

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde S-DIMM ile Gündüz Görüş Gözlemleri

Tuncay ÖZİŞİK¹, Tansel AK²

¹ TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi

² İ.Ü.F.F. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

ÖZET

Gerek gündüz, gerekse gece koşullarında kullanılacak teleskopların kurulacakları gözlemevi yerleşkelerinin seçiminde belirleyici olan ana unsur görüş gözlemlerinin sonuçlarıdır. Halbuki, bilinmektedir ki 20. yüzyılın başlarından 1980'li yılların ortalarına kadar yapılmış görüş gözlemleri, gözlem tekniklerinin içerdikleri hatalar ve gözlem cihazlarının yetersiz duyarlılıkları sebebiyle tatmin edici bir hassasiyete ulaşamamışlardır.

Bir TÜBİTAK Araştırma Projesi çerçevesinde yürütülecek olan çalışmamızda, çağdaş gündüz görüş gözlemlerinde kullanılmak üzere önerilmiş olan ve S-DIMM (Solar-Differential Image Motion Monitor) adı verilen gözlem sistemi kurulacaktır. Bu yeni sistemin bilindiği kadarı ile Dünya'daki ilk birkaç uygulamasından biri TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) gerçekleştirilecek, araştırma sonucunda TUG yerleşkesinin modern Güneş gözlemlerine uygun olup olmadığı anlaşılacaktır. Gözlem sistemi bazı değişikliklerle gece koşullarında da kullanılabilir.

Bu çalışmada astronomik gözlemlerdeki görüş (*seeing*) kavramı üzerinde durulmuş, görüş niteliği belirlenmesinde kullanılan diferansiyel görüntü hareketi ölçüm yöntemi özetlenmiştir. Kurulacak gözlem sistemi tanıtarak, bir aday yerleşkedeki Güneş gözlemlerinden itibaren verinin analizi ve görüş değerinin belirlenmesinde kullanılan yöntem hakkında bilgi verilmiştir.

1. Giriş

Gözlem yöntemlerinde, gözlem aletlerinde ve görüntü-işlem tekniklerinde dikkate değer ilerlemeler olmasına rağmen, yüksek nitelikli gözlemler yapılmasına izin veren atmosferik koşullara sahip gözlemevi yerleşkelerinin seçimi hâlâ çok önemlidir. Bu sebeple halen yeryüzünün çeşitli yerlerinin astronomik gözleme uygun olup olmadıkları belirlenmekte, mevcut gözlemevi yerleşkeleri de bu bakımdan takip edilmektedir.

Gözlemevi yerleşkelerinin seçiminde çeşitli unsurlar gözönüne alınır. Ulaşım, haberleşme, elektrik enerjisi ve su gibi temel altyapısal unsurlar çok önemli olmakla birlikte, yerleşke seçiminde belirleyici olan esaslar; bulutluluk oranı, açık gün-gece sayısı, rüzgâr şiddeti ve yönü, nemlilik, gün-gece arasındaki sıcaklık farkı gibi atmosferik özelliklerdir. Bu unsurlar aday yerleşkenin bulunduğu iklim kuşağı, zemin malzemesi, deniz seviyesinden yüksekliği, bitki yapısı gibi coğrafi koşullarla bağlantılıdır. Görüş niteliğini gündüz koşullarında etkileyen atmosferik olaylar ve zemin yapıları, olumsuz etkilerden korunmak için seçilecek yerleşkelerin temel özellikleri ve gözlemsel parametrelerin ölçümünde kullanılmış yöntemler Kiepenheuer (1963) tarafından ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Görece olarak eski kabul edilebilecek bu çalışma, halen geçerliliği ve temel başvuru referansı olarak önemini korumaktadır. Kiepenheuer'e göre Güneş teleskobu yerleşkeleri ikiye ayrılır; günün uzun saatleri boyunca orta düzeyde görüş niteliği sağlayanlar ve kısa süreler için yüksek görüş niteliğine ulaşılabilenler. Günümüzde gelişen gözlem cihazları sayesinde milisaniye mertebesine kadar kısalan poz süreleri gözönüne alındığında, ikinci tür yerleşkelerin seçimde öncelikli oldukları anlaşılmaktadır. Zemin malzemesinin türü ve içerdiği su miktarı, yükseklik, rüzgâr yönleri ve hızı gibi parametreler incelenerek, bir yerleşkede görüş niteliğinin nasıl olacağına dair öngörülerde bulunmak mümkündür. Fakat tecrübeler göstermiştir ki bu tahminler her zaman isabetli olmamakta, görüş niteliğinin düşük çıkması beklenen yerlerde çok yüksek değerlere ulaşılabilir. Bu yüzden, bir aday yerleşkenin astronomik gözleme uygun olup olmadığının anlaşılmasını sağlayan asıl gösterge görüş (*seeing*) değeridir ve bunun için yapılması gereken çalışma, sözkonusu yerleşkede görüş değerinin en azından bir yıllık süreçteki takibidir. Kiepenheuer, atmosferik ve zeminsel etkilerle yerden 20-30 m. yüksekliğe kadar bir bölgede oluşturulan ve görüş niteliğinin bozulmasında ana etkeni teşkil eden süperadyabatik tabakadan kurtulmak için teleskobun zeminden 15-20 m. yükseğe yerleştirilmesini tavsiye etmektedir. Günümüzün modern güneş teleskoplarında da bu yöntem uygulanmaktadır (Rutten 1999).

