım baskısıyla uzaya atılıyor. Daha büyükleriyse, yıldız ışığıyla etkileşim sonucu sarmal hareketlerle yavaş yavaş yıldızın içine düşüyorlar. Disk içinde oluşmaya başlayan gezegen adayları ve oluşmuş gezegenler de, kütleçekimleriyle bunları ya yıldızlararası uzaya, ya da yıldızın içine atıyorlar. O halde, yıldız çevresindeki toz disklerinin görece hızlı bir biçimde yok olmasının önemli bir ne-



*Beta Pictoris, yakınızdaki yıldızlar arasında en parlak ve en geniş toz diskine sahip olan yıldız. Disk, merkezdeki yıldızın maskelenmesiyle gözlenebilmiş. Diskin yarıçapı 1300 astronomik birime kadar uzanıyor. 60 ışık yılı uzaklıktaki yıldız, yalnızca 20 milyon yaşında (solda)*

*Güneş sistemi dışındaki gezegenler, genellikle yıldızlarına çok yakın yörüngelerde dönen gaz devleri (sağda). Karşılaştırmak için iç Güneş sistemindeki gezegenlerin dairesel yörüngeleri siyah çizgiyle gösteriliyor.*





deni, gezegenlerin varlığı. Bu da Güneş sistemi dışında gezegen arayışlarına ek bir güçlük getiriyor. Gezegenleri arayan teleskopların, mutlaka gezegen yatağı olabilecek toz disklerine sahip çok genç yıldızlara çevrilmesi gerekiyor. Tozdan kurtulmuş olgun yıldızlar da, hatta belki daha da büyük bir olasılıkla, gezegen sistemlerine sahip olabilirler.

Bu güçlük, gökbilimcilerin sabrı ve geliştirilen yaratıcı bir teknikle aşılabildi. Son yıllarda disklerin içinde ya da ergin yıldızların çevresinde saklanan gezegenler birer birer ortaya çıkarılmaya başlandı. İlk gezegen adayı 1995 yılı ekim ayında, 50 ışık yılı uzamızdaki 51 Pegasi yıldızının çevresinde belirlendi. Araştırmacılar, gezegenin yaklaşık Jüpiter büyüklüğünde, ama yıldız çevresindeki yörüngesinin, bizim Merkür'ün Güneş'e olan uzaklığından sekiz kat daha yakın olduğunu belirlediler. Elbette bu yakınlıktaki gezegen, cehennem gibi sıcak olmalı. O günden bu yana keşfedilen yeni gezegenlerin sayısı hızla arttı. Teleskopların ayna çaplarının giderek artması, ve milyonlarca yıldızın aynı anda gözlenmesini sağlayan bilgisayar programları sayesinde son yıllarda gezegen keşiflerinde bir patlama yaşandı. Bu gün neredeyse gün geçmiyor ki, Güneşimize yakın yıldızların çevresinde dönen bir gezegen bulunmasın. Hatta Güneş sistemimizde olduğu gibi, çevresinde birden çok gezegenden oluşan bir yıldız bile belirlendi. Gezegen avı, birbirine rakip iki ayrı grupça sürdürülüyor. Birincisi, Geoffrey Marcy ve R. Paul Butler adlı iki Amerikalı gökbilimcinin yönettiği bir ekip. İkinci grubuysa, Didier Queloz ve Michel Mayor adlı İsviçreli gökbilimciler yönetiyor. İki grubun kullandığı yöntem de, gezegenlerin kütleçekimleriyle ana yıldızın hareketinde küçük ama ölçülebilir

### Su Bulutlu Gezegenler

**Bunlar, şimdiye değin keşfedilen gaz gezegenler arasında en soğukları ve Güneş sistemimizdekilere en çok benzeyenleri. Bunlar içinde bazıları, sıvı suyun oluşabileceği yaşam kuşağı içinde bulunuyorsa da, hiçbirinin yaşamı destekleyebileceği sanılmıyor. Ancak, eğer varsa uyduları üzerinde yaşam olabilir. Jüpiter gibi bu gezegenlerin atmosferlerinin de üç bulut katmanından oluştuğu düşünülüyor: Atmosferin en üstünde amonyum sülfat katmanı, daha sonra amonyak bulutlarından oluşan bir ara katman ve daha altta da su, su buharı ve buzdan oluşan bulutlar. Bu bulutların gezegen atmosferlerini Venüs'ünki kadar yansıtıcı yapabileceği sanılıyor. Bulut katmanları arasında kuşaklar, rüzgârlar, siklon ve antisiklon sistemleri biçiminde karışımlar olabilir.**

