

## KUŞBAKIŞI EVREN

Güneş

Prof.Dr.Mehmet Emin ÖZEL\*  
(Geçen sayıdan devam)

### Optik Evren

Görünen ışık, Elektromanyetik Yelpaze (EMY)'nin orta bölgelerine düşer ve dalgaboyu 500 nanometre(1) civarındadır. Bir kitap sayfası kalınlığında yaklaşık 100 kadar ışık dalgasını tepeden tepeye uylayabiliriz. İnsan gözü farklı dalga boylarını farklı renkler olarak algılar. Bir gökkuşağına baktığımızda, görünen ışığın gözümüzce ayırt edebildiğimiz 7 rengini, dalga uzunluğuna göre sıraya dizilmiş olarak görürüz. Uzun uçtaki kırmızı ışık 700 nm civarında dalga boyuna sahiptir. Kısa uçtaki mor ışık dalgalarının tepeden tepeye uzaklığı ise, 400 nm'dir. Evreni oluşturan atomların elektronik enerji seviyeleri arasındaki geçişler, genellikle optik bölgeye düşen ışık salmalarına neden olur. Bu nedenle optik evren, yüksüz ve çevredeki fazla enerji nedeni ile uyarılabilen atomlardan veya sıcaklığı 5000 K civarındaki plazma (iyonize madde ve elektronlar) dan oluşan cisim ve yapıları bize gösterir. Bunların en önemileri güneş, yıldızlar ve yıldızlardan oluşan gökadalardır. Sıcak yıldızların çevrelerindeki kimi bulutlar da, civar yıldızlardan gelen ışığın bulut içindeki maddeyi uyarması ve uyarılan atomların geri ışması nedeni ile optik olarak gözlenebilirler.

Şekil 4'te, uygun bir perspektiften bakma olanağımız olsaydı, gökadamız Samanyolu'nu optik olarak nasıl göreceğimizi temsilî olarak göstermekte-

dir. Samanyolu (SY) hakkındaki bu resmi, yalnızca optik pencerenin verdiği bilgilerle elde etmediğimizi, radyo, kızıl ötesi ve gamma ışınları bölgelerinden gelen bilgilerin bu görüntüyü oluşturmada büyük yardımları olduğunu belirtmeliyiz. Optik pencere, Samanyolu Merkezi yönünde baktığımızda, yoğun toz ve gazın neden olduğu ışık soğurulması nedeni ile Merkez'e olan uzaklığın ancak 1/3 veya 1/4'ü kadarını görmemize izin verir. Daha uzakları ancak radyo, kızıl altı gibi uzun dalga boylarında görebilmekteyiz. SY merkezi ve daha ötelerdeki yapı ve cisimler hakkındaki bilgilerimiz genellikle EMY'nin uzun dalga boyları bölgesinden kaynaklanmaktadır.

### Mor Ötesinde Evren

Görünen ışıktan daha kısa dalga boylarına doğru gidersek, 400 nm ile 10 nm arasında uzanan mor ötesi (MÖ) bölgeye geliriz. Atmosferimiz MÖ ışınları, içerdiği ozon, oksijen ve azot gazları yardımıyla, büyük ölçüde yutar. Yıldızlararası ortam (YAO) ise, 100 ışık yılı(2) ve daha ötemizden gelen MÖ ışınları büyük ölçüde soğurarak bize ulaşmasını engeller.

MÖ dalgaları, günlük yaşamımızdan bir miktar tanıyoruz: Güneşte kaldığımızda derimizi bronzlaştırır MÖ ışınlarıdır. Az miktarlarda olduğu zaman yararlıdır: Vücudumuzda D vitamininin birikmesini sağlarlar. Fazla miktarda MÖ ışınması ise, öldürücüdür. Zaten yer yüzüne ancak, uzun dalga boylarında az miktarda MÖ ışınması ulaşabilir. Yer yüzü atmosferinde 20 km kadar yükseklikteki ozon tabakası, dalga boyu 200 nm'den uzun olan güneş kaynaklı MÖ dalgaları çok büyük ölçüde yutarak durdurur. MÖ ışınlar, canlı hücrelere nüfuz ederek zarar verirler. Fazla miktarlarda MÖ ışınma yer yüzüne ulaşır, yer yüzündeki gıda zincirinin tek hücreli plank-

\* Çukurova Üniv. Fizik Böl. ve TÜBİTAK MAM. Uzay Bilimleri Böl.

tonlara dayanan halkasını kırarak bütün yaşamı te-  
likeye atabilir. Ozon tabakası üzerine son yıllarda or-  
taya çıkan çevresel duyarlılığın ana nedeni budur.