Ülkemize yüksek ayırma güçlü bir Güneş teleskobu kazandırma faaliyetlerinin yürütüldüğü bu günlerde, bu teleskobun kurulacağı yerleşkenin seçim çalışmalarına bir an önce başlanmalıdır. TUG'un ileriye dönük plânlarında modern bir Güneş teleskobu yeraldığına göre, yerleşkenin Güneş

gözlemlerine uygun olup olmadığı araştırılmalıdır. Bu çalışma, görüş kavramı, temel tanımlar ve yapılmış çalışmaları gözden geçirmekte, aday yerleşkelerde gündüz görüş değerinin tespit edilmesini sağlamak üzere geliştirilecek modern bir gözlem sistemini ve veri indirgeme yöntemini tanımlamaktadır. Sistem bazı değişikliklerle gece koşullarındaki görüş gözlemleri için de kullanılabilir.

2. Astronomik Görüş ve İlgili Kavramlar

Atmosferik türbülans, görüntü kalitesini sınırlayan bir unsur olarak yer-temelli gözlemler için önemli bir engeldir ve kırınım indisinde rastgele düzensizlikler yaratarak atmosfer boyunca geçen ışığı temsil eden dalga cephesinde rahatsızlıklara sebep olur. Bu rahatsızlıklar, dalga cephesinin şeklinin bozulması ve cephe boyunca şiddet değişimleri şeklinde ortaya çıkar. Dolayısı ile bir teleskobun odak düzleminde oluşan görüntü, optik sistemdeki kusurların yanında, büyük oranda atmosfer tarafından üretilmiş bozulmaları da içerir. Görüş, bir astronomik gözlem sırasında atmosferik yapı ve çevre koşullarının tayin ettiği pratik ayırma gücünü gösteren nicel bir parametredir. Bu parametre, bir yıldızın uzun poz süresi ile alınmış görüntüsüne ait şiddet profili (PSF) ile de tanımlanabilir. Görüş, kısa süreli görüntü genişlemesi (*blurring*) ve görüntü hareketini (*image motion*) içerir. Bir yerleşkenin astronomik gözleme uygunluğunun nicel olarak ifade edilmesinde kullanılır ve birimi yay saniyesidir ("). Literatürde bu kavramın yerine zaman zaman Görüş Niteliği (*seeing quality*) veya Görüntü Niteliği (*image quality*) kavramları da kullanılmaktadır. Görüş çalışmalarında sık rastlanan bir diğer kavram olan *Görüntü Hareketi* ise atmosfer boyunca çeşitli etkilerle ortamın kırılma indisinin sürekli değişmesi sonucu oluşur. Kırılma indisindeki bu değişimlerin tipik frekansı 100 Hz civarındadır. Bunun sonucu, görüntü çok kısa sürelerde titreşimlerde bulunur. Yay saniyesi olarak ifade edilen bu titreşimler bir poz süresi boyunca algılayıcı üzerinde (film, CCD gibi) birikerek görüntünün bozulmasına yol açarlar. Ayırma Gücü, bir teleskobun birbirine ne kadar yakın iki nokta ışık kaynağını birbirinden ayrı olarak gösterebileceğini ifade eder ve birimi yine yay saniyesidir. Görüş çalışmalarında görüş niteliğini ifade etmekte de kullanılan Fried Parametresi (r_0), hangi çapta bir teleskopla gözlem yapılırsa yapılırsa, görüş niteliğinin izin verdiği kuramsal ayırma gücüne karşılık gelen teleskop açıklığını gösterir. Örneğin bir gözlem sırasındaki Fried parametresi 10 cm ise, kullanılan teleskopun çapı bundan ne kadar büyük olursa olsun, ancak 10 cm çapında bir teleskobun sağlayabileceği ayırma gücü ($\sim 1''$) ile gözlem yapılmış demektir. Dolayısı ile, Fried parametresinden itibaren hesaplanan ayırma gücü, bize doğrudan doğruya görüş değerini vermektedir.

