

Bir Yıldızla Yaşamak

ve Ona Yakından Bakmak

Prof. Dr. Faruk Soyduvan [*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü,
Astrofizik Anabilim Dalı & Astrofizik Gözlemevi*

İnsanlık var olduğundan bugüne yıldız olan Güneş'in önemini biliyor ve onu izlemekten geri durmuyor. Bir yıldızla yaşamak, onu tanımak, bilinmeyenlerini araştırmak, inişlerini ve çıkışlarını takip edip onun Dünya'ya ve yaşama olan etkisini anlamayı da beraberinde getiriyor. Bunun için bilim insanları, Güneş'in bilinmeyenlerini araştırmak ve çözmek için ona daha da yakından bakmaya çalışıyor.



Astrofizikçiler tarafından gökadamızda milyarlarca benzeri olan sıradan bir yıldız olarak tanımlanan Güneş, bizim yıldızımız olduğu için ayrı bir önem taşıyor. Sadece bir yıldız araştırmak değil, yaşamın başlangıcı ve devamlılığı ile ilgili sorulara cevap vermek, Dünya ile birlikte Güneş Sistemimizdeki tüm cisimlerin yapısını ve değişimlerini anlamak için bu yıldızın peşinde olmak gerekiyor.

Gökyüzüne çıplak gözle baktığımızda Güneş haricinde diğer tüm yıldızlar nokta ışık kaynağı olarak görünürler. Aslında çok büyük çaplı teleskoplarla da baksak, bize çok çok uzak olduklarından, birkaç tane dev yıldız dışında, yıldızların tamamına yakını yine nokta ışık kaynağı olarak gözlenir.

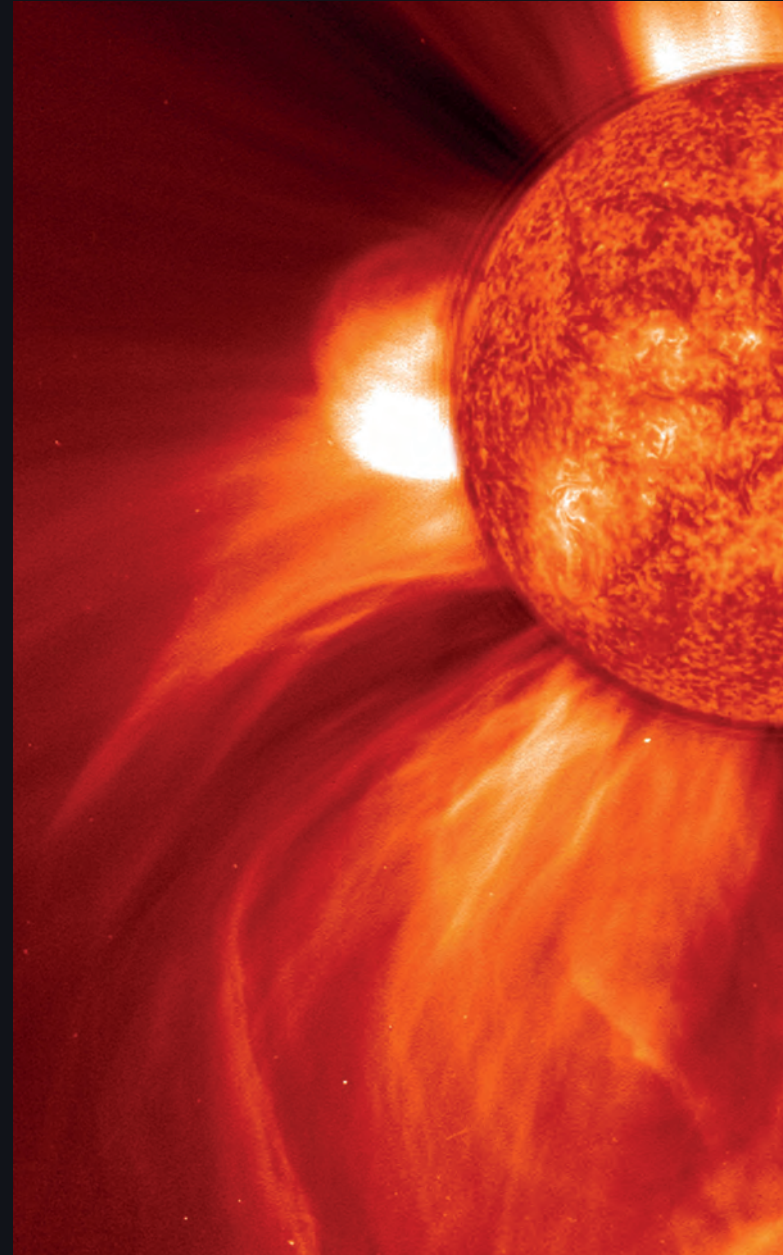
Güneş, Dünya'ya en yakın yıldız; dolayısıyla uygun teleskop, kamera ve süzgeçler kullanılarak yüzeyi ve farklı atmosfer tabakaları detaylı görülebiliyor. Ona daha yakından bakmak için genellikle iki yol kullanılıyor: Büyük çaplı teleskopları özel filtre eklenmiş kameralarla kullanmak ve atmosfer dışına gönderilecek uydu teleskoplarla, mümkünse yaklaşarak, gözlemek. Son yıllarda, teleskop, alıcı kamera ve uydu teknolojilerindeki gelişmeler bu iki yolun da daha etkin kullanılmasını sağlıyor. Bu yazıda, Güneş'le yaşamının anlamı üzerinde dururken onu neden yakından gözlemeye çalıştığımız sorusuna da güncel gelişmelerle birlikte cevap arıyoruz.