**Gliese 876**  
Yeri: Kova takımyıldızı;  
Dünya'ya uzaklığı: 15 ışık yılı  
Kütlesi: 670 Dünya  
Yılı: 60.85 gün  
Yıldızına uzaklığı: 32 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: -93 °C  
Keşif tarihi: 22 Haziran 1998  
Bu yıldız, bir gezegene sahip olan Güneş'e en yakın yıldız. Ancak, bir kırzı cüce olan Gliese 876, Güneş'ten 2800 derece daha soğuk, 100 kat daha soluk ve kütlesi Güneş kütlesinin 1/3'ü. Gezegeni yaşam kuşağında bulunuyor

**HD134987**  
Yeri: Libra takımyıldızı;  
Dünya'ya uzaklığı: 82 ışık yılı  
Kütlesi: 334 Dünya  
Yılı: 259,6 gün  
Yıldızına uzaklığı: 120 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: 42 °C  
Keşif tarihi: Kasım 1999  
Yaşam kuşağında yer alıyor.

**HD210277**  
Yeri Kova Takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 69 ışık yılı  
Kütlesi: 391 Dünya  
Yılı: 436,6 gün  
Yıldızına uzaklığı: 173 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: -23 °C  
Keşif tarihi: 9 Eylül 1998  
Gezegenin yörüngesi, uzaklık ve periyot açısından Dünya'ninkini andırıyor, ancak büyük ölçüde eliptik.

**16 Cygni B**  
Yeri Kuğu Takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 70 ışık yılı  
Kütlesi: 483 Dünya  
Yılı: 804 gün  
Yıldızına uzaklığı: 256 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: -83 °C  
Keşif tarihi: Ekim 1996  
Gezegenin yıldızı 16 Cygni B, kendisinden biraz daha büyük olan 16 Cygni A yıldızının çevresinde dönüyor.

**47 Ursae Majoris**  
Yeri Büyükayı Takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 46 ışık yılı  
Kütlesi: 760 Dünya  
Yılı: 1088 gün  
Yıldızına uzaklığı: 320 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: -83 °C  
Keşif tarihi: 17 Ocak 1996  
Yaşam kuşağında yer alan soğuk bir dünya olabilir. SETI çerçevesinde radyo sinyalleri için taranıyor.

**HD209458**  
Yeri Kanatlıat Takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 153 ışık yılı  
Kütlesi: 200 Dünya  
Yılı: 3,52 gün  
Yıldızına uzaklığı: 6,72 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: 1037 °C Keşif tarihi: 12 Aralık 1999  
Yıldızı önünden geçerken görülen ilk gezegen

**HD10697**  
Yeri: Balık takımyıldızı;  
Dünya'ya uzaklığı: 100 ışık yılı  
Kütlesi: 2020 Dünya  
Yılı: 1072,3 gün  
Yıldızına uzaklığı: 315,2 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: -9 °C  
Keşif tarihi: Kasım 1999

**HD37124**  
Yeri: Boğa takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 108 ışık yılı  
Kütlesi: 331 Dünya  
Yılı: 155,7 gün  
Yıldızına uzaklığı: 81,6 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: 54 °C  
Keşif tarihi: Kasım 1999, Jüpiter büyüklüğünde bir gezegen ancak, Dünya'dakine yakın bir sıcaklıkta

**Iota Horologii**  
Yeri: Saat takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 56 ışık yılı  
Kütlesi: 718 Dünya  
Yılı: 320 gün  
Yıldızına uzaklığı: 138 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: -23 °C  
Keşif tarihi: 29 Haziran 1999  
Yaklaşık bir milyar yaşındaki yıldız, gezegeni olanların bilinen en genci. Gezegen yaşam kuşağında yer alıyor aylarında yaşama uygun sıcaklıklar ve sıvı su bulunabilir.

**HD177830**  
Yeri: Tilikicik takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 192 ışık yılı  
Kütlesi: 388 Dünya  
Yılı: 391,6 gün  
Yıldızına uzaklığı: 160 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: 88 °C  
Keşif tarihi: Kasım 1999  
Gezegen yaşam kuşağında

**HD222582**  
Yeri: Kova takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 137 ışık yılı  
Kütlesi: 1680 Dünya  
Yılı: 575,8 gün  
Yıldızına uzaklığı: 200 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: -39 °C  
Keşif tarihi: Kasım 1999  
Bilinenler arasında en eliptik yörüngeye sahip gezegen.

**14 Herculis**  
Yeri: Herkül takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 59 ışık yılı  
Kütlesi: 1000 Dünya  
Yılı: 1607 gün  
Yıldızına uzaklığı: 368 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: -143 °C  
Keşif tarihi: 6 Temmuz 1998  
Bilinen en uzun yıla sahip gezegen.  
Yüzey sıcaklığı Jüpiterinkine eşit olabilir.





