

InSight'tan Mars Hakkında

Dr. Mahir E. Ocak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Mars'ın jeolojik yapısını incelemek için özel olarak tasarlanan *InSight* uzay aracı, 26 Kasım 2018'de Kızıl Gezegen'in yüzeyine inmişti. *InSight*'in topladığı verilerin analiz edilmesiyle elde edilen ilk bilgiler *Nature Geoscience*'in *InSight*'a ayrılmış özel sayısında yayımlandı.

ilk Veriler

InSight'in Bulunduğu Bölgenin Jeolojisi

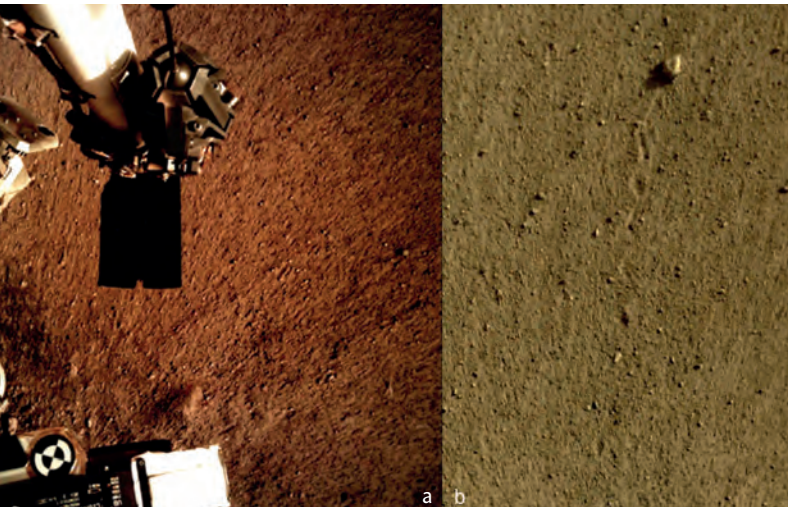
InSight, göktaşı çarpması sonucu oluşmuş bir kratere inmişti. Elysium Planitia olarak adlandırılan bu bölgede fazla kaya yok, zemin büyük ölçüde yumuşak kumlardan ve ufak taşlardan oluşuyor. Uzay aracının gezegenin yüzeyine daha yumuşak biçimde inmesini sağlayan ters-roketler (aracın iniş sırasında hızını azaltan roketler), uzay aracının civarındaki toz katmanını dağıtarak zeminin hemen altındaki katmanları da ortaya çıkarmıştı.

Uzay aracının, üzerindeki kameralarla aldığı görüntüler daha önceleri uzaktan toplanan verilerle uyumlu. InSight'ın yaptığı gözlemler, zemini kaplayan regolit katmanının lav akıntıları sonucunda oluşmuş bazalt kayalar üzerinde bulunduğunu gösteriyor.

Mars'taki Depremler

InSight'ın üzerinde kısaca SEIS olarak adlandırılan, gezegendeki sismik etkinlikleri tespit eden bir cihaz da bulunuyor. Mars'ta bir gün, 24 saat 37 dakika 22 saniye sürüyor. SEIS, 235 Mars günü içinde 174 sismik etkinlik kaydetmiş. Bu depremlerin 150 tanesi yüksek frekanslı

InSight'ın etrafındaki toprak zemin. (a) Görüntüde merkezden dışa doğru yönelmiş ince çizgiler dikkat çekiyor. Bu çizgilerin iniş sırasında uzay aracının ters-roketleri tarafından oluşturulduğu düşünülüyor. (b) Görüntüde yaklaşık 5 cm çaplı bir çakıl taşı ve bu taşın yuvarlanması sırasında oluşmuş oyuklar görülüyor. Bu kadar küçük bir taş parçasının zeminde oyuklar oluşturması, uzay aracının etrafındaki toprakların ince ve pekişmemiş olduğunu gösteriyor.



(küçük depremler) ve daha önceleri Apollo programı kapsamında Ay'da tespit edilen depremlere benziyor.