Güneş'le Yaşarken Onu Tanıma Çabaları

Güneş, bize en yakın yıldız ve merkezindeki devasa nükleer reaktörde her saniye yaklaşık 4,3 milyon ton maddeyi enerjiye dönüştürerek uzaya ve dolayısıyla Dünyamıza gönderiyor. Bunu yaklaşık 5 milyar yıldır sürdürüyor ve 4,5 milyar yıl daha sürdüreceği tahmin ediliyor. Üretilen bu enerji, uzayın her doğrultusuna yayılıyor ve Dünya'ya düşen kısmı da hayatın devamı için kritik önem taşıyor. 1950'li yıllarda Güneş Sisteminde güneş rüzgârı estiği anlaşıldıktan sonra bilim insanları bir yıldızın atmosferinde yaşadığımızın farkına vardılar. Yine de yıllardır yapılan yoğun bilimsel araştırmalara rağmen, bu

yıldızla ilgili bilinmeyenler hâlâ çok fazla. Bu nedenle, bilim insanları Güneş'in doğasını çözmek, onunla birlikte yaşarken ortaya çıkan güçlükleri anlamak ve onlara karşı önlemler almak için, yıldızımıza daha yakından bakarak araştırmalar yapmaya devam ediyorlar.

İnsanlık, enerji kaynağı yıldızını önceleri çıplak gözle, 400 yıldan fazla süredir teleskoplarla ve ağırlıklı olarak son 40 yıldır da uydu teleskoplarla gözleyerek çözmeye çalışıyor. Uzun yıllardır yapılan araştırmalar, gezegenimizde yaşamın devam etmesi için Güneş'ten gelen, çok büyük değişiklik göstermeyen belirli miktarda ısı ve ışığa ihtiyacımız olduğunu açıkça gösteriyor. Güneş, içinde bulunduğumuz sisteme ve Dünyamıza ilettiği ısı ve ışığın



yanı sıra bizlerle elektrik ve manyetik etkileşmelerde de bulunuyor. Çoğu canlı bunu doğrudan algılayamıyor ancak bu etkileşimler, teknoloji tabanlı ilerleş ve çalışmalar için oldukça önemli görülüyor.

Güneş'in yapısını, yaşam döngüsünü ve bizim hayatımız için kritik olan enerjisini nasıl ürettiğini anlamak, ondan kendimizi ve teknolojimizi nasıl korumamız gerektiğini çözmek için kritik rol oynuyor.

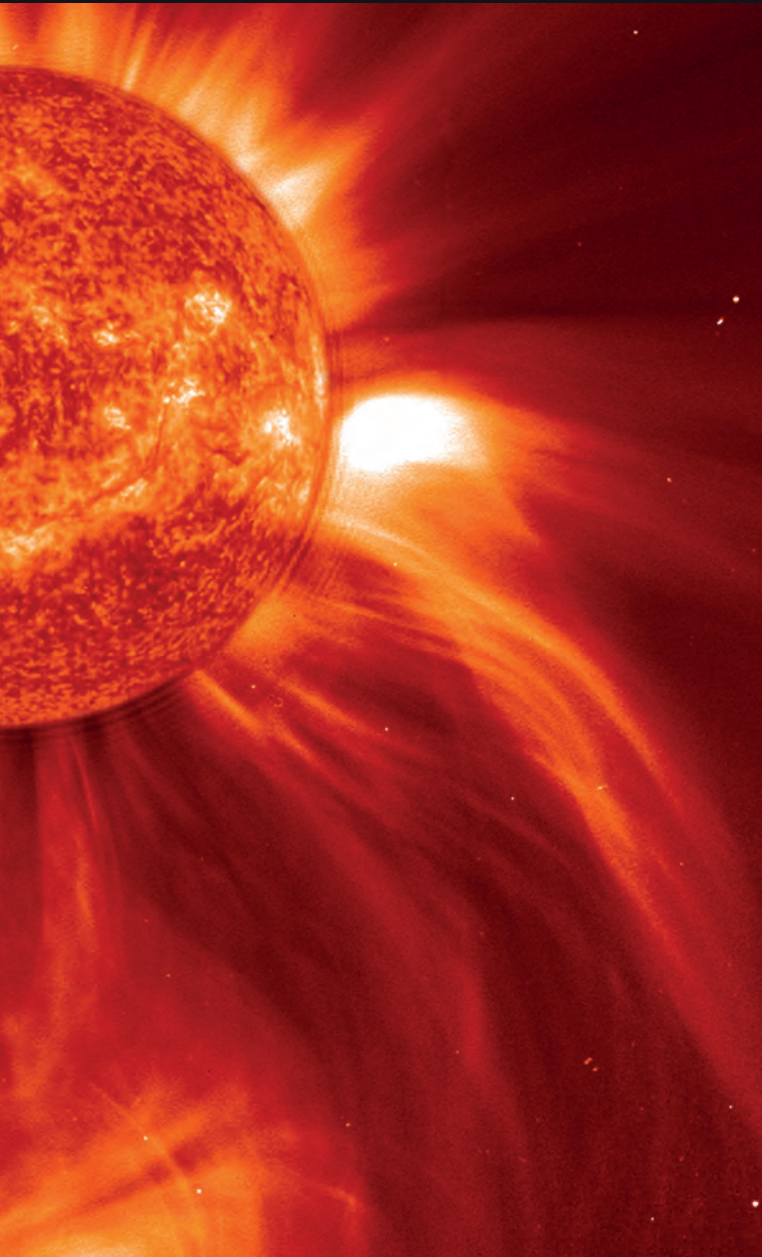
Güneş'in yüzeyine ilişkin ilk detaylar, aslında teleskobun keşfiyle ortaya çıkarılmaya başlanmış, teleskopla gerçekleştirilen ilk araştırmaların içinde Güneş de yer almıştı. 17. yüzyılda Güneş'in ışık küresinde Güneş lekeleri

