

ALMA ile Bilim

Halen inşası sürmekte olan ALMA faaliyete geçtiğinde gökbilimin çok eski problemleri ile yüzleşecek ve Dünya'nın en gelişmiş teknolojik aygıtlarından biri olacak. ALMA yüksek hassasiyeti ve çözünürlüğü sayesinde radyo gökbilimde çığır açacak. Evrendeki ilk yıldız ve gökadalarn oluşumu, yıldızlararası gaz ve toz bulutları, buradan yıldız ve gezegenlerin oluşumu, Güneş Sistemi'ndeki cisimlerden, uzak gökadalara kadar geniş bir aralıktaki cisimleri içeren birçok bilimsel problemi çözebilecek güçlü bir donanıma sahip olacak.





Umut Yıldız

İlk Yıldızlar, İlk Gökadalar

Büyük Patlamadan hemen sonra evrendeki ışık sönmeye başladı ve karanlık etrafı kapladı. İlk atomlar yeni yeni oluşmaya başladığı için henüz ortalıkta hiçbir yıldız yoktu. Sadece yoğun miktarda hidrojen, biraz helyum ve çok az miktarda da lityum ve berilyum gaz halinde bulunuyordu. Bu karanlık dönemin ne kadar sürdüğü hâlâ tam olarak bilinmiyor olsa da ilk yıldızın bu ilk madde ile çöküp oluşmasının birkaç yüz milyon yıl sürdüğü tahmin ediliyor. Kurama göre, oluşan bu ilk yıldızlar o kadar yüksek kütleli ve o kadar parlaktılar ki bugün gördüğümüz yıldızlara hiç benzemiyorlardı. Bunlar sadece birkaç milyon yıl yaşayıp sonunda bir patlama geçiriyor ve yıldızın içerisinde oluşturduğu yeni elementleri sürekli evrene saçıyorlardı. Halen en güçlü teleskobumuz bile bu ilk nesil yıldızların ışığını yakalayamıyor. Aslında bu ilk nesil yıldızların patlama sırasında etrafa saçtığı toz parçacıklarının, yıldız içindeki termonükleer füzyon tepkimeleri sonucu oluşturduğu yeni elementler olduğunu tahmin edebiliriz. ALMA, evrenin bu ilk anlarındaki toz parçacıklarını da tespit etmek için tasarlandı. Böylece 13 milyar yıldan fazla bir süre önce oluşmaya başlayan ilk nesil yıldızlar ve sonrasında gökadalara oluşumunu anlamak için en önemli araç olacak. Bunun en büyük sebebi ilk oluşan cisimlerin bize çok uzakta olmalarından dolayı gönderdikleri ışıkların da milimetre ve milimetrealtı bölgeye kaymış olması. Bu nedenle en derin optik veya kızılötesi fotoğraflarının bile hiç-

bir şekilde göremeyeceği yeni bir kapı açılmış oluyor. Bu tür yıldızlara ilişkin ilk gözlemler yıldızlarda oluşan karbon izotoplarının çeşitliliğinin zaman içerisinde değiştiği tahmin edildiğinden karbon izotoplarının tayfsal gözlemleri ile yapılacak.

Yıldız ve Gezegen Oluşumu

Gökadaları yıldızlar meydana getirdiğinden yıldız oluşumu aynı zamanda evrendeki küçük ve büyük yapıları anlamakta da kilit bir rol oynuyor. Gezegenler de bu yıldızlarla beraber oluştuklarından bizim için hayatın başlangıcını anlamakta büyük öneme sahip oluyorlar. Yıldızların oluşumları hâlâ büyük bir bilmece. Gözlemsel verilere göre yıldızlar soğuk ve karanlık molekül bulutlarının içerisinde oluşmaya başlıyor. Bulutlardaki gaz ve toz parçacıkları zaman içinde çökerek yıldız oluşturuyor. Ancak ilk oluşum anları her zaman bu toz bulutunun içinde kaldığından optik teleskoplar hiçbir şekilde tozun içinden geçip orada neler olduğu hakkında bize bilgi veremiyor. Kızılötesi teleskoplar oluşumun son anlarını yakalayabilse de maddenin toplanıp yıldız oluşturmak üzere ilk tuttuğu anı yakalamak için daha uzun dalgalarda gözlem yapmak gerekiyor. Dalgaboyu toz parçacıklarının büyüklüğünden daha büyük olmalı ki içerisinde oluşmakta olan ilkel yıldız bir koza gibi saran toz bulutunu geçebilsin. ALMA'nın milimetrealtı dedektörleri işte burada devreye gi-