Bir astronom için ise MÖ, en sıcak yıldızların işi-  
ma yaptığı bölgedir. Yüze sıcaklığı 10 bin K'den yük-  
sek yıldızlar ışımalarının çoğunu MÖ'de yaparlar.  
Bunlar hem genç, hem de Güneş'ten büyük kütleli-  
dirler. Bu türden yıldızlar oldukça seyrek ve ömür-  
leri birkaç on milyon yıl mertebesindedir (Güneşimi-  
z ömrünün yüzde biri veya daha kısa). MÖ ışımalar,  
sadece sıcak yıldızlar hakkında bilgi vermez. Bu  
ışınların yıldızdan bize ulaşması süresinde uğradığı yu-  
tulma -soğurulma- çizgileri ile, bize YAO'daki gaz  
hakkında da değerli bilgiler taşırlar. Ne var ki, Şekil  
2'den de anlaşılacağı gibi, MÖ ölçümler yapabilmek  
için araçlarımızı balonlarla veya uydularla atmosferin  
yükseklerine veya dışına taşımak zorundayız. IUE  
adlı Uluslararası Mor Ötesi Uydusu (International Ultraviolet  
Explorer), bize 1978'den beri, 45 cm'lik ayna  
çapına sahip teleskobu ve MÖ'ye duyarlı duyaçları ile,  
bu işima bölgesinden çok değerli bilgiler taşımaktadır.

### X- ve Gamma Işınlarının Evreni:

Daha da kısa dalga boylarına gidersek, atomun  
boyutlarına inmiş oluruz. Bu dalga boylarındaki (10  
nm ile 1/100 nm arası) ışımaya x-ışınları (bazen de  
röntgen ışınları) adını veriyoruz. Bir gazın sıcaklığı  
1 milyon derece K'nin üzerinde ise, işima x-ışınları  
bölgesinde olacaktır. X-ışınları, madde içinde ilerleme  
gücü çok yüksek işima olarak algılanabilir: Hastanelerdeki  
röntgen cihazları, dokularımızdan kolaylıkla geçerler ve bize  
kemik yapımızı gösterirler. Ancak belli bir miktar maddeden  
geçtikten sonra x-ışınları durdurulabilirler. Aynı şekilde yeryüzü  
atmosferi, Güneş'ten ve diğer gök cisimlerinden gelen x-  
ışınlarını 20-30 km kadar yükseklerde bütünüyle soğurmuş  
olur. Yani x-ışın ölçümleri için de duyaçlarımızı balon veya  
uydulara yerleştirerek yükseklere çıkarmak zorundayız.

X-ışınları için söylenenler, gamma ışınları için de  
geçerlidir. Dalga boyları 1/1000 nm ve daha kısa olan bu  
ışınlar, daha da delicidir. Bu ışınları oluşturan enerji  
paketleri (fotonlar) çok daha yüksek enerji taşırlar; öyle ki bu  
ışınlar, madde-karşıt madde çiftlerine (meselâ elektron(e-)/pozitron(e+)  
çiftine) dönüşebilirler. Zaten bu ışınları kayıt tekniklerinin bir  
bölümü bu ışınları, e-/e+ çiftine dönüştürme esasına dayanır.  
Bir plazmanın sıcaklığı 100 milyon derecenin üzerine  
çıkıldığında yaratılan işima, gamma ışınları şeklindedir.  
Ayrıca, kozmik ışınların YAO'daki yaygın madde ile etkileşmesinden  
fazla sayıda gamma ışını oluşur. Bu nedenle, gamma ışınlarında  
bakığımızda SY diski ve YAO pırlı pırlıdır. Nötron yıldızı(3),  
kara delik(4) ve benzeri çok yoğun madde ve manyetik alan  
içeren gök cisimleri de kolaylıkla gamma ışınları yaratabilmektedirler.

