

# TUG-TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi RTT-150 Teleskobu Kubbesinin Otomasyonu

Varol Keskin<sup>1</sup>, Murat Koçak<sup>2</sup>, Selim O. Selam<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Bornova 35100, İzmir  
keskinv@astronomy.sci.ege.edu.tr

<sup>2</sup>TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi, 07058, Antalya  
kocakm@tug.tubitak.gov.tr

<sup>3</sup>Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Tandoğan 06100, Ankara  
selim@astro1.science.ankara.edu.tr

**Özet:** TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde bulunan 1.5 m'lik RTT150 teleskobunun 10.5 m çaplı kubbesi, hem yönlendirme hem de izleme olarak tümüyle otomatik hale getirilmiştir. Bunun için mikrodenetleyici ve tarafımızdan tasarlanan fiber-optik tabanlı, dönel kodlayıcı kullanılmıştır. Oluşabilecek çevresel statik yük boşalmalarından etkilenmemek için, sistem elektroniği ile kodlayıcılar arasında fiber-optik bağlantılar kullanılmıştır. Geliştirilen sistem için yazılım, işletim sisteminden bağımsızdır ve uzaktan kullanılan bir bilgisayarla yönlendirme yapılabilir. Sistem bir bütün olarak, herhangi benzer bir gözlemevi kubbesine uyarlanabilir.

**Anahtar kelimeler:** aletler: elektronik: otomasyon – yazılım: aletlerarası haberleşme

**Abstract:** The 10.5m diameter dome of the 1.5m Russian-Turkish telescope at TÜBİTAK National Observatory (TUG) was fully automated (both for tracking and pointing) based on microcontrollers and custom designed fiber-based rotational encoders. Fiber channels were used between encoders and host electronics to avoid environmental static charge effects. The system has an OS independent software structure and can be controlled remotely from an host computer. The constructed system can be easily implemented to any astronomical observatory dome.

**Key words:** instrumentation: electronics: automotion – software: communication between instruments

## 1. Giriş

RTT150 teleskobunun Amerikan ObservaDome firması tarafından üretilen çift yüzeyli 10.5 m'lik kubbesi, 1997 Haziran'ında yerine konmuştur (Aslan vd., 1989, Aslan vd., 2000). Kubbe daha sonra, mikrodenetleyici ve yeni tasarlanan fiber-optik dönel kodlayıcı kullanılarak (Şekil 3), hem yönlendirme hem de izleme açısından, tümüyle TUG olanaklarıyla otomatik hale getirilmiştir. Dönel kodlayıcı, dönüşü sağlamak için kubbenin iç çevresine dayanan lastik bir tekerleğe bağlanmıştır. Çevrede oluşabilecek statik yük boşalmalarının etkilerinden kaçınabilmek için, aletlerde kullanılan elektronik ile kodlayıcı arasındaki haberleşme, fiber-optik bağlantılarla sağlanmıştır. Sistemde veri alışverişi için, hem Windows98/2000/XP hem de Linux işletim sistemlerinde çalışabilen ve uzaktan da kullanılabilen bir yazılım geliştirilmiştir.

Kubbe otomasyonu için kullanılan bilgisayarda, standart seri port kullanılmıştır. Bilgisayar ile denetim elektroniği arasındaki veri akışını sağlayan bu bağlantıda da, ortaya çıkabilecek olası elektrik boşalmalarının etkilerinden kaçınabilmek için RS232-kızılöte alıcı-verici birimler kullanılmıştır. Teleskop çatal eşlek-kurgu montüre sahiptir ve kubbenin merkezinde konuşlanmıştır. Bu nedenle, teleskobun yönlendiği konsayılar ile kubbe azimutu arasında konsayı dönüşümü yapan bir algoritma üretilmiş ve denetim sisteminde kullanılmıştır. Sistem o anki teleskop konumu bilgisini Teleskop Denetim Sistemi(TDS)'nden yerel ağ yoluyla almakta ve bu algoritma ile, olması gereken kubbe azimut değerini hesaplamaktadır. Örnek bir ekran görüntüsü Şekil 4'te görülen denetim yazılımının grafik kullanıcı arabirimi, kubbenin otomatik ya da kullanıcı isteğine bağlı olarak kullanımına izin vermektedir.

