



# İKİZ

# KARDEŞİMİZE NE OLDU?

Venüs ve Dünya, Güneş Sistemi'nde birbirine en çok benzeyen iki gezegen. Belki tek yumurta ikizleri değiller ama özellikle büyüklük, Güneş'e uzaklık ve kütle olarak birbirlerine çok yakınlar. Venüs'ün yüzeyi, tıpkı Dünya'da olduğu gibi jeolojik olarak etkin. Üstelik iki gezegenin iç yapıları da birbirine çok benziyor. Ne var ki, yüzeyi ve atmosferindeki çok zorlu koşullar nedeniyle hiç de konuksever görünmeyen Venüs, bugüne kadar biraz ihmal edildi. Ancak, bundan yaklaşık 2 yıl önce gezegene ulaşan Venus Express adlı uzay aracı, bu gezegeni daha yakından tanımamız gerektiğini gösteriyor.

Sürekli keşfetme dürtüsü, bizi evrende yaşanabilir başka bölgeleri araştırmaya, keşfetmeye zorluyor. Son zamanlarda, gezegenbilimcilerin araştırmalarında en çok önem verdikleri şey, bir ortamda yaşamı destekleyen koşulların ne ölçüde bulunduğu. İşte bu nedenle, yaşamı destekleyen elementlerin ve moleküllerin keşfi bizi fazlasıyla heyecanlandırıyor.

Yeryüzünde, suyun bulunduğu hemen her yerde yaşam da bulunuyor. Bu nedenle dünya-dışı yaşam araştır-

malarında "su" dediğimiz ve bir oksijen, iki hidrojen atomunun bileşiminden oluşan bu elementin varlığı çok büyük önem taşıyor. İlk uzay uçuşlarının başladığı zamanlarda, su yalnızca gezegenimize has bir molekül gibi görünüyordu. Ancak günümüzde, daha duyarlı inceleme yöntemleri ve aygıtlarının varlığı sayesinde suyun o kadar da ender rastlanan bir element olmadığını biliyoruz. Üstelik yalnızca yakınıımızdaki gezegenlerde değil, evrenin uzak köşelerinde de bu elementin bol-

ca bulunduğunu görüyoruz.

Venus Express'in verilerini değerlendiren gökbilimciler, Venüs ve Dünya'nın başlangıçta hemen hemen aynı koşullara sahip olduğunu söylüyorlar. Her iki gezgende de büyük olasılıkla aynı miktarlarda su ve karbon dioksit bulunuyordu. Peki, birbirine çok benzer doğan bu iki kardeşten Venüs'e ne oldu?

Günümüzde, Dünya'da bulunan karbon dioksitin çok büyük bölümü karbonatlar şeklinde okyanuslarda ve

okyanus tabanlarında hapsolmuş durumda. Okyanus tabanlarındaki karbon, tektonik hareketler sayesinde kayaların derinliklerine gömülüyor. Gaz halinde bulunan karbon dioksit ( $CO_2$ ) görece çok küçük miktarda, atmosferin bir bileşimi olarak bulunuyor. Bu küçük orandaki karbon dioksit, birtakım başka gazlarla birlikte sera etkisi yaratarak atmosferin belli ölçüde ısınmasında rol oynuyor ve gezegenin canlılar için uygun sıcaklıkta kalmasını sağlıyor.

Buna karşın, Venüs'te durum pek iç açıcı değil. Gezegenin sahip olduğu karbon dioksitin çoğu atmosferde bulunuyor. Öyle ki, Venüs atmosferindeki karbon dioksit miktarı bizdekinin 250.000 katı kadar. Ayrıca Dünya atmosferinin çok büyük kısmını oluşturan azot ve oksijen, Venüs atmosferinde serbest olarak hemen hiç bulunmuyor. Bu kadar yoğun karbon dioksit ve sülfürik asitten oluşan bulutlar, adına hiç de yakışmayan şekilde, gezegeni tam anlamıyla bir cehenneme dönüştürmüş durumda.

Avrupa Uzay Ajansı'nın gezegene gönderdiği Venus Express'ten gelen veriler doğrultusunda, biliminsanları bu iki kardeşin nasıl olup da bu kadar farklı karakterlere büründüğünü anlamaya çalışıyorlar. Venus Express, gezegenin yörüngesinde dolanırken, bulutlarının arasından bakarak bu gezegende neler olduğunu anlamamızı sağlayacak veriler gönderiyor.