Şiddet değişimlerinin görüntü niteliğini nasıl etkiledikleri çok iyi bilinmese de, dalga cephesinin şeklinde meydana gelen bozulmaların görüntü niteliğini olumsuz şekilde etkilediği açıktır (Fried, 1966a). Görüş niteliğinin atmosferik etkenlere bağlılık düzeyi ve görüş niteliğinin belirlenmesinde kullanılacak parametreler, Fried (1965, 1966a, 1966b, 1975, 1978) tarafından ayrıntılı bir şekilde araştırılmış ve tartışılmıştır.

1913'den bu yana görüş niteliğinin belirlenmesinde görüntü hareketinin görsel, fotoğrafik ve fotoelektrik ölçümleri kullanılmıştır. Bunun yanısıra, Güneş'e ait granülasyon görüntülerindeki kontrastın kullanıldığı (Ricort ve ark., 1982) veya ardışık görüntüler arasında korelasyon analizi ile görüş kalitesinin tespit edildiği çalışmalar da yapılmıştır (Darvann, 1987). Martin (1987) görüş niteliğinin belirlenmesinde yeterince kısa poz sürelerindeki görüntü hareketinin uygun bir ölçü olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. Martin'den önceki ve sonraki deneysel çalışmalarda da görüş niteliğinin tespiti için kullanılan esas parametrenin görüntü hareketi olduğu anlaşılmaktadır. Poz süreleri ile ilgili bir çalışmada ise, Soules ve ark. (1996) gözlemlerden itibaren hesaplanması amaçlanan Fried parametresi üzerindeki poz süresi etkilerini incelemiştir. Gece koşullarındaki görüş niteliği gözönüne alınarak yapılmış olmasına rağmen, bu çalışmada görüntü hareketi ölçümlerindeki poz sürelerinin 10 ms'den küçük olması önerilmektedir.

Görüntü hareketinin ölçümüne dayanan gerek eski gerekse yeni yöntemlerin kullanıldığı gece görüş niteliği belirlenmesine yönelik gözlemsel çalışmalar literatürde çok sayıda bulunmaktadır. Gündüz koşullarında yapılmış çalışmalar ise bunlara nispeten azdır. Gündüz koşullarında görüş niteliği tespiti için fotoelektrik yöntemin kullanıldığı çalışmaların en iyi örneklerinden biri Brandt (1970) tarafından gerçekleştirilmiştir. Benzeri bir fotoelektrik çalışma, Brandt ve ark. (1987) ile Borgnino ve Brandt (1982) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalarda, Güneş'in disk kenarının hareketleri yüksek hızlı fotoelektrik algılayıcılar ile ölçülmüş, buradan itibaren Fried parametresi ve görüş değeri hesaplanmıştır.

Geleneksel olarak küçük teleskoplarla, görsel, fotoelektrik ve fotoğrafik yöntemlerle yapılagelmiş olan görüş gözlemlerinin hassasiyetleri düşüktür. Bu gözlemlerden elde edilen görüş değerleri, çoğu zaman cihazların kaydedebildiği ortalama görüntü hareketinden itibaren yapılan hesaplara dayanmakta ve ciddi gözlem hataları içermektedirler. Gözlemlerde en azından 40 cm çapında, optik kalitesi yüksek ve mükemmel takip sistemli teleskoplar kullanılmalıdır. Halbuki bu

çaptaki bir cihazın taşınması ve değişik yerleşkelerde gözleme hazırlanması çok zordur. Üstelik böyle bir teleskobun kullanılması da görüntü hareketinin yüksek duyarlılıkla ölçülebilmesi için yeterli değildir. Çünkü, takip hataları ve rüzgârdan kaynaklanan teleskop sallantısı, gözlem verilerine sistematik olmayan “*sahte görüntü hareketleri*” katar. Bu gözlem hatalarından kurtulmanın yolu ise diferansiyel görüntü hareketi ölçümleri yapmaktır.

