

Curiosity

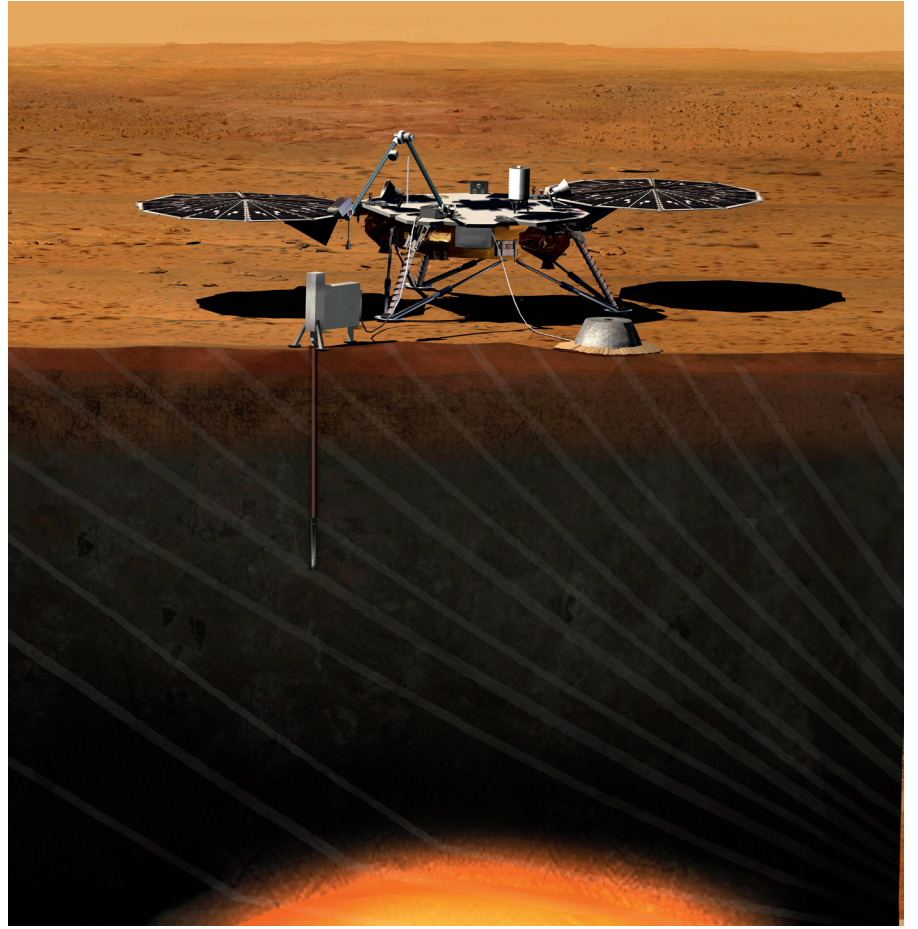
Bir Yaşında

Geçen yılın Ağustos ayında 567 milyon kilometrelik uzun bir yolculuğun ardından Mars'a inen meraklı robot Curiosity, Mars yüzeyindeki çalışmalarına tüm gayretiyle devam ediyor. Bu bir senelik sürede dondurucu Mars fırtınalarından bilgisayar arızasına kadar çeşitli felaketlerin eşiğinden dönen meraklı robotumuz aynı zamanda iniş bölgesi de olan Gale Krateri'ndeki analiz çalışmalarını Haziran başında tamamladı. Gale Krateri'ndeki hummalı çalışmaları sonucunda kurumuş bir nehir yatağı bulan Curiosity, bu önemli keşfin yanı sıra Mars'ın bir zamanlar farklı türde bakterilere ev sahipliği yaptığını da keşfetti. Curiosity, şu anda "yavaş ama emin adımlarla" araştırmalar yaptığı Gale Krateri'nin tam ortasında bulunan 5500 metre yüksekliğindeki Sharp Dağı'na doğru yol alıyor.



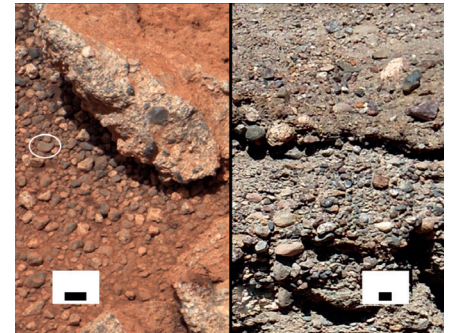
Curiosity: Suyu takip et!