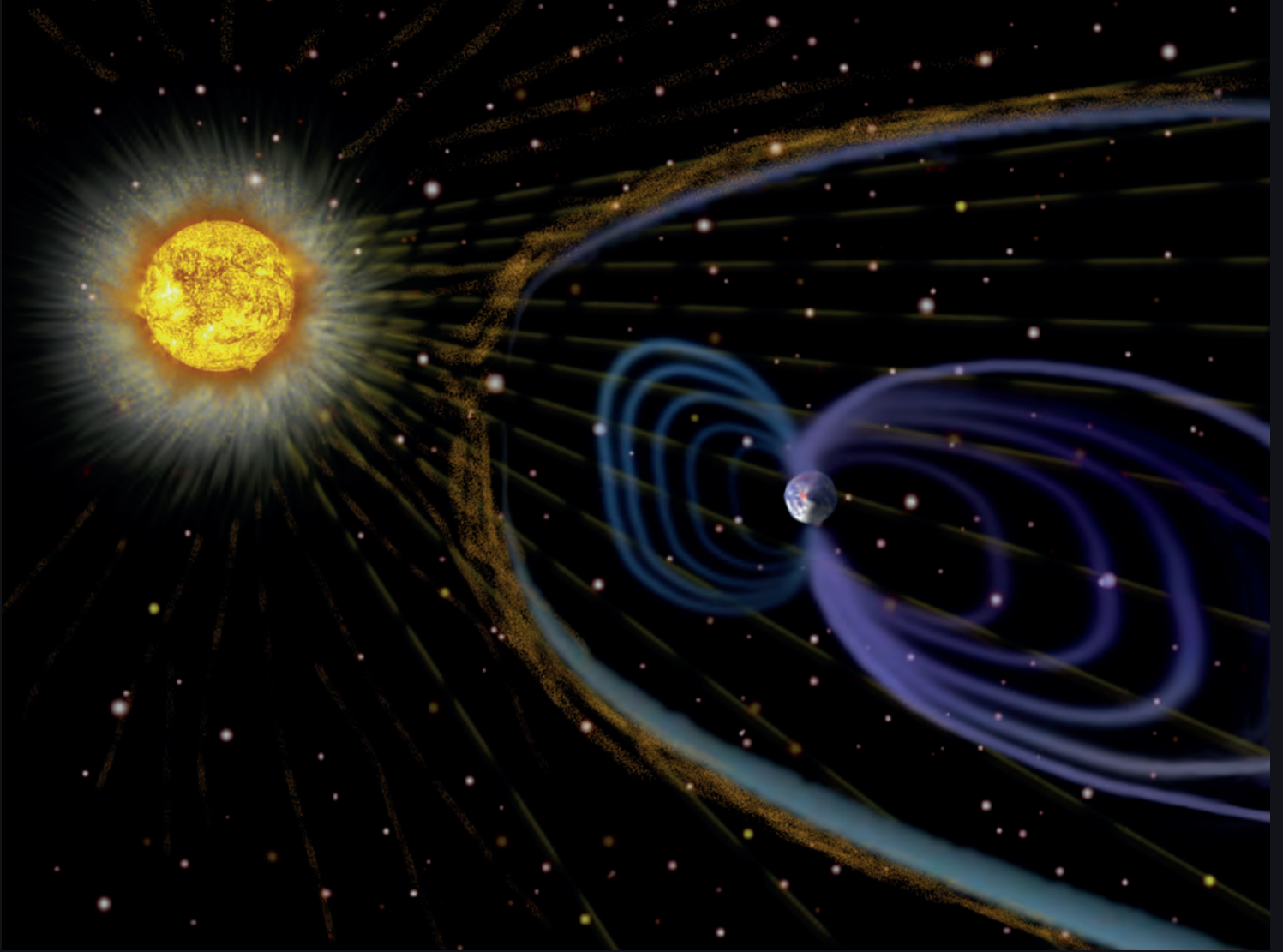
olarak bilinen koyu veya soğuk bölgeler, İtalyan gökbilimci Galileo Galilei ve Alman gökbilimci Christoph Schneider tarafından belirlendi. Güneş lekeleri kullanılarak Güneş'in kendi etrafındaki dönüşünün yaklaşık 27 günde gerçekleştiği de aynı araştırmalarla ortaya kondu. Belki de Güneş'e ilk yakından bakış, ilk teleskopla gerçekleştirilmişti. Buna karşın, 11 yıllık Güneş leke çevrimi 1843 yılında Alman astronom Samuel Heinrich Schwabe tarafından keşfedilinceye kadar bilinmiyordu. Lekelerin önce Güneş'in yüksek enlemlerinde ortaya çıktığı, sonraki 5-6 yıl içinde sayılarının arttığı ve daha alt enlemlere, ekvatora doğru ilerledikleri ortaya çıkarıldı. Sonrasında, lekelerin ekvator yakınında maksimum sayıya ulaştığı ve bu sırada leke çevriminin "Güneş maksimumu" denilen evrede olduğu ortaya kondu. Bununla beraber, devam eden gözlemlerle, Güneş'in manyetik kutuplarının da 22 yılda bir ters çevrildiği anlaşıldı.

19. yüzyıl, Güneş araştırmaları için oldukça verimli geçti. Güneş leke çevriminin anlaşılması, Güneş'i Dünya'da kullanılan teknolojiyi etkileyebilecek bir manyetik cisim olarak algılamamızı sağladı. Manyetik pusulalar Güneş lekelerinden etkileniyordu ve Güneş üzerinde ne kadar çok leke olursa etki o kadar büyük oluyordu. Artık günümüzde bunun kaynağının Güneş aktivitesinin Dünya'nın iyonosferinde oluşturduğu etkiler olduğunu biliyoruz.

1859 yılına geldiğimizde İngiliz astronom Richard Carrington, dev bir Güneş parlaması (flare) gözlediğini duyurdu. Bu olayın hemen ardından Dünya üzerinde manyetik fırtınalar olduğu ve iletişimde kullanılan elektrikli telgraf sistemlerinin bozulduğu kayıtlara geçti. Bu gözlemler, Güneş'in manyetik etkilerinin Dünya'ya ulaştığını ortaya koyuyordu.

