

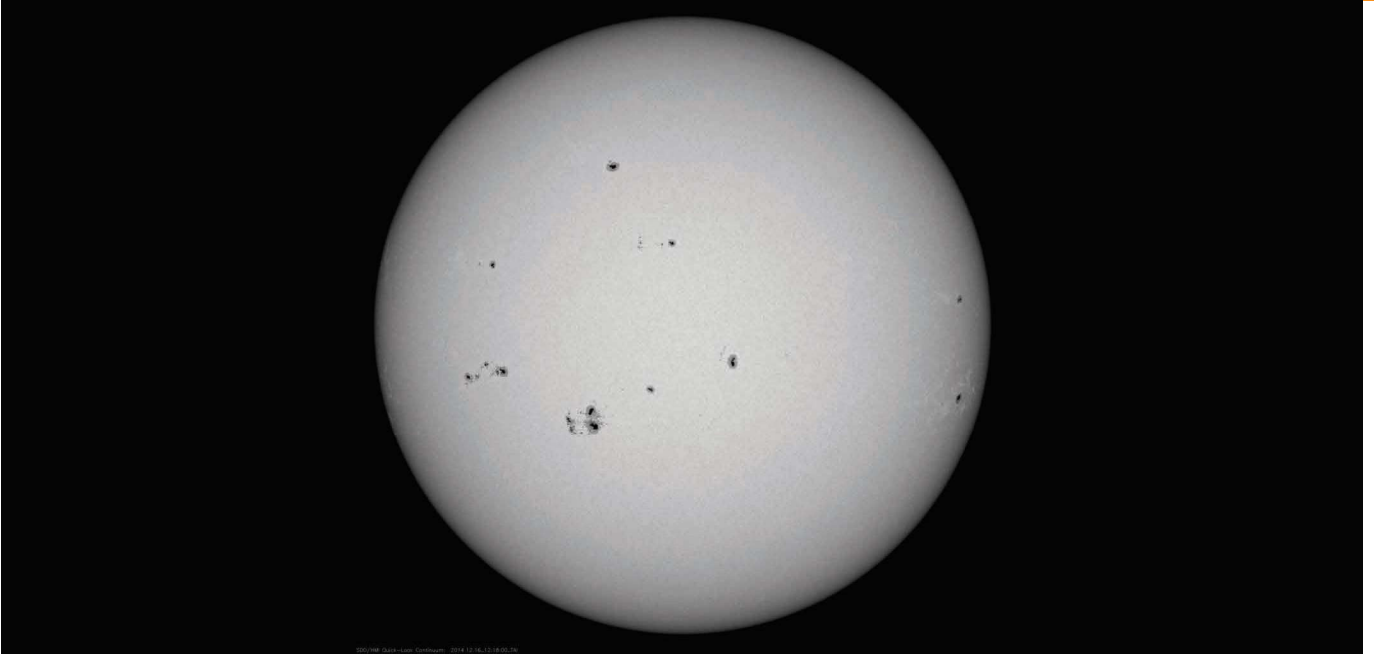
DÜNYA'NIN HAYAT VE ENERJİ KAYNAĞI GÜNEŞİMİZ

Neden o kadar büyük görünüyor? Bitmez tükenmez enerjisini nereden sağlıyor? Ömrü ne kadar? Dünya'yı tehdit ediyor mu? Bu ve buna benzer soruların yanıtlarını aşağıda okurken Güneş'in bizim için ne kadar da vazgeçilmez bir gök cismi olduğunu daha iyi kavrayacağız.

