

## ÇOMÜ T122 ve İÜ T60 TELESKOPLARI İLE İLGİLİ GELİŞMELER

Osman Demircan<sup>1\*</sup>, Ahmet Erdem<sup>1\*</sup>, Faruk Soyduğan<sup>1\*</sup>, Esin Soyduğan<sup>1\*</sup>,  
Volkan Bakış<sup>1</sup>, Mehmet Tüysüz<sup>1\*</sup>, Sertaç Serkan Doğru<sup>1\*</sup> ve Türker Özkan<sup>2</sup>,  
Talat Saygıç<sup>2</sup>, Selçuk Bilir<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü,  
Çanakkale

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü,  
İSTANBUL

**Özet** ÇOMÜ T122 teleskopu 27 Ağustos 2009 tarihinde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Gözlemevi'ne kurulmuş ve aynı tarihte yapılan ilk ışık gözlemlerinden sonra yoğun olarak fotometrik gözlem projelerinde kullanılmaktadır. Teleskopu üreten ASTELCO firmadan satın alınan FLECHAS tayfçeki ( $R \sim 7000$ ), CCD kameranın görüş alanı uymadığından kullanılamamış, daha büyük gökyüzü alanlarını görüntüleyebilen yeni bir CCD ısmarlanmıştır. CCD'nin satın alınış işlemleri tamamlandığında tayfsal gözlemlere başlanacaktır. Diğer taraftan TÜBİTAK/EVRENA projesi ile yapımı öngörülen orta-yüksek ( $R \sim 2000 - 20000$ ) çözünürlüklü tayfçeki ÇOMÜ Astrofizik Araştırma Merkezi'nde yapım aşamasındadır. Ağustos 2010 içerisinde bitirilmesi planlanan bu tayfçekin de T122 teleskopuyla kullanılması planlanmaktadır. ÇOMÜ ve İÜ'nün ortak projesi olan İ.Ü. T60 teleskopunun ÇOMÜ Gözlemevi'ne kurulması projesi çalışmaları devam etmektedir. Teleskop, ASTELCO firması tarafından yapım aşamasındadır. 2011 yılının ilk aylarında ÇOMÜ gözlemevine montajı yapılması planlanan bu teleskop, 60 cm açıklığa ve  $f/8$  odak oranına sahip olacaktır. Fotometrik gözlemlerde kullanılacak olan bu teleskopta Apogee Alta U42 model 13.5 mikron piksel boyutlu  $2K \times 2K$  yongaya (yongalı) bir CCD kamera kullanılacaktır ve kameranın görüntü alanı  $20' \times 20'$  olacaktır. ÇOMÜ Gözlemevi sitesinde yer alacak 60 cm'lik teleskop iki üniversite tarafından ortak projelerle kullanılacaktır. Bu tebliğde ÇOMÜ T122 teleskopu ile kuruluşundan bu yana yapılan ilk gözlemlerin sonuçları, T122'de kullanılmak üzere yapımı devam eden tayfçekin ve İ.Ü. T60 teleskopunun teknik özellikleri özetlenecektir.

### 1 Giriş

ÇOMÜ Gözlemevi, 19 Mayıs 2002 tarihinde resmi olarak açılışı yapılan, ülkemizin en genç gözlemlerinden birisidir. ÇOMÜ Gözlemevi açılışından bugüne

\* Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Astrofizik ve Uygulama Merkezi ve Ulupınar Gözlemevi, 17020, Terzioğlu Kampüsü, Çanakkale

hızla gelişmiş, yürütülen çok sayıda ulusal ve uluslar arası projeler, lisansüstü tez çalışmaları ve amatör, popüler etkinlikler ve çeşitli bilim toplum etkinliklerine ciddi katkılar sağlamıştır. Konum olarak, Çanakkale Merkezine bağlı Ulupınar Köyü yakınlarında bulunan gözlemevi, şehir merkezine yakınlığı, gelişmiş altyapısıyla ülkemiz gözlemevleri arasında oldukça avantajlı durumdadır. Çift yıldız astrofiziği, çift yıldızların açısal momentum evrimleri ve kinematikleri gibi konuların çokça çalışılmasının yanında aktif galaksi çekirdekleri (AGN's), küçük gezegen (asteroid) gözlemleri gibi ülkemizde az çalışılan konularda da gözlemsel veri üreterek etkisini arttırmaktadır. ÇOMÜ Gözlemevi bugün, Büyük teleskop (T122) ve İstanbul Üniversitesiyle ortak yürütülen T60'lık teleskop projesiyle de ülkemizde hem astrofizik alanında üniversite ortaklıklarının kurulmasına öncülük etmiş hem de altyapısını güçlendirmiştir. Ayrıca Gözlemevi bünyesinde T122 teleskopu için bir tayfçekker tasarlanmış ve şu an yapım aşamasındadır. Bu çalışmada T122 ve T60 teleskoplarının özelliklerini, T122 ile yapılan gözlemlerin sonuçları ve tasarlanan tayfçekker (HILORES) hakkında bilgi verilmiş ve T122 ve T60 teleskoplarının bugünkü durumu anlatılmıştır.

