

Aslında bir Alman ekip bu testi yapmak amacıyla 1914 yılının Ağustos ayında Rusya'dan izlenebilecek tam Güneş tutulması için tüm hazırlıklarını tamamlamış ve Rusya'ya gitmiştir. Ancak bir anlaşmazlık sonucu Rusya'da hapsedilen ekip bu tutulmaya ilişkin gözlemleri yapamamıştır. Sonuçta Einstein'ın Genel Görelilik Kuramı'nın deneysel testi savaş sonrasında 1919'daki tutulmaya kalmıştır.

Baily Boncukları ve Elmas Yüzük Etkisi

Tam ve halkalı Güneş tutulmalarının belirli evrelerinde Ay'ın yüzey şekillerinden kaynaklanan ilginç ışınım özellikleri ortaya çıkmaktadır. İngiliz amatör astronom Francis Baily 15 Mayıs 1836 tarihinde gözlenen halkalı Güneş tutulması sırasında, tutulmanın ikinci kontak anından birkaç saniye sonra Şekil 45'deki gibi bir dizi boncuk biçiminde görülen ışınım özelliğine dikkatleri çekmiştir (Baily, 1836). Baily bu durumun, Ay diski kenarına o an için denk gelen yükseltiler (dağlar) arasında kalan vadilerden geçen fotosferik ışınımın kaynaklandığını kanıtlamıştır. Günümüz literatürüne "*Baily Boncukları (Baily's Beads)*" olarak geçen bu olgu, bir tam Güneş tutulmasının ikinci kontak anına 10-15 saniye kala veya üçüncü kontak anından 10-15 saniye sonra çok kısa süreli olarak gözlenebilen bir ışınım özelliğidir.



Şekil 45

Ay diski kenarındaki en derin vadinin oluşturduğu benzer etki ise Şekil 46'daki görüldüğü gibi tek taşlı bir yüzük görüntüsünü andırır. Tam tutulmanın ikinci kontak anına 3-5 saniye kala veya üçüncü kontak anından 3-5 saniye sonra gerçekleşen bu kısa süreli olguya "*Elmas Yüzük Etkisi*" denmektedir.



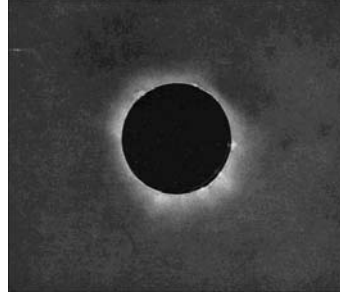
Şekil 46

Baily Boncukları'nın ve Elmas Yüzük Etkisi'nin görülebilme sürelerinin, ilgili tutulma sırasında Ay diski kenarına denk gelen vadilerin derinliği ile sınırlı olduğu açıktır. Elmas Yüzük Etkisi'nin ilk fotoğrafı 1859'daki tam tutulma sırasında çekilmiştir.

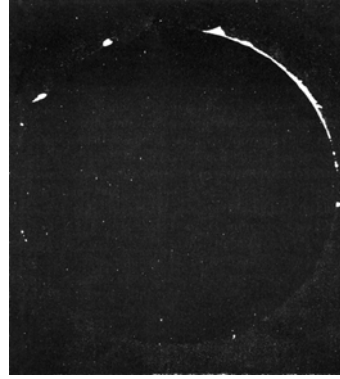
Kromosfer ve Korona Gözlemleri

Güneş tutulmalarının sağladığı en önemli avantaj, Güneş kromosferi ve koronasının, zaman içerisinde gelişen teknoloji ile her seferinde daha detaylı gözlenebilmesine ve sürekli olarak geliştirilen yeni teorilerin denetlenmesine olanak tanımasıdır. 18. yüzyılda başlayan bilimsel amaçlı tutulma gözlemleri, 19. yüzyıl boyunca olgunlaşarak yeni gözlem araçlarının geliştirilmesini ve çok sayıda önemli keşife imza atılmasını sağlamıştır.

