

Evrende Geri Kazanım

Doğal kaynakları kullanma konusunda duyarlı olanlarımız, tükettiğimiz ürünlerin geri kazanılabilir olmasına özen gösteririz. Ancak, bu ürünlerin geri kazanılabilir olması yeterli değil. Bunun için izlenmesi gereken bir süreç var. Öncelikle, bu ürünlerin atıklarının ayrılarak geri kazanım kumbarasına atılması gerekir. Buradan alınan atıklar, fabrikalarda yeni ürünler yapmak için işlenir.

Olaya "evrensel" açıdan baktığımızda, gökadarlar da bir bakıma maddenin işlendiği fabrikalardır. Belki burada, üzerlerinde "Geri Kazanım Kumbarası" yazılı büyük kutular yok; ancak, buradaki geri kazanım sürecinin çok verimli biçimde işlediği bir gerçek. Nasıl atık içecek kutularından yenileri üretilebiliyorsa, gökadalarda da patlayıp ölen yıldızların atıklarından yeni yıldızlar meydana geliyor.

Evrensel geri kazanımın başlaması için, evrendeki ilkel maddeden oluşan ilk yıldızların ömrünü tamamlaması gerekiyordu. İlk yıldızların nasıl ortaya çıktığı konusu, ayrıntılarda tartışılmalı olmakla birlikte, ana hatlarıyla üzerinde uzlaşmış durumda. Buna göre, Büyük Patlamanın hemen ardından, Evren, atomların oluşabilmesi için fazla sıcaktı. İlk atomlar, Evrenin ortaya çıkışından yaklaşık 300 bin yıl sonra meydana gelmeye başladı. Artık, sıcaklık elektronların ve çıplak atom çekirdeklerinin bir araya gelerek hidrojen ve başka hafif

atomları oluşturması için uygundu. Atom yoğunluğunda, yani birim hacme düşen atom sayısında oluşan küçük (yaklaşık 100 000'de bir) iniş çıkışları, bugün, mikrodalga fon ışıması olarak gözleyebiliyoruz.

İlk gökadarlar ve onların içerdiği yıldızlar, evrendeki bu ilkel maddenin kütleçekiminin etkisiyle belli merkezlerde çökmesiyle oluştu. Her ne kadar, Hubble Uzay Teleskopu sayesinde artık Evrenin neredeyse "kenarını" görebiliyorsa da, ilk gökadarların Büyük Patlama'dan ne kadar sonra oluştuğunu tam olarak bilmiyoruz. Hubble'ın görüntülediği garip görünlü bir çok ilkel gökadanın, Evrenin yaşının 10'da birinden daha genç olduğu sanılıyor. Gördüğümüz kadarıyla, Evren yaklaşık bir milyar yaşındayken de gökadarlar en azından biçim olarak şimdiki benziyordu. Her biri, yakınımda gözlediğimiz yaşlı gökadalardaki gibi milyarlarca yıldız içeriyordu.

Eğer bir yıldızın kütlesini biliyorsak, onun ne kadar süreyle parlayaca-



Akrep Takımı yıldızındaki Karanlık Bulutsu

ğını yaklaşık olarak hesaplayabiliriz. Bunun yanında, büyük bir gaz bulutundan değişik kütlelerde ne kadar yıldız oluşabileceğini de bulabiliriz. Bu kütle-sayı dağılımını bir grafiğe dönüştürdüğümüzde, şaşırtıcı düzgülükte bir eğri ortaya çıkıyor. Ayrıca bu eğri, küçük kütleli yıldızların sayısının, büyük kütleli yıldızların sayısına çok daha fazla olduğunu söylüyor. Grafiğe bakarak, bir bulutsudan hangi kütlede kaç yıldız oluşacağını görebiliyoruz.

