

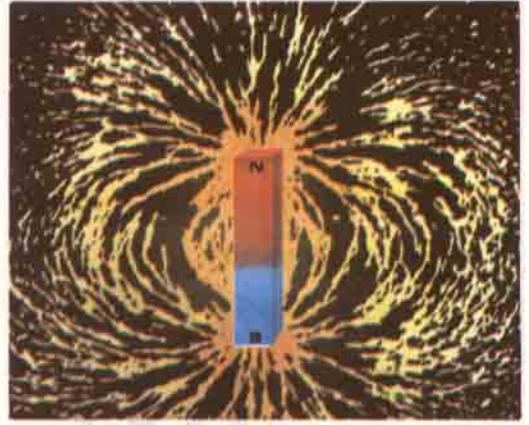
MANYETİK YILDIZLAR

Artık yıldızlar yalnız büyüklükleri, kütleleri ve ısılan (parlaklıkları) ile değil, içerdikleri kimyasal elemanlar, gazlarının yoğunluğu, sıcaklığı ve hızları ile de tanımlanıyorlar. Buna şimdi yeni bir fiziksel özellik de eklenmiştir: Manyetik alan (MA). MA, Dünya'da 0.5 gauss, Güneş'te 3000 gauss, yıldızlararası gazda 3×10^{-6} gauss, çökmüş beyaz cücelerde 10^7 gauss ve nötron yıldızlarında veya pulsarlarda 10^{12} gauss kadardır. MA, yıldızın doğuşunda, gençliğinde ve yaşlılığında rol oynar. Zayıf MA'lar bile, yıldızlararası gazın uygun bir hızla yoğunlaşarak bir yıldız oluşmasına olanak sağlar. MA, yıldızların yüzeyindeki olaylardan, örneğin güneş lekelerinden sorumludur. Yıldızların yaşlılığında şu ünlü "felaket" yani yıldızın kendi üzerine çökerek küçülmesi ve yoğunlaşması meydana geldiğinde, MA giderek daha önemli bir rol oynar; örneğini pulsar denen radyo-astronomik satelerinin oluşmasını (veya gecikmesini) belirler.

Yıldızların MA'sinin ölçülmesine yeni yeni başlanmıştır. Örnek olarak Dünya MA'sini ele alalım. Yüzyıllardır biliniyor ki, Dünya MA'si, doğal magnetit parçalarına belli bir yön verir, pusulanın esası bu olaydır. Dünya MA'sinin kuvvet çizgileri, Kuzey ve Güney kutupları arasında eğri çizgilerdir. Bir mıknatıs çubuğunun MA'si bir kağıda demir tozları dökerek gösterilebilir. Kuzey (N) ve Güney (S) kutupları arasındaki eğri, kuvvet çizgileri boyunca dizilir. Dünya MA'sinin kuvvet çizgileri buna çok benzer. İki kutuplu bu sisteme dipol denmektedir.

Dünya MA'si yıldızlararası uzay boyunca uzaklara yayılır. Bu yayılmayı sınırlayan etki Güneş rüzgânıdır; Güneş rüzgânı, Güneş'ten her yöne doğru yayılan, sıcak ve çok seyrelmiş iyonize gaz (proton ve elektron) akımıdır. Güneş rüzgânı Dünya'ya varınca, Dünya MA'si elastik bir engelmiş (örneğin balonmuş) gibi davranır. Böylece güneş rüzgânı, Dünya MA'si havuç biçimi verir. Bu havuç biçimi hacme Dünya manyetosferi denir. Manyetosferi oluşturan olay, MA'nın bir metal veya iyonize gaz gibi iyi bir iletkenine değişmesidir. Manyetik kuvvet çizgileri iyi bir iletken içinde "donarlar". Bu durumda iletken MA kuvvet çizgileri boyunca hareket edebilir. Fakat kuvvet çizgilerini enine çaprazlayamaz. O halde güneş rüzgânının şiddetle iyonize olmuş gazı (veya plazma), mükemmel bir iletken olarak ancak Dünya MA'si boyunca hareket edebilir. MA iletken içinde donduğunda iki hareket sözcüğü olabilir: Plazma yeterince sıcak ve yoğunsa, plazma kinetik basıncı MA kuvvet çizgilerinin basıncını aşar ve plazma hareketi MA kuvvet çizgilerini sürükler; bunun aksine, manyetik basınç gaz basıncını aşarsa, MA kuvvet çizgileri plazma ya yön verir.

Dünya'dan çok uzaklarda 1. hareket sözcüğüdür. Dünya MA'si zayıftır; güneş rüzgânını durduramaz; aksine, güneş rüzgânı Dünya MA kuvvet çizgilerini yana iter. Güneş rüzgânının iyonize gazı Dünya'ya yaklaştıkça, Dünya MA'si kuvvetlenir. On Dünya yarıçapından daha yakın uzaklıklarda, Dünya MA'si plazma hareketine yön verir, 2. hareket başlar. Dünya



Bir mıknatıs çubuğunun manyetik kuvvet çizgileri. Bir kağıdın üzerine demirtozu serpip altına mıknatıs çubuğu tutarak manyetik alanın kuvvet çizgileri belirlenebilir. Bir demirtozu parçacığı minik bir mıknatıs (pusula iğnesi) haline gelerek kuvvet çizgileri doğrultusunda yönelir. Bir pusula iğnesi de daima manyetik kuvvet çizgilerinin doğrultusunu alır.

MA'si katı bir hal alır ve plazmayı kendi kuvvet çizgileri boyunca akmaya zorlar. Bazı bölgelerde çok yüksek (onlarca kilovolt) bir potansiyel farkı, elektron ve protonları çok hızlandırır. Yüksek enerji kazanmış parçacıkların MA tarafından yakalandığı bu bölgeler ünlü Van Allen kuşaklarını oluşturur. Buna benzer hareketleri yıldızlarda ve özellikle pulsarlarda buluyoruz.

Şimdi kendi galaksimiz olan Samanyolu'nda MA'nın rolünü görelim. Samanyolundaki yüz milyarlarca yıldız, ince bir gaz ve toz sisi içinde yüzer. Yer yer, bu sis bulut şeklinde yoğunlaşır. Bu bulutların bir bölümü çok seyrelmiş olup, ancak radyo teleskoplarla görülür, bir bölümü ise çok yoğundur. Bazıları o kadar büyük, o kadar yoğun ve o kadar tozla yüklüdür ki, içleri ve arkaları görülmez. Bu çok yoğun bulutlar çok soğuktur: Mutlak sıfırın ancak birkaç derece üstü. Bu yoğun, soğuk ve karanlık bulutların içinden de yeni yıldızlar doğar.

