



Güneş Fiziği: Güneş Rüzgarları

Ele alacağımız konu; tamamen bizim yıldızımız Güneş'le, yani Güneş fiziği ile alakalı. Güneş fiziği, yıldızımızın herhangi bir süre içerisinde uzayda nerede olduğuna değil, sadece yapısına ve işleyişine odaklanır.

Yıldızları ve Güneş'i bize gönderdikleri ışınımalar sayesinde anlayabiliyor ve inceleyebiliyoruz. Bu ışınımları tüm dalga boylarındaki elektromanyetik spektrum olarak ele alabiliriz.



Yıldızlardan hemen her dalga boyunda ışık yayılır. Elektromanyetik spektrum denilen bu dalga boyu aralığının gözlerimizle sadece çok küçük bir bölümünü görebiliriz.

Güneş, çevresine büyük miktarda enerji saçan bir yıldızdır ve saçtığı ışınımın hemen hemen tümü, yıldızın dış tabakalarından, yani atmosferinden gelir. Ancak, Güneş de dahil tüm yıldızlar akışkan bir gaz küresi oldukları, sert bir yüzeyleri bulunmadığı için, atmosferin sınırlarını kesin olarak belirleyemeyiz.

Güneş'i oluşturan tabakalar dört ayrı bölümde incelenir. Bunlar iç küre, fotosfer (ışık küre), kromosfer (renk küre) ve son olarak koronadır (taç küredir). İç küre, Güneş'in iç yapısıyla ilgilidir ve kendi içinde başka alt katmanlar halinde incelenir. Fotosfer, kromosfer ve korona ise kabaca Güneş'in atmosferini olarak nitelenebilirler.



Güneş atmosferi olarak nitelenen bölge; Fotosfer, Kromosfer ve Korona...

Güneşe bakıldığında disk şeklinde görülen tabaka fotosferdir. Fotosfer katmanında %74 civarında hidrojen, %25 helyum, geriye kalan %1 lik kısımda ise karbon, oksijen, demir, kükürt ve neon gibi elementler bulunur. Bu elementler bize Güneş'in aslında birinci nesil bir yıldız olmadığını, bir yıldızın ölümü sonucu oluşan ikinci nesil bir yıldız olduğunu gösteriyor. Bununla ilgili bilgiyi [yıldız oluşumları](#) ve [ölümleri](#) makalelerimizi inceleyerek detaylı bir şekilde öğrenebilirsiniz.

Atmosferden yayılan ışığın spektrumunda fotosferin payı büyüktür. Spektrumdaki siyah çizgiler fotosfere nazaran daha soğuk olan bir üst tabaka aracılığıyla ortaya çıkar. Fotosferin etrafında nispeten daha dar bir tabaka olan kromosfer ise, spektrumundaki parlak çizgilerin kaynağıdır. Yine aynı şekilde kısa dalga boylu ışınların spektrumundaki parlak çizgiler atmosfere aittir. [Röntgen \(X\) ışınlarının](#) kısa dalgalı olanları fotosferden gelirken, kromosfer tabakasına geçildiğinde uzun dalga boylarının etkisi artar. Yani kromosfer hem çok kısa dalga boyları hem de radyo dalgalarını meydana getirmektedir.



Güneş'in korona tabakası, Güneş tutulmaları sırasında yıldızımızın güçlü ışığı Ay tarafından perdelendiği için rahatlıkla gözlemlenebilir. Bu bölgeyi, Güneş'i perdeleyen özel teleskoplar kullanarak da gözlemleyebiliyoruz.

Güneş'te, yüzeyden iç kısımlara yolculuk yaptığımızda sıcaklık ve basınç artar ve yıldızın kütesinin büyük bir kısmını oluşturan "iç küre"ye ulaşılır. Yıldızın çekirdeğinde meydana gelen ışınım, iç kürenin tabakaları arasında bir yutulup bir yayılarak ilerlemeyi sürdürür. Dış tabakaların yaptığı emisyon ([kara cisim ışıması](#) gibi düşünebilirsiniz) Güneş yüzeyinden dışarı çıkar ve uzaya yayılır.

Güneş faaliyetlerinin tümü, daha doğrusu görebildiğimiz tüm faaliyetler iç kürenin en dışındaki bölgeye aittir. Güneş ışığının yüzeye ulaşma süreci hakkında daha kapsamlı bilgi almak için [bu yazımızı](#) okumanız faydalı olabilir.



