

Ülkemizin Evrene Açılan Pencereleri: GÖZLEMEVLERİ

Prof. Dr. Faruk Soyduvan [Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Astrofizik Anabilim Dalı ve Ulupınar Gözlemevi

Her insan bir gözlemevi diyebilir miyiz? Bir çift teleskoba sahip insanlar doğdukları andan itibaren gözlem yaparlar. Bu teleskopların çapı küçük de olsa gökbilimdeki ilk keşifler insanların kendi gözlemlerinde elde ettikleri veriler ışığında gerçekleşti. İnsanlıkla başladığını düşündüğümüz gözlemevi kavramı günümüzde optik gözlemleri, robotik gözlemleri, sanal gözlemleri ve uzay gözlemleri gibi farklı tanımlamalarla anılıyor. Ülkemizde de farklı bölgelerde yer alan gözlemleri, yıllardır gökbilim araştırmalarının laboratuvarları olarak kullanılıyor, ayrıca önemli bilimsel araştırmalara ve iş birliklerine ev sahipliği yapıyor. Üniversiteler ve TÜBİTAK'ın sağladığı katkıların yanında Türkiye Uzay Ajansının da kurulmasıyla gözlem alt yapımızın daha da güçleneceği günlere ilerliyoruz.

Insanlık varoluşundan bu yana gözlem yapagelmiştir. Merakla beraber gelişen gözlem yapma ihtiyacı insanın kendisini, çevresini, doğayı ve evreni tanıması için her zaman gündemde kalmıştır. Bilimsel gözlem bir olguyu, süreci, yapıyı, nesneyi veya canlıyı tanımak, öğrenmek ve açıklamak için sistematik veri toplama sürecidir. Deney ise kontrollü gözlem yapmaktır. İçinde yaşadığımız evreni üzerinde yaşadığımız dünyadan başlayarak tanıma ya çalışmak uzun erimli bir hedef gibi görünse de insanlık bundan hiçbir zaman vazgeçmemiş ve her zaman evreni gözleme çabasında olmuştur. Bilimsel araştırmaların temel araçlarından olan deney ve gözlem, gerek kuramların test edilmesi gerekse keşiflerin gerçekleştirilmesi, sonrasında da kuramların geliştirilmesi için son derece önemlidir.

Gökbilim denilince akla ilk gelen rasat veya gözlemdir. En yakınımızdaki Güneş sistemi nesnelere, gökadamız içindeki milyarlarca yıldızı, farklı bulutsuları, yıldız kümelerini, diğer gökadalara, gökada kümelerini, kısacası evrenin bilinmeyenlerini araştırmak için gözlem ve gözlemlerden elde edilen sistematik veriler çok önemli rol oynar. Gözlemlerin yapıldığı ve içerisinde gözlem aletlerinin bulunduğu mekânlara ise rasathane veya gözlemevi denir. Bu gözlemevlerinin geçmiş örneklerinde bazen su kuyusu veya havu-

zu benzeri yapılar gözlem için kullanılmış bazen geliştirilen usturlap, sekstant, kadran vb. aletlerle gök cisimlerinin (özellikle Güneş ve Ay) hareketleri anlaşılmaya çalışılmıştır. Gözlemevi denilince çoğunlukla astronomik gözlemlerin yapıldığı alan veya binalar akla gelse de farklı bilim dallarının (meteoroloji, coğrafya, denizcilik, jeofizik vb.) gözlemlerini yaptığı alanlar için de bu kavram kullanılagelmiştir. Gözlemevi kavramı teleskobun icadından çok daha önce kullanılmaya başlanırsa da günümüzde astronomik gözlemlerin yapıldığı gözlemevleri teleskoplarıyla birlikte anılıyor.

Bu yazının konusu astronomi tarihi veya gözlemevlerinin tarihsel süreçteki gelişimi olmasa da bu konuda da birkaç noktaya değinmekte fayda var. Örneğin, ilk gözlemevi nerede, ne zaman kuruldu veya kullanıldı sorusuna cevap vermek kolay değil. Bunun için farklı kaynaklarda farklı tarih ve mekânlar veriliyor. Tam olarak kabul görmese de günümüzden 10.000 yıl öncesinden daha eski bir dönemde ilk gözlemevinin Göbeklitepe'de kurulduğunu veya buranın ilk gözlem yapılan alanlardan biri olduğunu ifade eden yayınlar var. Bazı kaynaklarda Almanya'da "Goseck Circle" olarak bilinen neolitik bir yapının yaklaşık



7.000 yıl önce güneş gözlemlerinde kullanıldığı söyleniyor. MÖ 3000'li yıllara dayanan geçmişi ile İngiltere'deki Stonehenge, Babil'de ziggurat diye adlandırılan kuleler ve Mayalarda gözlemevlerini andıran yapılar gözlemevi kavramının geçmişine ait izler taşıyor. Belki de ilk gözlemsel aletler kullanılarak gök cisimlerinin konumlarının ölçüldüğü gözlemevi, önemli astronomlardan Hipparchus tarafından MÖ 150'li yıllarda Rodos adasında inşa edildi. Hipparchus aynı zamanda, gök cisimlerinin parlaklıklarının ölçülmesi için bir ölçüm sistemi geliştirerek gözlemsel astronomi için önemli bir adım attı.



