

RADYO ASTRONOMİNİN UZAYDAN YAPILMASINA DUYULAN GEREKSİNME

Salih KARAALI*

Dünyamız, İkinci Dünya Savaşı arifesini yaşarken, astronomide yeni bir bilim dalı doğuyordu: **Radio astronomi**. Radyo haberleşmesini aktaran sebepleri bulmakla görevlendirilen ve bir radyo mühendisi olan Karl G. Jansky, kısa zamanda sadece görevini başarı ile yapmakla kalmayıp, evrenden, kaynağı ve sebebi anlaşılmayan, bazı sinyaller geldiğini de keşfetti. Daha sonra Reber'in de katıldığı bu ilk çalışmaları, astronomide ün yapmış bilim adamları yayınlamaktan çekinirken, zamanla astronomide yeni bir çalışma alanının açıldığını ve alınan sinyallerin, bazı gök cisimlerinin uzun dalga boylarında yayınladıkları enerji olduğu anlaşıldı.

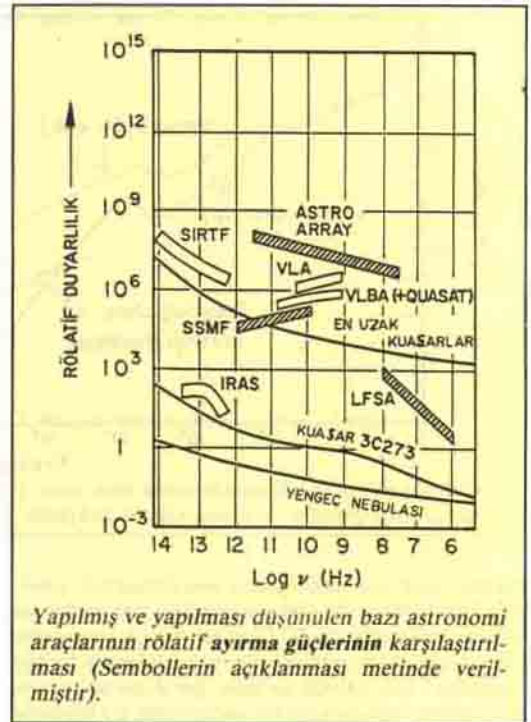
Radyo astronomi, astronomların gözlemine alışıktıkları yaklaşık 3000-8000 Å dalga boyu aralığı dışında, büyük dalga boyları bölgesinden gelen enerji ile uğraşır. Spektrumu çok geniş olup, milimetreden daha küçük dalgaboylarından kilometreyüklüğündeki dalgaboylarına kadar uzanır. Evrende bulunan maddenin uzun dalgaboylarını daha az soğurması sebebiyle, radyo astronomi birçok problemin çözümünde önemli rol oynamıştır; bunlar arasında galaksimizin yapısının spiral oluşunun tespiti vardır.

ATMOSFER DIŞINDAN RADYO ASTRONOMİ GÖZLEMLERİ

Dünyamızdan yapılan radyo astronomi gözlemleri birçok fayda sağlamakla beraber, her bilimdede olduğu gibi radyo astronomide de gelişmenin doğal bir sonucu olarak, bu gözlemler artık yetersiz kalıyor ve bunların uzaydan yapılmasını zorunlu kılıyor. Bunun üç önemli sebebi vardır:

1) **Dünya atmosferinin soğurucu, yansıtıcı ve kırıcı özelliği.** Radyo astronomi eşelini 1 MHz (10^6 cps) ile 1 THz (10^{12} cps) frekans aralığında tanımlarsak, buradan gelen enerjinin tümünün Dünya yüzeyinden gözlenmesi mümkün değildir. Yaklaşık 50 GHz ($1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ cps}$)'ten büyük frekanslara gildikçe, bunların Dünya'dan gözlemi zorlaşıyor ve yaklaşık 300 GHz'ten daha büyük frekanslarda tamamen mümkün olmuyor. Bundan başka, yaklaşık 100 MHz'in altındaki frekanslar, iyonosfer tarafından önemli derecede yansıtılıyor veya kırılıyor ve yaklaşık 10 MHz'in altındaki radyasyon tamamen yansıtılıyor.