Gökadanın geri kazanım kumbarası yıldızların artıklarıyla doludur. Geri kazanım kumbarasının nasıl dolduğunu anlamak için, hangi kütledeki yıldızın ne kadar süreyle parlayacağını bilmemiz gerekir. Bir yıldızın, insan ömrünün en azından 10 bin katı kadar yaşar. Bu nedenle, bir yıldızın yaşını doğrudan ölçemeyiz. Bunun yerine, yıldızın ömrünü bulabilmek için, onun nükleer yakıtını ne kadar hızlı tükettiğini hesaplamamız gerekir. Daha 1930'lu yıllarda, hakkında neredeyse hiçbir bilgimizin olmadığı yıldız evrimi, günümüzde iyi anlaşmış durumda. Kütle-yıldız ömrü ilişkisine gelince, büyük kütleli yıldızlar, küçük kütleli yıldızlara göre çok daha az yaşarlar. Bu bir çelişki gibi görünse de, nedenini anlamak zor değil. Yıldızın kütlesi ne kadar fazlaysa, nükleer tepkimelerin meydana geldiği yıldızın merkezi o kadar yüksek basınç altında ve sıcak olur. Bu sayede, tepkimeler çok büyük hızlarda gerçekleşir.

Kütle-sayı grafiğini, yıldız evrimi kuramıyla birleştirdiğimizde, hangi kütledeki yıldızın ne kadar süre parlayacağını bulabiliriz. Bu aslında şu anlama da geliyor: "Marketimizde" kaç çeşit geri kazanılabilir ürün bulunduğunu istatistiksel olarak bulabiliyoruz. Yani, onları kullanmaya başladıktan ne kadar sonra geri kazanım kumbarasına gireceklerini biliyoruz.

Gezegelimizde, atıklarımızın yaklaşık % 10 gibi küçük bir oranını geri kazanıyoruz. Üstelik bu % 10, hem üretimin tüm aşamalarındaki geri kazanımı, hem de tüketimden sonraki geri kazanımı içeriyor. Bir düşünürsek, evlerimizdeki çöplerin ne kadarı yeniden değerlendiriliyor? Çok azı. Geri kazanım daha çok fabrikalarda üretim sırasında yapılıyor.

Evrenin genelini ele aldığımızda, geri kazanım işleminin çok iyi çalıştığını söyleyebiliriz. Buradaki maddenin yaklaşık %90'ının yeniden kullanıldığı düşünülüyor. Bir kere, kullanılan maddenin depolanması gibi bir sorun yok. Gökadalarındaki yıldızlararası ortamda yeterince boş yer var. Gökadalar, evrensel çöplerin hem üretildiği, hem de yeniden değerlendirildiği yerler. Ölen yıldızlardan uzaya saçılan madde, eninde sonunda başka yıldız oluşturmak üzere, buradaki molekül bulutlarında değerlendiriliyor. Tüm geri kazanım süreci içinde, en az anlaşılan bölümün bu olmasına karşılık, gözlemler, bu aşı-

manın çok verimli bir biçimde gerçekleştiğini gösteriyor.

Yoğun gaz ve toz bulutlarının, kendi kütleçekimlerinin etkisiyle çökerek yıldızları oluşturduğunu biliyoruz. Bir yıldız, nükleer yakıtını tükettiğinde, geride onun kütlelerinin bir bölümü de geri kazanılamayan madde olarak kalır. Bu madde yıldızın başlangıçtaki kütlelerine bağlı olarak bir beyaz cüce, bir nötron yıldızı ya da bir kara delik olabilir.

Üretim Aşaması

Yıldızlararası ortamda bulunan madde, gaz ve tozun bir karışımıdır. Buradaki gazın büyük bölümünü hidrojen oluşturur. Hidrojen, sıcak bulutlarda genellikle atom (H); soğuk (100 Kelvin'in altında) bulutlardaysa gaz (H₂) halinde bulunur. Yıldızlararası ortamda bulunan tozsa, bildiğimiz tozdan çok daha küçük parçacıklardan meydana gelir. Bu toz taneleri daha çok bir dumanı oluşturan parçacıkların büyüklüğündedir. Ancak, bu küçük parçacıklar yine de molekül olarak adlandırılmayacak kadar çok atom içerirler.

