

# ERCIYES ÜNİVERSİTESİ RADYO TELESKOPLARI İÇİN TAKİP SİSTEMİ VE YAZILIM TASARIMI

**Mikail SARIKAYA<sup>1</sup> ve İbrahim KÜÇÜK<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Talas Yolu,  
38039, Kayseri, asterpanic@gmail.com

<sup>2</sup>kucuk@erciyes.edu.tr

**Özet:** Radyo Astronomi çalışmalarında en önemli unsur radyo antenin gözlemlerdeki duyarlılığıdır. Radyo Teleskop duyarlılığı teleskopun genel yapısıyla birlikte aynı zamanda mekanik aksamı yönünden de alakalıdır. Bu bildiride, Erciyes Üniversitesi Radyo Astronomi Gözlemevi (ERAG) Radyo Teleskop Dizgesi için tasarlanmış, mekanik duyarlılığın en iyi şekilde sağlanabileceği teleskop takip sistemi kurulumu ve tekniği anlatılmaktadır. Takip sistemi iyi bir mekanik hareket sisteminin yanında bunu kontrol edebilecek bilgisayar yazılımı gerektirir. Bir radyo teleskopta bilgisayar yazılımı ile mekanik sistem bir bütünlük arz eder ve birbiri ile senkronize çalışır. Bu yüzden program her teleskop için yeniden düzenlenmelidir. Tasarlanmakta olan yazılım ile teleskopların denetlenmesi ve kontrolü sağlanacaktır. Program, Visual Basic dilinde yazılmakta olup, bilgisayarın paralel portundan, teleskoplarla ana kumanda merkezi (ERAG) arasındaki bağlantıda veri kaybını en aza indirmek için radyo frekans (RF) alıcı-verici'leri kullanılacaktır. Sinyallerin karışmasını önlemek için şifreleme yapılacaktır. Bağlantı uçlarına eklenecek olan Çevresel Arabirimleri Denetleme Elemanı (PIC) entegreli devrelerle komutlar yorumlatılarak, teleskopların senkronize çalıştırılmaları sağlanacaktır. Böylece altı teleskopun tümü ile yada istenilen teleskoplarla gökyüzü taranabilecek yada sabit gözlemler yapılabilecektir. Dolayısıyla yazılım, gözlemlerde ihtiyaç duyulabilecek her türlü bilgi giriş çıkışını içermelidir. Dizge teleskoplarda en büyük problem teleskopları senkronize olarak çalıştırmak ve veri kaybını önlemektir. Bu çalışmada, teleskop bağlantılarından kaynaklanan veri kaybının RF alıcı-vericiler yardımıyla minimuma indirilmesi ve sistemin senkronizeli bir şekilde çalıştırılması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Radyo Astronomi, Radyo Teleskoplar, Radyo Dizge.*

## 1. GİRİŞ

Erciyes Üniversitesindeki Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, radyo astronomi alanında ülkemizde öncülük yapmaktadır. Erciyes Üniversitesi yerleşkesinde şuan 5 metre çaplı bir radyo teleskop ile gözlem çalışmaları yapılmaktadır. Bu bildiride Erciyes Üniversitesinde kurulması düşünülen dizge teleskopları için takip sistemi ve bilgisayar yazılım tasarımı

anlatılmaktadır. Bir teleskop ile sağlıklı gözlemlerin alınması için teleskopu oluşturan elektronik ve mekanik aksam uyumlu çalışmalıdır. Söz konusu sistem bir teleskop dizgesi olduğunda bu daha önemli bir yer tutar. Veri iletimi bu noktada çok önemlidir ve 6 teleskoptan oluşan sistemdeki veri kaybını önlemek için yeni teleskop takip sistemi tasarlanmalıdır. Bu sisteme uyum sağlayacak, gerekli ihtiyaçları karşılayacak bir bilgisayar yazılımı hazırlanarak radyo teleskop takip sistemi tasarlanmaktadır.

