

Yeşilin ve Karanlığın Dili...

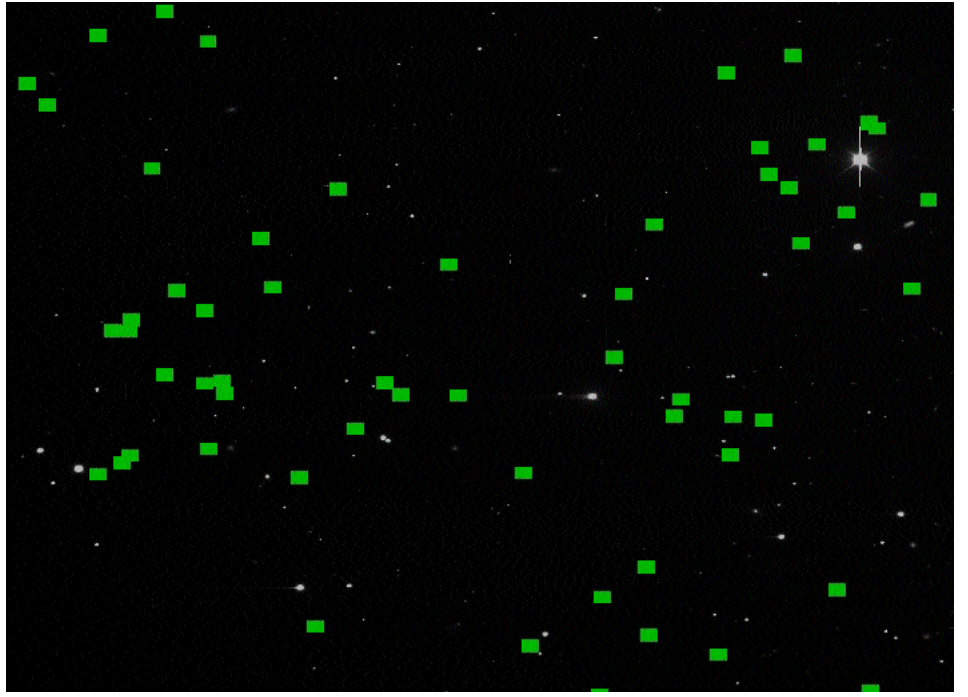
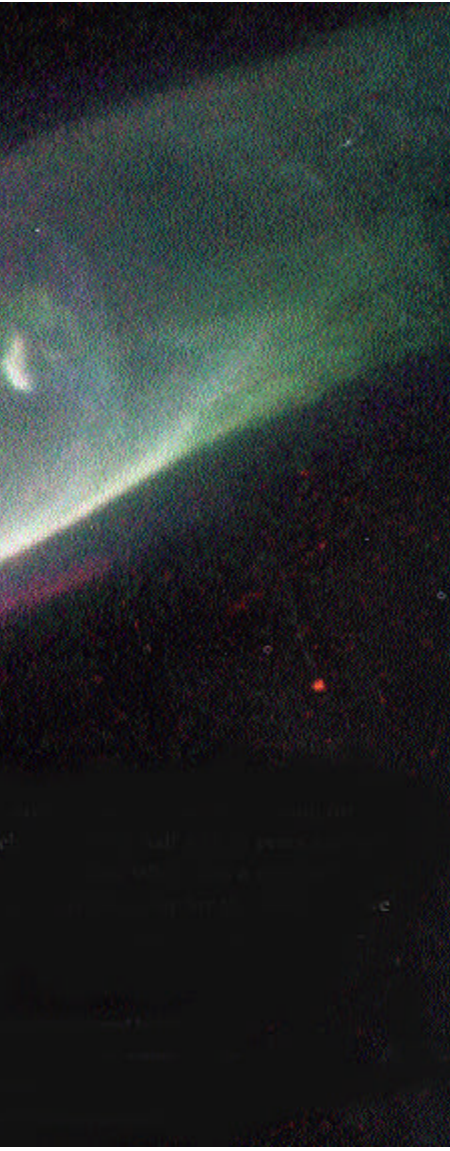
Virgo'nun can çekişen öksüzleri Evren'in yoğunluğu konusundaki hesapların yenilenmesini gerektirebilir.

