

# Jüpiter'in

Dr. Tuncay Baydemir [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

**Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin manyetik alanları ile ilgili bilgilere her geçen gün yenileri ekleniyor.**

**Daha fazla bilgiye ulaştıkça gezegenlerin manyetik alanları arasındaki farklılıklar keşfediliyor, bu keşifler de bilim insanlarını yeni araştırmalara ve modellemeler yapmaya yönlendiriyor.**

**Benzersiz**

**Manyetik Alanı**





5 Ağustos 2011'de *Atlas V-551* roketiyle uzun bir yolculuğa başlayan NASA'nın *Juno* uzay aracı, Jüpiter'in kutupsal yörüngesine 4 Temmuz 2016'da yerleşti. *Juno*'dan elde edilecek verilerle Jüpiter'in atmosfer yapısı ve özellikleri, manyetik alan ve kütleçekim özellikleri, kutup ışıkları ve gezegenin iç yapısı hakkında daha kesin bilgilere ulaşılması hedefleniyor. Tüm bu bilgiler devasa gaz kütesinin ve dolaylı olarak da Güneş Sistemi'nin oluşumu hakkında bilim insanlarına yol gösterebilir.

*Juno*'nun 5 Ağustos 2011'de *Atlas V-551* roketiyle Jüpiter'e yolculuğunun başlama anı (Cape Canaveral Hava Kuvvetleri Üssü, Florida)

*Juno*, enerjisini altıgen şeklindeki orta kısmından dışarı doğru uzanan ve uzunlukları yaklaşık 9 m olan güneş panellerinden sağlıyor. NASA'nın şimdiye kadar Güneş'ten en uzak mesafeye gönderdiği güneş enerjili uzay aracı olan *Juno*, gezegenin yüksek radyasyonlu bölgelerinden kaçmak için kuzey kutup bölgesinden yaklaşarak radyasyon kuşağının altına iniyor ve güney kutbundan çıkışını gerçekleştiriyor. Bu bölgede radyasyonun etkisinin gezegenin diğer bölgelerine göre yaklaşık on kat daha az olması *Juno*'nun görevini gerçekleştirmesine kolaylık sağlıyor. *Juno*'nun birincil görevlerini Temmuz 2021'e kadar bitirmesi planlanırken veri analizlerinin ve görev kapanış faaliyetlerinin ise 2022 yılına uzayacağı belirtiliyor.





Jüpiter'in çevresindeki  
yörüngesinde  
bir turunu 53 günde tamamlayan  
*Juno* görevine devam ediyor.

Yörüngede 34 tur attığında  
görevini tamamlayacak *Juno*'dan  
şimdiye kadar elde edilen  
bilgiler ışığında  
Jüpiter'in manyetik alanının  
bilinenden oldukça farklı olduğu  
gerçeği ortaya çıktı.

*Juno* uzay aracının Jüpiter'in manyetik alanını haritalama süreci ile birlikte şimdiye dek sahip olunan bilgilerin gerçeği yansıtmadığı da anlaşıldı. Bu süreçte, gezegenin kuzey ve güney yarı kürelerindeki manyetik alanların simetrik olmadığı gözlemlendi. Bilim insanları bu olayların altında yatan sebepleri anlama ve dolayısı ile bu devasa gaz kütesinin içinde neler olup bittiğini daha detaylı bir şekilde keşfetme imkânına sahip oldular.

Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin bazılarında iki kutuplu küresel bir manyetik kalkan mevcutken, bazılarında düşük şiddette veya bölgesel manyetik alanlar bulunuyor. Gezegenlerin manyetik alanlarının oluşması için iç bölgelerinde elektriksel iletkenliğe sahip bir akışkan (demir, metalik hidrojen vb.) olması gerekiyor. Dinamo modeli ile açıklanan gezegen manyetik alanlarının oluşması için taşınımlı hareketleri sürdürülebilir kılacak enerji kaynağı ile bir de dönme hareketine ihtiyaç duyuluyor. Dünya'nın dinamo bölgesi, dinamo hareketinin gerçekleştiği iç bölgelerde bulunan elektrik iletken sıvı demir ve onu kaplayan iletkenliği oldukça düşük kayaç zırh katmanları tarafından net olarak belirlenmiştir. Jüpiter içinse durum Dünya'daki gibi net değil.

