



# Herkes İçin Coğrafya

Sayı:17

## KUTUPLAR, MANYETOSFER VE UZAY HAVASI

Ahmet AYDOĞMUŞ<sup>1</sup>

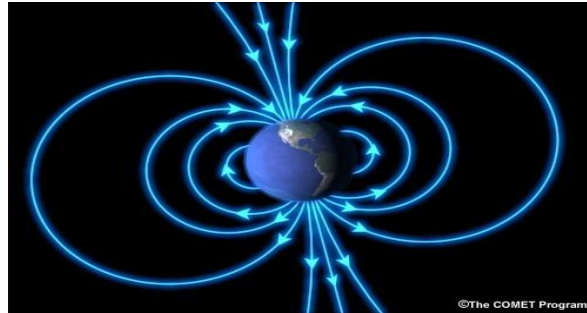
### Dünyanın Manyetik Alanı

Dünyanın sıvı dış çekirdeği manyetik alan oluşumunda etkindir. Sıvı madde içinde oluşan konveksiyonel akımlar ve Dünyanın eksen hareketi nedeniyle oluşan çalkantı, elektrik akımı üretir (1). Dış çekirdeğin alt ve üst yarısında zıt yönlü akıntı halkaları oluşur. Akıntı halkalarınınca taşınan iletken sıvı demir elektrik akımına neden olur (2).

Dünya manyetik alanının tamamına yakını sıvı dış çekirdekten kaynaklanan elektrik akımı üretir, bu etki jeodinamo olarak adlandırılmaktadır. Jeodinamonun oluşturduğu manyetik alan kuzey ve güney olmak üzere iki kutupludur. Kutupların yerleri uydulardan ve yerde yapılan gözlemlerle belirlenmektedir (3).

Dünyanın manto katmanından yükselen magma yeryüzüne çıktığında veya yer kabuğu içinde 700°C'a kadar soğuduğunda demir bakımından zengin mineraller manyetik kuzeyi gösteren yönde katılır. Katılan magmatik kayalarda fosil manyetik kayıtlar oluşur. Kayaçların yaşı radyometrik olarak tarihlendirildiğinde geçmişte var olmuş manyetik kuzey yönü tespit edilir. Geçmişten günümüze manyetik alan yönündeki sapmalardan ayrı olarak manyetik alan değerlerinde de değişimler görülmüştür. Son 200 yılda dünya manyetik alanı küresel ortalama değerden % 9 kadar azalmıştır (3). Manyetik alan değerleri yeryüzünün farklı kesimlerinde de farklılık gösterebilmektedir. Bilinen zayıf manyetik alan Güney Atlantik Anomalisi olarak adlandırılıyor. Afrika ve Güney Amerika arasındaki bu alan, belirlendiği 1950'lerden günümüze % 6 kadar değer kaybetmiştir. Bunun nedeni tam belirlenemese de sıvı dış çekirdekten kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (5). Avrupa Uzay Ajansı'nın fırlattığı uydular ve başka veriler ışığında bu anomalinin nedeni araştırılmaktadır. Manyetik alan, uyum sağlamış insan için risk oluşturmasa da zayıflamış manyetosferi geçerek yeryüzüne kadar ulaşan iyonlaştırıcı radyasyonun neden olacağı sağlık riskleri söz konusu olabilmektedir.

Görsel 1, Dünyanın Manyetik Alan Çizgileri



(<https://scied.ucar.edu/learning-zone/sun-space-weather/earth-magnetosphere>)