GÖKBİLİMİN çekiciliği yalnızca yıldızlı bir göğün güzelliğinden gelmiyor. Heyecanın bir parçası, gördüklerimizi bilmek, tanımak. "Bakın, Sirius yeniden geldi" "İşte görkemli Orion...Kırmızı devi Betelgeuse ne zaman patlayacak acaba?" Bahçenizde dikilmiş, ya da başınız gökyüzüne dönük yolda yürürken insanların size bir garip baktıklarını hissetmişsinizdir. Elinizde dürbün balkonda ne yaptığınızı kuşkucu komşularınıza anlatmakta, eğer varsa mütevazî bir teleskopun başında sabaha kadar ayazda geçirdiğiniz saatlerin zevkini, sıcak salonlarında televizyon seyretmeyi yeğleyen arkadaşlarınıza açıklamakta elbette zorlandığınız olmuştur. Gene de bilmenin verdiği doyumun, bu ufak tefek sorunları önemsiz kıldığında kuşku yok. Ancak gökbilimin ve akrabası evrenbilimin (kozmojî) gerçek tılsımı, o muazzam bilmeceyi, azıcık da olsa anlayabilmek. Gördüğünüz, hatta göremediğiniz her şeyin size bir şeyler

anlatmaya çalıştığını bilmek. Aklın ve bilginin sağladığı araçlarla o zengin dilin şifresini çözmeye çalışmak. Bir protonun, ya da elektronun kütesinden, Evren'in ilk anlarındaki sıcaklığını, yoğunluğunu çıkarabilmek. Gökadaların hareketinden, Evren'in genişlediğini saptayabilmek ve bu sürecin hızını araştırmak. Bu uçsuz bucaksız bilmece de bilmediklerimiz, kuşkusuz bildiklerimizden daha fazla. Bunun ayrımına giderek daha çok varıyoruz. Bilgi hazinemiz geliştikçe ne kadar çok şeyi bilmediğimiz ortaya çıkıyor. Bu bilinç bize Evren'in dilini çözmede yeni araçlar sağladı. Artık biliyoruz ki bize bir şeyler anlatan yalnızca gökteki ışıklar değil. Karanlığın söyledikleri belki çok daha fazla. Artık fizik, tanıdığımız madde evreninin getirdiği sınırlamalardan rahatsız. Yeni boyutların, bilmediğimiz bazı yeni temel kuvvetlerin varlığından kuşkulaniılıyor. Gökbilim de gözünü karanlıklara dikti. Gökadalara, sahip oldukları hızı ve yoğunluğu veren, ışışyan maddeden çok daha fazla olduğuna

inanılan "karanlık madde"yi araştırıyorlar kuramcılar ve gözlemciler.

Ne var ki karanlık, herkesin görebileceği, anlayabileceği büyük harflerle de mesajlar vermeye hazır. İlle de egzotik maddeler araştırmak gerekmiyor. Daha alçakgönüllü çabalarla da bilgi dağarcığımızı genişletebiliyoruz. Doğal olarak olağanüstü, her zaman daha çekici, daha heyecanlı. Dünyamızda sınırlı sayıda olan büyük teleskoplar zamanlarının çoğunu kuasarlar, süpernova patlamaları, kara delik adayları gibi maddenin olağanüstü büyüklükte ya da enerjideki durumlarının incelenmesine ayırıyorlar. Oysa daha küçük teleskoplarla yürütülen ve iddiasız gibi görünen çalışmalar da önemli sonuçlar verebiliyor. Bir grup Amerikalı bilim adamının yaptığı ve önemli yankılar uyardırması beklenen bir çalışma da bundan ibaret. Yapılan, teleskopu karanlığa çevirmek ve son derece sıradan bir araç kullanmak: Ölen, sıradan yıldızlar. Demek ki Evren'in o sonsuz uzunluk-taki alfabesinden bir kaç harf daha ço-



Virgo gökadalır kümesinde Penn State araştırmacıları tarafından geliştirilen teknikle saptanan "Yeşil Yıldızlar" (üŖtte). Araştırma yapılan bölgenin genel görünümü.

zebilmek için çok büyük teknik olanaklar gerekmiyor. Biraz yaratıcılık, biraz düş gücü yetiyor. Çünkü bu sıradan yıldızlar da bize bir şeyler anlatmaya çalışıyor. Hatta son nefeslerinde bile...

