

GÜNEŞ YÜZEYİNDEKİ PARLAKLIK DAĞILIMI

Yılmaz EMREM¹

Özet

Güneş diskindeki parlaklık dağılımı farklı bilgisayar programlarıyla incelendi.

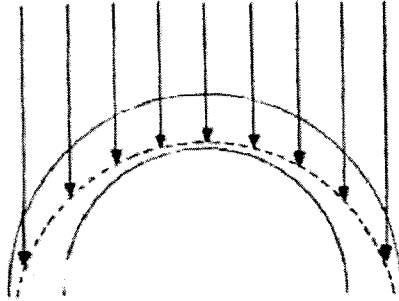
Abstract

Sun surface magnitude variability examined with different image processing programs.

1. Giriş

Kenar kararması keskin kenarlı Güneş görüntüsü üzerinde, merkezden kenara doğru gidildiğinde parlaklığın azalmasıdır. Bu azalmanın göz aldanması olmayıp, gerçek olduğu ve parlaklık şiddetinde somut bir azalma olduğu şöyle gösterilebilir: Güneş görüntüsünün üzerine düşürüleceği yüzey üzerinde küçük bir delik açılır ve deliğin arkasına ışınım şiddetini ölçebilecek bir ölçüm aracı yerleştirilir. Dürbün ileri geri hareket ettirilerek, görüntünün değişik bölgelerinin bu deliğin üzerine gelmesi sağlanır. Ölçüm aracından değişik bölgelerin ışınım şiddetlerinin, dolayısı ile parlaklıklarının farklı olduğu görülür. Ölçümlerden, merkezden kenara doğru gidildiğinde parlaklıkta önemli ölçüde azalma olduğu anlaşılmaktadır. Daha ayrıntılı ölçümler kenar kararması olayında parlaklık azalması şiddetinin ışığın dalga boyuna bağlı olduğunu da göstermiştir.

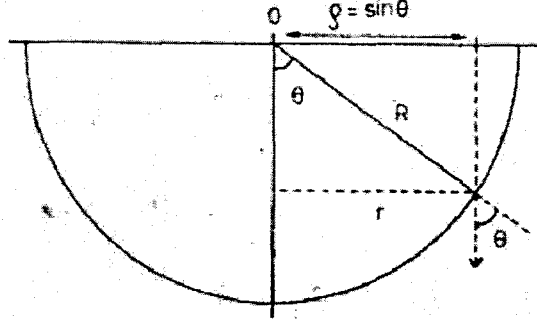
Merkezden kenara doğru parlaklık azalması, merkezden kenara doğru gidildiğinde yüzey sıcaklığının da azalması anlamına geldiğinden, fotosfer tabakasında sıcaklığın içten dışa doğru azaldığı sonucuna varılır. Çünkü şekil 1'de görüldüğü gibi, Güneş görüntüsüne bakıldığında, görüntü merkezi doğrultusunda ve merkezden uzak doğrultularda aynı geometrik derinlikteki bölgeler fotosfer tabakasında farklı yükseklikte bölgelere karşı gelir. Merkezden uzak bölgelerde, içten dışa doğru daha yüksek bölgeler gözlenmiş olduğundan, yükseklikle sıcaklığın azaldığı açık bir şekilde görülür.



Şekil : 1 Güneş üzerinde farklı yerlerde farklı derinliklerden gelen ışınım gözlenir.

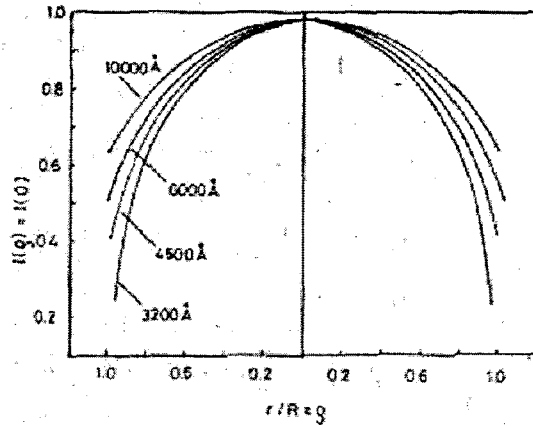
¹ İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34452, İSTANBUL,
Tel: +90-212 440 00 00 (10292), Fax: +90-212 440 03 70, e-posta: emremyilmaz@gmail.com