2) **Zemin gürültüsü.** Dünyamızdan yapılan küçük frekanslı gözlemlerde gök cisimlerinden gelen



Yapılmış ve yapılması düşünülen bazı astronomi araçlarının rölatif ayırma güçlerinin karşılaştırılması (Sembollerin açıklanması metinde verilmiştir).

enerji, zemin gürültüsünün etkisinde kalır. Şimşek, oksijen, su buharı ve insanoğlunun iş alanlarında ürettiği gürültü, en önemli zemin emisyonunu oluşturur.

3) **Ayırma Gücü.** Gök cisimlerine ait birçok özelliği incelemek için büyük ayırma gücüne gereksinim vardır. Kilometrelerce uzaklıklara yerleştirilen radyoteleskoplarla yapılan girişim (interferometre), hatta dünyamızın çapının taban olarak kullanıldığı durumlarda bile istenilen ayırmayı vermiyor.

Dünyamızın etrafına yerleştirilecek uzay araçlarından yapılacak gözlemler ise, şu kazançları sağlayacak:

a) Dünya'nın atmosferi ile iyonosferinin sebep olduğu kırılma, yansıma ve/veya soğurmadan kurtulmuş olacaktır.

b) Bütün radyo astronomi frekanslarında gözlem yapılabilecek.

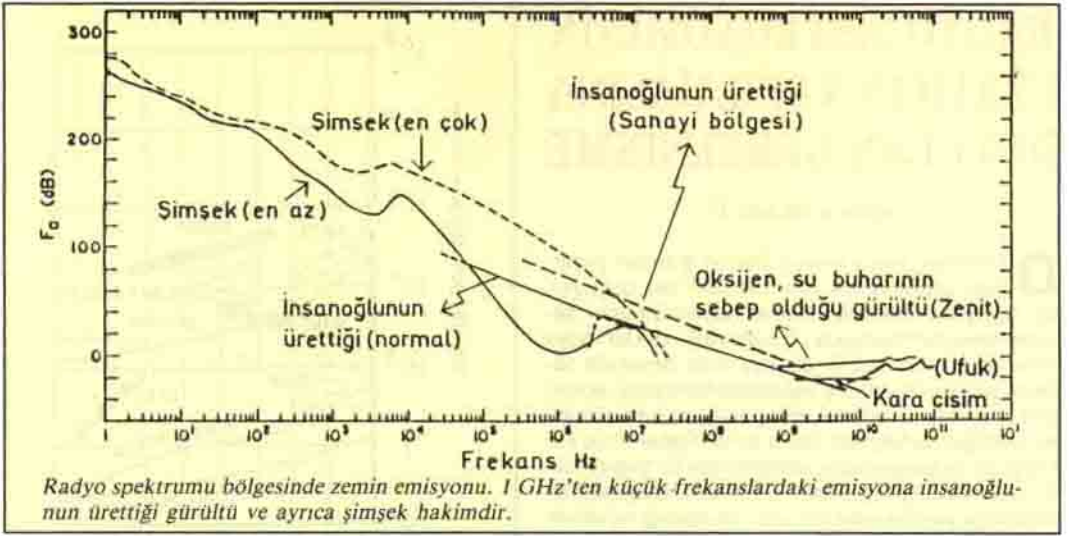
c) Büyük ayırma gücü için gerekli olan girişim tabanı sağlanmış olacak.

e) Dünya atmosferinin ve insanoğlunun iş alanlarında ürettiği yapay zemin gürültüsünden kurtulmuş olacaktır.

ARAŞTIRMA ALANLARI

Radyo spektrumu küçük, orta ve yüksek frekans bantları olmak üzere üçe ayrılır. Küçük radyo frekansları iyonosferin önemli engel oluşturduğu 100 MHz'ten küçük veya buna eşit frekanslardır. Orta fre-

* I.U.Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü.



kanslar, alışılmış radyo astronomi ölçülerinin yapıldığı 100 MHz ile 50 GHz arasındaki frekanslar ve yüksek frekanslar da 50 GHz'ten büyük frekanslar olup, bu bölgede gözlemlerin yapılabileceği birkaç "pencere" bulunmakta beraber, genel olarak atmosferin sebep olduğu kuvvetli soğurmalar bu bölgede yer alır.