Anlı Şanlı Bir Ölüm

Virgo gökadalır kümesinde ölen yıldızlar üzerinde yapılan yeni ve kapsamlı bir gözlem, uzayın şimdiye değin boş gibi görünen bölgelerinde çok sayıda yıldızın varlığını ortaya koydu. Evren'i araştırmak için "gezegenimsi bulutsu" diye de bilinen ölen yıldızları temel alan araştırma, komşumuz olan dev kümenin ışığının en az yüzde 22'sinin, gökadalır arasındaki boşlukta şimdiye kadar varlığı saptanamamış yıldızlardan geldiğini gösterdi.

Buluşun sahibi olan ekip, Pennsylvania Eyalet Üniversitesi (Penn State) doktora öğrencisi John J. Feldmeier, gene Penn State'te Gökbilim ve Astrofizik Doçenti olan Robin Ciardullo ve Arizona'daki Kitt Peak Ulusal Gözlemevi

kadrosundan gökbilimci George H. Jacoby'den oluşuyor. Ekip gözlem sonuçlarını 7 Ocak günü Amerikan Astronomi Derneği'nin Teksas Austin'de yapılan 193. Ulusal Toplantısında açıkladı.

"Gezegenimsi bulutsular, Feldmeier'e göre yıldızların yaşamlarını noktlayan bir "kalp krizi" olarak tanımlanabilir. Şimdi bildiklerimizi bir gözden geçirelim: Gezegenimsi bulutsu, en fazla 8-10 Güneş kütlesi kadar kütleyle sahip yıldızların, merkezlerindeki hidrojen yakıtı tükendiğinde meydana gelen ölüm biçimi. Daha büyük kütleli yıldızların çok daha kısa süreli yaşamı, çok daha şiddetli bir biçimde son buluyor. Bir süpernova patlaması sonunda dev mavi yıldızlar son derece yoğun bir nötron yıldızına ya da kara deliğe dönüşüyorlar. Ama bu demek değil ki daha küçük yıldızların sonu gerekli görkemden yoksun olacak. Güneş benzeri ya da daha küçük yıldızların ölümleri de, biraz daha zor görünseler bile gökyüzüne muhteşem ışık gösterileriyle imzalarını bırakıyorlar. Gene anımsayalım, ge-

zegenimsi bulutsular, küçük kütleli yıldızların, merkezlerindeki hidrojen yakıtını tümüyle helyuma çevirip "kırmızı dev" haline gelmelerinden sonraki aşama. Kırmızı dev terimi aslında bir basitleştirme. Gerçekte her renkten (yani tayf sınıfından) yıldız, kendi renginde devleşiyor; beyaz dev, sarı dev, turuncu dev, kırmızı dev gibi... Ama kolaylık olsun, bir aşamayı temsil etsin diye hepsine birden kırmızı dev deniyor. Bu aşamada yıldız bildiğimiz gibi genişliyor ve dış katmanlarındaki gazı yavaş yavaş yitiriyor. Bu yitim her yıl Güneş kütlelerinin yaklaşık yüz binde biri kadar. (Karşılaştırma olsun diye: Yaşamının olgunluk evresindeki Güneş'in her yıl "Güneş rüzgarı" ile kaybettiği kütle, toplam kütlelerinin yüz trilyonda biri.)

Kırmızı devlik evresinin sonuna yaklaştıkça, yıldızın "soluğu" hızlanıyor "zarf" diye de adlandırılan dış katmanlarını atılan bir taşın suda yarattığı halkalar gibi yavaş yavaş uzaya bırakıyor. Uzaya yayılan elementler gittikçe yo-