### Fırınlar

**Kendi gezegen sistemimizde Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün gibi gaz devleri, yıldızımıza uzak ve çok düşük yüzey sıcaklıklarına sahip bulunuyorlar. Güneş dışındaysa işler tersine gibi görünüyor: Sıcak gaz devleri, ana yıldızlarına olağanüstü yakınlıkta yörüngelerde bulunuyor. "Fırınlar" diye adlandırılan gruba giren bazıları, yıldızlara yalnızca üç beş milyon km uzaklıkta. Bu yakınlıkta yıldızın kütleçekimi öylesine güçlü oluyor ki, bir yüzü sürekli olarak yıldız bakıp pişiyor. Bu gezegenler birer cehennemi andırıyor. Yüzey sıcaklıkları 1400 derece. Şiddetli mörötesi, kızılötesi ve parçacık radyasyon bu gezegenlerin atmosferlerini ısıtıyor. Göğün manzarası, Dünya'dakinden çok farklı. Silikatlardan oluşan bulutlardan kum taneleri ve erimiş demir yağmurları yağıyor. Gezegen içlerindeki çok büyük basınç ve sıcaklık, hidrojeni metal hale getiriyor ve ısı dolanımı (konveksiyon) büyük manyetik alanlar yaratıyor.**

salınımları izlemek. Basit anlatımıyla olan, yıldızın, gezegeniyle arasındaki kütleçekimsel etkileşim nedeniyle belirli aralıklarla Dünya'ya yaklaşıyor, ya da uzaklaşıyor gibi görünmesi. Doppler etkisi nedeniyle bu yaklaşma ve uzaklaşma, yıldızın ışığında kırmızı ya da maviye kayma biçiminde ortaya çıkıyor. Tabii ki yüzlerce trilyon kilometre uzaklıktaki yıldızlardan gelen ışıkta böylesine ufak değişimleri izlemek son derece güç. Ancak spektroskopik (tayf ölçme) teknikleri ve araçlarında sağlanan olağanüstü gelişme sayesinde gökbilimciler bir yıldızın hareketindeki en küçük değişimi bile saptayabiliyorlar, hatta bu teknikle gezegenin yıldız olan uzaklığını, dönme hızını ve sıcaklığını bile belirleyebiliyorlar.

Gene de, tekniğin mükemmelliğine karşın sağlanan veriler, gezegenlerin varlığı konusunda ancak dolaylı bir kanıt oluşturuyordu. Yıldız ışığında (dolayısıyla hareketinde) ortaya çıkan değişime gezegenlerin yol açtığı konu-

**51 Pegasi**  
Yeri: Kanatlı takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 50 ışık yılı  
Kütlesi: 140 Dünya  
Yılı: 4,23 gün  
Yıldızına uzaklığı: 8 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: 850 °C  
Keşif tarihi: 6 Ekim 1995  
Güneş sistemi dışında keşfedilen ilk gezegen.

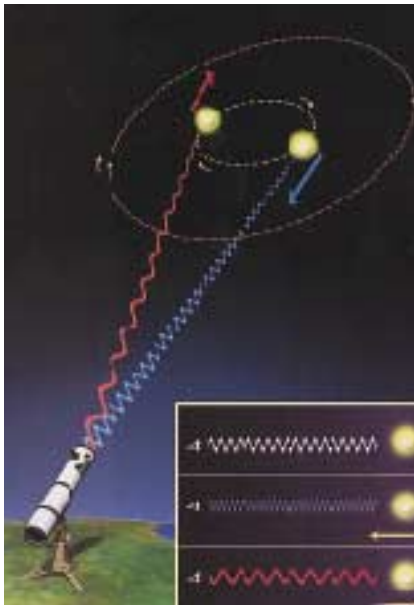
**Tau Boötis**  
Yeri: Çoban takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 50 ışık yılı  
Kütlesi: 1230 Dünya  
Yılı: 3,31 gün  
Yıldızına uzaklığı: 6,88 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: 1200 °C  
Keşif tarihi: 14 Haziran 1996  
"Fırın" grubundaki gezegenlerin en büyüğü ve olası en sıcak. Gezegenin yıldızı, Güneş'ten 3 kat daha parlak.

**HD187123**  
Yeri: Kuğu takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 156 ışık yılı  
Kütlesi: 150 Dünya  
Yılı: 3,097 gün  
Yıldızına uzaklığı: 6,24 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: 1054°C  
Keşif tarihi: 9 Eylül 1998  
En hızlı yörünge periyotlu gezegen. Güneş'e benzeyen yıldızın çok yakınında dönüyor. Gökbilimciler bu yıldız çevresinde ikinci bir gezegen olabileceğini düşünüyorlar.