Geçen yıl 6 Ağustos sabahında Kızıl Gezegen'e başarıyla inen *Curiosity* artık bir yaşında. Mars araçları *Spirit* (*Cesaret*) ve *Opportunity*den (*Fırsat*) sonra 2,5 milyar dolarlık bir proje çerçevesinde NASA tarafından Mars'a gönderilen en modern uzay aracı olan *Curiosity*, bu bir yıllık sürede kendisine verilen tüm görevlerden yüzünün akıyla çıkmasını bildi. *Curiosity*, bu kadar kısa bir sürede yaptığı bazı keşifler ve Mars'tan dünyamıza gönderdiği yüksek çözünürlükte fotoğraflar sayesinde insanoğlunun Mars'ı tanımasına başka hiçbir uzay aracının başaramadığı kadar katkıda bulundu.

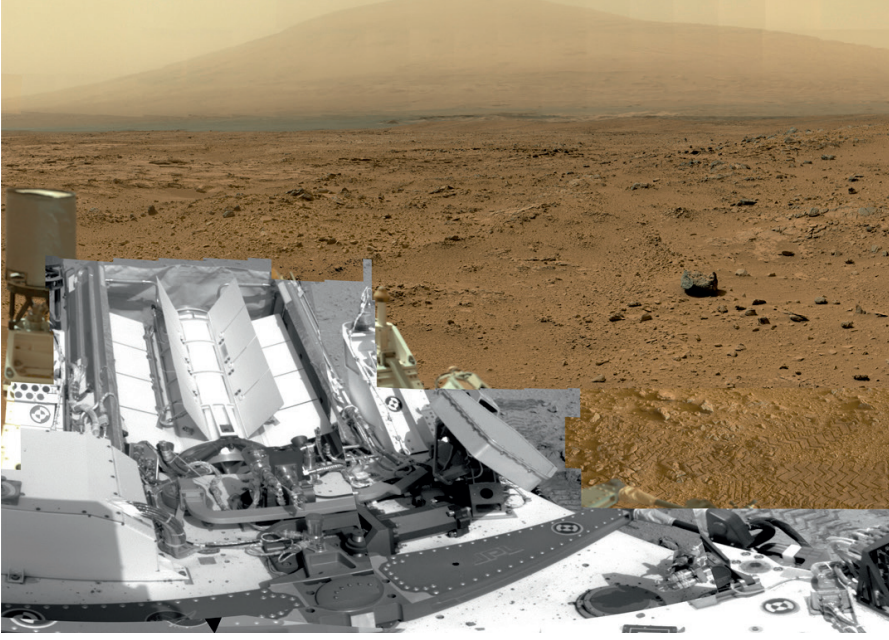


Curiosity şu anda saatte ortalama 150 metrelik bir hızla Gale Krateri'nin tam ortasında bulunan 5500 metre yüksekliğindeki Sharp Dağı'na doğru yol alıyor (fakat yoldayken de çeşitli araştırmalar yapacağı için Sharp Dağı'na tam olarak ne zaman varacağı konusunda NASA tarafından kesin bir bilgi verilemiyor). Aynı zamanda *Curiosity*'nin iniş bölgesi olarak da seçilen Gale Krateri yıllarca süren çalışmaların ardından 100 bilim insanı tarafından, 30 aday bölge arasından seçilmişti. Adını Avustralyalı astronom Walter F. Gale'den alan 154 km çapındaki, etrafı yüksek dağlarla çevrili bu kraterin en önemli özelliği Mars yüzeyine göre alçak bir alanda bulunması. Su, yüksek bölgelerden alçak bölgelere doğru aktığından, bilim insanları bu krater bölgesinin geçmişte Mars'ta su bulunup bulunmadığına dair en kesin kanıtları sunacağını düşünüyor (nitelikim *Curiosity*'nin şu ana kadar başarıyla yürüttüğü çalışmalar, bu bilim insanlarını haklı çıkardı).