Fotosfer katmanında sıcaklığın yükseklikle nasıl değiştiğinin saptanmasında kenar kararması çok önemli bir anahtardır. Tüm ayrıntıların ve somut ölçüm değerlerinin iyi bir şekilde ortaya konması gerekir. Şekil 2’de görüldüğü gibi, Güneş görüntüsü üzerinde bir noktanın merkezden uzaklığı $\sin\theta = r/R = \rho$ olarak ifade edilebilir. Herhangi bir λ dalga boyundaki şiddet ölçümü de $I(\lambda(\rho))$ $I(\lambda(0))$ ’ ın değişimine Güneş ışınımının şiddet profili veya kısaca şiddet profili denir.



Şekil 2: Görüntü merkezinde olan rölatif uzaklık ve Güneş merkezine giden doğrultuya göre olan açısal uzaklık arasındaki ilişki.

Ölçümler için şöyle bir yöntem uygulanır: Güneş görüntüsünün oluşturacağı yüzey üzerine bir alıcı yerleştirilir. Görüntü merkezinin tam bu alıcı üzerine gelmesi sağlandıktan sonra, teleskobun saat mekanizması durdurulur; yani, teleskobun Güneş’i izlemesi engellenir. Dünya bir dakikada 15 yay dakikası değerinde bir dönme yaptığından ve bu değer Güneş’ in görünen açısal yarıçapı değeri kadar olduğundan, Güneş görüntüsünün yarıçapı 1 dakikada alıcının önünden geçiş yapar. Böylece yarıçap uzunluğu 1 dakikada alıcıda taramış olur ve şiddet değişimi saptanır.



Şekil 3: Dört farklı dalga boyu için şiddet profilleri. Profillerin farklı olması, kenar kararmasının dalga boyuna bağlı olduğunu gösterir.

Sürekli spektrum bölgesinde 4 ayrı dalga boyu için şiddet profilleri şekil 3’de verilmektedir. Profillerden kenar kararmasının kısa dalgaboylarında daha şiddetli olduğu ve dalgaboyu büyüdükçe azaldığı görülmektedir. Bunun nedeni, fotosfer tabakasının kısa

dalgaboylu ışınım için opak, yani az geçirgen, uzun dalgaboylu ışınım için ise az opak, yani fazla geçirgen, olmasındandır. Çünkü bu tabakanın bileşiminin büyük yüzdesinin hidrojen olduğu bilinmektedir ve yüksek enerjili kısa dalga boylu ışınım hidrojeni kolayca eksitleyebilir. Bu durumda hidrojen atomları bu ışınımın büyük kısmını absorblarlar. Ve ışınımın çok azı tabakayı geçerek yüzeye varır. Diğer taraftan uzun dalgaboylu ışınımın enerjisi düşük olduğundan hidrojen atomlarını eksitleyemez, dolayısı ile absorblanmaz. Değişik derinliklerden gelen bu ışınımın büyük bir kısmı tabakanın içinden geçip yüzeye varır. Bunun sonucu olarak Güneş yüzeyi kırmızı ışıpta gözlendiğinde, yüzeyin her noktasına hemen hemen aynı derinlikteki bölgelerden gelen ışınım varabilir ki, bu da görüntü üzerinde parlaklık değişiminin çok az olmasını sağlar.

Şiddet profillerinin gidişinden kırmızı ötesinde belli bir dalga boyundan kenar kararmasının yok olacağı açıktır. Bu dalga boyunun saptanması önemlidir. Bu dalgaboyunun saptanıp, bununla gözlem yapılması ile, fotosfer tabakasında sıcaklığın yükseklikle değişmediği bölge gözlenmiş olur. Bu nedenle uzak kırmızı ötesinde milimetre dalga boylarında şiddet profilleri elde etmek için yoğun çalışmalar sürdürülmektedir.