3. Diferansiyel Görüntü Hareketinden İtibaren Görüş Tayini

Stock ve Keller (1960), bir önceki bölümün sonunda bahsi geçen gözlem hatalarından kurtulmak için diferansiyel bir gözlem sistemi önermişlerdir. Bu sistemde, ortak bir montürde iki adet mercekli teleskop vardır ve aynı bir yıldız için oluşan iki görüntünün atmosferik etkilerden dolayı birbirlerine göre hareketleri ölçülmektedir. Bu diferansiyel sistemin kuramsal temelleri Fried (1975) tarafından incelenmiştir. Halen kullanılmakta olan diferansiyel görüntü hareketi monitörleri (*DIMM - Differential Image Motion Monitor*) aynı prensibe dayanmaktadır.

DIMM yöntemi, bir teleskobun önüne yerleştirilen Hartmann maskesinin iki dairesel deliğinden giren dalga cepheleri yardımıyla optik anlamda aynı bir cismin iki görüntüsünü oluşturmaya dayanır. Hartmann maskesinin delikleri arasındaki mesafe, delik çapının 2 katından fazla olmalıdır. Deliklerden birine yerleştirilen optik kama, odak düzleminde görüntünün net olarak ikiye ayrılmasını sağlar. Atmosferik türbülans dolayısıyla görüntüler birbirine göre titreşir ve takip sistemi ile rüzgâr sallantısından kaynaklanan titreşimler bu diferansiyel harekete katılmaz. Böyle bir gözlem sistemi, görüntü hareketinin teleskop çapı, takip sistemi ve teleskop sallantısından kaynaklanan hatalardan bağımsız şekilde doğrudan ölçümünü sağlar. Sarazin ve Roddier'e (1990) göre boyuna (σ_1^2) ve enine (σ_t^2) diferansiyel görüntü hareketlerinin varyansları,

$$\sigma_1^2 = 2\lambda^2 r_0^{-5/3} (0.179D^{-1/3} - 0.0968d^{-1/3})$$

$$\sigma_t^2 = 2\lambda^2 r_0^{-5/3} (0.179D^{-1/3} - 0.145d^{-1/3})$$

şeklinde ifade edilebilirler. Burada λ dalgaboyu, r_0 Fried parametresi, D Hartmann maskesindeki deliklerin çapı, ve d ise delikler arasındaki mesafedir. Bu varyansların, D çaplı bir teleskopta iki doğrultudaki hareket için toplam varyansa (σ^2) bağılılıkları ise $S=d/D$ olmak üzere,

$$\sigma_1^2 = (1 - 0.541S^{-1/3})\sigma^2 \quad (")$$

$$\sigma_t^2 = (1 - 0.811S^{-1/3})\sigma^2 \quad (")$$

ile verilir. Görüntü hareketinin toplam varyansının Fried parametresi ile ilişkisi ise Borgnino ve Brandt (1982) tarafından,

$$r_0 = 8.25 \times 10^5 D^{-1/5} \lambda^{6/5} (\sigma^2)^{-3/5} \quad (\text{cm})$$

şeklinde verilmiştir. Fried parametresi bu şekilde bulunduktan sonra λ (Å) ve r_0 (cm) değerleri kullanılarak görüş değeri ayırma gücü bağıntısından kolayca hesaplanabilir:

$$\theta = 2 \times 10^{-3} \frac{\lambda}{r_0} \quad (")$$

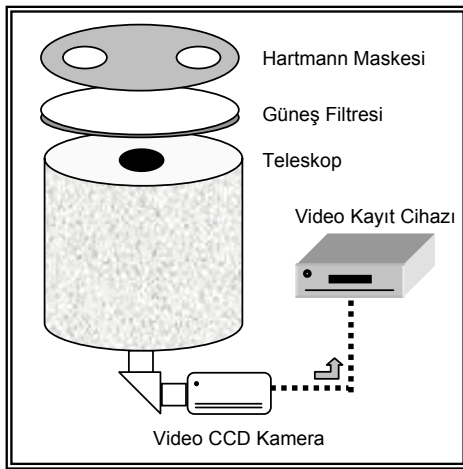
Bu yöntemde, gece koşullarındaki görüş gözlemleri için parlak yıldızlar, gündüz koşullarında ise Güneş gözlenir. Güneş disk gösteren bir kaynak olduğu için, gözlem yapılırken disk kenarının hareketleri takip edilir ve yıldız gözlemlerinin aksine diferansiyel hareket sadece kenara dik bir doğrultuda ölçülebilir. Güneş'le yapılan uygulamalarda gözlem sistemine S-DIMM (**S**olar-**D**ifferential **I**mage **M**otion **M**onitor) adı verilmektedir. Burada üzerinde dikkatle durulması gereken noktalar, poz süresi, poz aralıkları ve gözlem sayısıdır. Poz süresi çok kısa (<10 ms) olmalıdır. İstatistik önemi yüksek bir sonuç elde etmek için, 10 saniye olabilecek bir gözlem seti sırasında 250 görüntü alınabilecek zamansal çözünürlüğe (0.04 saniye/kare) ulaşılabilir. Bu setler gün (veya gece) boyunca devam etmelidir. Bu veriler, görüşün kısa süreli değişimleri üzerine de sonuçlar verecektir.