<sup>1</sup> Emekli Coğrafya Öğretmeni



# Herkes İçin Coğrafya

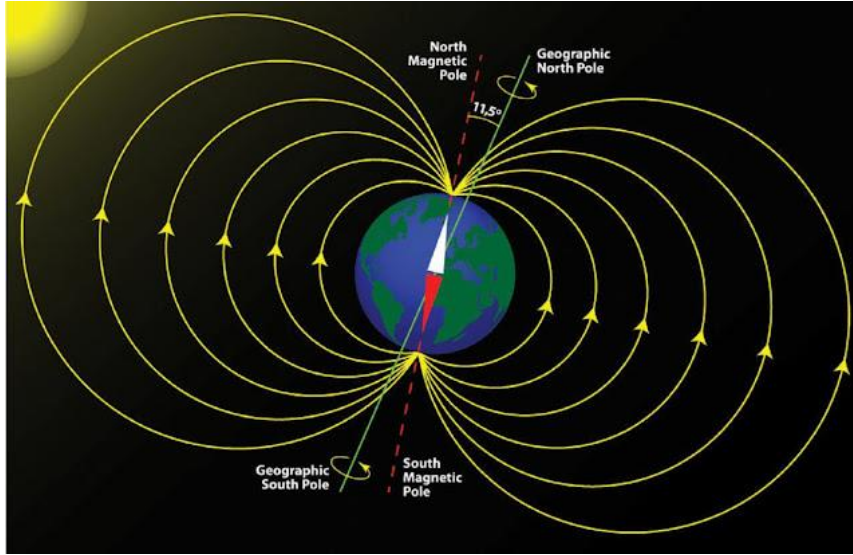
Sayı:17

Yeryüzü manyetik alanının görünmez çizgileri, güney kutuptan çıkan ve kuzey kutba giden sürekli kapalı döngü halindedir. Birçok canlı türü, göçlerini manyetik alan çizgilerine uyarak gerçekleştirmektedir.

## Coğrafi ve Manyetik Kutup Noktaları

Yerküre dönme ekseninin yüzeydeki izi coğrafi kutupları oluşturur. Coğrafi kuzey kutup noktasının çok düşük değerde de olsa gezindiği belirlenmiştir. Gözlemler başladığından günümüze, Kuzey Amerika yönüne 12 metre kaymıştır. Bunun nedeni olarak da sıvı dış çekirdeğin içindeki ve yeryüzündeki sularının hareketi gösterilmektedir. Yılda 17cm'den az olan bu kayma küresel navigasyon sistemlerinde dikkate alınması gereken bir olaydır (3).

Görsel 2, Coğrafi ve Manyetik Kutuplar



(<https://www.geologyin.com/2017/06/earths-magnetic-field-is-about-to-flip.html>)

Manyetik kutup noktaları daha hızlı kaymaktadır. Coğrafi ve manyetik kutuplar arasında 11.5 derecelik fark vardır (7). Manyetik kuzey kutup noktasının yerini 1830'larda James Clark Ross keşfetmiştir. Yatay pusula yönünü takip ederek ibrenin dikey olarak yere yöneldiği nokta manyetik kutup noktası olarak tespit edilmiştir. 1831 yılından 2021 yılına kadar geçen sürede kuzey-kuzeybatı yönüne 1100 km kadar ilerlemiştir ve ilerleme devam etmektedir. İlk belirlendiği zaman Kanada sınırları içinde iken 2018 yılında Tarih Değiştirme Çizgisini aşarak doğu yarımküreye geçmiştir (6). Güncel kuzey kutup noktasının 2020 yılındaki konumu bir hesaplama yöntemine göre 86.5 derece kuzey enlemi ve 164.04 derece doğu boylamında bulunmaktadır (4).

## Manyetosfer

Dünya manyetik alanının oluşturduğu dünyayı çevreleyen uzay bölgesine manyetosfer denir. Canlılar için yaşanabilir ortama neden olan kuyruklu yıldız şeklinde koca bir balondur.