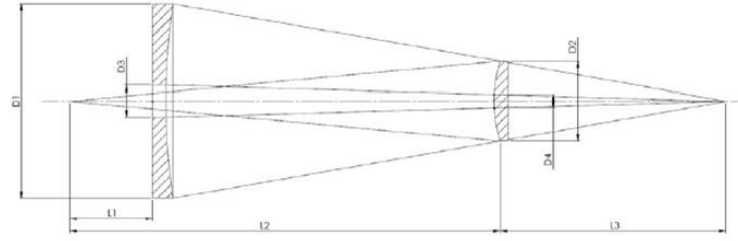
## 2 T122 Teleskopu

122 cm ayna çaplı T122 teleskopu, Cassegrain- Nasmyth türü odağa ve  $f/10$  odak oranına sahiptir. Sistem üçüncü aynanın konumunun değiştirilebilmesi sayesinde iki odağa sahip olabilmektedir. Bu ise iki farklı dedektörün aynı zamanda teleskop üzerinde hazır bulunup, gözlem türüne göre, dedektör seçimi yapılabilmesini sağlar. Sistemin ortalama optik duyarlılığı; 633 nm de RMS Wavefront Error  $1/14$  ve Peak to valley wave-front error  $0.24\lambda$  şeklindedir. Sistemin Strehl oranı ise 0.80 olarak verilmektedir. Teleskopun mekanik özellikleri Tablo 1de gösterildiği gibidir.

**Tablo 1.** T122 Teleskopunun Mekanik Özellikleri

Parametre	Durum
Dönme Hızı ve İvmesi	hız $10^\circ/sn$ ye kadar, ivmelenme $2^\circ/sn^2$ ye kadar
İstenilen Koordinata Yönelme (Pointing)	Pointing Model yapılarak hassas takip ve yönelme
Yönelme Duyarlılığı	Pointing Modele bağlı olarak ortalama $<5''$
Takip Duyarlılığı	Pointing Modele bağlı olarak ortalama $<1''/saat$
Nasmyth Odağında Taşıma Kapasitesi	Yaklaşık 150 kg
Güvenlik	Herhangi bir hata oluştuğunda saniyeler içinde hareketi durdurur
Acil Durum Durdurması	Teleskop üzerinde ve kontrol kabininde Acil Durum butonları bulunur
Ağ Arayüzü	Açık TSI (V1) uyumlu TPL2 ağ arayüzü

Teleskopun optik şeması Şekil 1de gösterilmiştir. Şekil 1de tanımlanan uzunluklar ise;  $D1 = 1250$  mm,  $D2 = 390$  mm,  $D3 = 300$  mm,  $D4 = 100$  mm,  $L1 = 470$  mm,  $L2 = 3160$  mm ve  $L3 = 860$  mm'dir.



Şekil 1. T122 teleskopunun optik mekanizmasının şematik gösterimi

Teleskopun birincil, ikincil ve üçüncül aynalarına ilişkin özellikler sırasıyla, Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4 de verilmiştir.

