

HER KOŞULDA GÖKBİLİM

Cenk KAYHAN^{1*} ve Günay TAŞ¹

¹Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir

Özet Gökbilim, ilgi alanı nedeniyle uzun zaman aralığına yayılmış, yüksek duyarlığa sahip gözlemlere gereksinim duyar. Atmosfer kaynaklı sorunlar ve gece-gündüz kısıtlaması uydu teknolojisiyle bir miktar çözülmüş olsa da yer konuşlu alanların kullanımına göre oldukça pahalıdır. Bu yüzden, yaşadığımız dünyanın bir gözlem aracı gibi top yekün kullanılabilmesi için her türlü iklim koşulunda gökbilim yapmanın yolu araştırılır. Bu bağlamda uçlak bölgeleri de önem kazanmıştır. Özellikle atmosferik geçirgenliği yüksek, hava kirliliği olmayan, güney yarıkürenin insana daha uzak daha el değmemiş parçası olan Antarktika'ya ilgi son dönemde artmıştır. Son 20 yılda, bu bölgede çok sayıda çok uluslu kızılöte, terahertz/altmm ve optik gözlem alanları yapılmıştır. Bu gözlem alanlarına günümüze kadar ulaşılan en yüksek teknolojilerle donatılmış aletler konulacaktır. Burada, konum ve iklim özellikleri nedeniyle de çok "uç" yaklaşımlar gerektiren bu bölgeye ilişkin merakları giderecek bir çalışmayla, Antarktika'nın gökbilim açısından bugününü ve geleceğini içeren gözlemsel projelere genel bir bakış sunulacaktır.

1 Giriş

Hem evrenin hem insanın varlığının kökenlerine dair ipuçları gökyüzündedir. Gök cisimleri, birkaç on yıl mertebesinde milisaniyeye değişen geniş bir zaman aralığına yayılmış değişimler gösterir. Bu nedenle, gökbilimciler olabildiğince uzun gözlem zamanına gereksinim duyar. Dolayısıyla, üzerinde yaşadığımız gezegenin atmosfer koşullarının uygun olduğu her metrekaresi değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, dünya üzerindeki pek çok uç iklim ve coğrafik koşullara sahip bölgelerde gökbilim yapıldığını görürüz. Antarktika da bu uç yerlerden biridir. Hedefin yalnız daha fazla ve daha kaliteli veri olduğu gözlemsel gökbilim alanında, Antarktika'da yapılan çalışmalar oldukça verimlidir (Indermuehle ve ark. 2005). Bu mükemmel sonuçlara ulaşacaklarını bilen gökbilimcileri, kendilerini bekleyen biraz (!) soğuk yıldırılmaz.

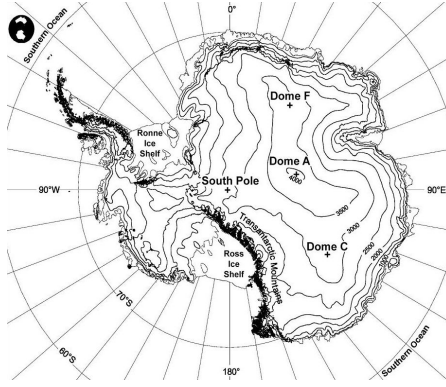
2 Antarktika - Dünyanın Dibinde Gökbilim

Gerek coğrafi, gerek iklim şartları açısından oldukça sert koşullara sahip olan Antarktika, gökbilim çalışmaları için vazgeçilmez özelliklere sahiptir. Yüzeyinin üç-dört kilometre altına kadar erişen çok büyük miktarda geçirgen buz ile