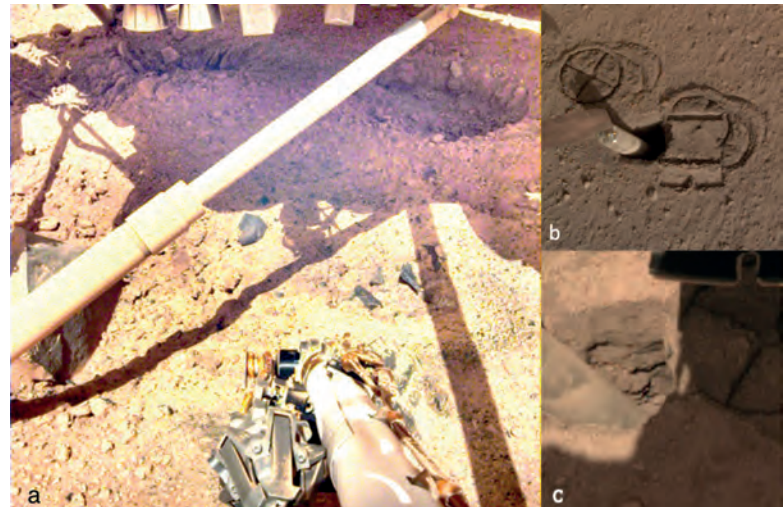
Veriler, yüzeye yakın bölgelerde meydana gelen küçük depremlerdeki sismik dalgaların yol aldığı ortamın yapısının mantonun üst kısımlarındakinden farklı olduğunu gösteriyor. Daha derinlerde meydana gelen büyük depremler sırasında toplanan verilerse mantonun içinde deprem dalgalarının daha düşük bir hızla yol aldığı bir bölge olduğuna işaret ediyor.

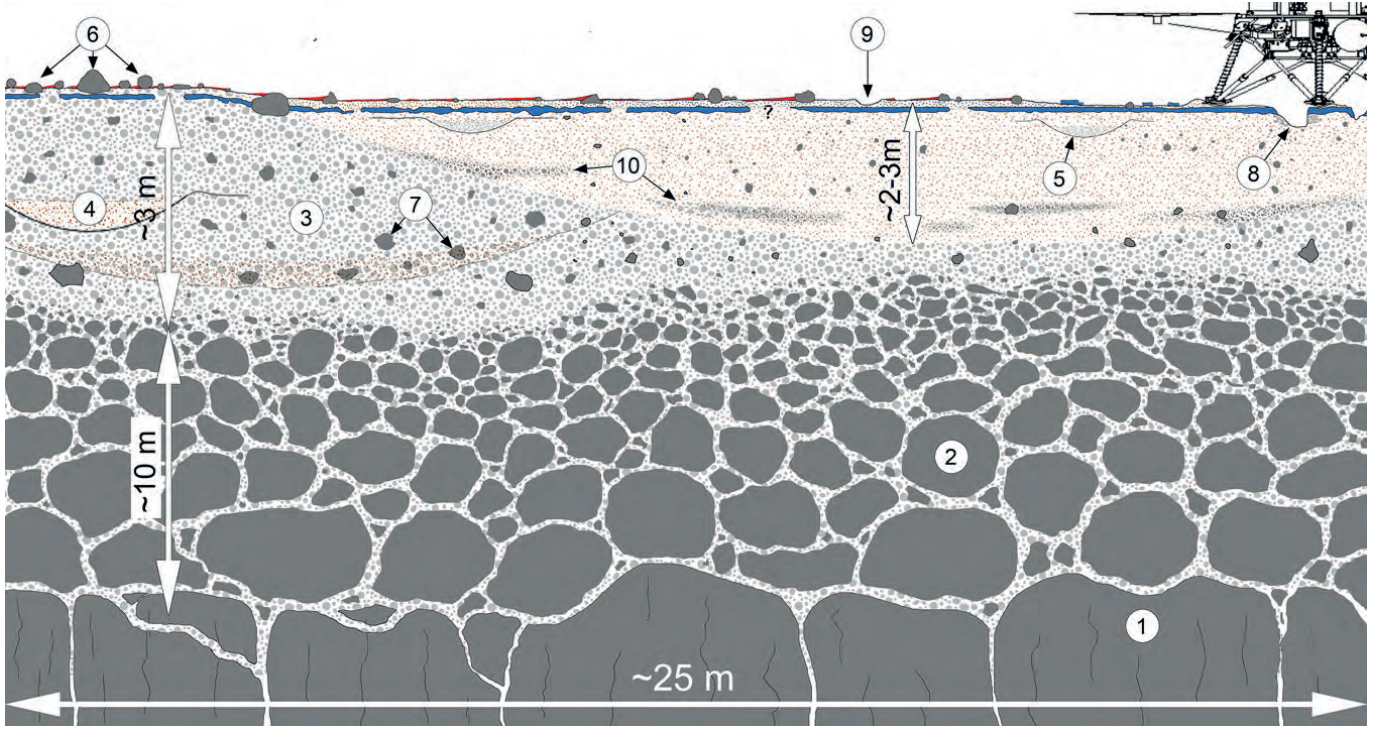
Kaydedilen sismik etkinliklerin 24'ü ise düşük frekanslı. Büyüklüğü 3 ile 4 arasında değişen bu depremlerin üçü, Dünya'da tektonik levhaların hareketi sonucunda meydana gelen depremlere benziyor. Araştırmacılar bu üç depremin konumunu ve büyüklüğünü de tespit etmeyi başarmışlar.