Tam da bu noktada modern gözlemevi veya rasathane kavramının öncü örneklerinin İslam medeniyetinde kurulduğunu söylemek gerekiyor. Bunlara örnek olarak, günümüzde İran sınırlarında bulunan Meraga'da 1264 yılında ve günümüzde Özbekistan sınırlarında yer alan Semerkant'ta hem yönetici hem de bir bilim insanı olan Uluğ Bey tarafından 1420'de kurulan gözlemevleri verilebilir. Avrupa'da modern dö-

neme yakın ilk dikkate değer gözlemevi 1576 yılında, ünlü bilim insanı Tyco Brahe için günümüzde İsveç sınırlarında kalan Hven adasında (Uraniborg Gözlemevi) inşa edildi. 1609 yılında teleskobun ilk kez Galileo Galilei tarafından gökyüzüne çevrilmesi, gökbilim ve gözlemevleri için de bir dönüm noktası oldu. O günden itibaren astronomik gözlemlerin yapıldığı gözlemevleri teleskopların kullanıldığı, çok daha sonraları



TUG'da RTT150 teleskobuyla alınmış
M27 bulutsusunun görüntüsü

ise ışık kaydeden duyarlı alıcıların olmazsa olmaz aygıtlar arasında yer aldığı laboratuvarlar hâline geldi. Buna rağmen, son yüzyıla kadar dünyada öne çıkan ve bilimsel araştırmaların yapılabilirdiği gözlemevi sayısı sadece 20-30 kadardı.

Gözlemevlerinin astronomi ve astrofizik araştırmalarına daha önemli etkisi, son yüzyılda daha büyük çaplı teleskopların ve verimli ışık kayıt cihazlarının kullanılmasıyla gerçekleşti. Son 20-30 yıla geldiğimizde ise gözlemevi ekipmanlarının geliştirilmesi, teknolojinin diğer alanlarında olduğu gibi, büyük bir atılımla gerçekleşti. Teleskopların çok daha büyük çaplarda üretilmesine ve ağırlık şeklinde kullanılmasına detektörlerde-

ki yüksek verimlilik de eklendi. Böylece gözlemevlerinde elde edilen verilerle yapılan bilimsel araştırmalar ve yapılan keşifler, uzay gözlemevlerinin de önemli katkısıyla, nicelik ve nitelik olarak artış göstermeye başladı.

Teknolojik gelişmeler ve yapılan bilimsel araştırmalar, bilim insanlarının farklı gözlemevi tanımları yapmasına da neden oldu. Yer tabanlı optik gözlemevleri ile başlayan astronomik gözlemevi tanımı, günümüzde ışığın farklı dalga boylarında kaydedilebildiği gözlem aletlerinin bulunduğu "kızılötesi gözlemevi" ve "radyo gözlemevi" gibi gözlemevi isimleriyle çeşitlendi. Bunun yanında, uzay gözlemevleriyle yeryüzüne ulaşamayan morötesi, X ışını ve gama ışını veri-

lerinin kaydedilmesi sağlandı. Ayrıca yer gözlemevlerinde eskiye göre çok daha yüksek hassasiyette optik ve kızılötesi gözlem verileri alınmaya başlandı. Son dönemde uzay gözlemevlerindeki sayısal artışı da buna eklersek gözlemevleri hassas ve büyük veri fabrikalarına dönüştü. Büyük veri uygulamaları ile makine ve yapay zekâ öğrenmelerinin ilk ve etkin uygulamaları, hatta geliştirilmeleri büyük ölçüde gözlemevlerinde elde edilen veri yığınları sayesinde gerçekleşti.

Günümüzde gökbilim araştırmalarında kullanılan 600'den fazla gözlemevi bulunuyor. Bu sayıya, zaman zaman bilimsel araştırmalara da katkı sunan çok sayıda amatör gözlemevi dâhil değil. Bu arada, teleskopları, dedektörleri ve kubbeli binaları olmayan ancak büyük veri yığınları ve onları analiz edecek yazılım araçları içeren Amerika Ulusal Sanal Gözlemevi, Hindistan Sanal Gözlemevi, Japon Sanal Gözlemevi vb. sanal gözlemevlerinin sayısı da hızla artıyor. Sanal gözlemevleri gelecek için önemli girişimler olarak değerlendiriliyor. Bu konuyu başka bir yazıda detaylıca işlemekte fayda var!

Peki ya robotik gözlemevleri? Günümüzde artık sadece robotik teleskopların veri elde ettiği insansız gözlemevleri de kuruluyor ve sayıları gittikçe artıyor. Şu anda daha çok hibrit bir yapılanmayla (otomatik ve robotik teleskopların birlikte kullanıldığı gözlemevleri ile) bu yöne doğru geçiş yaşansa da robotik gözlemevlerinin sayısının hızla artacağını tahmin etmek zor değil.

Gözlemevlerinde Ne Yapılır?