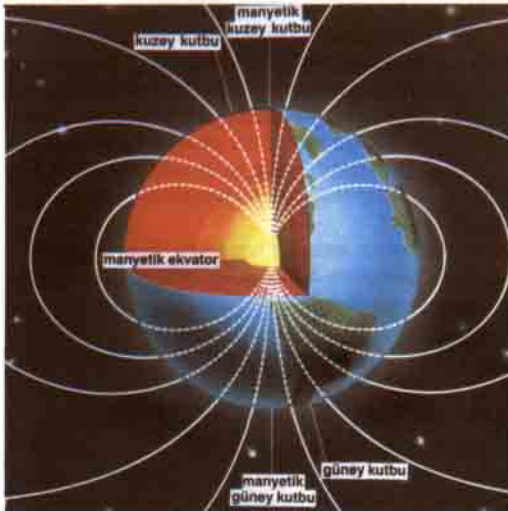
MA yıldız oluşmasında hem fren, hem motor rolünü oynar. Soğuk ve yoğun bulutlarda atomların birbirini çekmesi artar ve bu bulutlar kendiliğinden büzülmeğe başlar; çünkü merkezlerinde, kendi üstüne çökmeye karşı koyacak sıcak gaz basıncı yoktur. Bulut kendi üstüne çöktükçe atomlar birbirine yaklaşır ve birbirini daha çok çekmeye başlar; yani teorik olarak çökmenin giderek hızlanması beklenir. Böylece, küçük bulut parçaları yıldız haline almaya başlar, bulut hem küçülür, hem parçalanır. Ancak bu safhada önemli bir sorun ortaya çıkar: Gaz bulutu çok yavaş da olsa dönmektedir. Bulut büzültükçe daha hızlı döner, tıpkı bir patinajcının açık kollarını göğsüne yaklaştırdıkça hızlanması gibi. Bu dönmenin yarattığı santrifüj (merkezkaç) kuvvetleri, gaz bulutunun yoğunlaşarak yıldız haline almasını engeller. Yıldız yerine Güneş Sistemi'nden daha büyük, yassı bir disk oluşması beklenir.

Teorideki bu çapraşık sorun, yıldızlararası gaz ve bulutlarda, çok MA olması ile çözülebilir. Yıldızlararası gaz ve bulutlarda, çok

zayıf, fakat çok önemli bir MA vardır. Bu MA'nın gücü, ortalama 3×10^{-6} gauss'dur. En yoğun bulutlarda MA, 10^{-2} gaussu bulur. Bu zayıf MA'nın önemi şudur: Yıldızlararası maddede, iyi bir iletken olan, MA kuvvet çizgileri boyunca kolayca hareket eder; fakat MA kuvvet çizgileri kesecek şekilde enine hareket edemez. Bu kuvvet çizgileri, galaksi diski boyunca, galaksi'nin spiral kollarına paralel, görünmez teller gibi uzanır, yaygın gazı ve bulutları birbirine bağlar.

Bu manyetik kuvvet çizgileri, çekilme ve sıkıştırılmalara karşı koyar. Bu olayın iki sonucu vardır: 1. Yıldızlararası gaz, kuvvet çizgilerini kesecek şekilde hareket edemediğinden, MA, gaz bulutunun kendi üzerine çökmesini engeller, MA, adeta bir iç basınç yaratarak çökmeyi yavaşlatır. 2. Bu manyetik "teller", yeterince esnek olmadıklarından, bulutun, çevresindeki gazdan daha hızlı dönmesini engeller. Bulut dönmek istedikçe, manyetik çizgiler gerilir ve burulur. Böylece MA, bulutun dönerek santrifüj kuvvetleri yaratmasını engeller. Bu sayede, bulut kendi üstüne çökmeye devam ederek çevresi ile bağlarını koparır.

Bulut kendi üzerine çökerken, içinden geçen manyetik kuvvet çizgilerini aynen korur. İlkel yıldızdaki (proto-yıldız) bu kuvvet çizgileri, yıldız oluşunca 10^8 gauss'luk bir MA yaratacaktır. Bu müthiş MA'nın nedeni yıldızın çok yoğun oluşudur; şöyle ki, soğuk ve yoğun gazın 1 cm^3 'ünde 1000 atom varken, Güneş gibi tipik bir yıldızın 1 cm^3 'ünde 10^{24} atom vardır. Bu demektir ki, bulutun hacmi 10^{21} kere, uzunluğu 10^7 kere azalmıştır. Böylece, proto-yıldızın çapı 10^{18} cm 'den (bir ışık yılı) 10^{11} cm 'ye düşmüştür. Ekvator bölgesinin yüzeyi, yarıçap karesi ile orantılı olduğundan 10^{14} kere azalır. Bulut, başlangıçtaki bütün kuvvet çizgilerini koruduğundan, MA 10^{14} kat artar (10^{-6} gaussdan 10^8 gaussa yükselmelidir). Ne var ki, Güneş gibi normal yıldızlarda MA, asla 10^4 gauss üstüne çıkmaz. O halde proto-yıldız, kuvvet çizgilerinin bir bölümünü kaybetmiş olmalıdır. Astronomlar bunun nasıl olduğunu tam bilemiyorlar. Bu konuda 2 hipotez vardır: 1. Bulut, çökerken Güneş Sistemi'nin 30 katı bir büyüklüğe vardığın-



Dünya manyetik alanının kuvvet çizgileri, bir mükna-tıs çubuğunun manyetik kuvvet çizgilerini çok andırır.

da, gaz o kadar soğuk ve o kadar az iyonizedir ki, elektrik iletkenliği azalır. Bu ise kuvvet çizgilerinin çoğunun yıldızdan kaçmasına neden olur. 2. Proto-yıldız, kökme sırasında oluşan şiddetli iç girdaplar sonucu MA kuvvet çizgilerini uzaya fırlatır. Gözlemler bu 2 hipotezden hangisinin doğru olduğunu gösterecektir.

Bulut, çökmenin başlangıcında sıcaklık (enfraz) dalgalarına saydamdır; bu sayede, iç sıcaklığını dışarı verir ve çökmeye karşı bir direnç göstermez. Fakat bulut, Güneş Sistemi boyutlarına erişecek kadar çökmeye, yoğunluğu nedeniyle saydamlığını kaybeder, bunun sonucu iç sıcaklığı artar, bu ise çökmeye karşı koyar, çökme yavaşlar.

1 milyon yılda bulut, çöke çöke Güneş büyüklüğüne küçülür. Bu durumda, yıldız kendi üzerine çöktürücü çekim (gravitasyon) güçleri, çok yüksek bir iç sıcaklıktan doğan basınçla dengelenir. Çökme arttıkça iç sıcaklık da arttığından denge korunur. Bulutun iç sıcaklığı 1 milyon dereceye ulaşınca bir ilkel yıldız (proto-yıldız) oluşmuştur. Bu sırada önemli bir değişim yer alır; protonlar birbirlerine yeteri şiddetle çarptığından, birleşerek helyum çekirdeği oluştururlar, buna füzyon denir ($4H \rightarrow He$). Bu reaksiyon, müthiş bir enerji açığa çıkarır. Bu olay H bombasındaki olaydır. İç sıcaklık yeterince yükselince proto-yıldız, yıldız halini alır; şöyle ki, yüzeyden kaybedilen sıcaklık, merkezdeki nükleer reaksiyonlarla telafi edilir, yıldızın çekim (gravitasyon) güçleri ile kendi üzerine çökmesi durur, yıldız kararlı safhaya ulaşmıştır.

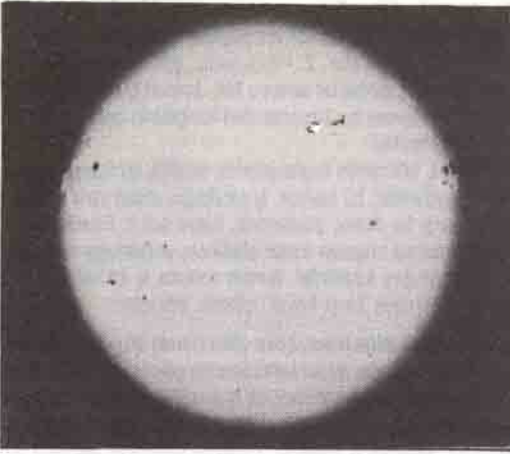
Başlangıçtaki bulutun çökmesi ve parçalanması, bir değil, 100 kadar yeni yıldız oluşturur. Bu yıldızların büyüklüğü güneş kütlelerinin 0.1-20 katıdır. Küçük yıldızlar daha fazla sayıdadır. Bütün bu yıldızların ortak özellikleri vardır: Merkez çok sıcaktır (10 milyon derece) ve yoğundur (100 gr/cm^3), merkezde H atomları birleşerek He oluşturur. Güneş gibi, yaklaşık küreseldirler, çapları 10^{11} cm (1 milyon km) kadardır. Sıcaklık ve yoğunluk yüzeye yaklaştıkça azalır: Yüzey sıcaklığı 10.000°K ve yoğunluk 10^{-8} gr/cm^3 'tür.

