

## TUG -TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Meteoroloji Sistemi

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

<sup>1</sup>TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi, 07058, Antalya  
kocakm@tug.tug.tubitak.gov.tr

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Tandoğan 06100, Ankara  
selim@astro1.science.ankara.edu.tr

<sup>3</sup>Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Bornova 35100, İzmir  
keskinv@astronomy.sci.ege.edu.tr

**Özet:** Antalya'nın 50 km batısında, 2547 m yükseklikteki Bakırlitepe'de bulunan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin meteorolojik parametrelerini güvenilir olarak izleyip kaydedebilmek amacıyla, bir meteoroloji izleme sistemi üretilmiştir. Sistemde (veri alışverişi ve arşivleme için C-tabanlı ve WEB sayfasından izleme amaçlı PHP dili ile yazılmış) yazılım, mikrodenetleyicili elektronik, fiber haberleşmeye dayalı kendi tasarımı olan (rüzgar hızı ve yönünü belirlemek için kullanılan) kodlayıcı sensörler ve fiberoptikten RS232'ye dönüşüm sağlayan birimleri kullanan veri aktarım hatları bulunmaktadır. Bu sistem, herhangi bir robotik teleskop projesinde veri izleme ve alarm sistemi oluşturmak için kullanılabilir.

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

**Abstract:** A custom meteorological monitoring system was constructed to reliably monitor the meteorological parameters of the site of TUBITAK National Observatory. The site is located on a mountain top known as Bakırlitepe about 50 km west of the Antalya City at a height of 2547m. The system has software (C-based data acquisition/archiving structure and PHP based WEB monitoring support) and micro-controller based control electronics, fiber based custom designed encoder sensors (for wind speed and direction) and transmission lines using fiberoptic to RS232 transceivers. The constructed system can be used in any robotic telescope project for data monitoring and alert system creation.

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

### 1. Giriş

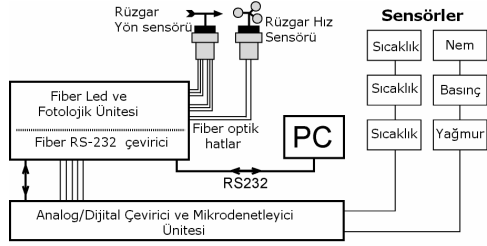
Türkiye'de yapılan yer seçimi çalışmaları sonucunda (Aslan vd. 1989, 2000) TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Batı Torosların bir parçası olan 2500 m. yükseklik, 02<sup>sa</sup> 01<sup>d</sup> 20<sup>s</sup> doğu boylamı ve 36° 49' 30" kuzey enleminde bulunan Bakırlitepe dağının zirvesine kurulmuştur. TUG TÜBİTAK'a bağlı bir kurum olarak 1997'de resmen açılmış ve Eylül 2000'de düzenli bilimsel gözlemlere başlamıştır. Teleskoplar ve diğer teknik-idari bilgiler ile, gözleminde sürdürülmekte olan projeler hakkındaki bilgiler, TUG'un resmi WEB sitesinden alınabilir. Diğer modern gözlemlerinde olduğu gibi, TUG'da meteorolojik parametrelerinin düzenli izlenmesi ve kayıtlarının tutulması amacıyla, modern bir meteoroloji istasyonuna gereksinim duymaktadır. Bu bağlamda, yüksek duyarlık ve doğruluğa sahip sensörler ile, özel tasarım fiber optik tabanlı rüzgar yön ve rüzgar hız

sensörlerinden oluşan bir meteoroloji istasyonu, gözlemevi olanakları ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bu sistemin tüm sinyal iletim sistemleri, klasik bakır telli sinyal iletim kabloları yerine, çevresel statik yüklerden etkilenmeyecek şekilde fiber optik tabanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sistemde özel tasarım yapılarının kullanılmasının nedeni, 2547m. yükseklikte gözlemevinin kurulu olduğu bölgenin sıradışı hava durumu koşulları ve bölgenin yıldırım/statik gibi etkiler bakımından oldukça aktif olmasıdır. Bu çalışmada, gerçekleştirilen sistemin teknik özellikleri ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