Yıldızlararası ortamda bulunan madde, yıldızlardan kaynaklanan görünür ve morötesi ışınmayı soğurur. Bu nedenle, maddenin yoğun olduğu bölgeler, gökyüzünde daha karanlık görünür. Samanyolu kuşağı üzerinde karanlık görünen bölgeler, yıldızlararası maddenin yoğun olarak bulundu-

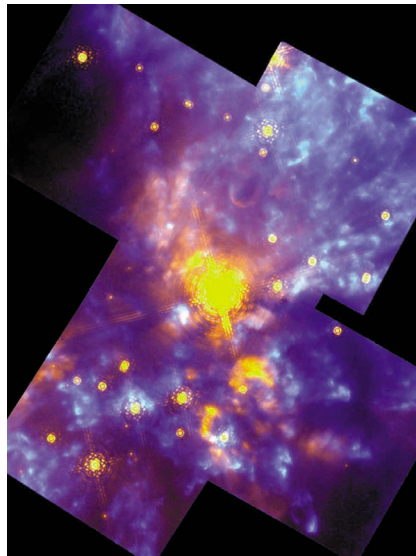
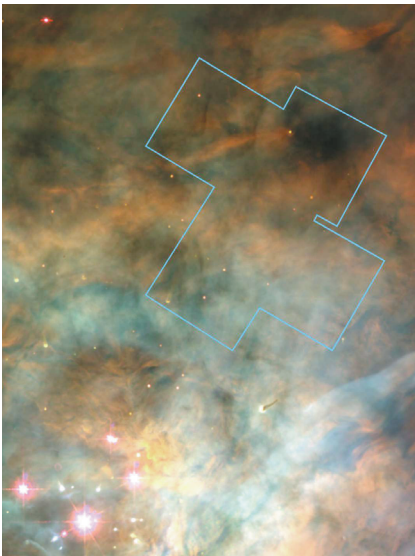
ğu yerlerdir. Samanyolu'na karanlık bir yerden bakarsanız, onun parçalı görüldüğünü fark edersiniz. Aslında, Samanyolu'nun kollarıyla aramızda yer alan karanlık bulutlardan dolayı bu bölgeler karanlık görünmektedir.

Yoğun karanlık bulutsular, yakınlıklarında parlayan bir yıldız onları ısıtılmadıkları sürece çok soğukturlar. Buradaki soğuk gazlar, yıldız oluşumu için ideal yerlerdir. Soğuk olmaları önemli; çünkü, gazların önemli bir özelliği de ısıtıldıkça basınçlarının artmasıdır. Bu nedenle soğuk bir gazı sıkıştırmak daha kolaydır. Bir bulutsudan yıldızların oluşabilmesi için de bulutsuyu oluşturan maddenin parçacıkları arasındaki kütleçekiminin gazın basıncına galip gelmesi gerekir. Bu nedenle, yıldızların oluşması için en uygun ortamlar, soğuk ve yoğun bulutsulardır.

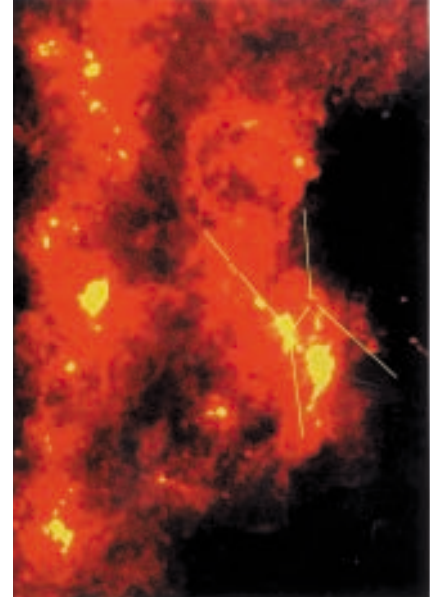
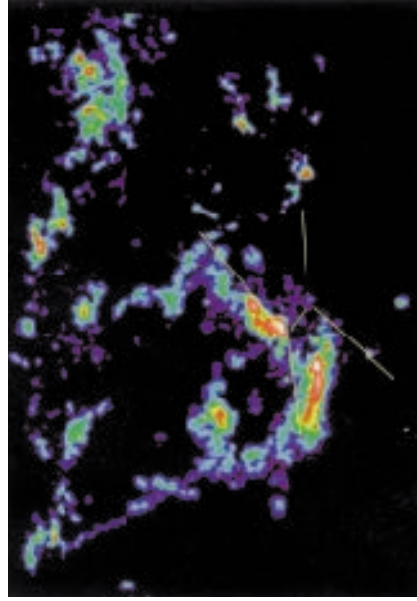
Gökadamızda, yıldızlararası ortamda bulunan soğuk gazın büyük bölümü *dev molekül bulutları* denen bulutlarda bulunur. Bu oluşumların nasıl ortaya çıktıklarının ayrıntısı çok iyi bilinmese de, basit bir anlatımla, süpernovalar gibi büyük patlamalar, kütleçekimi ve basınç birlikte bu bulutların oluşumunda rol oynuyorlar.