## **2. TELESKOP SİSTEMİ İÇİN İHTİYAÇLARIN BELİRLENMESİ**

Bir Radyo Teleskop teleskopun yansıtıcı yüzeyinin pürüzsüzlüğü ve ışığı toplama gücü kadar onu istenilen yere hareket ettirecek, ihtiyaçlara cevap verebilen bir takip sistemine sahip olmalıdır. Bu takip sistemi elektronik devreler ile bilgisayar yazılımının bir bütünüdür. Radyo astronomide alınan sinyaller genellikle gürültü seviyesinde olduğundan doğrudan ölçülüp üzerinde çalışma yapılamaz. Bu gözlenen sinyal elektronik cihazlar kullanarak güçlendirilir. Bu amaçla DC Güçlendirici ve Ara Frekans Güçlendirici devreleri kullanırız. LNB üzerinden alınan sinyal analog sinyaldir ve analog olduğu için uzun mesafelere taşınırken veri kaybı çok olur. Aynı zamanda bilgisayara sinyali göndermekte mümkün olmaz. Bu yüzden bu alınan analog sinyali sayısallaştıran Analog Digital Converter (ADC) devresine ihtiyacımız olacaktır. Teleskop antenini gökyüzünde istenilen konuma yönlendirmek için motor gücü kullanılmalıdır. Eğer radyo anteni ufuk koordinat sistemine yönelik çalışıyorsa teleskopu hareket ettirmek için yatay ve dikey iki eksen üzerinde birer motor kullanarak hareket ettirilir. Bu tür Radyo teleskoplarda yatay eksen azimut dikey eksen altitude (yükseklik) olarak bilinir. Teleskop büyük ve ağır ise motor sayısı, ihtiyaç duyulan dönme kuvveti (tork) ve fren sistemine göre artırılabilir.

Tasarladığımız sistemde, step motorların kullanıldığı düşünülerek gerekli devre düzenlemeleri yapılmaktadır. Servo motor tercih edilirse ufak bazı değişikliklerle bu sistem servo motor ile çalışır hale getirilebilir. Bu çalışmada, kullanılacak motorun seçiminde maliyeti düşük olduğundan step motor tercih edildi. Step motorların kendi sürücü devreleri olduğundan sisteme doğrudan entegre edilebilir. Step motor sürücüsü ara iletişim

devresine bağlanarak bilgisayardan kontrolü sağlanır. Step motorların tork'ları, kullanıldıkları teleskopların ağırlıklarına göre değişir ama kontrol mekanizması aynıdır. Sadece motorun hacmi değişir.

Teleskopun yatay ve dikey ekseninde dönmesi için dişlilerin yapılması gerekir. Bu dişliler teleskopun gökyüzünde hareket edebileceği adım aralığında olmalıdır. Bu adım aralığının minimum tutulması gözlem kalitesini artıracaktır. Dişlilerde boşluk oluşmaması için dişliler gerekli şekillerde tasarlanmalıdır (örneğin: helix şeklinde). Motorun Teleskopu hareket ettirmesi için dişliler ile motor arasına redüktör (dişli kutusu) konulacak, motorun dönme hızı yüksek olduğundan konulan redüktör motorun dönme hızını düşürerek teleskopun gökyüzünde küçük adımlarla ilerlemesini sağlayacaktır. Bu yüzden redüktör oranı önemlidir.

Teleskopun gökyüzündeki adımlarını saymak için enkoder ve enkoderin değerini okumak için enkoder devresi kullanılmaktadır. Bu enkoderin tur ve adım sayısı teleskopta düşünülen hassasiyete göre değişebilir. İdeal olarak teleskopun saniye mertebesinde adımlarla ilerlemesi istenir ama teleskop üzerindeki mekanik aksam ve maliyet bu hassasiyeti düşürebilmektedir.

Radyo Teleskopta bu çeşitli elektronik cihazları birbirine bağlayıp bilgisayarla iletişimi kuracak devre çok önemlidir. Bu devre motorların sürücü devresini, enkoder okuma devresini ve ADC devresini bilgisayara bağlar ve gerekli iletişimin kurulması görevini üstlenir. Teleskop ile bilgisayar arasındaki uzaklık çok önemlidir, yakın mesafeler için RS485 protokolü ile iletişim kurmak uygun olur. Çok büyük mesafelerde daha etkili veri iletim yolları kullanılmalıdır (fiber optik kablo yada kablosuz iletişim gibi).