**Tablo 2.** Birincil Aynanın (M1) Özellikleri

Specification	Target value	Actual value
Mirror Material		SCHOTT ZERODUR
Diameter	1220 mm $\pm$ 0.5 mm	1220.31 mm
Central hole diameter	250 mm $\pm$ 0.5	249.96
Edge thickness	130 mm $\pm$ 0.5	130.18 mm
Radius of curvature (best fit)		6720mm
Profile tolerance zone (best fit)		0.033 mm
Radius of curvature (fixed radius)		6716.02 mm
Profile tolerance zone (fixed radius)	0.2 mm	0.042mm
Bubbles inclusions in critical volume	$\leq$ 2.0 mm	< 2.0 mm
...outside critical volume	$\leq$ 6.0 mm	< 0.8 mm
Average number of inclusions per 100 cm <sup>2</sup>	$\leq$ 5.0	< 5.0 mm
Bulk stress birefringence	$\leq$ 12 nm/cm	$\leq$ 4 nm/cm
Striae	60 nm/stria	< 30 nm/stria
Linear coefficient of thermal expansion [10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup> ]	0 $\pm$ 0.10	+0.003
Cleanliness		Free of all contaminants
Coating	Protected Al	$\rho_\lambda >$ 95 %

## 2.1 Standart Katsayılar

T122 teleskopu ve SBIG STL 1001E CCD kamera kullanılarak Landolt katalogunda verilen standart yıldızlar gözlenmiştir. Bu gözlemlerden elde edilen standart sisteme dönüşüm bağıntıları aşağıdadır:

**Tablo 3.** İkincil Aynanın (M2) Özellikleri

Specification	Target value	Actual value
Mirror Material	SCHOTT ZERODUR	
Cylindrical diameter	390 mm $\pm$ 0.5	390.42 mm
Central thickness	56.7 mm $\pm$ 0.5	56.91 mm
Convex Radius	2892.4 mm	2904.3 mm
Best fit	0 $\pm$ 0.2	0.034
Fixed radius	0 $\pm$ 0.2	0.047
Front side chamfer	2.1 $\times$ 45 $^\circ$ $\pm$ 0.5	1.63-1.77
Back side chamfer	2.1 $\times$ 45 $^\circ$ $\pm$ 0.5	1.84-1.91
Coating	Protected Al	$\rho_\lambda > 95$ %

**Tablo 4.** Üçüncül Aynanın (M3) Özellikleri

Specification	Target value	Actual value
Mirror Material	LZOS Astro-Sitall	
Mechanical Minor Axis	254.0 mm $\pm$ 1.0 mm	254.0 mm
Mechanical Minor Axis	359.21 mm $\pm$ 1.0 mm	359.0 mm
Thickness	60.0 mm $\pm$ 1.0 mm	60.0 mm
Clear Aperture (elliptical)	240 mm $\times$ 345 mm	245 mm $\times$ 350 mm
Coating	Protected Al	$\rho_\lambda > 95$ %