ğunlaşarak son derece küçük zerreciklerden oluşan bir toz meydana getiriyorlar. Bu toz, artık yaşamının son demlerinde yıldızı bir koza gibi örtüyor ve bir zamanlar gökyüzünün en parlak yıldızlarından biri haline gelmiş olan kırmızı dev, gözden yitip gidiyor. Bir bakıma bir evrensel "katarakt" süreci yaşıyor. Yalnız bu toz kozası yıldızı tümüyle simetrik bir biçimde örtmüyor. Toz, yıldız ekvatoru çevresinde yoğunlaşırken başka noktalarda, (genellikle kutuplarda) daha ince oluyor. Koza evresinde artık son nefes yaklaşıyor ve bu son nefes oldukça güçlü oluyor. Yıldızın o ana kadar yavaş olan rüzgarı, aniden şiddetleniyor ve zayıf yerlerinde, yani kutuplarda kozayı deliyor. Bin yıl kadar merkezdeki sıcak çekirdek bu dağılmış gaz ve toz moleküllerini aydınlatıyor. Ancak bizim bakış açımızda ekvator çevresindeki toz hala yıldız perdelediğinden biz yalnızca kutup bölgelerinden gelen ve dağınık gaz ve tozda yansıyan (dikkat: ışımaya yok) yıldız ışığını görüyoruz. Dolayısıyla yıldız, kozasından çıkıp kanatlarını açmış bir kelebeği andırıyor.

Nihayet Kalp Krizi aşamasına geldik. Aşağı yukarı 10 000 yıl gibi "kısacık" bu süreçte gezegenimsi bulutsu iyice ortaya çıkıyor. Artık dış katmanlardaki gaz uzaya yayılıyor ve merkezde (oksijen ve karbondan oluşan) çok sıcak çekirdek açığa çıkıyor. Çok sıcak olan (milyarlarca derece) "beyaz cüce" morötesi ışınımıyla çevresindeki dağılan gazı ısıtıp iyonize ediyor (yani elektronları atomlardan kopartıyor) ve bulutsu ışımaya başlıyor.

Ölüden Gelen Mektup

İşte Feldmeier ve arkadaşları da bu noktada devreye giriyorlar. "Bu ışımaya ancak birkaç özel dalga boyunda oluyor, örneğin 5007 angstrom dalgaboyunda, muazzam ölçüde yeşil ışık ortaya çıkıyor, ama 5006 ya da 5008 angstromlarda bir şey yok" diye açıklıyor Feldmeier.

Ekip, Ciardullo ve Jacoby tarafından geliştirilen ve bu garip yeşil ışıktan

yararlanan bir teknik kullanmış. Feldmeier bunu şöyle açıklıyor: "Önce yalnızca 5007 angstrom dalga boyundaki ışığı geçiren bir filtre kullanarak bir resim çekiyoruz. Sonra aynı bölgenin resmini farklı dalga boyuna hassas bir başka filtre ile çekiyoruz. İki dalga boyunu birbirinden çıkarınca gezegenimsi bulutsular, küçük ışık noktaları olarak karşımızda beliriveriyor." Araştırma ekibi, Virgo kümesindeki gökadalara arası boşluklar üzerindeki taramanın ilk aşamalarında 6 küçük bölgede, daha önce bilinmeyen tam 130 gezegenimsi bulutsu saptamış. Feldmeier "48 milyon ışık yılı uzakta olmalarına rağmen gezegenimsi bulutsuları rahatlıkla görebiliyoruz" diyor. Ciardullo da "Virgo'nun resmi belirginleştikçe, daha



"Antenler" diye de bilinen etkileşim halindeki iki gökada. Yerlerinden kopan yıldızların oluşturduğu kuyruklar, Virgo'nun "Öksüz"lerine model oluşturuyor.

bunlardan on binlercesini bulacağız ve bu sayede bu gökada kümesi, Evren'de en yakından tanıdığımız küme olacak" diye ekliyor.

Feldmeier, Ciardullo ve Jacoby, gezegenimsi bulutsuların yeşil parıltısının, gökbilimin bugüne dek cevap veremediği bazı sorulara ışık tutacağına inanıyorlar. Bunlar, Evren'de gökadalara arasında ne kadar maddenin saklı bulunduğu, bir kümede gökadalara nasıl doğup evrim geçirdikleri, Virgo kümesinin ne kadar önce oluştuğu, kümenin üç boyutlu biçimi ve gözlenen "öksüz" yıldızların nerede doğdukları gibi önemli sorular.

Araştırma ekibinden Ciardullo, ölmekte olan yıldızların, henüz hayatta olanların sayısı ve yerleri konusunda bize bir anahtar sağladığını vurguluyor.