Dünya'da alışkın olduğumuz atmosfer kaynaklı rüzgar, Güneş Sistemi içinde de söz konusudur. Güneş'in muazzam büyüklükteki atmosferi Dünya dahil tüm gezegenleri içine alır ve bu atmosferde güçlü Güneş rüzgarları eser.

Son birkaç yüzyılda, bilgi birikimizin artması ve bilimsel düşüncenin tabana yayılması sayesinde, gezegenimiz hakkında birçok soru sormaya ve bu soruları

cevaplamaya başladık. Hatta bununla yetinmeyip, soruların aynılarını önce Güneş, sonra yıldızlar için sormaya başladık. Birçok sorunun cevabı aynı olamamakla birlikte, bazı sorularda aynı cevapları alabildik.

Bu sorulardan biri de **“Yıldızlarda rüzgarlar eser mi?”**

Basit ama bir o kadar da ilginç bir soru. Dünya’da gerçekleşen bu olay acaba yıldızlarda gerçekleşiyor mu? Yoksa rüzgar oluşumları sadece gezegenlere özgü bir olay mı? Cevabı basit ama açıklaması zor bir konu bu! Evet, rüzgar oluşumu yıldızlarda gerçekleşir, fakat biçim olarak Dünya’daki rüzgarlara benzemez. *Yıldız rüzgarları*, yıldızlarda bulunan elektron, proton ve ağır metallerinin (*astronomide hidrojen ve helyum dışındaki her şey metaldir*) atomlarını hızlı bir şekilde yıldızlardan fırlatılmasıyla gerçekleşir. Bu rüzgarlar kimi bölgelerde saniyede onlarca kilometre, kimi yerlerde ise saniyede binlerce kilometre hıza ulaşır.



Güneş de bir yıldız ve evet, yıldızımızda da yukarıda bahsettiğimiz rüzgarlar oluşuyor (*öyle ki, aslında biz diğer yıldızlar hakkında bilgi edinmek için önce Güneş’i inceliyoruz*). Hissetme konusuna gelmeden önce biraz Güneş’te gerçekleşen bu rüzgarlardan bahsedelim:

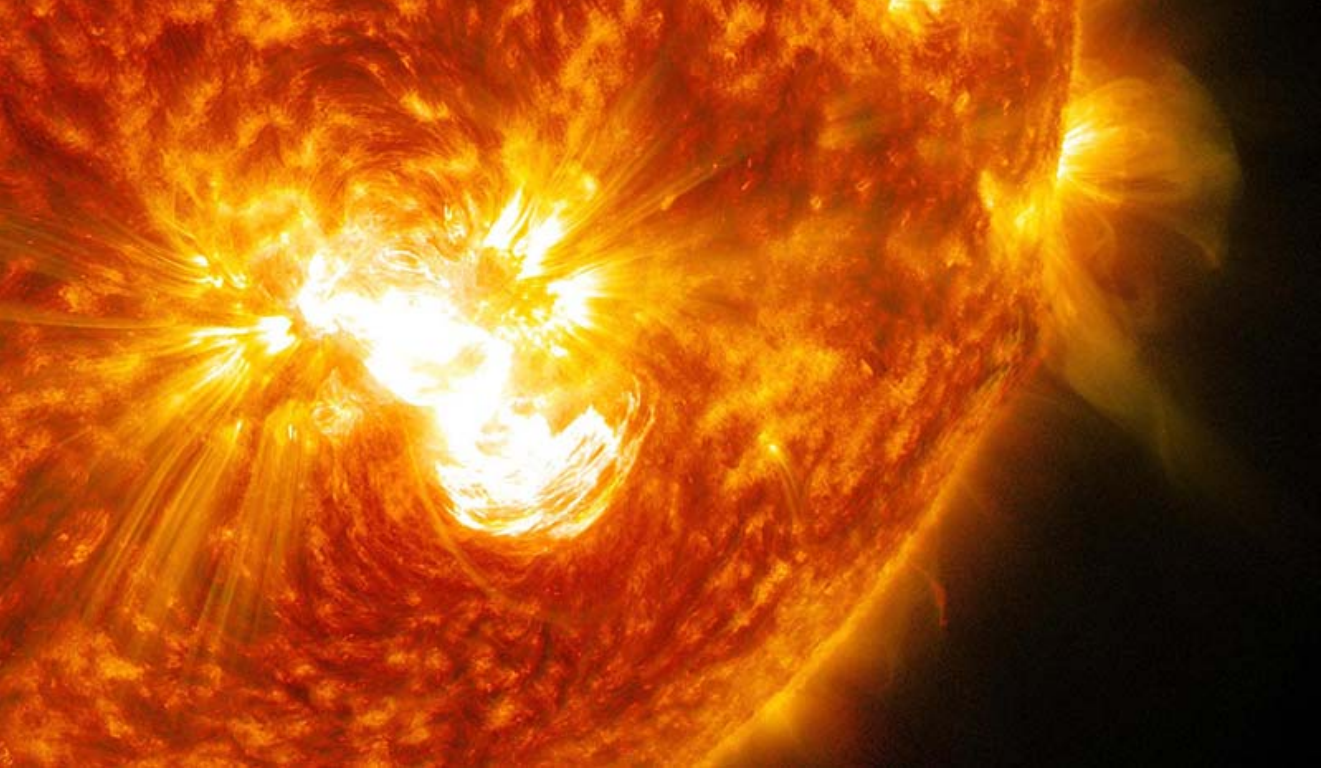
Sıcaklık yüksek olunca, gerçekleşen iyonizasyon fazla olur ve korona bölgesi sürekli genişler. Böylece iyonize gazda bir akım meydana gelir. Güneş rüzgarları Güneş’in en üst katmanlarından salınan plazma akışı ile gerçekleşir. Güneş’te gerçekleşen bu rüzgarların hızı saniyede 300 ila 700 km arası değişmektedir.