* e-mail:cenkkayhan@gmail.com

kaplı olması nötrino gökbilim çalışmaları için önemlidir. Çünkü bu durum, parçacık algılayıcıları yapılabilmesine olanak sağlar (Indermuehle ve ark. 2005). Kıtada üzerinde hava katmanı kalınlığı oldukça azdır. Bu katman aşıldığında uzayla kıyaslanabilir bir atmosferik görüşe ulaşılır. Atmosferik sınır katmanı oldukça incedir (sadece birkaç on metre). Böylece adaptiv optik sistemler kullanılarak ya da teleskop, sınır katmanının üzerine taşınarak (Lawrence ve ark. 2009b) yüksek çözünürlüklü görüntüleme alanına ulaşılır. Yer araştırmaları sırasında bazı bölgelerde atmosfer sınır katmanının 30 metre, bazı yerlerde ise daha da az olduğu anlaşılmıştır. Sınır katmanının üstünde görüş 0.3 yayınsaniyesi civarındadır (Wang ve ark. 2009). Kış mevsimindeki $-55^{\circ}C$ ile $-70^{\circ}C$ sıcaklığı ile dünya üzerindeki en soğuk yer ünvanını alan Antarktika, özellikle kızılöte ve milimetrealtı gözlemler için dünya üzerindeki en iyi yerdir (Wang ve ark. 2009). Sıcaklığın düşük olması, çalışma koşullarını zorlaştırırken, su buharı miktarını azaltarak, kızılöte gözlemler için dünya üzerindeki en iyi koşulları yaratır. Soğuk, kuru ve sakin hava koşulları, kızılöte ve milimetrealtı dalgaboyu gözlemleri için teleskobun hassaslığını artırır ve optik bölgede yüksek çözünürlüklü görüntüleme yapma olanağı verir (Lawrence ve ark. 2009a). Kıtada sıcaklık yaz aylarında bile $-25^{\circ}C$ ile $-40^{\circ}C$ arasında değişir. Bu kadar düşük sıcaklıklar gözlemler için faydalı olurken, kullanılan aletler için bazı sıkıntılara neden olur. Bu yüzden, aletlerin çok iyi bir şekilde korunması gerekir. Bunun için, elektronik aksamlar ya ısıtılır ya da iyi bir şekilde yalıtılır. Harici parçaların yapımında düşük sıcaklıklara dayanabilecek malzemeler kullanılır. Bu düşük sıcaklıklarda kullanılacak yakıt da oldukça önemlidir. Genellikle, Antarktika'da sürekli kullanıldığı için kolay bulunan, yüksek enerji yoğunluğuna ve düşük donma noktasına sahip olan ($-47^{\circ}C$) ve temiz yanan Jet - A1 havacılık yakıtı kullanılır (Lawrence ve ark. 2009a). Nem, kıta üzerinde etkili olan başka bir etmendir. Antarktika'da oldukça düşük sıcaklıklarda nem katılarak buz haline dönüşür. Çevre sıcaklığının birkaç derece üstüne ısıtılmadıkça, açıkta kalan bir yüzeye buz birikir. Düşük sıcaklıkta buzlanma kıtaya has başka bir olumsuz özelliği de beraberinde getirir; "elmas toz" biçiminde kar yağışı. Kıta üzerinde temel kar yağışı bu biçimde olur. Elmas toz, mikron boyutlu buz kristallerinden oluşmuş, bir yer seviyesi bulutudur ve yüzeyin açıkta kalan kısımlarına kar birikmesine, yer seviyesindeki yapılar etrafında kar sürüklenmelerinin oluşmasına, dolayısıyla aletlerin kolayca aşınmasına ve kar ile örtülerek çalışmaların olumsuz etkilenmesine neden olur (Lawrence ve ark. 2009a). Güney Uçlak Noktası, denizden 2835 metre yüksekliğe ve 3200 metreye eşdeğer bir basınca sahip olduğundan, bulunduğu gerçek yükseklik değerine karşılık gelen sıcaklıklara göre çok daha soğuktur. Bu da birçok atmosfer penceresinin geçirgenliğini oldukça artırır (Indermuehle ve ark. 2005). Diğer yandan, basıncın çok düşük olması, içten yanmalı motorların ve bilgisayar hard disklerinin verimini etkiler ve görevlilerin çalışmalarını zorlaştırır. Aynı zamanda bu oldukça düşük atmosfer basıncı elektronik aygıtların ve modüllerin hava soğutmalarının verimini iki kat düşürür. (Lawrence ve ark. 2009a). Kıtada bir yıl içindeki açık gece sayısı yaklaşık olarak altı aydan fazladır. Tüm özellikleri bir araya getirildiğinde Antarktika'nın, dünya üzerinde uzaydan gözlem yapılabilecek yüksek duyarlılıkta

