

TÜBİTAK-ULUSAL GÖZLEMEVİ, GÜNEŞ TEPESİ S-DIMM GÖZLEMLERİ

Mevlânâ BAŞAL¹, Tuncay ÖZİŞİK², Z.Funda BOSTANCI¹, Tolga GÜVER¹

Özet

“Görüş” etkisi refraksiyon indisinin atmosfer boyunca rastgele çalkantılar sonucu değişiminden kaynaklanır ve görüntü bozulmasına yol açarak ayırma gücünü önemli ölçüde sınırlar. Bu atmosferik etkiler Fried parametresiyle tanımlanabilir. Çeşitli ölçekli turbulent elemanlarca üretilen görüntü hareketlerini ölçmenin bir yolu, Diferansiyel Görüntü Hareketi Takibi (DIMM) metodudur [1,2]. Optik kama yardımıyla odakta oluşturulan iki görüntünün göreceli hareketine dayanan ölçümlerin teleskop titreşimlerinden bağımsız olması, metodun önemli bir avantajıdır. Çalışmamızda metodun Güneş’e uyarlanmış hâli (S-DIMM) kullanılmıştır.

Çoktandır vârolan TÜBİTAK-Ulusal Gözlemevi’nde Güneş teleskopu kurulması fikri, Yerleşke’de gündüz görüş kalitesinin tâyini ihtiyâcını doğurmuştur. Almanya’dan 45cm açıklıklı bir Güneş teleskopunun sağlanması sonrasında şiddetlenen bu ihtiyaçla 2003 yılında başlatılan gözlemlerin sonuçları tatminkardır [3]. İlk dönem gözlemlerin düşünülen yerin 500m kadar uzağında ve çok farklı bir konumda yapılması nedeniyle Güneş teleskopu için ayrılan yerde ikinci bir gözlem serisine ihtiyaç duyulmuş, 2005 yılında yapılan gözlemler bölgede 1 yay saniyesinin oldukça altında değerler elde edilebileceğini göstermiştir.

Görüş değerleri özellikle rüzgâr hızı ve sıcaklık ortalamalarının düşük olduğu ve değişimlerinin minimumda seyrettiği dönemler itibâriyle dikkat çekici olup, alınan sonuçlar ilk dönem gözlemlerle genel bir uyum içerisindedir. İkinci dönem gözlemlerin ilkini teyid eden teşvik edici sonuçlarından sonra, kanımızca artık vakit geçirilmeksizin kurulum aşamasına geçilmelidir.

Anahtar Kelimeler: *Gündüz görüş kalitesi, Fried parametresi, Yer seçimi.*

Abstract

Random fluctuations in the Earth atmosphere cause degradations in image of the observed celestial object. This effect resulted from changes in the refraction index throughout the atmosphere is called as “seeing” and limits the angular resolution of telescopes. The Fried parameter that we use to calculation seeing describes all of these atmospheric effects. Image motions produced by turbulent elements in the various scales can be measured with Differential Image Motion Monitor (DIMM) method [4,5]. Differential image motion measurements are independent from the telescope vibrations, while direct measurements of the single image motion are perturbed with shakes of the telescope (for example, because of wind or contact). This case is an important advantage of the DIMM method.

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119 Üniversite-İstanbul,
Tel: 0 212-4400000, Faks: 212-4400370, e-posta: mbasal@istanbul.edu.tr

² TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi 07058, Antalya.
Tel.0 242-227 84 00, Faks: 227 90 67, e-posta: tuncay@tug.tubitak.gov.tr

In our study, this method has been applied to the Sun as S-DIMM to determine the day-time seeing conditions in the TÜBİTAK National Observatory (TNO) Site. The observations carried out as second period between May end October months of year 2005 have given harmonious results with first period observations that were made in year 2003 [1].

It is important that second period S-DIMM observations, as different from first period observations, have been performed in place that was seperated for the solar telescope in TNO.

Key words: *Day-time seeing quality, Fried parameter, Place choosing.*

1. Giriş

Atmosferik yapı ve hareketlerin ışınım yolu üzerindeki etkilerinden dolayı, yer temelli gözlemlerde kaynağın görüntüsünün kullanılan teleskopun teorik ayırma gücü sınırında bir detayla ve bozulmaksızın elde edilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla, yeni kurulacak bir gözlemevinin aletsel kapasitesi ne kadar yüksek olursa olsun, bölgedeki atmosferik şartların izin verdiği ayırma gücü olarak tanımlanabilecek görüş kalitesi dikkate alınmaksızın, beklenen gözlemsel verimin elde edilmesi imkansızdır.

