

Uzay Havası

Kimilerimiz başlığı görünce şaşırılmış, uzayda da mı hava var diye düşünmüş olabilir. Oysa uzay havasının insan hayatına olan etkileri bildiğimiz havanın etkilerinden hiç de geri kalmıyor. Örneğin yerden birkaç yüz kilometre yukarıda sürekli yağan enerji yüklü parçacıkların etkileri, uzay aracı tasarımlarını etkiliyor. Ancak, kozmik ışınlar nedeniyle elektronik donanımlarda, özellikle de bellek birimlerindeki hata ve bozulmalar, artık günümüzde otomotiv elektronik sistemlerinin tasarımında bile dikkate alınıyor. Uzay havasının etkileri özellikle yeryüzünden 500-600 kilometre uzaklığa kadar olan uzay ortamında görülüyor. Ortamın fiziksel özelliklerinin değişimi sonucunda oluşan sürtünme, radyo dalgaları yayılımı ve ikincil elektromanyetik etkiler gibi olayları içeriyor.

Güneş enerjisinin bildiğimiz etkileri dışında kalan, % 5'lik bir bölümünün etkileriniyse kestirmek, öngörmek ve anlamak günümüzde hâlâ mümkün değil!

Peki, nedir uzay havası? Günümüzde uzay havasını araştıran alan, Güneş'in etkinlik durumlarının Yer'e yakın uzaya etkilerini inceleyen bilim dalı olarak düşünülebilir. Bu araştırma alanında örneğin Güneş kökenli olan (Güneş fırtınaları gibi) veya diğer kaynaklardan gelen zararlı ışınım ve bunların canlılar ve teknolojik sistemler üzerindeki olası etkileri incelenir. Bu yüzden uzay havasını bu etkileri doğuran nedenlerin bir bütünü olarak düşünmek daha doğru olur.

Hiç şüphesiz uzay havasının en önemli aktörü olan Güneş fırtınaları, manyetosfer (gezegenimizin etrafında Dünya'nın manyetik alanı tarafından kontrol edilen bölge), İyonosfer ve Yer manyetik alanı içindeki fırtınaları da tetikler. Yere yakın uzayın elektromanyetik plazma ortamı olan iyonosferin, 1920'lerin başında keşfedilmesine karşın, elektromanyetik dalgaların yayılımının yasalari 1930'ların başında saptanabildi. Günümüzdeyse birçok uydu, uzay havası konusunda deneysel veri topluyor. Örneğin NASA'nın 2000 yılında fırlattığı IMAGE adlı araştırma uydusu manyetosfer hakkında bilgi toplayan alıcı ve aygıtlar içermektedir.