sonuçlar elde edilebilecek nadir bir bölge olduğu ortaya çıkar. 1900'lerin başında ilk ayak basıldığı günden bu yana yerbilim, biyoloji, gökbilim gibi pek çok bilim alanını cezbetmiştir. Beyaz örtüsünün üzerinde kolaylıkla farkedilen göktaşları 1960'ların ortasına kadar gökbilimci ve yerbilimcilere ortak bilim yapma olanağı sunmuştur. 1950'lerden itibaren yüksek enerji astrofiziği başta olmak üzere gözlemsel gökbilim için merkezler kurulmaya başlamıştır.



Şekil 1. Antarktika kıtası üzerinde gökbilim çalışmalarının yapıldığı bölgeler: A, C, F Kubbeleri, F Kubbesi'nin sağ tarafında kalan kıyı bölgesinde bulunan Mawson merkezi ve Güney Uçlak Noktası (Wang ve ark. 2009).

Kubbesi'nde Concordia Merkezi (İtalya-Fransa) ve Vostok Merkezi (Rusya); A Kubbesi'nde Kunlun Merkezi (Çin); F Kubbesi'nde Fuji Kubbesi (Japonya) ve kıyı şeridinde Mawson Merkezi (Avustralya). Merkezler belli ülkelerin yetkisi altında olsa da, her birinde sadece o ülkeler değil, aynı zamanda, ve hatta çoğunlukla, uluslararası çalışmalar yapılmaktadır.

Aletlerin taşınması, montajı, çalıştırılması ve sürekliliğinin sağlanması gibi sorunların üzerinden gelmek üzere gösterilen çabayla, çok sayıda teleskop, alıcı, bilgisayar donanımı ve gerekli diğer parçalar Antarktika'ya getirilebilmiştir. Günümüzde gökbilim çalışmaları için büyük çaplı aynaları olan teleskoplardan, radyo teleskoplara, müon algılayıcılara ve kızılöte gözlem yapan balonlara kadar geniş bir elektromanyetik tayf bölgesine hizmet verecek, çok çeşitli teknolojilere sahip alıcılar, beş ayrı bölgede konuşlandırılmış altı merkezde çalışır durumdadır. Bu merkezler Şekil 1'de Antarktika haritası üzerinde gösterilmiştir: Güney Uçlak Noktası'nda Amundsen-Scott Merkezi (ABD); C

Çizelge 1. Güney uçlak bölgesinde bulunan gökbilim yerleşim alanlarına ilişkin coğrafi özellikler (Saunders ve ark. 2009). Çizelge içinde G, güney ve D, doğu yönlerini işaret etmek için kullanılmıştır.

Bölge	Enlem (°)	Boylam (°)	Yükseklik (m)
Güney Uçlağı	90 G	0 D	2800
A Kubbesi	80.37 G	77.53 D	4083
C Kubbesi	75.06 G	123.23 D	3233
F Kubbesi	77.19 G	39.42 D	3810
B Sırtı	~ 76 G	~ 94.75 D	~ 3750
B Kubbesi	79.0 G	93.6 D	3809
A Sırtı	81.5 G	73.5 D	4053

Bu yerleri özel kılan ve merkez olarak seçilmelerine neden olan özellikleri, iklim ve coğrafi şartlarının gökbilim açısından uygun olmasıdır. Çizelge 1'de gökbilim çalışmalarının yürütüldüğü bu merkezlerin coğrafi özellikleri verilmiştir. Bölgelerin denizden yüksekliği dikkat çekicidir. Dünyanın uzaya açılan güney kapısı olarak düşünebileceğimiz Antarktika'da gökbilim için planlar insansız çalışabilecek aletler geliştirmeye ve bu amaçla uydulardan da yararlanmaya doğru kaymaktadır. Önümüzdeki ~ 15 yılda gerçekleştirilmesi planlanan projeler bu bölgeye verilen önemi açıkça göstermektedir. Bu projelerin bazılarını aşağıda kısaca yer veriyoruz. Bu projelerin çalıştırılacağı merkezlere ilişkin temel bilgiler ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kıta üzerinde bulunan merkezler ve günümüzde hala kullanımda olan teleskoplar. Herbiri ile çalışılan elektromanyetik tayf bölgesi de verilmiştir.