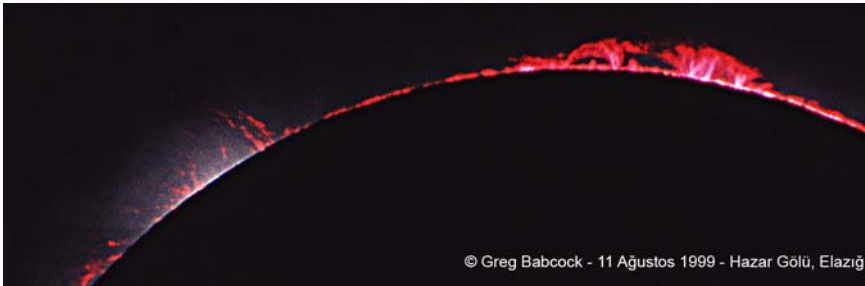
İlk tam Güneş tutulması fotoğrafı 28 Temmuz 1851 tarihinde Prusya'nın Königsberg (şimdiki Rusya'nın Kaliningrad) kentinde M. Berkowski tarafından çekilmiştir. Şekil 47'de görülen tarihi nitelikteki bu fotoğraf, Güneş'in üst atmosfer katmanlarının da ilk kez fotoğrafik olarak kaydedilmiş olması nedeniyle Güneş fiziği tarihçesinde ayrıcalıklı bir yere sahiptir. Fotoğrafçılığın başlangıcı sayılan yıllarda ve metal levhalar üzerine ışığa duyarlı gümüş içerikli çözeltiler emdirilerek hazırlanan fotoğraf plakları (daguerreotype) kullanılarak elde edilmiştir. W. De La Rue ve A. Secchi'nin 18 Temmuz 1860 tarihindeki tam Güneş tutulmasını, İspanya'da birbirinden 500 km uzaklıkta iki ayrı konumdan fotoğraflaması sonucu, "fıskırma (*prominens*)"ların Güneş'e ait olgular olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu tarihe kadar uydumuz Ay'ın bir atmosfere sahip olduğu ve tam Güneş tutulmalarında izlenebilen kromosfer ve korona'nın ise Güneş ışınlarını kıran Ay atmosferinden kaynaklandığına inanılıyordu (Kepler ve Halley de bu yanılığa düşmüşlerdi). Şekil 48'de 1860 tutulmasının De La Rue tarafından çekilen fotoğrafı ve bu fotoğrafta açıkça izlenen fıskırma yapıları görülmektedir. Fıskırmalar Güneş'in görünen diskinin kenarında izlenen, Güneş fotosferinden yükseltilmiş ve yerel manyetik alan ilmekleri içine hapsedilmiş plazmadır (Şekil 49).



Şekil 47



Şekil 48



Şekil 49

Tutulmalar açısından belki de en önemli sayılabilecek keşif, 18 Ağustos 1868'de Hindistan'dan izlenen tam Güneş tutulması sırasında, Pierre Janssen tarafından kromosferden alınan tayflarla gerçekleştirilmiştir. Bu tayflarda izlenen parlak sarı renkli bir salma çizgisi öncelikle sodyumun çift D_1 ve D_2 çizgilerinden biri olarak yorumlanmıştır. Ancak sodyumun D_1 ve D_2 çizgilerinden oldukça farklı bir dalgaboyuna (587.49 nm) sahip olan bu çizginin, o tarihe kadar bilinmeyen bir elemente ait olduğu kısa sürede anlaşılmış ve bir süre D_3 çizgisi olarak adlandırılmıştır. Daha sonra Güneş tanrısı Helios'dan esinlenilerek bu elemente "*Helyum*" adı verilmiştir. Helyum, kozmik bolluk açısından, evrende en bol bulunan ikinci elementtir.