1900'lerin başlarında yapılan kuyruklu yıldız gözlemlerinden, kuyrukların her zaman Güneş'e bakan yüzlerinin 180 derece zıt tarafında ortaya çıktığı ve bunun Güneş'ten gelen bir rüzgâr nedeniyle gerçekleşme ihtimali olduğu öne sürüldü. Bu gözlemlerin daha ayrıntılı ve bilimsel açıklaması ise 1958 yılında Amerikalı astrofizikçi Eugene Parker tarafından yapıldı. Güneş atmosferinin taç (korona) bölgesindeki parçacıkların Güneş'in çekim alanından kurtulmak için yeterli enerjiye sahip olduğu ve





bu bölgeden kaçabildikleri ortaya çıkarıldı. Güneş'in dış atmosferinden kaçan bu parçacık akışına "güneş rüzgârı" adı verildi. Ardından, güneş rüzgârına ilişkin daha güçlü kanıtların gelmesi uzun sürmedi ve yaklaşık bir yıl içinde Rus uydusu *Luna 1*, ilk doğrudan güneş rüzgârı ölçümlerini yaptı. Bu araştırmalarda güneş rüzgârının, maddenin dördüncü hâli olan elektriksel iletkenliğe sahip plazma içerdiği ortaya çıkarıldı ve uzaydaki her bir cm^3 hacimde yüzlerce parçacık olduğu bulundu.

Güneş rüzgârı, tüm Güneş Sistemini bir balon gibi sarar. Bu balon, Güneş kaynaklı plazma ile doldurulup şişirilir ve "uzay havasının" var olduğu hacmi meydana getirir. Uzay havası, güneş patlamaları ve koronal kütle atımları gibi olayların gerçekleştiği güneş aktivitesinden beslenir. Dünya'nın yüksek enlemlerinde görülen kutup ışımaları

(Auroralar) da Güneş rüzgârının gezegenimizin atmosferindeki moleküller ile çarpışmasına neden olan karmaşık manyetik etkileşimlerle ortaya çıkar.

Günümüz teknolojisi hassas elektrik sistemlerine eskiye kıyasla daha fazla bağlı olduğundan, kendimizi zaman zaman ortaya çıkan "güneş fırtınaları" da denilen yoğun uzay havasından korumak zorundayız. Bunun için farklı araştırmalar yoğun olarak sürüyor. Yakın zamanda uzaya gönderilen *Parker Solar Probe* ve *Solar Orbiter* uzay araçlarından elde edilecek gözlem verileri sayesinde, yıldızımıza daha yakından bakarak, güneş rüzgârının arkasındaki mekanizmanın anlaşılması ve takip edilmesiyle ilgili araştırmalar planlanıyor. Böylece, teknolojimizi korumak için önlemler almamıza olanak sağlayacak çok daha hassas uzay hava tahminleri yapmak mümkün olabilecek.

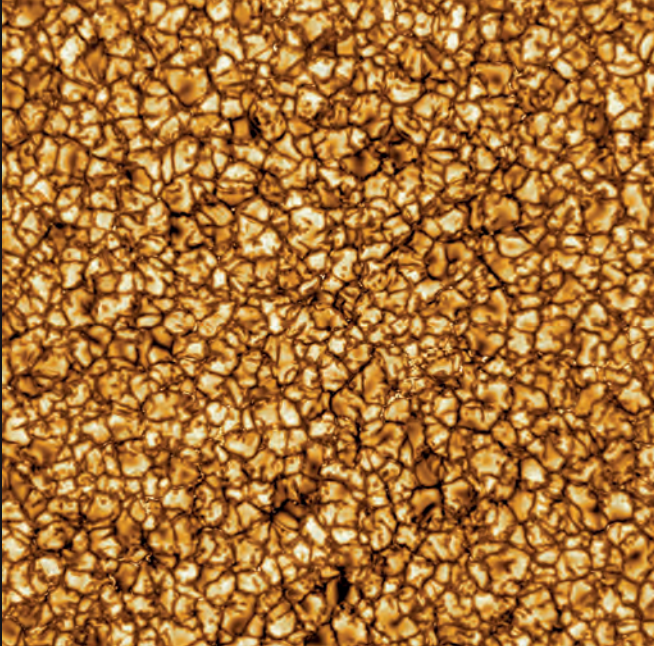
Dünya'dan ve Uzaydan Güncel Güneş Gözlemleri

Güneş'in yapısı, atmosfer özellikleri ve manyetik aktivite süreci çok uzun süredir araştırılıyor. Bu araştırmalar, uydu teknolojilerindeki gelişmelere kadar sadece Dünya üzerinde konuşlanmış teleskoplarla yapılıyordu. Daha büyük çaplı teleskoplar ve özel süzgeçlerle donatılmış gelişmiş kameralar sayesinde, Güneş'in atmosferinin farklı katmanları (ışık küre, renk küre ve taç küre) gözlenip bilinmeyenler çözülmeye çalışılıyor(du). Özellikle 2000'li yıllara doğru ve devamında uydularla daha etkin Güneş gözlemleri yapılmaya başlansa da Dünya üzerinde de daha gelişmiş, büyük çaplı teleskop ve kameralarla gözlemler devam ediyor. Bazen yüksek çözünürlüklü fotometrik görüntüler, bazen de yüksek çözünürlüklü tayflar kullanılarak Güneş'in farklı dalgaboylarındaki davranışları ve aktivite sürecindeki olaylar (leke yapılarından koronal deliklere kadar farklı atmosfer katmanlarındaki yapılar ve olaylar) inceleniyor. Dünya üzerinde, Amerika'daki National Solar Observatory (NSO - Ulusal Güneş Gözlemevi) ve Big Bear Solar Observatory (Büyük Ayı

