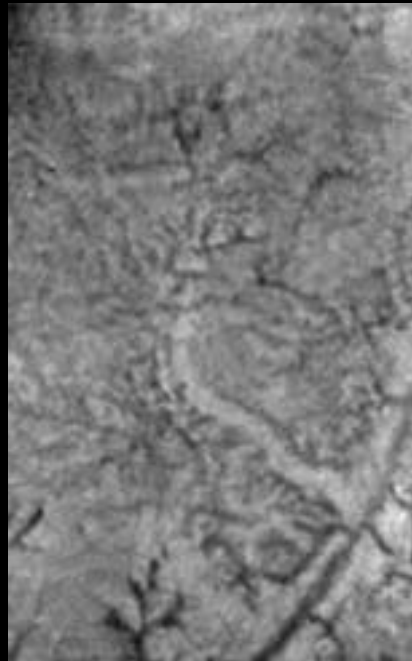


## Titan'dan Soğuk Merhaba

Geçtiğimiz ayın ortasında, Cassini uzay aracının uzun yolculuğunun sonunda Titan'ın yüzeyine gönderdiği Huygens sondası beklentilerin çok üzerinde bir başarıyla görevini yaptı ve Satürn'ün bu en büyük ayını saran sis perdesini yırttı. Ancak, bu perdenin altında ortaya çıkan manzara, yanıtladıklarından daha fazla sorunun ortaya çıkmasına yol açtı. İlk bakışta Titan yüzeyinin görünümünü, sağa sola saçılmış "kaya"larıyla, o kalın hidrokarbon atmosferinden süzülen turuncu ışıkla, bir sıvının açtığı kuşkusuz "nehir" sistemleri, kıyıları ve denizi andıran düz satırlarla Mars'inkinden ayırmak neredeyse olanaksız. Ancak, ilk heyecan geçtikten sonra verilerin daha yakından incelenmesi, Güneş Sistemi'nin bu garip cisminin farklılıklarını birer birer ortaya koyuyor. Bir kere, bir nehir tarafından taşınmış bir alüvyon ovasına saçıldığı izlenimi veren "kayaların" aslında Huygens'in gönderdiği tayf verilerine bakılırsa su buzunu olmasının daha güçlü olasılık. Çapları 10-30 cm kadar olan bu "taş"lar, oldukça yuvarlak hale gelmişler. Bu da güçlü bir akıntı tarafından sürüklenip aşındırıldıktan sonra bir düzlüğe

salınmış oldukları izlenimini güçlendiriyor. Huygens'in 16 km yükseklikten çektiği ve



koyu renkli vadi tabanlarına ulaşan drenaj kanalları, bunların ve vadideki akışın meydana getirdiği erozyon ve nihayet karanlık "deniz"lerde son bulan, üçgen biçimli döküntü bölgeleri...

Tabii tüm bunların akla getirdiği soru da, tüm bu aşınmaya yol açan sıvıların nerede olduğu. Titan'ın -178 derecelik yüzeyinde sıvı suyun akması düşünülemez. Gezegen kuramcıları, atmosferdeki metanı açıklayabilmek için yüzeyde sıvı metan (sıvı doğal gaz) bulunmasını öngörmüşlerdi. Ancak Cassini tarafından yapılan gözlemler Titan'ın yüzeyinde sıvı metandan okyanuslar, denizler bir yana, göllerin varlığı konusunda da bir işaret ortaya koyamamıştı. Ve tüm bu "sıvı tabanlı erozyon" görüntüsüne karşın Huygens de yüzeyde sıvıya rastlayabilmiş değil. Ama soda, bu çok aranan sıvı metan deposunu başka bir yerde bulmuş olabilir. Huygens ekibinden araştırmacılar, gaz kromatograf/kütle spektrograf aracının örnekleme sondasını hafifçe yüzey altına daldırıp hafifçe ısıttıklarında, metan salındığını belirlemişler. Aracın derinlik sondası da yüzeye batırılırken



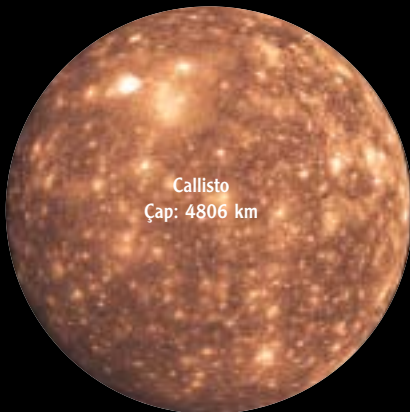
önce ince bir kabuk, arkasından da 15 cm kalınlığında, ıslak kum ya da kil kıvamında bir tabakadan geçtiği bilgilerini ulaştırmış. Titan'ın yüzeyi bize çok yabancı olabilir. Ama atmosferi çok farklı yapıda da olsa, dinamikleri, Dünyamızdakileri andırıyor olabilir. Yeryüzündeki hidrolojik (su temelli) döngüye karşılık, Titan "metilolitik" bir döngü mekanizması için gerekli parçalara sahip. Titan'ın atmosferinde metan ve ışığın etkisiyle fotokimyasal olarak üretilen etan gazları var. Bunlar hidrokarbon bulutları halinde yoğunlaşıyorlar. Bazı bulutlardan yüzeye düşecek hidrokarbon yağmurları, görüntülerde izlenen kanalları açmış olmalı (tabii bu noktada, kolay kolay çözölemeyen su buzunun, hidrokarbonlarca nasıl çözöleceği sorusunun bir şekilde yanıtlanması gerekecek). Yağmur, herhalde milyarlarca yıl boyunca yoğun sisten toprağa çökerek yapışan hidrokarbon ağdının bir kısmını da sürükleyecek. Bu da görüntülerdeki kanyonların ve alüvyon ovalarının tabanlarındaki karanlık lekeleri açıklıyor. Hidrokarbon ırmakları geniş, düz ovalara yayıldıklarında taşıdıkları ağır tortuları yelpaze biçimli deltalara bırakıyorlar. Ve sıvılar döngüyü tamamlamak üzere büyük ölçüde buharlaştığında da, tıpkı buharlaşan suyun içindeki tuzları bir tuzlada bırakması gibi, taşıdıkları organik ağıdayı da yüzeye bırakıyorlar. Sıvılardan bazıları da ovanın tabanına sızarak "yer hidrokarbonları" haline geliyor. Bazı NASA araştırmacıları, Titan'daki ortamı Dünya'daki çöllerle benzetiyorlar. Çöllerde fazla yağmur olmaz, ama bir de yağdı mı ortalığı seller götürür. Gerçi Titan'da kutup bölgeleri dışında fazla bulut görülüyor, ama daha önce yapılan gözlemler düşük enlemlerde de zaman zaman bulut birikimi olduğunu göstermişti. Huygens'in Titan'dan bildirdiği bir başka sürpriz de, atmosferinde argon, kripton, ksenon gibi asil gazların bulunması oldu. Oysa gezegen araştırmacıları Güneş Sistemi'nin oluşumundan kalan ve buz parçacıklarıyla sistemin dış bölgelerine taşınan bu gazların deri-