**HD75289**  
Yeri: Yelken takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 95 ışık yılı  
Kütlesi: 130 Dünya  
Yılı: 3,51 gün  
Yıldızına uzaklığı: 6,88 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: 1115°C  
Keşif tarihi: 1 Şubat 1999  
Güneş sistemi dışındaki gezegenlerden bilinen en hafifi. Yıldızı, metalce Güneş'ten daha zengin.

**HD217107**  
Yeri: Balık takımyıldızı  
Dünya'ya uzaklığı: 64 ışık yılı  
Kütlesi: 404 Dünya  
Yılı: 7,12 gün  
Yıldızına uzaklığı: 11 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: 675°C  
Keşif tarihi: 10 Ekim 1998  
Jüpiter'in 4 katı büyüklüğünde ikinci bir gezegenin de aynı yıldız çevresinde dönüyor olabileceği düşünülüyor.

sundaki son kuşuklar da geçen yıl sonlarında elde edilen ilk doğrudan kanıtlarla ortadan kalktı. Gene Geoffrey Marcy'nin yönettiği bir ekip, Kanatlı At (Pegasus) takımyıldızında HD209458 diye tanınan bir yıldızın



önünden geçen gezegenin, Dünya üzerine düşen çok küçük gölgesini belirledi. Başka bir deyişle bu, yıldızın ışığında gezegenin geçişi sırasında meydana gelen çok küçük bir azalma. Gökbilimciler, gezegenin kütlesinin, Dünya'ninkinin 200 katı olduğunu hesapladılar. Gezegenin varlığına kanıt, gökbilim ekibinin önceden belirlediği anda ışıktaki bu azalmanın gözlenebilmiş olması. Daha da doğrudan bir kanıt, bir ay sonra İngiliz gökbilimcilerce ortaya çıkarıldı. Ekip Çoban takımyıldızındaki Tau Bootis çevresinde dönen sıcak bir gaz gezegeninin yüzeyinden yansıyan ışığı gözlemlediler.

Sonuç olarak, Güneş Sisteminin dışında saptanan gezegenlerin sayısı, bu yılın başında 29'u buldu. Daha önemlisi, bunlardan bazıları, ne fazla sıcak, ne de fazla soğuk olan ve "yaşam kuşağı" denen bir bölge içinde yer alıyorlar. Gökbilimciler, daha birçok tek gezegen ve güneş sistemi adayı üzerinde çalışmalarını sürdürüyorlar. Bütün bunlar, Güneş'in hemen yakınlarında, çok küçük bir alan içinde bulundu. Bu durumda, yalnızca kendi gökadamız Samanyolu'nda en az 100 milyar yıldız bulunduğu ve evrende de en az 100 milyar gökada bulunduğu göre milyarlarca yıldızın çevresinde milyarlarca gezegenin dönmesi, ve bunların en azından bazılarında yaşam barındıracak koşulların bulunması, bunların bir bölümünde de yaşamın, akıllı uygarlıklara kadar gelişmesi gerekmez mi?

Ancak gökbilimciler, Dünya benzeri gezegen bulma umudunu korumakla birlikte, yaşamın, hele akıllı uygarlıkların ortaya çıkıp gelişmesi için çok özel koşulların bir araya gelmesi gerektiğini vurguluyorlar. Yıldızlar, "O" ve "B" sınıfı sıcak mavi yıldızlardan başlayarak, kütleleri ve buna bağlı olarak da yüzey sıcaklıkları giderek

**Gezegen avcılar, avlarını uzak yıldızlarca yayılan ışıktaki çok küçük değişimleri izleyerek saptıyorlar. Yıldız çevresinde dönen bir gezegenin kütleçekimi, yıldızda küçük bir yalpalamaya yol açar. Yıldız Dünya'ya doğru yalpalandığında, yaydığı ışık dalgaları akordiyon gibi sıkışarak daha kısa mavi dalga boylarına doğru kayar. Buna "Doppler Kayması" denir. Yıldız ters yöne yalpa yaptığında ışığı, daha uzun kırmızı dalga boylarına kayar. Bu etkiyle gökbilimciler gezegenin yıldız çevresindeki yörünge periyodunu, gezegenin uzaklığını, minimum kütlesini ve sıcaklığını hesaplayabilirler. Jüpiter'in çekimi, Güneşimizin dönmesini ancak saatte 27 km kadar frenleyebilir. Jüpiter büyüklüğünde bir gezegen bir yıldızdan gelen ışığı ancak 10 milyonda bir oranında sıkıştırıp genişletebilir.**