Venüs'ün kayıp suyunun ipuçları, olasılıkla onun kalın atmosferinde saklı. Venüs'ün atmosferi o kadar kalın ki, yüzeyindeki atmosfer basıncı yeryüzünde deniz seviyesindeki basıncın 93 katı. Atmosfer, üç farklı bulut katmanından oluşuyor ve bunlar yeryüzündeki bulutlarla kıyaslanamayacak kadar kalın. Üstteki iki kalın bulut katmanı, sülfürik asit parçacıklarından oluşan çok da yoğun olmayan bir pus katmanı gibi. Alt katmansa daha yoğun, geçirgenliği az ve yeryüzündeki gibi parçalı bulutlardan oluşuyor. Bu bulutlardan kaynaklanan sülfürik asit yağmurlarının aşağı doğru düşerken, sıcaklığın etkisiyle yere ulaşmadan buharlaştığı tahmin ediliyor. Gezegen o kadar kuru ki, atmosferindeki tüm su yüzeye yağsaydı, sadece 2-2,5 cm kalınlığında bir su katmanı oluşturabilirdi.

Karasal gezegenlerin atmosferleri, Güneş ışınlarının dik geldiği ekvator bölgesinde daha fazla, yatay geldiği kutup bölgelerindeyse daha az ısınır. Öteki kuvvetleri göz ardı edersek, ekvatorda ısınan hava yükselir ve kutuplara doğru yönelir. Çevredeki görece soğuk olan hava da bunun yerini doldurur. Bu bir döngü şeklinde sürekli devam eder. "Hadley hücreleri" olarak adlandırılan bu güney-kuzey yönlü hava hareketleri, atmosferi karıştırarak gezegenin tüm atmosferinin belli ölçüde ısınmasını sağlar. Dünya'nın hızlı dönüşü, bu hava akımlarını etkiler ve jet akımlarına neden olur. Uzaydan görülen dönen dev bulut kütleleri bu nedenle oluşur.

Venüs'ün eksenini çevresindeki dönüşü 243 Dünya günü sürer. Bu durum, Hadley döngülerinin Dünya'dakilere göre çok daha düzgün olmasına yol açar. Venus Express'in gözlemleri, ekvator bölgesinde Güneş ışınlarıyla ısınan bulutların yükselerek kutupların yakınlıklarına kadar göç ettiğini, kutuplarda da iki merkezli girdaplar oluştuğunu gösterdi. Her iki kutupta da birbirinin ayna görüntüsü gibi duran çift girdap oluşumu bulunuyor.

Bu girdaplar, atmosferi hızla karıştırmakla birlikte, etkileri yüzeye fazla ulaşmıyor. Ruslar'ın 1980'lerde gezegene gönderdiği araçlar, yüzeyde çok hafif rüzgârların estiği bilgisini gön-

dermişti. Ne var ki atmosferde yükselerek çıkıldıkça, rüzgârların şiddeti belirgin bir biçimde artıyor. Bulutların üst katmanlarında ölçülen rüzgâr hızı, saatte 350 km'yi buluyor. Bulutlar bu hızlarla gezegenin büyük bölümünü katediyorlar. Bu kadar kalın bulut katmanına bu enerjiyi veren ne olduğu tam olarak bilinmese de bu hareket büyük olasılıkla Güneş'in atmosferi ısıtmasından kaynaklanıyor. Venus Express'in gözlemleri, bu sırrı da ortaya çıkarabilir.

