

# SÜPERNOVA

Osman DEMİRCAN\*

**A**ğır kütleli yıldızların (yaklaşık 10 güneş kütlesi) içinde yüksek sıcaklıkta (yaklaşık  $10^7$ K) oluşan nükleer reaksiyonlarla, hafif elementler ağır elementlere dönüşür ve ek olarak açığa çıkan enerji, ışınım enerjisi olarak bize ulaşır, yıldızı görürüz. Yıldızı kararlı tutan, yıldızdaki çekim kuvvetinin, ışınım enerjisinin oluşturduğu ışınım basıncı tarafından dengelenmesidir. Çekim kuvvetinin ışınım basıncını yenmesi halinde yıldız çöker, aksi halde genişler. Bazı yıldızlar, bu iki kuvvet arasındaki dengenin geçici olarak bozulması sonucu, dönemli bir büzülüp genişleme gösterir.

Ağır kütleli yıldızlarda, nükleer reaksiyonlar sonucu demir çekirdek oluştuğunda, kısa bir süre çekim kuvveti ışınım basıncına galip gelir ve bu süre içinde yıldız hızla çöker. Bunun nedeni, demir ve demirden sonraki nükleer reaksiyonların oluşmasıyla enerji açığa çıkmadığı gibi, reaksiyonların oluşumu için büyük enerjiye gereksinime duyulmasıdır. Demir çekirdeğin oluşmasından sonra, reaksiyonlar ters döner. Yüksek enerjili fotonların etkisi ve çökmeden oluşan çekimsel enerji sonucu, demir atomları daha hafif elementlere parçalanır. Sonunda, elektron ve protonlardan oluşan madde içinde çökmenin oluşturduğu dış basınçla, elektronlar protonlarla birleşerek nötrinoları üretir. Çok kısa sürede büyük bir kısmı nötrinoya dönüşen çekirdekte (nötrinolar maddeyle çok az etkileşen parçacıklar olduğu halde) nötrino basıncı o kadar yüksek olur ki, yıldızın dış kabuğunu, bir anda  $10.000 \text{ km/sn}$ 'lik bir hızla uzaya fırlatır. Yıldız böylece, parçalanıp uzaya saçılır.

Ağır kütleli yıldızların, nükleer evrimleri sonucu bu şekilde patlamasına süpernova patlaması denir. Yıldız çekirdeği, genellikle bu patlamadan etkilenmez ve ortalama 20 km. çapında, bir güneş kütlelerinde ( $\sim 10^{27}$  ton), çok yoğun (bir  $\text{cm}^3$ 'ü bir milyar ton) bir cisim olarak kalır. Bu cisme nötron yıldızı denir. Manyetik alanın büyük olması ve manyetik eksenin Dünya'dan geç-

Geçen sayımızda yer alan aynı başlıklı yazımızın devamı olan bu bölümde, iki ayrı süpernova türü için geniş ölçüde kabul edilen, iki ayrı model açıklanmakta ve süpernova patlamalarının Dünya'daki yaşama etkisi üzerinde durulmaktadır.

mesi halinde, ( $\sim 10^{12}$  Gauss) nötron yıldızları pulsar olarak gözlenirler.

Yukarıda oluşumunu anlattığımız süpernova patlamaları, benzer gözlemsel özelliklerle sarmal kollu galaksilerin kolları arasında, yani popülasyon I yıldızları arasında gözlenir. Patlamadan kısa bir süre sonra parlaklıkları maksimum değere ulaşır. Bu parlaklık (-17)-(-18) kadir, yani birkaç milyon tane Güneş'in toplam parlaklığına denktir. Patlamayla uzaya atılan madde 5-10 güneş kütlesi kadardır.