Güneş, Samanyolu Gökadası'nda bulunan yaklaşık 200 milyar yıldızdan sadece biri. Kütle, yarıçapı ve ışıma gücü açısından diğer yıldızlarla karşılaştırıldığında sıradan bir yıldız. Bize yakınlığından dolayı büyük öneme sahip. Güneş, devasa kütesinin çekim gücü ile Sistemin dağılmasını önlediği gibi aynı zamanda Dünyamızın enerji ve ısı kaynağı görevini de üstlenmekte. Bir yıldız olarak bakıldığında ise diğer yıldızlar hakkında bilgi edinmemizi sağlayan tek önemli laboratuvar. Güneş çok aktif bir yıldız değil. Onbir yıllık çevrimsel bir dönemde ışıma gücündeki değişim binde birler mertebesinde. Değişimlerin daha büyük olması şüphesiz Dünya için ciddi tehlikeler yaratabilirdi. Ancak burada Dünyamız için asıl önemli olan çevrim süresince meydana gelen geçici -saniyeler mertebesinde günler mertebesine sürebilen- aktif olaylardır. Özellikle Güneş'ten fırlatılan maddeler Dünya'da birçok olumsuzluklar yaratır. Şanslıyız ki Dünya'nın bir manyetik kalkanı ve zararlı ışınları süzen kalınca bir atmosferi var.

Manyetik kalkan canlı yaşama zarar verecek atomaltı parçacıklardan, atmosfer ise yer seviyesine inebilecek ölümcül radyasyondan Dünya'yı korur. Güneş'in Dünya üzerindeki en belirgin etkilerini; uzayda uydu dışında görev yapan astronotlara, uydunun kendisine, elektrik aksamına, bilgisayarlarına, haberleşmeye, petrol boru hatlarına, elektrik trafolarına, göçmen kuşların göç yollarına, pil takan kalp hastalarına, imalat sırasındaki hassas ölçü aletlerine, yüksek enlemlerden kıtalararası uçan uçaklardaki hamile bayanlara, yeryüzündeki fotosentez olaylarına şeklinde sıralayabiliriz. Bütün bunlara rağmen Güneş, Dünya için yaşam kaynağıdır. O'nun ne kadar önemli bir gök cismi olduğu hiç bir zaman unutulmamalıdır.

Gece gökyüzünde gördüğümüz on binlerce yıldız gibi O'nun da bir yıldız olduğunu biliyoruz. Hâlbuki diğer yıldızlarla karşılaştırdığımızda (*kütle, yarıçap ve ışıma gücü açısından*) pek de öne çıkan bir yıldız gibi görün-



http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/latest/latest_1024_HMI.jpg

müyor. Nedir öyle ise O'nu önemli kılan? Neden o kadar büyük görünüyor? Bitmez tükenmez enerjisini nereden sağlıyor? Ömrü ne kadar? Dünya'yı tehdit ediyor mu? Bu ve buna benzer soruların yanıtlarını aşağıda okurken Güneş'in bizim için ne kadar da vazgeçilmez bir gök cismi olduğunu daha iyi kavrayacağız.

Güneş aslında devasa bir gaz küre. Ancak madde plazma halinde bulunuyor. Yani sıcaklığın yeterli yükseklikte olmasından dolayı Güneş serbest dolaşan yüklü ve yüksüz (elektron, proton ve nötron) parçacıklarla dolu. Fakat her şey öyle bir denge halindeki ne içeri doğru bir çökme ne de uzaya doğru bir dağılma var. İç ve dış basınçlar –*lokal geçici aktif olaylar hariç*- tam bir denge halinde. Astrofizikte bu duruma termodinamik denge denir. Güneş yapısını bozmadan bütünlüğünü devam ettirir. Güneşimizin bu hali yaklaşık 4.5 milyar yıldır sürmektedir. Yapılan teorik hesaplar en az bir o kadar daha ömrü olduğunu göstermektedir.

Güneş, yaklaşık 2×10^{27} tonluk kütlesiyle Güneş Sistemi'nin baş cismidir. Güneş Sistemi dediğimizde, Güneş'in kuvvetli gravitasyonel çekim gücü altında tuttuğu 8 gezegeni, bunların uydularını, milyonlarca irili ufaklı

asteroidi ve çok sayıda kometin oluşturduğu bir sistemi kastediyoruz. Sistem'in toplam kütlesinin % 99.86'sını Güneş tek başına oluşturur. Şu anki teknik imkânlarla Güneş'te 67 kimyasal element belirlenebilmiştir. Güneş kütlesinin % 71'i hidrojen, % 27,1'i helyumdan oluşmaktadır. Ağır elementlerin kütesel miktarı % 2 civarındadır. Bunlardan oksijen, karbon ve azotun miktarları sırasıyla % 0,97 - % 0,40 - % 0,09'dur.