### **3. TELESKOP KAİDESİ ÜZERİNDEKİ CİHAZLAR VE BU CİHAZLARIN ÇALIŞMA PRENSİBİ**

Radyo Teleskopların takip sistemi kurulurken kullanılacak önemli cihazlar dan biri de Low Noise Block (LNB)'dir. Bunun yanında bazı özel cihazlarda gerekli hassasiyetlerde yaptırılmaktadır. Örneğin LNB'den gelen sinyalin yükseltilmesinde kullanılan Ara Frekans yükseltici ve DC güçlendirici devreleri, bunlar dışında standart bir devre yapısı olan ADC devresi de sayılabilir. Özel olarak tasarlanacak devreler arasında enkoder okuma devresi ve teleskop kaidesindeki cihazları birbirine bağlayarak bilgisayar ile iletişimini kuran ara iletişim devresi özel olarak tasarlanmaktadır.

Bilgisayar ile iletişimi kuracak devrenin mimarisi çok önemlidir. Elimizde Erciyes Radyo Teleskopu-5 (ERT5) Radyo Teleskopu için yapılmış bir devre mevcuttur. Ancak bu devreden daha iyi verim alınabilmesi için devrenin mimari yapısında ve yazılımında bazı değişiklikler yapılmaktadır. Genel olarak devrenin çalışma prensibi şöyledir:

Teleskop üzerinde bulunan tüm devreler ara iletişim devresine bağlıdırlar. Teleskop kaidesi üzerinde bulunan her devre bir adres ile etiketlenmiştir. Ara iletişim devresi komutları işlerken, bilgisayardan gelen komutların önündeki adrese göre komutu cihaza yönlendirmekte böylece cihazdan istenilen sonuç gelmekte ve bu sonuç hangi cihazdan geldiyse önüne o cihazın etiketi eklenerek bilgisayar programına gönderilmektedir. Görünüşte basit gibi görünse de arka planda PIC programlama bilgisi ve iyi bir elektronik altyapı gerektiren bir devredir. Bu devre ile Radyo Teleskop üzerindeki tüm cihazlar senkronize yönetilmektedir. Bu devrenin çalışma şeklini bir örnek ile açıklayabiliriz. Radyo Teleskop üzerinde bulunan ve ara iletişim devresine bağlanan devrelerden ADC devresinin etiketi (adres) 01, Enkoder okuma devresinin etiketi 05, motor sürücü devresinin etiketi 08 olsun ve veri okumak için OKU, bir işlemi gerçekleştirmek için UYGULA komutlarını kullanalım. Şimdi biz LNB'den gelen sinyalin sayısal değerini ADC devresinden okutmak için bilgisayar programından ara iletişim devresine OKU01 şeklinde komut gönderilecektir. Bu komutun ilk bölümü

olan OKU nasıl bir işlem yapılacağını gösterirken ikinci kısmı olan 01 hangi devre tarafından bunun yapılması gerektiğini göstermektedir. Ara iletişim devresi bu komutu alınca ADC devresinden gerekli veriyi bilgisayar komutuna gönderir. Bu veri sayısal olduğundan analog gibi süreklilik özelliği yoktur. Bu yüzden ADC'den sinyal okuma sıklığı, ara iletişim devresinde milisaniye mertebesinde yada daha küçük zaman aralığında gerçekleştirmek için bu komut istenilen sıklıkla ara iletişim devresine yorumlatılır. ADC devresi içerisinde PIC 16F877 entegresi bulunmaktadır. Bu tür ADC devrelerinde bit başına çevrim süresi 1,6 mikro saniye mertebesi kadardır. Bu şekilde LNB'den sinyal verisi ara iletişim devresiyle alınıp bilgisayar programına gönderilir. Bu örnekteki gibi Radyo Teleskop üzerinde bulunan diğer devrelerde gerekli etiketler ve komutlar yardımıyla kontrol edilir.

#### **4. BİLGİSAYAR ÜZERİNDE ÇALIŞACAK PROGRAMIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE ÇALIŞMA PRENSİBİ**

Bir radyo teleskopun verimli çalışması için üzerinde kullanılacak bilgisayar yazılımı gözlemcinin ihtiyaçlarını karşılayabilecek nitelikte olmalıdır. Bizim yapmakta olduğumuz program ERT5 teleskopunda gözlemler sırasındaki fark edilen ihtiyaçlar ve gözlemcilerin ihtiyaç duyabileceği standart özellikleri taşımaktadır. Ayrıca bilgisayar programı gelişen teknolojiyle güncellenebilir bir özelliktedir. Çünkü hızlı gelişen teknolojiyle gözlemcilerinde ihtiyaçları değişebilmekte bu yüzden program açık kod özelliğinde olup, ihtiyaçlar doğrultusunda program yeniden güncellenebilir özellikte olacaktır.