"Kalp krizlerini gözlediğimiz her bir gezegenimsi bulutsu için, aynı bölgelerde yaşamlarının çeşitli evrelerinde bulunan, ancak uzaklıkları nedeniyle göremediğimiz milyonlarca normal yıldız yer alıyor" diyor Amerikalı gökbilimci. "Bu nedenle bu gökada kümesinin toplam yıldız kütlelerinin, gerçekte olduğundan daha düşük hesaplandığına inanıyoruz" diye ekliyor. Araştırmacılar, buluşlarının Evren'deki toplam kütle konusundaki hesaplamaları da etkileyeceği görüşündeler. Evren'deki maddenin toplam kütle, Evren'in nasıl geliştiği yolundaki modeller ve geleceği bakımından büyük önem taşıyor. Çünkü Evren, 15 milyar yıl önce hemen hemen sonsuz küçüklikte, sonsuz sıcaklıkta ve sonsuz yoğunlukta, bir proton'dan da küçük bir hacimdeyken, o zamana kadar birleşik olan dört temel kuvvetin (kütleçekimi, elektromanyetik güç, kuvvetli çekirdek gücü ve zayıf çekirdek gücünün) bilinmeyen bir nedenle ayrılması sonucu ortaya çıktı. Ama eğer yeterli yoğunlukta madde yoksa, "Büyük Patlama"nın itiş gücüyle Evren sonsuza kadar genişleyecek. Ancak içindeki madde yeterli bir büyüklükteyse, kütleçekiminin etkisiyle genişleme giderek azalacak ve sonunda Evren yeniden kendi üzerine çökerek eski "tekillik" haline dönecek. Gökbilimciler, şimdiye kadar saptayabildikleri yıldız ve gökada gibi ışılan, ve dolayısıyla görülebilen maddenin, Evren'in sonsuz genişleme ve çökme arasında yavaş ve kararlı bir genişleme için gerekli kritik yoğunluğun çok küçük bir bölümünü, ancak yüzde beş ya da 10 kadarını oluşturduğunu hesaplıyorlar. Bu durumda, bilim adamları Evren'in kütlelerinin büyük çoğunluğunu oluşturduğuna inanılan ve varlığı gökadalara dönüş hızları incelenerek kuramsal olarak çıkarılan, ama ne yazık ki ışımaya yapmadıkları için görülemeyen "karanlık madde"nin peşine düştüler. Gene de son bulgular, bu kuramsal maddenin varlığına rağmen Evren'in yeterli yoğunluktan yoksun olduğunu ve trilyonlarca yıl sonra tüm yıldızların ve gökadalara sönmesiyle karanlık bir boşluk olarak sonsuza kadar genişleyeceği görüşünü destekler nitelikteydi.

Ciardullo'ya göre buluşları hesapların yeniden gözden geçirilmesini gerektirebilir. "Araştırmamız gösteriyor ki, bazı modeller için gerekli olan 'kayıp madde'nin en azından bir bölümü, bilinmeyen egzotik yapılardan değil, varlıklarını daha önce saptayamamış olduğumuz alelade yıldızlardan oluşuyor. Bu gerçek de, Evren'in dinamikleri ile ilgili olarak geliştirilen modelleri etkileyebilir" diyor.

Öksüzlerin Öyküsü

Gökbilimciler ayrıca buluşlarının, bir küme içindeki gökadalardan yakın geçişler sonucu birbirlerini etkilediği ve biçim değiştirdikleri yolundaki görüşlere de kanıt oluşturduğunu söylüyorlar. Daha önce de bazı gözlemlerce doğrulanan bu görüşe göre birbirlerine bazen sürünürcesine geçen gökadalardan arasındaki kütleçekim etkileşimi öylesine büyük oluyor ki, iki gökada tekrar uzaklaşırken birbirlerinden "kopardıkları" yıldızlar, boşlukta uzun kuyruklar oluşturuyorlar. Feldmeier "Bir kümedeki gökadalardan birbirleriyle ne kadar çok etkileşirlerse, biçimleri o ölçüde bozuluyor ve yuvalarından kopmuş 'öksüz' yıldızların sayısı o ölçüde artıyor" diyor. Ekip arkadaşı Ciardullo ise, gezegenimsi bulutsuların gözlenip öksüz yıldızların sayı ve dağılımlarının saptanması yoluyla gökada kümelerinin yaşları ile enerjilerinin belirlenebileceğini söylüyor. Yeşil ışımaya sahip (yani gezegenimsi bulutsu aşamasında) yıldızların oluşturduğu belirgin kuyruklar, bir gökada kümesinin "orta yaşlı" olduğuna işaret. Çünkü oluşmasından bu yana içerdiği gökadalardan bir çok yakın geçişe yetecek kadar zaman geçmiş. Ama geçen zamanda, etkileşimin izlerini silecek kadar uzun olmamış. Ciardullo "Virgo kümesi ile ilgili olarak daha büyük parçaları bir araya koymaya başladık. Ve öyle görünüyor ki, saptanan gezegenimsi bulutsular rastgele bir dağılıma sahip olmak yerine, uzun kuyrukla akla getiren bir kümeleşme gösteriyorlar. Küme hakkında daha ayrıntılı bir resim oluşturabildiğimiz zaman bu "yeşil yıldız" kuyruklarını belki de görebilecek ve hatta bir gökadan diğerine uzandıklarını belirleyecek ve küme içinde de başboş kalmış çok sayıda yıldız saptayabileceğiz" diyor.