Bulutun içindeki gazın yoğunluğu, çevresindeki yıldızlardan gelen morötesi ışınımı engellemeye başladığında, H atomları birleşerek, H₂'yi, yani hidrojen molekülünü, oluşturur. Bu molekül bulutlarında meydana gelen çalkantılar, belli bölgelerdeki homojenliğin bozulmasına; bu da bulutsuda topaklaşmaya yol açar. Topaklaşmanın olduğu yerler kütleçekiminin etkisiyle yeterince sıkıştığında, merkezlerindeki basınç ve sıcaklık - ki bu sıcaklık bir milyon dereceyi aşar - nükleer tepkimeleri başlatabilir. İşte, bu kendi kendine oluşmuş devasa nükleer reaktörlere *yıldız* diyoruz.

Bir dev molekül bulutu, yüz bin güneş kütleleriyle bir milyon güneş kütleleri arasında değişen kütlede maddeye sahip olabilir. Eğer, bu bulutlardaki gazın tamamı yıldız dönüşebilseydi, her bir bulut bir milyon yıldız üretebilirdi. Samanyolu'ndaki dev molekül bulutlarının kesin sayısı bilinmemekle birlikte, sayılarının en azından 50 olduğu sanılıyor. Bu bulutların pek azı bizim üzerinde çalışabileceğimiz kadar yakınımda yer



Hubble Uzay Teleskopu'yla çekilen bu fotoğraflar, bulutsunun bir bölümünün görünür dalga boyundaki (solda) ve buradan alınan bir ayrıntının kızılötesi dalga boyundaki görüntüleridir. Bulutsu, içindeki genç yıldızların gazı iyonlaştırması sayesinde parlar.



Avcı Takımyıldızı. Avcı'nın kemerini oluşturan (çapraz dizili üç yıldız) yıldızların sağ altında yer alan Orion Bulutsusu, çıplak gözle bile görülebilir. Burası, yakınımızda yer alan önemli yıldız fabrikalarından biridir. Radyo ve kızılötesi görüntülemenin gökbilimde kullanımından önce, bölgedeki molekül bulutlarının bu kadar yaygın olduğu bilinmiyordu. Ortadaki ve sağdaki görüntüler, molekül bulutundaki karbon monoksitin radyo ve kızılötesi dalga boylarında çekilmiş fotoğraflardır.

alıyor. Bunlardan bize en yakın olanı, 1300 ışık yılı uzaktaki Orion Bulutsusu'dur. Orion gibi bulutsuların yapılarını inceleyerek, dev molekül bulutlarının özelliklerini anlayabiliyoruz.

Çöpleri Toplayanlar

Gökadalarda, yıldız oluşumuna yardımcı olan bazı etkiler vardır. Bunlardan en önemlileri süpernova patlamalarıdır. Süpernovalar, çok büyük patlamalarla oluşurlar. Öyle ki, patlamanın yarattığı şok, çevrelerindeki yıldızlararası maddeyi bir kar makinesi gibi süpürür. Bu süpürme işlemi, ortamdaki maddeyi bir basınç altına sokar ve maddenin belli yerlerde yoğunlaşarak çökmeye başlamasını tetiklemiştir.

Bir süpernova, patlamadan önce sahip olduğundan çok daha fazla miktardaki maddeyi sürükleyebilir. Örneğin, 10 güneş kütleli bir yıldız, santimetre küpe ortalama 10 hidrojen atomunun düştüğü bir ortamda patladığında, yarattığı şok dalgası 60 ışık yılı uzaklığa kadar ulaşır. Bu şok dalgası yaklaşık 8 000 güneş kütleli maddeyi sürükleyebilir. Olaya geri kazanım yönünden baktığınızda, Süpernova patlamaları, için "çöp toplama" bölümünü üstlenmiş oluyor.