$$U - B = 0.61(0.11)(u - b) - 0.34(0.06) \quad (1)$$

$$B - V = 1.05(0.04)(b - v) + 0.09(0.09) \quad (2)$$

$$V - R = 1.03(0.02)(v - r) + 0.87(0.01) \quad (3)$$

$$V - I = 0.91(0.01)(v - i) + 1.18(0.01) \quad (4)$$

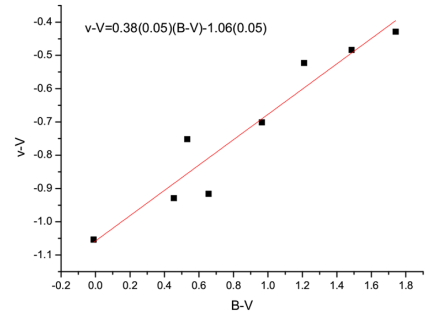
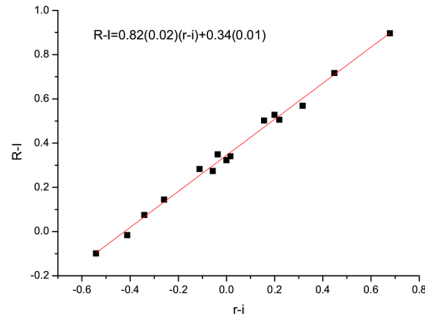
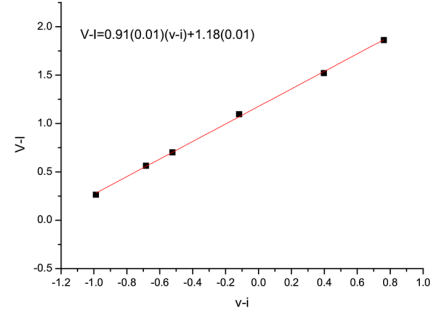
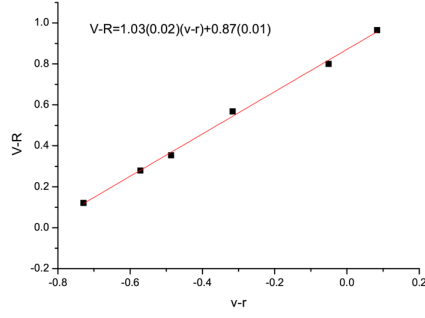
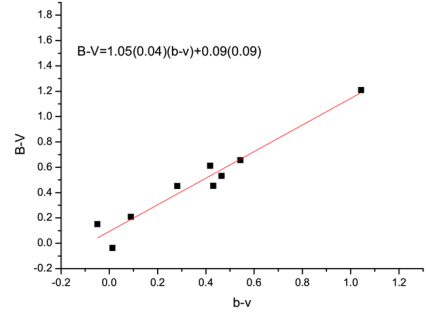
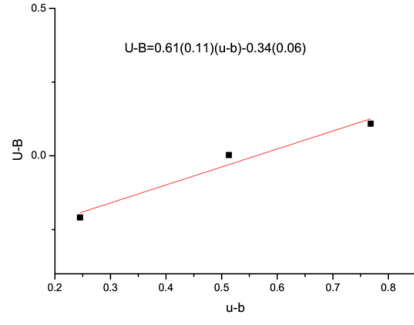
$$R - I = 0.82(0.02)(r - i) + 0.34(0.01) \quad (5)$$

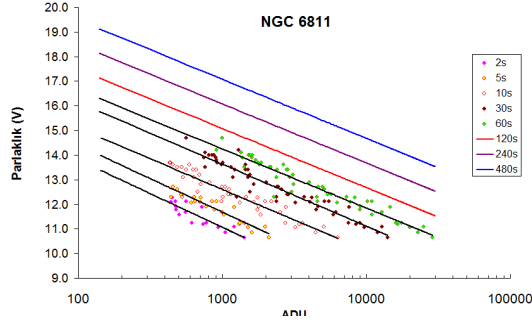
$$v - V = 0.38(0.05)(B - V) - 1.06(0.05) \quad (6)$$

## 2.2 Parlaklık-Poz Süresi-ADU

Parlaklık-poz süresi-ADU değerlerinin belirlenmesinde kullanılacak grafikler için örnek alan olarak *NGC6811* açık yıldız kümesi seçilerek gözlenmiştir. CCD görüntüsü içerisinde, 12'si  *$\delta$ Scuti* türü toplam 16 değişen yıldız yer almıştır.

Tablo 5. Standart Yıldız Gözlemlerine ilişkin grafikler





**Şekil 2.** NGC6811 açık yıldız kümesinden seçilen yıldızlar için T122 teleskopu ve SBIG STL 1001E CCD Kamerası ile V süzgecinde elde edilen Poz Süresi-Parlaklık-ADU diyagramı

Kümenin gözlemleri Uluslararası bir proje kapsamında yapılmakta olup halen devam etmektedir.

Gözlemler sırasında SBIG STL 1001E CCD kamera ile Johnson V süzgeci kullanılmıştır. Şekil 2de, V süzgecinde parlaklık, poz süresi ve ADU değerleri hakkında bilgi vermektedir.

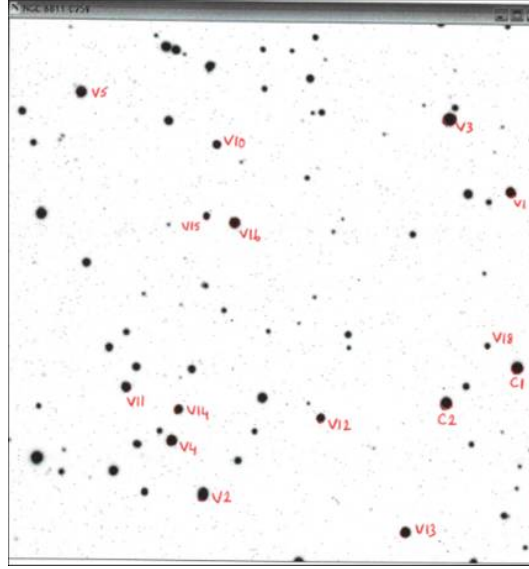
CCD alanında V3 sembolü ile gösterilen  $\delta$  Scuti türü değişen yıldızın B ve V süzgeçlerinde elde edilen ışık eğrisi ise Şekil 4de gösterilmiştir. Gözlemlerin duyarlılıkları ise, B süzgecinde  $0.^m005$  ve V süzgecinde  $0.^m004$  olarak hesaplanmıştır.