Merkez	Çalışma Alanı	Teleskop
Amundsen-Scott Merkezi	Milimetrealtı	AST/RO, Viper Teleskobu, SPT
	Kozmik Ardalın Işınımı	DASI, SPT
Mawson Merkezi	Atmosfer dışından gelen yüksek enerjili parçacıklar	Müon Teleskobu
Concordia Merkezi	Milimetrealtı	COCHISE
	Optik	ASTEP
	Kızılöte	IRAIT
Kunlun Merkezi	Milimetrealtı	PLATO
	Optik	PLATO, CSTAR

Amundsen-Scott Merkezi'nde:

- IceCube (Nötrino teleskobu - ABD, Almanya, İsveç, Belçika, Japonya)

Concordia Merkezi'nde:

- LAPCAT [Optik/Kızılöte, 8.4 m - ABD ve Avustralya - Güneş Sistemi dışı gezegenlerin yüksek çözünürlükte görüntülenmesi (Lawrence ve ark. 2009b)]

- IRAST [Kızılöte, 8 ile 10 m arasında - İlk oluşan gökadalarmın ve yıldızların araştırılması (Lawrence ve ark. 2009b)]

- ASO [Uzak kızılöte ve milimetrealtı, 12 m - Yüksek kırmızıya kaymaya sahip optik bölgede görünmeyen gökadalarm ve yıldızlararası ortamın moleküler özelliklerinin araştırılması (Lawrence ve ark. 2009b)]

- DMT (Kızılöte, 2 m - Avustralya, Fransa, İtalya ve ABD)

- WHAT [Optik ve yakın kızılöte, 8 m - Yakın gökadalardaki yıldızların çalışılması ile gökada evrimi ve büyük ölçekli yapıların kökeninin tartışılması (Lawrence ve ark. 2009b)]

- PILOT (Kızılöte ve optik, 2.4 m - Avrupa ve Avustralya)

- ADSIIC (Güneş teleskobu, 70 cm - Avrupa - Güneş'te taç ve renk kürenin manyetik alanları ve ısınma mekanizmalarının araştırılması)

- Xian (Optik, 50 cm çapa sahip 400 Schmidt teleskoptan oluşmuş bir teleskop grubu - Çin - Gökyüzünün büyük bölümünün aynı zamanda gözlenerek, gamma ışın patlamalarına karşılık gelen optik kaynakların araştırılması)
 - ALADDIN (Kızıöte girişimölçer, 2 adet 1 m - Avrupa - Gelecekte yapılacak uzay girişimölçer görevleri için zodyak ışığının özelliklerinin (Lawrence ve ark. 2009b) ve sıcak Jüpiterler ve Yer benzeri Güneş Sistemi dışı gezegenlerin araştırılması)
 - KEOPS [1.5 m çapa sahip 36 tane teleskoptan oluşmuş bir teleskop grubu - Avrupa - Güneş Sistemi dışı gezegenlerin saptanması ve özelliklerinin belirlenmesi (Lawrence ve ark. 2009b)]
 - ICE-T (Girişimölçer, iki adet 60 cm - Avrupa - Güneş Sistemi dışı gezegenler)
 - BRAIN (Girişimölçer - Avrupa - Kozmik aralan ışıması)
 - SIAMOIS (Tayçeker - Avrupa - Yıldız sismolojisi)
 - AST (Milimetrealtı, 25 m tek teleskop ya da girişimölçerli birden fazla teleskop - Avrupa - Genç ve soğuk evren, gökada evrimi, yıldız ve gezegen oluşumu)
- Listedeki son dört alet <http://arena.unice.fr/> internet sayfasından incelenebilir.