Bir süpernova patlaması görüntüsüne baktığımızda onun yarattığı et-

kiyi hemen görebiliriz. Vela Bulutsusu bunun güzel bir örneğidir. Bu bulutsudaki gazların bir süpernova patlamasıyla itildiği açıkça ortada. Bulutsudaki kavisli yapıya baktığımızda, en azından bir süpernova patlamasının ürünü olduğu anlaşılıyor. Bulutsudaki sürüklenmiş gaz ve toz, yıldız oluşumu için kusursuz hammadde durumunda. Bu bulutsudan oluşacak yeni yıldızların büyük kütleli olanları da bir gün süpernova olarak patlayacak. Böylece, onlar da kendilerini doğuran bulutsuyu sürükleyerek yeni yıldızların oluşumuna zemin hazırlayacaklar. Bu döngü, bulutsudaki madde, kahverengi ve beyaz cüceler, nötron yıldızları ve kara delikler gibi geri kazanılamayan maddeye dönüştüğünde sona erecek.

Süpernova örneği, yıldız oluşumunu, özellikle de yarattığı yüksek basınçla büyük kütleli yıldızların oluşumunu tetikleyen mekanizmalardan en önemlisi. Bu büyük kütleli yıldızlar, hidrojen gazını iyonize eden yüksek enerjili ışınlar yaparlar. Bu ısınmış ve iyonlaşmış gaz, gökyüzünde, parlak bulutsular olarak görünür. Genellikle, iyonlaşmış gazın bulunduğu bölgelerin sınırlarındaki basınç, çevresindeki yıldızlararası ortama göre daha yüksektir. Basıncıdaki bu fark, iyonlaşmış bölgenin yakınındaki gazın sıkışmasına yol açar. Bu nedenle ki, yıldız oluşumu büyük oranda

iyonlaşmış bölgelerin kenarlarında gerçekleşir.

Yıldız oluşumunu tetikleyen mekanizmalar arasında, süpernova patlamalarından çok daha etkili ancak daha ender görülen bir mekanizma daha var: Gökada çarpışmaları. Gökadamız Samanyolu büyük olasılıkla Andromeda Gökadası'yla çarpışacak. Andromeda, Samanyolu gibi, Yerel Gökada Kümesi'nin üyesi ve bize de en yakın gökada. Çarpışma gerçekleştiğinde, yıldız oluşum hızında büyük bir "patlama" gerçekleşecek. Bu çarpışmanın gerçekleşmesine daha milyarlarca yıl var. Ancak, bir çarpışmanın nasıl bir etki yaratacağını, canlı olarak izleme şansımız var. Şu an gökyüzünde çarpışmakta olan iki gökada var. Bu gökadalarda, NGC 4038 ve NGC 4039 katalog numaralarına sahiptirler. İkiliye Anten Gökadaları da deniyor. Çünkü, çarpışma sonucu antene benzer bir şekil almışlar.

Aslında, bir gökada çarpışması, tam olarak düşündüğümüz anlamda bir çarpışma değildir. Yıldızlar arasındaki uzaklıklar o kadar fazladır ki, milyarlarca yıldız içeren gökadalarda, yıldızlar neredeyse hiç çarpışmaz. Ancak, her iki gökada da yıldızlararası ortamda bulunan maddenin karşılaşması, yıldız oluşumu için muazzam tetikleyici bir mekanizma oluşturur.

Süpernova patlamaları ve güçlü yıldız rüzgarları, çevredeki maddeyi

iterken, yeni doğmuş yıldızlar kendilerini yıkımdan kurtarmak için çabalarlar. Genç yıldızlar, yaydıkları yüksek enerjili fotonlarla, bu baskıya dayanırlar. Hubble Uzay Teleskopu sayesinde, yıldızlararası ortamdaki güçlü rüzgarlara dayanmaya çalışan yıldızları görebiliyoruz.

Tozlu Fabrikalar

Yıldızlar ve yıldız rüzgarları, atıkların yeniden yıldız hammaddesi yapmak için "mikroskobik" olarak işlenmesinden sorumlu. Yıldız evrimi sırasında, nükleer tepkimler sonucu oluşan başka atık maddeler de var. Daha önce de değindiğimiz gibi, yıldız evrimi, yıldız fiziğinin öteki branşları arasında en iyi anlaşılmiş olanı. Bu sayede, yıldız evriminin her aşamasında ne zaman ve ne kadar maddenin üretildiğini; ne kadarının yeniden kullanıldığını biliyoruz. Ne var ki, gerek bir insanın atığı gerekse bir yıldızınki olsun; sorun geri kazanılacak maddenin nereye atılacağı.