Bu devasa plazma topu 1.400.000 km çapı ve ortalama 150.000.000 km (en yakın olduğunda yaklaşık 147 milyon km, en uzak olduğunda 152 milyon km) uzaklığıyla Dünya'dan bakıldığında uzayda yarım derecelik (Ay'ın açısal çapı kadar) bir açısal çapa sahip. Hâlbuki diğer bütün

yıldızlar birer nokta kaynak olarak görünürler. Güneş'in böyle bir açısal yüzey göstermesi tamamen bize çok yakın olmasından kaynaklanır. Yıldızlarla mukayese edildiğinde Dünya-Güneş arası 1 birim alındığında en yakın yıldız yaklaşık 280.000 kat daha uzakta olmaktadır. Bu şu demektir: Güneş'i bir portakal büyüklüğüne ölçeklediğinizde (yani Güneş'in çapı 10 cm olsaydı) en yakın yıldız 2800 km uzakta olacaktır. Güneş büyüklüğündeki her hangi bir yıldız bu mesafeden Dünya üzerindeki en büyük teleskoplarla bile nokta kaynak olarak görünür.

Manyetik kalkan canlı yaşama zarar verecek atomaltı parçacıklardan, atmosfer ise yer seviyesine inebilecek ölümcül radyasyondan Dünya'yı korur.

Atmosferimizin bozucu etkisinden dolayı yıldızlar hakkında çapsal bilgi elde etmek hemen hemen mümkün değildir.

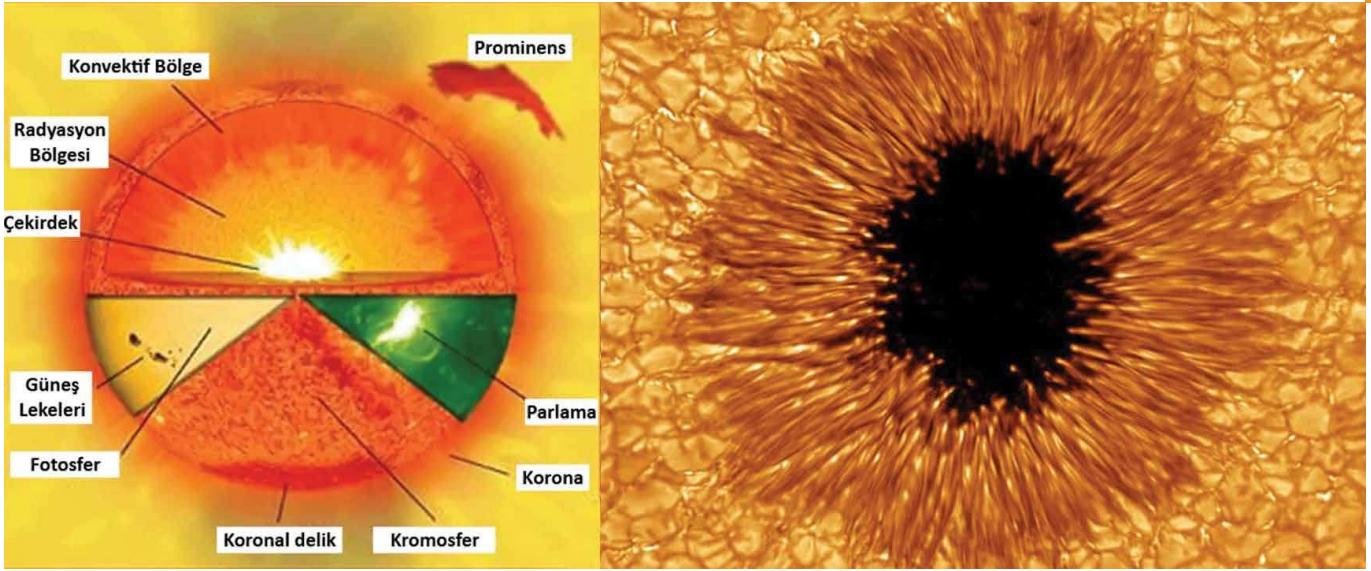
Bazı yıldızlar çok büyük parlaklık değişimi göstermesine rağmen Güneş nispeten sakin bir yıldız. Parlaklık değişimi toplam ışımagücünün binde bir mertebesinde. Değişim miktarı daha büyük olsaydı Dünya için ciddi tehlike yaratabilirdi. Aslında kısa süreli aktif olaylar sırasında çoğumuz pek farkında olmasak da Dünya'da bir dizi olumsuz olay cereyan etmektedir. İlerde bunlara yer verilecektir. Güneş yüzeyinde meydana gelebilecek aktif olayların (patlamaların, uzaya madde atımının) önceden tahmin edilmesi alınacak önlemler açısından çok önemlidir. Hala bu konuda *-tahminler yapılmaya çalışılsa da-* kayda değer bir ilerleme henüz elde edilememiştir. Ancak güneş rüzgârı (Güneş'ten maddenin uzaya kaçması) ve proton yoğunluğu değerleri uydular yardımıyla anlık ölçülmekte, her hangi bir yüksek yoğunluklu parçacık sağanağı olması durumunda SOHO (*Güneş ve Helyosferik Gözlemevi*) uydusu parçacıkların Dünya'ya ulaşmasından bir iki saat önce haber vermektedir.