Bu anlamda, gözlemevlerinin kurulacakları yerlerde doğrudan veya dolaylı olarak gözlemleri etkileyebilecek zemin ve çevre koşullarının araştırılması ve hava şartlarının en azından dört mevsimlik bir dönemi kapsayacak şekilde ortaya koyulması (kararlılığın testi bakımından mümkünse bu çalışmanın çok daha uzun dönemli olarak yapılması), aletsel yatırımdan da önce gelen kaçınılmaz bir gerekliliktir.

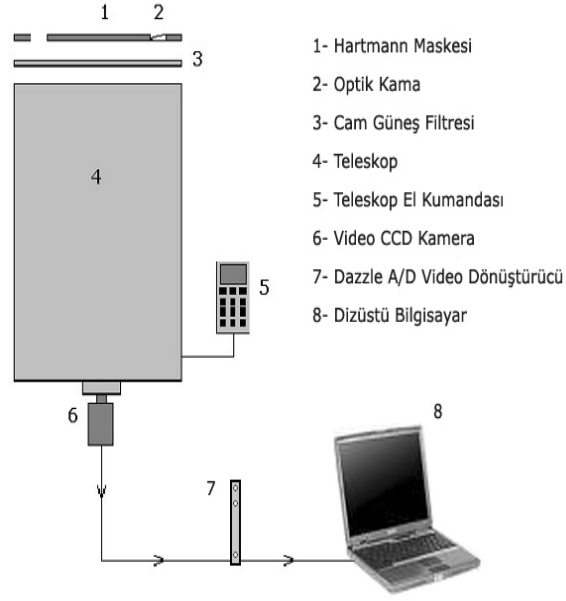
TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) sitesinde bir Güneş gözlemevi kurulması fikri doğrultusunda bu amaçla Nisan 2003-Eylül 2004 arasında fasıllı olarak yapılan ilk dönem gözlemler tatminkar sonuçlar vermiştir [1].

Böyle olmakla beraber, anılan dönemde gözlemlerin yapıldığı yer, Güneş teleskopu için ayrılan yerin yarım kilometre kadar uzağında ve özellikle rüzgarlılık bakımından önemli farklılıklar sergileyebilecek bir konumda bulunduğundan, ilk gözlemlerle uyumu test etmek üzere ikinci bir gözlem serisine ihtiyaç duyulmuştur. Yaklaşık 3 yıllık bir aradan sonra yapılan bu gözlemler, ayrıca bu zaman zarfında bölge karakteristiklerinde olması muhtemel değişiklikleri de ortaya koyabilecek, ve iki dönemlik değerlerin ortalamasına imkan tanıyarak daha güvenilir sonuçlara varılmasını sağlayacaktır.

2. Kullanılan S-DIMM Düzenegi ve Veri İndirgeme.

İkinci dönem gözlemlerde kullanılan S-DIMM (Solar-Differential Image Motion Monitor) düzenegi bileşenleri Şekil.1’de verilmektedir. Buna göre sistem, temel özellikleri Tablo.1’ de verildiği üzere, dıştan içe doğru; optik kama, Hartmann maskesi, Güneş filtresi, teleskop, video ccd kamera, görüntü yakalama cihazı ve bilgisayar bileşenlerinden oluşmaktadır. İlk dönem gözlemlerde kullanılanlara göre donanım ve yazılım olarak geliştirilmiş bulunan sistemde bu defa farklı bir video kamera kullanılmış ve sayısal kayıt aletinin yerini yüksek hızlı bir görüntü yakalama cihazıyla yüksek kapasiteli bir dizüstü bilgisayar almıştır.

Sistem, Hartmann maskesinin iki giriş deliğinden birinin önüne yerleştirilen optik kama vasıtasıyla odak düzleminde elde edilen iki net Güneş görüntüsü kenarı arasındaki mesafe değişimlerinin varyansı (σ^2) ile Hartmann maskesindeki delikleri çapına (D) ve delikler arasındaki mesafeye (d) bağlı olarak hesaplanabilen Fried parametresinin (r_0) tayini amaçlı olup [2], “*mevcut atmosfer şartlarının imkan tanıdığı görüş değerini ayırma gücü kabul eden teleskopun açıklığı*” şeklinde verilebilecek tanımı gereği, hesaplanan bu parametreden itibaren Rayleigh bağıntısı yoluyla tek adımda görüş kalitesi göstergesi olarak kullandığımız ayırma gücünü vermektedir.