Yıldızlar, ilginç biçimli rüzgarlarla gaz ve toz fırlatmayı çok severler. Bu yıldız parlamaları çok güzel görüntüler sunsa da onların özelliklerini hesaplamak çok zordur. Bu çok küçük ölçekli parlamaların örneklerini Güneş'e bakarak görebiliyoruz. Geri kazanım kumbarasına katkıda bulunan bir başka madde akışı da gezegenimsi bulutsular yoluyla olur. Güneş benzeri bir yıldız, nükleer yakıtını tükettikten sonra kırmızı dev olur. Kırmızı



Çarpışan gökadalalar: Anten Gökadalaları. Hubble Uzay Teleskopu'nun kızılötesi dalga boyunda çektiği bu görüntüdeki parlak, mavi görünen yıldızlar, çarpışmanın etkisiyle tetiklenen süreçte meydana gelmiş.

dev aşamasında çok genişleyen yıldız, daha sonra dış katmanlarını uzaya savurur ve geriye bir beyaz cüce kalır. Bu beyaz cüce, herhangi bir enerji kaynağına sahip olmadığından, sadece önceki sıcaklığıyla parlar. Yıldızın savurduğu madde, gezegenimsi bulutsu halini alır.

Gezegenimsi bulutsular, süpernova patlamaları kadar şiddetli patlamalar olmasalar da, yıldızlararası ortamın zenginleştirilmesindeki payları hiç de az değil. Bu zenginleşmenin önemi büyük. Çünkü, başlangıçta hidrojen ve daha az miktarda helyumdan başka element içermeyen Evren bu sayede daha ağır elementlere sahip oldu. Böylece, gezegenlerin ve yaşa-

mın oluşumu için de zemin hazırlandı.

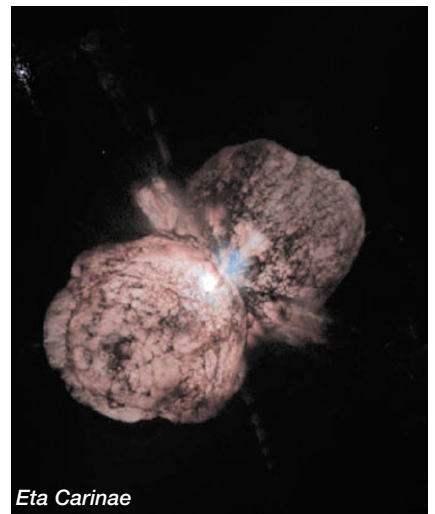
Daha önce de değindiğimiz gibi, toz, geri dönüşüm işleminde kritik bir role sahip. Toz, yıldızların oluştuğu bölgeleri, yüksek enerjili fotonlara karşı korur. Bunun yanında, tozun hidrojen gazının (H₂) oluşumunda da payı var. Normalde, yıldızlararası ortamdaki gibi düşük yoğunluktaki bir ortamda, iki hidrojen atomunun birleşecek kadar yaklaşabilip bir hidrojen gazı molekülünü oluşturması çok zordur. Toz, burada devreye girer. Hidrojen atomları, toz parçacıklarının yüzeylerine tutunabilir. Yüzeyde bulunan iki hidrojen atomu, birleşerek hidrojen gazını oluşturur. Gaz