Modern bilimsel çağın başlamasıyla Güneş'in enerji kaynağının ne olabileceğine dair ilk düşünceler Lord Kelvin ve Hermann von Helmholtz tarafından atılmış olsa bile yaptıkları yaş tayini hesaplarının o dönemde bilinen jeolojik yaştan çok daha küçük çıkmasından dolayı kabul görmemiştir. 1904'de Rutherford'un radyoaktif bozunma önerisinden sonra en önemli katkı Albert Einstein'den gelmiştir. Einstein'ın kütle ve enerji arasındaki bağıntıyı açıklaması, 1920'de Arthur Edington'un Güneş merkezinde hidrojeni helyuma dönüştürecek yeterli basıncın olduğu sonucuna götürmüş, böylelikle merkezde bir nükleer füzyon tepkimesi olabileceği fikri doğmuştur. Nitekim 1930'larda Hans Bethi Güneş'in enerjisini sağlayan termonükleer reaksiyonları hesaplamıştı. Buna göre; hidrojen atomları (protonlar) Güneş'in merkezi bölgesindeki yüksek basınç ve sıcaklıktan dolayı Coulomb bariyerini yenerek kaynaşmakta önce döteryum oluşmakta daha sonra bir dizi reaksiyon sonucu *-arada katalizör bazı atomlar olmak şartıyla-* helyuma dönüşmektedir. Reaksiyona giren dört hidrojen protonu sonuçta bir helyum atomu oluşturmakta ancak dört protonun kütle toplamı helyumunkinden fazla olduğundan bu aradaki kütle farkı Einstein'ın kütle-enerji arasındaki

$E=mc^2$ bağıntısına göre enerji olarak açığa çıkmaktadır. Özetle Güneş, enerjisini merkezi bölgedeki bu termonükleer (atomik) reaksiyonlardan sağlamaktadır.

Güneş'in enerjisinin zamana göre sabit olmadığından bahsetmiştik. Enerjideki bu artış ve eksiliş çevrimsel bir özellik gösterir. Güneş'in üzerindeki farklı fiziksel oluşumlar farklı çevrimsel süreler gösterse de en kabul edilebilir değişim süreci olarak manyetik çevrimi almak uygun olur. Manyetik çevrimin süresi yaklaşık 22 yıldır. Güneş'in manyetik kutupları her 11 yılda işaretini (polaritesini) değiştirir. Aynı polarite işaretini alması için geçen süre 22 yıldır. Diğer en belirgin çevrim güneş leke çevrimidir. Bunun da süresi yaklaşık 11 yıldır. Teleskobun Galileo ve çağdaşları tarafından ilk kez kullanılmaya başlandığı 1610 yılından bu yana tutulan çizimsel leke kayıtlarında çevrimin süresinin bazı dönemlerde 7 yıla kadar düştüğü bazen de 17 yıla kadar uzandığı görülür. Bazen de Maunder Minimumu adı verdiğimiz 1645-1715 yılları arasında olduğu gibi lekeler çevrimsel bir davranış göstermez. Bu değişimlerin Güneş'in iç kısmında oluşan dinamo mekanizmasının bilmediğimiz bazı nedenlerden dolayı farklı çalışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak bu dönemlerde Dünya ikliminin değiştiğini biliyoruz. Örneğin yukarıda bahsedilen 1645-1715 yıllarında Avrupa, küçük buzul çağı olarak da adlandırılan, çok soğuk bir dönemden geçmiştir.