4- S-DIMM Gözlem Sistemi

S-DIMM, gece koşullarında görüş gözlemleri yapılması için geliştirilen DIMM'in gündüz koşullarında kullanılacak tarzda değiştirilmiş olanıdır. Aslında aralarındaki fark, cihazları çok şiddetli ışık ve bunun yarattığı ısıdan korumaya yarayan bir Güneş filtresidir. S-DIMM'in bu çalışmada önerilen bileşenlerle birlikte yapısı Şekil-1'de verilmiş ve aşağıda tanımlanmıştır:

Hartmann Maskesi (Hartmann Mask): Benzerleri teleskop ayna testlerinde veya odak düzlemlerinin hassas olarak tespitinde kullanılan basit bir parçadır. Teleskobun giriş açıklığını kapatan ve üzerinde eşit çaplarda iki dairesel delik bulunan bir düzlemdir. Maske, bir optik girişim yaratarak odak düzleminde cismin iki görüntüsü oluşturur. Sistemde $D=6$ cm ve $d=24$ cm ölçülerinde bir maske olacaktır.

Güneş Filtresi: Teleskop optiğini ve odak düzlemi cihazlarını Güneş'in şiddetli ışınımından korur. Bu amaçla, görünür bölgede 10^{-5} geçirgenlikli, 30 cm çapında metal kaplamalı cam filtre kullanılacaktır.



Şekil-1 S-DIMM gözlem sisteminin elemanları.

Teleskop: DIMM gözlemlerinde genellikle 20 cm ve üzerindeki açıklıkta olanları tavsiye edilir. Optik kalitesi yüksek, kolay taşınabilen Schmidt-Cassegrain türü sistemler tercih edilir. Bu S-DIMM'de Meade LX200 modeli 30 cm açıklıklı, f/10 teleskop kullanılacaktır.

Video CCD Kamera: Odak düzleminde oluşan görüntünün yüksek zamansal çözünürlükte video sinyali olarak elde edilmesini sağlayan alıcıdır. Ayarlanabilen poz süresi, görüş etkilerinin altında kalan sürelerde (<10 ms) 25 kare/sn (PAL) video hızında kayıt yapılmasını sağlar. Sistemde 768x576 piksellik, 10-Bit, 25 kare/san., 1/50-1/120000 sn poz süresi olan bir video CCD kamera kullanılacaktır.

Sayısal Video Kayıt Cihazı: Video CCD'den gelen sinyallerin 8 mm'lik video kasetlere sayısal olarak kaydını sağlayan ve gözlemin izlendiği bir ekranı olan portatif bir cihazdır. Görüntü kayıplarının en az düzeyde olması ve doğrudan bilgisayar ortamına aktarılabilmesi için sayısal format tercih edilmiştir.

S-DIMM'in bu tasarımında kullanılan sayısal kayıt cihazı önemli avantajlar sağlayacaktır. Veri kayıt kapasitesi çok ekonomik ve büyük olacaktır. Bilgisayar kullanımında 2 USD/dakika olan kayıt maliyeti 0.1 USD/dakika'ya düşecek, 40 GB disk alanı gerektiren dört günlük tipik bir gözlem verisi bir kasede sığabilecektir. Ayrıca bilgisayar ve çevre birimleri gerektirmeyen sistem çok daha portatif olacaktır. Sistemin daha önceki tasarımlardan bir farkı da Hartmann maskesinin deliklerinden birinin önüne şimdilik optik kama konmamasıdır. Bunun yerine odak ayarı hafifçe bozularak çift görüntü elde edilecek ve disk kenarları daha sonra bilgisayarda görüntü-işlem teknikleri ile keskinleştirilecektir.