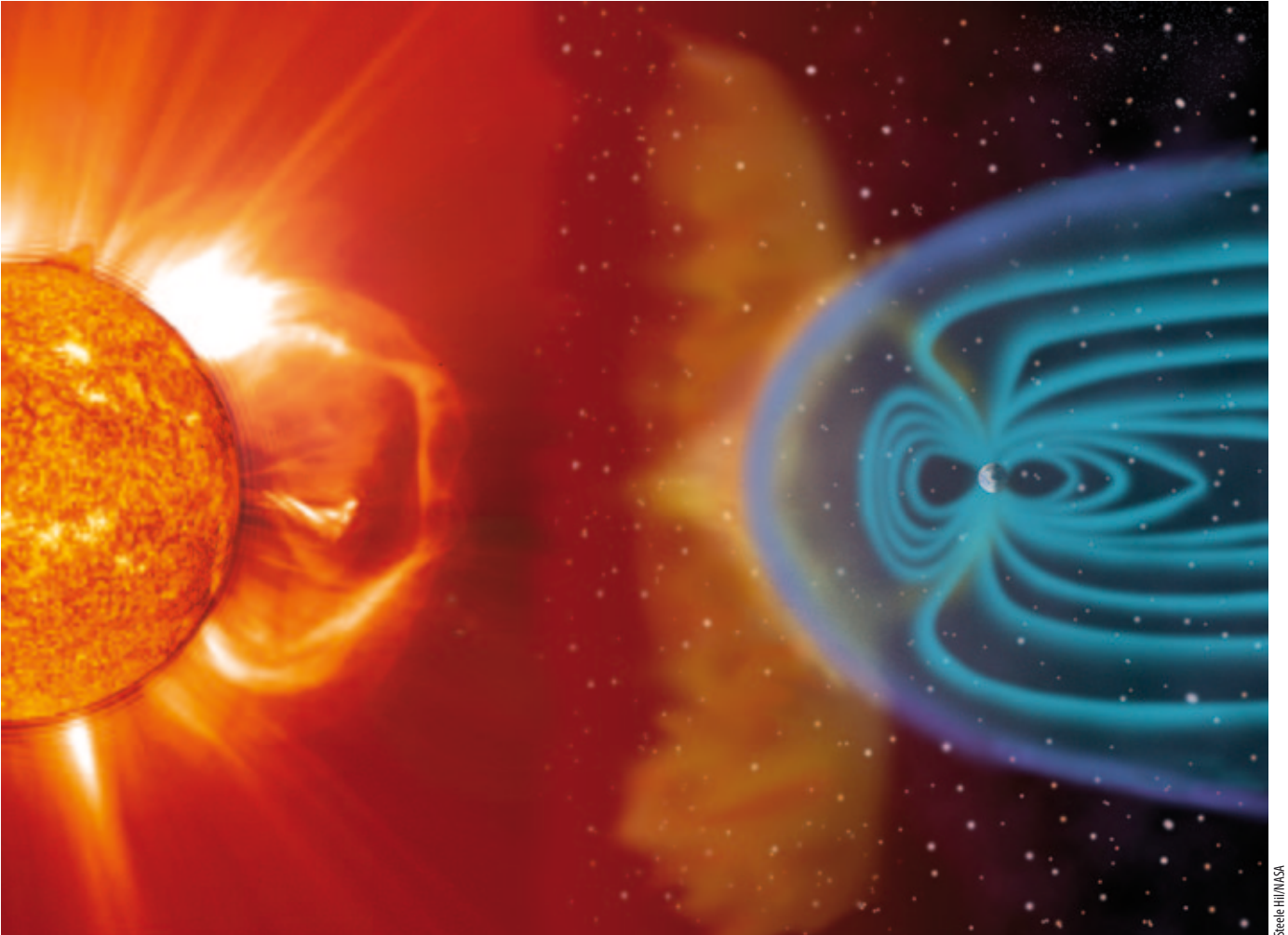
Yer manyetik alan fırtınalarının etkileri, maden ve petrol arama çalışmalarındaki önemli aksaklıklardan göç eden kuşların yön duyularının bozulmasına, iletişim bağlantılarının devre dışı kalmasından uyduların kaybolmasına, tren sinyalizasyonlarının hatalı bilgi vermesinden uçaklarda elektronik sistem arızaları ortaya çıkmasına kadar pek çok alanda görülüyor. Yer'in manyetik alanına bağlı olarak çeşitli ölçümler-

de hatalar yaşanabilir. Örneğin, manyetik alanın petrol aramak için sonda yapan bir matkabın ölçüm sistemi üzerinde yarattığı yanıltıcı etki sonucunda oluşacak küçük açı hatalarının, petrol olduğu düşünülen bir alana doğru binlerce metreye dek açılacak bir sondajda çok büyük sapmalara neden olması mümkün.

Koruyucu Kalkanımız

İlk kez 1600 yılında İngiliz bilim insanı William Gilbert'in da fark ettiği gibi Dünya'mız aslında kocaman bir mıknatıstır. Onun bu mıknatıslılığı sayesinde sahip olduğu manyetik alan, bizi gök ada ve Güneş kaynaklı kozmik ışıklardan bir kalkan gibi korur. Manyetik alan konusunun önemi gelişmiş ülkelerde uzun yıllardır çeşitli çalışmalarla izleniyor. Yönetmenliğini Jon Amiel'in yaptığı ve 2003'te vizyona giren "The Core" (Türkçeye "Kor" olarak çevrildi) filminin baş aktörlerinden biri de bu manyetik alan ve etkileridir. Filmde bir süper güç, Yer manyetik alanının çok büyük bir bölümünü oluşturan mag-

Güneş, Dünya ve Manyetosfer





Galileo Galilei'nin Justus Sustermans tarafından resmedilmiş portresi

manın dönme hareketini değiştirir. Böylece Yer manyetik alanının neredeyse yok olması sonrasında, uzay havasının olumsuz etkilerinin ne kadar yaşamsal olabileceğine dönük öğeler filmde kullanılmıştır. Filmde gerçek ötesi unsurlar ve bilimsel tutarsızlıklar olmasına karşın, özellikle baştaki olayların çarpıcılığı konunun önemine dikkat çeker. Filmin popüler bir Hollywood yapımı olduğu için geniş kitleleri bu konudan haberdar ettiğini düşünebiliriz.