Ek Bilgi: İyonizasyon, atomların ve parçacıkların elektrik yüküne sahip olmasıdır. Bu konu hakkında daha fazla bilgi için maddenin plazma halini anlattığımız [şu yazımıza](#) göz atmanız faydalı olur.

Güneş, genellikle 1.5 keV (*kilo elektron volt*) ile 10 keV arasında enerjiler ile daha çok elektron, proton ve alfa parçacıklarını oluşturur ve bu parçacıkları evrene yollar. Her yıldızda olduğu gibi Güneş’te de gerçekleşen parçacık akımları, zaman içinde yoğunluk, sıcaklık, rüzgarın hızı gibi etkenlere bağlı olarak değişim gösterir.

Güneş, Güneş rüzgarları ile her saniye 1 milyon ton kütle kaybeder. Bu kaybolan kütlenin sabit olduğunu düşünürsek, yaklaşık her 150 milyon yıl içinde, toplamda

1 Dünya kütlesine eşdeğer Güneş malzemesinin uzay boşluğuna saçıldığını görürüz. Ancak, yıldızımızın kütlesi akıl almayacak kadar büyük olduğundan, doğduğu günden bugüne geçen 5 milyar yıl içinde kütlesinin sadece on binde birini Güneş rüzgarları yoluyla kaybetmiştir. Önümüzdeki birkaç milyon yıl içinde bu kayıp miktarı artacak olsa da, ömrünün sonuna kadar Güneş rüzgarları yoluyla kaybedeceği kütle miktarı, yıldızımız için hiçbir zaman önemli bir düzeye ulaşmayacaktır.