azalan "A" (beyaz), "F" (sarı-beyaz) "G" (sarı), "K" (turuncu) ve M (kırmızı) diye belirlenen sınıflara ayrılıyorlar. Her sınıf içindeki yıldız da, daha küçük kütle ve sıcaklık farklarına göre 10 alt gruba bölünüyor. Güneş, G-2 sınıfından sarı bir yıldız. Yüze sıcaklığı yaklaşık 5500 derece. Orta büyüklükte sayılmasına karşılık gene de Samanyolu içinde sarı yıldızların oranı yüzde 4 kadar. Mavi, beyaz ve sarı-beyaz yıldızlarsa, hep birlikte gökada nüfusunun yalnızca yüzde 1'ini oluşturuyorlar. Geri kalanlarsa, turuncu (%15) ve kırmızı (%70) yıldızlar. Mavi yıldızlar, büyük kütleli olduklarından, kütleçekimini dengeleyebilmek için merkezlerindeki çekirdek tepkimelerinin basıncı da o ölçüde büyük olmak zorunda. Bu nedenle yakıtlarını çok çabuk tüketiyorlar; birkaç milyon yıl içinde ömürlerini süpernova patlamalarıyla noktayıp ya 20-30 km çapında son derece yoğun nötron yıldızı, ya da yakınlarındaki ışığı bile hapsedecek ölçüde güçlü kütleçekimine sahip karadelik haline geliyorlar. Bu tür yıldızlar, daha gençliklerinde bile çok güçlü rüzgârlarla çevrelerindeki diski kısa sürede dağıttıklarından etraflarında gezegen oluşmuyor. Öteki gruptaki yıldızların ömürleri daha uzun. Beyaz yıldızların yaklaşık 1 milyar yıl, Güneş benzeri sarı yıldızların 10 milyar, kırmızı yıldızlarına birkaç trilyon yıla kadar varabiliyor. Bu yıldızlar, merkezlerindeki hidrojen yakıtını tükettince, önce helyum, ve daha sonra oluşturdukları daha ağır elementleri, soğan kabuğu gibi giderek dışa doğru yükselen katmanlarda yakarak ısıyorlar ve genişleyerek kırmızı dev haline gelip yakınlarındaki gezegenleri yutuyorlar. Örneğin bizim yıldızımız Güneş, yaklaşık 4.5 milyar yıl sonra kırmızı dev haline geldiğinde, Dünyamız yıldızın içine girip buharlaşacak. O halde yaşam için gezegenlerin doğru yıldızın (yeterince sıcak, kararlı, kırmızı dev evresine gelmemiş, yeterince uzun ömürlü) çevresinde, yaşam için önemli sıvı su için uygun sıcaklığın oluşabileceği yeterli bir uzaklıkta dönmesi gerekiyor.

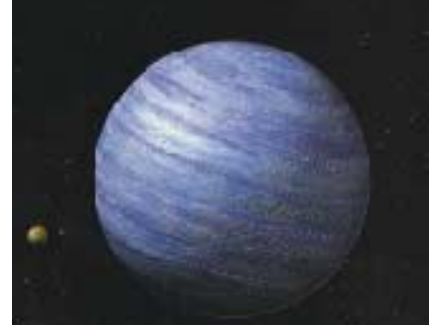
Güneş çevresinde saptanan gezegenler, istatistiksel olarak umut vermekle birlikte, yaşam için gerekli koşulların yaygınlığı konusunda hiç de iç açıcı bir tablo sunmuyorlar. Bir kere

### Açık Göklar

**Bu sınıftaki gezegenler, ana yıldızlarına 11 ile 130 milyon km arasında değişen uzaklıktaki yörüngelerde dönüyorlar. Bunların atmosferleri, silikat bulutlar için fazla soğuk, buna karşın su bulutları için de fazla sıcak. Bu gaz devlerindeki yüze sıcaklıklarının 500 derece ile 110 derece arasında değiştiği düşünülüyor. Kükürt ve klor bileşiklerinden, hatta bildiğimiz tuzdan oluşmuş açık ya da puslu atmosferleri olabilir.**

