

Uzayın Eşliğinde Bir Balon Teleskop: *STO-2*

Ümit Kavak [*Groningen Üniversitesi, Kapteyn Astronomi Enstitüsü/SRON Hollanda Uzay Araştırmaları Merkezi*
Dr. Umut A. Yıldız [*NASA/JPL-Caltech*

Stratosferik Terahertz Gözlemevi-2 (STO-2), Antarktika'dan stratosfer katmanına sıfır basınç balonuyla gönderilen bir gözlemevi. İkinci STO projesi kullandığı cihazlarla galaksimizdeki tozun ve gazın yaşam döngüsünün farklı evrelerini gözlemek ve anlamak için en ideal gözlemevi.

STO-2 teleskobunun yüksek frekanslarda yapacağı gözlemler, galaksimizdeki yıldızlararası ortamın soğuk, ılık ve sıcak fazlarındaki ısınma ve soğuma süreçlerini anlamamıza olanak sağlayacak.

STO-2 fırlatma öncesi
(Fotoğraf: NASA)

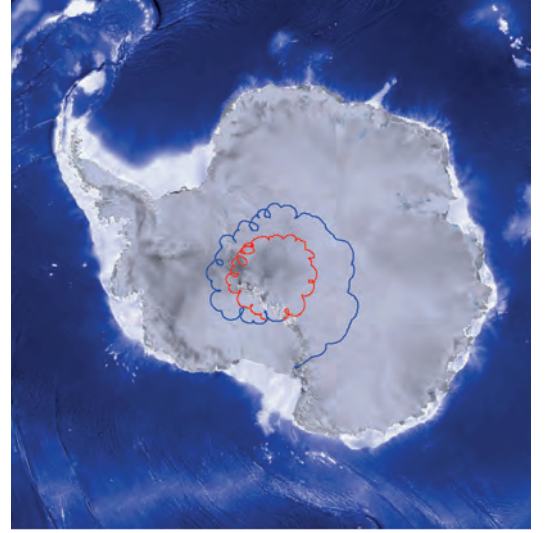


Bugün yıldızların, yıldızlararası ortamdaki gaz ve toz bulutlarının yoğun olduğu bölgelerde yani molekül bulutlarında oluştuğunu biliyoruz. Bu oluşumunun nasıl gerçekleştiği konusunda birçok soru hâlâ cevaplanmayı bekliyor. Molekül bulutunun içindeki cisim yıldız olduktan sonra milyarlarca yıl boyunca ışınım yayar. Sonrasında kütlesine bağlı olarak, farklı şekilde gelişiminin son aşamasına gelir. Büyük kütleli bir yıldız (8 Güneş kütlesinden büyük) ömrünü süpernova patlaması geçirerek tamamlar. Galaksimizin yapısını büyük oranda kütlesi büyük olan yıldızlar belirler. Oluşumları ve gelişimleri boyunca galaksimizin yapısını belirleyen bu tip yıldızlar süpernova aşamasının sonucunda da yüksek enerjili cisimlerin (karadelik veya nötron yıldızı) oluşmasına neden olur. Bu aşamadan sonra molekül bulutlarında yeni yıldızlar oluşur, bu da galaksinin yaşam döngüsü olarak bilinir. Bu döngüdeki farklı aşamalar üzerinde detaylı çalışmalar yapılıyor. Yani büyük kütleli yıldızlar, galaksimizin yapısının anlaşılması açısından önemli bir bileşen olarak görülüyor.

Sadece kendi galaksimizde yaklaşık 100 milyar yıldız var. Galaksimizin kinetik enerjisinin %80'lik kısmını büyük kütleli yıldızlar oluşturuyor, ancak sayıları küçük kütleli yıldızlardan az. Küçük kütleli yıldızların sayılarının çok olması, oluşum

senaryolarının daha net bir şekilde tanımlanmasına yardımcı olmuştur. Bu senaryolar bugüne kadar farklı özellikteki yer tabanlı ve uzay tabanlı gözlemleriyle gözlemlenmiştir. Son yıllarda stratosfer katmanında yapılan gözlemler de yaygınlaşmıştır. Bu katmandaki gözlemler uçak gözlemevi (*SOFIA*, Kızıltötesi Astronomisi Stratosferik Gözlemevi) ve balon gözlemleri (*STO* ve *STO-2*) ile yapılıyor. Balon gözlemlerinden biri olan *STO-2* en gelişmiş örneklerden biridir. Çünkü az önce bahsettiğimiz yaşam döngüsünün her aşamasını *STO-2* gözlemevi ile incelemek mümkündür.