Güneş büyüklüğündeki yıldızlarda sıcaklık, konveksiyon hareketleri ile yüzeye boşalır, bunlar koyu bir çorbada kaynamanın hemen öncesinde görülen hareketlere benzeyen dev dolaşım (kaynama) hareketleridir. Güneşten çok daha büyük dev yıldızlarda ise, bir miktar konveksiyon olmakla birlikte, enerji, yüzeye fotonlarla (ışık partikülleri) boşalır, bunlarda dış tabakalar konveksiyonla sürüklenemez.

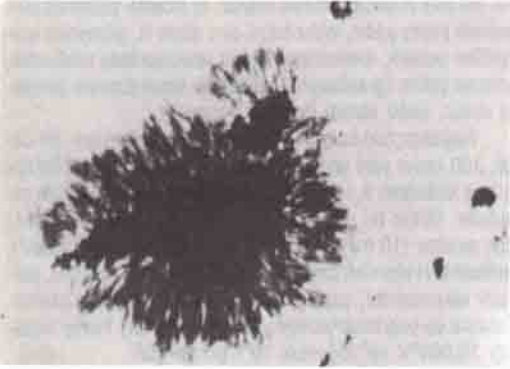
Yıldızların MA'ı uzaktan ölçülebilir. Yıldızlardan gelen ışık, bir spektrograf sayesinde gökkuşağı renklerine ayrıştırıldığında, bu renklerin arasında siyah bandlar görülür. Bu bandlar, yıldızın atmosferinde bulunan atomların absorbe ettiği dalga boylarına karşılıktır. Yıldızın yüzeyindeki MA nedeniyle, her band daha dar birçok bandçığa ayrışır, buna Zeeman etkisi denir.

Bu yöntemle görülebilen yıldızlarda, 100 gaussdan az olmayan MA'lar ölçülebilir, Güneş Sistemimizde ise ışık buldur, 1 gaussluk MA'lar bile ölçülebilmektedir.

1908'de ABD'nin en büyük astronomlarından G.E. Hale (Yerkes, Mont Wilson ve Halomar gözlemevlerinin kurucusu) güneş yüzeyinde güneş lekesi diye bilinen koyu renk bölgelerde Zeeman etkisi buldu, bu bir yıldızda bulunan ilk manyetik alandı. Bugün biliniyor ki Güneş'in çok karmaşık bir MA'ı vardır. Bu MA, Güneş'in yüzeyinde "Güneş aktivitesi"

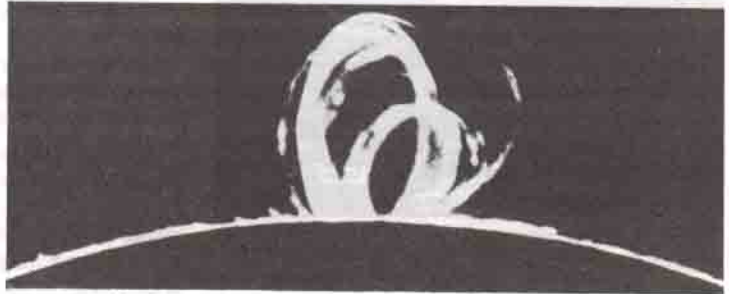


A-Beyaz ışıktaki Güneş'in üzerinde ekvatora yakın güneş lekeleri görülür. Güneş lekelerinde manyetik alan çok yoğunlaşmıştır ve 4000 gaussa erişebilir.



B-Beyaz ışıktaki Güneş lekесinin çok büyütölmüş resmi. Lekenin merkezinde 10.000-20.000 km çapında (yaklaşık Dünya büyüklüğünde) siyah bir bölge (gölge) bulunur. Buranın ısısı 3700 K'dir, fotosfer'in kendisi ise 5800 K'dir. Lekenin çevresinde ışınal saçaklar vardır, bunlar yarı gölge bölgesini oluşturur. Yüze yde güneş lekelerinden başka konveksiyon akımının hücre sınırları hayâl meyâl izlenir. Manyetik kuvvet çizgileri lekenin ortasından çıkar, yelpaze biçimi dağılır veya bir diğer güneş lekесi, ya da küçük izole kuvvet tüpleri şeklinde fotosfere girer.

C- Güneş lekeleri yakınında fıskırmalar (erüpsiyon) oluşur. Patlamada serbest kalan manyetik enerji, diğer enerji formlarına (ısı ve atom hareketleri gibi) dönüşür. Fıskırmanın bitişine yakın, Güneş'in kenarında manyetik kuvvet çizgileri ışıklı bukleler şeklinde görünür, bunlara protuberans denir.



diye bilinen bütün olayları etkiler. Beyaz ışıktaki alınan Güneş resimleri birçok Güneş lekесi gösterir. Güneş tutulması sırasında çekilen resimler veya tek dalga boyulu (monokromatik) ışıkla ve özellikle UV veya X ışınları ile alınan fotoğraflar, Güneş yüzeyinde konveksiyon hareketlerini gösterir. Bu hareketler Güneş yarıçapının % 15-30'u bir derinliğe kadar inmektedir. Konveksiyon, Güneş yüzeyinde küçük noktalardan oluşmuş bir ağ olarak görülür (granülasyon). Bu alanlarda 1000 km yarıçapında, sıcak ve parlak gaz kabarcıkları (konveksiyon hücreleri) ve bunların etrafında daha soğuk ve daha koyu renk dşeyi madde silindirleri bulunur. Güneş atmosferinin yüksekliklerinde 30.000 km yarıçaplı dev gaz kabarcıkları içeren daha yavaş, fakat daha önemli kaynamalar olur. Süpergranülasyon olayı denilen bu hareketlerde, madde hızı 1000 km/saat bulur (Dünyada en şiddetli rüzgâr 500 km/saatir). Konvektif hareketlerin nedeni, Güneş'in merkezi ile yüzeyi arasındaki büyük sıcaklık farkıdır.

Güneş atmosferi 3 tabakadan oluşur. Fotosfer, kromosfer ve taç (küron). Fotosfer bütün görünür ışınları verir, sıcaklığı 5800 K'dir (güneş lekelerinde 3700K). Fotosfer'in üstündeki kromosfer, yaygın gaz tabakasıdır, bunun üst tabakaları 20 000 K sıcaklıktadır. Boşluğa fırlatılan sıcak gaz dilleri, bu tabakaya yanan bir çayır görünümünü verir. En üstte küron tabakası bulunur. Bu seyrelmiş gaz, son derece sıcaktır (2 milyon derece K). Küron sürekli buharlaşarak, uzaya Güneş rüzgârı yollar. Kromosfer ve küron nasıl bu kadar sıcak olabiliyor? Bu henüz çözölmemiş bir sorundur. Bu sıcaklığın kaynağı, muhtemelen fotosferin altındaki konveksiyon akımlarıdır. Kaynamalar şiddetli ses dalgaları yaratır. Bu dalgalar, yoğunluğu giderek azalan gaz tabakaları içinde dış doğru ilerlerken, güç ve amplitüd (genlik) kazanır ve plajdaki dalgalar gibi, bir maximuma eriştikten sonra kırılır; ses enerjisi ısı enerjisine dönüşür. Dalgaların, Güneş MA'nın kuvvet çizgilerini titremesi de küron tabakasını ısıtır. Bu manyetik dalgalara, İsveçli fizikçiye atfen Alfven dalgaları denmektedir.