Bu sorunun cevabını herkes hemen verecektir: Tabii ki gözlem yapılır! Bu başlık altında gözlemevlerinde yapılan çalışmalarını biraz açmaya çalışalım. Gözlemevlerini başlangıçta ve öncelikli olarak bir araştırma laboratuvarı olarak görmek en doğrusudur. Yalnız bu laboratuvarın sadece gökbilime hizmet ettiğini düşünmek oldukça kısıtlayıcı olabilir. Çok farklı disiplinlerle birlikte çalışma gereksinimi ve imkânı olan gökbilimciler, gözlemevlerini de farklı araştırma alanlarına açarlar. Gözlemevlerinin bir yazılım ve veri analizi laboratuvarı olduğu da söylenebilir. Teleskop ve ona bağlı alıcıların yanında ihtiyaç duyulan bazı optik aletlerin de geliştirilmesi, gözlemevlerinde Ar-Ge faaliyetlerinin de yapılmasına önayak oldu. Bunların dışında, elektrik-elektronik ve mekatronik gibi mühendislik alanları da gözlemevlerinde kendine yer buluyor.

Bilimsel araştırma için en öncelikli faktör yetişmiş ve yetişen insan gücüdür. Dolayısıyla buna yatırım yapmak için her olanağı değerlendirmek önemlidir. Gözlemevleri bilimsel araştırma laboratuvarlarıdır. Ancak bu araştırma ortamında veya ona bağlı ekosistemde bilimsel problemi ortaya atıp çözüme için sahip olduğu imkânları etkin bir şekilde kullanacak araştırmacı potansiyeli yoksa bu laboratuvarların bilime katkı sunmasından bahsedilemez. Genellikle gözlemevlerindeki çalışmalar, mevcut veya misafir araştırmacıların ürettikleri projeler üzerinden yönetilir. Bilimsel problem tanımlı projelerle, gözlenecek gök cisimleri veya ortamları için gözlem zamanı talebinde bulunulur. Projeler, gözlemevinin sahip olduğu ekipmanların da limitleri dikkate alınarak planlanır. Bu projeler, “dev bir yıldızın etrafında ötegezegen araştırılması”, “gök ada merkezlerindeki kara deliklerin kütlelerinin belirlenmesi”, “sismik değişen bir yıldızın zonklama modlarının araştırılması”, “bir süpernova patlamasında ortaya çıkan madde-



nin kimyasal bolluğunun belirlenmesi” gibi başlıklarda olabilir. Projelerle talep edilen gözlem zaman başvuruları değerlendirilir ve gözlemevinin kurumsal stratejisine göre aylık, üç aylık, altı aylık vb. dönemler için gözlem planlamaları yapılır. Bu planlamalarda, sadece teleskop değil, o teleskoba bağlı alıcılar ve diğer destek/optik düzenekler de (filtre seti, CCD kamera, tayfçeker, polarimetre vb.) projelerin amaçlarına göre kullanıma hazır tutulur. Proje amacına göre, genellikle bilgisayar kontrollü otomatik veya tamamen robotik teleskoplar kullanılarak yapılan gözlemler, bilgisayarda dijital dosya formatında (çoğunlukla .fits veya .fit uzantılı) kaydedilerek projedeki araştırmacıların kulla-

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin genel yerleşke görünümü



nımına sunulur. Gözlemler sonlandırdığında ise tüm ham veri dosyaları proje sahiplerince alınarak bilimsel analiz aşamasına geçilir. Gözlemleri, bilimsel verinin en hassas şekilde elde edilebilmesi için gerekli şartları sağlayarak bilimsel araştırmaların sürdürülebilirliğine katkıda bulunur. Ancak gözlemevlerinin genellikle ışık kirliliğinden uzak ve atmosferik görüşün iyi olduğu yüksek zirvelere inşa edildiği unutulmamalıdır. Bu nedenle gözlemlerini etkin şekilde çalışır tutmak ekonomik, teknik-teknolojik ve insan gücü açısından kolay değildir.

Gözlemevleri, bilimin toplumla buluştuğu en önde gelen araştırma merkezleridir. Dünyada önemli gözlemleri, halk günleri ve etkinliklerine ev sahipliği yaparak gökbilime meraklı insanları bir araya getirir, hem gözlem hem de söyleşiler gerçekleştirirler. Gözlem şenlikleri gökyüzü gözlemi yapmak için fırsat kollayanların bulunduğu organizasyonlardır. 12-15 Ağustos'ta gerçekleştirilecek, ülkemizin gelenekselleşmiş en büyük gökbilim buluşmalarından olan ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi tarafından koordine edilen TÜBİTAK Uluslararası Gökyüzü Gözlem Şenliği, benzer etkinlikler için yol gösterici bir örnektir. Bilim-toplum buluşmalarında kilit rol üstlenmesi gereken gözlemevlerinin bu rollerini unutmaması ve bu konuda aktif olması, hatta bu alana bilimsel araştırma kadar önem vermesi, hem gözlemevlerinin sürdürülebilirliği hem de bilimin topluma yayılması ve bilim kültürünün oluşması için hayli değerlidir.

Ülkemizin Optik Gözlemevleri

Gözlemevleri, diğer temel bilim laboratuvarlarından farklı roller üstlenirler ve bilim-toplum buluşmalarında yer alan belki de en önemli araştırma laboratuvarlarıdır. Hâliyle bu alanların varlığından haberdar olmak buldukları bölgede yaşayanlar için son derece önemlidir. Bu yazıda, ülkemizde özellikle araştırma ekipleri barındıran bazı gözlemevlerinden bahsedeceğiz. Sahip oldukları ekipmanlardan öne çıkanlar ve araştırma alanları hakkında bilgiler vereceğiz.



Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Ulupınar Gözlemevi'ndeki
122 cm çaplı teleskop



Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Ulupınar Gözlemevi'nden bir görüntü

Ülkemizdeki Gözlemevleri

Gözlemevinin Adı	Şehir	Optik Teleskoplar (cm cinsinden çap)
Adıyaman Üniversitesi Gözlemevi	Adıyaman	60
Akdeniz Üniversitesi Gözlemevi	Antalya	60
Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi	Ankara	80, 40, 35
Atatürk Üniversitesi ATASAM – DAG*	Erzurum	400, 50, 30, 30
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi	Çanakkale	122, 60**, 40, 30
Çukurova Üniversitesi UZAYMER	Adana	50, 30
Ege Üniversitesi Gözlemevi	İzmir	40, 35
Erciyes Üniversitesi UZAYBİMER	Kayseri	40, 35
Eskişehir Teknik Üniversitesi Yunus Emre Gözlemevi	Eskişehir	60, 40, 40
İnönü Üniversitesi Gözlemevi	Malatya	35
İstanbul Üniversitesi Gözlemevi	İstanbul	60**, 40
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi	Samsun	35
Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gözlemevi	Ankara	38
TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi	Antalya	150, 100, 60***, 40, 40, 30

*İnşa ve kurulum aşamasında. **İstanbul Üniversitesi ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'nin ortak kullandığı robotik teleskop. *** Robotik teleskop. Listede yalnızca çapları 30 cm ve daha büyük olan teleskoplara yer verilmiştir.

neş gözlemlerinin yapıldığı, sismik gözlem ve araştırmalarla öne çıkan, Boğaziçi Üniversitesine bağlı Kandilli Rasathanesi'nden söz etmemek olmaz. 1868'de Rasathane-i Âmire (Devlet Gözlemevi) adıyla meteoroloji takibi için kurulan merkez, zamanla deprem takibi ve gökyüzü gözlemleri için de kullanılmaya başlandı. Cumhuriyet tarihi açısından ilk gözlemevinin ise 1936 yılında kurulan İstanbul Üniversitesi Gözlemevi olduğu söylenebilir. Bunu 1963 yılında Ankara Üniversitesi Gözlemevi ve 1965 yılında Ege Üniversitesi Gözlemevi izledi. Bugün 12 şehre yayılmış üniversite gözlemevleri dışında, çoğunlukla üniversite öğrenci toplulukları tarafından düzenlenen, küçük çaplı teleskoplar kul-

lanılarak amatör gözlemlerin ve bilim-toplum etkinliklerinin gerçekleştirildiği organizasyonlar da mevcut. Bunun yanında, ülkemizde teleskop kullanan amatör gökbilimci sayısının da gittikçe arttığını söylemeliyiz. Eserleri dünya ölçeğinde ilgi gören astrofotografçılık sevdalısı amatör astronom fotoğrafçılarımızın bulunması da ülkemizde gökbilime duyulan merak ve sevgiyi gösterir niteliktedir.

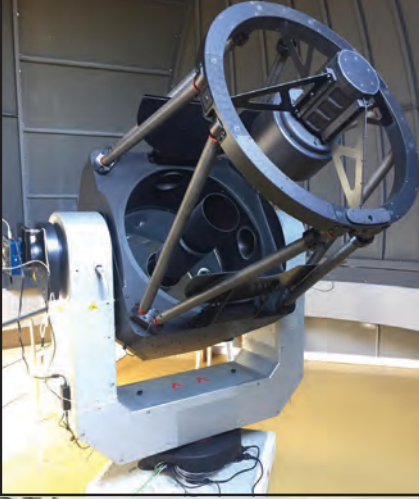
Yeniden bilimsel araştırma yürütülen gözlemevlerimize dönecek olursak bu gözlemevlerinde bulunan teleskoplar kadar o teleskoplara takılı alıcıların ve diğer optik düzeneklerin de önemini belirtmeliyiz. Bilimsel araştırmalarda gözlem



Ege Üniversitesi Gözlemevi'ndeki 35 cm çaplı teleskop

yapmak demek, hedef gök cisminde veya bölgeden gelen ışığı çok hassas biçimde kaydedebilmektir. Bu nedenle, bilimsel projenin hedefine göre teleskopta odaklanan ışık demeti, genellikle belirli dalga boylarındaki ışığı geçiren filtrelerden süzülerek hassas CCD (charge-coupled device) kameraların yüzeyine düşürülür ve istenen poz sürelerinde kaydedilir. CCD kameraların kuantum etkinlikleri, yani ışığı kaydetme verimliliği, %90'nun üzerine çıkabildiği için, teleskobun çapına bağlı olarak, gelen ışığı çok hassas biçimde toplamak ve kaydetmek mümkün olabiliyor.