Curiosity Mars yüzeyinde en az bir Mars yılı (yaklaşık iki Dünya yılı) sürecek görevi sırasında, aynı *Spirit* ve *Opportunity* gibi NASA'nın ünlü "suyu takip et" prensibini izleyerek, bir yandan gezegende su olduğunu ispat etmeye diğer yandan da Mars'ın yüzeyi ve atmosferi ile ilgili toplayabildiği kadar bilgi toplamaya çalışacak. *Curiosity*'nin öncü niteliğindeki bu görevi yakın gelecekte Mars'a yapılması planlanan insanlı uçuşlar açısından da hayati önem taşıyor.



Marsta kurumuş nehir yatağı izleri



Mars'ta kurumuş nehir yatağı

Curiosity'nin geçen yılki başarılarından ilki Eylül ayındaki çalışmaları sırasında Mars yüzeyinde eski bir nehir yatağı bulması ve burada çakıl taşları olduğunu tespit etmesiydi. Söz konusu nehrin derinliğinin bir zamanlar bir insanın ayak bileği ve kalça yüksekliği arasında değiştiği, saniyede bir metre hızla aktığı tahmin ediliyor. NASA uzmanları, çok önce kurduğu tespit edilen bu nehir yatağı kalıntısındaki çakıl taşlarının bir zamanlar orada akan suyun hızıyla şekillendiğini tahmin ediyor. Yine NASA tarafından bildirildiğine göre, bir kısmı kum tanesi bir kısmı golf topu büyüklüğündeki bu çakıl taşları zamanla birçok katmandan oluşan taşlara dönüşmüş. *Curiosity* ekibinden William Dietrich ve Rebecca Williams, kimisi yuvarlak kimisi köşeli çakıl taşlarının nehir yatağına zaman zaman Mars yüzeyine hâkim olan kuvvetli rüzgârlar tarafından değil su tarafından taşındığına emin.

Mars yüzeyi ile Hawaii Adası arasındaki hayret verici yapısal benzerlik

Curiosity tarafından toplanan toprak örneklerinde yapılan ölçümlerde, Mars yüzeyinin büyük bir bölümünü kapsayan yıpranmış haldeki kum ve tozun yapısal



Curiosity tarafından Mars yüzeyinde açılan (6,6 cm derinliğinde) delik

olarak Hawaii adasındaki volkanik kayalara hayli benzediği ortaya çıktı. Bir kurama göre Mars yüzeyinin bu derecede yıpranmış olması zamanında Mars'ta su ve oksijen olduğuna dair açık bir kanıt. Öte yandan uzmanlar bu durumun kum fırtınaları ve meteorit çarpmaları sonucunda meydana gelmiş olabileceğine de dikkat çekiyor. Fakat ne olursa olsun yüzeyde bulunan minerallerin analizinden elde edilen sonuçlar Mars yüzeyinin bir zamanlar bugünkünden daha nemli olduğunu gösteriyor. Tıpkı bir ağacın sahip olduğu halkaların ağacın yaşıyla ve başka özellikleriyle ilgili çok önemli bilgiler vermesi gibi, bir bölgede bulunan mineraller de o bölgenin geçmişte ve şimdi içinde bulunduğu çevresel şartlar hakkında çok önemli ipuçları verir.

Curiosity toprak örneklerindeki mineralleri CheMin (*Chemistry and Mineralogy*) adlı analiz laboratuvarında analiz ediyor. CheMin'in ölçüm ve analizler için kullandığı yöntem yaklaşık yüzyıl önce bulunmuş, fakat NASA mühendisleri bu teknolojinin Mars'ta da kullanılabilmesi için normalde tamamı bir buzdolabı kadar yer kaplayan analiz araç ve gereçlerini sadece bir ayakkabı kartonuna sığacak kadar küçültmeyi başarmış (bkz. Ege, B., "Curiosity'nin Mars'ı Keşfi", TÜBİTAK *Bilim ve Teknik*, s.30-35, Ağustos 2012).