Peki, gerçekte bu koruyucu kalkanımız bizi korumaya her zaman devam edecek mi? Yapılan ölçümler manyetosferik korumanın azalma eğiliminde olduğunu gösteriyor. Ancak bu azalmanın ne zamana kadar süreceğini kestirmek pek de mümkün görünmüyor. Ayrıca manyetik alan vektörlerinin yönleri de zaman içinde değişiklik gösterebiliyor. "Güney Atlantik Anormallığı" olarak bilinen ve merkezi Atlantik Okyanusu üzerinde, Brezilya kıyılarına yakın olarak saptanan bölgenin de batıya doğru hareket ettiği, tespit edilenler arasında.

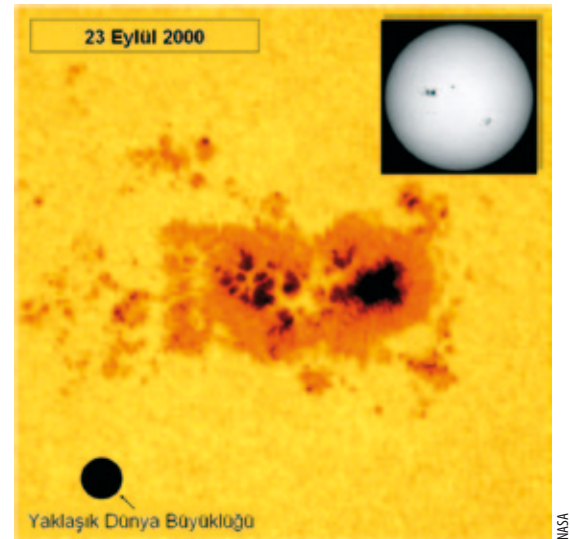
Güneşteki Lekeler ve Güneşin Periyotları

Uzay havasıyla ilgili olarak, Güneş üzerinde oluşan koyu renkteki güneş lekeleri üzerine ilk gözlemler Çinlilere ait. Çinli gözlemciler bu lekeleri gözleyerek o yılki hasat durumu ya da imparatorun geleceğine ilişkin öngörülerde bulunuyorlardı. Yaptığı sistemli ölçümlerle teleskobu gökyüzüne çeviren ilk gökbilimci olan İtalyan bilim insanı Galileo, Güneş lekeleriyle ilgili çalışmasından dolayı engizisyon mahkemesinde

yargılandı. Hristiyanlık'ta, mükemmel bir olgu olarak görülen Güneş'in üzerinde leke olduğunun söylene-meyeceği iddiasıyla da yargılanan Galileo sonunda gözlemlerine ara vermek zorunda kaldı. Güneş'te görülen leke sayısındaki artış ve azalışların izlenmesiyle, Güneş etkinliğinin her 10-11 yılda bir doruğa eriştiğini uzun zamandır biliyoruz. Bir sonraki maksimum ise 2012 civarında bizi beklemekte! Bununla birlikte Güneş'in çok daha uzun olan periyotlarını tam olarak bilmiyoruz. Örneğin, "biz şu sıralar güneşin 300 yıllık büyük maksimumunda mıyız?" sorusu, bilim insanlarınca tartışılıyor. Sorular sadece bununla da bitmiyor. 21. yüzyılda 17. yüzyıldaki gibi güneş etkinliğinde tam bir çöküşe mi tanık olundu? (Astronom Edward W. Maunder'e ithafen "Maunder Minimum" adı verilen dönemde (1645-1718), özellikle Avrupa'da aşırı soğuklarla karşılaşmıştır. "Küçük buzul dönemi" olarak da bilinen bu dönem boyunca normalin çok altında bir sayıda Güneş lekesi gözlemlenmiştir.) Güneş lekelerinin az olduğu dönemlerde gözlenebilen daha yoğun kozmik ışın akımları ve daha büyük güneş parçacıkları olaylarının sonucunda ne oluyor? Sera gazları, üst atmosferi soğutuyor mu? Uzun süreli iyonosfer ölçüm verilerinde gözlenen değişiklikler ve Uluslararası Güneş Fiziği Yılı için Yer'den yapılan sürekli radar ağı (EISCAT) ölçümleri, bu durumu bir ölçüde doğruluyor.