Vela Süpernova Kalıntısı

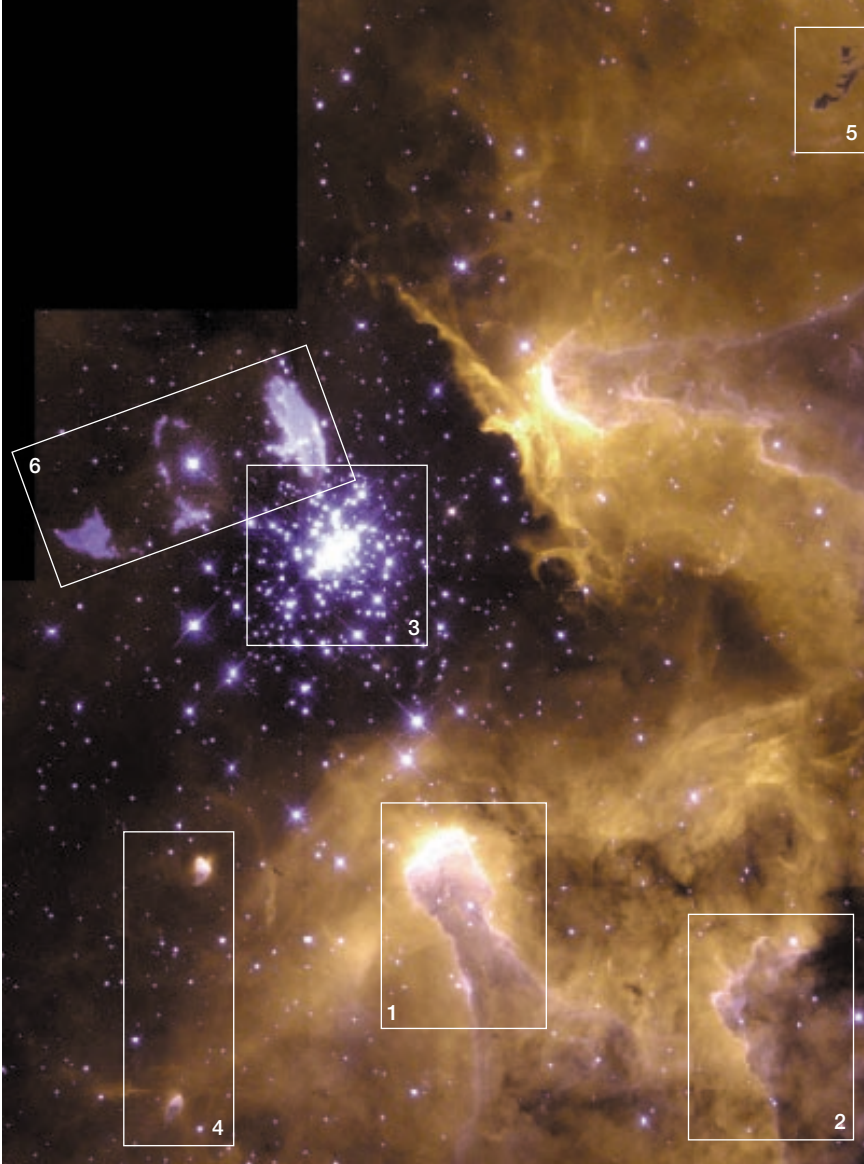


Kumsaati Gezegenimsi Bulutsusu



Eta Carinae

Gezegenimsi bulutsular, Güneş benzeri bir yıldızın kırmızı dev aşamasından sonra dış katmanlarını uzaya savurmasıyla oluşur. Gezegenimsi bulutsular ve Eta Carina gibi patlayan yıldızlararası ortama madde fırlatan yıldızlar, yıldız fabrikaları için önemli miktarda gaz ve toz içeren hammaddedyi sağlamış olurlar. Süpernova patlamalarıysa çok güçlü patlamalardır ve yeni yıldızlara hammaddede sağlamanın yanında, molekül bulutları üzerinde yarattıkları basınçla yıldız oluşumunda önemli rol oynarlar.



20 000 ışık yılı ötede yer alan NGC 3603'ün Hubble'dan alınan görüntüsü, evrensel geri kazanım sürecini tüm aşamalarıyla gösteriyor. 1 ve 2: Gaz ve tozdan oluşan yoğun, karanlık molekül bulutları, yeni yıldızlar oluşturmak için ateşli bir biçimde yıldızlararası maddeyi işliyorlar. 3: Tüketim aşaması. Burada genç yıldızlar güçlü bir biçimde parlıyorlar. Küme, yaydığı güçlü ışınımıla çevresindeki maddeyi itiyor. 4: Orion Bulutsusu'ndakine benzer iki yeni oluşmuş yıldız çevreleyen küresel salım bulutsuları. Bu bulutsular, belki gezegenleri oluşturacaklar. Ancak, yukarıdaki kümeden kaynaklanan ışınım bu yıldızların çevresindeki gazı süpürebilir. 5: Adını gökbilimci Bart Bok'tan alan Bok kümeleri. Bu karanlık bulutlar, gelecekte yıldız üreten fabrikalarda hammadde olarak kullanılacak. 6: Ölmekte olan bir yıldız, yıldızlararası ortama madde fırlatıyor. Bu madde ve başkaları, daha sonra yeni yıldızlar oluşturmak üzere biriktirilecek. Sher 25 olarak adlandırılan ve 120 güneş kütleli yıldız yaklaşık 500 000 yıl sonra süpernova olarak patlayacak. Bu durumda bulutsuda yıldız oluşumunda yeni bir dönem başlayacak.