Bütün bu çalışmaların amacı fotosferin fiziksel yapısını, başka bir deyişle modelini yapabilmektir. Fotosferin modelini yapmak, değişik yüksekliklerde sıcaklık, yoğunluk ve basınç değerlerini ortaya koymak anlamına gelir. Kenar kararması opaklıkla, opaklıkta opaklık katsayısı ile ilgilidir. Diğer taraftan opaklık atmosferin herhangi bir noktasındaki yoğunlukla ifade edildiğinden, kenar kararmasından yoğunluk bulunabilir. Şiddet profillerinden sıcaklık değişiminin bulunabilmesi halinde, Güneş atmosferinin mükemmel bir gaz olduğu varsayımı ile, sıcaklık ve yoğunluk arasındaki ilişkiden herhangi bir noktadaki basınç bulunabilir.

2. Transfer Denklemlerine Göre, Kenar Kararması Denklemi

Matematiksel işlemlerin kolaylaşması için fiziksel olayları lineerleştireceğiz. Bu yüzden gri atmosfer için hesaplamalar yapacağız.

Şiddet: $I(X, \Theta)$

X : Derinlik, Θ : Açı, fonksiyonudur.

$I_\tau = H(4 + 3\tau)$, H ; birim zamanda, birim katı açığa geçen enerji. I , ışık şiddetini gri atmosfer halinde ($\tau_0 = 2/3 = \tau_0$), τ (optik derinlik) ve H cinsinden ifadesi.

Herhangi bir seviyedeki hacim elemanının yayınladığı şiddet.

Yıldız atmosferinin alt tabakasından üst tabakasına çizilen kesik konideki şiddet formülü:

Yayınlanan şiddet = $\epsilon_v \rho d_s$

d_s : Hacim elemanı uzunluğu.

Üst tabakalara doğru gittikçe şiddetteki azalma:

$$I_v \cos = I_v(\tau_v) e^{-\tau_v} *$$

Yine kesik koniden d_s yi $\sec\Theta$ ile çarparsak uzunluk dx ' e çevrilir.

$\epsilon_v \rho d_s = \epsilon \rho dx \sec\Theta$, ışın Θ açısıyla sapabilir. Bu durumda τ için de $\tau \rightarrow \tau \sec\Theta$ olarak yazacağız.

$$dI = \epsilon \rho dx \sec\Theta e^{-\tau \sec\Theta}$$

$$d\tau = -K \rho dx$$

$$\text{Bu iki eşitlikten } dI = -(\epsilon/K) d\tau \sec\Theta e^{-\tau \sec\Theta}$$

$$(\epsilon/K) : \text{Kaynak fonksiyonu. } (\delta_{(\tau)})$$

$D_1 = -S(\tau) d\tau \sec \Theta e^{-\tau \sec \Theta}$ yüzeydeki şiddet $I(0, \Theta) = -\int S(\tau) d\tau \sec \Theta e^{-\tau \sec \Theta}$

İntegral sonsuz ve 0 değerleri arasında sınırlıdır, zira fotosferin altından yüzeye kadar olan değişimi hesaplar. Yıldız radyatif denge halinde olduğundan S yerine J yazabiliriz. Diğer bir deyişle S yerine ortalama şiddet alıyoruz. $S = J$.

$I(0, \Theta) = \int H(2 + 3\tau) e^{-\tau \sec \Theta} d\tau \sec \Theta$. İntegrali pozitif yapınca, sınır 0' dan sonsuza oldu.

$$= 2H \int e^{-\tau \sec \Theta} d\tau \sec \Theta + 3H \int \tau e^{-\tau \sec \Theta} d\tau \sec \Theta. \quad \tau \sec \Theta = y \text{ diyelim.}$$

$$= 2H \int e^{-y} dy = -e^{-y} \Big|_0 = 1$$

2.integrali $\sec \Theta$ ile çarpıp, bölelim.

$$= 3H \cdot (1/\sec \Theta) \int \tau \sec \Theta e^{-\tau \sec \Theta} d\tau \sec \Theta. \text{ Elde ederiz.}$$

$$= \int y e^{-y} dy, \text{ kısmi integrasyon uygulayacağız.}$$

$$\int y e^{-y} dy = -y e^{-y} \Big| - \int -e^{-y} dy = (-y e^{-y} \Big|) - (y e^{-y} \Big|) = 1$$

$$I(0, \Theta) = H(2 + 3 \cos \Theta)$$

Bu sonucu yorumlarsak

$$I(0, 0) = 5H \dots\dots\dots \text{Tam merkez.}$$

$$I(0, \pi/2) = 2H \dots\dots\dots \text{Kenar.}$$

$$\cos \Theta = 2/3 \text{ değerinde ise } \dots\dots\dots I(0, \Theta) = 4H. \text{ Olur.}$$