Güneş'in üç atmosfer tabakası vardır (Şekil 1). Her bir tabakanın farklı fiziksel özellikleri bulunmakla beraber farklı yapıları da vardır. Bu yapıların zamanla değişimlerine baktığımızda aynı çevrimsel süreleri görmekteyiz. En alttaki fotosfer (ışık küre) tabakasında güneş lekelerinin yanı sıra özellikle güneş disk kenarında iyi görülen meşale alanlarında, fotosferin hemen üstündeki kromosfer tabakasında hidrojen ve kalsiyum elementlerinin oluşturduğu yapılarda, gene aynı bölgede ipliksi filament yapılarında, en üstte korona tabakasında özellikle x-ışın parlak noktalarında hep bir çevrimsel özellik görmekteyiz. Güneş'in genel manyetik alanı 1 Gauss iken bu alan lekelerde 3-4 bin Gauss, filamentlerde 50-100 Gauss kadar olabilmektedir. Manyetik alanın ortaya çıkış sebebi Güneş yüzeyinin diferansiyel dönme göstermesine ve bunun derinlikle değişen dönme hızıyla etkileşmesine bağlanmaktadır.

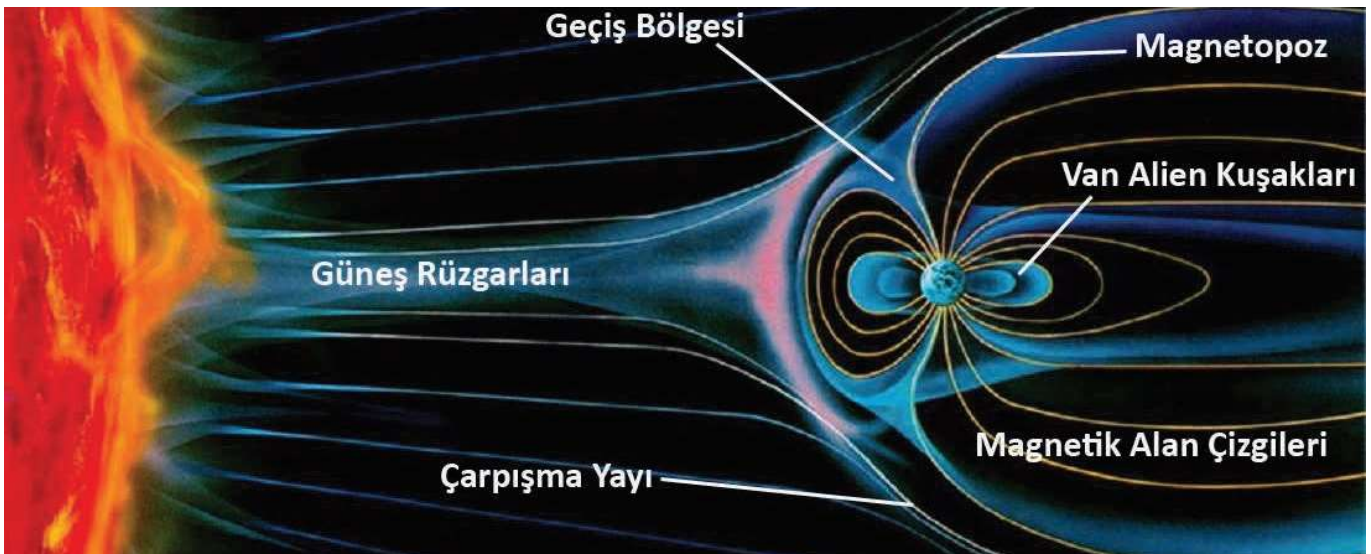


Şekil 1. Solda, Güneş'in atmosfer tabakalarının temsili resmi ve sağda fotosfer tabakasındaki Güneş lekesi görülmektedir.