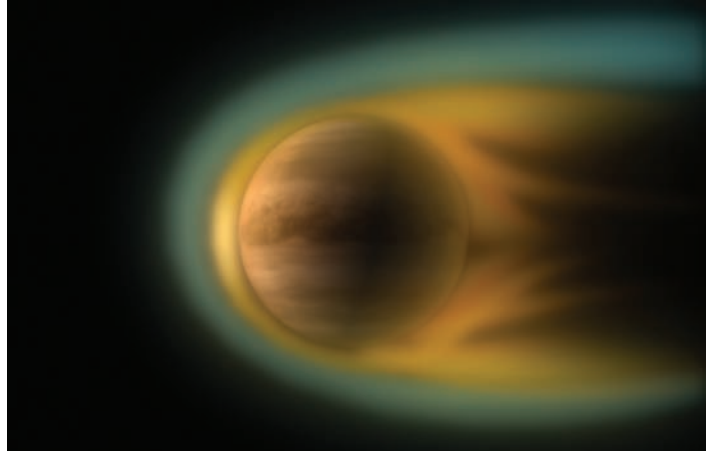
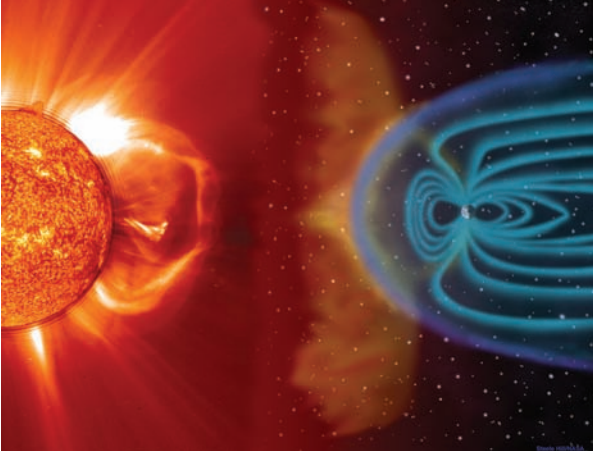
## Büyük Kaçış

Gökbilimciler Venüs'teki suyun, gezegenin bir manyetik alana sahip olmaması nedeniyle gezegenden uzaklaşmış olabileceğini düşünüyorlar. Bu aslında pek de yeni bir varsayım değil. Ancak, Venus Express'in gönderdiği yeni veriler bu varsayımı destekliyor.

Gezegenin manyetik alan oluşturabilmesi için, sıvı-metal dış çekirdeğin hareket halinde olması gerekiyor. Bu da bir dinamo etkisi yaratarak manyetik alan oluşturuyor. Güneş rüzgârını oluşturan elektrik yüklü parçacıklar, gezegenin manyetik alanında yakalanıyor ve gezegenin atmosferiyle fazla etkileşime giremiyorlar. Yani gezegenin manyetik alanı bir bakıma onu bu parçacıklardan koruyan bir kalkan oluşturuyor. Bu kalkana "manyetosfer" deni-



Venus Express, doğrudan görüntüleyemediyse de, Venüs'te yıldırım etkinliğinin olduğuna yönelik ipuçları yakaladı. Yukarı doğru hava akımlarının pek bulunmadığı Venüs atmosferi araştırmacıları şaşırtıyor.



Gezegemizin manyetik alanı sayesinde, elektrik yüklü parçacıklardan oluşan Güneş rüzgârından korunuyor. Ne var ki Venüs, bir manyetik alana sahip değil. Bu nedenle atmosferinin üst katmanları Güneş rüzgârıyla uzaya savruluyor.

yor. Bizim gezegenimiz, bu etkiyi yaratabilecek kadar hızlı döndüğü için yeterince güçlü bir manyetik alana sahip. Oysa Venüs, eksenini çevresinde o kadar yavaş dönüyor ki, oluşturduğu manyetik alan onu Güneş rüzgârına karşı koruyan bir kalkan oluşturamıyor.

Atmosferi çok sıcak olan gezegenin sahip olduğu su, yoğun atmosfer hareketleri nedeniyle üst katmanlara kadar yükselebiliyor. Burada Güneş'ten gelen morötesi ışınım, su molekülünü, bileşenleri olan oksijen ve bir proton, bir de elektrondan oluşan hidrojeneye parçalıyor. Hidrojen, çok hafif bir element olduğu için Güneş rüzgârına kapılıp uzaya savruluyor.

Biliminsanları, hidrojenin bir izotopu olan döteryumun Venüs atmosferindeki bolluğuna bakarak bir zamanlar gezegen-