### 2.3 T122 Teleskopu ile Yapılan İlk Gözlemler

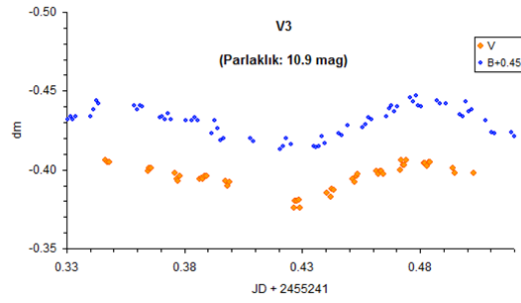
Ağustos 2009 - Ağustos 2010 arasında T122 teleskopu ile yapılan ilk gözlemler, AB Cas (HIP 12235), HD 62571 (SAO 135050), AE Aqr (HIP 101991), GD 358, TYC 4589 2725 değişen yıldızlarına aittir. B ve V süzgeçlerinde yapılan gözlemler örnek olarak Şekil a, b, c, d ve e de verilmiştir. İlk gözlemlerin duyarlılığı  $0.^m005$  ve  $0.^m007$  bulunmuştur.

### 2.4 HILORES (High to Low Resolution Spectrograph) Tayfçekeri

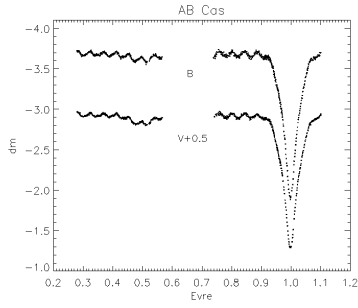
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fizik Bölümü'nde yürütülmekte olan ve Yıldız Oluşum Bölgelerindeki Çift ve Çoklu Sistemlerin Çok Yönlü Analizleri adlı TÜBİTAK/EVRENA projesi kapsamında bir tayfçeker (HILORES) geliştirilmiştir. Bu tayfçeker fiber beslemeli olup  $R \sim 3000 - 25000$  çözünürlük aralığında tayf alabilmektedir. HILORES proje yürütücüsü tarafından geliştirilen yazılımı sayesinde tamamen bilgisayar kontrollüdür. Gözlemci istediği çözünürlüğü farklı optik ağ (300, 1200, 1800 ve 2400 çizgi/mm) ve yarık genişliği



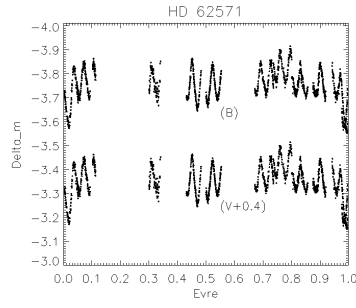
Şekil 3. NGC6811 açık yıldız kümesinde yer alan ve CCD alanına giren değişen yıldızlar



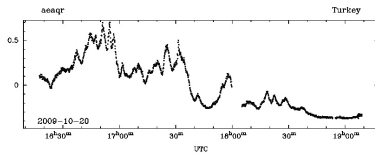
Şekil 4. NGC 6811 alanında gözlenen bir  $\delta$  Scuti türü değişen yıldızın ışık eğrileri



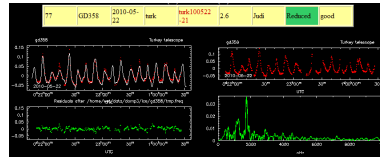
Şekil a. AB Cas'ın B V ışık eğrileri



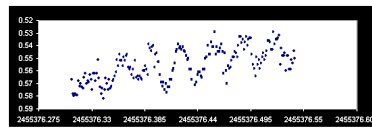
Şekil b. HD 62571'in B V ışık eğrileri



Şekil c. AE Aqr'nın 20.10.2009 ışık eğrisi



Şekil d. GD 358'in Mayıs-Haziran 2010 ışık eğrileri



Şekil e. ÇOMÜ Gözlemevi T122 teleskopu ile değişen yıldız olduğu keşfedilen TYC 4589 2725'nin ışık eğrisi