Güneş aktivitesi adını verdiğimiz bu çevrimsel süreç içinde atmosfer tabakalarında bir dizi yerel kısa ömürlü (birkaç dakikadan birkaç saate hatta aya kadar uzanan) aktif olaylar cereyan etmektedir. Bunlardan en önemlisi kromosfer tabakasında meydana gelen güneş parlamalarıdır (patlama da diyebiliriz). Bir güneş parlaması sırasında uzaya milyarlarca ton, içinde x-ışın enerjili foton barındıran taneciklerle beraber çok sayıda yüksek enerjili parçacıklar da fırlatılır. X-ışınlarını *-ışık hızıyla gelmelerinden dolayı-* olaydan yaklaşık 8 dakika sonra görmemize rağmen yüksek enerjili yüklü parçacıklar hızlarına bağlı olarak bir iki gün içinde Dünya çevresine

gelirler. Yakın uzay çevresinin havasını bozarak birçok olumsuz olaya neden olurlar. Neyse ki uzaydan canlı yaşamı yok edebilecek düzeyde gelecek tehlikelere karşı Dünyamızın iki önemli koruyucu kalkanı vardır.

Bu koruyucu kalkanlardan birincisi yer atmosferidir. Atmosfer, Güneşten gelen öldürücü düzeydeki X-ışın radyasyonunun ve morötesi ışınımın yer (deniz) seviyesine inmesini engeller. Yüksek enerjili fotonlar (ışık) atmosferik moleküllere çarparak soğrulur ve enerjilerinin büyük bir kısmını kaybederek biyolojik tahribata izin vermeyen uzun dalgaboylarında yayınlanırlar. İkincisi man-



Şekil 2. Güneş, Dünya ve manyetik kalkan.

yetosferdir. Manyetosfer Güneş'ten gelen yüksek enerjili yüklü parçacıkların Dünya'ya girmelerine izin vermez ve canlı organizmaların zarar görmesini engeller.

Kuvvetli bir güneş parlamasını takip eden günlerde çok yoğun olan atomik parçacık akımı Dünya'nın açık manyetik alanlı kutup bölgelerini zorlar ve içeri sızarlar (Şekil 2.) Bu hızlı ve yüksek enerjili elektronların atmosferdeki atomlara ve moleküllere çarpması sonucu atmosferde



Şekil 3

yeşilimsi ve kırmızımsı renkler oluşur. Açık bir gecede yüksek enlemlerde bu olayı gözle görmek mümkündür. Kutup ışığı, kutup tanrı veya "*aurora borealis*" adı verilen bu ışıklar yaklaşık 100 km'lik bir yükseklikte oluşmaktadır. Kuzey yarımküreden görülenlere Kuzey Kutup Işıkları (*aurora borealis*), Güney yarımküreden görülenlere de Güney Kutup Işıkları (*aurora australis*) adı verilir (Şekil 3.). Auroranın yeşil ışığı bilinen hiçbir elementle uyum göstermediğinden bilimadamlarını uzun süre hayretler içinde bırakmıştır.



Şekil 4. 12 Ocak 2011 Çarşamba, 22:15:18, 22:04:46

Daha sonra bu ışıklara çok seyrek üst atmosferdeki oksijen atomlarının bulunduğu bazı özel şartların sebep olduğu anlaşılmıştır. Daha nadir görülen kırmızı ışıklara ise gene elektronların oksijen atomlarına fakat çok daha yüksek tabakalarda çarpması neden olmaktadır. Süleymaniye Vakfı ekibiyle kutuplarda namaz vakitlerinin belirlenmesi amacıyla Norveç'e yapılan bir gezide 11 Ocak 2011 gecesi Şekil 3'de görülen bir Aurora olayına şahit olunmuştur.

Bir manyetik fırtına sırasında Dünya'nın manyetik kutupları değişebilir, bu sırada göç yolunda olan göçmen kuşlar yollarını şaşırabilir.