Şekil 1. İkinci dönem gözlemlerde kullanılan TUG S - DIMM düzeneği bileşenleri.

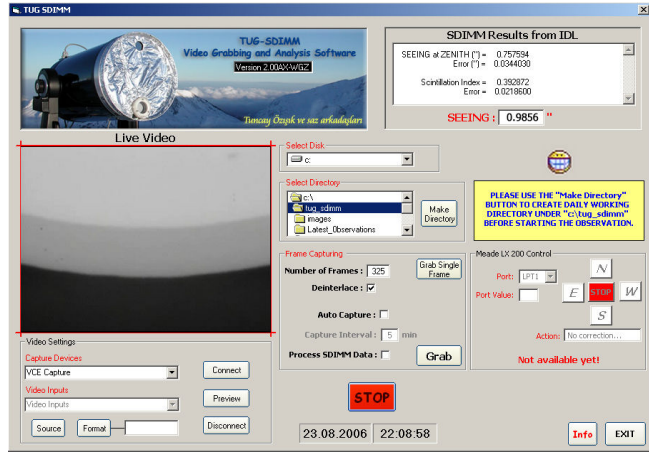
Teleskop	
Model	Meade LX200, SCT
Açıklık, Odak Oranı	304.8 mm, f/10
Hartmann Maskesi	
Delik Çapı (D)	40 mm
Delikler arası mesafe (d)	250 mm
Optik kama	
Çap, Sapma Açısı	60 mm , 80°
Güneş Filtresi	
Model	Tam açıklık, dairesel, cam
Tip	2°, Sarı-Turuncu
Geçirgenlik	10 ⁻⁵
Video CCD Kamera	
Model	Neptune 100
Poz Süresi	0.001 sn
Resim Formatı, Frekansı	PAL, 25 Hz
Görüntü Kayıt Ortamı	
Görüntü Yakalama Cihazı	Dazzle A/D Video Converter
Video Aktarım Protokolü	Firewire (IEEE 1394 arabirimi)
Kayıt Ortamı	Dizüstü bilgisayar

Tablo 1. TUG S – DIMM sistemi fiziksel bileşenlerinin temel özellikleri

Visual Basic ve IDL (Interactive Data Language) ile yazılmış bir gözlem ve veri indirgeme programıyla desteklenen TUG S-DIMM sistemi gözlemlerinin özet indirgeme şeması Şekil.2 ile verilmiş olup, daha önce yayımlanmış olması sebebiyle [3] burada sisteme ve indirgemeye dair formül ve detaylara yer verilmeyecektir.

Bununla beraber, sistemin çok önemli bir avantajını da belirtmek gerekir. Buna göre, tek bir odak

düzlemi görüntüsünden itibaren ölçülen görüntü hareketleri rüzgar ve sair sebeplerle meydana gelebilecek istenmeyen titreşimleri de içerirken, Diferansiyel Görüntü Hareketi Takibi



Şekil 2. İkinci dönem S - DIMM sistemi gözlem ve indirgeme yazılımı ekranı.

sistemiyle yapılan ölçümler, iki Güneş kenarı görüntüsünün bağıl hareketlerine dayalı olduğu için bu türlü etkilerden bağımsızdır [4,5].

3. Gözlemler

İkinci dönem TUG S-DIMM gözlemleri 27 Mayıs 2005 – 31 Ekim 2005 tarihleri arasında; 27 Mayıs, 21-22-23-24 Haziran, 22 Temmuz, 26-27-28-29-30 Ağustos, 25-26-27 Eylül, ve 29-30-31 Ekim günlerinde olmak üzere 6 aya yayılan bir zaman diliminde fasıllı olarak yapılmış, gözlemler arasında yaklaşık birer aylık farklar olması özellikle gözetilmeye çalışılmıştır.

İlkinden farklı olarak bu defa gözlem düzeneği Güneş teleskopu için ayrılan ve Güneş Tepesi olarak anılan TUG Sitesi binasının Kuzeydoğusundaki uç bölgenin Güneybatı çeyreği

iç kısmına yerleştirilmiş (Şekil.3), ve görüntü hareketleri yine boyuna, yani Hartmann maskesi deliklerini birleştiren doğrultuda ölçülmüştür.