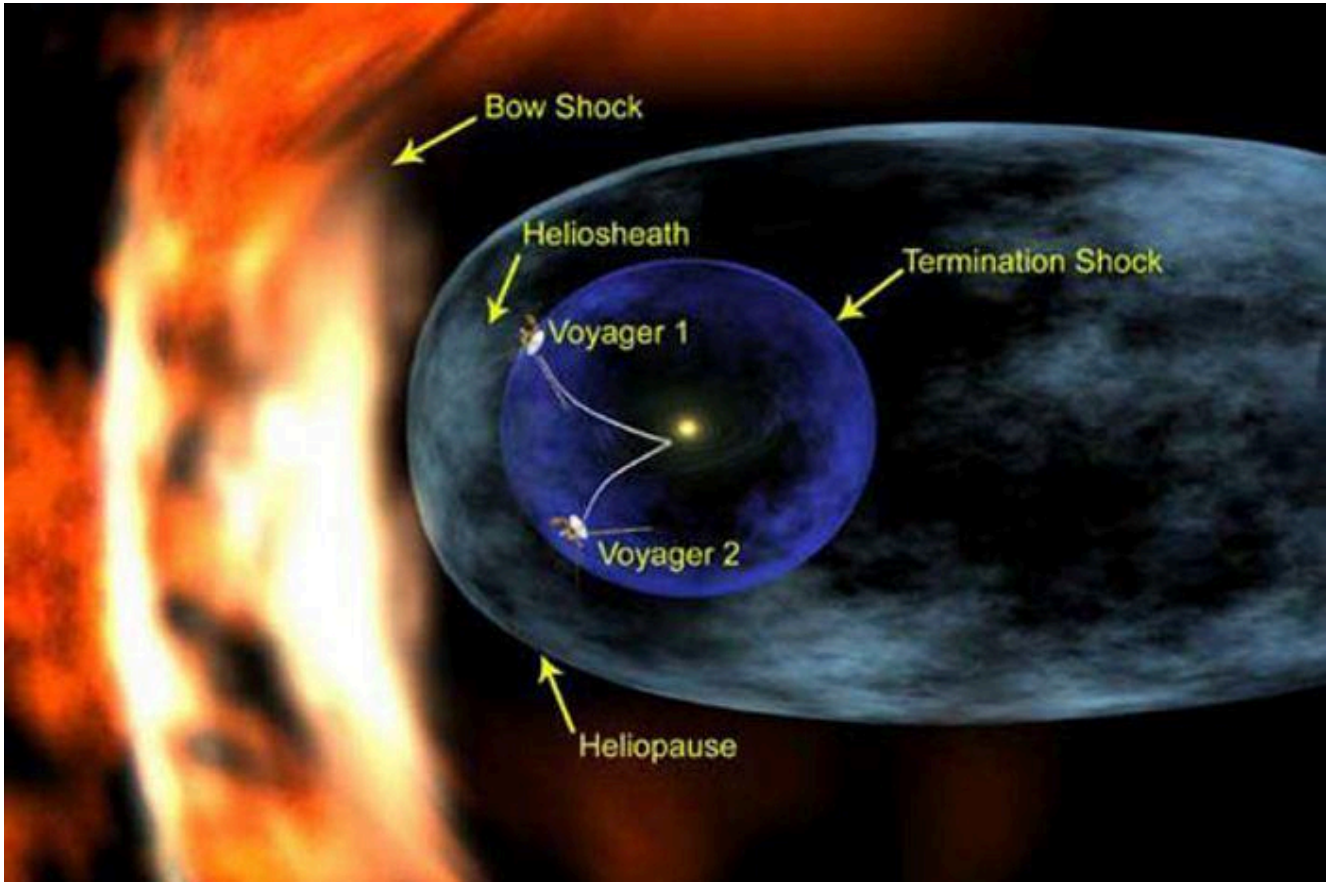


Güneş rüzgarı, Güneş üzerinde açık manyetik alan çizgilerinin bulunduğu koronal delikler boyunca uzaya saçılır. Bu koronal deliklerde meydana gelen kütle emisyonuna, "Koronal Kütle Atımı (*Coronal Mass Ejections-CMEs*)" denir. Koronal Kütle Atımları (*CMEs*) ve Güneş püskürmeleri genel olarak, fotosferin yarı durgun olan manyetik alanı ile Korona arasındaki manyetik enerjinin ani olarak salınması ile gerçekleştiği düşünülmektedir. Bu hipotez "Depolama-Serbest bırakma" olarak adlandırılır (*Chen, 2001*). Bu CME'leri açıklayan yeni bir teoridir (*Hanslmeier 2004*).

İşte bu oluşan Güneş rüzgarları Güneş Sistemi boyunca hakim bir parçacık esintisi oluşturur. Gerçekte bu esinti o kadar kuvvetlidir ki, gezegenlerin atmosferlerini dahi süpürebilecek güçtedir. Gücü uzaklığa bağlı olarak düşse de, onlarca milyar km boyunca sistemimiz üzerinde etki sahibidir. Heliyopoz'un (*Güneş rüzgarlarının etkisini yitirdiği bölge*) konumunun Güneş'ten 130 - 170

AB'lik bir uzaklık aralığında ($1 AB = 150 \text{ milyon km}$) olduğu düşünülmektedir. Bu bilgi, Voyager 1 ve 2 araçlarının rastladığı 3 kHz'lik elektromanyetik atımlar yolu ile gözlenmiştir (Hanslmeier 2004).