Metan gazı

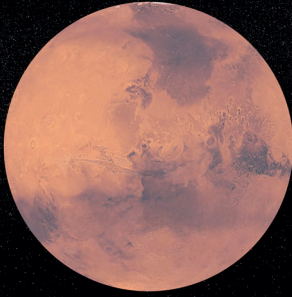
Mars atmosferinde metan gazı olup olmadığını lazer ile analiz eden *Curiosity*, bu konuda kayda değer herhangi bir bulguya erişemedi. Elde edilen sonuca göre Mars atmosferinde beklenenden çok daha düşük miktarda metana rastlandı. Fakat atmosferde bulunan bu metan gazının miktarı Mars'ta bir zamanlar hayat olduğuna dair bir işaret vermekten hayli uzak. Mars'ta metan gazı zine ilk olarak 2004 yılında teleskopla yapılan çalışmalarda rastlanmıştır.

Mars'ta bir zamanlar su var mıydı?

Metan gazı konusunda umduğunu bulamayan NASA'nın yüzü geçenlerde Mars'tan gelen başka bir haberle güldü. *Curiosity* bu yıl Şubat ve Mayıs aylarında bazı kayaları delerek yaptığı analiz çalışmaları sonucunda kükürt, azot, hidrojen, oksijen, fosfor, karbon, sülfat ve sülfid gibi yaşamın temel taşlarını oluşturan elementlerden bazılarını rastladı ve Mars'ta bir zamanlar mikroorganizmaların yaşaması için gerekli çevresel koşulların bulunduğunu kanıtladı. Buna göre Mars'ta bir zamanlar nötr pH değerlerine sahip su kaynakları da vardı. Mars'ta hâlihazırda su kaynaklarının bulunması, gelecekte burada kurulması planlanan insanlı koloniler açısından da çok önemli, çünkü aksi halde insanlar için gerekli suyun çok yüksek maliyetle Dünya'dan Mars'a taşınması gerekir ki, bu da uzun vadede insanlığın Mars'a yerleşme planlarına sekte vurabilir.

Mars

Yüzeyindeki ve atmosferindeki demir oksitten dolayı kızılımsı bir rengi olan, bundan dolayı Kızıl Gezegen de denilen Mars bazı açılardan mavi gezegene hayli benziyor. 6800 km'lik yarıçapı ile Dünyamızın yaklaşık yarısı büyüklüğünde olan Mars, aynı zamanda -Merkür'den sonra- Güneş Sistemi'nin en küçük ikinci gezegeni ve adını kızılımsı rengi nedeniyle Roma mitolojisindeki savaş tanrısı Mars'tan (Yunan mitolojisindeki Ares) alıyor. Mars'ın ABD'li gökbilimci Asaph Hall'un 1877'de keşfettiği Phobos ve Deimos adlı iki küçük doğal uydusu var.



Güneş'ten ortalama uzaklığı 228 milyon km olan Mars'ta bir gün 24 saat 39 dakika 36 saniye sürüyor. Mars'ın yüzeyi genel olarak soğuktur. Özellikle kutup bölgelerinde ve kış aylarında hüküm süren sürekli karanlık ve dondurucu soğuk (bu bölgelerde sıcaklık -140 °C'ye kadar bile düşebilir) Dünya'dan gönderilen araçlara zaman zaman büyük zorluklar yaşatır hatta onları teslim alır. Mars yüzeyinde ölçülmüş en yüksek sıcaklık +27°C'dir. Kışın atlatılmasından sonra, özellikle de kutup bölgelerinin üstündeki hızı atmosfer tabakalarında saatte 650 km'ye, yüzeyde ise 400 km'ye ulaşan toz fırtınaları oluşur.

NASA'nın korkulu rüyası: Olası bilgisayar arızaları

Şubat sonunda maruz kaldığı kozmik radyasyon sonucu ana bilgisayarını (Bilgisayar Sistemi A) kaybeden *Curiosity*, çalışmalarına artık yedek bilgisayarıyla (Bilgisayar Sistemi B) devam ediyor. NASA tarafından açıklandığına göre *Curiosity*, Şubat sonunda ana bilgisayarını maruz kaldığı yoğun kozmik radyasyon sonucu kaybetti ve bunun üzerine hemen yine NASA tarafından yedekteki ikinci bilgisayar devreye sokuldu. Zarar gören bilgisayar hiçbir durumda kaybetmek istemeyen NASA'nın başlattığı çalışmalar Mart sonuna doğru meyvelerini verdi ve bu sefer Bilgisayar Sistemi A, ana bilgisayar