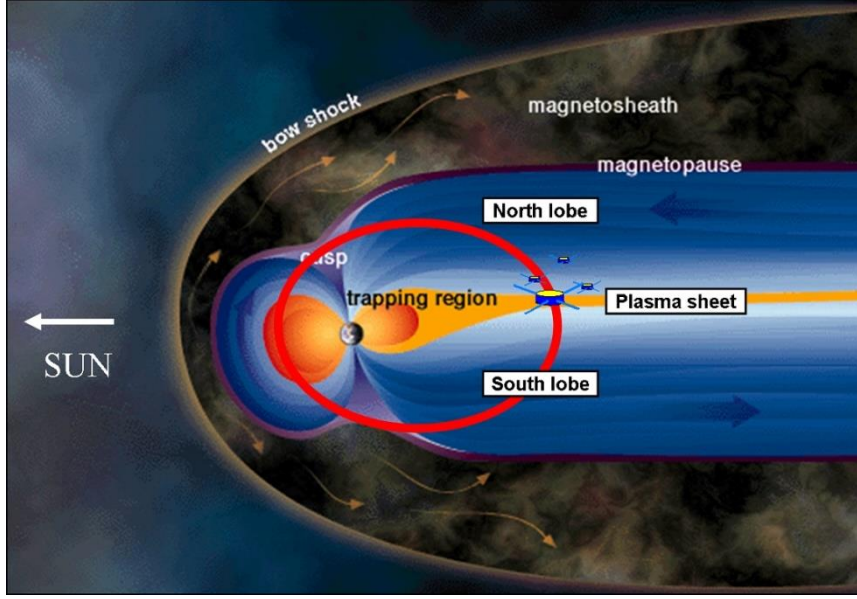


# Herkes İçin Coğrafya

Sayı:17

Güneş rüzgârları nedeniyle manyetosferin güneşe bakan tarafı sıkışmaya neden olur. Güneşe bakan gündüz tarafında 6-10 Dünya yarıçapı kadar uzanan manyetosfer güneşe bakmayan gece tarafında 60 Dünya yarıçapı kadar, Ay yörüngesine dokunacak şekilde uzayan kuyruklu yıldız benzeri görüntü oluşturur (20).

Görsel 3, Dünyanın Manyetosferi



(<https://www.physics.uu.se/research/astronomy-and-space-physics/research/planets/magnetospheres/>)

Güneşten gelen enerji yüklü parçacıkların bir kısmı Dünya manyetik alan çizgilerini takip ederek kutuplar çevresine ulaşır bir kısmı da manyetosferin etrafından dolaştırılarak uzaklaştırılır. Kutuplar çevresinin yükseklerinde atmosfer gazlarıyla etkileşime girerek ışımaya neden olurlar. Oluşan ışımaya Kuzey Kutup çevresinde aurora borealis-kuzey ışıkları, Güney Kutup çevresinde de Aurora australis-güney ışıkları olarak adlandırılırlar (7). Güneşten çıkan yüksek enerjili parçacıklar manyetosfer tarafından engellenerek Van Allen Kuşaklarında dünyaya uzak bir alanda tutulur (3). Halka biçimli bu kuşağın iç bölgesi yerden 3 bin kilometre yukarıda, dış bölgeleri ise 15-20 bin kilometre kadar yukarıda yer almaktadır (8).

## Manyetik Tersinme

Dünyanın jeodinamosu dört milyar yıldır çalışıyor (7). Dünyanın geçmişinde kutuplar birçok kez tersinmiş, kutupların yer değiştirmesi düzensiz zaman aralıklarında gerçekleşmiş ve tersinmeler arası çok uzun zaman alabilmiştir. Son tersinmenin günümüzden yaklaşık 780 bin yıl önce Brunhes-Matuyama'da gerçekleştiği belirleniyor (6). Dünya manyetosferini etkileyen en önemli olay kutupların tersinmesidir. Bu olayda Dünyanın kuzey ve güney kutupları yer değiştiriyor. Paleomanyetik kayıtlar manyetik kutuplarının son 83 milyon yılda 183 kez, son 160 milyon yılda en az birkaç yüz kez tersine döndüğünü gösteriyor (3).