İnsanlar ve Uzay Havası

Günümüzde insanlı uzay etkinlikleri artmış durumda. Uluslararası Uzay İstasyonu, Yer manyetik alanının koruyucu etkisinde olsa da radyasyon ve neden olabileceği DNA bozulmaları ile kanser riskinde artış astronomları doğrudan tehdit eden unsur-



23 Eylül 2000'de gözlemlenen bir Güneş lekesi

lar arasında. Ayrıca Ay ve Mars, Yer manyetik alanının koruyucu kalkanının dışında kalıyor. 1968'de ABD'nin gerçekleştirdiği Apollo projesiyle Ay'a gidilmesi tümüyle bir şans eseri olarak, herhangi bir kaza ve donanım arızası olmadan tamamlandı. O zamanlar uzay havasıyla ilgili bilgiler bugünkü düzeyde olmadığından şans eseri atlatılan tehlikelerin farkına sonradan varıldı. Depremler de Yer'e yakın Uzay'da bazı işaretler veriyor. Örneğin, 1999'da yaşanan Mars'ta depremi de dâhil olmak üzere birden çok deprem örneğinde, Yer'den 200-250 kilometre yükseklikte ölçülmüş olan "iyonosfer kritik frekans değerlerinde" depremlerden bir hafta ila on gün öncesinde, olağan dışı iniş çıkışlar gözlemlendiği uluslararası konferanslarda bildirilmiştir.

Uzay Havası İzleme Merkezi

Türkiye'de Yer manyetik alanıyla ilgili ölçümler Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü'nde (KRDAE) sürekli olarak yapılıyor. Yer manyetik alanı-



KRDAE Astronomi Binası ve gözlem Kubbesi

nın, zamana bağlı olarak düzenli bir değişimi var. Ancak, güneş fırtınaları olduğu zaman bu olağan değişimin üzerinde büyük sapmalar olabiliyor. Örneğin, 27 Ekim 2003 uzay havası olayları sırasında KRDAE manyetik alan kayıtlarını incelediğimizde, iki gün sonra, 29 Ekim 2003'te, bu büyük fırtınanın neden olduğu olağan dışı değişimler açık bir biçimde gözlemlenebildi. Uzay havasının Türkiye üzerine etkilerinin araştırılması ve Türkiye'de uluslararası uzay hava izleme merkezleri ağına dâhil bir merkez kurulmasının önemi açıkça görülüyor. 1940'lı yıllarda ilk olarak ABD'de başlatılan bu çalışmalarla elde edilen veriler, uluslararası veri bankalarında saklanıyor ve paylaşılıyor. Türkiye'de de benzeri çalışmalar yapılabilmesi için bir grup Türk bilim insanı bir araya gelerek Aralık 2007'de Uzay Havası Ulusal Eylem Grubu'nu (UHU-EG) kurdu. Henüz 50 yaşını yeni doldurmuş olan uzay çağında bizim de Yer'e yakın uzayı anlamamız için yapılacak daha çok işimiz var.

Tarihte Uzay Havasının Etkileri

Yüksek enlemler ve özellikle kutup bölgeleri uzay havası etkilerine çok açıktır. Bununla birlikte büyük Güneş patlamalarının etkileri tüm Dünya'da hissedilebiliyor. Örneğin, bazı önemli patlamalar ve sonrasında yaşananlar konunun önemini kavramakta bize oldukça yardımcı oluyor:

Ağustos-Eylül 1859: Bir Güneş patlamasını izleyen ve gözle de gözlemlenebilen büyük bir hale gökyüzünü kapladı. Tüm Dünya'daki telgraf iletişiminde büyük aksaklıklar yaşandı.