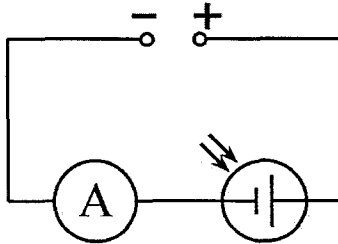
3. Güneş' İn Yüzey Parlaklık Dağılımının Araştırılması

3.1. (Deneyler)

1. Yöntem; Fototransistör ile:

Kullanılan araçlar :

Fototransistor, akım ölçer, akım sağlayıcı pil.



Şekil 4: Deney düzeneği

Deneyin yapılışı:

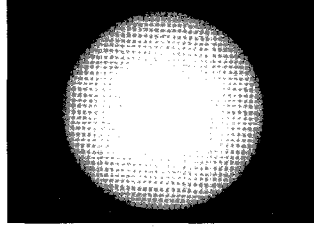
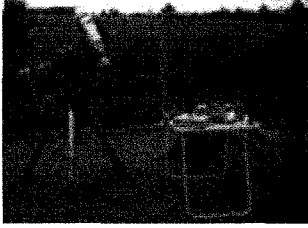
Güneş resmi projeksiyon aleti (Fernrohr) ile fototransistöre aktarıldı. Dünya' nın rotasyonu ile Güneş tarandı.

Sonuç:

Teknik verileri iyi bir şekilde araştırmak gerekli. Işık ölçer çok hızlı okumalı. Güneş ışığı çok olduğundan foton sayılamadı. Cihaz yandı. ☼

2. yöntem; Dijital Fotograf Makinesi İle:**Kullanılan araçlar :**

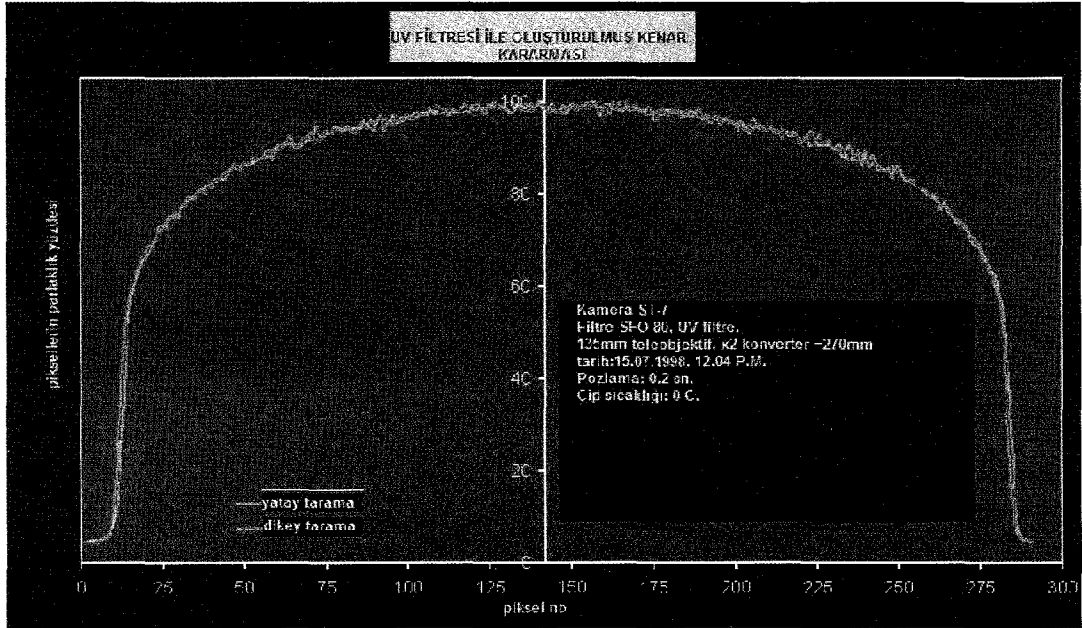
Dijital astrokamera,
135 mm teleobjektif
Güneş filtresi,
Dizüstü bilgisayar.