haline dönüşen hidrojen, anında tozun yüzeyinden kopar. Toz molekülleri, molekül hidrojenin oluşumunda; dolayısıyla da yıldız oluşumunda bir katalizör görevi görür.

Çevresel Etkiler

Geri kazanımın çevresel etkisi, toplumumuzda tartışılır durumda. Çünkü, bunların uzun dönemli etki-

leri pek değerlendirilmiş değil. Örneğin, günümüzde, meyve suyu satın alırken en çevreci yaklaşımın, içmeye hazır olanını tercih etmek olduğunu düşünebiliriz. Gerçekte, en iyisi, meyve suyunu konsantre olarak almaktır. Çünkü, meyve suyunu konsantre etmek için harcanan yakıt miktarı, içmeye hazır olanının hazırlanması için gereken suyu ve hazır meyve suyunu marketlere taşımak

için harcanan yakıt miktarından çok daha azdır.

Yıldızlararası, geri kazanım işlemleri de benzer biçimde çalışır. Örneğin, çok genç yıldızlardan kaynaklanan madde fışkırmalarının geri kazanım karışımındaki rolüne bakalım. Bu fışkırımlar, yıldızlararası ortamda onlarca ışık yılı uzaklıklara kadar ilerleyebiliyor. Bu fışkırımlar, uzun ve dar bir hatta ilerler. Bu nedenle, onların yıldızlararası ortamda çok küçük bir hacim kapladığını düşünebiliriz. Gerçekte, bu fışkırımlar, sandığımızdan çok daha büyük bir hacmi etkiler. Peki nasıl?

Molekül bulutlarının kendi ağırlıklarıyla çökebilmeleri için, dışarıdaki kinetik basıncı yenmeleri gerektiğini biliyoruz. Ölçümler gösteriyor ki, bu kinetik basınç, gaz basıncı olarak ele alındığında, tahminlerin çok üzerinde çıkıyor. Bu fazladan basınç için en iyi açıklama, molekül bulutlarındaki manyetik türbülans.

Bu, doğruluğu ölçümlerle de kanıtlanan ilginç bir öykü. Tek sorun, öykünün gerçek olabilmesi için, bilgisayar canlandırmaları gösteriyor ki, bir şeylerin manyetik alanı çok şık bir biçimde ve çok büyük ölçekte karıştırması gerekiyor. İşte, bu, genç yıldızlardan kaynaklanan dev fışkırımlar olmalı. Bu sayede, yıldız oluşumunun günümüzdeki hızı da açıklanmış oluyor.

Konuyu geniş açıda ele alırsak, insanların yaptıkları devasa yapılar bile zamanla doğa tarafından parçalanır. Doğanın sadece bizim yaptıklarımızı değil; kendi kendini parçaladığı gerçeği bizim için belki bir teselli olabilir. Dev geri kazanım fabrikaları olan molekül bulutları için de durum farklı değil. Kendi yaptıklarını kendilerinin meydana getirdiği etkiler bozarlar. Ama, bunun gerçek anlamda bir bozulma olduğunu öne sürmek yanlış olur. Çünkü, her yıkım, döngünün bir aşaması. Yeryüzünde de olduğu gibi, geniş ölçekte de bu işlemler, kullanılabilir kaynaklar tükenene değin sürecek.

Alp Akoğlu

Kaynaklar:

Goodman, A.A., Recycling in the Universe, Sky & Telescope, Kasım 2000
 Petersen, C.C., The Lives of Stars, Sky & Telescope, Eylül 1999
 Space Telescope Science Institute İnternet sayfaları (<http://www.stsci.edu>)