<p><b>Rho Coronae Borealis</b> Yeri: Kuzey tacı takımı yıldızı Dünya'ya uzaklığı: 54 ışık yılı Kütlesi: 350 Dünya Yılı: 39,65 gün Yıldızına uzaklığı: 33,6 milyon km Yüze sıcaklığı: 325°C Keşif tarihi: 24 Nisan 1997 Bu gezegenin yıldızı Güneş benzeri, ama 10 milyar yaşında bir yıldız.</p>	
<p><b>Gliese 86</b> Yeri: İrmak takımı yıldızı Dünya'ya uzaklığı: 36 ışık yılı Kütlesi: 1600 Dünya Yılı: 15,83 gün Yıldızına uzaklığı: 16 milyon km Yüze sıcaklığı: 325°C Keşif tarihi: 24 Kasım 1998 Gezegen bir ikili yıldız sisteminde bulunuyor. Gliese 86 A adlı, Güneş'ten hafif ve soluk bir yıldızın çevresinde dönüyor.</p>	
<p><b>HD192263</b> Yeri: Kartal takımı yıldızı Dünya'ya uzaklığı: 65 ışık yılı Kütlesi: 250 Dünya Yılı: 24,36 gün Yıldızına uzaklığı: 22,4 milyon km Yüze sıcaklığı: 215 °C Keşif tarihi: 28 Eylül 1999 Yıldız görece soğuk. Gezegen de, benzer uzaklıklara göre soğuk</p>	
<p><b>HD130322</b> Yeri: Başak takımı yıldızı Dünya'ya uzaklığı: 97 ışık yılı Kütlesi: 343 Dünya Yılı: 10,72 gün Yıldızına uzaklığı: 13,12 milyon km Yüze sıcaklığı: 475 °C Keşif tarihi: 6 Eylül 1999, Gezegen güneşine Merkür'den 4 kat daha yakın, ama "fırın" değil. Çünkü yıldız, Güneş'in yan parlaklığında.</p>	
<p><b>55 Cancri</b> Yeri: Yengeç takımı yıldızı Dünya'ya uzaklığı: 44 ışık yılı Kütlesi: 600 Dünya Yılı: 14,7 gün Yıldızına uzaklığı: 16 milyon km Yüze sıcaklığı: 355 °C Keşif tarihi: 12 Nisan 1996 Yıldızın büyük bir toz diski var. Diskin çapı milyarlarca kilometre uzunluğunda. 15-20 yıllık yörünge periyodunda, daha büyük ikinci bir gezegenin bulunabileceği düşünülüyor.</p>	

büyük çoğunluğu, Jüpiter'den kat kat büyük gaz devleri. Kimisi yıldızlarına çok yakın, kimisi de hayli uzak yörüngelerde dönüyorlar. Gerçi bunların saptanabilmelerinde önemli bir öğe, yıldızın dönme periyoduna etki yapan büyüklükleri. Peki aynı yıldızın çevresinde, onun hareketine etki edemeyecek kadar küçük başka gezegenler olmaz mı? İşte NASA, Dünya benzeri gezegenler bulabilmek için 2011 yılında uzaya iddialı bir teleskop göndermeye hazırlanıyor. Aslında bir teleskop dizisi demek daha doğru. Karasal Gezegen Kaşifi adıyla tasarlanan araç, bir ana gemiyle, toplam bir futbol sahası kadar alan içinde ana gemiyle bağlantı-



<p><b>70 Virginis</b> Yeri: Başak takımı yıldızı Dünya'ya uzaklığı: 59 ışık yılı Kütlesi: 2100 Dünya Yılı: 116,7 gün Yıldızına uzaklığı: 64 milyon km Yüze sıcaklığı: 100 °C Keşif tarihi: 17 Ocak 1996 Aşırı eliptik yörüngesi nedeniyle yüze sıcaklığı büyük ölçüde değişkenlik gösteriyor.</p>	
<p><b>HD114762</b> Yeri: Berenisi saç takımı yıldızı Dünya'ya uzaklığı: 91 ışık yılı Kütlesi: 3500 Dünya Yılı: 184,02 gün Yıldızına uzaklığı: 56 milyon km Yüze sıcaklığı: 206 °C Keşif tarihi: 22 Nisan 1996 Yakın yörüngede böylesine dev bir gezegen, başka gezegenleri olasılık dışı bırakıyor. Varsa bile bunlar, ya uzaya fırlamış, ya da bu dev gezegence yutulmuş olmalı.</p>	
<p><b>HD195019</b> Yeri: Yunus takımı yıldızı Dünya'ya uzaklığı: 122 ışık yılı Kütlesi: 1100 Dünya Yılı: 18,2 gün Yıldızına uzaklığı: 20,32 milyon km Yüze sıcaklığı: 398 °C Keşif tarihi: 10 Ekim 1998 Bu gezegenin yıldız, neredeyse Güneş'in ikizi.</p>	
<p><b>HD168443</b> Yeri: Yılan takımı yıldızı Dünya'ya uzaklığı: 108 ışık yılı Kütlesi: 1600 Dünya Yılı: 57,9 gün Yıldızına uzaklığı: 41,12 milyon km Yüze sıcaklığı: 376 °C Keşif tarihi: 2 Aralık 1998 Bu gezegenin yıldız, neredeyse Güneş'in ikizi. Gezegenin, yıldızın en yakın noktası 22,4 milyon, en uzağı da 67,2 milyon km olan aşırı eliptik yörüngesi büyük mevsim değişikliklerine yol açıyor olmalı.</p>	

lı dört dev teleskoptan oluşacak. Teleskoplar, eşgüdüm halinde Dünya'dan 50 ışık yılı uzaklığa kadar olan yıldızlara dönecekler, yıldızın güçlü ışığını perdeleyerek çevresindeki olası gezegenlerden yansıyacak küçük ışık noktalarını arayacaklar. Teleskopların algıladığı ışık ana gemiye ulaştırılacak ve burada dört teleskoptan sağlanan veri birleştirilerek yüksek çözünürlükte bir görüntü oluşturulacak.