(0-300 mikron aralığı) seçeneklerini bilgisayardan kontrol edebilmektedir. 122-cm çaplı ÇOMÜ T122 teleskopunun Nasmiyth odaklarından birine takılmış olan fiber başlığı içerisinde ve 100-mikronluk fiberin giriş ucunun olduğu odak düzlemi 10-mm yansıtıcı bir yüzeye kaplıdır. Bu sayede bu yüzeye bakan bir düz ayna odak düzlemindeki yıldız görüntüsünü bu düzleme dik olarak konumlandırılmış Astrovid StellaCam video kamerasına aktarmaktadır. Böylece gözlemci yıldız gözlem sırasında izleyebilmektedir ve gelecekte Autoguider kamerası takılıp otomatik takip seçeneğini kullanabilmektedir. 20-m uzunluğundaki 100-mikronluk fiberden tayfçekere giren ışığın küçük bir kısmı optik eksenin 90 derece açı ile yerleştirilmiş bir fotometreye yönlendirilmektedir. Bu fotometre yıldız ışığının fibere girip girmediğini, fiberde ise teleskopun odak ayarının yapılmasını sağlamaktadır. Teleskopun en iyi odak değeri elde edildikten sonra, adım motor kontrollü olan CCD kamera taşıyıcı, CCD kameranın en iyi odağa getirmede kullanılmaktadır. Bunun için Toryum-Argon lambadan alınmış tayftaki salma çizgilerinin en küçük FWHM ve en büyük ADU değerine ulaşması sağlanarak CCD bilgisayardan ileri geri hareket ettirilir. Teleskop ve tayfçeker en iyi odağa ayarlandıktan sonra gözlemci istediği gök cisminin tayfını almaya başlayabilir. HILORES'in en önemli fonksiyonlarından birisi gök cisminin tayfı alınırken yazılım penceresinde sisteme giren toplam ışık miktarının görülebiliyor olmasıdır. Böylece gözlemci istediği S/G oranını elde edecek şekilde sayım değerlerine ulaşınca pozunu durdurup tayf görüntüsünü bilgisayara indirebilmektedir. Bu görüş kalitesinin kötü olduğu hava koşullarında bile kullanışlı tayf elde edebilme olanağı sağlamaktadır.

### 3 T60 Telskobu

İstanbul (İÜ) ve Çanakkale Onsekiz Mart (ÇOMÜ) Üniversitelerinin ortak gözlemevi projesi olarak gündeme gelmiştir. Proje ekipleri ise; İE den A.Talat SAYGAÇ (Proje Yürütücüsü), M. Türker ÖZKAN, Selçuk BİLİR, Serap AK, Tansel AK, Nuroal AL, Hasan H. ESENOĞLU, Esmâ YAZ, Başar COŞKUNOĞLU, Sinan ALIŞ, Korhan YELKENCİ, Taşkın ÇAY, İpek ÇAY ve lisansüstü öğrencileri, ÇOMÜ'den Osman DEMİRCAN, Ahmet ERDEM, Faruk SOYDUGAN, Esin SOYDUGAN, Volkan BAKIŞ, Caner ÇİÇEK ve lisansüstü Öğrencilerinden oluşmaktadır.

ÇOMÜ Gözlemevi'nde ortaklaşa yapılan yer seçimi sonucunda ÇOMÜ T30b isimli kubbe binasının yapım aşamasında olan T60 teleskopu için kullanılması kararlaştırılmıştır.

T60 teleskopunun ikizi Yeni Zelanda'da gama ışın patlamalarının takibi amacıyla kullanılmaktadır.

Aşağıda T60 teleskopun optik özellikleri listelenmiştir.

T60 Teleskopu için hazırlanan alıcı, süzgeç ve diğer altyapı istekleri ise şöyle listelenmiştir.