ERT5 teleskopunda kullanılan program sadece bir teleskopun kontrol edilmesine olanak sağlamaktadır. Bizim yapmakta olduğumuz program gözlemevindeki 6 teleskopu ayrı ayrı yada hepsini birden kontrol edebilecek özellikte olup, tercih edilen teleskoplarla tarama yada haritalama gözlemleri ise yazılım programı aracılığıyla yapılmaktadır. Yapılan gözlemlerin verileri uygun formatta kayıt edilebilmektedir. Program Visual Basic Programlama dilinde yazılacak, gözlem arayüzü ve kalibrasyon arayüzü olmak üzere iki ana programdan oluşmaktadır. Gözlem arayüzünde gözlem yapılırken gerekli olan fonksiyonları ve teleskopla tarama yada haritalama gözlemleri

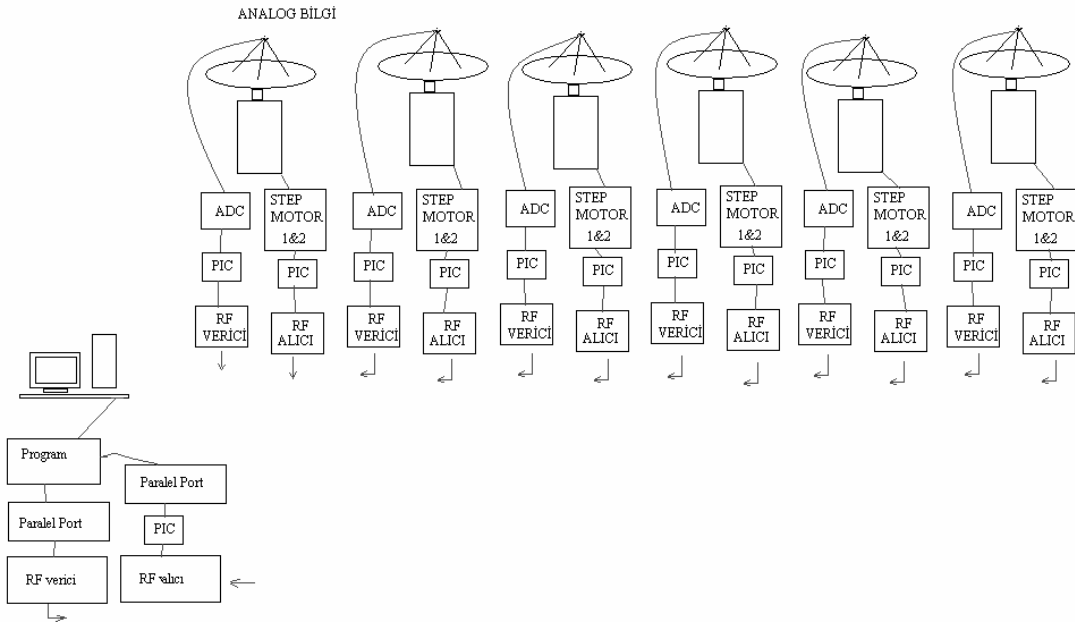
yapmak için gerekli içeriğe sahiptir. Genel hatlarıyla gözlem programı üzerinde gözlem yapılacak kaynağa ait koordinat bilgileri, teleskop yönlendirme paneli, gözlem hakkında bilgilerin olduğu bölüm ve gözlenecek kaynak için veri girişinin yapıldığı veri giriş panellerinde oluşmaktadır. Gözlem programı seçilen her bir teleskop için LNB’de ölçülen değerleri ayrı ayrı gösterdiği gibi bunların interferometre gibi toplanmış değerlerini de göstermektedir.

## **5. TELESKOPLAR İLE BİLGİSAYAR ARASINDA BAĞLANTI KURMA SEÇENEKLERİ**

Gözlemevinde Teleskoplar ile bilgisayar arasındaki bağlantı kablolu yada kablosuz (RF alıcı-verici) olacaktır. Kablolu bağlantıda veri gönderme mesafesi 1200 metre civarındadır. Ancak interferometre için 1200 metreden daha uzak mesafelerde kablo kullanımını nedeniyle veri kaybı olma olasılığı nedeniyle RF bağlantısında tercih edilebilir. Bu çalışmada ağırlıklı olarak RS485 protokolü ile kablosuz bağlantı kurulacaktır. Diğer bir bağlantı şekli olarak fiber optik kablolar kullanılabilir. Fakat maliyeti yüksek olduğundan tercih edilmeyebilir. Programın komutları göndereceği çıkış olarak paralel port, serial port yada USB portundan biri kullanılacak, fakat ilk aşamada paralel port üzerinden bağlantı kurulacaktır.