Jüpiter'in çok güçlü bir manyetik alana sahip olduğu uzun zamandan beri biliniyordu. Gezegenin büyük ve güçlü bir manyetik alana sahip olduğunun anlaşılmasına yol açan ise manyetik alanda hareket eden elektronlar sebebiyle oluşan ve dalga boyları 3 cm ile 3 m arasında değişen radyo sinyallerinin tespit edilmesiydi.





*Juno* gezegen etrafında dolanırken aynı zamanda kendi ekseninde de dönüyor.

Her bir parçası görevi süresince karşılaşılabilecek zor koşullara dayanabilecek şekilde özel olarak tasarlanan *Juno*, donatıldığı farklı analiz cihazlarıyla Jüpiter hakkında bilim insanlarına önemli bilgiler sunuyor.

Jüpiter, Güneş Sistemi'ndeki gezegenler arasında en güçlü manyetik alana sahip olanı. Dünya'nın manyetik alan kuvvetinin yaklaşık 20.000 katı. Gezegenin manyetik alanının hacimsel yayılımı ise Dünya'nunkinin yaklaşık 1.000.000 katı. Gezegenin manyetosferinde yüklü parçacıklar sıkışıp yoğun radyasyon kuşakları oluşturuyor. Bu kuşaklar Dünya'nın Van Allen kuşaklarına benzese de onlardan çok daha yoğun.

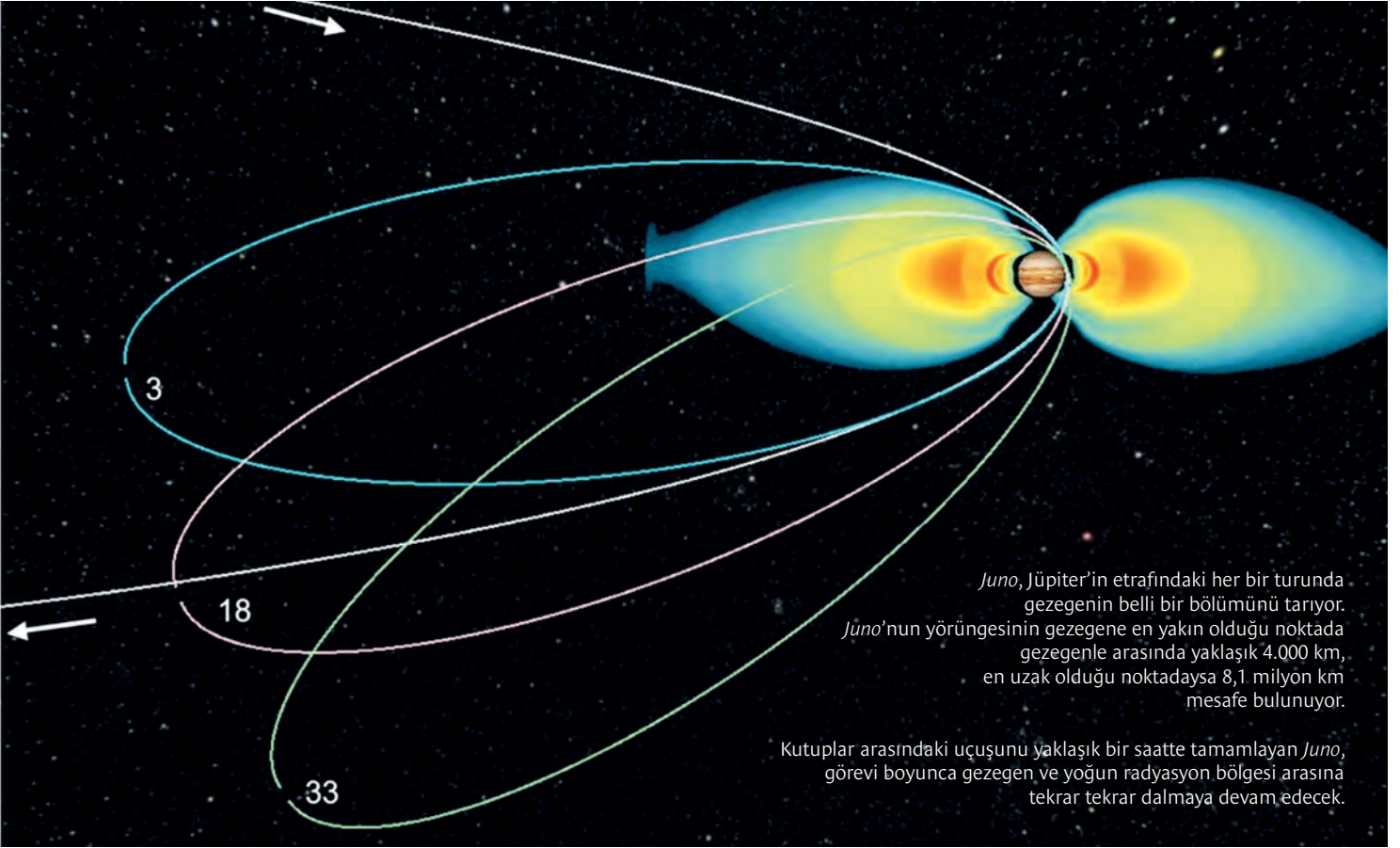
Jüpiter'in manyetosferi gezegenle birlikte oldukça hızlı bir şekilde dönüyor. Manyetosferin dış bölgelerinde (gezegenin yarıçapının 20 katından daha uzak mesafelerde) manyetik alan çizgileri düzleşiyor. Dış manyetosferin büyüklüğü güneş rüzgarlarının şiddetine göre değişiyor.