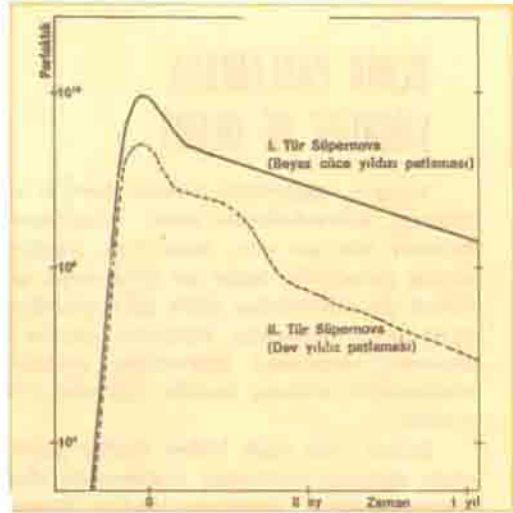
Oluşumu ve gözlemsel özellikleri tamamen farklı olan başka tür süpernova patlamaları da vardır. Bu gruptaki süpernovalar, eliptik galaksilerin yaşlı (popülasyon II) yıldızları arasında da oluşur. Daha şiddetli olan bu süpernova patlamalarında uzaya,  $15.000 \text{ km/sn}$  hızla sadece bir güneş kütlesi kadar madde atılır ve bu maddede hiç hidrojen yoktur. Bu tür süpernovaların maksimum parlaklıkları (-19)-(-20) kadir, yani 10 milyon tane Güneş'in toplam parlaklığı kadardır. Bunların; küçük kütleli, hidrojen katmanı olmayan yıldız çekirdeklerinin patlamasıyla oluştuğuna inanılmaktadır. Örneğin, birleşenlerinden biri beyaz cüce diğeri dev yıldız olan yakın çift yıldız sistemlerinde, dev yıldızdan çok miktarda madde ani olarak beyaz cüce üzerine akarsa, çekimsel çökme, beyaz cücede bulunan oksijen ve karbonu aniden demire dönüştürebilir. Bundan sonra, beyaz cücede oluşan yukarıda açıkladığımız olaylar zinciri, beyaz cüce yıldızın şiddetli bir süpernova olarak patlamasına neden olabilir. Her iki tür süpernova patlamasında parlaklığın zamanla değişimi Şekil'de gösterilmiştir. Beyaz cücelerin patlamasıyla oluşan süpernova parlaklıklarının daha yavaş ve kararlı sönümlenmesi, yayılan maddedeki radyoaktivite olmasına bağlanmaktadır. Olay "fluorescent" olayı gibidir. Beyaz cücelerin patlamasıyla oluşan süpernovalara I. Tür, büyük kütleli dev yıldızların patlamasıyla oluşan süpernovalara II. Tür süpernovalar denilen süpernovalara da II. Tür süpernovalar denir.

\* ODTÜ, Fizik Bölümü

yayılan enerji, patlayan yıldızın içinde bulunduğu galaksiyi tüm olarak aydınlatacak güçtedir. Bu nedenle, süpernova patlamaları çok uzak galaksilerden dahi gözlenebilir. Patlamayla oluşan şok dalgalarının da etkisiyle, patlama anında yeni ağır elementler oluşabilir. Uzaya yayılan bu ağır elementler, yıldızlar arası maddenin ağır element bolluğunu artırır. Bu nedenle galaksimizde, genç popülasyon I yıldızlarının ağır element bolluğu fazladır. Güneş sistemi, popülasyon I yıldızı olarak böyle ağır elementli bol olan bir yıldızlar arası maddeden oluşmuştur. Oluşumunda bir süpernova patlamasının etkisi olduğu gibi, oluştuğu madde de tamamen süpernova artıklarıdır. Güneş sisteminin üçüncü gezegeninde, kendi kendini kopya ederek çoğalabilen moleküllerin, dolayısıyla canlı varlıkların ortaya çıkışında gerekli olan morötesi ışınım, büyük olasılıkla yine bir süpernova patlamasıyla yayılan kozmik parçacıklar tarafından sağlanmıştır. Böylece, var oluşumuzu dahi borçlu olduğumuz süpernova olayı unutmamalıyız ki, çevremizde gördüğümüz tüm cisimlerin, hatta bizi oluşturan ağır elementlerin üretildiği yerdir. Damarlarımızda taşıdığımız kan bile, süpernova artıklarından ibarettir.

Basit bir hesaba göre, güneş sisteminin 4.5 milyar yıllık geçmişi boyunca, Dünya'ya 30 ışık yılından ( $\sim 7.5 \cdot 10^{15}$  km) daha yakında patlamış olması gereken süpernovaların sayısı 6'dır. Yani ortalama her 750 milyon yılda, Dünya'ya 30 ışık yılından daha yakında bir süpernova patlaması olmaktadır. Geçmişte, muhtemelen 65 milyon yıl önce, böyle bir patlamanın Dünya'daki canlı varlıklara doğrudan etkisi olasılığı, Dergimizin Ağustos 1983 sayısında açıklanmıştır. Burada bu konu üzerinde biraz daha duralım.