## 2. Benzer Uygulamalarda Yaygın

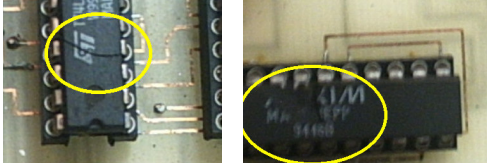
### Sorunlar: Yüksek Akımların Kökeni

Yıldırım düşmeleri sonucu ortaya çıkan yüksek akımlar, elektronik birimlerin güç aldığı kablolar ya

Bildirinin tam metni için : Varol KESKİN  
e-mail: keskinv@astronomy.sci.ege.edu.tr

da topraklama kabloları yoluyla elektronik bileşenlere ulaşarak, onları kullanılmaz hale getirebilmektedir. Ayrıca, yıldırımdan oluşan yüksek akımların doğrudan aletlere ulaşması engellenebilse bile, yıldırımla ortaya çıkan akımı toprağa aktaran kabloların yakınında yer alan normal elektrik kablolarında ve haberleşme için kullanılan kablolarında induksiyon yoluyla çok yüksek akımlar oluşabilmektedir. Böylece bu kablolarla bağlı aletlerde hasarlar oluşabilmektedir (Şekil 1).

Bunu engellemek için bir koruma yapılmamışsa, sisteme bağlı tüm elektronik aletler risk altında kalmaktadır. Genellikle hasarlar hemen ortaya çıkmazsa bile, zaman zaman yinelenen yıldırım düşmeleri, aletlerin ömrünü kısaltmaktadır. Bu yolla ortaya çıkan hasarlar, hem zaman hem de yapılması gereken işler açısından kayıplara neden olmaktadır. Bu durumu ve bu konuda önceden yaşanan deneyimleri gözönüne alarak, elektronik aletlerde indüklenmeye neden olabilecek tüm bakır kabloları ortadan kaldıracak bir yaklaşım kullanılmıştır. Bu nedenle, gözlemlerde kesinti yaşanmaması için, bakır veri kabloları yerine plastik fiber-optik veri kabloları kullanılmıştır.



Şekil 1. İletişim için bakır kablo kullanılarak yapılmış ilk mikrodenetleyicili sistemde hasar görmüş parçalara iki örnek.

### 3. Otomasyon Sistemi

#### 3.1 Donanım

Fiber-optik kabloların kullanımının yanı sıra, Kubbe Otomasyon Sistemi'nin her bir modülü birbirinden ayrılmış ve dış elektriksel etkilerden korunmak amacıyla "bakırsız" fiber-optik tabanlı kodlayıcılar tasarlanmıştır. Bundan başka donanım birimlerinin hepsinin giriş-çıkış noktalarına da, bu hatlar üzerinden gelebilecek yıldırım zararlarından korunmak amacıyla, yıldırım korumaları ve kızıllöte ya da fiber-optik tabanlı yalıtım birimleri eklenmiştir. Sistem şu parçalardan oluşmuştur:

- 1- Mikrobilgisayar bordu
- 2- Güç elektroniği arabirimi
- 3- Dönel kodlayıcı ve Hall algılayıcı birimi
- 4- Fiber-optikten RS232'ye dönüştürücü
- 5- Plastik fiber-optik veri kabloları

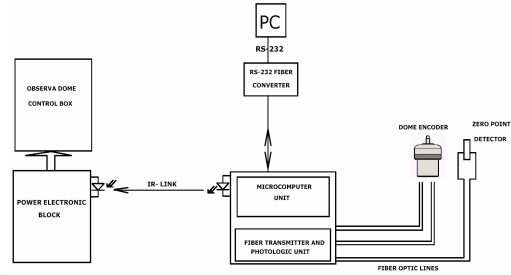
#### Mikrobilgisayar Bordu ve Amaçları

- 1- Denetim bilgisayarı ile mikrodenetleyici bord arasında iletişim

- 2- Sıfır-noktası algılayıcısının sinyalinin ve dönel kodlayıcının konum bilgisinin dönüştürülmesi, kodunun okunması ve algılanması
- 3- UART bilgisayar komutlarının, kubbe hareketini sağlayan anahtarların yer aldığı güç elektroniği kutusuna kızıllöte yoluyla iletilmesi

#### Mikrodenetleyici Bordanın Parçaları

- 1- UART modülü (RS232 için)
- 2- MC145026/MC145027 (Motorola) kodlayıcı modülü (kızıllöte iletişimi için)
- 3- Fiber-optik alıcı-gönderici, fotolojik bileşenler ve bunların sürücüleri



Şekil 2. Donanım blok diyagramı.