Geliştirilmiş ikinci dönem TUG S-DIMM sisteminde daha önce tanımlandığı şekilde elde edilen Güneş kenarı görüntüleri, teleskop odağına yerleştirilmiş 25Hz görüntü frekanslı bir video CCD kamera tarafından 1 ms poz süresiyle algılanarak video sinyallerine çevrilmektedir. Bu sinyaller bir görüntü yakalama cihazıyla 17 kare/saniye hızında yakalanıp sayısal hale getirilerek bir dizüstü bilgisayarın diskine kaydedilmekte ve geliştirilen TUG S-DIMM yazılımı ile doğrudan indirgenmektedir. Yazılımda yapılan tadilat sayesinde, kaydedilen gözlem seti istenirse bir sonraki gözleme geçilmeden önce bir kaç dakika içerisinde indirgenebilir. İndirgeme esnasında görüntüler JPG formatında arşivlenmektedir.



Şekil 3. TUG S - DIMM'in Güneş Tepesi'ndeki yerleşimi. İlk dönem gözlemlerin yapıldığı T40 teleskop binası sol üst çeyrekte görülmektedir.

İndirgeme sonuçları ise, kayıt zamanı, değerlendirilen toplam kare sayısı, en küçük, en büyük ve ortalama farklar, görüntü hareketinin standart sapması ve hatası, Fried parametresi ve hatası ile görüş değeri ve hatası itibariyle, veri setinin indirgenmesi bittiğinde oluşturulan ASCII formatındaki dosyadan derhal görülebilir.

Günün ilerlemesiyle görüntü kalitesinde bariz bir düşme olmakla beraber, gün doğumunun hemen ardından başlatılan gözlemlerin havanın müsait olması halinde ikinci sularına kadar uzatıldığı da olmuştur. Gözlemler, hava durumu izin verdiği sürece her 15 dakikada bir (yarı açık günlerde bulut geçişlerine bağlı olarak bazen biraz daha erken veya geç) 20 sn'lik video kayıtları alınarak gerçekleştirilmiştir. Böylece her bir Fried parametresi ve dolayısıyla görüş değeri, elenenlerden arta kalan ortalama 350 kadar görüntü üzerinden hesaplanmış olmaktadır.

Gözlemsel veriyle birlikte, görüntü kayıt dilimleriyle uyumlu olarak, ortam şartlarını yansıtabilecek şekilde sistemin yakınına yerleştirilen cihazlar yardımıyla ortalama olarak her 15 dakikada (veya her görüntü kayıt diliminde) bir rüzgar hızı, rüzgar doğrultusu, sıcaklık ve nemlilik değerleri ölçülerek meteorolojik kayıtlar oluşturulmuştur.

4. Sonuçlar ve Mukayese

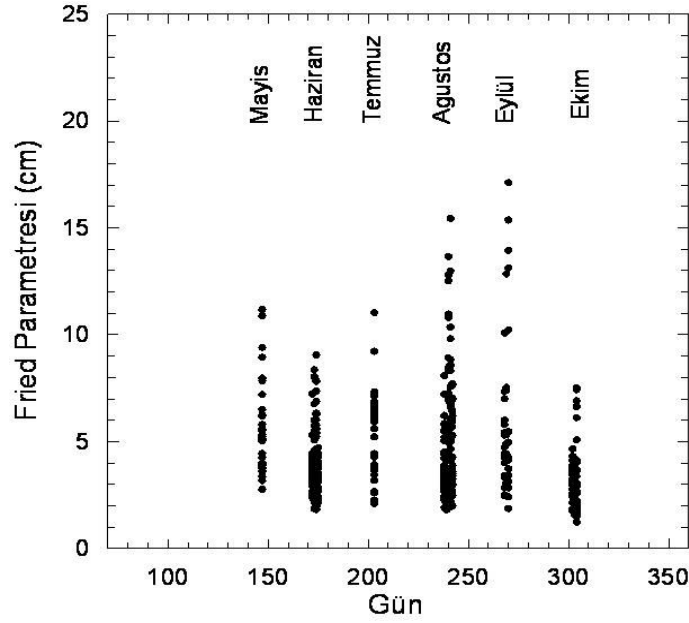
Bu başlık altında ilkbahar sonunu, bütün yazı ve sonbahar başını kapsayan 6 aylık zaman diliminde aralıklı olarak gerçekleştirilen ikinci dönem TUG S-DIMM gözlemlerinin sonuçlarını ve bunların TUG yerleşkesinin farklı bir yerinde yapılmış olan birinci dönem gözlem sonuçlarıyla mukayesesini vereceğiz.