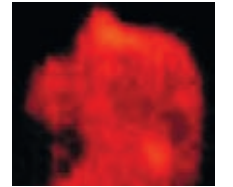
Meşhur Atbaşı Bulutsusu'nun farklı dalgalarda çekilmiş görüntüleri. Optik bölgede, toz parçacıkları yıldız oluşumunu görüntülemeyi engelliyor. Kızılötesi bölgede sıcak, ince bir toz tabakası bulutun ışmasına neden oluyor. Radyo ve milimetrealtı dalgalarda ise toz parçaları ve etrafındaki moleküller diğer hiçbir dalgaboyu bölgesinde görülemeyecek şekilde içerisinde bulunan yıldız oluşumunu gözler önüne seriyor. (Alta)



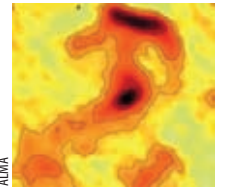
Optik



Kızılötesi



Radyo



Milimetrealtı

ALMA



Yıldızlar yoğun karanlık molekül bulutlarının içerisinde oluşuyor. Etraflarındaki toz parçacıkları nedeniyle sadece uzun dalgaboylarında gözlemlenebiliyorlar. İlk oluşum anlarında meydana gelen çift kutuplu madde püskürmelerinin ilk çıktıkları yer halen bilinmiyor.

riyor ve yıldızların ilk madde aktarılmasının başladığı noktaların rahatlıkla gözlemlenmesine imkân tanıyor. Bugüne kadar var olan milimetrealtı teleskopları bu anı gözlemleyebilmiş olsa da çözünürlükleri ALMA ile karşılaştırılmayacak kadar düşük olduğundan maddenin aktarıldığı disk ve çift kutuplu madde püskürmelerinin ilk başladığı yerler asla görülemedi. Diğer milimetrealtı teleskoplar bütün bu oluşum sahnesini yani Güneş Sistemi'nin birkaç bin katı boyutları sadece tek bir piksel içinde gösterdiğinden (karşılaştırma yaparsak evinizdeki fotoğraf makinelerinin çektiği fotoğraflar bile artık en az 5 milyon pikselden oluşuyor) içerisinde neler olduğuna, gezegenleri nasıl oluşturduğuna dair fikirler kuramdan öteye gidemiyordu. Gezegenler ise şimdiki kuramlarımıza göre oluşmakta olan yıldızın çevresinde bulunan diskin içerisinde oluşuyor. Bu disk zamanla temizleniyor ve arkasında yepyeni gezegenler ile sistemini oluşturuyor. ALMA ile gezegen oluşumunun da bütün aşamaları gözlemlenebilecek. Gezegen oluşturan diskle-

ri yüksek çözünürlüğü ve yüksek haritalama kabiliyeti sayesinde gözlemlenmenin yanında ilk genişleme anlarını, ilk ısınma ve ışımaya görüntülerini de rahatlıkla gözlemleyebilecek.





Umur Yıldız

Yeni Ötegezegenler

Her ne kadar bu sıralar uzak yıldızların çevresinde dönmekte olan birçok ötegezegenin keşfedildiğini duysak da aslında bir ötegezegen keşfetmek çok kolay değil. Gezegenlerin oluşum aşamalarını ve hangi tür yıldızların çevresinde oluşabildiklerini tam olarak bilebilmek için daha çok gezegen keşfetmemiz gerekiyor. Şimdiki optik ve kızılötesi teleskoplarla burçlar kuşağı denen bölge üzerinde, hem kendi Güneş Sistemimizde hem de hedeflenen sistemdeki gezegenlerarası toz nedeniyle alınan ışığın miktarı düşüyor. Ancak özellikle milimetre ve milimetrealtı dalga boyları bundan etkilenmediğinden ALMA'nın çok yüksek çözünürlüğü sayesinde gökbilimciler diğer yıldızların çevresindeki ötegezegenleri rahatlıkla tespit edebilecek. Daha fazla ötegezegen keşfettikçe Güneş Sistemimiz özel mi değil mi anlayacağız.



Umur Yıldız



Bize En Yakın Yıldız

Çoğu teleskop takdir edersiniz ki asla Güneşe doğru yönlendirilemez. Fakat ALMA'nın milimetrealtı anten yüzeyleri görünür ışık dalgaboyunu ve dolayısıyla oluşan ısıyı dağıtma yeteneğine sahip olduğundan Güneşe de çevrilecek. Böylelikle aslında daha önce hiç bakılamayan farklı bir dalgaboyu aralığından bakılacağı için Güneş'teki farklı fiziksel mekanizmalar ve oluşumları ilk defa incelenebilecek. Güneş'te meydana gelen büyük güneş fışkırmalarını ve yayılan yüksek hızlı parçacıkla-

rı tespit edebilecek. Aynı zamanda 6000 derece sıcaklıktaki yüzeyini ve 3 milyon derece sıcaklıktaki atmosferini (tacını) rahatlıkla gözlemleyebilecek. Aslında Güneş'imizin neden bu kadar sıcak bir atmosfere sahip olduğu hâlâ bir bilmece. Çünkü Güneş'in 6000 derece sıcaklıktaki yüzeyinden birkaç yüz kilometre uzaklaşınca sıcaklık yavaş yavaş düşüyor, sonra bir anda 3 milyon dereceye fırlıyor. ALMA ile bu sıcaklık farkının yükseldiği noktalara bakıp başka türlü hiçbir şekilde araştırılmasına imkân olmayan yerler incelenebilecek.