**Şekil 5:** Deney Düzenegi**Deneyin yapılışı:**

Güneş fotoğrafı çekildi.

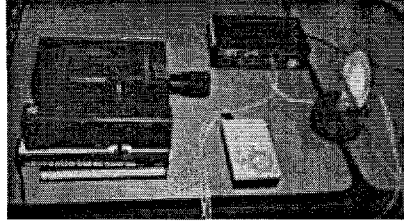
CCD ile alınan görüntü bilgisayara aktarıldıktan sonra, piksel parlaklığı ölçümü fotoğraf üzerinden yapıldı. Piksel parlaklığı yatay ve dikey olarak ölçüldü.

Ölçülen piksel parlaklığı Excel' e aktarılıp grafik çizildi.

**Şekil 6:** UV Filtresi ile oluşturulmuş kenar kararması**Sonuç:**

Eğrinin aşağıya doğru düz inen bölümlerinde görülen bulanıklığa bakarak, sonucun ideal olduğu söylenebilir. ☀

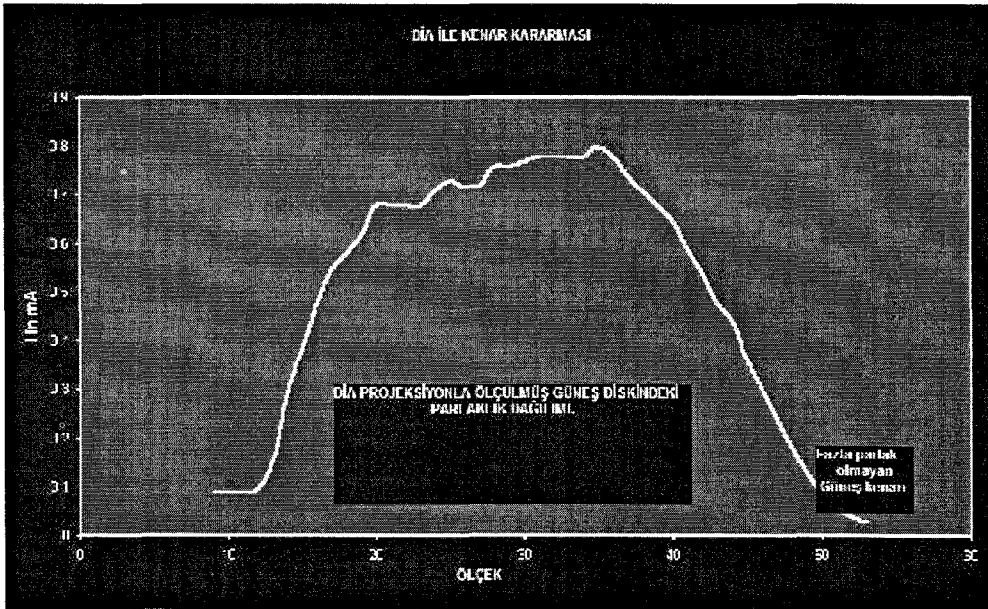
3. yöntem; Dia Projeksiyon İle: Kullanılan araçlar : Güneş diası.Projektör.



Şekil 7: Deney Düzeneği

Deneyin yapılışı:

Güneş diası projeksiyon ile fototransistöre aktarıldı. Fototransistör üzerinde dia görüntüsü milimetrik adımlarla ilerletildi.Parlaklık ölçümü yapıldı. Ölçülen değerler MS Excel' e aktarıldı. Bir diagram oluşturuldu.



Şekil 8: Dia ile Kenar Kararması

Sonuç:

Beklenilen sonuç alınamadı.

3.2. Sonuçların Değerlendirilmesi

2. yöntem önceden beklenenden daha iyi sonuç verdi. Daha ortalama bir değer verdi. Optik bir eğim var. 3. yöntemde, "bu yöntemden" beklenenden iyi bir sonuç çıktı.Burada gerekli şey; kaliteli dia,uygun projektör ve projeksiyonun farklı açılardan okunması. Neden deneyde UV filtre kullanıldı? Çünkü dijital kameralar yeterince duyarlı. Çok kısa pozlamalar yapılabiliniyor.Filtre kullanıldığında daha çipe daha az ışık düşüyor fakat, iki pozlama üst üste bindirilince iyi derecede parlaklık alıyoruz. Filtre ile kullanılan çipin duyarlılığı mavi ve görsel bölgede ışığa karşı duyarlılığı azalır. Pozlamalarda doğru yanma miktarı birkaç deneyden sonra elde edilir. Bu deneylerde Güneş tamamen fotoğraflanmalıdır.