Güneş yüzeyinde en güçlü MA güneş lekelerinin MA'ıdır (4000 gauss kadardır). Lekelerden 200.000 km uzaklığa kadar güçlü MA'lar bulunur. Aktif bölge veya plaj denilen bu bölgelerde, güneş aktivitesi çok belirgindir. Güneş yüzeyinin diğer bölümlerinde birbirinden çok ayrılmış manyetik kuvvet çizgileri bulunur. Süpergranüllerden gelen soğuk madde buharlara düşer. Güneşin kutuplarına yakın bu çizgiler, yüzbinlerce km'lik geniş alanlar kaplar ve tek kutuplu davranır. Güneşin MA'ı küresel olup dipol durumundadır, ortalama şiddeti 1 gaussdur.

Dış tabakaların konvektif hareketleri Güneş MA'nı etkiler. Madde, granüllerin merkezinden kenarına akarken, kuv-

vet çizgilerini konveksiyon hücrelerinin kenarında yoğunlaştırır. Bu bölgede soğuyup aşağı inen gaz akımları buluşur. Derin konvektif hareketler, Güneş'in farklı bölümlerinin Güneş eksenini etrafında farklı hızla dönmelerinden doğan makaslama kuvvetlerine eklenerek, kuvvet çizgilerini "kablolar" şeklinde yoğunlaştırır; bunlar yüzeye güneş lekeleri olarak çıkarlar.

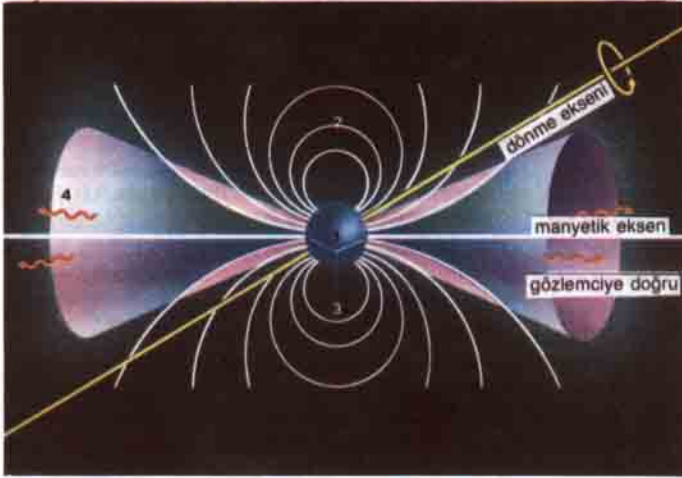
Güneş yüzeyinde MA çizgilerinin düzensiz dağılışı kuronu etkiler. X ışınları ile alınan resimlerde çok sıcak olan kuron kıpkırmızı, daha soğuk olan fotosfer ve kromosfer siyah görülür. Bu resimlerde kuron sıcaklığının hiç de homojen dağılmadığı dikkati çeker, kuronun en parlak (sıcak) bölgeleri manyetik olarak en aktif olan bölgeler üzerinde bulunur. Bu, rastlantı değildir. Aktif bölgeler üzerindeki kuvvet çizgileri, komşu kuzey ve güney kutup bölgelerini bir bavul sapı gibi birleştiren bukleler yapar. Sıcak gaz (plazma) MA'nın kuvvet çizgilerini enine geçemez, manyetik çizgi bukleleri içinde tutsak kalır, burada yoğunlaşır ve ısınır (2-3 milyon derece). Kutuplara yakın bölgelerde tek kutupluk (unipolarite) durumu olduğundan MA zayıftır, gaz Güneş'ten kaçarak Güneş rüzgârını oluşturur. Bu gaz daha soğuk (1.5 milyon derece) ve daha seyrelmiştir. MA çizgileri, gazın uzaya saçılması ile uzun saçlar gibi dışa doğru çekilir. Kuron gazı buralarda daha soğuk ve daha seyrelmiş olduğundan, bu bölgeler X ışın resimlerinde siyah görülür. Bunlara "koronal delikler" (kuron delikleri, taç delikleri) adı verilmektedir.

Güneş MA'ı "Güneş aktivitesi" adı altında toplanan bazı etkiler oluşturur. Bunların başında "fıskırma" (erüpsiyon) olayı gelir. Fıskırma, kuvvetli bir koronal MA'nın hüküm sür-

düğü bir Güneş lekesinde meydana gelir. Bu sırada MA'da toplanan enerji birden serbest kalır ve kurondaki elektron ve protonlarda hızlı bir hareket başlatır. Olay bazen çıplak gözle bile görülür, hızlandırılmış (5×10^4 eV ve üstü) partiküller fotosfere çarparak, kısa süren bir parlama yapar. Erüpsiyon, MA'nın buklelerinde, yoğunlaşmış parlak bir gaz şeklinde de görülebilir.

1947'den başlayarak Güneş'ten daha büyük yıldızlarda da MA'lar bulunmaya başlandı, örneğin 1947'de H.W. Babcock, Mont Wilson Gözlemevi'nde 78 Virginis yıldızında manyetik alan olduğunu gösterdi, buna benzer gözlemler izledi.

Yıldızlar kütle ve sıcaklıklarına göre sınıflandırılmıştır: O, B, A, F, G, K ve M. Örneğin nisbeten soğuk, sönük ve küçük olan Güneş G sınıfındadır. A ve B sınıfı yıldızların kütleleri Güneş'ten 2-10 kat fazladır, bunlar daha sıcaktır: Yüzey sıcaklıkları 7500-20.000 K. Bunlar Güneş'ten biraz daha büyük ve çok daha parlaktırlar. Büyük olduklarından, yüzeylerinde konveksiyon akımları yoktur; dolayısıyla yüzey MA'ları kararlıdır. Bu kütledeki yıldızların 1/10'unda MA'lar vardır.



Bir yıldız nükleer yakıtını tükettince, kelimenin tam anlamıyla kendi ağırlığı altında çökmeye başlar. Eğer yıldızın kütlesi, Güneş kütlesinin 1.4 katından daha büyükse, iç çekim kuvvetleri o kadar artar ki elektronlarla protonlar birleşerek nötronları yapar. Yıldızın merkezi çok yoğun (5×10^{14} gr/cm³) ve küçük (çapı 16 km kadar) bir hal alır. Çökme sırasında çeşitli ışınlar şeklinde 10^{51} erg'lik enerji serbest kalır, bu enerji Güneş'in 9 milyar yılda verdiği toplam enerjidir. Bu müthiş enerji yıldızın dış tabakalarını 20.000 km/saat hızla uzaya fırlatır. Bu gö-

rülmeye değer patlamaya süpernova patlaması denir. Çin astronomları 1054'de Yengeç süpernovasının patlamasını gördüler. Fırlatılan madde, nötron yıldızı etrafında genişleyen ışıklı bir bulut olarak görülür. X ışınları ile alınan fotoğraflarda bu özellik açıkça görülmektedir (üst resimler). B'de pulsar denen nötron yıldızlarının periyodik radyo dalgaları göndermesi görülüyor⁽¹⁾. Çökmesi sırasında yıldız kendisi etrafında hızla dönmeye başlar (Yengeç pulsarı için saniyede 30 dönüş). Çökme sırasında manyetik kuvvet çizgileri yoğunlaştığından, manyetik alan çok artar: 10^{12} gauss. Bu alan iki kutupludur (dipoler). Kutuplar eksenini, dönme eksenini ile açı yapar. Dönen manyetik alan dinamo etkisi yapar. Oluşan elektrik alan maddeden partiküller koparır ve bunları ışık hızına yakın bir hızla iletir. Partiküller kuvvet çizgilerini⁽²⁾ izlemek zorunda olduğundan ancak manyetik kutuplardan kaçabilir⁽³⁾. Böylece partiküller şiddetli bir ışıma yapar⁽⁴⁾. Bu ışıma manyetik eksen yönünde dar bir koni içinde uzaya dağılır. Bu ışıma konisi yıldızla birlikte döndüğünden, pulsar kozmik bir fener gibi davranır.