Güneş parlamaları sonucu yakın dünya çevresine gelen yüklü enerjili parçacıkların yol açtığı veya açabileceği olaylara bakacak olursak şüphesiz ilk akla gelen uzayda uydu dışında görev yapan astronotlar olur. Her ne kadar koruyucu elbiseler giyseler bile ölümcül radyasyonun etkisine maruz kalabilirler. Güneş'te olabilecek parlamaların önceden tahmini bu açıdan çok önemlidir. Ayrıca gezegenler arası insanlı yolculukları Güneş etkinliğinin minimum olduğu döneme göre planlamak gerekir. Aynı tehlikeler uydu içindeki astronotlar için de geçerlidir. Manyetik kuşak içinde emniyetli olarak düşünülen bir bölgede olsalar bile Güneş rüzgârı ile gelen parçacık akıntısı sırasında Güneş yönünde 10 Dünya çapına kadar uzanan manyetosfer sıkışır ve uydu kuşağın dışarıda kalarak şiddetli radyasyona maruz kalabilirler. Bu tür durumlara önceden tedbir almak lazımdır.

Bir manyetik fırtına sırasında Dünya'nın manyetik kutup noktaları az da olsa yer değiştirebilir/kayabilir, bu sırada göç yolunda olan göçmen kuşlar yollarını şaşırabilir. Geçmişte örnekleri çok olan bu tür olaylarda onbinlerce göçmen kuşun telef olduğu bilinmektedir. Ayrıca, bu tür bir olay sırasında kıtalar arası uçuş yapan uçakların çok dikkatli olmaları gerekir. Özellikle içeri sızabilecek yüksek radyasyon dozunun hamile bayanlar üzerinde olumsuz etkileri olacağı açıktır. Son yıllarda büyük hava şirketleri uzay hava tahmin raporlarına göre bu uçuşlarının rotasını belirlemektedirler. Gene bu tür bir manyetik alan sapması sırasında üretilecek elektrik ve manyetik alan ölçen aletlerle yapılacak kalibrasyonların yanlış sonuçlar vereceği üretici firma tarafından bilinmesi çok önemlidir.

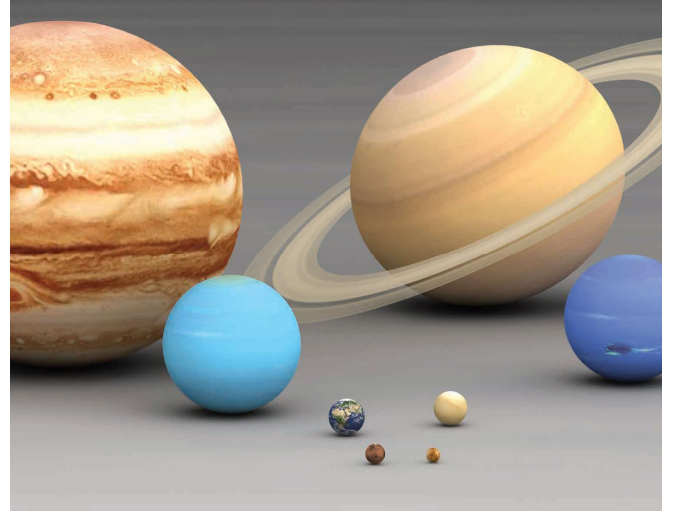
Güneş etkinliğinin bir diğer etkisi de bitkiler üzerinedir. Etkinliğin maksimum olduğu dönemlerde Dünya'ya kadar uzanan Güneş'in manyetik kuvvet çizgileri uzayın farklı bölgelerinden gelen kozmik ışınların Dünya'ya girmelerini nispeten engellerler. Bu durumda bitkilerin CO₂ 'e çevirerek kullandıkları, kozmik ışınların atmosferdeki azot ile etkileşmesi sonucu oluşan radyo aktif C¹⁴ izotopu azalmış olur. Bu etki ağaç halkalarında çok iyi görülebilmektedir.