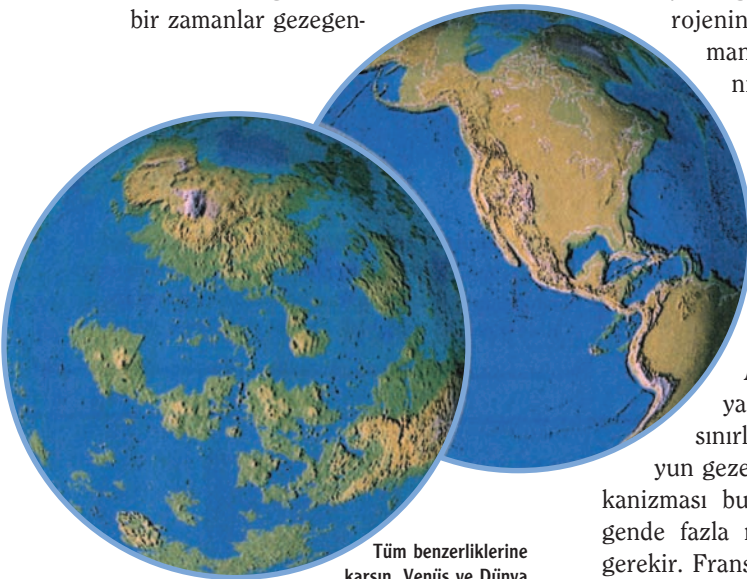
de ne kadar hidrojen olduğunu bulmaya çalışıyorlar. Döteryum, çekirdeğinde hidrojene göre fazladan bir nötron içeriyor. Bu nedenle hidrojenin yaklaşık iki katı kütleye sahip ve "ağır hidrojen" olarak da biliniyor. Döteryum kararlı bir element; yani durduk yerde bozunmuyor. Ancak, yeryüzünde hidrojene göre çok az oranda (6500 hidrojen atomuna karşılık, bir döteryum atomu) bulunuyor. Venüs'teyse durum farklı. 1970'lerde yapılan uçuşlardan elde edilen veriler, Venüs atmosferindeki döteryumun daha yüksek oranda bulunduğunu göstermişti. Venus Express'in elde ettiği veriler de bunu destekliyor. Üstelik döteryumun hidrojene oranı gezegenin üst katmanlarında, alt katmanlara göre daha yüksek. Bu, döteryuma göre daha hafif olan hidrojenin atmosferin üst katmanlarından uzaya kaçtığına bir göstergesi.

Üzerinde durulan en önemli varsayım, Venüs'teki suyun yüksek yüzey sıcaklığı nedeniyle buharlaşarak atmosferin üst katmanlarından uzaya kaçmış olması. Ancak, bu şekilde uzaya kaçabilecek su miktarı sınırlı. Dolayısıyla, eğer suyun gezegenden uzaklaşma mekanizması buysa, eskiden de gezegende fazla miktarda su olmaması gerekir. Fransa Ulusal Bilim Araştırma Merkezi'nden gökbilimci Jean-Loup Bertaux'ya göre, Venüs atmosferinin üst katmanlarındaki döteryum oranı Dünya'daki okyanuslardakine göre

150 kez daha düşük. Bertaux ve ekibi bundan yola çıkarak yaptıkları hesaplamalarda, Venüs'te bir zamanlar bulunan suyun, onun yüzeyinde ancak 5 metre yükseklikte bir katman oluşturabileceğini buldular. Gezegenin plaka tektoniği bakımından da etkin olmasının nedeni, okyanuslar meydana getirecek kalınlıkta su katmanlarına sahip olmayışı olabilir. Ancak yine de bu durum bir zamanlar gezegenin çok daha fazla suya sahip olduğunu düşünen araştırmacıları pek ikna edebilmiş değil.

Araştırmacılara göre, gezegende su bulunduğu halde onu gözümüzden kaçırıyor olma olasılığımız da pek yok. Çünkü atmosferdeki suyun, atmosfer hareketliliği nedeniyle atmosferin tamamına yayılması beklenir. Yine de her olasılığı göz önünde bulunduran araştırmacılar, Venüs'ün kalın atmosferinde suyun bulunabileceği görece serin katmanlar olabileceğini de göz ardı etmiyorlar. Tıpkı Dünya'daki troposferle stratosfer katmanları arasındaki tropopoz gibi. Ancak bu durumda bile buradaki suyun üst katmanlara göç ederek uzaya kaçması söz konusu olabilir.