Dünyada ve ülkemizdeki gözlemevlerinde ağırlıklı olarak iki farklı şekilde ışık kaydı yapılıyor. Birincisinde, hedef cisimleri içerecek şekilde CCD kameralarda belirli poz sürelerinde dijital görüntüler kaydedilerek foton sayma ve



Ankara Üniversitesi
Kreiken Rasathanesi'nde bulunan 80 cm çaplı
Prof. Dr. Berahitdin Albayrak teleskobu



Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi'nden bir görünüm

ya parlaklık ölçme dediğimiz yöntem için ham veri biriktiriliyor. Diğer yöntemde ise ışık CCD kamerasına yönlendirilmeden önce tayfçeker dediğimiz optik aygıta düşürülerek renklerine ayrılıyor ve daha sonra CCD kamerada kayıt alınıyor. Böylece, gök cisimlerinin enerji dağılımlarına ve çok dar enerji aralıklarındaki davranışlarına ulaşmak mümkün olabiliyor. Ülkemizdeki tüm gözlemlerinde CCD görüntüleme gözlemleri yapılarak bilimsel araştırmalar yürütülebiliyor. Tayfsal gözlemler için ise daha büyük çaplı teleskop ve ona bağlı tayfçekere ihtiyaç duyulduğundan tüm gözlemlerimiz bu imkâna sahip değiller.

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde yaklaşık 15 yıldan fazla süredir RTT150 teleskobuyla tayf verisi alınabiliyor. Bunun yanında, Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi ve Akdeniz Üniversitesi Gözlemevi'nde teleskop çapları büyük olmamasına karşın sahip olunan tayfçekerler kullanılarak tayf gözlem denemeleri başarıyla gerçekleştirilmiş ve sınırlı bir ölçekte de olsa bilimsel araştırmalarda kullanılmaya başlanmıştır. Buna rağmen, diğer gözlemlerinin çoğunluğunda bu imkânının bulunmaması, ülkemizde tayf gözlem ihtiyacını öne çıkarıyor.

Gözlemlerimizde tamamen robotik olarak çalışan iki teleskop bulunuyor. Bunlar kendilerine verilen günlük, haftalık veya aylık gözlem programlarına göre gözlemleri yapıp verileri kaydedebiliyor. Bu teleskop-



TUG'da
RTT150 teleskobuyla alınmış
M101 gökadasının görüntüsü

lar, TUG'daki 60 cm çaplı teleskop ile Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi'nde bulunan ve İstanbul Üniversitesi ile ortak kullanılan yine 60 cm çaplı teleskoplardır.

Gözlemevlerinin ışık ve diğer atmosferik kirliliklerin yoğun olduğu alanlardan uzak ve atmosferik görüşün iyi olduğu yüksek tepe veya zirvelere kurulması son derece önemlidir. Buna karşın, bu yüksek zirvelerde altyapı oluşturulması ve buralarda sürdürülebilir bir laboratuvar ortamının bulundurulması yüksek maliyetler gerektiriyor. Ülkemizdeki gözlemevlerinin çoğunluğu bu iki koşulun mümkün olduğunca dengelendiği yerlerde kurulduğu için zamanla ışık kirliliğinin artan olumsuz etkileriyle karşı karşıya kalınıyor. Güncel veriler, ülkemizdeki gözlemevleri içinde ışık kirliliğinin

den en az etkilenenlerin veya en karanlık gözlemevi yerleşkesine sahip olanların TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, inşası tamamlanmak üzere olan Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi olduğunu gösteriyor. Sinan Kaan Yerli ve arkadaşları tarafından yapılan bir araştırmada, bu üç konumda, SQM (Sky Quality Meter) cihazlarıyla ölçülen gökyüzü parlaklıkları 21-22 kadir/açı saniyesi² düzeyinde. Bu değerler, gökyüzünün yapay ışık kirliliğini göstermek amacıyla SQM cihazlarıyla ölçülmüş (magnitude/arcsec² birimindeki) gökyüzü parlaklıklarıdır. Değerin yüksek olması, söz konusu bölgenin yapay ışıklardan ne kadar arınmış ve karanlık olduğunu gösterir. Örneğin bu değerler İstanbul Üniversitesi Gözlemevi için 16, Çukurova Üniversitesi UZAYMER

için 18 civarında. Yapay ışık arttıkça ve gökyüzüne çevrildikçe gökyüzü parlaklığı artıyor ve bu durum yapılan gözlemlerin duyarlılığını düşürerek analizleri olumsuz etkiliyor.

Hızla artan ve yanlış aydınlatma yöntemleri kullanılarak yayılan yapay ışıklar, ileride gökyüzüyle olan bağımızı iyice azaltacak ve gözlemevlerinin araştırma sınırlarını düşürecek. Bu nedenle, ülkemizde şimdiden seçilen bazı karanlık alanları, "karanlık parklar" olarak korumaya alarak ilerisi için önlem alabiliriz.

Ülkemizdeki tüm gözlemevlerine tek tek değinmek bu yazının limitlerini aşacağından öncelikle tüm araştırmacılara hizmet veren ve ülkemiz gökbilim araştırmalarında öncü olan TUG'a ayrı bir parantez açalım.