Moore ve arkadaşları Jüpiter'in kuzey yarı küresinden çıkan ve gezegenin ekvator bölgesinden gezegene tekrar giriş yapan manyetik alan çizgilerinin varlığını bildirdi. Bu manyetik alanın şiddeti, iki kutuplu ana manyetik alana göre yaklaşık üç kat daha büyük.

Jüpiter'in manyetik alanının, gezegenin bir kutbundan çıkan ve diğer kutbundan yeniden giren manyetik kuvvet çizgileriyle Dünya'nunkine benzer olduğu ve bir çubuk mıknatıstaki gibi kuzey ve güney kutuplarından meydana geldiği varsayıyordu. *Juno*'dan elde edilen veriler bunun doğru olmadığını ve gezegenin manyetik alan yapısının bilinenden çok daha karmaşık olduğunu ortaya çıkardı.

*Juno* uzay aracı Jüpiter'in etrafında dolanırken gezegenin manyetik alanını iki manyetometre kullanarak ölçüyor. Sadece *Juno*'nun geçtiği bölgelerdeki manyetik alanı tespit edebilen bu manyetometreler, manyetik alanı emen süngerler olarak düşünülebilir. Araştırmacılar yapılan ölçümlerden ve detaylı hesaplamalardan yararlanarak bulutların ve altının manyetik alan haritalamasındaki boşlukları doldurmak zorundalar.

Jüpiter'in yüzeyinin yaklaşık 4.000 km üzerinden manyetik alan taramaları gerçekleştiren *Juno*, sağladığı verilerle bilim insanlarına bu alanı haritalandırma olanağı sunuyor. Bir gezegenin manyetik alanı gösterilirken



renkli çizgiler yaygın olarak kullanılır. Dünya'nın manyetik alanı, tıpkı dev bir çubuk mıknatısta olduğu gibi, kuzey kutbundan çıkan çizgilerin güney kutbuna dönmesi şeklinde gösterilir. Dünya örneğinde, manyetik kuzey kutbundan çıkan kırmızı çizgiler, gezegen etrafında kıvrılarak manyetik güney kutbunda mavi renkle gösterilir.

*Juno* Jüpiter'in kuzey kutbundan güney kutbuna oranda daha yakından geçiyor. Ancak bilim insanları bu farkın elde edilecek sonuçları etkilemeyeceğini yalnızca kuzey yarı kürenin manyetik alan harita çözünürlüğünün güney yarı küreninkinden biraz daha fazla olacağını belirtiyor.

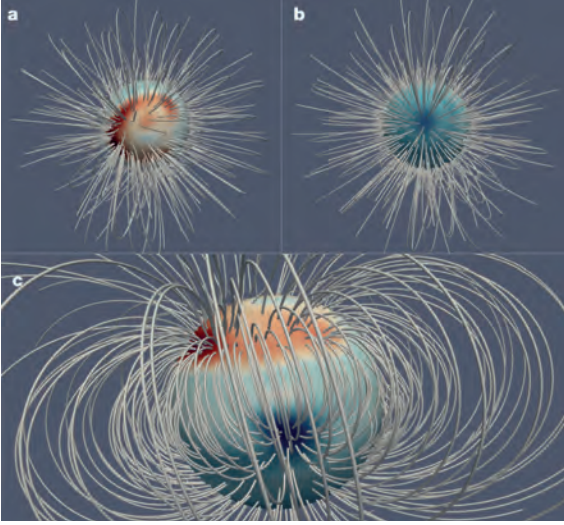
Jüpiter'in bu ilginç manyetik alanının ilk sinyalleri *Juno*'nun birinci turunu tamamlamasıyla geldi. Sekiz turunu tamamlayan *Juno*'dan alınan veriler tahminleri doğruladı. Kuzey kutbundan çıkan akı çizgilerinin biri güney kutbuna yakın, diğeri ekvator bölgesine yakın olan iki farklı noktadaki bölgelere yöneldiği gözlemlendi. Kuzey kutbundan çıkan kırmızı manyetik çizgiler kutup noktasını imlerken, biri ekvator bölgesinin yakınlarında