### 2. Donanım

Meteoroloji sistemi, hava durumu parametrelerinin elde edilmesi amacıyla, sayısal ve analog sensörlerden oluşmaktadır. Sayısal sensörler, doğrudan mikrodenetleyici borduna I<sup>2</sup>C (Integrated Integrated Circuit) protokolü ile bağlı iken, analog çıkışlı sensörler, kendilerine ait filtre, kazanç ve kalibrasyon işlemlerini gerçekleştiren modüllere bağlıdır. Her analog sensöre ait olan bu modüllerin çıkışları, filtreler üzerinden veri kontrol

bordu üzerinde yer alan 10 bitlik Analog/Dijital çevirici üzerinden mikrodenetleyiciye gönderilmektedir. Bu şekilde mikrodenetleyici tarafından toplanarak işlenen veri, statik yüklerden etkilenmeyecek şekilde özel olarak tasarlanan fiber optik hatlar üzerinden kontrol-kayıt bilgisayarına gönderilmektedir. (Şekil 1)



Şekil 1. Donanım blok diyagramı

Sistemde,  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  doğruluğa ve  $-55$  ile  $+125^\circ\text{C}$  çalışma aralığına sahip Dallas/Maxim DS1631 model sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Nem sensörü olarak,  $\pm 2\%$  doğruluk,  $0-100\%$  çalışma aralığı,  $0.8-3.9\text{V}$  çıkış gerilimi değerlerine sahip Honeywell HHH-3602 model nem sensörü kullanılmıştır. Nem sensörü aynı zamanda, ince platin film RTD sıcaklık sensörü de içermektedir. Bu özellik, nem sensörünün sıcaklık kompanzasyonunun yapılabilmesine olanak vermesinin yanında, yoğuşma (dew point) sıcaklığı hesaplanmasında gereksinim duyulan, nem sensörüne mümkün olan en yakın bölgenin sıcaklık değerini de sağlamaktadır. Nem sensörünün çıkışından alınan analog sinyal, elektronik olarak alçak geçiren filtre üzerinden, Analog/Dijital çeviricilerin bulunduğu veri kontrol borduna gönderilmektedir. Atmosfer basıncı için, Sensortechncis firmasına ait 144SC08111BARO model basınç sensörü kullanılmıştır. Bu sensör,  $700-110\text{ mBar}$  basınç aralığı için,  $0-5\text{V}$  analog sinyal üretmektedir. Sensör,  $-10 - 60^\circ\text{C}$  arasındaki sıcaklık bölgesinde sıcaklık kompanzasyonuna sahiptir ve bu aralıkta çıkış sinyalinde sıcaklık nedeniyle kayma,  $0.3\%$  düzeyindedir. Sensör,  $10-90\%$  (tam ölçekte) aralığındaki ani ve büyük basınç değişimlerine,  $1\text{ ms}$ 'lik cevap verme zamanına sahiptir.

Kötü hava koşulları sırasında, gözlemevinin içinde bulunduğu olağan üstü çevresel yük ve yıldırım problemleri göz önüne alındığında, sıradan dönel kodlayıcıların kullanılması mümkün değildir. Bu tür sorunlar, daha önce gözlemevinde kurulu olan meteoroloji istasyonun kaybedilmesine neden olmuştur. Kaybedilen sistem üzerinde statik yük ve yıldırım indüksiyonlarının nasıl etki ettiği üzerine yaptığımız araştırmalar göstermiştir ki, kontrol bölümünden daha yüksekte yer alan rüzgar

sensörleri ve kontrol elektroniği ile bilgisayar ve sensörler arasında yer alan bakır tellerden oluşan sinyal kabloları, statik yük ve yıldırım indüksiyonlarının neden olduğu yüksek gerilim darbelerini taşıma görevi görmektedir. Özellikle rüzgar dönüş sensörlerinin tümüyle bakır tellerden oluşan sensör sistemi, sorunun baskın unsuru olarak göze çarpmaktadır. Bu nedenle, sinyal taşıma hatları ve rüzgar yön ve rüzgar hız sensörleri üzerine odaklanılarak, klasik sistemlere alternatifler geliştirme yoluna gidilmiştir. Bu amaçla, öncelikle kontrol elektroniği ile bilgisayar arasında yer alan ve uzunluğu nedeniyle indüksiyona en açık hat olarak görülen RS-232 iletim hattı, fiber kablardan oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Bu hattın her iki ucuna, geliştirdiğimiz RS-232 fiber dönüştürücüler bağlanarak, fiber kabloların standart sisteme entegrasyonu sağlanmıştır. Sistemde, daha önce kullanılmakta olan Hall dedektör ve optik tabanlı rüzgar hız ve yön sensörleri yerine, tümüyle özel olarak tasarlanan fiber optik tabanlı sensörler kullanılmıştır. Sensörler, yapısal olarak polyamid malzemeden üretilmiştir. Sensör diski, paslanma ve korozyona karşı alüminyumdan üretilmiştir. Rüzgar hız ve rüzgar yön sensörlerinin ayrıntılı yapısı Şekil 2 de görülebilir.