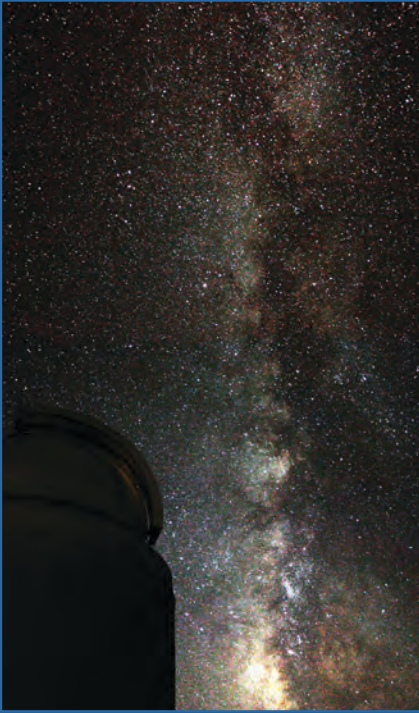
Ülkemizdeki gözlemevlerinin dağılımı harita üzerinde mavi yıldızlarla gösterilmiştir. Haritada ayrıca yapay ışık yoğunlukları (kırmızı en fazla, mavi en az) da görülebilir. (Yerli ve ark. 2021'den derlendi.)



TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Antalya Saklıkent'te Beydağları'nın zirvesinde, deniz seviyesinden yaklaşık 2500 m yükseklikte kurulmuştur. Yaklaşık 50 yıl önce gökbilimcilerin ulusal bir gözlemevine sahip olmak adına fikirler geliştirmesiyle atılan tohumlar, TUG'un 1997 yılında hizmete başlamasıyla filizlendi. Çok değerli gökbilimcilerin dağ bayır demeden yürüyerek başlattığı bu heyecanlı çalışmalar uzun uğraşlar nihayetinde sonuç verdi. Gökbilimciler için çok önemli bir adım olan TUG'un kuruluşu, bilimsel araştırmaları ivmeltirmesinin yanında üniversite gözle-

mevlerinin kurulması için de önemli bir motivasyon ve ilham kaynağı oldu. TUG'un oluşturduğu heyecan, üniversite gözlemevleri yanında, ülkemizin önemli projelerinden olan ve tamamlanma aşamasına gelen Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG)'ın kurulmasına da dayanak oluşturdu. TÜBİTAK'ın desteğiyle gökbilimcilerin birlikte hareket ederek kurdukları ve geliştirdikleri TUG, araştırmacıların bilimsel ve teknik deneyim kazandığı önemli bir merkez oldu. Bu yüzden, gökbilimciler TUG düşüncesinin ortaya atılması, TUG'un kurulması, geliştirilmesi ve sürdürülmesine katkı sunan tüm kurumlara, bilim insanlarına ve bu yolda emek harcayan herkese her fırsatta minnettar olduğunu belirtmelidir.





TUG'daki
RTT150 teleskobu

TUG'da T100 teleskop binası ve,
gökadamızın küçük bir parçası

Gözlemevimizde ilk ışık, Hollanda Utrecht Üniversitesi ile TÜBİTAK arasında yapılan bir protokol çerçevesinde TUG'a hibe edilen 40 cm ayna çaplı teleskopla 1997 yılında alındı ve bir değen çift yıldız sistemi gözlenerek elde edilen verilerin analiz edilmesiyle ilk yayın ortaya çıkarıldı. Ülkemizde ulusal bir gözlemevi kurulması fikri şekillenirken, atmosferik koşulların çok daha iyi olduğu yüksek bir zirveye çok daha büyük çaplı teleskoplar ve onlara bağlı duyarlı alıcılar kurulup kullanılması hedefleniyordu. Bu çerçevede, ikizi Özbekistan'ın Maydanak Gözlemevi'nde bulunan 150 cm çaplı RTT150 (Rus-Türk Teleskobu) teleskobu, TÜBİTAK, Kazan Devlet Üniversitesi (KSU-Rusya) ve Moskova Uzay Araştırmaları Enstitüsü (IKI) arasın-

da 1995'te imzalanan protokolle (zaman paylaşımı gözlem yapma ekseninde) ülkemize getirilerek 1998'de TUG bünyesinde kurulumu tamamlandı. RTT150'den ilk ışık 2001 yılının eylül ayında alındı. Ülkemizdeki gökbilimcilerin yurt içindeki imkânlarla o güne kadar yapamadığı tayf gözlemleri, RTT150'nin coude odağına takılan bir tayfçeker sayesinde 2003 yılında yapılmaya başlandı. Gök cisimlerinin doğasını ve astrofiziğin önemli süreçlerini açıklamak için son derece önemli olan ve aslında nesnelerin veya ışık yayan ortamların dijital gökkuşağını almamızı sağlayan tayf gözlemleri, bilimsel araştırmalara önemli katkılar sundu. Sonrasında bu teleskobun cassegrain odağına bir tayfçeker daha eklememize karşın ülkemizde tayf gözlemlerine duyulan ihtiyaç hâlâ sürüyor. Şu anda RTT150 teleskobu, yapılan protokoller çerçevesinde, yoğun olarak SRG X ışını uydusu tarafından tespit edilen kaynakların gözlemleri için kullanılıyor.