İkinci gözlem dönemi boyunca Güneş Tepesi'nde yaklaşık her 15 dakikada bir ölçülen en düşük, en yüksek ve ortalama rüzgar hızları ile sıcaklık değerleri Tablo.2'de verilmektedir. İlk dönem gözlemlerle mukayese edildiğinde sıcaklık gidişatında kayda değer bir farklılık görülmezken, en yüksek ve ortalama rüzgar hızı değerlerinin birbirinden çok farklı olması dikkat çekicidir. Ekim kayıtları farklı bir düzenceyle (seyyar bir meteoroloji istasyonu) elde edildiği için tabloda dikkate alınmamıştır.

Tablo.2 TUG Güneş Tepesi'nde ikinci gözlem dönemi süresince ölçülen rüzgar hızları ve sıcaklıkların aylık en küçük, en büyük ve ortalama değerleri ile rüzgar hızlarının ilk dönem gözlemlerle mukayesesi.

Aylar	2. Dönem TUG S-DIMM Rüzgar Hızı (m/sn)			2. Dönem TUG S-DIMM Sıcaklık (°C)			1. Dönem TUG S-DIMM Rüzgar Hızı (m/sn)		
	En Düş.	En Yük.	Ort.	En Düş.	En Yük.	Ort.	En Düş.	En Yük.	Ort.
Mayıs	0.3	0.6	0.5	8.3	13.6	11.0	0,0	2,8	1,2
Haziran	0.0	2,0	0.6	5.2	19.8	13.9	0,8	4,3	1,9
Temmuz	0.6	1.8	1.2	12.4	23.1	18.7	0,9	2,7	1,8
Ağustos	0.0	1.1	0.4	8.4	23.5	18.2	0,6	2,8	1,4
Eylül	0.4	0.7	0.5	6.0	19.9	12.0	0,0	3,9	1,5

Şekil. 4 ikinci dönem S-DIMM gözlemleri boyunca hesaplanan Fried parametrelerinin aylara göre günlük dağılımlarını göstermektedir. Dönem boyunca hesaplanan tüm Fried parametrelerini içeren Tablo'da, tepe değerler itibariyle yaz aylarında kendini gösteren yükselme eğilimi dikkat çekicidir. Yaza doğru ve yazdan sonra kendini gösteren düşme eğilimi baharların karakteristiği olarak algılanabilir. Bu durum birinci dönem TUG S-DIMM gözlem sonuçlarıyla uyumlu olup, tüm bahar aylarını içermesi sebebiyle düşme eğilimleri orada daha belirgindir. Dolayısıyla ikinci dönem gözlemler yapıldığı ilkbahar sonunu, tüm yazı ve sonbahar başını kapsayan 6 aylık süre için, genel bir sonuç olarak, en iyi görüş değerlerinin yaz sonu ve sonbahar başında elde edildiği söylenebilir.



Şekil 4. Tüm gözlem dönemine ait Fried parametrelerinin aylara göre günlük dağılımı.

koşullarına Temmuz ayında ulaşılmıştır. Bu durum aynı aralıktaki ilk dönem gözlemlerle uyumludur. En kötü dönem olarak ise Ekim ayı görünmektedir ki, bu ilk dönem sonuçlarıyla uyumsuz bir durumdur.

Netice olarak, Güneş Tepesi'nde yapılan ikinci dönem gözlem sonuçlarının Mayıs-Ekim aralığı itibariyle birinci dönem gözlem sonuçlarından genelde biraz daha iyi olduğu görülmektedir.

Tablo . 3 Birinci dönem sonuçlarıyla karşılaştırmalı olarak ikinci dönem aylık medyan Fried parametreleri ve bunların 1. ve 3. kartil değerleri.

Aylar	Gün	Süre (saat)	q1 (cm)	ro (cm)	q3 (cm)	q1,1 (cm)	ro,1 (cm)	q3,1 (cm)
Mayıs	1	4	3,76	5,16	6,20	2,90	3,52	4,53
Haziran	4	36	2,73	3,31	4,06	3,60	4,30	5,55
Temmuz	1	7	3,68	5,93	6,51	3,96	5,17	6,83
Ağustos	5	39	2,95	3,58	5,56	2,34	3,24	5,05
Eylül	3	10	3,33	4,58	7,01	2,41	3,41	4,45
Ekim	3	18	2,09	2,67	3,51	3,22	4,44	6,09