Güneş etkinliğinin özellikle kısıdalga radyo yayınları üzerine önemli etkisi vardır. Enerjitik fotonlar Dünya atmosferinde radyo yayınlarını sağlayan yansıtıcı tabaka iyonosferin geçici olarak yapısını bozar. Tabakanın yüksekliğinin değişmesi yayını alan dinleyicilerin kapsama alanı dışında kalmasını sağlayabilir. (1980'li yılların başında bizzat kendim böyle bir olaya şahit oldum. Zaman sinyallerini aldığımız BBC'nin özel bir frekanstaki yayını böyle bir güneş parlaması sırasında yaklaşık 2 saat kadar kesildiğine şahit olmuştuk.)

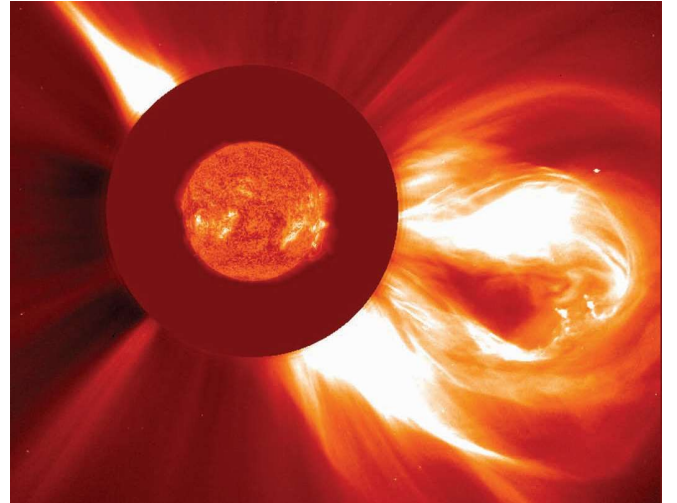
Güneş'in elektrik santralleri üzerine etkisi olduğu bilinmektedir. 1989 yılında Kanada'da Quebec elektrik santralının bu tür olaydan çöktüğü hala akıllarda. Ayrıca, yer yüzeyine kadar inen elektrik akımlarının açıktan giden petrol boru hatlarına ciddi zararlar verdiği de bilinmektedir.

Güneş ışınlarının her ne kadar D vitamini açısından insanlara yararı olsa da, güneşin nispeten dik geldiği dönemlerde -özellikle yazın- öğle saatlerinde uzun süre güneşte kalmanın insan cildine zarar verdiği tıbben de bilinmektedir. Böyle bir durumun bazı hassas ciltlerin cilt kanserine yakalanma riskini arttırdığı bir gerçek. Kuvvetli bir güneş parlaması sırasında enerjitik fotonların yer seviyesine kadar sızacağı göz ardı edilmemelidir. Bu tür olaylar sırasında halkın mutlaka radyo televizyon gibi yayın organlarından uyarılmaları gerekir. Hatta günümüzde cep telefonlarına mesajlar atılmak suretiyle bu bilgi insanlara ulaştırılabilir.

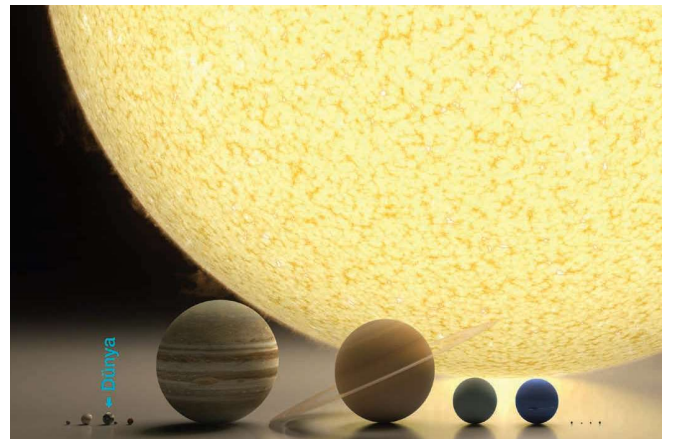
Güneş, Dünya için yaşam ve ısı kaynağıdır. O'nun ne kadar önemli bir gök cismi olduğunu hiç bir zaman unutmamalıyız.



Gezegenerin büyüklüklerinin karşılaştırılması



Güneş'ten kütle atımı. Merkezdeki Güneş resmi (He II 304 A) montajdır. SOHO'daki LASCO C2 koronografisi ile alınmıştır.



Güneş ve gezegenlerin büyüklük karşılaştırması