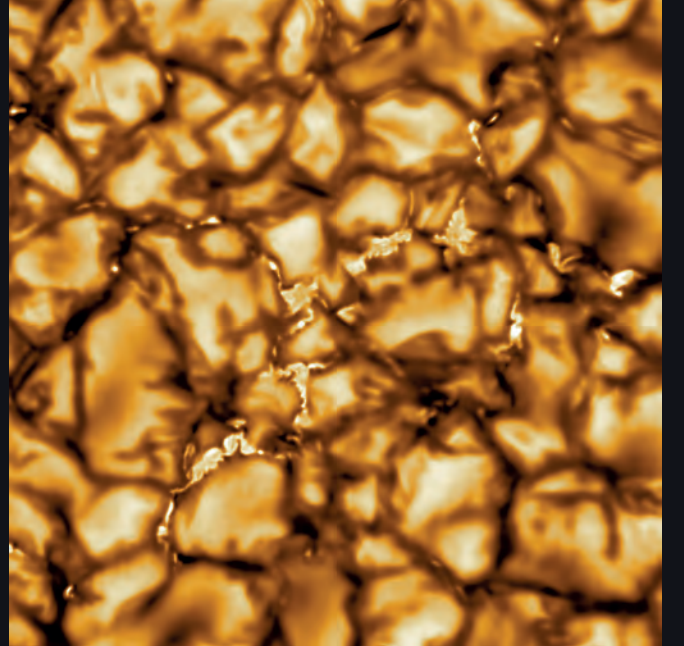
Güneş Gözlemevi) yıllardır Güneş'i takip eden önemli gözlemler gerçekleştiriyor. Şu anda dünyadaki en büyük güneş teleskobu olan *Daniel K. Inouye Güneş Teleskobu (DKIS)*, 4 metre çapa sahip olup Hawai'de bulunuyor ve NSO tarafından koordine ediliyor.

DKIS Teleskobu ile Güneş'e Yakından Bakmak

Şu anda dünyadaki en güçlü Güneş teleskobu olan *DKIS*, kendisinden sonra en yüksek çözünürlüklü görüntü alabilen teleskoptan yedi kat daha fazla Güneş ışığı toplayabiliyor. Bu teleskopla, öncelikle Güneş'in dinamik yapısının anlaşılması için manyetik alan ve ona bağlı fiziksel yapı ve süreçlerin gözlenmesi planlanıyor. Sahip olduğu teknik özelliklerle, Güneş'te daha önce görmediğimiz kadar küçük manyetik yapılar gözlenerek uzay havasını besleyen fiziksel mekanizmaların anlaşılmasına katkı sunulması hedefleniyor. Bu modern teleskop, 4 metrelik açıklığı ve yakın kızılötesi bölgede gözlem yapabilme kabiliyeti nedeniyle, Güneş yüzeyinde,



DKIS teleskobu ile alınmış Güneş'in kaynayan yüzeyinin en yüksek çözünürlüklü görüntüsü. Fotoğraf, 36.500 km x 36.500 km alana karşılık geliyor. Görünen her bir hücre yaklaşık olarak ülkemiz büyüklüğünde. Dev konvektif hücrelerden parlak olanlar enerji dolu olup yükselmekte, koyu görünenler ise enerjisini verip alçalmaktadır.



DKIS teleskobuyla 789 nm dalgaboyunda alınmış en yüksek çözünürlüklü görüntülerden biri. Bu fotoğraf, 8.200 km x 8.200 km alana karşılık geliyor.

0,1 açı saniyesi veya birkaç on km boyutlarındaki (hatta daha küçük) yapıları çözümlenebilecek. 5 açı dakikası görüş alanına sahip teleskop, Güneş'ten gelen 0,3 ile 35 mikro metre aralığındaki enerjiye sahip fotonları toplayabilecek. Âdeta bir mikroskop gibi yıldızımıza yakından bakmak için kullanılan *DKIS* teleskobundan gelen ilk sonuçlar oldukça heyecan verici.

DKIS teleskobundan elde edilen ilk görüntüler, Güneş yüzeyini inceleyen bilim insanları için önemli ayrıntılar sunuyor. Görüntüler, kaynayan, karmaşık ve çalkantılı bir plazma deseni sergiliyor. Bu yapı, her biri yaklaşık ülkemiz büyüklüğündeki çok sayıda dev hücrenin imzasını yansıtıyor. Konvektif hücreler de denilen bu hareketli parçalar, çekirdekte füzyonla üretilen ve fotonlarla yaklaşık 500.000 km yol alan enerjiyi (yaklaşık 200.000 km derinlikten) alıp yüzeye taşıyor. Görüntülerde, yüzeyde parlak olarak görülen hücreler, enerji dolu olup yüzeyden yukarıya doğru yükselmekte, karanlık olanlar ise alçalmaktalar. *DKIS* teleskobuyla elde edilen görüntüler 789 nm dalgaboyunda elde edilmiş olup Güneş'in bugüne kadarki en yüksek çözünürlüklü yüzey görüntüleridir. Yüzeyde 30 km kadar küçük boyuttaki yapılar ilk kez görülebiliyor. Yüzeyde görülen küçük manyetik yapıların çok sayıda problemin çözümüne yardımcı olabileceği düşünülüyor.

DKIS teleskobu ile yapılacak gözlemlerle, sıcaklığın (Güneş atmosferinin tabanında) 6000°C dereceden üst atmosfer tabakalarında (geçiş bölgesi ve taç kürede) nasıl milyonlarca dereceye yükseldiği konusunda bazı deliller ortaya çıkarılabilir. Bunun yanında, güneş patlamalarının ve koronal kütle atımlarının fiziğinin anlaşılması konusunda ve GPS sistemlerimize zarar verebilecek, iletişim kanallarını kesebilecek potansiyele sahip uzay havasını tahmin etme yeteneğimizde de gelişmeler sağlayabiliriz. NASA'nın *Solar Probe* uydusunun Güneş'e yaklaşarak onun atmosferi sınırında gözlemler yaptığı sırada ve ESA-NASA işbirliği ile hazırlanan *Solar Orbiter* uydusu fırlatılmadan hemen önce dünya üzerindeki *DKIS* teleskobundan bu yüksek çözünürlüklü görüntülerin yayınlanması oldukça anlamlı görünüyor. Bu dönem, Güneş üzerine önemli araştırmaların arifesinde olduğunu gösteriyor.