# Herkes İçin Coğrafya

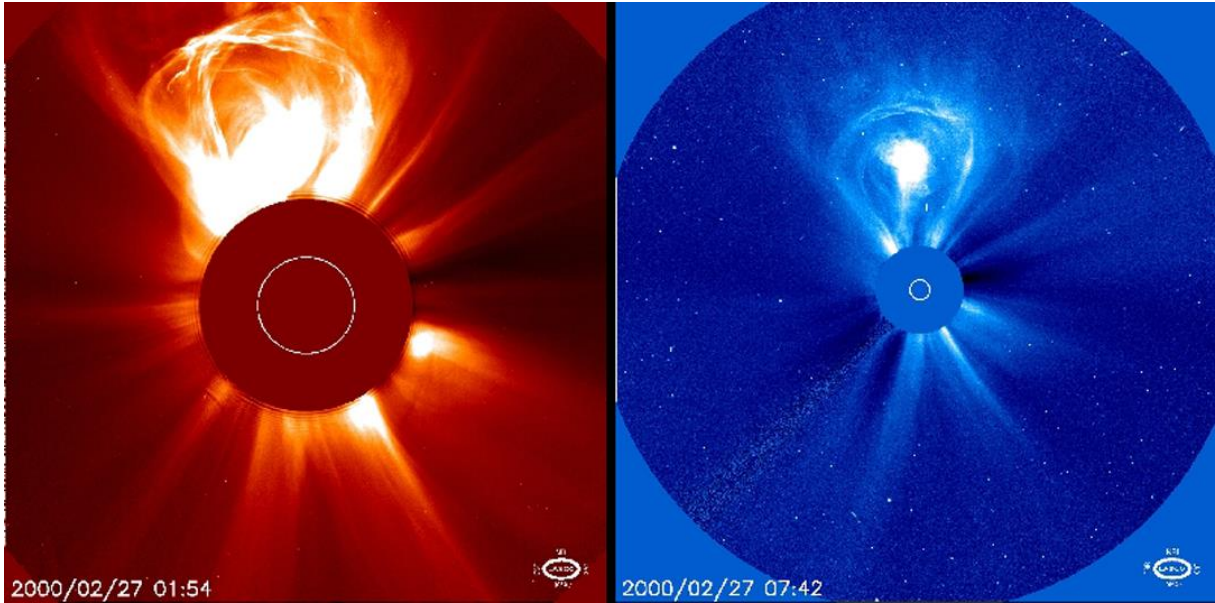
Sayı:17

Kutup tersinmelerinden farklı olarak jeomanyetik gezinmeler (geomagnetic excursions) de görülmüştür. Birkaç yüzyıldan birkaç on bin yıla kadar olan sürede kutup noktaları yerlerinden uzaklaşmış tekrar eski yerlerine dönmüşlerdir (3). Karadeniz'in güneydoğusundan alınan tortulardan elde edilen paleomanyetik kayıtlara göre yaklaşık 68.9 bin yıl ile 14.5 bin yıl aralığında kutup gezinmeleri belirlenir. Bunlar Norveç-Grönland Denizi, Laschamps ve Mono Gölü gezinmeleri olarak adlandırılmışlardır (19).

## Jeomanyetik Fırtına

Güneşten gezegenler arası ortama madde fırlatılmaktadır. Buna “koronal kütle atımı- coronal mass ejections” denilmektedir. Dünyaya yönelen yüklü parçacıklar manyetik alanımızı etkiler ve iyonosferde bozulmalara neden olur (14). Güneşten gelen parçacıklar ve beraberindeki manyetik etki dünyaya ulaşır (11). Dünyaya ulaşma zamanı için uzay hava tahminleri yapılmaktadır.