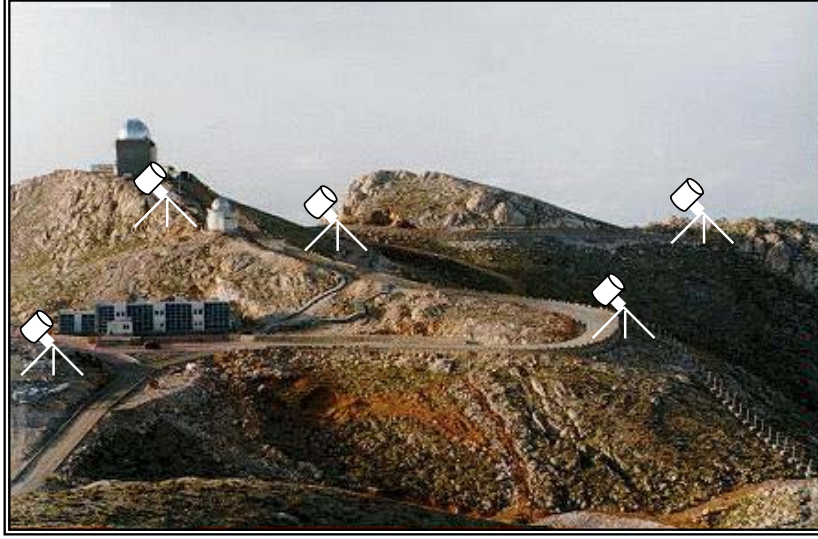
S-DIMM ile ilgili literatürden takip edilebilen iki çalışma vardır (Zhong ve Beckers 2001; Beckers, 2002). Bu çalışmalarda ayrıca görüş niteliği ile atmosferik çalkantı (*scintillation*) arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bundan başka, bu projede yapımı önerilen gözlem sisteminin bir benzeri, 4 m. çapında ATST (**A**dvanced **T**echnology **S**olar **T**elescope) isimli yeni bir Güneş teleskobunun yer seçimi çalışmalarında halen kullanılmaktadır (www.sunspot.nao.edu/ATST).

5. S-DIMM ile Gözlem

Görüş gözlemleri için öncelikli hedef TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) Yerleşkesi'dir. Ancak, imkânlar elverdiği ölçüde başka yerlerde de gözlemler yapılacaktır. En az bir yıl boyunca her ay ortalama bir hafta süre ile her gün, gün doğumundan gün batımına yakın saatlere kadar yayılmış gözlem verileri alınmalıdır. Görüş niteliği bir yerleşkenin çeşitli noktalarında değişebileceğinden gözlemler, muhtemel Güneş teleskobunun yerini de içeren TUG arazisinin çeşitli noktalarında yapılacaktır (Şekil-2). S-DIMM gözlem aşamaları aşağıdaki maddeler halinde verilebilir:

- 1) Teleskop gözlem noktasında kurularak ayarları yapıldıktan sonra Güneş'e yönlendirilir.
- 2) Takip hatası ve rüzgâr sallantısının genel görüntüyü çok etkilememesi için Kuzey-Güney doğrultusundaki kenarlardan biri görüş alanına alınır. Sonra odak ayarı hafifçe bozularak aynı kenara ait iki görüntü birbirinden 10-20" kadar ayrılır. Takip hatası ve rüzgâr kaynaklı sallanmalar iki görüntünün birlikte hareket etmelerine yol açarken, görüş bozulmaları sebebiyle kenar görüntüleri birbirlerine göre hareket ederek S-DIMM verisini oluştururlar.

- 3) 5-10 dakika aralıklarla, 10-15 saniye süreyle 25 kare/san video hızında ve 10 ms'lik poz sürelerinde kenar görüntülerinin sayısal video kayıtları yapılır. Böylece tipik atmosferik türbülans frekansındaki hareketler (Bkz. Bölüm 2) kaydedilebilecektir.