Şekil 2. Fiber tabanlı dönel kodlayıcılara ait bilgisayar destekli Yazılım çıktısı

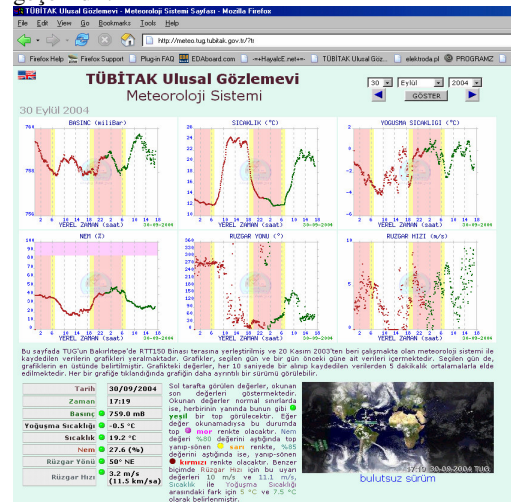
Sensörde kullanılan fiber kablolar, hem sensör diskinin desenini aydınlatma amaçlı, hem de desenden geçen ışığı, kontrol fotolojik ünitesine taşıma amaçlı kullanılmıştır. Fiber optik sistemde kullanılan ışık kaynağı olarak, SFH-450V Infineon Technologies, fotolojik biriminde ise SFH 551-1V fotolojik alıcılar kullanılmıştır. Ayrıca, bilgisayar ve elektronik bord arasındaki hatta oluşabilecek yüksek gerilim darbelerine karşı, özel olarak tasarlanan Fiber/RS232/Fiber çeviriciler, kullanılmıştır. Yapılan testlerde kullanılan fiber alıcı, verici ve fiber optik kablo sistemiyle,  $9600\text{ Baud}$  veri hızında, yaklaşık  $50\text{ m}$ 'lik bir iletişim uzaklığına erişilebileceği görülmüştür.

### 3. Yazılım

Standart RS-232 seri portuna sahip bir bilgisayar, meteoroloji sistemi verilerinin alınması, arşivlenmesi ve web üzerinde görüntülenmesi işlemlerinin gerçekleştirilmesi amacı ile kullanılmıştır. İşletim sistemi olarak, Linux RedHat 9 sürümü seçilmiştir. Kontrol elektronik bordu ile bilgisayar arasındaki RS-232 seri port üzerinden veri aktarım programı, C programlama dilinde yazılmıştır. Programın iki farklı sürümü vardır. İlki, basit olarak meteoroloji istasyonundan RS-232 üzerinden verileri toplayarak, bunları bir kayıt dosyasına yazarken, ikincisi, verilen zaman aralıklarında, ard arda meteoroloji istasyonundan aldığı ham verileri toplayarak, her parametre için ortalama değerlerini hesaplayıp kayıt dosyasına yazmaktadır. Her iki sürüm de, sonsuz bir döngü içinde, denetleyici yazılım modunda çalışmaktadır. Ayrıca bu program, bir diğer program tarafından, her saat başı durdurularak yeniden çalıştırılmaktadır. Böylece, programın çalışması sırasında oluşabilecek sorunların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Program çalışmaya başlarken, bir ayarlama dosyasından, çalışması ile ilgili gereken bilgileri alır. Bu dosya, program ile ilgili özel parametreleri içermektedir. Bunlardan SERIALPORT, seri port numarasını içerir. BAUDRATE, SERIALPORT parametresi ile ilgili belirlenen seri iletişim hızını belirler. WAIT, ard arda alınan iki veri dizisi arasındaki bekleme zamanını belirler. INTERVAL, alınacak veri setinin zaman aralığını belirler. SEND, meteoroloji istasyonundan veri istemi amacı ile kullanılırken, LOGFILEPATH ve LOGFILE parametreleri, arşiv dosyalarının bilgisayardaki yerini belirlemektedir. Ayarlama dosyası oluşturduktan sonra program, SEND komutu ile istasyondan veri isteminde bulunur. Veri istasyondan bilgisayara, her bir parametre, “[” ve “]” karakterleri arasında olacak şekilde bir dizi halinde gönderilmektedir. Program tarafından alınan bu dizi içinden her bir meteoroloji parametresi, gelen ham veri dizisi işlenerek elde edilir. Elde edilen bu parametrelere, TUG GPS’inden senkronizasyon ile alınan bilgisayar zamanı bilgisi (GG/AA/YYYY SS:DD:SS) eklenmektedir.