Görsel 4, Koronal Kütle Atımı



(<https://www.nasa.gov/content/goddard/what-is-a-coronal-mass-ejection/>)

Güneş, çevresine plazma olarak ifade edilen proton ve elektronlar fırlatır. Buna güneş rüzgârları denilmektedir. Güneşteki farklı bölgeler farklı hız ve yoğunlukta rüzgâr üretir. Hızları ortalama değer olarak 500-800 kilometre /saniyedir. Güneş ışınları 8.5 dakika kadar sürede Dünyaya ulaşırken güneş rüzgârları 1- 4 gün kadar sürede ulaşmaktadır. Yüksek hızlı rüzgârlar jeomanyetik fırtınaya neden olurken düşük hızlı rüzgârlar sakin uzay havasına neden olmaktadır. Dünya için olumsuz sonuçlara neden olabilecek güneş rüzgârları ve uzay hava durumu sürekli izlenmektedir (18).



# Herkes İçin Coğrafya

Sayı:17

## Uzay Havası

Uzay fiziği ve astronominin bir dalı olan uzay havası (space weather) Dünyanın karasal havasından farklı bir kavramdır. İlk kez 1950'lerde kullanılan bu terim 1990'lı yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlandı (13). Uzay havasının bileşenleri elektromanyetik enerji ve manyetik alandır. Uzay havasının renkli etkisi auroralar ise de teknoloji ve iletişim sistemleri de uzay havasından olumsuz etkilenir. Olumsuz sonuçlar 11 yıllık güneş döngüsü süresi içerisinde her hangi bir zamanda yaşanabilir (14). Güneş aktivitesinin yoğun olduğu zamanlarda yoğun enerjili parçacıklar nedeniyle Dünya çevresindeki uydu sistemleri zarar görebilir, uydular buldukları konumdan sürüklenebilir, GPS (uydu navigasyon sistemi) hataları yaşanabilir, yeryüzündeki elektronik haberleşme sistemlerinde sorunlar yaşanabilir (10).

Uzay havasını etkileri yerden 500-600 kilometre yüksekliğe kadar hissedilmektedir. Bu etkiler madencilik alanında aksamalara, göçmen kuşların yön bulma duyularında bozulmalara, iletişim araçlarında aksamalara, tren sinyalizasyonu ve uçak elektronik sistemlerinde sorunlar görülebilmektedir. Uzay havası uydular ve uydulardaki astronotlar için de risk taşımaktadır. 1999 Marmara depreminde ve başka deprem örneklerinde yerden 200-250 kilometre gibi yükseklikteki iyonosferde depremden 7-10 gün önce olağan dışı iniş-çıkışlar görülmüştür (15). Bu konu bilim insanların ilgi alanına girmiş görünmektedir.

Şiddetli uzay havası olaylarında elektrik hatlarında kesintiler, telsiz haberleşmelerinde bozulmalar, hava ve deniz taşımacılığında, kara ve demiryolu taşımacılığında sorunlar yaşanabilmektedir (14). Yüksek enerjili parçacıklar ve radyasyon atmosfer gazlarıyla etkileşime girerek atmosferin ısınıp genişmesi sonucu uyduların yörüngelerinden sapmaya neden olabilmektedir (16). Şubat 2022'de bir firmanın haberleşme amaçlı fırlattığı 49 küçük uydunun 40 tanesi manyetik fırtına kaynaklı sorun nedeniyle yanarak devre dışı kaldı (17). Uyduların yörüngelerindeki sapma nedeniyle yılda birkaç kez ayarlama yapılırken güneş etkinliği süresince 2-3 haftada bir ayarlama yapılmaktadır.