Güneş'te gerçekleşen parçacık akımları, elektromanyetik olaylardan ve yüksek sıcaklıktan ötürü kazandığı yüksek enerji ile Güneş'in çekiminden kaçabilecek kaçış hızının üzerine çıkarlar. Bu rüzgarlar 'heliosfer' olarak bilinen bölgede muazzam hacimli bir kabarcık şeklinde yıldızlar arası ortama karışırlar.



Güneş rüzgarlarının yoğunluğu, Dünya ile Güneş arasındaki mesafenin karesi oranında azalır. Güneş rüzgarı yeteri kadar bir mesafe aldığıında Güneş'in manyetik alanı ile yıldızlararası manyetik alan sınırını oluşturan sınır ile karşılaşır. Bu sınır, tıpkı Dünya'nın manyetik alanının sınırı belirleyen "manyetopoz" gibidir.

Şimdi Güneş rüzgarlarının etkili olduğu alanın yapısına kabaca bir göz atalım:

[Güneş'ten yayılan](#) yüklü parçacıklar ve atomlardan oluşan Güneş rüzgarı, Güneş'in hareket yönünün tersine uzanan damla şekilli *heliosphere* (heliosfer = günküre) denilen düşük yoğunluklu bir ortam oluşturur. Bu parçacıklar yaklaşık 400 km/sn gibi süpersonik bir hızla hareket ederler. Fakat güneşten 90-100 AB ($1 ab = 150 \text{ milyon kilometre}$) kadar uzaklıkta artık yavaşlayarak ses altı hıza

düşerler. Parçacıkların ses altı hıza düştüğü bu bölgeye *termination shock* (sonlandırma şoku) ismi verilir.

Helyosfer'in bu sonlandırma şoku sınırı ile yıldızlararası ortamdan gelen rüzgara yenik düşüp "durduğu" durgun bölgeye kadar olan alana *heliosheath* (gündurgun) adı verilir. Bu alanda, Güneş rüzgarı ses altı hızda yoluna devam eder, yaklaşık Güneş'ten 130-150 ab uzaklıkta ise yıldızlararası rüzgarın gücüne yenik düşerek tamamen durur. Güneş rüzgarlarının tamamen durduğu bölgeye de "*heliopause*" (Heliyopoz) deniliyor.

Heliosfer

Güneş Sistemi'ni, yıldızımızdan kaynaklı yüklü parçacıkların (Güneş rüzgarı) bir kabarcık şeklinde sardığı, yıldızlararası ortamdan bizi ayıran bölgedir. Ayrıca heliosfer Güneş sistemini yıldızlararası ortamdan izole eden katmandır. Biliyoruz ki yıldızlararası ortamda gaz ve toz bulutları ile, diğer yıldızlardan kaynaklanan kozmik ışınlar vardır. İşte heliosfer bizi bu ortamdan izole ederek bir anlamda steril bir bölge oluşmasını sağlar. Fakat Güneş'ten yayılan yüklü parçacıklar da en az yıldızlararası ortamdakiler kadar tehlikelidir. Dolayısıyla bahsettiğimiz steril ortam, bir koruyucu kalkan olarak nitelenemez. En nihayetinde yeryüzündeki yaşamı koruyan ana faktör Güneş'in heliosferi değil, Dünya'nın manyetik alanıdır.