Güneş'e Uzaydan Güncel Bakışlar

Uzaydan yapılan Güneş araştırmalarının 50 yıldan fazla geçmişi olsa da yoğun ve duyarlı gözlemler, son 30 yıldır daha etkin. 1990'lardan bu yana uzaya, ağırlıklı olarak NASA ve ESA tarafından Güneş'i ve etkilediği uzayı araştırmak üzere, çok sayıda uydu gönderildi. 1995 yılında NASA-ESA işbirliğiyle gönderilen *SOHO* (*Solar ve Heliospheric Observatory*), Güneş'in içinden dış atmosferine kadar geniş bir araştırma görevine sahiptir ve hâlâ veri üretmektedir. Güneş'in atmosfer bölgelerinden veri alan alıcılardan, güneş rüzgârı gözlemlerine ve ayrıca iç yapıdan bilgi taşıyan sismik dalga araştırmalarına (helioseismology) kadar farklı araştırmalara veri sağlayan *SOHO*'nun görevinin 2020 sonunda bitmesi planlanıyor.

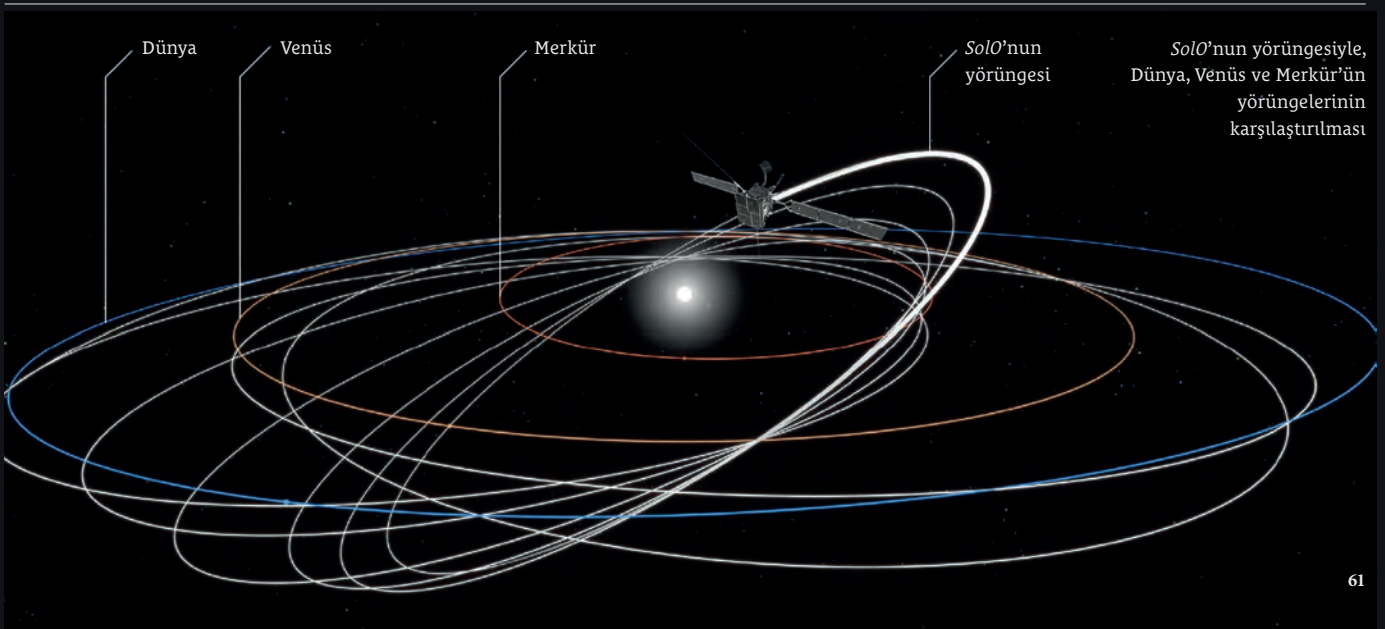


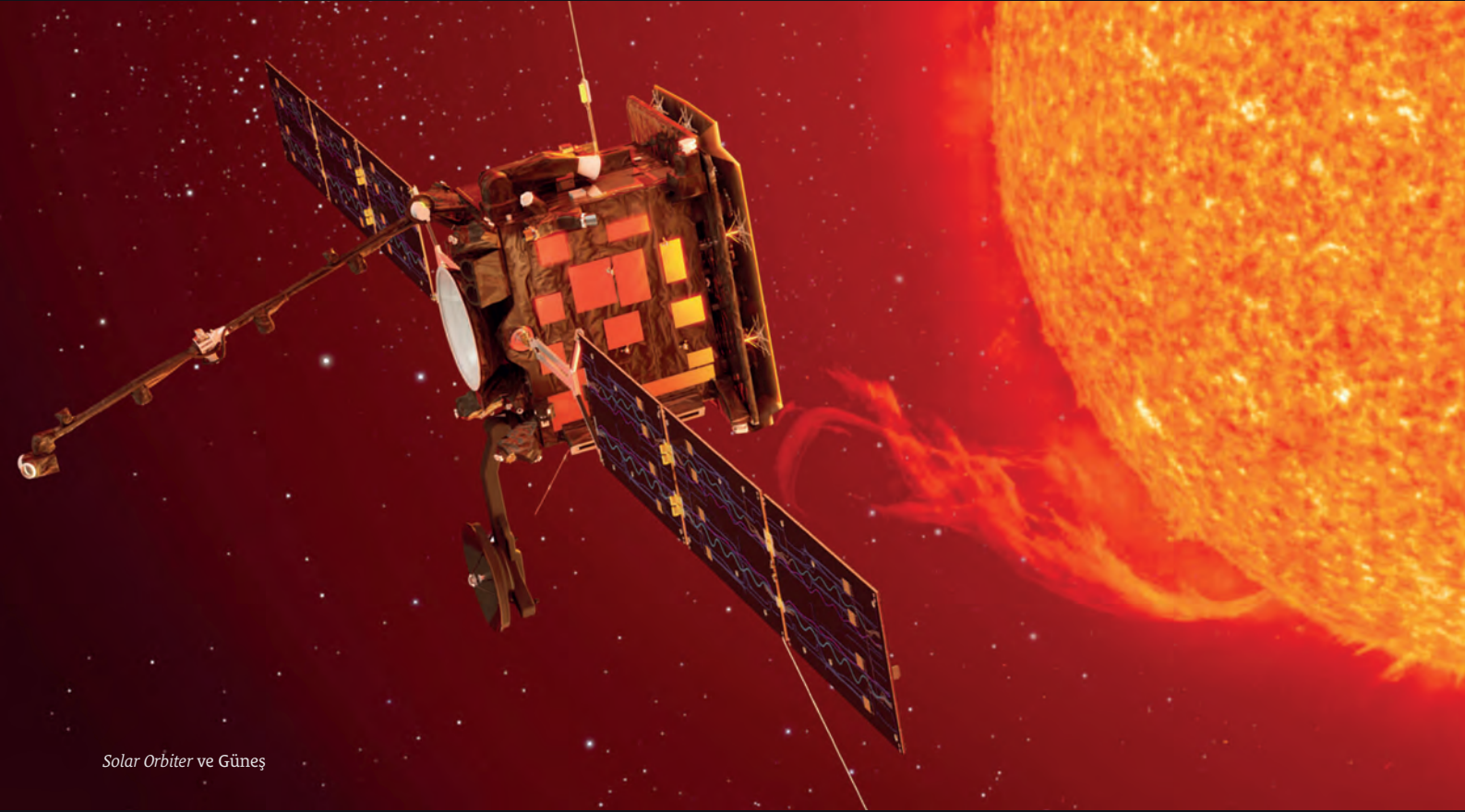
Güneş'i gözleyen güncel teleskop ve uydular