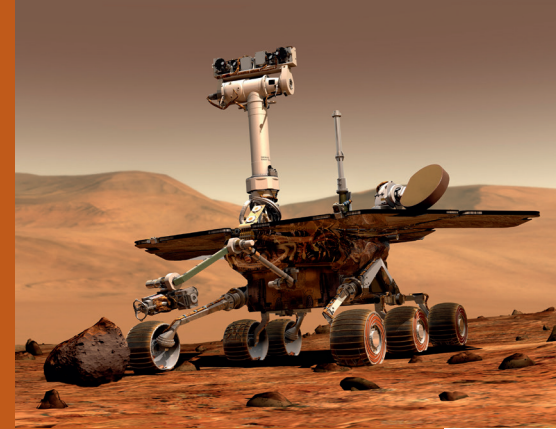
olarak görev yapan Bilgisayar Sistemi B'nin yedeği olarak devreye sokuldu.

NASA tarafından bildirildiğine göre zarar gören bilgisayar sisteminin teknik olarak tekrar "ayağa kaldırılabilmesi" için söz konusu sistemdeki radyasyondan zarar görmüş bellek bölümleri tek tek işaretlendi ve *Curiosity*'nin işletim sistemi, bu bölümlerin gelecekte kullanılmaması doğrultusunda yeniden programlandı.

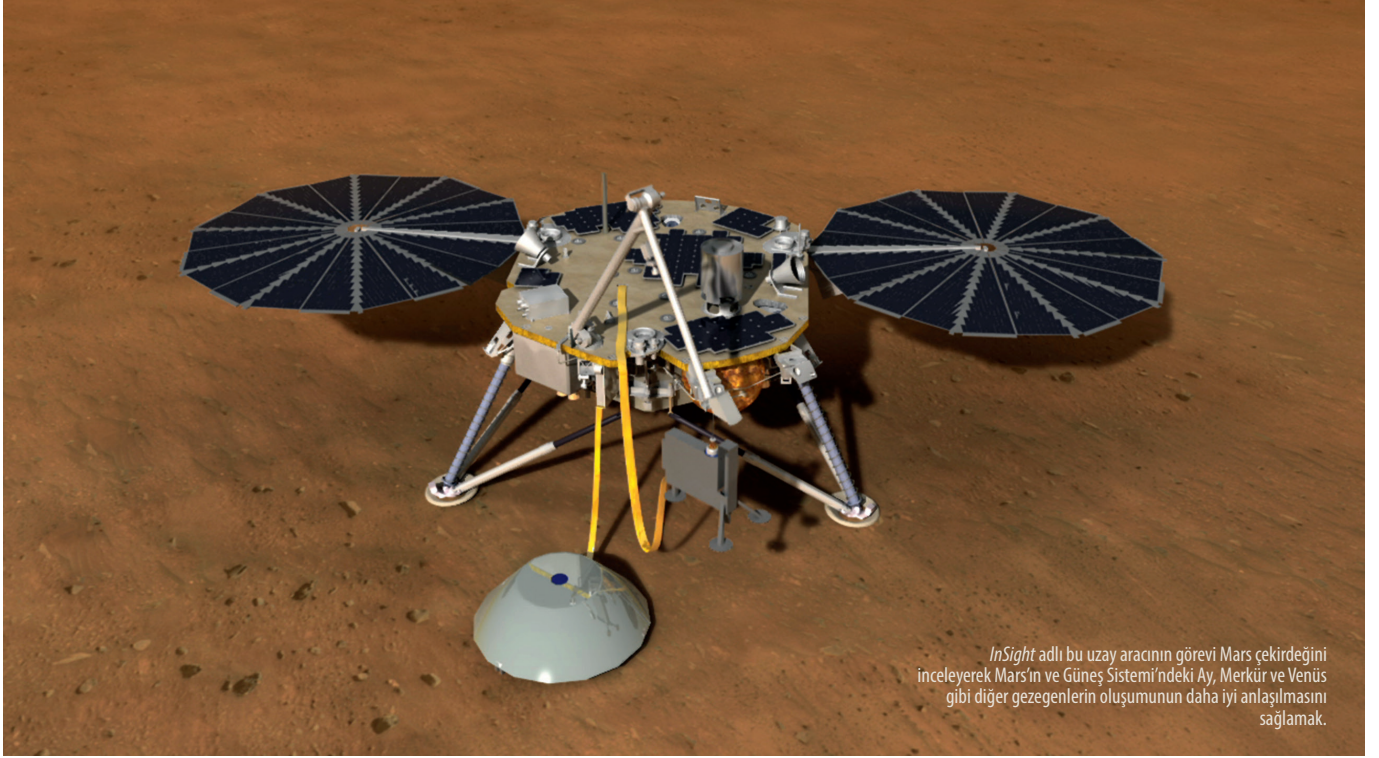
Curiosity'nin RCE (*Rover Computer Element*) olarak adlandırılan iki bilgisayarı var. İşletim sistemi, aynı anda bu iki bilgisayardan sadece biri aktif olarak çalışacak şekilde programlanmış, bilgisayarlardan birinin arızalanması durumunda yedekteki bilgisayar devreye girerek görevin tüm sorumluluğunu devralıyor.