Programın ilk basit sürümünde, yeni veri dizisi, doğrudan kayıt dosyasının sonuna eklenmektedir. İkinci sürümde ise, sensörlerin gösterimlerinin denetlenmesinden sonra buna göre ayıklanan veri, verilen okuma zaman aralığı sonunda, ortalama değerlerin hesaplanması için kullanılmaktadır. Ortalama değerlerinin standart sapmaları da hesaplanarak, her sensör için, sensör gösterimi, ortalama değer ve  $\pm$  işareti ile birlikte standart sapma değerini içeren bir veri dizisi oluşturulmaktadır. Bu aralık için ortalama zaman da

hesaplanarak, bu yeni veri dizisinin başına, kayıt dosyasına yazılmadan önce eklenmektedir. Verilerin tümü, adları, yıl, ay ve gün bilgisini de içerecek biçimde kodlanmış günlük arşiv kayıt dosyalarına yazılmaktadır. Her bir kayıt dosyası, geceyarısından hemen sonra alınmış olan veri ile başlayıp, gün sonunda alınmış veri ile bitmektedir. Bu arşiv dosyaları, verinin geniş bir analizini yapmak ya da veriyi incelemek için kullanılabilir. Meteoroloji verilerinin WEB üzerinden izlenmesi amacı ile, PHP tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım, iki ayrı kod içermektedir. Biri, içinde bulunulan tarih için varolan veriyi işleyerek, zamanlı olarak grafik oluşturma işlemini gerçekleştirir. Diğer kod ise, kullanıcının arşivlenen veri ile ilgili yapacağı görüntüleme işlemlerini gerçekleştiren arayüzdür. Bu HTML sayfasına, TUG internet sitesinden erişilebilir. WEB sayfasına bağlanıldığında, öncelikle ilk kod, o andaki ve bir önceki güne ait, verinin var olup olmadığına bakmaktadır. Daha sonra, bu iki günlük veri için, her bir meteorolojik parametrenin beşer dakikalık ortalamalarını hesaplamakta ve parametrelerin en küçük ve en büyük değerleri için, düşük ve yüksek çözünürlüklü iki ayrı grafik hazırlamaktadır. Yazılım, grafiklerin ardalamını, astronomik tan, gündeğümü ve günbatımı bilgilerini içerecek şekilde renklendirir. Böylece kullanıcı, gündüz, gece ve astronomik tan zamanları bilgisini, bu grafiklerden görebilmektedir. Bazı sensörler için, alarm durumları vardır. Örneğin nem değeri %80 değerini geçtiğinde, ardalan rengi, olağan durumdan farklı bir renge dönüştürerek kullanıcıyı yüksek nem konusunda uyarılmaktadır. Benzer işlemler, rüzgar hızı ve çiğ durumu için de geçerlidir.



Şekil 3. Meteoroloji WEB sayfasına ait ekran görüntüsü

Grafiklerin hemen altında, anlık meteoroloji parametrelerini gösteren bir liste bulunmaktadır. Bu listede yer alan her bir parametrenin yanında, o parametreye ilişkin kritik değerleri gösteren renkli toplar bulunmaktadır. Bu toplar, normal ve kritik değerlerde farklı renkler alarak, kullanıcının kritik değerler konusunda hızlı bir şekilde bilgi almasını sağlamaktadır. Elde edilen bu parametreler, gece yarısı arşiv dosyasına kaydedilmektedir. Kullanıcı arayüzüne sahip HTML sayfası, bu verilere ulaşmaktadır. İstenildiğinde bu arayüz yardımıyla GÖSTER butonuna basılarak, geçmiş tarihteki verilere ulaşılabilir. İstenilen tarihteki verilerin olmaması durumunda yazılım, istenilen tarihe en yakın tarihin verilerini gösterecek şekilde tasarlanmıştır.

#### **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.50