Bugüne dek uzaya Güneş ve çevresini hedef edinmiş 20'den fazla uydu gönderildi. *SOHO*'dan başka öne çıkanlar, *Genesis* (2001-2004), *TRACE* (*Transition Region and Coronal Explorer*; 1998-2010), *Ulysses* (1990-2009), *Yohkoh* (1991-2001), *Hinode* (2006-devam ediyor), *STEREO* (*Solar Terrestrial Relations Observatory*; 2006-devam ediyor), *SDO* (*Solar Dynamics Observatory*; 2010-devam ediyor), *Parker Solar Probe* (2018-devam ediyor) ve *Solar Orbiter* (2020-devam ediyor) olarak listelenebilir. Bunlardan en güncel olanı, NASA-ESA işbirliğinin ürünü olan *Solar Orbiter* (*Solo*), Şubat 2020'de yolculuğuna başladı. *Solo*'nun yapacağı gözlemler ve *DKIS* ile *Solar Probe*'ün üreteceği veriler sayesinde Güneş'in yapısına ilişkin önemli bilimsel problemlerin çözümünde ilerlemeler sağlanacağı öngörülmüştür.

Solo, Güneş'e *Parker Solar Probe* kadar yaklaşamayacak ancak Güneş'in kutuplarından ilk kez görüntü almaya çalışacak. Şu ana kadar uzaya gönderilen neredeyse tüm Güneş hedefli uydular, gezegenlerin yörüngelerinin de bulunduğu ekliptik düzlemde veya yakınlarında hareket ettiler. Buna karşın *Solo*, görevi sırasında ekliptik düzlemden ayrılarak Güneş'in altını ve üstünü görüntüleyecek! 10 yılda Güneş etrafında 22 tur atması beklenen *Solo*'nun, 2025'te ekliptik düzlemle 17 derecelik açı yaparak kutupları görüntülemesi planlanıyor. *Solo*, Güneş'e en fazla 42 milyon km yaklaşacak ve o anda Güneş'e Merkür'den daha yakın olacak. *Solo* ve Güneş'e en çok yaklaşacak (yaklaşık 6,2 milyon km) *Solar Probe* gözlemlerinin ve bunlara bağlı araştırmaların birlikte koordine edilmesinin de oldukça önemli sonuçlar doğuracağı düşünülüyor.

Solo üzerinde 10 farklı bilimsel ölçüm aleti taşıyor. Bazıları, uzay aracının üzerinde olup manyetik alan (*MAG*; magnetometer) ve Güneş rüzgârı (*SWA*; Solar wind plasma analyser) ölçümleri yapacakken, bazı alıcılar ise Güneş'i farklı dalgalarda görüntüleyecek. Örneğin, *Metis* (bir çeşit koronograf) ile görsel ve morötesi bölgede taç küre görüntülemesi yapılacak, *STIX* (*X-ray spectrometer/telescope*) alıcısı ise güneş patlamaları gibi olaylarla bağlantılı sıcak plazmadan üretilen X ışını salmalarını ölçecek. *Solo*'da yer alan çok sayıda uzaktan algılama aletiyle, aynı anda Güneş'in çok farklı bölgeleri ve çevresi izlenip bilgi alınması sağlanacak.





Solar Orbiter ve Güneş

Solo ile planlanan araştırmaların ana hedefi, tüm Güneş Sistemi'ni saran ve içindeki gezegenleri etkileyen Güneş kaynaklı plazma ile dolu şişimin oluşumu ve değişimlerinin anlaşılması yönünde yol alabilmek. Bu temel problemin altında, farklı araştırma alanları da bulunuyor: Güneş rüzgârı ve taç kürenin manyetik alanı, Güneş yüzeyinde gerçekleşen ani olaylar ve etkileri, güneş patlamaları ve onların ürettiği yüksek enerjili parçacıklar ve Güneş'in manyetik alanının oluşumu *Solo* kullanılarak yapılması planlanan araştırmaların öne çıkan başlıklarından.

Güneş rüzgârı, Güneş'ten uzaya tüm doğrultularda yayılan yüklü parçacık sağanağı olarak tanımlanıyor. Rüzgâr bazen sert esiyor ve hızı zaman zaman saniyede 800 km'ye kadar çıkabiliyor. Öte yandan, yüklü parçacık akışının kaynağının taç kürenin manyetik alanı olduğu düşünülse de bu konu tam olarak anlaşılıymış değil. *Solo* ile yapılacak gözlemlerle, bu manyetik alanın nasıl oluştuğu ve güneş rüzgârını nasıl beslediği çözülmeye çalışılacak. Aynı zamanda, taç küreden ivmelene-

rek uzaklaşan rüzgârın Güneş yüzeyindeki plazmayla bağlantılarının da araştırılması planlanıyor. Güneş rüzgârının Güneş'ten uzaklaştıkça (Dünya'ya yaklaştıkça) nasıl değişime uğradığı da yapılacak gözlemlerle incelenecek.