Curiosity Mars'ta yalnız değil!

Ocak 2004'te ikiz kardeşi *Spirit* ile sadece üç hafta arayla Mars'a ayak basan *Opportunity* de Mars'taki çalışmalarına devam ediyor, hem de tam dokuz buçuk yıldan beri! Üstelik *Opportunity* bu arada (21 Haziran 2013 itibarıyla) Mars yüzeyinde tam olarak 37,09 km gibi hatırı sayılır bir mesafe kat ederek yeni bir rekora da imza atmış oldu: Buna göre *Opportunity*, Rusların Ay aracı *Lunochod* ile beraber Dünya dışındaki bir yüzeyde en fazla yol kat eden uzay araçlarından biri oldu. Aynı ikiz kardeşi *Spirit* gibi *Opportunity*'nin de Mars'a gönderilme amacı NASA'nın ünlü "suyu takip et!" prensibine göre, bir zamanlar su yataklarına sahip olduğu düşünülen bölgelerin izini sürmek. *Curiosity*'den çok farklı bölgelerde araştırmalarına devam eden *Opportunity*, bugüne kadar Mars yüzeyinde binlerce fotoğraf çekti ve kimyasal analiz yaptı (fakat daha eski bir model olduğundan kimyasal analiz araç ve gereçleri doğal olarak *Curiosity*'ninki kadar gelişmiş değil). İkiz kardeşi *Spirit*'in aksine bazı şanssızlıkları yaşamayan *Opportunity* bugüne kadar yakalandığı toz fırtınaları, dondu-



rucu soğuklar, bilgisayar arızaları gibi felaketlerden de son anda kurtulmayı hep başardı. Fakat *Opportunity*'nin ikiz kardeşi olan *Spirit*, 2009'da girdiği kumlu bir araziden kendini kurtaramamış ve NASA tarafından düzenlenen kurtarma çalışmalarının da bir sonuç vermemesi üzerine 2011 yılından itibaren mecburen kendi kaderine terk edilmişti. Kendisinden en son 22 Mart 2010'da sinyal alınan *Spirit*'in, kumlara takıldıktan sonra konumunu Güneş'i ideal bir şekilde görece şekilde ayarlayamadığından iç aksamalarını korumak için gerekli ısıyı üretilmediği ve bundan dolayı da elektronik devrelerinin -55 °C'yi bulan soğuklarda zarar görece devre dışı kaldığı tahmin ediliyor.



InSight adlı bu uzay aracının görevi Mars çekirdeğini inceleyerek Mars'ın ve Güneş Sistemi'ndeki Ay, Merkür ve Venüs gibi diğer gezegenlerin oluşumunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak.