Bu MA 300 gauss ile 30.000 gaus arasında olabilir (genellikle 1000 gauss kadardır). Demek ki Güneş'ten çok daha kuvvetli MA'lara sahiptirler (Güneşin MA'sı 1 gauss, lekeler ve aktif bölgeler hariç). A ve B tipi manyetik yıldızların ortak özelliği şudur: Yüzeylerinde kimyasal anomallikler boldur. Esasında bütün yıldızlar H ve He'dan oluşmuştur, bunlara az miktarda "ağır" elementler (C, N, O, Si, Fe gibi) karışır. Manyetik yıldızlarda He azlığı ve ağır element bolluğu vardır. Bazıların yüzeyinde europium ve gadolinium gibi nadir elementler 1000 kat fazla bulunabilir. Manyetik yıldızlarda MA şiddeti ve atmosferin kimyasal yapısı 2-3 günlük periyodlarda değişir, bunun nedeni, muhtemelen bu yıldızların kendi eksenleri etrafında dönmeleridir.

A ve B manyetik yıldızların Dünya'ninkine benzer dipoler (iki kutuplu) bir MA gösterirler; fakat, MA şiddeti, yüzler ve binlerce gaussdur. Bu yıldızlarda Güneş lekeleri gibi MA kuvvet çizgilerinin yoğunlaştığı bölgeler olabilir. Fakat bu çizgileri "kablolar" tarzında yoğunlaştıracak konvektif akımlar olmadığından bu olasılık küçüktür. Bunların yüzey MA'ları karardır.

Bu dev yıldızların bir özelliği manyetik kutupların yıldız merkezine göre simetrik olmamasıdır. Merkez, kutuplar eksenini boyunca yarıçapın 1/5'i kadar yerinden kaymıştır; bu nedenle, bir kutuptaki MA, diğerinden 2-3 kat daha fazladır. Bir kutbun yakınında Fe, Ti ve Cr, diğerinin yakınında europium gibi nadir toprak metalleri yoğun halde bulunur. Bu kimyasal anomalliler neye bağlıdır? Buna 1970'de Montreal'den G. Michaud bir çözüm getirdi: A ve B tipi dev manyetik yıldızlarda elementler çekim (gravitasyon) nedeni ile gömülme, yıldızdan kaçan ışığın basıncı ile yükselmeye eğilimlidir. Bu olay, bir şişede zeytinyağının sirke üzerine çıkmasına benzer. Fe gibi ağır çekirdekler gömülür ve yıldızın içlerinde kaybolarak saf H'den bir fotosfer bırakır. Yukarıda gördüğümüz gibi, her renk fotonu, belli elementlerce absorbe edilir. Fotonlar yıldızın dışına doğru gittiğinden, fotonlar absorbe eden element molekülleri de dışa doğru yönelir. Fotonlar adeta dışa itici bir basınç yaratmaktadır; bu basınç çekim güçlerine zıt yönde etki yapar. He gibi nisbeten az renk emen ve bol bulunan bir gaz, bu ışınlama basıncından pek etkilenmez; buna karşı, Fe veya europium gibi az miktarda ağır elementler çeşitli renk fotonlarını emerler. Bu nedenlerle ağır elementler ışınlama basıncı ile yukarıya fotosfere doğru itilir. Bunun sonucu, bu elementler ya fotosferde birikir veya yıldızdan dışarı atılır. MA bu olayı etkiler. Yalnız iyonlar iletkenidir ve bu nedenle manyetik kuvvet çizgilerini enine geçemez. Buna karşı, atomlar nötraldir ve bu nedenle kuvvet çizgilerini enine geçebilir. Elementlerin çoğu kısmen iyon, kısmen atom halindedir; böylece, manyetik kuvvet çizgileri nötral atomları geçiren ve iyonları tutan bir filtre rolü oynar. MA kuvvet çizgileri, çekim güçleri ve ışınlama basıncının üçü de yıldız yüzeyine dikeyse, maddenin dikey yönde aşağı veya yukarı akması kolaylaşacaktır, kuvvet çizgileri yataysa, maddenin dikey hareketleri zorlaşır. Böylece MA'nın bazı elementleri bazı bölgelere yığılmadaki rolü anlaşılır.

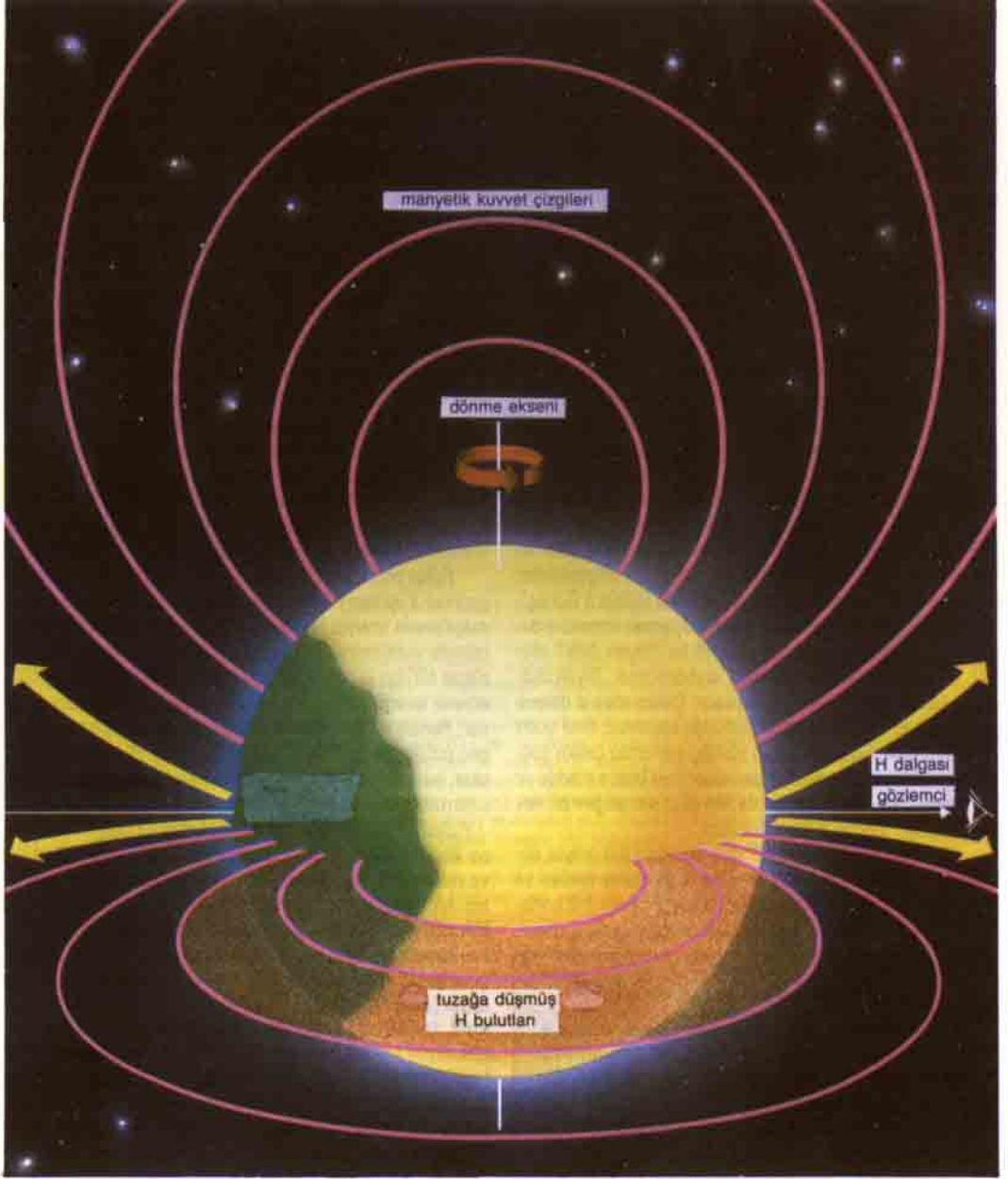
Neden bazı sıcak ve kimyasal olarak anormal yıldızların fotosferi He'ca zengindir? He'un renk fotonlarını çok az emdiğini görmüştük; bu nedenle, ışınlama basıncı He'u yüzeye tutmaya yetmez. Aslında soğukça manyetik yıldızların hep-