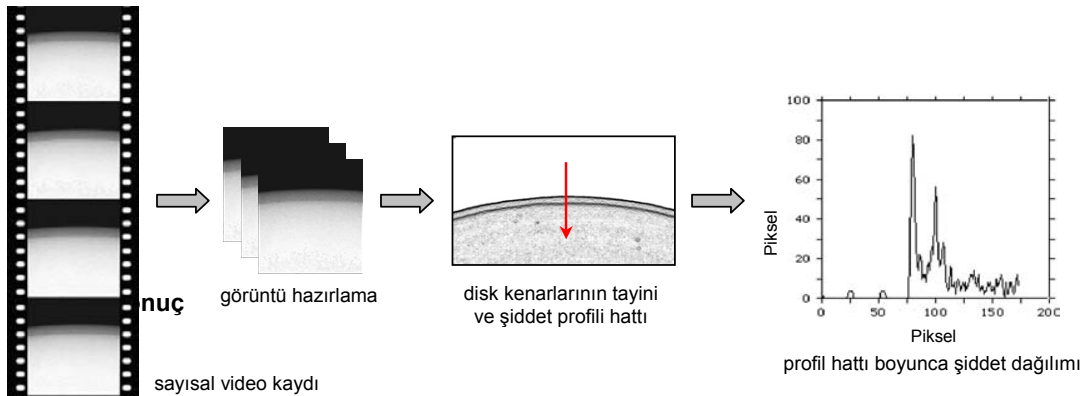


Şekil-2 TUG yerleşkesinde S-DIMM ile gündüz görüş niteliği gözlemlerinin plânlandığı noktalar.

Gözlemler sırasında sadece bu kayıtların tutulması yeterli değildir. Ayrıca zeminden farklı yüksekliklerdeki gölge-dışı sıcaklıklar, rüzgâr yönü, rüzgâr hızı, basınç ve nem ölçümlerinin yanısıra havanın açık olduğu süreler ve günler de kaydedilmelidir. Görüntü hareketi ölçümleri ile birlikte bu meteorolojik kayıtlar, yerleşkenin Güneş gözlemlerine uygunluğunun anlaşılmasını sağlayacaktır.

6. S-DIMM Gözlem Verilerinin İndirgenmesi

Öncelikle her bir gözlem setine ait sayısal video kayıtları, video işleme yazılımları ile, tek tek görüntüler halinde bilgisayar diskine aktarılıp 8-Bit'lik FITS formatına çevrilecek ve bu görüntülere düz alan (Flat Field) düzeltmesi uygulanacaktır. Video CCD'lerde kara akım ihmal edilebilecek düzeyde olduğundan kara akım düzeltmesi gerekmeyecektir. Daha sonra görüntüler üzerinde diferansiyel hareket ölçümlerini yapabilmek amacıyla IDL ortamında geliştirilen bir dizi program kullanılacaktır. Bu aşamada, Güneş'in kenar görüntüleri üzerinde Sobel filtresi (RSI, 1997; Berry ve Burnell, 2000) uygulanarak kenarlar keskinleştirilecek ve bir gözlem setine ait her kare görüntü için kenara dik doğrultu boyunca şiddet profilleri bulunacaktır. Buradan itibaren de profillerin tepe noktaları arasındaki mesafelerin ortalama mesafeden farkları alınarak varyans hesaplanacaktır. Daha önce Bölüm 3'te verilen bağıntılar yardımıyla görüşün bir ölçüsü olan Fried parametresi bulunacak ve ayırma gücü bağıntısı ile de sözkonusu gözlem setine ait görüş değeri elde edilecektir. Veri indirgenmesinde takip edilecek adımlar Şekil-3'de özetlenmiştir.



Şekil-3 S-DIMM verilerinin indirgenmesi. Sözkonusu görüntüye ait şiddet profilinde tepe noktaları arasındaki piksel farkı disk kenarları arasındaki mesafeyi vermektedir.

Ülkemizde şimdiye kadar yapılmış olan görüş gözlemlerine bakıldığında, Ulusal Gözlemevi için yerleşimi çalışmalarındaki fotoğraflık gözlemler ve TUG kurulduktan sonra 150 cm'lik teleskopla yapılan gözlemlerden çıkan gece koşullarındaki ortalama görüş değerleri dışında gözlem olmadığı anlaşılmaktadır. Yani, elimizde Ülkemiz'in gündüz görüş niteliği üzerine hiç bilgi olmadığı gibi, gece koşullarında yapılan görüş gözlemleri de yeterli duyarlılıkta olmaktan uzak, bu amaca yönelik olarak tasarlanmış çağdaş gözlem sistemleri ile yapılmamış gözlemlerdir.