TUG'da 40 ve 150 cm çaplı bu iki teleskoptan sonra, Michigan Üniversitesi (ABD) ve TÜBİTAK arasın-

daki anlaşma çerçevesinde, 45 cm ayna çaplı robotik ROTSE III-d teleskobu ülkemize getirilerek 2004'te kullanılmaya başlandı. ROTSEIII-d ülkemizdeki ilk robotik teleskoptur ve yaklaşık sekiz yıl boyunca öncelikli olarak gama ışın patlamalarının optik karşılıklarının gözlenmesi için kullanılmıştır. Bunları takip eden dönemde, tamamen ülkemiz kaynakları ile satın alınmış 60 cm çaplı bir teleskop (T60) kuruldu ve Eylül 2008'de ilk ışığın alınmasıyla beraber kullanılmaya başlandı. Bu teleskop tamamen robotik modda gözlem yapıyor ve araştırmacıların kabul edilen projeleri çerçevesinde aktif olarak kullanılıyor. Bundan sonra 100 cm çaplı bir teleskop da (T100) TUG'un imkânlarıyla ABD'den satın alınarak gözlemevimize kuruldu ve Ekim 2009'da gözlem yapmaya başladı. Gördüğü etkin gökyüzü alanı ve yüksek kuantum etkinliğine sahip CCD kamerası sayesinde hassas görüntüleme gözlemleri yapabilen bu teleskobu araştırmacılar gözlemevine gelmeden de uzaktan erişim sağlayarak kullanabiliyorlar. Şu anda ulusal ve uluslararası araştırmacıların projelerle gözlem süresi talep ettiği TUG'da, T60, T100 ve RTT150 teleskopları bilimsel araştırmalarda etkin olarak kullanılıyor.

Gökbilimciler, TUG'da yapılan gözlemlerle önemli keşiflere de imza attılar. Bunlara örnek olarak bir gökada kümesi keşfi ve dev bir yıldız etrafında Jüpiter benzeri ötegezegen keşfi verilebilir.

Araştırma Alanları

Astronomi, astrofizik ve uzay bilimleri araştırmaları için laboratuvar olarak kullanılan gözlemevlerinde çalışma konuları, oradaki araştırmacı grubu veya gruplarının yetkinlikleri ve geçmiş deneyimleri ile ilişkilidir. TUG'u ulusal gözlemevi olduğu ve tüm araştırmacılara açık olduğu için ilk sırada sayarak dışarıda bırakırsak, bilimsel araştırmalarda en etkin kullanılan gözlemevleri Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi ve Ege Üniversitesi Gözlemevi'dir. Bu gözlemevlerinde aktif olan ve gözlemsel astronomi ve astrofizik alanında araştırma yapan bilim insanı sayısı da diğerlerinden fazladır. Ülkemizde gözlemevlerini kullanan araştırmacıların çoğun-

Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG)

Ülkemizin astronomi, astrofizik ve uzay bilimleri alanında yapılmış en büyük yatırımı olan Doğu Anadolu Gözlemevi'nin (DAG) açılmasına az bir zaman kaldı. DAG, Palandöken'e komşu Konaklı'daki Karakaya Tepeleri'nin zirvesine inşa edildi. Kalkınma Bakanlığı ve Atatürk Üniversitesi desteğiyle kurulan DAG'da altyapı, bina ve kubbe çok büyük oranda tamamlanmış durumda. Buraya kurulacak olan 4 m çaplı teleskop Erzurum'a ulaştı. Bu teleskop büyük çaplı teleskoplar sınıfına giriyor gibi görünse de sahip olacağı teknolojiyle (örneğin uyarlanabilir optik) kendi sınıfındaki teleskoplardan çok daha üstün işlev gösterebilecek. DAG'ın öne çıkan özelliklerinden biri de sahip olduğu konum ve atmosfer koşulları. DAG'a yakın enlem ve boylamlarda bu büyüklükte bir teleskop bulunmuyor. Bu durum, dünyada süreklilik isteyen gözlemler için boylam boşluğunun doldurulması adına önemli bir avantaj. Ayrıca ülkemizde aktif gözlemevlerinin tamamında optik gözlemler yapılıyor ancak DAG ülkemizin görünür dalga boyu yanında yakın kızılötesi bölgede de gözlem yapabilecek ilk teleskobuna ev sahipliği yapacak.

DAG teleskobuna takılacak uygun alıcılarla çeşitli konularda araştırmalar yapılabilecek. Yıldız ve gezegen oluşumları, gökadamızın kimyasal ve fiziksel özellikleri, derin uzay araştırmaları başlığında yüksek kırmızıya kayma gösteren gökada gözlemleri, gökada ve gökada kümelerinin özelliklerinin incelenmesi bunlardan bazıları. DAG, yeni nesil gelişmiş büyük çaplı teleskop yanında sahip olacağı ayna kaplama üniteleri ve diğer optik laboratuvarlarla kendi gereksinimlerine cevap verirken diğer gözlemevleri ve ilgili kurumlara da bu kapsamda hizmet verebilecek.

DAG ile ilgili söylenecek çok şey var.
Bu nedenle detayları başka bir yazıya bırakalım.