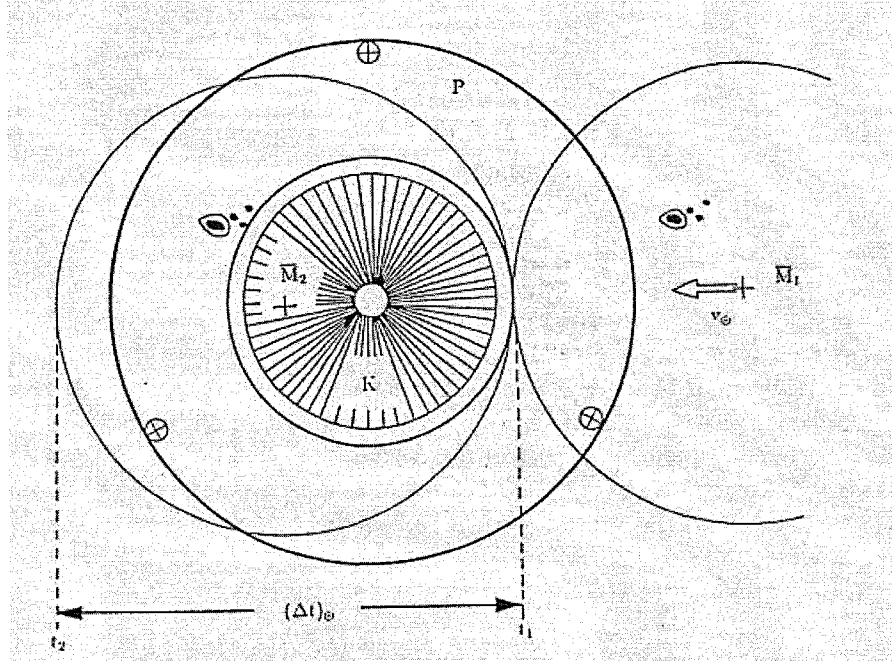
4. Ölçümlerin Uygulanması ve İşlenmesi

Ölçümler Güneş' in yerel yüzey parlaklığından oluşan foto akımların bir Fotodiod (Pohotodiode) içindeki kaydından ibarettir.

Fotodiot bir Güneş projeksiyonu perdesinin merkezinde, bir düzlemde kurulmuştur.

Işık Güneş görüntüsüne oranla daha küçük bir açıklıktan, bir koni şeklindeki diyaframdan (açıklıktan), yalnız küçük bir düzlem parçasından alınır.

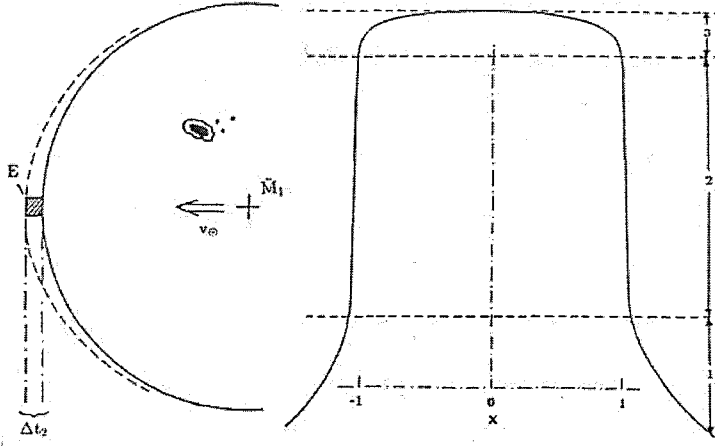
Ölçümde bütün diski önce merkezi olarak ölçüm diyaframına (objektif diyaframı) ayarlanır. Daha sonra ölçümlerin başında Güneş, ince bir ayarlama ile projeksiyon perdesinin dışına konur. Güneş' in günlük hareketi vasıtasıyla perdeye düşmesi sağlanır.



