

# TUG İyileştirme ve Geliştirme Çalışmaları

Murat Dindar<sup>1</sup>★, Ekrem Kandemir<sup>1</sup>, Saniye Dindar<sup>1</sup>, Cevdet Bayar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi; Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi, Antalya

## Özet

Bu çalışmada; Teleskop Uzmanı Yetiştirme (TUY) projesi kapsamında TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinde (TUG) çalışan TUY ekibi tarafından yapılan RTT150, T100 ve T60 teleskoplarında optik, yazılım, kontrol ve elektronik alanında yapılan iyileştirme ve geliştirme çalışmaları anlatılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** observatories: optical, Gözlemevleri, Teleskoplar, Aletler, Yazılım

## 1 Teleskop Uzmanı Yetiştirme Projesi

Teleskop Uzmanı Yetiştirme (TUY) projesi, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde 2010 yılında DPTye (2010K120170-DPT) verilen proje kapsamında başlatılmıştır. Projenin amacı; teleskop sistemlerinin optik, mekanik, kontrol, elektronik ve yazılım bileşenleri hakkında yetmiş iş gücü oluşturmaktır. Bu amaçla; 2 yazılım mühendisi, 2 elektronik mühendisi, 1 makina mühendisi, 1 optik uzmanı, 2 elektronik teknisyeni ve 2 gözlem sorumlusundan oluşan bir ekip kurulmuştur.

Bu ekipten mekatronik, yazılım ve makina mühendisleri Avrupa Güney Gözlemevinin(ESO) Almanya Garchingdeki merkezine; elektronik, yazılım ve optik uzmanı Şili ESO Paranal Gözlemevi'ne eğitim için gönderilmiştir. Ekip 2011 yılının Mart ayında, eğitimlerini tamamlayıp TUG bünyesinde çalışmaya başlamıştır.

## 2 İyileştirme ve Geliştirme Çalışmaları

TUG bünyesinde TUY ekibi tarafından yapılan iyileştirme-geliştirme çalışmaları bu bölümde anlatılacaktır.

### 2.1 Ayna Yıkama

Zaman içerisinde teleskop aynaları üzerinde toz birikmesi veya yağmur damlaları sonucu lekelerin oluşmaktadır. Bu gibi durumlar ayna yansıtıcılığını azaltmakla birlikte yüzeyine gelen ışınların saçılmasına neden olmaktadır. Gözlem kalitesini düşüren bu olumsuzlukların kabul edilebilir sınırları aşması durumunda; ayna, yıkama işlemine tabii tutulur.

Teleskop aynalarının yıkanması gerek tekniği, gerek ise kullanılan malzeme türü bakımından bilinen geleneksel yaklaşımlardan farklılıklar göstermektedir. Uygun malzemeler ve teknikler kullanılarak yapılan yıkama işlemi sonucunda ayna yüzey yansıtıcılık yüzdesi ve saçılma miktarında ciddi iyileşmelerin olduğu gözlenecektir.

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi T60 teleskobunun birincil aynasına ait yıkama öncesi ve sonrası yansıtıcılık ve saçılma değerleri karşılaştırıldığında gerçekleşen iyileşme açıkça şekil 1'de görülecektir.

Dalgaboyu 670 nm olan laser kullanılarak yıkama öncesi ve sonrası alınan yansıtıcılık ve RMS saçılma değerleri aşağıdaki çizelge 1'de karşılaştırmalı olarak verilmektedir.



Şekil 1. Yıkama öncesi ve sonrası T60 teleskobun birincil ayna yüzeyi.

Çizelge 1. Yıkama öncesi ve sonrası T60 teleskobun birincil ayna yüzeyine ait yansıtıcılık ve RMS saçılma değerleri.