Bilgisayar programı gözlemcinin girdiği verileri teleskopa paralel porttan binary mantığı ile gönderir. Paralel port ile veri kaybı olmaksızın 10-15 metreye kadar veri gönderilebilir. Bu yüzden paralel port çıkışını RS485 protokolüne çevirip veri kaybı olmaksızın verileri 1200 metre uzaklığa kadar gönderebiliyoruz. Kabloların teleskop tarafındaki uçları ara iletişim devresine bağlanacak ve böylece bilgisayar bağlantısı kurulmuş olacaktır. Bilgisayar programı komutları gönderdiğinde komutun yanına hangi teleskopun çalışacağını, hangi eksen motorunun döneceğini veya hangi LNB’den sinyal alınacağını yazacak, bu komut bilgisayara bağlantısı olan tüm teleskoplara gönderilecek, ancak her teleskop üzerinde bulunan ara iletişim devresi bu komutları yorumlayacak hangi devrelerin çalışacağını belirleyecektir. Bu işlem ara iletişim devresi içerisine yazılacak yazılım ile çözülecektir.

Sistem içerisinde RF kullanılacağından dolayı bilgisayar bağlantı ucundaki RS485 çeviri devresine RF verici bağlanıp, bunun diğer ucu olan, her bir teleskopun bağlantı ucuna RF alıcı konulacaktır. Bu alıcı tekrar RS485 protokolüne çevrilip ara iletişim devresine bağlanacaktır. Bu işlemlerin aynısı veri göndermek içinde yapılır, Her bir teleskopun RS485 çeviri devresinin ucundaki RF alıcısının yanına birde RF verici eklenir. Bilgisayar bağlantı ucunda bulunan RF vericisinin yanına RF alıcı eklenerek RS485 çevirici devreye bağlanır. Bu şekilde teleskoplara veri göndermek ve teleskoplardan veri almak için kablosuz bağlantı kurulmuş olur. Ancak aynı frekanstaki radyo sinyali ile veri gönderileceğinden sinyallerin karışmaması için komutlar şifrelenecek ara iletişim devresinde bu şifreler çözülerek işlem yapılacaktır.



Şekil 1. Radyo teleskopun basitleştirilmiş RF bağlantı şeması

## 6. SONUÇ

Bu çalışma sonucunda 6 teleskopu kontrol eden bilgisayar yazılımı ve teleskop kaidelerinde kullanılacak ara iletişim devresi hazırlanmış olacaktır. Radyo Teleskop bağlantılarından kaynaklanan veri kaybının RF alıcı-vericiler yardımıyla minimuma indirilmesi ve sistemin senkronize olarak çalıştırılması hedeflenmektedir.

## TUG'da Yeni Gözlem Projesi Hazırlama ve Değerlendirme Esasları

**Z. Eker<sup>1,2</sup>**

### Özet

TUG'a 2007 ve 2008 yılları arasında verilen gözlem projeleri ve gözlem günleri dağılımı istatistiğine göre, mevcut gözlem projesi hazırlama ve değerlendirme kriterlerinin verimli olmadığı anlaşılmıştır. TUG'un hedefi; mümkün olduğu kadar farklı kişi ve kurumlara gözlem günü sağlanması kadar, optimum verim (yayın) esasına göre projelere gün ayırmaktır. Bu amaçla yeni proje hazırlama ve değerlendirme esasları hazırlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** *gözlemevi, gözlem zamanı, gözlem projesi.*

### Summary

According to scope of observational proposals and observing time allocations during last two years, it can easily be seen that the current criteria for preparing and evaluating observational proposals are not efficient. Besides serving to different researchers and institutions, the TUG's aim is to catch the maximum efficiency (quantity and quality of publications). We introduce new principles of preparation and evaluation for observational proposals.