## Uzay Havası Sorunlarından Örnekler

Ekim 1935, radyo yayınlarında yaşanan aksaklıklara Güneş patlamasının neden olduğu belirlendi. Mart 1940, kuzeydoğu Amerika'da enerji nakil hatlarındaki sorunlar Güneş patlamasıyla ilgili olarak görülmüştür. Eylül 1941, ABD Washinton DC'de pusula yönünde sapma ve telsiz haberleşmesinde sorunlar yaşanmıştır. Şubat 1958, Kanada Toronto'da elektrik şebekesi devre dışı kalmıştır. Ağustos 1972, Kuzey yarımkürede elektrik hatları etkilendi. Mart 1989, Kanada Quebec elektrik kesintisi, Eylül 1989, bir Concorde uçağı güneş fırtınası sonucu radyasyon uyarısı verdi, Ocak 1994, Kanada haberleşme uydusu 5 ay süresince devre dışı kaldı. Temmuz 1998, Mars araştırmaları için tasarlanan Nozomi uzay aracı sorun nedeniyle Mars'a ulaşamadı. Ekim-Kasım 2003, güçlü bir manyetik fırtına sonucu yörüngedeki uydulardan bazıları kaybedildi (15).



## Yararlanılan Kaynaklar:

1. Akoğlu, Alp., Manyetik Tersinme, Bilim ve Teknik Dergisi, Haziran 2004, sayı 439, s.34.
2. Altın, Vural., Dünyanın İç Yapısı, Bilim ve Teknoloji, Temmuz 2005, sayı 452, s. 93.
3. Buis, Alan., NASA's Jet Propulsion Laboratory, <https://climate.nasa.gov/news/3105/earths-magnetosphere-protecting-our-planet-from-harmful-space-energy/>
4. Dünyanın çekirdeği nasıl bir manyetik alan oluşturur, <https://www.usgs.gov/faqs/how-does-earths-core-generate-magnetic-field>,
5. Jonathan, O'Callaghan., 2018, Dünyanın manyetik kutupları dönmeye başlayabilir, <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/earths-magnetic-poles-could-start-flip-what-happens-then>
6. Ocak, Mahir., Manyetik Kutupların Geleceği, Bilim ve Teknik Dergisi, Haziran 2021, sayı 643. S. 54.
7. Tank, Sabri Bülent., Söyleşi, <https://haberler.boun.edu.tr/tr/haber/manyetik-kutuplar-artik-daha-hizli-yer-degistiriyor>.
8. <https://www.britannica.com/science/Van-Allen-radiation-belt>
9. <https://www.nasa.gov/topics/earth/features/2012-poleReversal.html>
10. Soydugan, Faruk., Aktif Güneşli Günler, Bilim ve Teknik Dergisi, Eylül 2022, sayı 658, s.84.
11. <https://astronomi.boun.edu.tr/gunes-dunya-ya-etkileri>
12. <https://www.usgs.gov/faqs/how-does-earths-core-generate-magnetic-field>
13. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Uzay\\_havas%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/Uzay_havas%C4%B1)
14. <https://www.metoffice.gov.uk/weather/specialist-forecasts/space-weather>
15. Tulunay, Yurdanur., ODTÜ Havacılık ve Uzay Mühendisliği, <https://e-dergi.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf;jsessionid=xLJPFpJHFcElaSgRZxSZmq82?dergiKodu=4&cilt=42&sayi=642&sayfa=24&yaziid=28310>
16. <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/solar-superstorms-past-help-nasa-scientists-understand-risks-for-satellites-orbital-drag>
17. Ocak, Mahir., Starlink Uyduları Jeomanyetik Fırtınaya Kapıldı, Bilim ve Teknik Dergisi, Mayıs 2022, sayı 654, s.8.
18. <https://www.swpc.noaa.gov/phenomena/solar-wind>
19. <https://doi.org/10.1029/2019JB019225>
20. <https://science.nasa.gov/heliophysics/focus-areas/magnetosphere-ionosphere>
21. [https://en.wikipedia.org/wiki/Space\\_weather](https://en.wikipedia.org/wiki/Space_weather)
22. [https://en.wikipedia.org/wiki/Interplanetary\\_magnetic\\_field](https://en.wikipedia.org/wiki/Interplanetary_magnetic_field)
23. [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/sunearth/spaceweather/index.html#q3](https://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/spaceweather/index.html#q3)