Yay takım yıldızındaki Hubble 5, "Olgun" gezegenimsi bulutsuların bilinen en iyi örneği.

Ekibin gözlemleri sonucu elde ettiği bir başka bulgu da gezegenimsi bulutların oksijen içermesi. Biliyoruz ki oksijen, ancak bir önceki nesil yıldızların sıcak merkezlerinde nükleer tepkimeler sonucu oluşur ve büyük kütleli yıldızların patlamasıyla uzaya saçılır, daha sonra da muazzam hidrojen bulutlarına karışıp oluşacak yeni nesil yıldızların kabuklarına karışır. Dolayısıyla araştırmacılar, incelenen "kalp hastası" yıldızların uzayın تنها yerlerinde tek başına oluşmadıklarını, daha büyük bir olasılıkla kalabalık yerlerde, yani gökadalardan içinde ölmüş yıldızların artığı tozların yoğun bulunduğu yerlerde yaşamlarına başladıklarına inanıyorlar. "Bu (ölüm sancılarında) yıldızların, çok uzak olmayan bir geçmişte gökadalardan koptukları yolunda belirtiler var. Bu araştırma sırasında toplayacağımız ek bilgilerin, bu düşüncemizi doğrulayacağını sanıyoruz" diyor Ciardullo.

Can çekişen yeşil yıldızların araştırmacılara iletmediği bir başka bilgi de Virgo kümesinin üç boyutlu yapısını ilgilendiriyor. Bunda araştırmacılar, gezegenimsi bulutsuların parlaklıkları için bir üst sınır bulunmasından yararlanmışlar. Ciardullo, "Genellikle 'Virgo'nun kalbi' diye bilinen (eliptik

dev) M87 gökadasının çevresinin haritasını çıkarmayı başardık ve gördük ki Virgo, küre biçiminde değil, uzun tarafı bize dönük bir rugby topu biçiminde" diye özetliyor sonucu. Gökbilimciler Virgo kümesindeki tüm gezegenimsi bulutsuların maksimum parlaklıklarının aynı olduğunu varsayıyorlar. Bu durumda ölen yıldızların dünyadan görünen parlaklıkları, uzaklıklarını ele veriyor. Görünür parlaklığı daha az olanların daha uzakta oldukları anlaşılıyor. "Eğer gözlenen gezegenimsi bulutsunun gerçek parlaklığı varsayılandan daha düşükse, bu onun daha da yakında olduğunu gösterir, uzakta değil" diyor Ciardullo.

Aynı ekip önümüzdeki bahar Kitt Peak'te daha büyük bir fotoğraf makinesinden yararlanarak aynı süre içinde 130 yerine 600 gezegenimsi bulutsu izleyebileceğini umuyor. Ama Ciardullo seçtikleri yıldızların daha şimdiden söylemek istediklerini söylediklerini vurguluyor. "Ölüm döşeğindeki bu yıldızlar ve öteki öksüzler olmasaydı, Virgo kümesi hakkında böylesine çok şeyi hiç bir biçimde öğrenemeyecektik."

Raşit Gürdilek

Kaynaklar:
<http://www.eurekalert.org>
Kwok, S., *Stellar Metamorphosis*, Sky and Telescope, Ekim 1998