Her bir bilgisayarın ana beyni, PowerPC 750 mimarisine ve 200 MHz işlem gücüne sahip bir BAE RAD 750 mikroişlemciden oluşuyor. Tıpkı daha önceki görevlerde olduğu gibi bu görev için özel olarak hazırlanmış bu mikroişlemci türü, donanımlar için zararlı olabilecek her türlü ışıma karşı özel olarak kaplanmış. Tüm bunların yanı sıra *Curiosity*'nin her iki bilgisayar sisteminde de her biri 2 GB kapasiteli birer sabit disk var (*Spirit* ve *Opportunity*'nin sahip olduğu kapasitenin yaklaşık sekiz katı!). Ayrıca yine her bir sistem 256 MB büyüklüğünde bir RAM ve 256 kByte kapa-

Curiosity şu anda Gale Krateri'nin tam ortasında bulunan 5500 metre yüksekliğindeki Sharp Dağı'na doğru yol alıyor.



sitesinde bir EPROM'a sahip. Tüm bilgisayar sistemleri özellikle -55°C ile +125°C arasında sorunsuz çalışacak şekilde tasarlanmış. *Curiosity*'nin işletim sistemi ve buna bağlı tüm bilgisayar sistemleri, C lisansında programlanmış (bkz. "Efsane Programlama Dili: C", TÜBİTAK *Bilim ve Teknik*, s. 62-64, Mart 2012). *Curiosity*'ye hayat veren bu yazılım yumağı toplam 2,5 milyon satırlık bir C kodundan oluşuyor.

Curiosity'nin ikiz kardeşi 2020'de Mars'ta

Curiosity ve *Opportunity* Mars'ta hummalı bir şekilde araştırmalarına devam edersun, NASA 2020'de Mars'a bir araç daha göndermeyi planlıyor. Bu aracın iniş sistemi ve diğer teknik özellikleri *Curiosity*'nikiler ile hemen hemen aynı olacak. Uzmanlar, NASA'nın bu kararında *Curiosity*'nin Mars yüzeyine hayli başarılı bir şekilde inişinin ve bu inişin üzerinden bir yıl gibi uzun bir süre geçmesine karşın aracın tüm ölçüm aletlerinin halen kusursuz bir şekilde çalışmasının etkili olduğunu vurguluyor. NASA'nın görevin başarısından bu derece etkilenmesine de fazla şaşırılmamak gerekiyor çünkü geçmişte Mars'a ABD, Rus-

ya ve Avrupa (ESA) tarafından düzenlenen toplam 38 Mars görevinden sadece 14'ü başarıya ulaşmıştı (başarıya ulaşan bu görevlerden birer tanesi Avrupa ile Rusya'nın başarı hanesine işlenirken, geri kalan 12'si NASA'nın hanesine yazıldı). Söz konusu Mars aracının ismi, Mars'ta nereye ineceği ve tam teknik donanımı daha belli olmasa da, görevin hedefleri genel olarak şimdiden belirlenmiş durumda. Buna göre aynı kendinden önceki Mars araçları *Spirit* ve *Opportunity* gibi söz konusu araç da Mars yüzeyini araştırmakla görevli olacak.

Yakın gelecekteki diğer Mars görevleri: *InSight* ve *MAVEN*

2030 yılında Mars'a ilk insanlı seferi düzenlemek isteyen NASA'nın hedefinde -özellikle bu ilk insanlı Mars seferine hazırlık kapsamında- başka Mars görevleri de var. Bunlardan birincisi Kızıl Gezegen'in atmosferini analiz etmekle görevli olacak *MAVEN* isimli bir uydusu (*Mars Atmosphere and Volatile Evolution*), ikincisi ise Mars gezegeninin çekirdeğini inceleyecek olan *InSight* (*Interior Exploration Using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport*) isimli bir uzay aracı.

Avrupa ve Rusya “ben de varım” diyor

Sevimli Kızıl Gezegen yani Mars önümüzdeki yıllarda da Dünya'dan ziyaretçi akınına uğrayacağı benziyor. Örneğin daha şimdiden ExoMars programı çerçevesinde Avrupa (ESA) ile Rusya (Roskosmos) beraber hareket ederek ilki 2016'da, ikincisi 2018'de olmak üzere Mars'a ortaklaşa iki görev düzenlemeyi planlıyor. Rusya ve Avrupa Birliği bu sayede Mars'ta geçmişte ve günümüzde hayat olup olmadığına dair daha kesin bilgilere ulaşmayı ümit ediyor. Bu kapsamda 2016'da Avrupa ve Rusya tarafından Mars yörüngesine, atmosferde metan ve buna benzer gazların bulunup bulunmadığını araştırmakla görevli bir uydu (TGO, *Trace Gas Orbiter*) yerleştirilecek. 2018'de de yine Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ile Rus Uzay Ajansı (Roskosmos) tarafından, görevi aynı Curiosity örneğinde olduğu gibi Mars yüzeyini araştırmak olacak *ExoMars-Rover* adlı ikinci bir araç gönderilecek.