**Keywords :** *observatory, observing time, observational proposal.*

---

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Terzioğlu Kampüsü (Yeni Yerleşke) 17100, ÇANAKKALE  
([eker@comu.edu.tr](mailto:eker@comu.edu.tr), [ucameci@comu.edu.tr](mailto:ucameci@comu.edu.tr))

<sup>2</sup> TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi, 07058, ANTALYA  
([eker@tug.tubitak.gov.tr](mailto:eker@tug.tubitak.gov.tr))



## Türkiye'de "Sanal Gözlemevi" (VO)

U. Camci<sup>3,3</sup>, F. F. Özeren<sup>2,3</sup>

### Özet

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi verilerini, Dünya'da aktif şekilde devam eden "Sanal Gözlemevi" kapsamında uluslararası standarda getirmek amacıyla yapılan çalışmalar anlatılacaktır.

**Anahtar Kelimeler :** *gözlemevi, astronomik veri, veri arşivi.*

### Summary

In order to bring the TÜBİTAK National Observatory data to an international standart, we will consider the studies on "Virtual Observatory" in Turkey.

**Keywords :** *observatory, astronomical data, data archive.*

---

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Terzioğlu Kampüsü (Yeni Yerleşke) 17100, ÇANAKKALE  
([ucamci@comu.edu.tr](mailto:ucamci@comu.edu.tr))

<sup>2</sup> Erciyes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 38039, KAYSERİ  
([ozeren@erciyes.edu.tr](mailto:ozeren@erciyes.edu.tr))

<sup>3</sup> TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi, 07058, ANTALYA  
([ucamci@tug.tubitak.gov.tr](mailto:ucamci@tug.tubitak.gov.tr), [ozeren@tug.tubitak.gov.tr](mailto:ozeren@tug.tubitak.gov.tr))

## TÜBİTAK ULUSAL GÖZLEMEVİ: Teknik, Yapısal ve İdari Olanakları İle Bugünü

**Z. Eker<sup>4,5</sup>, U. Camcı<sup>1,2</sup>, T. Ak<sup>2,3</sup>, F. F. Özeren<sup>2,4</sup>, T. Özışık<sup>2</sup>**

### Özet

Öncelikle, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin geldiği noktadaki teknik ve altyapı olanakları aktarılacaktır. Özellikle TUG'da yeni kurulacak T60 ve T100 teleskopları ile ilgili son gelişmeler, RTT150 teleskobunun durumu ve donanımları, TUG Bakırlıtepe Yerleşkesi'nde yapılan ilave tesisler, TUG'un idari, teknik ve uzman kadrosundaki son durum, TUG'un işleyişi gibi konular gözden geçirilerek güncel bir değerlendirme yapılacaktır.

**Anahtar Kelimeler :** *gözlemevi, yerleşke, teleskop, altyapı.*

### Summary

Present facilities at the TÜBİTAK National Observatory is presented. Especially, latest news from the T60 and T100 telescopes

---

<sup>4</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Terzioğlu Kampüsü (Yeni Yerleşke) 17100, ÇANAKKALE  
([eker@comu.edu.tr](mailto:eker@comu.edu.tr), [ucamci@comu.edu.tr](mailto:ucamci@comu.edu.tr))

<sup>5</sup> TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi, 07058, ANTALYA  
([eker@tug.tubitak.gov.tr](mailto:eker@tug.tubitak.gov.tr), [ucamci@tug.tubitak.gov.tr](mailto:ucamci@tug.tubitak.gov.tr), [tanselak@tug.tubitak.gov.tr](mailto:tanselak@tug.tubitak.gov.tr),  
[ozeren@tug.tubitak.gov.tr](mailto:ozeren@tug.tubitak.gov.tr), [tuncay@tug.tubitak.gov.tr](mailto:tuncay@tug.tubitak.gov.tr))

<sup>3</sup> İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119, Üniversite, İSTANBUL  
([tanselak@istanbul.edu.tr](mailto:tanselak@istanbul.edu.tr))

<sup>4</sup> Erciyes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 38039, KAYSERİ  
([ozeren@erciyes.edu.tr](mailto:ozeren@erciyes.edu.tr))

to be installed at TUG, present condition of the RTT150 telescope and its instruments, new buildings and reconstructions at the Bakırlitepe site, updates on administrative, technical and specialist staff, management at TUG are reviewed.

**Keywords :** *observatory, site, telescope, infrastructure.*