Amaç bir gözlemevi yerleşkesinin görüş niteliğinin ya da genel olarak astronomik gözleme uygunluğunun tespiti olduğuna göre, sonuçların yorumlanmasında yerleşke üzerindeki atmosferin optik durumunu gösteren Fried parametresi (veya görüş değeri) tek başına yeterli olmayacaktır. Bir sonuca varmak için yapılacak yorumlarda bu parametreye ilaveten rüzgâr hızı, rüzgâr yönü ve nem gibi faktörler de dikkate alınacaktır. İdeâl bir yerleşkede nemin mümkün olduğunca düşük olması beklenir. Gün boyunca sıcaklık değişimi çok yüksek olmamalıdır. Derin vadilerden yükselen soğuk rüzgârların bakış doğrultusundan uzak tutulması istenir. Rüzgâr hızının düşük olması beklenmesine rağmen, zeminden 20-30 m kadar yükselebilen ve bozucu etkilerin büyük kısmını yaratan tabakanın soğuk rüzgârlarla alçaltılabileceği gözönüne alınarak, rüzgârın tümüyle kesilmesi de istenmez. Yerleşke seçiminde altyapı faktörleri de önemlidir. Gözlemevi yerleşkeleri şehir merkezlerinden ulaşımı zorlaştırmayacak bir mesafede kurulurlar. Yerleşkede temel altyapı imkânları olmalı, kesintisiz elektrik, haberleşme, internet bağlantısı, su ve barınma sağlanmalıdır.

İleriye yönelik plânlar ve mevcut potansiyel gözönüne alındığında, Türkiye'nin aday ve mevcut gözlemevi yerleşkelerinde hem gece hem de gündüz koşullarındaki görüş niteliklerinin, bu amaca hizmet etmek üzere geliştirilmiş çağdaş bir gözlem sistemi ile belirlenmesinin bir ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır. Henüz başlangıç aşamasında olan bu çalışma, yukarıda bahsi geçen ihtiyacı karşılamaya yönelik bir gözlem sisteminin geliştirilerek Ülkemiz'e kazandırılması, ve TUG sitesinde ilk gözlemlerin başlatılmasını hedeflemektedir.

KAYNAKLAR

- Beckers, J. M., 2002, *Experimental Astronomy* (Baskıda).
- Berry, R., Burnell, J., 2000, "The Handbook of Astronomical Image Processing", s.354-356.
- Brandt, P. N., 1970, *Solar Physics*, 13, s.243.
- Brandt, P. N., Maunder, H. A., Smartt, R., 1987, *A&A*, 188, s.163.
- Darvann, T. A., 1987, "The Role of Fine-Scale Magnetic Fields on the Structure of the Solar Atmosphere", Eds. E.-H. Schröter, M. Vásquez and A. A. Wyller, Cambridge Univ. Press., S. 330.
- Fried, D. L., 1965, *J. Opt. Soc. Am.*, 55, s.1965.
- Fried, D. L., 1966a, *J. Opt. Soc. Am.*, 56, s.1372.
- Fried, D. L., 1966b, *J. Opt. Soc. Am.*, 56, s.1380.
- Fried, D. L., 1975, *Radio Science*, 10, s.71.
- Fried, D. L., 1978, *J. Opt. Soc. Am.*, 68, s.1651.
- Kiepenheuer, K. O., 1963, "de Lunion Astronomique Internationale tenu a Rome (Italie), du 1^{er} au 6 Octobre 1962", Symposium No.19, s.193.
- Martin, H. M., 1987, *PASP*, 99, s.1360.
- Ricort, G., Borgnino, J., Aime, C., 1982, *Solar Physics*, 75, s.377.
- RSI, 1997, "Foundations for IDL Programming", 1997, s.173.
- Rutten, R. J., 1999, In: "High Resolution Solar Physics: Theory, Observations and Techniques", Eds. T. Rimmele, K. Balasubramamiam and R. Radick, Procs. NSO/SP Summer Workshop Astron. Soc. Pac. Conf. Series, s.1.
- Sarazin, M., Roddier, F., 1990, *A&A*, 227, s.294.
- Soules, D. B., Drexler, J.J., Draayer, B.F., Eaton, F.D., Hines, J.R., 1996, *PASP*, 108, s.817.
- Stock, J., Keller, G., 1960, In: *Stars and Stellar Systems, Vol.1, "Telescopes"*, eds. G.P. Kuiper and B. M. Middlehurst (Chicago: University of Chicago Press), s.138
- Zhong, L., Beckers, J. M., 2001, *Solar Physics*, 198, s.197.