Ekim 1935: Radyo yayınlarında yaşanan ve "kısa dalga sönümlenmesi" olarak adlandırılan aksaklıkların büyük Güneş patlamalarından kaynaklandığı fark edildi.

Mart 1940: Kuzeydoğu Amerika'da enerji nakil hatlarında yaşanan problemlerin, Güneş'teki etkinliklerden kaynaklandığı fark edildi. Aynı tarihte, birkaç gün boyunca okyanus aşırı telefon görüşmeleri yapılamadı.

Eylül 1941: Washington DC'de, görülmüş en büyük hale ile eşzamanlı olarak telsiz iletişimi ve pusulalarda yaşanan sorunlar, İngiltere'ye dönmeye çalışan bazı savaş uçaklarının kaybedilmesine neden oldu.

Şubat 1958: Toronto'da elektrik şebekesi tamamen devre dışı kaldı. Okyanus aşırı haberleşme kabloları da aynı Güneş etkinliğinden etkilendi.

Ağustos 1972: Güneş etkinliği Kuzey Yarımküre'deki elektrik şebekelerini etkiledi. Astronotları etkileyecek radyasyon miktarı ölçümleri o kadar yüksek çıktı ki NASA yaklaşan Apollo 17 görevi için fazladan önlemler almak zorunda kaldı.

Mart 1989: Hydro-Quebec enerji şirketi dokuz saat boyunca Kanada'nın Quebec eyaletine elektrik sağlayamadı.

Eylül 1989: Air France havayollarına ait Concorde yolcu uçağı bir Güneş

fırtınası sırasında radyasyon alarmı verdi. Bu olay daha yüksek irtifalarda ve yüksek enlemlerde uçmaya başlayan ticari yolcuların radyasyon tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu ortaya koydu.

Ocak 1994: Çok da büyük olmayan bir uzay fırtınasından sonra, Kanada'nın Anik E2 haberleşme uydusu beş ay boyunca görevini yapamadı.

Temmuz 1998: Mars yörüngesinde araştırma yapmak üzere tasarlanan Nozomi (Umut) uzay aracı Güneş etkinliklerinden etkilendi ve birçok sisteminde sorunlarla karşılaştı. Mars'a ise asla ulaşamadı!

Ekim-Kasım 2003: Büyük bir uzay fırtınaları serisi yörüngedeki tüm uydular için önemli bir tehdit oluşturdu. Bazı operatörler aldıkları hızlı önlemlerle, uydularının en az düzeyde etkilenmesini sağlarken, bazı uydular kaybedildi. Son fırtına o güne kadar kaydedilenlerin en büyüğüydü ve şans eseri yayının Dünya'dan uzak tarafa doğru oldu. Günümüzde büyük hava yolu şirketleri, özellikle kıtalararası ve kutup üstü yapılan uçuşlarda aygırları, görevlileri ve yolcuları kollamak için sürekli radyasyon ölçümleri yapıyor. Çağdaş işletmecilik anlayışında, günlük yaşama ve ekonomiye ilişkin her boyutta, uzay havası gözlemlerine dayalı olarak gereken önlemleri almak çok önemli bir işletme yöntemi. Gelişmiş ülkelerde sigorta şirketleri, uzay aracı ve uçak sigorta primlerini uzay havası ile olası etkileşim senaryolarına göre ayarlıyor. Bu yazının hazırlanmasında özverili katkılarda bulunan Dr. Cevher Levent Ertürk'e teşekkür ederim. Bu yazının hazırlanmasında FP6 ve FP7 COST296, COST724, FP6 SWEETS eylemleri çerçevesinde edinilen bilgi ve deneyimlerden de yararlanmıştı.

Kaynaklar

Carlowicz, M. J. ve R. E. Lopez, *Storms from the Sun*, Joseph Henry Press, 2002.
Odenwald, S., *The 23rd Cycle: Learning to live with a stormy star*, Columbia University Press, 2006.
Bothmer, V. ve I. Daglis, *Space Weather: Physics and Effects*, Springer-Verlag, 2006.

Gombosi, Tamas I., Houghton, John T. ve A. J. Dessler (Yay. Haz), *Physics of the Space Environment*, Cambridge University Press, 2006.
Daglis, I. A. (Yay. Haz.), *Space Storms and Space Weather Hazards*, Springer-Verlag, 2001.