rafından taşınan asil gazlara eşit oranda sahip olmaları gerekirdi. Titan'da asil gazların saptanan eksikliği, Satürn sisteminin doğuş yıllarında buzlarının içindeki bu gazları korumalarına olanak vermeyecek kadar sıcak olduğunun işareti. Bu gazlar 50 K (-223 ° C)'nin üzerindeki sıcaklıklarda hapsedilemiyor. Ama anlaşılıyor ki Satürn sistemi en azından nitrojenini koruyabilecek kadar da soğukmuş. Jüpiter'e gelince, Güneş Sistemi'nin bu en büyük gezegeninin yıldızımıza olan mesafesi, neredeyse Satürn'ün uzaklığının yarısı kadar. Demek ki, Jüpiter sistemi'ndeki ortam Satürn'ünkünden daha da sıcaktı. Öyle ki, Bu sıcaklık Callisto ve Ganymede'ye yalnızca asil gazlarını değil, kendilerine bir atmosfer yapabilecekleri nitrojeni de kaybettirmiş. Kıssadan hisse: Bir uydusu olarak yeterince büyük olabilirsiniz. Yeterince buzunuz da olabilir. Ama ille de sırtınıza kalın bir manto istiyorsanız, yıldızınıza fazla sokulmayacaksınız.

şiminden, karbon ve nitrojen gibi yaşam için gerekli elementlerin Güneş Sistemi'ndeki cisimlere nasıl bölüştüğünü çıkarmayı umuyorlardı. Gerçi Huygens'in aygıtları Titan yüzeyinde kayaların içindeki potasyum-40'ın radyoaktif bozunumu sonucu ortaya çıkan argon-40'ın varlığını belirlemiş; ama argon-38 ya da argon-36 izotoplarına hiç rastlanmamış. Bunun anlamıysa, Titan'daki argon-nitrojen oranının, Dünya'dakinden 1000 kat daha düşük olması. Ama asil gazların bu eksikliği, planladıkları araştırmalar için bunların varlığına güvenen bilimcileri hayal kırıklığına uğratsa da, bir yandan da Titan'ın nitrojenden oluşan yoğun atmosferinin nasıl var olabildiği sorusunun yanıtlanmasına yarıyor. Titan'ın kalın atmosferinin basıncı, Dünya'nınkinin 1,5 katı. Oysa, aşağı yukarı Titan'ın kütlesinde olan ve dolayısıyla kütleçekimleriyle kalın bir atmosferi üzerlerinde tutabilmeleri gereken Jüpiter'in büyük ayları Ganymede ve Callisto'nun atmosferleri yok. Ayrıca Jüpiter'in bu iki ayı da buz bakımından Titan kadar zengin. Böyle olunca da her üç ayın da başlangıçta buz ta-

rafından taşınan asil gazlara eşit oranda sahip olmaları gerekirdi. Titan'da asil gazların saptanan eksikliği, Satürn sisteminin doğuş yıllarında buzlarının içindeki bu gazları korumalarına olanak vermeyecek kadar sıcak olduğunun işareti. Bu gazlar 50 K (-223 ° C)'nin üzerindeki sıcaklıklarda hapsedilemiyor. Ama anlaşılıyor ki Satürn sistemi en azından nitrojenini koruyabilecek kadar da soğukmuş. Jüpiter'e gelince, Güneş Sistemi'nin bu en büyük gezegeninin yıldızımıza olan mesafesi, neredeyse Satürn'ün uzaklığının yarısı kadar. Demek ki, Jüpiter sistemi'ndeki ortam Satürn'ünkünden daha da sıcaktı. Öyle ki, Bu sıcaklık Callisto ve Ganymede'ye yalnızca asil gazlarını değil, kendilerine bir atmosfer yapabilecekleri nitrojeni de kaybettirmiş. Kıssadan hisse: Bir uydusu olarak yeterince büyük olabilirsiniz. Yeterince buzunuz da olabilir. Ama ille de sırtınıza kalın bir manto istiyorsanız, yıldızınıza fazla sokulmayacaksınız.

Science, 21 Ocak 2005  
Science, 28 Ocak 2005



Callisto  
Çap: 4806 km



Ganymede  
Çap: 5268 km



Titan  
Çap: 5150 km