1869 yılının Ağustos ayında gözlenen tam Güneş tutulması sırasında alınan tayflarda ise o tarihe kadar varlığı bilinmeyen elementlere ait olduğu sanılan çok sayıda salma çizgisi gözlenmiştir. Bu çizgiler Güneş'in korona tabakasından (Şekil 50) kaynaklanmaktaydı. Görsel bölge tayflarında 5303 Å'da görülen şiddetli salma çizgisine "*yeşil korona çizgisi*", 6374 Å'da görülen salma çizgisine de



Şekil 50

"*kırmızı korona çizgisi*" adı verilmiştir. Bu çizgilere benzer ancak daha zayıf, bir düzineye yakın yeni salma çizgisi de ilk kez bu tayflarda izlenmiştir. Bu çizgilerin hangi elemente ait oldukları 1939 yılına kadar tam olarak anlaşılmamıştır ve yeni bir elemente ait oldukları düşüncesi ile "*Koronyum*" olarak adlandırılmışlardır. 1939 yılından itibaren kısa sürede kuantum mekaniğinin fizikteki yerini almasıyla, bu çizgilerin yüksek dereceden iyonize olmuş demir elementine ait oldukları anlaşılmıştır. Böylelikle yeşil korona çizgisinin 13 kez iyonize olmuş demirden (Fe XIV) ve kırmızı korona çizgisinin ise 9 kez iyonize olmuş demir (Fe X) atomlarından kaynaklandığı ortaya

çıkıştır. Bu bulgulardaki en çarpıcı sonuç ise, Güneş'in korona tabakasının milyon derece mertebesinde yüksek sıcaklıklara sahip olduğu gerçeğidir.

Tam tutulma gözlemleri, koronanın genel ışınımının iki bileşene sahip olduğunu da ortaya çıkarmıştır. Birinci bileşen korona tabakasında serbest halde bulunan elektronların, fotosferik ışınımı saçması ile ortaya çıkmaktadır ve K-Korona olarak adlandırılmaktadır. Buradaki saçılma olgusu, fotosferik tayfa ilişkin soğurma çizgilerinde şiddetli doppler genişlemelerine ve ışığın kutuplanmasına neden olmaktadır. İkinci ışınım bileşeni ise, Güneş civarında yer alan gezegenlerarası toz parçacıklarının, fotosferik ışınımı saçması ile ortaya çıkmaktadır ve F-Korona olarak adlandırılmaktadır. Her ne kadar Güneş yakınlarında toz parçacıkları tamamen buharlaşmış olsa da, Merkür yörüngesi civarındaki uzaklıklarda hala gezegenlerarası toz parçacıkları varlığını sürdürmektedir. Yer'den izlenen F-Korona ışınımı bu parçacıklar tarafından üretilmektedir. Tipik bir soğurma çizgisi tayfı oluşturan bu ışınım kutuplanmamıştır (polarize olmamıştır) ve böylelikle K-Korona ışınımından kolayca ayırt edilebilmektedir.

Kromosfer ve korona gözlemleri, Güneş'in 11 yıllık leke çevriminin (başka bir deyişle 22 yıllık aktivite çevriminin) karakterini takip etmesi açısından da oldukça önemlidir. Bu amaçla, sadece doğal tutulmalarla değil "*Kronograf*" adı verilen ve yapay tutulmalar oluşturan optik cihazlarla da gözlemler yapılmıştır. Günümüzde, Yer atmosferinin engel olduğu ve Yer tabanlı gözlemevlerinde algılanamayan dalgaboylarında (x-ışınları, morötesi, kırmızıöte) da kromosfer ve korona gözlemlerini yapabilecek atmosfer dışı gözlem teknikleri geliştirilmiştir. Balon ve roketlerle başlayan bu atmosfer dışı gözlemler, ilerleyen teknoloji sayesinde özel astrofizik gözlem uyduları ile yapılmaya devam etmektedir. Bu uydulardan son yıllarda fırlatılan SOHO ve TRACE uydularının bulguları Güneş'in üst atmosfer katmanları hakkındaki bilgilerimizi sürekli olarak güncellemektedir. Bu uydularda yer alan kronografların kalibrasyonları, ancak Yer'den yapılan gerçek tutulma gözlemleri ile yapılabilmektedir.