Güneş Sistemimiz İçindeki Cisimler

Güneş Sistemimiz uzay araçlarıyla ziyaret edebildiğimiz evrenin yalnızca çok çok küçük bir bölümü. Tabii sistemimiz içinde dahi keşfedilmeyi ve araştırılmayı bekleyen birçok uyu, asteroit ve kuyruklu yıldız var. Ülkelerin bütçesi her bir cismi incelemek için uzay araçları göndermeye imkân vermiyor. ALMA yakınımızdaki gezegenleri görüntüleyip üzerlerinde oluşan rüzgârları tespit edebilecek. Kuyruklu yıldızları ve asteroitleri oluşturan molekülleri en aktif, hareketli ve ilginç zamanları olan Güneş'e yakın geçişleri sırasında gözleyebilecek. Bu sırada diğer teleskoplar gözlerini çevirmek zorunda kalmışken sadece ALMA sorunsuzca Güneş'e doğru bakabilecek. Kuyruklu yıldızların yapısını incelediğimizde Güneş Sistemimizin ilk oluşum anlarına dair ipuçları bulabileceğiz. Neptün'ün öte-



Ve Daha Neler Neler

si çok soğuk olduğundan ALMA binlerce yeni Kuiper Kuşağı cismi keşfedebilecek. Bunu da diğer teleskopların yaptığı gibi Güneş'ten yansıyan ışığı yakalama yoluyla değil de o cisimlerin kendi yaydığı ışınım ile gözlemleyebilecek. Jüpiter'in uydusu İo'da volkanların fıskırttığı gazın analizi de böyle aktif uyduların oluşum ve gelişimlerine dair bize büyük ipuçları verecek.

Uzaktaki gök cisimleriyle ilgili tek bilgi kaynağımız onları ışıkları. Ne zaman teknolojemizi geliştirip gök cisimlerinden gelen ışığı toplayıp inceleysek, birçok cevabın yanı sıra yeni sorular da ortaya çıkıyor. ALMA'nın esas gücünü, beklentilerimiz ve tahmin ettiklerimizden öte ortaya çıkaracağı yepyeni sorularla göreceğiz. ALMA sadece profesyonel gökbilimcilerin merakını gidermenin yanında gökyüzüne bakan herkesin sorduğu sorulara yanıt verecek.



Umut A. Yıldız, 2004'te Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'nde lisans, 2008'de Groningen Üniversitesi, Kapteyn Astronomi Enstitüsü'nde yüksek lisansını tamamladı. Halen Leiden Üniversitesi Gözlemevi'nde moleküler astrofizik (astrokimya) alanında doktora çalışmalarını sürdürüyor. Özellikle düşük kütleli ilkel yıldızların oluşumu ile ilgili milimetrealtı dalgaboyu teleskobu Herschel Uzay Gözlemevi'nden gelen su ve karbonmonoksit verileri ile çalışmalarına devam ediyor.

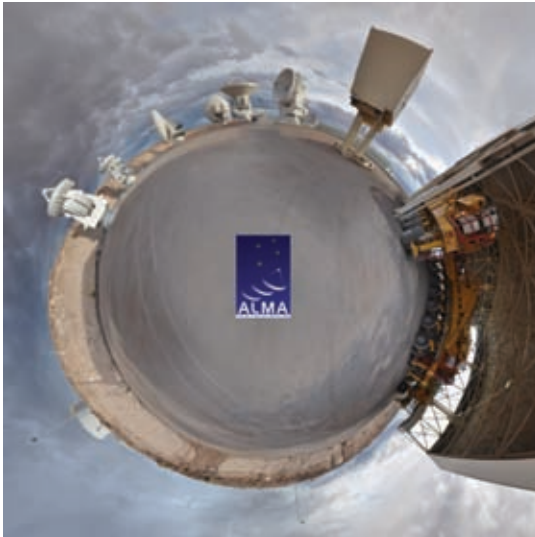
Kaynaklar

Casasola, V., Brand, J., "The exciting future of (sub-) millimeter interferometry: ALMA", arXiv: 1010.3645, 2010.
Van Dishoeck, E. F., Jørgensen, J. K., "Star and planet-formation with ALMA: an overview", *Astrophysics and Space Science*, 313: 15-22, 2008.
www.almaobservatory.org

Uzaktarda bir ötegezegen



NASA



Umut Yıldız