Ancak şimdiye değin saptanan dev gezegenlerin, yıldızlarına olan yakınlığı bir sorun yaratıyor: Bilinen yıldız ve gezegen oluşum modellerine göre bunların bu kadar yakında bulunmaları gerekiyor. Çünkü gaz ve toz





*Upsilon Andromedae güneş sistemi, anlaşılabilir bir istisna. Bilgisayar modellerine göre büyük kütleli 3 gezegen uzun süre aynı yıldızın çevresinde dönüyor. Yukarıdaki simülasyonda, Jüpiter kütlelerinde 3 gezegen güneşlerine 5.0, 7.3, ve 10.2 astronomik birim (1 AB= 150 milyon km) uzaklıkta, yaklaşık aynı düzlemdeki yörüngelerinden yola çıkıyorlar. Ama, kütleçekim etkileşimleri yörüngelerini düzensiz hale getiriyor ve tipik olarak gezegenlerden biri (mavi eğri) sistem dışına atılıyor. Bu sürecin, daha hafif biçimde Güneş sistemimizi de etkilediği anlaşılıyor.*

diskinin merkezinde oluşmakta olan yıldız, diskin kendine yakın bölgelerindeki gazı kendi kütleçekimiyle topluyor ve yakın çevresinde, giderek birleşerek önce iri toparakçıklar, sonra gezegen adayı büyük kaya parçaları ve sonunda da çarpışmalarla birleşip kayasal gezegenleri oluşturan, toz zerrecikleri kalıyor. Ancak diskin merkeze uzak ve dolayısıyla soğuk bölgelerinde buz zerreciklerinin birleşmesiyle oluşan gezegen nüveleri çevredeki gazı toplayarak büyük kütleler kazanabiliyorlar. O halde keşfedilen bu gaz devleri, yıldızlarının böylesine burnu dibinde ne arıyorlar? Bu soruya gökbilimciler farklı yanıtlar veriyorlar. Bir görüşe göre, çevrelerinde dev gaz gezegenlerin keşfedildiği yıldızlar, metal (gökbilimde hidrojen ve helyumdan daha ağır elementlere verilen ad) bakımından Güneşimizden hayli zengin. Böyle olunca da metalce zengin yıldızların, dev gaz gezegeni oluşturmaya daha eğilimli olabilecekleri düşünülüyor.

Ancak daha yaygın kabul gören bir açıklamaysa, bu gezegenlerin önce yıldızı oluşturan gaz ve toz diskinin dış

bölgelerinde oluştukları ve zaman içinde yıldızla yaklaştıkları biçiminde. Bu gaz devleri muazzam kütleçekimleriyle çevrelerindeki daha ufak gezegenleri sağa sola fırlatıyorlar. Güneş Sistemi'yle ilgili yeni modeller de, Jüpiter'in önce diskin dış bölümlerinde oluşup daha sonra bugünkü yörüngesine yerleştiği, buna karşılık Uranüs ve Neptün'ün de , başlangıçta Güneş'e daha yakinken, Jüpiter ve Satürn'ün sapan etkisiyle dışarıya savrulduğunu gösteriyor. Güneş'e 5 astronomik birim (AB) yani Dünya ile Güneş arasındaki 150 milyon km uzaklığın 5 katı mesafede bulunan Jüpiter'in, bugünkü yörüngesine çok uzaklardan gelecekle yerleştiğine kanıt, içindeki xenon, argon ve kripton gibi gazların miktarı. Gökbilimciler Jüpiter'in bugünkü yörünge uzaklığındaki uzayın, bu gazların gezegende gözlenen miktarda bulunması için fazla sıcak olduğu görüşündeler. Araştırmacılara göre Jüpiter, Güneş'e 30-40 AB uzaklıkta oluştuktan sonra zaman içinde bugünkü konumuna gelmiş olmalı. Uranüs ve Neptün'ün Güneş Sistemi'nin dışına doğru göçtüklerine kanıt olarak da,

Güneş'in oluşum evrelerinde yıldızımızı saran gaz ve toz diskinin, iki gezegenin bugün bulunduğu uzaklıklarda dev gezegenler oluşturabilecek kadar yoğun olmadığı gerçeği.