Tablo.4'ün ilk dört sütununda, sırasıyla günün birinci, ikinci ve üçüncü ikişer saatlik dilimlerindeki gözlemler üzerinden aylık medyan Fried parametreleri, son dört sütununda ise mukayese için aynı değerlerin ilk dönem gözlemlere ait olanları listelenmişlerdir. Beklendiği ve Tablo'dan da açıkça görüldüğü gibi, TUG yerleşkesinde en iyi gözlem koşulları beklene uygun şekilde günün ilk saatlerinde ortaya çıkmakta, sonrasında koşullar bariz bir şekilde değişmektedir. İlk dönem TUG S-DIMM gözlemlerindeki durum da budur. Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında ikinci dönemin ilk iki saatlik sonuçları daha iyi iken, Haziran, Ağustos ve Ekim'de ilk dönem sonuçlar daha iyi görünmektedir. Tek gün gözlem yapılan Mayıs'ın

üçüncü iki saatlik diliminde gözlem olmadığı için bu sütun boş bırakılmıştır. Her iki dönemin de en iyi değerini temsil eden Eylül'ün ilk ve ikinci iki saatlik dilimindeki yükseklik dikkat çekicidir. Bununla beraber ilk iki saatten sonra gözlem koşulları kayda değer derecede kötüleşmektedir. Bunun muhtemel sebebi, sabahın ilk saatlerinden itibaren zemin ısının yükselmesiyle artan turbulent hareketlerdir.

Tablo. 4 Günün ikişer saatlik ilk üç dilimi için ilk dönem gözlemlerle karşılaştırmalı olarak verilen aylık medyan Fried parametreleri.

Aylar \ Fried Para.	ro,1	ro,2	ro,3	ro,I,1	ro,I,2	ro,I,3
Mayıs	5,51	3,85	--	4.58	3.81	3.04
Haziran	2,56	3,19	2,24	6.24	5.06	3.94
Temmuz	7,20	5,42	3,83	6.53	4.69	3.95
Ağustos	6,96	3,58	2,84	7.23	4.34	2.61
Eylül	11,5	6,24	3,71	6.65	4.45	3.31
Ekim	4,03	2,98	2,48	6.60	6.97	4.08

Birinci dönem S-DIMM sonuçları 4m açıklıklı İleri Teknolojili Güneş Teleskopu'nun (ATST) kurulmasına aday Big Bear, La Palma, Haleakala gibi Dünya'nın belli başlı yerleşkelerine ait verilerle karşılaştırmalı olarak daha önce sunulduğu ve TUG koşullarının bu sitelerle başa baş olduğu görüldüğü için [1], burada sadece ilk dönem mukayesesiyle yetinilmiştir. Aslen çalışmanın öncelikli amacı da TUG için daha önce bulunan sonuçları teyit etmek veya Güneş Tepesi için olması muhtemel farkları ortaya koyabilmektir.

Sonuç olarak, ilk dönem verilerini teyid eden genel uyumundan itibaren, "TUG yerleşkesinin gündüz görüş şartları bakımından bir Güneş teleskopu kurulması için yeterince davetkar olduğu" rahatlıkla söylenebilir. Bunun için daha önce girişimlerde bulunmuş ve yenisiyle değiştirilmek üzere sökülen 45cm açıklıklı Alman Gregory Coude Teleskopu, Dünya'nın sayılı gözlemevlerinden biri olan ve Kanarya Adaları'ndan Tenerife'de 2700m yükseklikte kurulu bulunan Teide Gözlemevi'nden getirtilmiştir. Bu vesileyle kurulum için gerekli teknik desteği sağlamak üzere girişimlerde de bulunmuş ve olumlu cevaplar alınmış olup, TUG'nde gündüz görüş kalitesini tespit gözlemlerinin en önemli aşamalarından birini teşkil ettiği çalışmalar halen sürdürülmektedir. İkinci dönem gözlemlerden elde edilen tatminkar sonuçlar, kanımızca artık kurulum aşamasına geçilmesinin gereğine işaret etmektedir.

Teşekkür: Çalışmayı TUG-P-05 kod ve numaralı özel proje ile destekleyen TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi yönetimine ve gerektiğinde yardımını eksik etmeyen Dr. Tansel AK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Özışık, T., Ak, T., 2004, A&A, 422, 1129.
- [2] Beckers, J.M, 2001, Exp. Astronomy, 12,1.
- [3] Özışık, T., Ak, T., 2002, XII. UAT Kitabı, 296.
- [4] Sarazin, M., Roddier, F., 1990, A&A, 227, 294.
- [5] Tokovinin, A., 2002, PASP, 114, 1156.