Mars'ta Hava Durumu

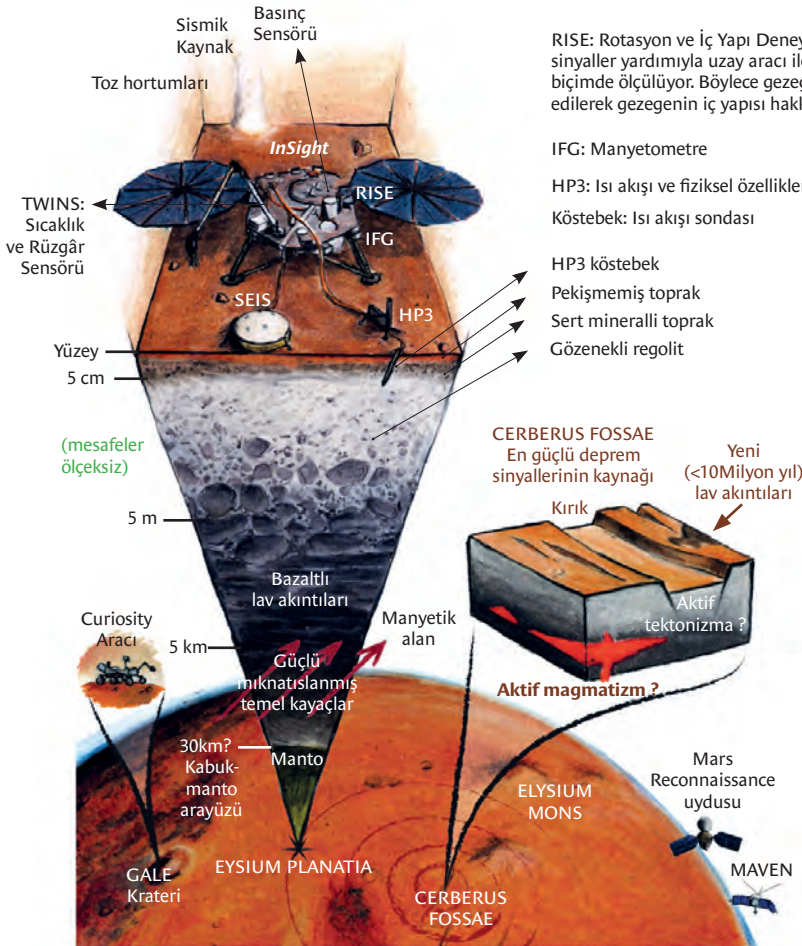
"Rüzgâr ve Isı Kalkanı" olarak adlandırılan, havası boşaltılmış bir haznenin içinde yer alan sismometre o kadar hassas ki, büyüklüğü yeryüzünün en sakin bölgelerinde meydana gelen sarsıntılardan beş yüz kat küçük sismik etkinlikleri bile tespit edebiliyor. Sismometre,

(a) Görüntüde uzay aracının ayakları, ters-roketler ve araç tarafından kazılmış çukurlar görülüyor. (b) Köstebek lakaplı sondanın yüzeyde açtığı delik. (c) Sondanın açtığı deliğin duvarlarında dirençli, sert mineral katmanlar görülüyor.





Uzay aracının etrafında parlak, kırmızı tozdan oluşan bir zemin (8) var. Araçtan 20 metre uzaktaki daha kayalık topraklarda (6) daha fazla toz bulunuyor. Yumuşak zeminde oyuklar (9) görülüyor. Köstebek tarafından açılan çukurlarda sert mineral katmanlar mevcut. Bu katmanların altında, görselde mavi renkle gösterilen, çakıllar ve 5-10 santimetre kalınlığındaki taşlar bulunuyor. Daha derinlerde üst üste binen kraterler (4 ve 5), kayalar (7) ve başka kraterlerden saçılarak gelmiş, camlaşmış topraklar (10) bulunuyor. Uzay aracının hemen altında 2-3 metre kalınlığında, ince kumdan oluşan regolit katmanı (3) var. Derinlere gidildikçe kayalar büyüyor (2). Zeminin yaklaşık on metre altında lav akıntılarıyla oluşmuş bazalt kayaçlar (1) var.