#### Güç Elektroniği Arabirimi

Uygulama sırasında, kubbe için kullanılan elektromekanik sistemde değişiklikler yapılmıştır. ObservaDome denetim kutusunun hızlanma, yavaşlama işlemleri, kontaktörleri ve tuşlarında yapılan değişikliklerle, sistem robotik denetim özelliği de kazanmıştır. Bu işlem yapılırken, kutunun önceki işlevleri de, yine kullanıcı isteğine bağlı kullanımın sağlanması için eskisi gibi korunmuştur. Daha önce yaşanan yüksek voltaj atlamaları nedeniyle, her modül arasında yeterince boşluk olması gerektiği düşünülmüştür. Bunun için de, yıldırım nedeniyle oluşacak atlamaları önlemek amacıyla, mikrodenetleyici bord ile güç elektroniği kutusu arasında kızıllöte bağlantı kullanılmıştır. Bilgisayar komutları, mikrodenetleyici tarafından alınıp işlenmektedir. Gelen komut denetimle ilgili bir komutsa, mikrobilgisayar bu komutu kızıllöte yoluyla güç elektroniği kutusuna iletmektedir. Aksi halde komut, kodlayıcı durum bildirimi istendiği anlamına geldiği için, bilgisayara 3 kelimelik (24 bitlik) bir bilgi olarak bu bilgi gönderilmektedir. İkili sayı sistemindeki bu kodlayıcı durum bilgisi, otomatik izleme işleminde kullanılmak üzere, bilgisayarda çalışan yazılım tarafından onlu sayı formatına dönüştürülmektedir.

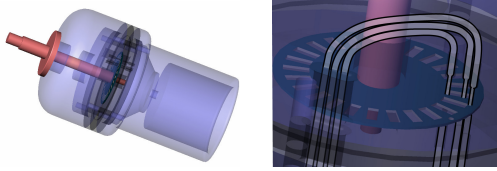
Bina elektrik sisteminden gelebilecek bir yıldırım etkisine karşı, güç elektroniği kutusunun da, Kubbe Otomasyon Sistemi'nin diğer modüllerinde olduğu gibi, ayrı bir güç kaynağı vardır. Güç elektroniği modülünün kızıllöte alıcı birimi tarafından bir

komut alındığında, hemen MC145027 (Motorola) tarafından bu komut çözülmekte ve bu çözümleyici yonganın çıktığı birimine bağlı olan anahtar etkinleştirilmektedir. Böylelikle kubbe kapağının AÇMA/KAPAMA ve kubbenin SOLA/SAĞA dönme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Güç elektroniği modülü şu parçalardan oluşmaktadır:

- 1- Kızılöte alıcısı çeviricisi
- 2- Anahtarlar (Röleler)
- 3- Anahtar sürücüler
- 4- ObservaDome denetim kutusu kabloları

### Dönel kodlayıcı ve sıfır noktası algılayıcı

Bu modül, kubbe eteğinin iç kısmında bir kenarda bulunmaktadır ve tek başına bir sistem olarak çalışmaktadır. Bunun da yine yıldırım zararlarından kaçınılması amacıyla tasarlanmış, ayrı bir güç kaynağı bulunmaktadır. Kubbe konum bilgisi, kubbe eteğinin iç kısmında çalışmakta olan lastik tekerleğin miline 1:1 dişli oranında bağlanmış, tarafımızdan tasarlanmış dönel kodlayıcı (Şekil 3) tarafından belirlenmektedir. Kubbe eteğinin aynı iç çapı üzerine yerleştirilmiş ve üzerine bir delik açılmış bir levha, sıfır noktasının belirlenmesini sağlamaktadır ve çalışması da "ışığın kesilmesi" ile sağlanmaktadır. Artmalı dönel kodlayıcısının dönme bilgileri ile ilgili sinyal çıktıları ve sıfır noktası sinyali, fiber-optik kablolar yoluyla mikrobilgisayara aktarılmaktadır.