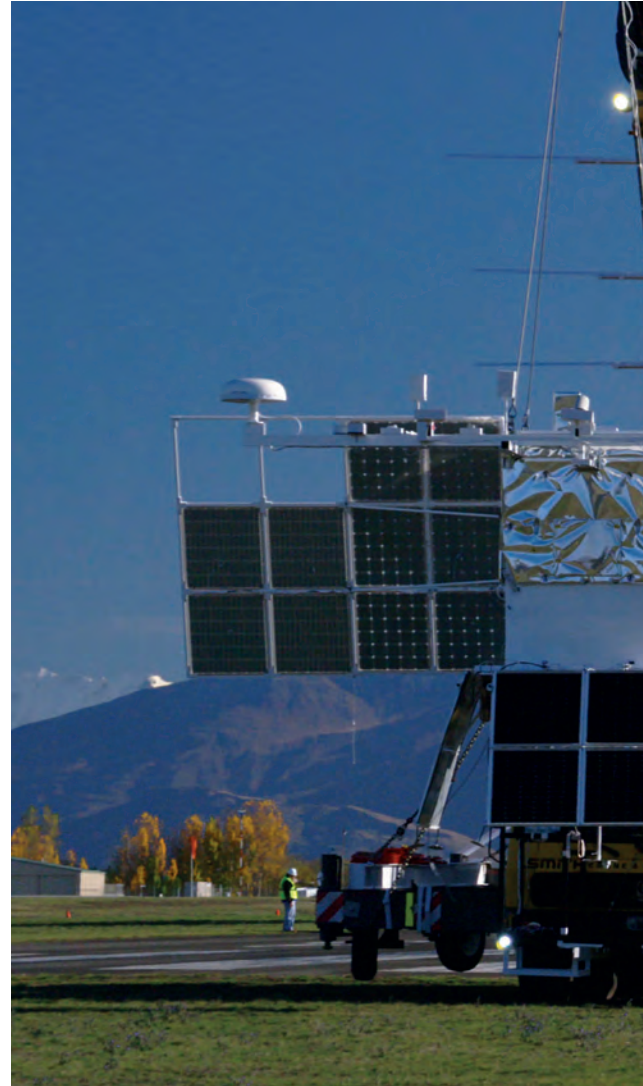
Stratosferik Terahertz Gözlemevi, balonun altında bir gondol, gondolun içinde de çapı 80 cm olan bir teleskop bulunan bir gözlemevi. Balon 0,02 cm kalınlığında polietilen filmde yapılıyor, yani kalınlığı neredeyse bildiğimiz alışveriş torbaları kadar, ama o kadar güçlü ki 35 ton ağırlığı 37 km yükseğe çıkarabiliyor. Bu yüksekliği bir nevi atmosferin bittiği ve uzayın başladığı tavan noktası olarak da düşünebilirsiniz. Balon burada üst atmosfer rüzgârları ile hareket ederek en çok altı hafta stratosferde gözlem yapabiliyor. Balonun içindeki helyum gazının yoğunluğu ile havanın yoğunluğu arasındaki fark nedeniyle, balon yükseldikçe daha da genişliyor ve hacmi yaklaşık 1 milyon metreküp oluyor (neredeyse büyük bir stadyum kadar).



STO-2 teleskobunun Güney Kutbu'nda on dört gün izlediği rota

(Fotoğraf: Columbia Bilimsel Balon Tesisleri)

STO-2 Projesi: Gondol ve teleskop



Uzaya normal bir gözlem aracı fırlatmanın maliyeti en az 100 milyon dolar olurken, bir balon fırlatmanın maliyeti bu miktarın yüzde birinden de düşük olabiliyor. Dolayısıyla uzayda yüksek maliyetle yapılan birçok deney, aynı zamanda balonlarla da yapılabilir. Örneğin 1980'lerde Antarktika'daki ozon tabakasının incelenmesi ile ilgili araştırmalar balonlarla yapılmıştı. Uzak kızılötesi astronomi gözlemleri (terahertz gözlemleri) yapmak için uzayın eşiği diyebileceğimiz stratosfer katmanının ideal olmasının nedeni, orada Dünya'nın atmosferinin yaptığı türden bir etki görülmemesidir.

Bu yüzden de Arizona Üniversitesi ve NASA, STO-2 projesi çerçevesinde stratosfere balon göndererek gözlem yapıyor.

Teleskobun Fırlatılması

2012'de hayata geçirilen STO projesi ilk uçuşunu sorunsuz tamamladı. 2016'da ise aynı teleskop ve gondolla beraber STO-2 adıyla ve TU Delft, SRON ve MIT kurumlarının iş birliğiyle daha kapsamlı bir alıcı kullanılarak geliştirildi. STO-2 teleskobu fırlatılmadan önce, 2015 yılının Ağustos ayında Teksas eyaletin-



de bulunan Columbia Bilimsel Balon Tesisleri'nde testler yapıldı. STO-2 daha sonra gondolu ve diğer alt bileşenleriyle beraber 2016 yılının Aralık ayında Antarktika'daki McMurdo İstasyonu'na getirildi. 9 Aralık 2016'da Antarktika yerel zamanıyla saat 09:55'te %85'lik helyum doluluk oranı ile fırlatıldı.