Büyük Mavi Nokta (Great Blue Spot) olarak adlandırılan, diğeri de güney kutbuna yakın bir yerde bulunan iki adet güney kutbu bulunuyor. Ayrıca manyetik alanın büyük bir kısmı manyetik kutuplar arasında eşit olarak dağılmak yerine kuzey yarı kürede yoğunlaşmış gibi görünüyor.

Bilim insanlarını meşgul eden başka bir nokta da gezegenin bu ilginç ve farklı manyetik alanının kaynağı hakkında. Dünya'nın manyetik alanının gezegenin iç dinamo hareketiyle (çekirdekteki elektrik iletken akışkanların çalkalanması) yoluyla oluştuğu düşünülüyor. Jüpiter söz konusu olduğunda ise çoğunluğu elektrik iletkenlikleri çok düşük olan helyum ve hidrojenlerden oluşan gezegenin nasıl bu denli kuvvetli bir manyetik alana sahip olduğunu açıklamak için bazı teoriler ortaya atılıyor. Bu teorilerden en olası görüneni ise gezegenin iç bölgelerindeki çok yüksek basınçlı bölgelerin elektriği iletebilen sıvı metalik hidrojen oluşumunu sağladığını ve metalik hidrojenin de gezegenin manyetik alanından sorumlu olduğunu söylüyor.



Eylül ayında *Nature* dergisinde Harvard Üniversitesi'nden Kimberly Moore ve arkadaşları tarafından yayımlanan makalede, *Juno* uzay aracının Jüpiter etrafında tamamladığı 9 turunun 8'inden elde edilen veriler ışığında gezegenin manyetik alanı hakkında yeni bilgiler sunuldu.



#### Jüpiter'in manyetik alan çizgileri

a. Kuzey kutup görünümü; b. Güney kutup görünümü; c. Ekvator görünümü.

Güney yarım kürede iki kutuplu ve kuzey yarım kürede iki kutuplu olmayan manyetik alan çizgileri. Büyük Mavi Nokta (Great Blue Spot) merkezli ekvatoryal görüntüde ise gezegene doğru yönelen manyetik alan çizgileri açıkça görülüyor. Jüpiterin manyetik alanı ile ilgili görsellerin animasyon versiyonuna <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.6828953> linkinden ulaşılabilir.

Şimdiye kadar manyetik alanların oluşma teorileri arasında kabul göreni "dinamo etkisi" olarak adlandırılıyor. Elektrik iletken bir akışkan zayıf bir manyetik alan üzerinden geçerek elektrik akımı üretiyor ve bu akım aynı zamanda sıvı hareketinden akım üreten daha güçlü bir manyetik alan oluşturuyor. Bu manyetik alan, gezegeni çevreleyecek kadar büyük. Dünyanın manyetik alanı, gezegenin dış çekirdeğinde bulunan sıvı demirin çalkalanmasıyla üretiliyor. Demir elektriği ilettiğinden değişen elektrik akımı manyetik alan oluşturuyor. Sıvı demir yukarı ve aşağı hareket ederken gezegenin merkezinden mantoya kadar ısı taşıyarak tekrar merkeze doğru batıyor. Böylece gezegenin manyetik alanını üreten güçlü elektriksel akımlar oluşuyor.