Son yıllarda geliştirilen bu gezegen göçü modeli, keşfedilen Güneş dışı gezegenlerin yıldızlarına neden bu kadar yakın olduklarını da, bu yıldızların metal zenginliklerini de açıklıyor. Dev gezegenler,

kendi güneşlerine yaklaşıırken, yaşama daha elverişli olabilecek küçük kardeşlerini ya uzayın uçsuz bucaksız boşluğuna fırlatmış, ya da yıldızın içine "süpürmüş" olmalı. Yutulmuş bu gezegenler ve öteki disk artıkları da, yıldızı normalin üstünde zenginleştirmiş olmalı.

Aslında gökbilimciler, bu yamyamlığı belirleyecek yöntemler geliştirmiş bulunuyorlar. Bir yıldızın, kendi gezegenlerini yutmasının, gözlenebilir üç sonucu oluyor. Bunlardan birincisi, sıcaklığının artması. İkincisi, dönme hızındaki yükselme. Suçüstü yapmaya en elverişli üçüncü kanıt, yıldızda ortaya çıkan lityum bolluğu. Büyük patlama sırasında ortaya çıkan bu element, yıldızlardaki yüksek sıcaklıkta fazla yaşayamıyor. Dolayısıyla normal olarak gözlenen yıldızlarda çoktan tükenmiş olması gerek. Bu durumda yıldız tayflarında bu elementin gözlenmesi, onların yakınlarındaki gezegenleri yuttuğunun göstergesi.

Yakın çevremizde gözlenen dev gaz gezegenlerin konumları ve büyüklükleri, bu gezegen göçünün istisna değil kural olduğunu gösteriyor. Bu durumsa, yaşamın, evrendeki görünür gezegen bolluğuna karşın çok cömertçe dağıtılmış bir ayrıcalık olmadığını, pek çok rastlantının bir arada gerçekleşmesiyle ortaya çıkabildiğinin, nasıl bir pamuk ipliğine bağlı olduğunun bir kanıtı. Demek ki biz yaşamımızı, Jüpiter ve öteki dev kardeşlerimizin göçlerini Güneş'ten doğru uzaklıkta sona erdirmelerine borçluyuz. Demek ki bu kardeşlerimiz bizi yalnızca Güneş'in içine ya da uzaya fırlatmadıkları için değil, aynı zamanda kütleçekimleriyle bize doğru gelen göktaşlarını, meteorları, kuyruklu yıldızları kendi üstlerine çektikleri, bize siper oldukları için yaşıyoruz. Ve gene demek ki, keşfedilen Güneş dışı gezegenlerin bolluğu bize belki de koca evrende tek başına olmadığımızı gösterirken, çok özel gezegenimizin de, çok güç kavuşulabilen yaşamın da değerini bilmemiz gerektiğini öğretiyor.

Raif Gürdilek

**Bir Başka Güneş Sistemi**

**Upsilon Andromedae b**  
Kütlesi: 230 Dünya  
Yılı: 4,617 gün  
Yıldızına uzaklığı: 8,8 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: 1027 °C  
Tipik bir "fırn" Yüksek sıcaklık ve hızlı, neredeyse dairesel bir yörünge.

**Upsilon Andromedae c**  
Kütlesi: 671 Dünya  
Yılı: 241,2 gün  
Yıldızına uzaklığı: 123,2 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: 77 °C  
Yıldız uzaklık ve yörünge periyodu Venüs'e benzeyen bir gaz dev

**Upsilon Andromedae d**  
Kütlesi: 1470 Dünya  
Yılı: 1,266,6 gün  
Yıldızına uzaklığı: 368 milyon km  
Yüzey sıcaklığı: -73 °C  
Serin bir su bulutu gezegeni. Yörüngesi kardeşlerine göre en eliptik olanı

**Şimdiye değin Güneş dışında birden çok gezegenden oluştuğu belirlenen tek sistem. Üç gaz dev, Dünya'dan 44 ışık yılı uzaklıkta, Güneş'ten biraz daha sıcak bir yıldız olan Upsilon Andromedae'nin çevresinde dönüyor. Bir ya da iki yeni sistemin yakında açıklanması bekleniyor.**

**Kaynaklar**  
Svitil, K. A., "Field Guide to New Planets" *Discover*, Mart 2000  
"Greedy Stars Caught Eating Planets", *New Scientist*, 5 Haziran 1999  
Owen T. et al., "A Low Temperature Origin for the Planetesimals That Formed Jupiter", *Nature*, 18 Kasım 1999  
Fajardo-Acosto, S., "Ageing Dust Fades Away", *Nature*, 30 Eylül 1999  
"Yet More Extrasolar Planets", *Sky&Telescope*, Şubat 1999  
"Goodbye Disks, Hello Planetary Systems", *Sky&Telescope*, Şubat 2000