Şekil 9: Şekilde; t_1 ve t_2 görüntü hareketinin zamansal kayıtlarıdır.

Güneş görüntüsü, projeksiyon perdesi üzerine konulmuş bir koniyle izole etmek için yatık ışık demetinin önüne merkezi açıklığın arkasına diode (diyot) konur.

Teleskop öyle yerleştirilir ki Güneş diskinin orta noktası merkezi olarak ölçüm açıklığından (koni içinde) geçer. Güneş geçiş zamanı (ölçüm açıklığından geçen) şöyle hesaplanır: Bir kronometreyle sol ve sağ kenarının koninin tabanına değmesindeki zaman farkı ölçülür. Güneş' in günlük görünür hareketi, foto akımlarının kaydı ile bir yazıcıda gerçekleşir. Şekil 10; böyle karakteristik bir kaydı göstermektedir.



Şekil 10: Güneş' in günlük görüntü hareketi

Nicel bir değerlendirme için; $R(x) = \sin\theta$ için sıfır noktalarını tespit edilmelidir, yani kayıttaki yerlerin (ki bu yerler Güneş' in dedektöre değdiği ve dedektörü terk ettiği yerlerdir) hassas olarak tespit edilmelidir . Bu saptama, Güneş' in geçiş zamanının bir işaretle tespitine dayanmalıdır. Güneş' çapı kaydın ölçeğine uygun olarak yazıcı hızından hesaplanır. Ayrıca Güneş diskinin sonunda tamamen gerilmiş (esnemiş) dedektörü henüz yakalayıp, tamamen örttüğü zamana dek geçen süreyi dikkate alan bir düzeltici de monte edilmelidir. Bu çapın kayda uymasıyla Güneş kenar kararmasının değerleri için kayıtların sıfır noktaları tespit edilir. Bu gözlem için Güneş görüntüsünün ölçüm açıklığına dair ortalamasına mümkün olduğunca dikkat edilmelidir. Ölçümlerin hedefi yoğunluk durumlarını (oranlarını) $\{I(0, v)_\lambda\} / \{I(0, 0)_\lambda\}$ karşılaştırmalara uygun saptamak. Ölçüm değerleri ve yoğunluklar arasındaki bağlantı bu iki ilişkiyi üretir.

$$I(\tau, v)_\lambda = \{ R(x)_\lambda - V(\lambda) \} / \{ c.k(\lambda) \}$$

$$k(\lambda) = a(\lambda).o(\lambda).d(\lambda).e(\lambda)$$

$k(\lambda)$ düzelti fonksiyonudur.

$a(\lambda)$: Dünya atmosferinin göreceli geçirgenlik fonksiyonu.

$o(\lambda)$: Teleskop optiğinin göreceli geçirgenlik fonksiyonu.

$d(\lambda)$: Filtrenin göreceli geçirgenlik fonksiyonu.

$e(\lambda)$: Fotodiode duyarlılığı.

$V(\lambda)/[mv/cm]$ yazıcının duyarlılığı fonksiyonu.

C: orantısal faktör: $cm^2.s.cm.mv.J^{-1}$.

Ampirik fonksiyonların değerleri her ne kadar tespit edilmiş de olsa değerler büyük oranla meteorolojik faktörlere bağlıdır. ($a(\lambda)$), Oranların kurulmasında bazı faktörler göz ardı edilir, ya da sadeleştirilir. $\{o(\lambda), d(\lambda), e(\lambda)\}$.

Elde edilen oran:

$$\{I(\tau, \Theta)_\lambda / I(\tau, 0)_\lambda\} = \{R(x)_\lambda / R(x)_\lambda\}$$

Kaynaklar

- [1] Esin, F., “*Güneş*”, Sarmal Yayınevi, 1996
- [2] Tektunalı, G.H., “*Asrofiziğe Giriş*”, İ. Ü. Fen Fakültesi Basımevi, 1990
- [3] İbanoglu, C., “*Yıldız Astrofiziğine Giriş*”, Ege Üniversitesi Basımevi, 1996
- [4] A:\Physikalische Ursachen der Randverdunklung.htm
- [5] A:\Durchführung der Messungen und ihre Bearbeitung.htm
- [6] A:\Schülerprojekt Randverdunklung Sonne - Wolfgang Rafelt.htm