Güneş yüzeyinde patlamalar, taç küreden kütle atımları ve şok dalgaları formunda ani gelişen olaylar gözlenebiliyor ve aslında bu süreçler uzay havasını meydana getiriyor. Bunlar aynı zamanda Güneş rüzgârını da önemli derecede etkiliyorlar. Güneş'e yaklaşacak olan *Solo* sayesinde, bu tür ani gelişen olaylar gözlenip izlenerek helyosferi dolduran plazmanın bunlardan nasıl etkilendiğinin araştırılması da planlanıyor.

Güneş Sistemi'ndeki en güçlü parçacık ivmelendirici Güneş'tir. Güneş, zaman zaman çok yüksek hızlara sahip parçacıklar içeren fırtınalar oluşturarak parçacıkları uzaya yayar. Bu parçacıklar, Dünya'yı koruyan manyetik alandan sızabilirler ve hatta Dünya yüzeyinde ölçülebilirler. Güneş kaynaklı yüksek enerjili parçacıklar,

uzay havasının keskin ucunu oluştururlar ve uzay donanımını ciddi şekilde etkileyebilirler. Radyo iletişimini bozabilir ve hava trafiğinin, bu parçacıkların yoğun girdiği kutuptan daha düşük enlemlere doğru kaydırılmasına neden olabilirler. *Solo* üzerindeki tüm alıcılara farklı dalgaboylarında yapılacak gözlemler yardımıyla, yüksek enerjili bu parçacıklara ilişkin bilinmeyenler, var olan kuramlarla da karşılaştırılarak, anlaşılabilir çalışılacak.

Güneş'in manyetik alanı, Güneş üzerinde gözlenen tüm manyetik aktivite süreçlerinden sorumludur. Yıldızımızın manyetik alanı, 11 yıllık leke çevrimini besler ve Güneş atmosferinin yapısal değişimlerinde kilit rol oynar. Kapsamlı araştırmalar sayesinde Güneş'in manyetik alanının büyük ölçekli yapısının anlaşılmasında önemli mesafe kaydedilmiş olsa da manyetik alanın iç kısımlarda nasıl oluşup geliştiğini de ortaya koyan "Güneş dinamosu" tam olarak anlaşılabilir değil.

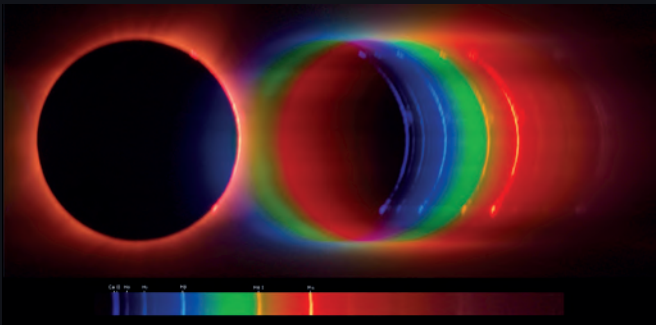
Teorik araştırma yapanlar, Güneş'in manyetik alanının, Güneş'in merkezinden yaklaşık 0,7 Güneş yarıçapı kadar ilerlediğimizde (yaklaşık 500.000 km) karşımıza çıkan "tachocline" bölgesinde (katı cisim dönmesinden diferansiyel dönmeye geçilen bölgede) üretildiğini öne sürüyorlar. Bilgisayarlarla yapılan modellemelerde, Güneş'in yüzeyinde ekvator bölgelerinden kutuplara doğru plazma akışının, güneş lekeleri ve diğer aktif bölgelerden manyetik alanı süpürdüğü anlaşılıyor. Kutuplara gelen bu manyetik alan yutulur ve iç bölgelere alınıyor ve "tachocline" bölgesindeki plazma hareketleriyle gençleşiyor veya tazeleniyor. Buradan tekrar yüzeye yükselerek, Güneş aktivite döngüsü içerisinde, lekeleri ve aktif bölgeleri oluşturuyor. Kuramsal araş-



Güneş'in taç küresi ve Güneş rüzgârı (ESA)

tırmalardan çıkarılan bu sonuçların, gözlemsel araştırmalarla da teyit edilmesi gerekiyor. *Solo*'un, Güneş yüzeyinde manyetik alanları taşıyan çeşitli akışları gözleyerek kuramsal modellerin kontrol edilmesi ve sınırlarının belirlenmesi için önemli veriler sunacağı düşünülüyor.

DKIS ve *Solo* odaklı araştırma planları aslında daha ne kadar çok bilinmeyişi olan bir yıldızla yaşadığımızı ortaya koyuyor. İnsanlık, beraber yaşadığı yıldızın tepkilerini ve etkilerini çözmeye çalışmak zorunda çünkü Güneş'ten kaynaklanan etkileşimler Dünya ve yaşam üzerinde önemli sonuçlar doğuruyor. Bu nedenle, bilim insanları ona gerek Dünya üzerinden gerekse uzaydan daha da yakından bakmaya, davranışlarını izlemeye ve onu çözmeye çalışmak için araştırmaya devam ediyorlar. Yıldızımıza yakından bakmak için geliştirilen teknolojiler sayesinde, özellikle 2020 yılında ve sonrasında yıldızımızla ilgili bir aydınlanma olacağı öngörülüyor. ■



Kaynaklar

- <https://phys.org/news/2020-01-nsf-solar-telescope-images-sun.html>
- <https://www.nso.edu/press-release/inouye-solar-telescope-first-light/>
- <https://phys.org/news/2020-02-camera-view-sun-polar-regions.html>
- <https://phys.org/news/2020-01-solar-orbiter-mission-track-sun.html>
- <https://sci.esa.int/web/solar-orbiter/-/44167-objectives>
- http://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Solar_Orbiter
- <https://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/BR-345/BR345.pdf>