Alta U42 CCD (+1 Yedek Ek Proje İsteği), H-alfa, Strömgren UBVRI, Johnson UBVI Orta ve Dar Band Filtreler, 1 Sunucu, 1 Masaüstü bilgisayar (+1 Ek Proje), 2 Laptop, 1 Yazıcı, 1 Tarayıcı, 6 TB Yedekleme ünitesi, 1 ve 10



Şekil 5. ÇOMÜ Gözlemevi T60 teleskop binası

Tablo 6. T60 teleskopunun optik özellikleri

Primary mirror M1, clear aperture	500mm (19.7")	600mm (23.6")
Primary mirror M1, focal ratio	F/2.5	
Thickness (edge)	58mm	65mm
Central hole diameter	120mm	170mm
Secondary mirror M2, clear aperture	172mm	210mm
Thickness (edge)	30mm	30mm
System focal ratio	F/8	
System accuracy	$\lambda/6$ P-V at $\lambda = 632\text{nm}$	
Mirror material	Low Expansion Glass or Zero Expansion Glass Ceramics (optional)	
Obstruction (surface)	11.8%	12.3%
Coating	Al + protective coating (Ag coating optionally available)	
Reflectivity	$R_{\text{max}} \approx 94\%$ (96-99% with Ag coating)	

KVA'lık iki adet UPS, Kubbe Otomasyonlu Meteoroloji İstasyonu, 20 cm Meade LX200ACF (T20).

#### 4 Sonuç ve Öneriler

ÇOMÜ T122 teleskopunun satın alınmış olması ve İÜ T60'ın iki üniversitenin ortak projesi olarak ÇOMÜ Gözlemevi'ne kurulacak olması ülkemizde de artık astronomiye para ayrılabilirdiğini ve üniversiteler arası ortak araştırma ve altyapı projelerinin uygulamaya konabildiğini göstermektedir. ÇOMÜ T122, ülkemizin kendi kaynaklarıyla satın aldığı en büyük teleskoptur ve çapı 100 cm ve üzerinde olan iki teleskoptan biridir. Ülkemizin, İngiltere, Almanya, Fransa, İtalya gibi gelişmiş Avrupa ülkeleriyle karşılaştırınca, hem teleskop altyapısı, hem de yetişmiş insan gücü olarak daha çok gerilerde olduğu anlaşılmaktadır. Bugün Yunanistan'da bile çapı 100 cm ve üzerinde beş teleskop bulunmaktadır. Bu nedenle ülkemizde daha birçok üniversitenin (örneğin Ege, Anadolu, Ankara gibi) yeterli yetişmiş insan gücüne ulaşması ve büyük teleskoplar çalıştırması beklenmektedir. ÇOMÜ T122 Teleskopunun, başta ÇOMÜ projeleri olmak üzere ulusal anlamda Marmara bölgesi üniversiteleri ile (öncelikle İÜ) ortak projeler ve uluslararası projeler ve kampanyalara da katkı sağlaması amaçlanmaktadır. Teleskopun çalışma alanları ise; Çift yıldız kataloglarında tayfsal verileri eksik olan sistemlerin belirlenerek, eksik olan tayf verilerinin literatüre kazandırılması, çift yıldız sistemlerinin mutlak parametrelerinin ve bileşenler arası etkileşimin belirlenmesi, çift yıldız sistemlerinin açısal momentum evrimleri, uzaklıkları, yaşları, kimyasal kompozisyonları ve kinematik özelliklerinin belirlenmesi şeklinde özetlenebilir. Bu teleskopun ayrıca galaktik yapının da belirlenmesine hizmet etmesi beklentiler arasında olacaktır. ÇOMÜ Gözlemevi'nde yer alacak olan İÜ T60 Teleskopunun kurulumundan sonraki ilk 5 yıllık evrede, bağımsız ve ortak projeler, T60 (Fotometrik), T20 (Parlak Yıldız Fotometrisi) Koordinasyonlu çalışmalar, kümeler, gökada yapısı, değişen yıldızlar, fırsat gözlemleri gibi bilimsel çalışmaların yanısıra; Öğrenci eğitimi, Gözlemsel Astronomi Yüksek Lisans ve Doktora Çalışmaları gibi eğitim çalışmaları, Farabi açılımı ve ortak bilim toplum etkinlikleri gibi açılımlara da katkı sağlanması hedeflenmektedir.

#### 5 Teşekkür

T122 Projesi, 2007 DPT Projesi olarak desteklenmiştir. T60 Projesi, İstanbul Üniversitesi BAP Birimi GÜDÜMLÜ 3685 No'lu Proje ve - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Astrofizik Araştırma Merkezi ve Ulupınar Gözlemevi tarafından desteklenmektedir.