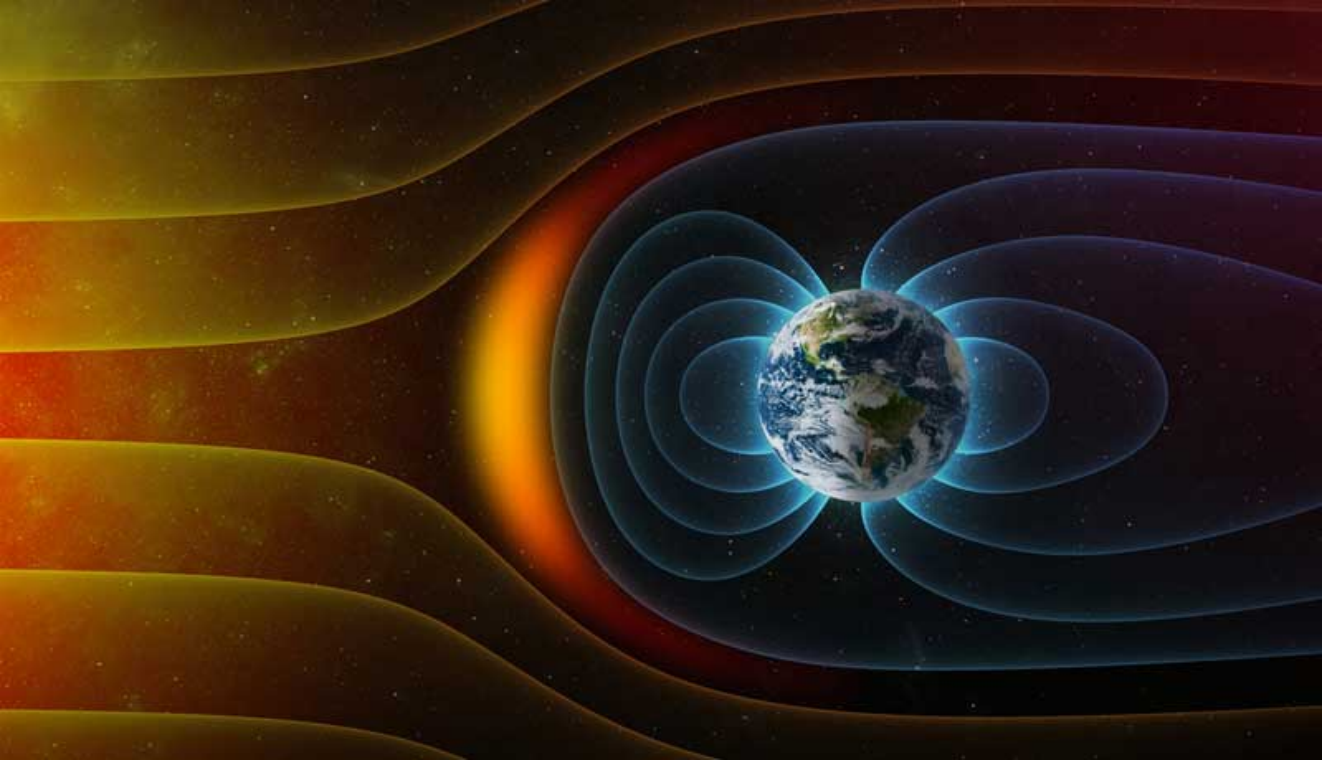
Heliosfer, Güneş'in yıldızlararası ortamdaki hareket yönüne göre ön taraftan dar, arkaya doğru uzayan bir damla şekli alır.

Dünya'yı göktaşlarından koruyan atmosfer gazlarının yanı sıra, bizi daha büyük etkilerden -Güneş rüzgarlarından- koruyan ve gezegenimizi saran az önce de belirttiğimiz bir manyetik alan mevcuttur. Manyetik alan tanım olarak; hareketli ve elektrik yüklü atom altı parçacıkların (*elektron, proton.. gibi*) manyetik güç etkisinde kaldığı boşluktur. Nötronlar gibi yüksüz parçacıklar hiçbir zaman manyetik alandan etkilenmezler. Yüksüz parçacıklardan korunmamızı sağlayan şey, atmosferimizdir. Yeryüzünün manyetik alanı gezegenimizin sıvı dış çekirdeğinin sahip olduğu akışkan özellik ve gezegenimizin dönüşü sayesinde oluşmaktadır.

Dünya'nın Manyetosferi

Dünyanın manyetik alan çizgileri bir çubuk mıknatısınki kadar simetrik değildir. Yukarıda görüldüğü gibi güneşten akıp gelen alan çizgileri dünyanın manyetik kuyruğunu oluştururken, Güneş rüzgarları alan çizgilerinin sıkılaşmasına sebep olur.