Su, başka kaçış yolları bulmuş da olabilir. Uzun zamandır gündemde olan bir varsayım, gezegenin aşırı ısınan atmosferi nedeniyle tüm okyanuslarının buharlaştığı ve aşırı ısınan tüm bu su buharının doğrudan uzaya kaçtığı yolunda. Su, karbon dioksitten çok daha etkili bir sera gazı olduğu için, atmosferdeki oranı arttıkça atmosfer ısınır. Isınan atmosferdeki hareketlilik de su buharını üst katmanlara taşır. Su buharının daha önce sözünü ettiğimiz



Tüm benzerliklerine karşın, Venüs ve Dünya birçok bakımdan çok farklılar. Venüs yüzeyi, Dünya'da olduğu gibi belli başlı kıtalardan oluşmuyor. Ayrıca gezegende gaz halinde bile neredeyse hiç su bulunmuyor.

mekanizmayla, yani Güneş'ten gelen morötesi ışınımınla ayrışması sonucunda da bu işlemler hızlanmış olabilir.

Venus Express'ten elde edilen veriler, yalnızca hidrojenin değil, oksijenin de gezegeni terk ettiğini gösteriyor. Henüz hangi oranlarda olduğu tam olarak saptanabilmiş değil, ama iki hidrojen atomuna karşılık bir oksijen kaçı olduğu sanılıyor. Bu da su molekülünün parçalanarak tümüyle uzaya kaçtığı anlamına geliyor. Bu sonuçta birtakım başka gözlemlerle çelişiyor; ancak eğer doğrulanırsa, gezegendeki suyun geriye pek de iz bırakmadan uzaklaştığı anlamına gelebilir.

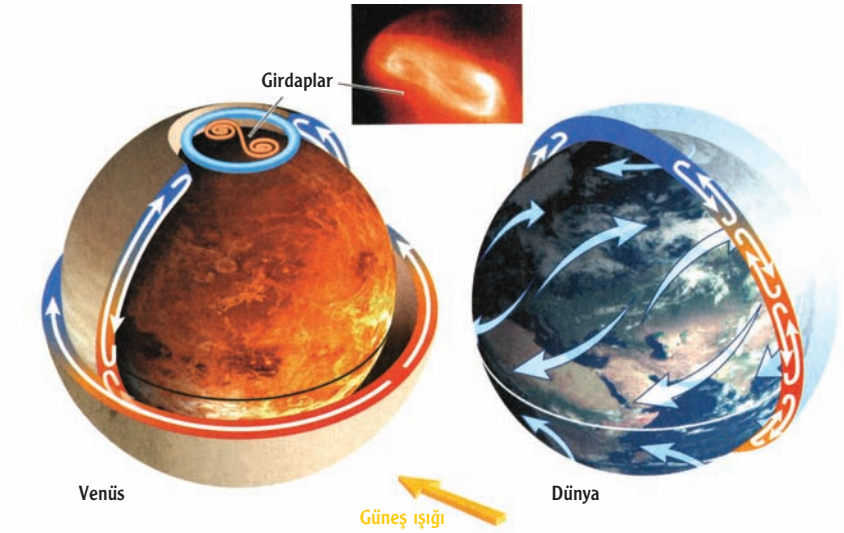
Venus'ün kötü kaderi, onun Güneş'e biraz daha yakın konumunda bulunmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu durumda, yakın konumu, okyanuslarının buharlaşarak sera etkisinin artmasına yol açtı. Böylece gezegen olasılıkla geri dönüşü olmayan bir sona doğru giderek, sahip olduğu tüm suyu kaybetti.

## Venus'te Yaşam

Venus'te yükselen sıcaklık, gezegenin okyanuslarını yavaş yavaş ısıtmış ve sonunda buharlaştırmış olmalı. Eğer bu okyanuslarda o zamana değin gelişmiş bir yaşam varsa, tüm canlılar eninde sonunda "haşlanmış" olmalı. Ancak, Dünya-dışı yaşamı düşünürken, elbette yeryüzündekiyle çok da kıyaslamamak gerek. Çünkü farklı koşullar, burada bulunabilecek canlıların çok daha farklı bir evrim sürecinden geçmesine neden olmuş da olabilir. Peki, Dünya'daki tüm canlıları çok kısa sürede öldürebilecek olan bu koşullara karşın, Venus'te yaşam olabilir mi?

ABD'deki Washington Eyalet Üniversitesi'nden Dirk Shulze-Markuch ve Teksas Üniversitesi'nden Louis Irwin, sıcaklığın ve basıncın Dünya'daki değerlere yakın olduğu atmosferin belli katmanlarında, bulutların arasındaki koşulların yaşama daha elverişli olabileceğini düşünüyorlar. Gezegenimizde, birtakım mikroorganizmaların bulutların içindeki zor koşullarda yaşayabildiklerini, hatta çoğalabildiklerini biliyoruz. Peki, sıcaklığın belki de daha uygun olduğu Venus'te neden olmasın?