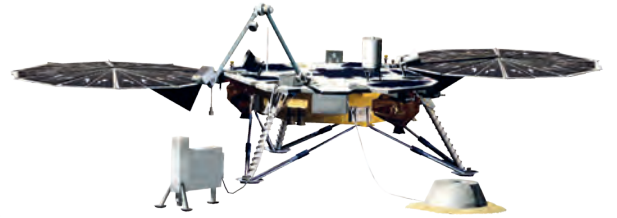
RISE: Rotasyon ve İç Yapı Deneyi. Uzay aracı tarafından Dünya'ya gönderilen sinyaller yardımıyla uzay aracı ile Dünya arasındaki mesafe çok hassas bir biçimde ölçülüyor. Böylece gezegenin dönüşü sırasındaki düzensizlikler tespit edilerek gezegenin iç yapısı hakkında bilgi edinilmeye çalışılıyor.

IFG: Manyetometre

HP3: Isı akışı ve fiziksel özellikler paketi

Köstebek: Isı akışı sondası

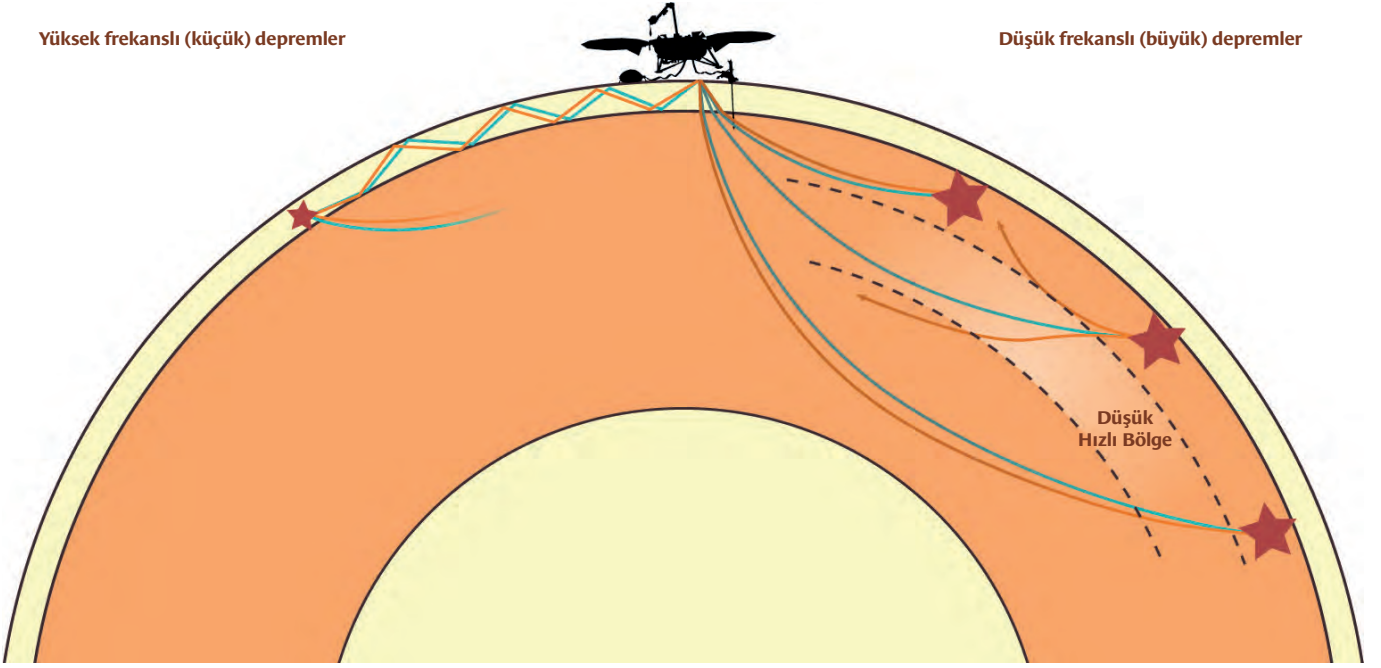
HP3 köstebek
Pekişmemiş toprak
Sert mineralli toprak
Gözenekli regolit



InSight tarafından gönderilen verilerde kabuktaki yerel, güçlü magnetizma, beklenmedik atmosfer olayları ve uzak esrarengiz bölgelerde meydana gelen depremlerle ilgili kanıtlar var. *InSight* tarafından tespit edilen depremlerin bazıları Cerberus Fossae olarak adlandırılan tektonik olarak aktif bir bölgede meydana geliyor. *InSight*'ın yaptığı ölçümler Mars'ın iç yapısı ve zaman içindeki değişimi hakkında bilgi veriyor.