Küçük frekanslarda galaksinin termik olmayan emisyonunu, düşük enerjili kozmik ışın elektronları, galaksinin halosunu, iyonlaşmış hidrojenin dağılımını, yıldızlararası plazmayı, çok hızlı dönen nötron yıldızlar olan pulsarlardan gelen emisyonu, gezegenlerle Güneş'ten gelen emisyonu ve emisyon ve soğurma mekanizmaları ile ilgili kaynak spektrumları incelenmekte olup, bu amaç için **ayırma gücünün** ve **duyarlılığın** artırılmasına gereksinme vardır.

Orta frekanslarda yapılacak gözlemler için de uzaydaki gözlem uyduları büyük bir girişim tabanı oluşturabilirler; böylece radyo kaynakları çok büyük bir ayırma gücü ile incelenebilirler. Büyük ayırma gücünü gerektiren gözlemler, çöken yoğun cisimler etrafındaki yağışma diskleri, su buharı maserlerinin istatistik paralaksı yardımı ile tayin edilen uzaklıklara dayanan galaksi dışı uzaklık eşeli, RS CVn değişen yıldızları gibi, yıldızlarda görülen fler olayları, Cyg X3 ve SS 433 gibi çöken cisimlerin radyo emisyonu, yıldızlararası dağılıma ve kırılma, pulsarlar, radyo süpernovaları, maserlerin yapısı, aktif galaksi çekirdekleri, *kuasarlar* vb.'dir.

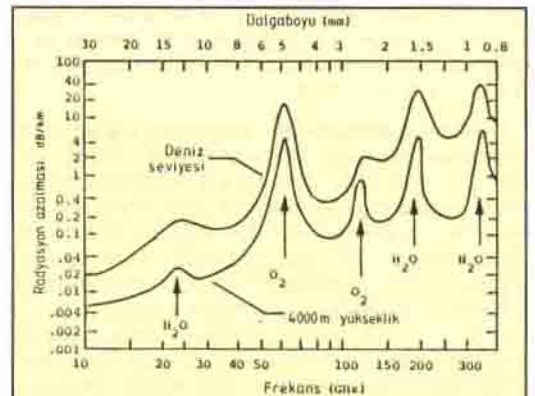
Dünya atmosferinin dışında yüksek radyo frekanslarında yapılan gözlemler, birçok molekül türünde bulunan spektral çizgileri inceleme olanağını verir. Böylece yıldız oluşumu, galaktik yapı, yıldızlararası fizik ve kimya, element bolluğu, yıldızlararası bulutların yoğunluk ile sıcaklığı, aktif galaksi çekirdeklerinin milimetre dalgaboyunda yayınladıkları termik olmayan emisyon, samanyolu ve diğer galaksilerde bulunan tozun sıcaklığı ve dağılımı ve dış galaksi-

lerde meydana gelen yıldız patlaması olayı hakkında bilgi edinilmiş olur.

UZAY ARAÇLARI

Atmosfer dışı ilk radyo astronomi çalışmaları 1960 ve 1970'li yıllarda yapıldı. **RAE** uyduları ile 1 MHz civarındaki frekanslarda gökyüzüne ait zemin incelemeleri yapılırken, **Voyager** araçları ile ve **Nimbus** uydusuna yerleştirilen aletlerle de gezegenlerin atmosferleri, yüzeyleri ve çevreleri incelenmiştir.

Yukarıda belirtildiği gibi, bütün frekanslarda atmosfer dışı gözlemlere gereksinme vardır. Yakın ve uzak vadede gerçekleştirilmesi düşünülen projeler, maliyetlerine çok bağlıdır. Maliyeti az olan uzay araçları ile milimetreden daha küçük dalgaboylarında ga-



10 ve 400 GHz frekans aralığında yayımlanan enerjinin Dünya atmosferi tarafından soğurulması, bu değerler, biri deniz seviyesi, diğeri 4000 metre olmak üzere iki yükseklik için verilmiştir. Milimetre ve bundan küçük dalgaboylarında birçok soğurmanın olduğuna dikkat ediniz.

Geçen sayıda yayınladığımız alttaki fotoğrafta görülen mercan resifi, normalde sağlam bir yaşama ortamıdır; çünkü kendisini çevreleyen deniz suyu madensel tuzlar bakımından fakirdir. Fakat mercanlar küçük alglerle simbiyotik ilişki halinde (ortak yaşama) oldukları için, güneş enerjisinden yararlanıyor ve bu deniz çölünde yaşamını sürdürmekle kalmıyor, daha birçok canlı için yaşama ortamı hazırlıyorlar.