ExoMars-Rover



Trace Gas Orbiter (TGO)

MAVEN: Mars'a doğru yolculuğuna tahminen bu yılın 18 Kasım'ında Cape Canaveral üssünden bir Atlas V roketiyle başlayacak olan *MAVEN* adlı uydunun, uzun bir yolculuğun ardından gelecek yılın 22 Eylül'ünde Mars'taki yörüngesine girmesi bekleniyor. Eliptik bir yörüngede konumlanacak olan *MAVEN* bu yörüngede 150 km ile 6200 km yükseklik arasında görev yapacak ve her 4,5 saatte bir Mars'ın etrafında bir tur atacak. Görevi süresince Mars atmosferinin üst katmanı ile Güneş arasındaki etkileşimi inceleyecek olan *MAVEN*, bu katmandaki atmosferik gazları, esen güneş rüzgârlarını ve bunların etkilerini ve iyonosfer tabakasını (gökyüzünün büyük miktarda iyon ve serbest elektron bulunduran bölümü) analiz edecek. NASA'ya 485 milyon dolara mal olacak *MAVEN*'in en az bir Dünya yılı görevde kalması bekleniyor.

InSight: NASA tarafından Mart 2016'da fırlatılacak olan *InSight*'in görevi ise adından da anlaşıldığı gibi Mars'ın çekirdeğini yani “iç dünyasını” araştırmak. *InSight*, Mars'ı beraberinde götüreceği ölçüm aletleriyle (örneğin sismograf) jeolojik yani yerbilimsel açıdan inceleyecek. NASA, bu görev çerçevesinde Mars'ın fiziksel yapısının, özelliklerinin ve bunları şekillendiren süreçlerin incelenmesini ve bu sayede Güneş Sistemi'ndeki başka gezegenlerin -Ay, Merkür ve Venüs- oluşumunun daha iyi anlaşılmasını amaçlıyor. NASA'ya 425 milyon dolara mal olacak bu projede genellikle 2008 yılında hemen hemen

aynı amaçlarla Mars'a gönderilen *Phoenix* aracındaki teknolojilerin kullanılması amaçlanıyor. NASA tarafından Mart 2016'da Mars'a gönderilecek *InSight*'in Mars'a aynı yılın Eylül ayında ulaşması bekleniyor (Mars ile Dünya arasındaki uzaklık -her iki gezegenin o andaki konuma göre- 55 milyon ile 400 milyon km arasında değişiyor). Her şeyin yolunda gitmesi durumunda *InSight*'in en az iki Dünya yılı görevde kalması bekleniyor.

Sonuç

Curiosity şu anda saatte ortalama 150 metrelik bir hızla Gale Krateri'nin tam ortasında bulunan 5500 metre yüksekliğindeki Sharp Dağı'nın eteklerine doğru yol alıyor. Doğal olarak, yolu üzerinde daha nelere rastlayacağı ve bunları araştırmak için yolda ne kadar vakit harcayacağı meçhul, fakat uzmanlar *Curiosity*'nin çok yakında hedefe varacağını ve bizlere Sharp Dağı'na ait yüksek çözünürlüklü panoramik fotoğraflar göndermeye başlayacağını ümit ediyor. Sonuç olarak *Curiosity*'nin yardımıyla, hem insanlık tarihinde bir devrim niteliği taşıyacak ilk insanlık Mars seferine hem de bir zamanlar Kızıl Gezegen'de var olduğu düşünülen yaşamın izlerine doğru adım adım yaklaşıyor.

Kaynaklar

- NASA (The National Aeronautics and Space Administration), http://www.nasa.gov/mission_pages/msl/, Haziran 2013
- Günther, U., “Wiederherstellung von Curiosity ist gelungen”, marspages.eu, 24 Mart 2013.