Süpernova patlaması çok yakında değilse, Dünya'da canlı varlıklar üzerine ilk etki, morötesi ışınımın artmasıyla ortaya çıkar. Sonra, patlamayla genişleyen madde güneş sistemini içine aldığı anda, kozmik ışınların yoğunluğu yüzlerce defa artar ve daha sonra patlamanın korkunç gürültüsü duyulur. Dünya'da bu etkiler onbinlerce yıl sürebilir. Canlı varlıklar (eğer şiddetli etkilerle toptan yok olmazlarsa), kısa sürede büyük değişikliklere uğrarlar. Örneğin, bugün insan gözü nasıl Güneş'in en fazla ışınım yaptığı elektromanyetik enerjiye (mutasyonlar sonucu) duyarlı olacak hale gelmişse, yine bazı canlı türlerinin kulakları süpernova patlaması gürültüsüne uyum sağlayacak şekilde değişim gösterebilecektir. Kozmik ve morötesi ışınım etkisiyle birçok canlı türleri, derilerinde kanserleşme sonucu yok olurken, bazı canlı türleri bu koşullara da yine mutasyonlar sonucu uyum gösterebile-



I. ve II. Tür süpernovaların parlaklıklarının zamanla değişimi görülmektedir. y eksenindeki parlaklıklar, Güneş'in parlaklığı cinsindedir. I. Tür süpernovaların parlaklığı, yıldız patladıktan kısa bir süre sonra 10 milyar tane Güneş'in toplam parlaklığı kadar inanılmaz bir değere ulaşır ve II. Tür süpernovalara göre daha yavaş sönümlenir.

cektir.

Bugün biliyoruz ki, radyoaktivite ve kozmik ışınlar, mutasyonların önemli nedenleri arasındadır ve Dünya'da canlıların evrimi doğal seçimle gerçekleşir; mutasyonlara doğal seçilimin hammaddeleciler. Bir canlı türü içinde fiziksel farklılıklar mutasyonlarla ortaya çıkar. Fiziksel farklılık gösteren aynı tür canlı gruplarından, ancak bir kısmı çevreye en iyi uyum yapabilir ve bu grup yaşamını sürdürürken, aynı türün diğer grupları zamanla yok olur. Böylece, canlı türlerinde çevre koşullarının oluşturduğu kalıcı küçük değişiklikler, onların geleceğinde etkin rol oynar. Eğer mutasyonlar olmasaydı, hiçbir canlı, ortaya çıkacak çevre koşullarındaki değişikliklere uyum sağlayamazdı. Bir canlı türünün üreyip yayılması, türdeki mutasyon miktarına bağlıdır. Her tür için, en uygun bir mutasyon değeri vardır. Türler, kendi genetik mutasyon değerlerini kontrol altında tutabilirler.

Sonuç olarak, artan kozmik ışınım biyolojik tepki, organizmadan organizmaya farklı olur. Örneğin, kısa yaşam süreli canlılarda, mutasyon değerini iki katına çıkarmak için, kozmik ışınım

## DEMİR PASLANIRSA HÜCREDE NE OLUR?

Doğanın antikorozif proteinini ferritin olmasaydı, böbreklerimiz pasla tıkanmasını önlemek için her gün New York kentinin günlük gereksinimi kadar su tüketmemiz gerekirdi. Bu özelliğinden ötürü bilim adamları, deniz suyu ortamında kullanılan çeliklerin paslanma sorununun çözümünde yardımcı olabileceğini umarak, ferritin üzerinde çalışıyorlar.

Bilinen tüm canlı türleri demire gereksinim duyarlar. Hayvanlar, kanlarındaki oksijeni hemoglobinin sayesinde taşırlar. Bitkiler ve hayvanlar, metabolizmalarını kontrol eden hayati biyokimyasal redoks reaksiyonlarında diğer demir proteinlerini kullanırlar. Ancak hücre düzeyinde, demir, mühendislerin ve denizcilerin de karşı karşıya oldukları sorunu ortaya çıkarır: Paslanma nasıl önlenir?