-Bu sayıda üstteki fotoğrafı ilginize sunuyoruz.

laksiye alt çizgi emisyonu ve 3°K (3 derece Kelvin sıcaklığındaki) zemin emisyonunun incelenmesi amaçlanıyor. Maliyeti daha çok olan uzay araçları ile VLBI (çok uzun tabanlı girişim) yapılması düşünülüyor. Kullanılacak dalgaboyları santimetre, dekametre ve hektometre büyüklüğünde olacak ve ayırma gücü büyük olacak. Gözlemevi sınıfına giren daha pahalı uzay araçları ile daha uzun süreli ve daha geniş kapsamlı gözlemler yapılması düşünülüyor.

ASTRO ARRAY : Bu araçlar arasında Astro Array, uzak gelecekte gerçekleşmesi düşünülen ideal bir proje olup, 1 mm dalgaboyunda 1 μ Jy'lik duyarlılık (1 μ Jy = 10^{-6} Jy, 1 Jy = 1 watt m⁻² cps⁻¹) ve 1 μ as'lik (= 10^{-6} açı saniyesi) ayırma gücü öngörülmüyor.

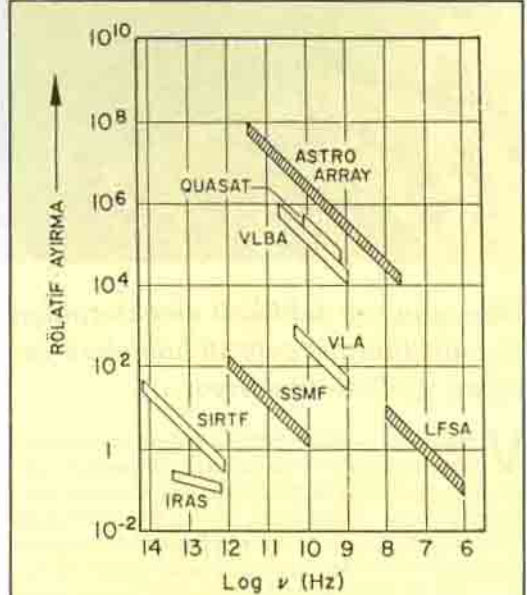
LFSA : Bu proje ile mümkün olan en büyük dalga boylarında gözlem yapılacak ve gökküresindeki zemin araştırılacak.

SSMF : Milimetre ve bundan daha küçük dalga boylarında girişim çalışmalarını içeriyor ve sürekli spektrum araştırmaları ile moleküllere ait çizgi araştırmalarının büyük bir duyarlılık ve ayırma gücü ile yapılmasını amaçlıyor.

IRAS : Kırmızı ötesindeki dalgaboylarında araştırmayı amaçlayan bu uydu, halen faaliyette olup, birçok alanda özellikle galaksinin merkezi etrafındaki bölgenin anlaşılmasında çok faydalı bilgiler sağlamıştır.

SIRTF : Kırmızı ötesi dalgaboylarında gözlem yapılması amaçlanan bu teleskobun gerek ayırma gücü ve gerekse duyarlılığı IRAS'tan daha büyüktür.

QUASAT : Orta bant dalgaboylarında araştırma yapılması programlanan bu uydu ile büyük ayırma gücü ve duyarlılıkta bilgiler elde edilecek.



Yapılmış ve yapılması düşünülen bazı astronomi araçlarının rölatif duyarlılıklarının karşılaştırılması (Sembollerin açıklanması metinde verilmiştir).

VLA ve VLBA : Bu projedeki amaç, uydular arasında veya uydu ile dünyamızdaki radyo teleskoplar arasında girişim yapmaktır. Buna tipik bir örnek, 1986 yılından beri faaliyette olan ve kuasar gözlemlerinde kullanılan TDRSS uzay anteni verilebilir. Bu anten ile biri ABD'de diğeri Avustralya'da bulunan radyo teleskoplarla girişim yapılmakta ve gök cisimleri büyük bir duyarlılıkla incelenmektedir. □