3 Sonuçlar ve Tartışma

Uydu teknolojisinin pahalılığı ve herhangi bir arıza durumunda tamir etme sorunlarının yaşanması, uzayda gökbilimden ziyade Yer'de gökbilimi teşvik etmektedir. Uzay çalışmalarına yönelmekteki en önemli etmenler atmosfer olmaması ve gece-gündüz sorunu olmaksızın kesintisiz gözlem yapma olanağı sağlamasıdır. Günümüzde Antarktika, uzayın sağladığı olanakları bize sunan kalitede bir gökyüzüne ve coğrafi konuma sahip görünüyor. Bu durumda gökbilimcilere düşen bu bölgenin iklim koşullarına meydan okumak ve koşullara uygun yeni teknolojiler geliştirmek. Bu, gökbilimcilerin aşına olduğu bir durum. Bu amaçla geliştirilecek kubbe, optik/elektronik alet ve bilgisayar donanımı ve yazılımı konusundaki her türlü gelişmeden dünyanın her yanına yayılmış diğer gözlemcileri de yararlanacaktır, dolayısıyla gökbilim alanında dünya çapında gelişmeye katkıda bulunacaktır. Gökbilimin dünyada geldiği son gelişmişlik düzeyinden Türk gökbilimcilerinin de haberdar olması ve fayda bulması için uluslararası projelerde yer alınmalı ve olabildiğince tüm çalışma alet ve donanımları yerinde görmek üzere, Antarktika dahil dünyanın her yanına gidip çalışmak için koşullar zorlanmalıdır. Bu projelerde yer alacak gökbilimciler, bu alet teknolojisi ve bilgi birikimini ülkemize getirerek gökbilim alanında ufkumuzun gelişmesini sağlayacaktır. Kıtanın gökbilim açısından ne kadar önemli olduğu Antarktika kıtası üzerinde gelecek için tasarlanan projelerden anlaşılacaktır. Bu bölgedeki gelişmeleri, gidip göremesek de, bir projenin parçası olamasak da, mutlaka bilmemiz ve takip etmemiz gerekir. Burada sunulan çalışma bu düşünce doğrultusunda yapılmış ve Antarktika'daki gökbilim çalışmalarında geline son noktayı gökbilimcilere duyurmayı amaçlamıştır.

Kaynaklar

- Indermuehle, B.T., Burton, M.G., Maddison, S.T.: PASA **22** (2005) 73
- Lawrence, J. S., Ashley, M. C. B., Hengst, S., Luong-van, D. M., Storey, J. W. V., Yang, H., Zhou, X., Zhu, Z.: *Review of Scientific Instruments* **80** (2009) 6
- Lawrence, J. S., Ashley, M. C. B., Bailey, J., Barrado y Navascues, D., Bedding, T. R., Bland-Hawthorn, J., Bond, I., Bou langer, F., Bouwens, R., Bruntt, H., Bunker, A., Burgarella, D., Burton, M. G., Busso, M., Coward, D., Cioni, M.-R., Durand, G., Eiroa, C., Epchtein, N., Gehrels, N., Gillingham, P., Glazebrook, K., Haynes, R., Kiss, L., Lagage, P. O., Le Bertre, T., Mackay, C., Maillard, J. P., McGrath, A., Minier, V., Mora, A., Olsen, K., Persi, P., Pimblet, K., Quimby, R., Saunders, W., Schmidt, B., Stello, D., Storey, J. W. V., Tinney, C., Tremblin, P., Wheeler, J. C., Yock, P.: PASA **26** (2009) 379
- Saunders, W., Lawrence, J. S., Storey, J. W. V., Ashley, M. C. B., Kato, S., Minnis, P., Winker, D. M., Liu, G., Kulesa, C.: PASA **121** (2009) 883
- Wang, L., Angel, R., Ashley, M., Chen, X., Cui, X., Depoy, D., Feng, L., Jing, Y., Kerins, E., Lawrence, J., Macri, L., Mao, S., Moore, A., Pennypacker, C., Rattenbury, N., Riddle, R., Shang, Z., Smoot, G., Storey, J., Suntzeff, N., Travouillon, T., Yan, J., York, D., Yuan, X., Zhang, X., Zheng, W., Zhu, Z.: *Astro2010: The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey*, Science White Paper, no. 308