Manyetosfer (dünyanın manyetik alanı) uzay boşluğunda Güneş yönünde yaklaşık 80 km'den 60.000 kilometreye kadar, kuyruk kısmı ise Güneş'in aksi yönde 300.000 kilometre uzağa kadar uzanır. Güneş sistemindeki gezegenlerin manyetik alan güçleriyle, kendi eksenleri etrafındaki dönüş hızları arasında bir orantı vardır. Merkür, Venüs, Dünya, Mars gezegenlerinin manyetik alanları zayıftır. Başka bir deyişle kendi eksenleri etrafındaki dönüş hızları düşüktür. Örneğin dünyamız kendi eksenini etrafında 1.600 km/s hızla dönmektedir.



Dünya'nın manyetik alanı ve Güneş rüzgarları ile etkileşimi.

Ancak burada şunu belirtmek gerekir: Merkür ve Mars gezegenleri çok daha hızlı dönüyor olsalardı bile, bir sıvı dış çekirdekten mahrum oldukları (soğudukları) için kayda değer bir manyetik alan üretemezler. Venüs gezegeni, bir sıvı dış çekirdeğe sahip olmasına ve Dünya ile çok benzerlik göstermesine rağmen, aşırı yavaş dönüşü sebebiyle manyetik alanı çok zayıftır. Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün gezegenlerinin manyetik alanları güçlüdür. Bu gücün nedeni hem büyüklükleri,

hem de kendi eksenlerindeki dönüş hızlarının çok hızlı olmasıdır. Örneğin Jüpiter'in kendi eksenini etrafındaki dönüş hızı 45,300 km/s 'tir ve bu nedenle muazzam güçlü bir [manyetik alanı vardır](#).

GÜNEŞ RÜZGARLARIYLA OLUŞAN VAN ALLEN RADYASYON KUŞAKLARI:

1958 yılında Amerikalı fizikçi *James A. Van Allen* [tarafından keşfedilen](#) ve dünyayı bir simit gibi çevreleyen radyasyon bölgesidir. Van Allen Radyasyon Kuşakları Güneş'ten ve diğer yıldızlardan yayılan zararlı ışınlarla karşı kalkan işlevi gören tabakadır. Güneşten ve yıldızlararası boşluktan gezegenimize ulaşan yüklü parçacıklar bu bölgede *dünyanın manyetik alanına* yakalanırlar.

Uzun süredir biriken bu yüklü parçacıklar Dünyanın çevresinde 2 tane Van Allen radyasyon kuşağı oluşturmuştur. Dışta yer alan kuşak, Güneş rüzgarı kökenli hidrojen ($H^+=protonlar$), helyum ($He^{2+}=alfa\ parçacıkları$) ve oksijen (O^+) iyonları yanı sıra, serbest elektronlar içerir. Yer yüzeyinden **10.000-60.000 km.** yükseklikte bulunur.



Van Allen radyasyon kuşakları, Güneş kaynaklı yüklü parçacıkların biriktiği radyasyon bölgeleridir. İç ve dış olmak üzere iki bölümden oluşur.

İçte yer alan kuşak ise kozmik ışınların iyonlaştırdığı atmosfer kaynaklı atomlar içerir. **650-6500 km.** yükseklikte yer alan bu kuşak dış kuşağa oranla çok daha güçlü bir ışınım kaynağıdır.

NOT: Van Allen kuşaklarındaki yüksek elektron konsantrasyonu, uydulardaki korunmasız elektronik cihazlara şiddetli radyasyon hasarı verebilecek kadar yüksektir. Kuşak içinde yer alan uydular, bu zararı en aza indirmek için iyi biçimde yalıtılırlar. Örneğin Türkiye'nin televizyon yayınlarını ve iletişiminin büyük kısmını karşılayan Türksat uyduları tam olarak bu kuşağın ortasında yer alır. Ancak, iyi yalıtıldığı için mükemmel biçimde çalışmaktadır.

Van Allen kuşakları insanlı uzay uçuşları için de tehlike kaynağıdır. Bu nedenle, Van Allen kuşaklarından geçecek olan uzay araçları ya oldukça iyi yalıtılırlar, ya da kuşağın daha zayıf bölgelerinden geçerler. Bu sayede kuşağın içinden geçen uzay araçlarındaki insanlar herhangi bir zarar görmezler. Ay yolculuklarını

gerçekleştiren araçlar hem çok iyi yalıtılmışlardı, hem de kuşağın görece zayıf bir bölgesinden geçmişlerdi.

Hazırlayanlar: **Süleyman YEŞİL & Merve YORGANCI**

<http://phys.org/news/2017-01-extremely-rare-galaxy.html>