Yüksek frekanslı (küçük) depremler

Düşük frekanslı (büyük) depremler



bu sayede Mars'taki hava durumu hakkında da bilgiler sağlamayı başarıyor. Hafif rüzgârların biriktirdiği toz, sismometrenin bulunduğu bölgede kaydedilebilir hafif eğim değişikliklerine sebep oluyor. Şiddetli rüzgârlar ise sismik verilerde kendine özgü bir iz bırakıyor.

Elde edilen veriler, gün batımından gece yarısına kadar Mars'taki havanın durgun olduğunu gösteriyor. Gece yarısından sonra *InSight*'in bulunduğu Elysium Planitia bölgesine yükseklerden soğuk rüzgârlar esmeye başlıyor. Gün doğumuyla birlikte, havanın ısınmasından sonra, rüzgâr hareketlerinde konveksiyon görülüyor. Öğleden sonra atmosfer basıncının düşmesiyle birlikte rüzgârların şiddeti zirveye ulaşıyor.

Mars'ın Yüzeyinde Beklenenden On Kat Daha Büyük Manyetik Alan

Bir yıldan uzun süredir Mars'ta görev yapan *InSight*, bulunduğu bölgede daha önceleri tahmin edilenden on kat daha büyük manyetik alan tespit etti. Uzay aracının gönderdiği veriler, Mars'ın yüzeyindeki manyetik alanın günlük hatta saniyelik olarak değiştiğini gösteriyor. Geçmişte Mars'ın yüzeyindeki manyetik alanlar ile ilgili en hassas tahminler, gezegenin etrafında dolanan uyduların topladığı verilere dayanıyor ve sadece 150 kilometre genişliğe sahip bölgelerdeki ortalama manyetik alanlar

hakkında fikir veriyordu. Doğrudan gezegenin yüzeyinde yapılan ölçümlerse çok daha küçük bölgelerdeki manyetik alanlar hakkında çok daha hassas sonuçlar veriyor.

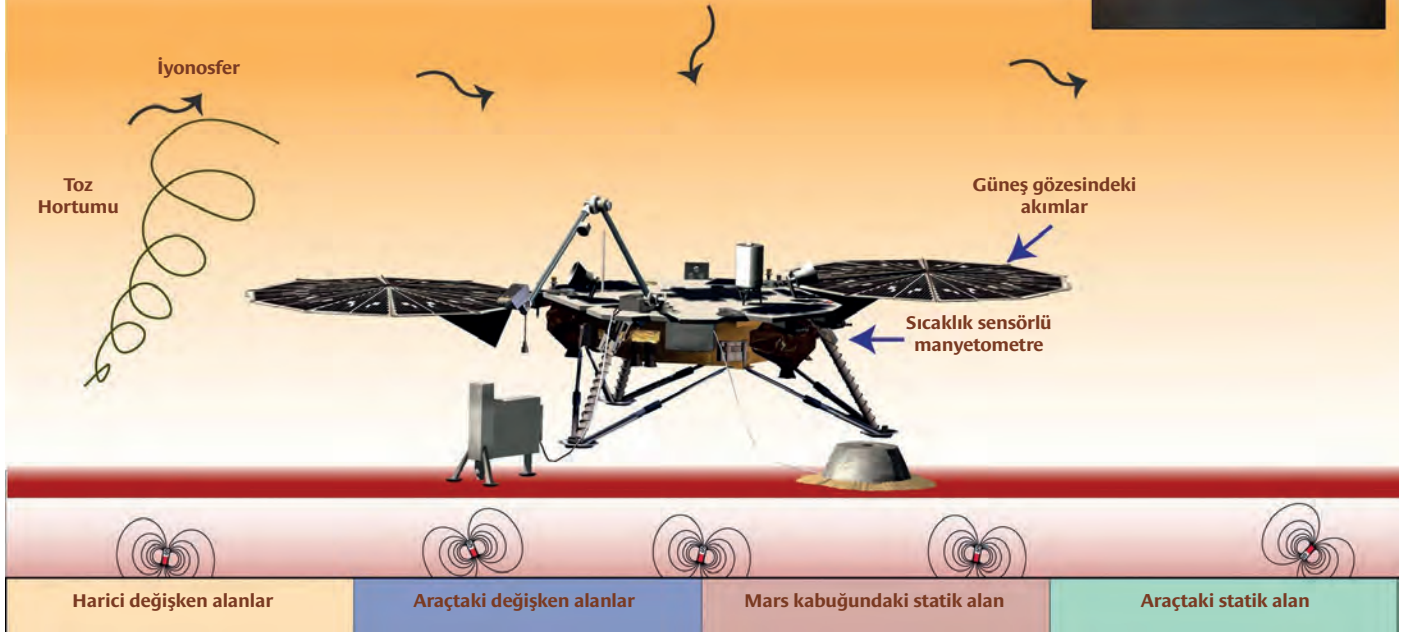
InSight'ın topladığı veriler, aracın bulunduğu bölgedeki manyetik alanın daha önceleri tahmin edilenden on kat daha büyük olduğunu ve manyetik alanın kaynağının yakınlarda olduğunu gösteriyor.