**Şekil 3.** Solda: Kubbe konum algılayıcısı olarak geliştirilen dönel kodlayıcının yapısal görüntüsü. Sağda: Kodlayıcı diski üzerinde yer alan fiber-optik kablo yapısının ayrıntılı görüntüsü.

### Fiber-optikten RS232'ye dönüşüm birimi

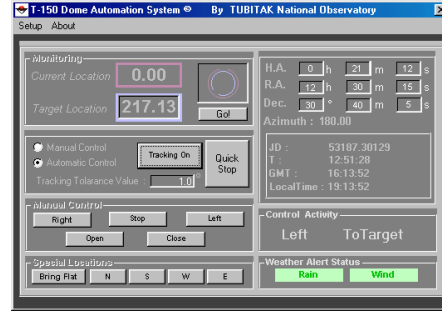
Fiber-optikten RS232'ye dönüşüm sağlayan bir alıcı-verici, yine olumsuz çevresel elektrik etkilerinden kaçınmak amacıyla, mikrodenetleyici bord ile denetim bilgisayarı arasına konmuştur. Bu alıcı-vericinin de yine ayrı bir, yüksek (220V) ve alçak (12V) güç kaynağı bölümü vardır.

### Plastik fiber-optik veri kabloları

Sistemin her modülü arasında, veri yollarından geçebilecek herhangi istenmeyen elektrik akımlarının etkilerinden korunmak amacıyla, 1 mm'lik plastik fiber-optik veri iletişim kabloları kullanılmıştır.

### 3.2 Yazılım

Yazılımın, otomatik (yönlendirme ve izleme) ve manuel (yönlendirme) özellikleri vardır. Manuel kullanımda, kullanıcı ya da ayrı bir uzaktan erişim yazılımı, kubbe kapağının AÇMA/KAPAMA ve kubbenin azimut konumunu, kullanıcı arayüzünde yer alan ilgili tuşları kullanarak yapabilmektedir (Şekil 4). Arayüzde, bazı özel azimut konumları (Kuzey, Güney, Batı, Doğu ve düzalan perdesi konumları) için de kısayol tuşları bulunmaktadır. Otomatik kullanımda, o anki teleskop konumu ( $\alpha, \delta$ ), yerel ağ üzerinden Teleskop Denetim Sistemi(TDS)'nden alınmakta ve konsayı dönüşüm algoritması ile kubbe azimut konum değerine dönüştürülmektedir. Bu hesaplama sonrasında yazılım, denetim sistemine uygun komutları göndermekte ve kubbe açıklığını uygun doğrultuya getirip, izleme işlemine başlamaktadır.



**Şekil 4.** Kubbe Denetim Yazılımı Arayüzü.

Sistemin denetim yazılımının, kullanıcı ya da başka bir otomasyon yazılımının İNTERNET üzerinden uzaktan erişimini sağlamak için, TCP/IP sunucu özelliği vardır. Bu yolla istemci, kubbenin o anki parametrelerinin tümünü (izleme durumu, kubbe, kubbe yarığı, hedef konumları, vb.) izleyebilmekte ve uygun parametreleri değiştirerek kubbeyi kontrol edebilmektedir. Yazılımın bir diğer önemli özelliği de hava durumu istasyonu ile etkin bağlı olmasıdır. Yağmur ya da rüzgar hızı gibi hava koşullarını sürekli denetleyerek, hava durumu istasyonu tarafından gönderilebilecek bir alarm durumunda otomatik olarak kubbe kapağının kapatılması özelliğine sahiptir.

Sistem, benzer herhangi bir gözlemevi kubbesine uyarlanabilir ya da herhangi bir robotik teleskop uygulamasında kullanılabilir.

### 4. Kaynaklar

- Aslan, Z., Aydın, C., Tunca, Z., Demircan, O., Derman, E., Gölbaşı, O. ve Marşoğlu, A. 1989, A&A, 208, 385
- Aslan, Z., Selam, S.O. ve Esendemir, A. 2000, In the *Carbon Star Phenomenon* (ed. R.F. Wing), IAU Symp., Vol.177, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, s.507