sinde He kaybı görülmüştür. 1975'de S. Vauclair'ın (Toulouse Gözlemevi) açıklamasına göre, yıldızlar da güneş gibi yıldız rüzgârları fırlatır. Rüzgârın yükseltici ve diffüzyonun çöktürücü güçleri eşitse, He ne yükselip uzaya saçılır, ne de yıldızın merkezine doğru iner; fotosferde birikir. Yıldız rüzgârının tam karar olması gerekir. Yıldız rüzgârı çok kuvvetliyse, He'u uzaya süpürür, çok zayıfsa He'u yüzeyde tutmaz. Son yıllarda yıldız rüzgârlarının bir gerçek olduğu gözlemlerle saptanmıştır. Orion takımı yıldızlarından Orionis E adlı yıldızda bol He ve kuvvetli bir MA bulundu. He'un bolluk miktarı ve MA şiddeti 1.2 günlük periyodlarla değişiyor. Her periyotta iki defa kısmi yıldız tutulması görüldüğü (parlaklık % 20 azalıyor) ve spektrumda siyah absorpsiyon bandları beliriyordu. Ayrıca, yıldızın etrafındaki bulut H absorpsiyon bandları veriyordu. Bu dipoler bir yıldızdı; fakat, kutuplar eksenini dönmeye eğilimliydi. Böylece, gözlemci önce bir kutbu, sonra manyetik ekvatoru, sonra diğer kutbu görüyordu. Manyetik ekvatorun daha az parlak görülmesinin nedeni, buradaki kapalı manyetik kuvvet çizgi buklelerinin gazı tutsak etmesiydi. Ekvatorunda tutulan gaz, parlaklığı sis gibi azaltıyordu.

Yıldızların merkezindeki H yakıtı tükenmeye başlayınca ne olur? Yıldızın merkezindeki gaz hacim küçülerek ısınır, böylece merkezden daha uzak H'ler de, He oluşturmaya başlar. Bu olay yıldızın dış tabakalarını genişletir ve yıldız yüzlerce kat şişer. Bu sırada yüzey soğur, fakat buna rağmen parlaklık artar, böylece bir yıldız "kırmızı dev" denir. (Bugün en parlak yıldızlardan Arcturus, Bételgeuse, Aldebaran ve Antares yıldızları bu safhadadır). Yıldızın merkezinde yeni nükleer reaksiyonlar başlar, He C'a dönüşür. Fakat sonunda, yıldız bütün yakıtlarını bitirir. Bu durumda, yıldız kendi çekim güçlerine karşı yeterli bir iç basınç oluşturamaz, kendi üzerine çöker. Yıldız, Güneş kütesininin 1.4 katından katından küçüğe "beyaz cüce" haline gelir. Bu, Dünya büyüklüğünde; fakat çok yoğun katılardan yapılmış metal gibi bir yıldızdır. Beyaz cücelerin iç yapısını 1983 Nobel Fizik Ödülü'nü alan S. Chandrasekhar ve İngiliz teorisyeni R.H. Fowler aydınlatmıştır. Beyaz cücenin iç sıcaklığı onun 10 milyar yıl daha parlamasına izin verecek kadar yüksektir; fakat, bu parlama, genç yıldızlardan daha azdır. Güneş'e komşu yıldızların % 10'u beyaz cücedir, bunlar ancak teleskopla gözükür (örneğin Sirius ve Procyon yıldızları).

Beyaz cüce, gençlik haline göre 100 kere küçülmüştür. Böyle bir yıldızın gençliğinde MA'sı 1000 gauss idiysen ve kırmızı dev ve beyaz cüce safhalarında manyetik kuvvet çizgileri aynen korunup yoğunlaştırılmışsa (kuvvetlinin kesit yüzeyi 10⁴ kere azalacaktır), oluşan yoğun kuvvet çizgisi kabloların 10⁷ gausluk bir MA sağlar. Laboratuvarlarda ise 2x10⁵ gauslu oluşturmak bile çok zor bir iştir. Bu güçlü MA, beyaz cücelerin absorpsiyon bandlarında Zeeman etkisi oluşturmalı idi (band, daha dar bandçıklara ayrılır).

Fakat 15 yıl önce, bilinen 200 kadar beyaz cücenin hiçbirinin Zeeman etkisi göstermediği saptandı. Demek ki yıldız, evrimi sırasında kuvvet çizgilerinin çoğundan kurtulmuştu. Kanada'da W. Ontario Üniversitesi'nden J.D. Landstreet ve J.R.P. Angel yaptıkları ölçümlerde beyaz cücelerde MA bulamadılar. Ancak beyaz cücelerin 1/3'ü absorpsiyon bandı göstermiyordu; dolayısıyla, Zeeman etkisi için uygun değil-



Orionis E yıldızı, birçok manyetik yıldız içeren Orion takım yıldızlarının genç bir yıldızıdır. Güneşten 1500 ışık yılı uzaktır. Orionis E sıcak manyetik yıldız özellikleri gösterir. Manyetik alan, çift kutuplu olup kutuplarda 10.000 gauss kadardır. Manyetik eksen ile dönme eksenini birbirine diktir. Çok sıcak olduğundan yıldız rüzgârları ile uzaya madde kaybeder. Bu maddenin bir bölümü yıldız manyetik ekvatorundaki manyetik buklelerde tutulur, kalanı ise manyetik kutuplardaki açık kuvvet çizgilerinden uzaya akar. Manyetik kutuplardan birine yakın çok geniş bir fotosfer bölgesinde bol He atomları bulunur. Bu olayın nedeni yıldızın bu kutuptan partikül rüzgârı çıkarmasıdır. Bu rüzgâr ve yıldızın atmosferi % 90 H ve % 10 He'dan yapılmıştır. He atom ve iyonları çok az foton absorbe ettiğinden ışımaya basıncından etkilenmez; H'den daha ağır olduğundan yıldızın çekim gücüne daha duyarlıdır. Böylece manyetik kutuplardan H ve He atomları püskürtülürken He yüzeyde kalmaya meyleder; H ise yıldız rüzgârları ile yıldızı terkederek. Böylece manyetik kutuplarda He birikir.

di. Acaba başka bir yöntem bulunamaz mıydı? Oregon Üniversitesi'nden J.C. Kemp, bu sıralarda kuvvetli bir MA'nın

yıldız ışığında bir çeşit polarizasyon (circular polarizasyon) yaptığını keşfetti. Buna dayanarak Kemp, 1970'de bir beyaz

cücede (Greenwich +70°8247) 10⁷ gaussluk bir MA buldu. Bundan sonraki 13 yılda 25 manyetik beyaz cüce keşfedildi.