Mars'ın milyarlarca yıl önce, Dünya gibi kalıcı bir manyetik alana sahip olduğu biliniyor. Bu manyetik alan, bilinmeyen bir sebeple yok olmadan önce, gezegendeki kayaların mıknatıslanmasına sebep olmuştu.



InSight'in üzerinde kısaca SEIS olarak adlandırılan, gezegendeki sismik etkinlikleri tespit eden bir cihaz da var.

Gezegenlerarası Manyetik Alan



Yüze yakın genç kayalar, gezegenin antik manyetik alanı tarafından mıknatıslanmış olamayacağı için, *InSight* tarafından tespit edilen manyetik alanın ana kaynağının derinliği birkaç yüz metreyle on kilometre arasında değişen kayalar olduğu düşünülüyor.

Güneş rüzgârı (Güneş'ten yayılan elektrik yüklü parçacıklar) beraberinde manyetik alan taşır. Dünya'nın manyetik alanı ise yeryüzünü güneş rüzgârından koruyan bir kalkan görevi görür. Ancak Mars'ın kalıcı bir man-

yetik alanı yoktur. Geçmişte uydular aracılığıyla toplanan veriler güneş rüzgârının ne ölçüde yüze ulaştığı hakkında net bir fikir vermiyordu. Ancak *InSight*'ın topladığı veriler, yüzeydeki manyetik alanın gece gündüz dönemleri arasında salındığını gösteriyor ve bu salınmalar güneş rüzgârına bağlanıyor. *InSight*'ın topladığı veriler, özellikle gece yarısı civarında, manyetik alanda birkaç dakika süren ani değişiklikler olduğunu da gösteriyor. Bu ani değişikliklerin kaynağının da yine güneş rüzgârı olduğu düşünülüyor ancak değişikliklere tam olarak neyin sebep olduğu henüz bilinmiyor. ■

InSight'ın üzerinde kısaca IFG olarak adlandırılan bir manyetometre var. IFG tarafından kaydedilen manyetik alanların kaynağı harici (turuncu) olabileceği gibi uzay aracının kendisi (mavi, yeşil) de olabilir. Harici kaynaklar arasında gezegenler arası manyetik alan ve iyonosferdeki akımlar var. Uzay aracının kendisi de güneş panellerindeki akımlar ya da kollarının hareketi sebebiyle ve Dünya ile iletişim kurarken manyetik alan üretiyor. Mars'ın statik manyetik alanı (kırmızı) kabuktaki mıknatıslanmadan kaynaklanıyor.

Kaynaklar

- Golombek, M., ve ark., "Geology of the InSight landing site on Mars", *Nature Communications*, Cilt 11, Makale No:1014, 2020.
- Lognonné, P., ve ark., "Constraints on the shallow elastic and anelastic structure of Mars from InSight seismic data", *Nature Geoscience*, Cilt 13, s. 213, 2020.
- Giardini, D., ve ark., "The seismicity of Mars", *Nature Geoscience*, Cilt 13, s. 205, 2020.
- Johnson, C. L., ve ark., "Crustal and time-varying magnetic fields at the InSight landing site on Mars", *Nature Geoscience*, Cilt 13, s. 199, 2020.