Doğu Anadolu Gözlemevi'ne kurulacak olan 4 m çaplı teleskop



TUG'da
RTT150 teleskobuyla alınmış NGC 6946
gökadasının görüntüsü

luğunun üniversitelerin astronomi ve uzay bilimleri bölümü, fizik bölümlerine dâhil astrofizik anabilim dalı ile uzay bilimleri ve teknolojileri bölümlerinde çalıştıklarını söylemekte fayda var. Öte yandan, üniversite gözlemlerinde kadrolu araştırmacı istihdam edilemediğini de belirtmeliyiz.

TUG ve etkin üniversite gözlemlerinde yapılan gözlemler kullanılarak öne çıkan araştırma alanlarından bazıları şunlardır: asteroitler, yıldızların yapısı ve evrimleri, farklı türlerde değişen yıldızlar, ötegezegenler, yıldız kümeleri ve oymaklar, gökadamızın oluşumu ve yapısı, farklı tür gökadalara ve gökada kümeleri. Bu arada, gözlemlerinde kuramsal araştırmalar yürüten gruplar da yer bulabiliyor ancak biz bu yazıda daha çok gözlemsel astronomi ve astrofizik çerçevesinde kalmaya çalıştık.

Son dönemde ülkemizdeki gökbilimcilerin bilimsel performanslarını ortaya koyan bibliyometrik çalışmalar, gözlemsel astronomi ve astrofizik araştırmalarında yıldız astrofiziği ve yüksek enerji astrofiziğinin önünde olduğunu gösteriyor. Gözlemlerindeki aletsel imkânların da sınırladığı araştırma alanları, öncelikli olarak TUG ve DAG'da, yer konuşlu büyük çaplı daha fazla sayıda teleskop ve daha etkin alıcılar (özellikle farklı çözümüleme güçlerinde tayfçekerler) kullanmaya başladığımızda çeşitlenecektir. Bu çeşitlilikle uluslararası iş birlikleri artacak ve aynı zamanda çok daha ilgi gören derin uzay araştırmalarına daha fazla katkı sunulabilecektir.

Sonuç olarak, ülkemizde uzun yıllar boyunca hem küçük çaplı teleskoplar kullanılmasına hem de astronomi, astrofizik ve uzay bilimleri alanında çalışan araştırmacı sayısı az olmasına rağmen önemli bilimsel araştırmalara imza atıldı. Ülkemizdeki gökbilimciler kısıtlı imkânlarla devam ettikleri bilimsel araştırmalarında ihtiyaç duydukları aletsel ve teknik donanımlara ulaşabilmek için 1997'de TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'ni kurdu ve bu gözlemevi yaklaşık çeyrek asırdır aktif olarak kullanılıyor. Bunun yanında üniversite gözlemlerinde sahip olunan imkânlarla da bilimsel araştırmalara devam ediliyor. Şu anda Doğu Anadolu Gözlemevi'nin açılma heyecanını

yaşayan gökbilimciler, TÜBİTAK ve Türkiye Uzay Ajansı'nın desteğiyle gözlemsel ve kuramsal astronomi ve astrofizik alanlarında etki faktörü daha yüksek çalışmalara imza atmayı hedefleyecekler, genç bilim insanı yetiştirme konusunda daha da şevkle çabalayacaklardır.

Bizler, bilim için, ülkemiz için ve özelden gökbilim için #gözümüzüyükardaolsun demeye devam edeceğiz. Sizler de en yakınınızdan başlamak üzere bir gözlemevini ziyaret ederek bilim insanlarıyla sohbetler yapınız, gözlem şenliklerine katılınız ve gökyüzü ile kalmaya ve onun öğrencisi olmaya devam ediniz. Bir gözlemevinde görüşmek dileğiyle... ■

Kaynaklar

S.K. Yerli, N. Aksaker, M. Bayazit, Z. Kurt, A. Aktay ve M.A. Erdoğan, "The temporal analysis of light pollution in Turkey using VIIRS data", *Astrophysics and Space Sciences*, Vol. 366, pg.34, 2021

Z. Aslan, Z. Tunca, H. Kırbıyık, D. Koçer, H. Esenoğlu, 20. yılında Evrene Açılan Penceremiz TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Kuruluş Öyküsü, TÜBİTAK, 2017

S. Bilir, E. Göğüş, Ö. Önal, N.D. Öztürkmen, T. Yontan, "Research performance of Turkish astronomers in the period of 1980-2010", *SCIENTOMETRICS*, Vol.97, pg.477-489, 2013

<http://koreascience.or.kr/article/JAKO201926072515437.pdf>

<https://astronomy.com/news/2020/09/gobekli-tepe-the-worlds-first-astronomical-observatory>

<https://tug.tubitak.gov.tr>

<https://atasam.atauni.edu.tr>

<http://caam.comu.edu.tr>

<https://gozlemevi.ege.edu.tr/index.php>

<http://rasathane.ankara.edu.tr>

<http://www.koeri.boun.edu.tr/new/>

<https://gozlemevi.omu.edu.tr>

<https://observatory.adiyaman.edu.tr/tr>

<https://gozlemevi.istanbul.edu.tr/tr/>

<https://uzaybimer.erciyes.edu.tr>

<http://www.inonu.edu.tr/gokbaum>

<https://uzaymer.cu.edu.tr>

<http://astrofizik.eskisehir.edu.tr>

<http://sfr.akdeniz.edu.tr:8080/T60/index.html>