Güneşe yakın beyaz cücelerin ancak % 5'i kuvvetli MA'lar içermektedir. Bu MA'ların şiddeti 10⁶-10⁸ gaussdur. Bu yıldızlar dönmemektedir; fakat, manyetik ve dönme eksenleri paralel olduğundan dolayı, dönme farkedilmiyor da olabilir. Bu tip beyaz cüceler çok güçlü bir MA'da atomların davranışını incelemek için mükemmel bir fırsattır.

Beyaz cücelerden daha da kuvvetli MA'lar yaratan yıldızlar, nötron yıldızlarıdır (NY). NY'nin oluşunu görelim. Yakıtı (H'i) biten yıldızın kütlesi Güneş kütlelerinin 1.4 katından büyükse, bu yıldız kendi üstüne çökmeye direnemez ve çekim (gravitasyon) güçleri yıldızdan artakanan maddeyi ezer. Bu sırada çok fazla miktarda çekim enerjisi oluşur, bu enerji büzülmekte olan yıldızın dış tabakalarını 20.000 km/saat hızla uzaya fırlatır. Bu nadir patlamalara "süpernova" denmektedir. Çökme ve patlamadan sonra beyaz cüceden çok daha küçük ve son derece yoğun (ağır) bir gök cismi kalır. Yıldız 2-3 Güneş kütlelerini aşmıyorsa bir NY doğar. NY, çapı 15 km ve yoğunluğu 10¹⁴ gr/cm³ olan, tamamen nötronlardan yapılmış dev bir atom çekirdeğidir. Yıldızın kütlesi 3 Güneş'ten fazla ise NY bile inanılmaz çekim güçlerinin ezmesine dayanamaz ve madde tamamen çökerek bir "siyah delik" oluşur. Bu yıldız, artık bu Evren'den kaybolmuştur. Siyah deliğe bu isim verilmesinin nedeni şudur: Çekim alanı o derece kuvvetlidir ki ışık bile bu fosil yıldızdan kaçamaz, fosil yıldız görülmez olur. Siyah deliklerin varlığı, inanılmaz çekim güçlerinden anlaşılır, bu delikler çevrelerindeki bütün madde ve ışıkları yutarlar. Siyah deliklerde MA olup olmadığını bilmek olanaksızdır. Tekrar NY'na dönelim.

Oluşması sırasında bir NY çok sıcaktır (100 milyar derece); bu nedenle, NY kısa bir süre X ve gama ışınları ve nötrinolar verir. Fakat hızla soğur, yüzey sıcaklığı 1-2 haftada 10 milyon dereceye iner ve yıldızın ışın vermesi durur.

PLUTON'UN ÖLÇÜMLERİ

En sonunda, güneş sistemimizin en uzak gezegeni olan Pluton'un çapı ölçülebilmiştir: Pluton'un çapı 2200 km, onun doğal uydusu olan Charon'unki ise 1160 km'dir (100 km'lik bir yarınlığı ile). Bu buluş, bir Avrupa laboratuvarı olan European Southern Observatory'den bildirilmiştir. Dünya'dan 4.3 milyar km uzaklıkta yer alan Pluton'un "ölçümlerini", Batı Berlin Astronomi ve Astrofizik Enstitüsü'nden Manfred Pakull ve Klaus Reinsh, 240 m yükseklikteki Şili gözlemevi Silla'da, Pluton ve Charon'un bir ardaşık tutulması sırasında yapmışlardır (Bu tutulma, her 124 yılda bir oluşur.). Karşılaştırmak amacı ile, Ay'ın çapının 3476 km olduğunu anımsatalım. Pluton'un boyutları, onun çok daha büyük olduğuna inanmakta olan astronomları şaşırtmıştır. Bu nedenle, kimi astronomlar, güneş sistemimizde Pluton'dan daha da uzakta yer alan onuncu bir gezegen daha bulunduğu varsayımını öne sürmüşlerdir.

Science et Avenir'den Çev.: Dr. Hanaslı GÜR

X ışınları vermesi sayesinde, son yıllarda 3 genç NY keşfedilmiştir. NY'nin var olması gerektiği, daha 1930'larda Nobel ödülü sahibi Sovyet fizikçisi L.D. Landau ve ABD fizikçileri J.R. Oppenheimer ve G.M. Volkoff'ca açıklanmıştır.

1967'de Cambridge Üniversitesi'nden J.Bell ve A.Hewish, her 1337 saniyede bir 0.1 saniye süre ile çok kısa radyo dalgaları yayan yeni bir gök cismi keşfettiler. Bunlara "pulsar" dendi (yayınladıkları radyo pulsasyonları nedeniyle). Pulsarlar, radyo dalgaları yayan bir işaret şamandırasını veya yanıp sönen bir deniz fenerini andırıyordu. Bu keşiften sonraki 2 yıl içinde 50 pulsar daha bulundu. Bazı pulsarlarda periyodlar çok kısadır, örneğin Yengeç Nebula'sının (M.S. 1054'deki süpernova patlamasının ürünü) merkezindeki bir pulsar, saniyede 30 kere radyo dalgaları yollamaktadır. Bu periyodik parlama 3 nedene bağlı olabilir: 1. Yıldızın büyüüp küçülmesi, 2. Yıldızın kendi etrafında dönmesi, 3. Yıldızın bir başka yıldız etrafında dönmesi. Hesaplar saniyede 30 parlamayı ancak bir NY'nin yapabileceğini gösterdi. Bilim, NY'ni aradığı yerde bulmuş oluyordu. Pulsarlar NY olmalıydı.

Fakat pulsarlar, bir NY'nin sıcak yüzeyinden yayılması gereken X ışınları yerine radyo dalgaları veriyordu. Bu radyo dalgalarının enerjisi nereden gelmekteydi? Açık kolları vücuduna yapıştıran patinajcinin daha hızlı dönmesi gibi, büzünen NY'nin kendi etrafındaki dönme hızı artmaktadır. NY, dönme enerjisinin bir bölümünü radyo dalgaları olarak yayar. Bunun sonucu dönme enerjisi yavaş yavaş azalır. Yengeç pulsarının periyodu, bu nedenle yılda 10⁻⁵ saniye kadar uzar, bu ise pulsarın yanıp sönmeye frekansının zamanla hafif azalması demektir.

Pulsarlardaki dönme enerjisi nasıl olup da radyo dalgalarına dönüşmektedir? Bunu anlamak için yine MA'a dönelim ve manyetik beyaz cücelerde kullandığımız mantığı kullanalım. NY haline gelmeden önce bir yıldızın yüzeyinde 100 gauss MA varsa ve yıldızın kendi üzerine çökerek 10¹⁰ kere yüzeyini küçülttüğü düşünülürse MA kuvvet çizgileri 10¹⁰ kat yoğunlaşacak ve oluşan NY'nda MA 10¹² gauss olacaktır. Bu kadar şiddetli bir MA'nın kendi etrafında bu kadar hızlı dönmesi, son derece güçlü bir dinamo etkisi yaratır ve bundan çok büyük elektrik akımları doğar. Aslında dönen bir MA'nın bir elektrik alan yarattığı bilinmektedir. Bu çok güçlü elektrik alan maddeden elektron ve protonlar koparır ve onları ışık hızına erişirebilir. Bir NY'nin MA'sı dipolerdir; ayrıca, kutuplar eksenini dönme eksenine bir açı yapar. Pulsarın ekvatoruna yakın, MA kuvvet çizgileri kapalı yapılar oluşturur ve hızlanmış elektronlar burada tutulur. Pulsar kutuplarında ise MA kuvvet çizgileri daha açıktır ve partiküller, dönme enerjisinin bir bölümünün kendilerinde taşıyarak uzaya kaçarlar. Bu olay, patinaj yapan kişinin kolları açmasına benzetilebilir: Dönme hızı düşer. Bu olaya fizik dilinde dönme momentinin boşalması denmektedir. İşte dönme hızını, yılda 10⁻⁵ saniye yavaşlatan bu olaydır. Radyo dalga yayınları, partiküllerin hızlanması sonucudur. Bu emisyonlar her yönde değil, bir koninin sınırları içindedir. Radyo dalgalarının oluşmasında sinkrotron etkisi rol oynamaktadır: Partiküller MA kuvvet çizgileri etrafında helezolon çizerek ışına yapar. Bu ışına, partiküllerin ilerleme yönü hariç, her yönden absorbe edilir. Demek ki radyo dalgaları emisyonu, yıldızın manyetik eksenini doğrultusunda olmaktadır. Bazı teorisyenlere göre radyo dalgaları, pulsardan daha uzakta ışık hızına yakın bir hızla hare-