Yansıtıcılık(%)	Öncesi	
	RMS Saçılma (angstrom)	
62	288.3	
40.7	413.4	
61.8	271.5	
77	205.2	
69.4	243.2	
Yansıtıcılık(%)	Sonrası	
	RMS Saçılma(angstrom)	
	94.6	89.3
	93.8	97.8
	94.3	81.9
	94.3	68.9
94.7	61.7	

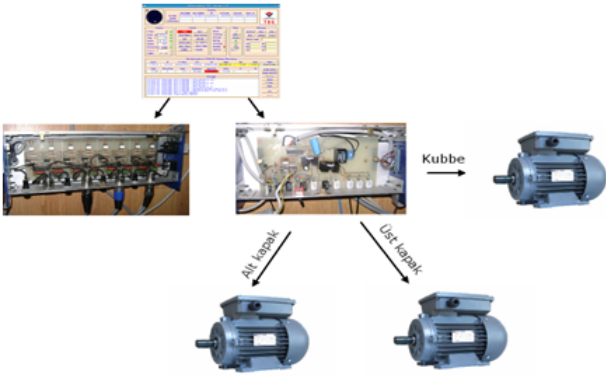
### 2.2 T60 Teleskobu Kubbe Otomasyonu

Triyaklarla kontrol edilen ve birçok kez modifikasyona uğrayan eski sistem, teleskop kontrol yazılımının hata vermesine neden olduğundan yeni bir sisteme ihtiyaç duyulmuştur (Şekil. 2).

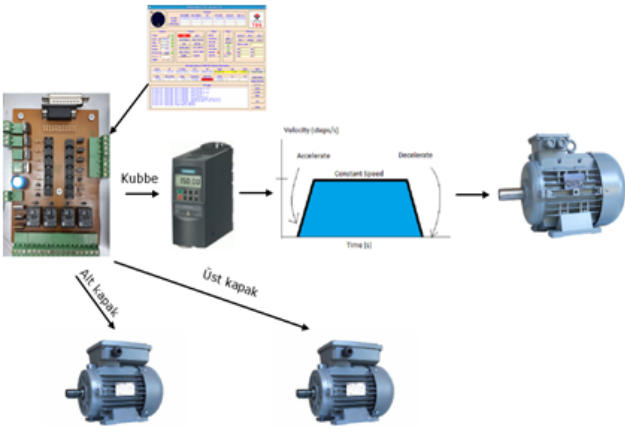
Tek fazlı olan kubbe motoru, yeni sistemde, üç fazlı motorla değiştirilerek daha güçlü hale getirilmiştir (Şekil. 3). Soğuk kış şartlarında dişlilerin daha uzun ömürlü olması için kalkış ve duruşta ivmelenme ve yavaşlama için süre tanıyacak şekilde programlanan motor sürücü sisteme eklenmiştir **Parmaksızoglu ve diğerleri (2014)**.

Sisteme dâhil edilen motor sürücüsünün giriş ve çıkışlarının, teleskop kontrol yazılımıyla uyumlu hale getirilmesi için, röle, optokuplör ve transistörlerden oluşan çok amaçlı bir kart tasarlanmıştır. Kartın ayrıca TUY40 teleskopunun kubbe kontrolünde de kullanılması planlanmıştır.

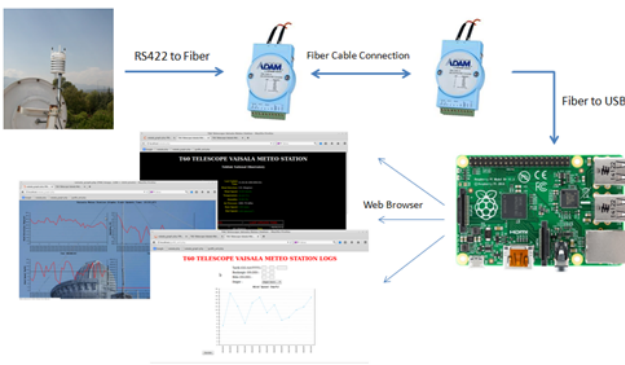
★ murat.dindar@tubitak.gov.tr



Şekil 2. T60 Kubbe kontrolünde kullanılan eski sistemi.



Şekil 3. T60 Kubbe kontrolünde kullanılması planlanan yeni sistem.



Şekil 4. T60 Vaisala meteoroloji istasyonu otomasyonu.

### 2.3 Meteoroloji İstasyonu Otomasyonu

TUG-T60 teleskobunda bulunan Davis meteoroloji istasyonunun zaman zaman karasız çalışması ve yıldırım, elektrostatik gibi durumlardan çok kolay etkilenmektedir. Bu nedenlerden dolayı, daha kararlı bir sistemin tasarlanması kararlaştırılmıştır. Bu amaçla Raspberry Pi kullanılarak fiber bağlantılı Vaisala meteoroloji istasyonu otomasyonu gerçekleştirilmiştir (Şekil. 4).