Demirin nemli havadaki en bilinen şekli, yüksek düzeyde çözünmez nitelikli ferrik'dir-Fe (III). Ferrik iyonları, tıpkı pas gibi, herhangi bir canlı organizma için öldürücü olan, geniş kümeler oluşturur, böylece canlı organizmanın ve hücrelerinin yaşam yollarının tıkanmasına yol açarlar. Demirin çözünebilir nitelikli şekli ferrous, Fe (II) ise hava

ve su ile temas ettiğinde oksitlenerek hemen ferrik'e dönüşür.

Doğa, Fe (II)'nin çözünebilirlik sorununu, oksijenin Dünya atmosferinde ilk kez ortaya çıkmasından hemen sonra, ferritin ile çözümlenmiştir.

Bir hücre, oksijen nakil ve biyoredoks reaksiyonları için demir proteinleri yapmak gereksinimi duyduğunda; ferritin, depoladığı demiri serbest bırakır. Bu işlemin çabukluğu, ferritinin protein kabuğundaki çok ince hücresel farklılıklara bağlıdır. Bugünkü bilgilerimiz ışığında henüz bu kabuk, aralarında ilişki bulunmamasına karşın, insan ve balıktaki organizmalarda temelde aynıdır.

Carolina State Üniversitesi'nden biyokimya Profesörü Elizabeth Theil, demir çekirdeğinin oluşmasında, ferritin proteinini kabuğunun rolü üzerinde, X ışınları kullanarak çalışmalar yaptı.

Öyle görünüyor ki, süreç, çeliğin deniz suyunda paslanarak aşınmasıyla aynı biçimde oluşuyor. Önce çeliğin yüzeyinde organik bir tabaka ortaya çıkıyor, sonra demir oksitlenerek Fe (III)'e dönüşüyor. Paslanmanın çok çabuk yayılışından ötürü bu organik tabakayı ve dolayısıyla korozyonun ilk evrelerini incelemek henüz oldukça zor; ama paslanma sorununun anahtarı belki de bir biyolojik süreçte gizli. New Scientist'den Çev.: Aliye ÖZLÜ

miktarını 100-1000 kat arttırmak gerekirken, uzun yaşam süreli canlılar için 3-10 kat arttırmak yeterli olabilir.

Bugün Dünya üzerinde kozmik ışıma miktarı yılda 0.12 röntgendir. Bunun 0.03 röntgeni, yerkabuğunun radyoaktivite özelliğinden kaynaklanmakta ve ancak kalan 0.04 röntgeni dış evrenden, özellikle süpernova patlamalarından gelmektedir. Yukarıda düşünüldüğü gibi, bir süpernova patlamasıyla Yer yüzeyinde kozmik ışın pernova patlamasıyla Yer yüzeyinde kozmik ışın

sürekli organizmalarda büyük genetik değişiklikler ortaya çıkar. Çok dar çevre koşulları içerisinde yaşayan canlı türleri ise, 10 kat artan kozmik ışın dozunun uzun süreli etkisi altında kolayca yok olabilirler.

Burada belirtilmelidir ki, açıklamaya çalıştığımız süpernova patlamalarının Dünya'daki yaşamı etkilemesi, bildiğimiz yıldız falının bilimsel açıklaması değildir. Süpernova patlamaları, Dünya'daki yaşamı, mutasyon değerini değiştirerek çok uzun dönemde etkileyebilir; fakat kişiler üzerinde gelecekte oluşacak kısa süreli ve davranışlarına yönelik etkileri tek tek ve günlük olarak ortaya çıkarmak, hele hele bunu gelecek için yapmak, bugünkü bilimle mümkün değildir. Dahası, bu etkinin nedenini burçların, gezegenlerin, Ay ve Güneş'in görsel konumlarında aramak, Dergimizin Haziran 1982 sayısında belirttiğimiz gibi, gerçekliğini, bilimselliğin tamamen dışında avunmaya yönelik zaman öldürmeaktır.

### SİZ OLSAYDINIZ ?

"SATRANÇ DÜNYASI" ndaki soruların yanıtları:

I : 1. KHS 527 2. Keç6 mat (Forgacı-Tarikower)  
Ağmaz ve şifre şah I II : 1. Kx7? 5x7? (528) 2. Vp7  
mat III : 1. VFS Axf5 2. e6 mat (Etkiyli uyutmak.)