SÜPERBÜYÜKBABA

1951 yılında İsveç'te yapılan o zamanki dünyanın en uzun bisiklet yarışını Gustaf Hakanson isimli birisi kazanmıştı. Bu olay, belki dünyanın birçok ülkesindeki insanların ilgisini çekmeyebilir. Fakat Gustaf Hakanson bisiklet yarışını kazandığı zaman 66 yaşında idi.

Yaşlı adam yarış için baş vurduğunda hakem "Evine git ve yumuşak koltuğunda istirahat et. Sen bisiklet yarış için 26 yaş fazlasın" demişti. Gerçekten de, gazeteler yarış kazanana ödül verileceğini; ancak mükemmel fizik kondüsyonuna sahip olanların yarışmaya katılabileceğini yazmışlardı.

Kuzey'den Güney'e 1094 mil uzunluğundaki yarışa, 1000'den fazla genç atlet katılmak için başvuruda bulundu. Hakem, aralarından sadece 50 tanesini seçti ve yarışmacıları trenle, yarışın başlayacağı şehir olan, Kuzey'deki Haparanda kentine gönderdi. Yarış başlamadan önce atletler uzun süre dinlendiler ve özel gıdalarla beslendiler.

"0 NUMARA"

Hiç kimse tren bileti almayı teklif etmediği için Gustaf Hakanson Haparanda kentine bisikletle gitti. 1000 mil süren bu yolculuğun üzerinden çok geçmeden, 50 atlet yarışa başladılar. Hakanson da bisikleti ile onları takip etti.

Hakem, her atlete bir numara verdiği halde Hakanson'a numara vermedi. Hakanson da gömleğine "0" numarasını yazdı. Yaşlı delikanlıyı yarışa sokmamışlar; fakat pist dışı bırakamamışlardı.

Yarış başladıktan sonraki 100 mile kadar hiç kimse Hakanson hakkında birşey bilmiyordu. Fakat bisikleti ile küçük bir kasabadan geçerken bir çocuk Hakanson'un beyaz sakalına bakarak, "Bak! İşte Supergrandpa (Süperbüyükbaba) geliyor." diye bağırdı. Olayı izleyen bir fotoğrafçı gazetesinde, Hakanson hakkında bir makale yazdı.

Daha sonra İsveç'te her çevrede Supergrandpa hakkında konuşulmaya başlandı. Tam 7 gün Supergrandpa, gazetelerde ilk sayfada görüldü.

Her gün bitiminde 50 yarışmacı bütün gün dinleniyordu. Fakat Supergrandpa üç gün, üç gece hiç uyumadan bisikletini sürdü. İlk kez dinlenmek için durduğu zaman, sadece üç saat tahata bir kanape üzerinde uyudu. Daha sonra yarışa devam etti.

Hakanson yarış esnasında her gün yolculuğu hakkında bilgi vermesini isteyen bir gazeteye anlaştı. Diğer yarışmacılar her gece uyuduğu için, onlardan fazla mesafe katetmişti, böylece yazmak için de vakti olacaktı. Köyler arasında çimlerde oturuyor ve cebinden bir not defteri çıkarıp, seyahat hakkında her gün yazı yazıyordu. Yarışın dördüncü günü, yarış başladığından beri, sadece 5 saat uyumuştur. "Hayatta kendimi hiç bu kadar iyi hissetmemiştim. Memleketin her tarafında iyi insanlar ve güzel kızlar var. Onlara bakmaktan hoşlanıyorum. Hepsi adeta benim torunlarım." diyordu. Yarışın yarısını tamamladığı zaman bir fiziksel muayeneye razı oldu. Doktor onun mükemmel bir kondisyonda olduğunu söyledi.

ŞAMPİYON

Supergrandpa, 50 yarışmacıdan 24 saat önce yarışı tamamladı. Hemen hemen 2000 millik mesafeyi, 7 günden daha az bir zamanda, yarış sırasında toplam 10 saat uyuyarak katetmişti.

Binlerce insan onu alkışladı ve birçok yağmuruna tuttu. İsveç halkı ona birçok hediyeler gönderdi. Hediyeler arasında, dinlenebileceği rahat bir koltuk da vardı.

Supergrandpa yarışmacılar arasında olmadığı için asıl ödülü alamadı. Fakat bisiklet üreticileri Supergrandpa adını bisikletlerine marka yaptılar ve ona para ödlediler.

Gustaf Hakanson İsveçlilere adeta bir çalışkanlık sembolü oldu. Hayranlarından yüzlerce mektup aldı. Mektuplardan bazıları adresine sadece "Supergrandpa" adı ile yollandı.

Mektuplar arasında en beğendiği şu idi: "Ben sizin yaşınızdayım ve siz bu yarışta kazanmadan önce kendimi yaşlı hissediyordum. Siz, hepimize örnek oldunuz. Şimdi, kendimi, genç, sağlıklı ve mutlu hissediyorum. Tanrı sizi korusun."

Reader's Digest'dan çev.: Recep AFŞİN

ket eden partiküllerden doğmaktadır. Rölativite teorisinin bize öğrettiğine göre, bu durumda radyo dalgaları gidüş yönlerindeki çok dar bir konide yayılmaktadır. Pulsarlar gerçekten deniz fenerlerine benzer. Fenerin rengi nasıl fenerin dönme hızını etkilemezse, pulsarların periyodu da yaydıkları ışığın frekansına (radyo dalgaları, görünür ışınlar X veya γ dalgaları) bağımlı değildir.

Buraya kadar öğrendiklerimizi bir toparlarsak şu sonuçlara varırız: Evren'de MA 10^{-6} gauss ile 10^{12} gauss arasında değişmektedir. Plazmanın hareketi MA kuvvet çizgilerince engellenebilmekte, böylece plazma kapalı manyetik buklelerde

tutulmaktadır. Bu olayı Dünya'nın Van Allen kuşaklarında, güneş kuronunun tuzaklarında ve ϵ Orionis E yıldızının gaz bulutlarında görüyoruz. Bazen de plazma MA kuvvet çizgilerini sürüklemektedir. Güneş'in koronal deliklerinde madde, bu yolla Güneş'ten uzağa akar, pulsarlarda çok hızlı partikül fıskırmaları böyle oluşur.

Gök cisimlerinin manyetik alanı daha yeni yeni incelenmeye başlanıyor. Bilim bugün sabırsızlıkla bir füze ile uzaya fırlatılmış veya fırlatılacak olan uzay teleskoplarının vereceği bilgileri bekliyor.

Recherche'den Çev.: Doç.Dr. Selçuk ALSAN