### 2.4 GRB Alarm Yazılımı

GRB yazılım T60 teleskop kontrol bilgisayarı üzerinde GNU/C diliyle geliştirilmiştir Dindar ve diğerleri (2015). Yazılım tasarımı, şekil 5'de de görüleceği üzere T60 kontrol yazılımının (Talon) mimarisine uygun olarak tasarlanmıştır. Yazılım, sanal gözlemevi mesajlarını kullanarak, mesajlarından ilgili parametrelerini ayırtıp, T60 için belirlenen parametrelere uygun mesajları seçip, gözlem programına eklemektedir. Yazılım testleri başarılı bir şekilde yapılmış ve ilk GRB gözlemi circular olarak yayınlanmıştır Sonbas ve diğerleri (2014).

### 2.5 TUY40 Robotik Teleskop Kontrol Sistemi

TUY 40 robotik teleskop kontrol sistemi, mekanik ve optik olarak hazır bir teleskop kurgusu kullanılarak, elektroniği ve yazılımı TUG-TUY personeli tarafından geliştirilmiştir (Şekil. 6). Kontrol sistemi, Talon kontrol yazılımı ve LabVIEW üzerinde geliştirilmiş gömülü gerçek-zamanlı teleskop kontrol yazılımından oluşmaktadır Dindar ve diğerleri (2014). Sistem üzerinde yapılan ilk testlerde; takip hatası 4 arcsec./sn., yönelme hatası da Ra eksenini için 2.2 arcmin; Dec eksenini için 25 arcsec olarak hesaplanmıştır.