Venus'teki sülfürik asit içeren bulutların alt katmanlarında, bileşimi tam olarak bilinmeyen birtakım parçacıklar



"Hadley hücreleri" olarak adlandırılan güney-kuzey yönlü hava hareketleri, atmosferi karıştırarak gezegenin tüm atmosferinin belli ölçüde ısınmasını sağlar. Dünya'nın hızlı dönüşü, bu hava akımlarını etkiler ve jet akımlarına neden olur. Venus'ün eksenindeki dönüşüyse 243 Dünya günü sürer. Bu durum, Hadley döngülerinin Dünya'dakilere göre çok daha düzgün olmasına yol açar.

saptanmış durumda. Aslında, yeryüzüyle kıyaslandığında bu bölgeler aşırı derecede kuru. Ancak yine de suyun az da olsa bulunması araştırmacılara ümit veriyor. Üstelik yeryüzünde, Venus'teki asit oranına sahip ortamlarda yaşayabilen bazı mikroorganizmalar var. Sülfürik asidin iyi bir yanı da var: Güneş'ten gelen morötesi ışınımı engelliyor. Dünya'da belki de atmosferde yaşayan mikroorganizmaların karşılaştığı en büyük engel morötesi ışınım.

Venus atmosferinde, yaşamın temel gereksinimi olan karbon, azot ve fosfor gibi elementler de mevcut. Bu özelliklerine bakıldığında Venus atmosferinin Dünya atmosferine göre bazı canlılar için daha uygun bir ortam yarattığı bile söylenebilir. Dirk Shulze-Markuch, Venus'teki bulutların çok daha büyük, daha düzgün yapıda ve çok daha durağan bir ortam yarattığını ve bulutu oluşturan parçacıkların aylarca burada kalabildiklerine değiniyor. Dünya'daki bulutların en fazla birkaç gün atmosferdeki varlığını sürdürebildiği düşünüldüğünde, bu çok uzun bir süre.

Eğer Venus, geçmişinde bir şekilde giderek ısınan okyanuslara sahip oluyorsa, bu okyanusların gezegende en azından 2 milyar yıl boyunca kaldığı düşünülüyor. Bu da, Venus'ün oluşumundan günümüze kadar olan yaklaşık 4,5 milyar yıllık süreçte, koşulların çok da hızlı değişmediği anlamına geliyor. Yani Venus bir cehenneme dönüşürken, okyanuslarda yaşayan canlıla-

rın da bulutlardaki ya da toprağın derinliklerindeki koşullara uyum sağlamış olması pek şaşırtıcı olmaz.

Senaryoları biraz daha genişletirsek, yaşam Dünya'ya Venus'ten bile gelmiş olabilir. Geçmişte çarpışmaların çok yaygın olduğu Güneş Sistemi'nde, bu çarpışmaların etkisiyle kopan parçaların ya da enkazın bir başka gezegene düşebileceği biliniyor. Nitekim yeryüzünde Mars'tan gelmiş taşlar bulundu.

Yaşamın tohumlarının Dünya'ya uzaydan geldiğini söyleyen "panspermia" gökbilimciler tarafından gayet olası görülen bir varsayım. Gezegenimizle kıyaslayınca, Venus "hızlı yaşayıp genç ölmüş" gibi görünüyor. Bu nedenle büyük olasılıkla hiçbir zaman karmaşık canlılara ev sahipliği yapmadı; ama burada gelişmiş mikroorganizmaların bir çarpışmanın etkisiyle Dünya'ya sıçramış olması pekala mümkün.

Elimizde Venus'te yaşam olabileceğine ilişkin geçerli bir kanıt henüz yok. Adını güzellik ve aşk tanrıçasından alan Venus, ilk uzay uçuşlarından bizi hayal kırıklığına uğratmıştı. Ancak, Venus Express'le yeni bir dönemin başladığını söyleyebiliriz. Çünkü Venus, daha yakından tanınmayı hak ediyor gibi görünüyor.

Alp Akoğlu

### Kaynaklar

Robertson, D.F., Parched Planet, Sky & Telescope, Nisan 2008  
Taylor, F., Venus: Our Non-identical Twin, Physics World, Mart 2008  
<http://sci.esa.int/venusexpress/>