Jüpiter'inse demir bir çekirdeği yok. Hatta bir çekirdeğinin olup olmadığını da henüz tam olarak bilmiyoruz. *Juno*'dan elde edilen bilgilerle, çevresindeki hidrojen içerisinde çözünmüş/çözünmekte olan kayaç ve buzdan oluşan bir çekirdeğin varlığı bilim insanlarının tahminlerinden biri. Jüpiter'in manyetik alanının şekli üzerine varsayumlardan birinde, gezegenin Dünya'nın kütlelerinin beş katı büyüklüğünde yoğun ve katı bir çekirdeğe sahip olduğu öne sürülüyor. Diğer bir varsayım ise gezegenin daha az yoğun bir çekirdek ve birden fazla sayıda elektrik iletken akışkan katmana sahip olduğu yönünde. Bilim insanları bu duruma gezegendeki helyum yağmurlarının da neden olabileceğini belirtiyor. Ancak bu durumda simetrik olmayan manyetik alanı açıklamak oldukça zor görünüyor. Görüldüğü üzere, gezegenin keşfedilen oldukça farklı manyetik alan düzeninin altında yatan nedenler henüz tam olarak ortaya konulabilmiş değil. Bilim insanları *Juno*'nun görevine devam etmesi ile gerçeğe daha fazla yaklaşmayı bekliyor.

Makalede üzerinde durulan olasılıklar arasında öne çıkan fikir, metalik hidrojen mantodaki katmanlaşmanın taşınım düzenini karmaşıklaştırdığı üzerine kurulu. Katmanlaşmanın iç kısımların çözünmesi neticesinde oluşabileceği düşünülüyor. Hidrojenle karışan kayaç ve buz, yoğunluğun artmasına yol açıyor. Bu karışımın homojen olmaması ise yoğunluk farklılıklarına ve katmanlaşmaya neden oluyor. Bu katmanlar ise taşınım döngülerinin düzenini bozuyor ya da farklı katmanlarda farklı taşınım döngüleri oluşturuyor. Gezegenin manyetik alan çizgilerinin daha önceden öngörülemeyen düzeni şimdilik bu şekilde açıklanabiliyor.

Jüpiter'in manyetik alanının farklılığının nedenleri henüz tam olarak ortaya konulabilmiş değil. *Juno*'dan gelen verilerin tam olarak işlenmesi neticesinde hangi manyetik modellemenin durumu net olarak açıklayabileceğini hep birlikte göreceğiz. Gezegenin eşsiz iç yapısının tam olarak anlaşılması belki de Jüpiter'i daha fazla anlamayı mümkün hale getirecek.

Çok şiddetli radyasyona ve manyetik alana maruz kalacağı hesaplanarak tasarlanan *Juno*, şimdiye kadar görevini eksiksiz bir şekilde yapmış görünüyor. *Juno*'nun başarılarını sayarken daha önce hiçbir uzay aracının Jüpiter'e bu kadar yaklaşmadığını da eklemek gerek.

Juno'nun  
29 Ekim 2018 tarihindeki on altıncı  
yakın geçişinden bir görüntü

NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Gerald Eichstädt/Seán Doran

Görevini tamamladıktan sonra araştırma hedefi olan Jüpiter'in kalbine doğru giderek gezegenin atmosferinde yok olması *Juno*'nun son hamlesi olacak. ■

NASA'nın "Eyes on *Juno*" isimli uygulamasını <https://eyes.jpl.nasa.gov/eyes-on-juno.html> adresinden bilgisayarınıza indirerek gerçek zamanlı olarak *Juno*'nun eşsiz yolculuğuna şahitlik edeceğiniz etkileşimli bir deneyim yaşayabilirsiniz.

#### Kaynaklar

Moore, K.M., Yadav, R.K., ve ark., "A complex dynamo inferred from the hemispheric dichotomy of Jupiter's magnetic field", *Nature*, Cilt 561, s. 76-78, 2018.

Connerney, J.E.P., Kotsiaros, S., ve ark., "A New Model of Jupiter's Magnetic Field From *Juno*'s First Nine Orbits", *Geophysical Research Letters*, s. 2590-2596, 2018.

Jones, C., "Jupiter's magnetic field revealed", *Nature*, Cilt 561, s. 36-37, 2018.

Soydugan, E., "Gezenlerin Manyetik Alanları: Mars'ın Manyetik Alanı Nasıl Yok Oldu?", *Bilim ve Teknik*, Sayı 607, s. 62-69, 2018.

[https://www.jpl.nasa.gov/news/press\\_kits/juno/](https://www.jpl.nasa.gov/news/press_kits/juno/)

<https://www.smithsonianmag.com/smart-news/jupiters-magnetic-field-super-weird-and-has-two-south-poles-180970223/>

<https://phys.org/news/2018-09-juno-jupiter-magnetic-field-earth.html>

<https://airandspace.si.edu/exhibitions/exploring-the-planets/online/solar-system/jupiter/environment.cfm>

<https://www.skyandtelescope.com/astronomy-news/jupiters-magnetic-field-has-weird-structure/>