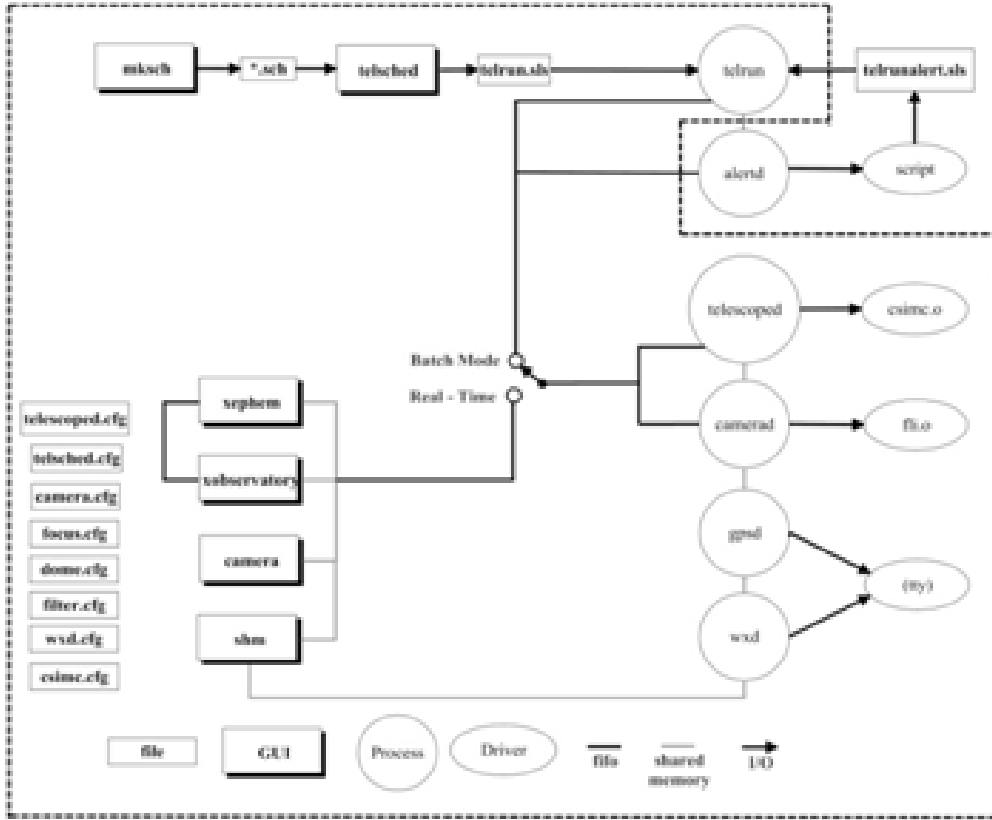
## 3 Sonuç

Bildiride TUG'da TUY ekibi tarafından geliştirilen sistemler ve uygulamalar anlatılmıştır. Yapılan çalışmalarda TUG'da mevcut durumda çalışan sistemlerin yeni teknolojiler kullanılarak iyileştirilmesi, yeni sistemlerin yapı ile uyumlu olarak geliştirilmesi ve sistemlerin kararlılıklarını artırarak çalışmasını sürdürebilmesi hedeflenmiştir. TUG'da yapılması planlanan çalışmalara aşağıda özetlenmektedir.

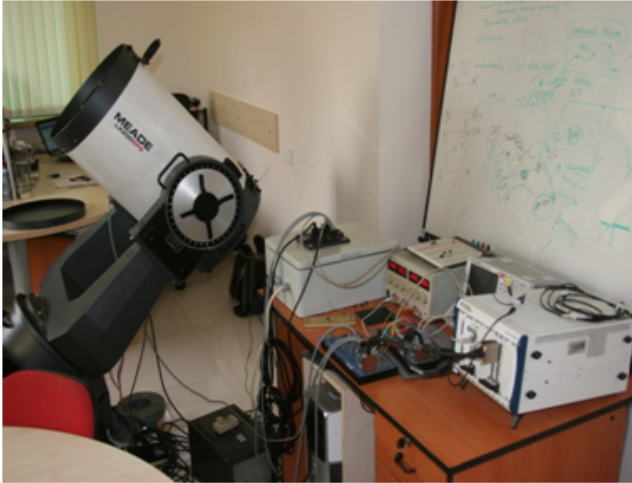
- TUG arşiv komisyonu oluşturuldu.(TUG Arşiv Sistemi)
- Donanım ve yazılım mimarisine ilişkin ihtiyaçlar ve öneriler belirlenerek sistem kurgusu belirlendi.(TUG Arşiv Sistemi)
- Teleskop için kullanılan hazır kurguda mekanik hatalar saptandı. (Tracking Hatası)(TUY 40 Robotik Teleskobunun Kurulumu)
- Pointing düzeltmeleri için gökyüzü testlerine ihtiyaç var. (TUY 40 Robotik Teleskobunun Kurulumu)
- Alt yapı işleri (inşaat, elektrik, internet).(TUY 40 Robotik Teleskobunun Kurulumu)
- Filtre ve kubbe tasarımları.(TUY 40 Robotik Teleskobunun Kurulumu)
- Donanım (Kısa Zamanda) mimarisi oluşturuldu. (Test aşamasında)(T60 Teleskobunun Modernizasyonu)
- Yazılım mimarisi (Uzun Zamanda) için ihtiyaçlar belirlendi. Teleskop kontrol yazılımı geliştirildi. Test edildi.(Teleskop bağımsız olarak).(T60 Teleskobunun Modernizasyonu)
- Filtre, Kubbe, CCD kontrol modülleri ve meteo modülü eklenecek.(OCS için)(T60 Teleskobunun Modernizasyonu)

## Kaynaklar

- Parmaksızoğlu, M., Dindar, M., Kirbiyık, H., Helhel, S.: Software and electronic developments for TUG-T60 robotic telescope. The Series of Conferences of Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica **45** (2014) 24–25.
- Dindar, M., Helhel, S., Esenoğlu, H, Parmaksızoğlu, M.: A new software on TUG-T60 autonomous telescope for astronomical transient events. Experimental Astronomy **39** (2015) 21–28.
- Sonbas, E. et al.: GRB 141225A: very early T60 observations. Dindar, M., Dindar, S., Kandemir, E., Bayar, C. Helhel, S., Özışık, T.: TUY 40 telescope control system based on LabVIEW. Inter-



Şekil 5. T60 GBR alarm yazılımı.



Şekil 6. TUY 40 robotik teleskobu.

national Conference on Computational and Experimental Science and Engineering (ICCESN) (2014).

**Erişim:**

O23-1515: [UAK-2015 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)