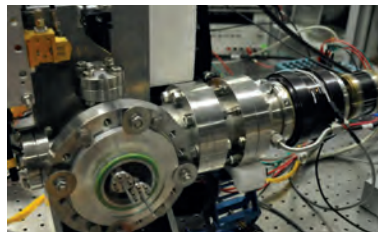


Burada durağan kutup rüzgârlarıyla yapılması planlanan 14 günlük bir bilimsel gözlem uçuşu başarıyla tamamlandı. Sonra balon ile gondol arasındaki sistem koparılarak sadece gondolun paraşütle yere inmesi sağlandı.

Yazının hazırlandığı günlerde *STO-2* teleskobunun gökyüzündeki gözlemleri henüz bitmiş ve gözlem verileri işlenmeye başlamıştı. *STO-2* telesko-

bunun izlediği rota <https://www.csbf.nasa.gov/map/balloon11/flight676N.htm> linkinden gerçek zamanlı görülebilir. *STO-2* teleskobu stratosferde iki çember (kırmızı ve mavi yörüngeler) yörünge çizerek görevini 14 günde tamamladı. 14 günün sonunda gondol ile balon arasındaki sistem açılarak gondolun yere inmesi sağlandı. Gözlemede kullanılan aletlerin tekrar kullanılabilir

olması çok önemlidir. Çünkü bu bir sonraki gözlem masraflarının ciddi anlamda düşmesi demektir. Örneğin *STO-2* ile yapılan gözlemler daha pahalı yöntemlerle de yapılabilir. Ancak maliyetin düşmesi bir sonraki gözlemin maddi açıdan daha rahat yapılması demektir. *STO-2* projesi hem maddi hem de bilimsel açıdan en iyi gözlemlerinden biri olarak görev yapmıştır.



4,7 GHz osilatörün görüntüsü
(Fotoğraf: Jian-Rong Rao, SRON/TU Delft)



STO-2 ile Bilim

Peki STO-2 uzayda tam olarak hangi yapıları, hangi bilimsel amaçlarla gözlemliyor? Yazımızın başında yıldızlararası ortamın yaşam döngüsünden bahsetmiştik. Bu yaşam döngüsünün farklı fazlarını atomların ve moleküllerin ışınım yaptığı frekansları kullanarak gözlemek mümkündür. Asıl amaç, yıldızlararası ortamdaki temel ısınma ve soğuma süreçlerini anlamaktır. İyonize karbon ([CII], 1,9 terahertz) ve iyonize azot ([NII], 1,4 terahertz) atomunun ince yapısındaki geçişler, yıldızlararası ortamdaki soğuma süreçleri hakkında bilgi verir. STO projesinde bu iki frekansta gözlem yapıldı. Buna ek olarak aynı projeye nötr oksijen ([OI], 4,7 terahertz) fre-

kansı da dahil edilerek gözlemler yapılmaya başlanması planlandı. Bu zamana kadar yıldızlararası ortamın soğuk, ılık ve sıcak fazları iyonize karbon atomu kullanılarak anlaşılma-ya çalışıldı. STO-2 projesinin en önemli katkısı nötr oksijenin gözlemleri olacaktır. Ancak gözlemler sırasında nötr oksijen alıcısının bulunduğu elektronik aletler yeterince soğutulamadı. Bu yüzden alıcının açılması mümkün olmadı. Bu bize iyonize karbondan elde edilen gözlem sonuçlarından çok daha fazla bilgi verecekti. Çünkü nötr oksijen yıldızlararası ortamın soğuma süreçlerinin anlaşılmasını sağlayacak en önemli moleküldür. Bu frekansta çalışan alıcılar Hollanda Uzay Araştırmaları Merkezi (SRON) tarafından yapılmıştır.

Bunun yanı sıra STO-2 projesinin devamı olarak yakın tarihte GUSTO isimli bir balon gözlemevi fırlatılması planlandı. Bu projelerle beraber yıldızlararası ortamın yaşam döngüsündeki henüz bilmediğimiz aşamaları anlamaya bir adım daha yaklaşmış olacağız. Hem maliyetinin düşük olması hem de elimizdeki bilgilerin eksik kısımlarını en iyi şekilde tamamlayacak olması nedeniyle STO-2 projesi astronomi gözlemleri için çok faydalı olacağını kanıtlamıştır. ■

Kaynaklar

<https://www.sron.nl/missions-sto2>
<http://soral.as.arizona.edu/STO/Welcome.html>
<http://spaceinstitute.tudelft.nl/showcase/sto2-balloon-ride-to-the-edge-of-space/>
<http://www.jpl.nasa.gov/blog/2015/12/sto-2-instrument>
<https://www.youtube.com/watch?v=i47s97wBujY&feature=youtu.be>