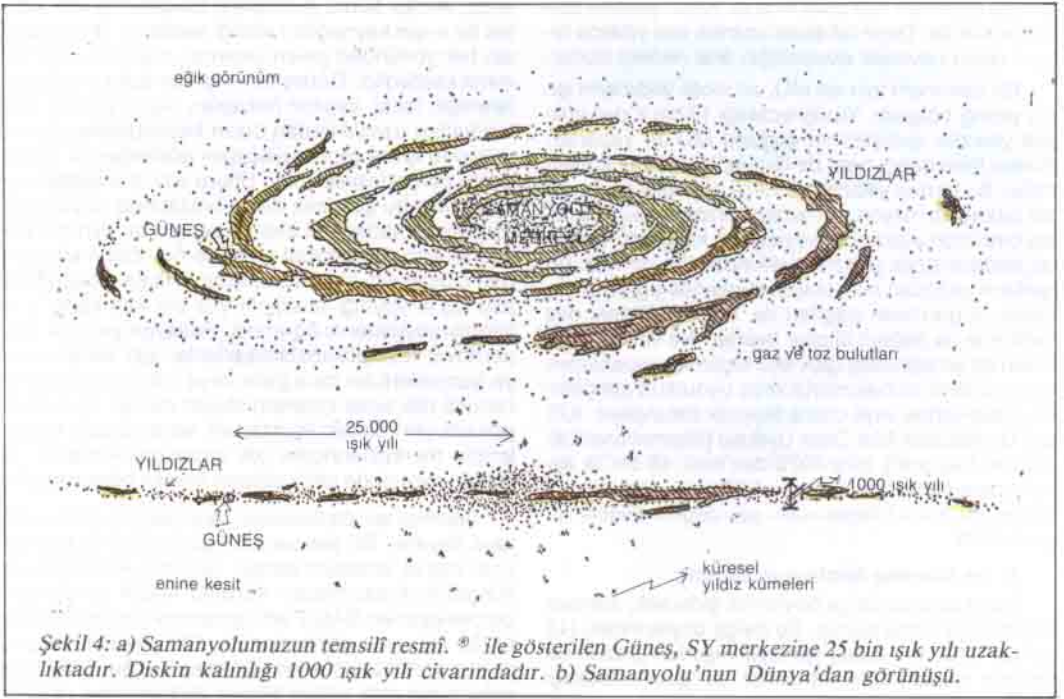
İlk x-ışın ölçümleri, 1962'de Ay'dan geleceği hesaplanan  
radyasyonun kaydı amacı ile fırlatılan bir roketle yapıldı.  
225 km yükseğe ulaşan roket 3 adet Geiger sayacı taşıyordu.  
Fakat Ay'dan gelen her hangi bir x-ışınması gözlenmedi.  
Ne de SY diskinden bir işima söz konusu idi. Fakat, beklenmeyen bir şey-

kiide, Akrep burcu (Scorpius) bölgesinde çok parlak bir x-ışın kaynağının varlığı saptandı. Bir de uza-  
yın her yönünden gelen (isotrop), oldukça zayıf bir işima  
kaydedildi. Güneş'ten x-ışınları daha önce gözlenmişti;  
fakat, yapılan hesaplar, hiçbir yıldızın, bulunduğları  
uzaklıklardan bizim kaydedebileceğimiz düzeyde işima  
yapamayacağını gösteriyordu. Daha sonra gerçekleşecek olan  
Uhuru adlı ilk x-ışınları uydusu bize bu çok kısa dalga boylarında  
hayal edemediğimiz kadar göz alıcı ve zengin bir evrenin  
kapılarını açtı. Bir normal yıldız ile bir nötron yıldızın-  
dan oluşan çift-yıldız sistemlerinin fazla miktarlarda  
(Güneş'in yaydığı enerjinin yüz bin katı kadar) x-ışınması  
yaydıklarını öğrendik. Patlayan yıldızlar (süpernova) veya  
gökadalarca fırlatılan gaz kütleleri veya huzmeleri, bir  
kara delik veya nötron yıldızı çevresinde çok sıcak kütle-  
den oluşan diskler, aşırı-etkin gökada çekirdekleri (kuasarlar),  
veya gökada kümelerinin merkezlerindeki çok sıcak gaz  
kütleleri, x-ışınları evreninde göze çarpan önemli oluşumlardır.

Gamma ışın ölçümlerinin tarihçesi çok daha sonraya  
dayanır. Bu pencereden görünümü ilk kez ayrıntılı olarak  
verebilen deney, 1972'de, ABD Uzay ve Havacılık Araştırma-  
ları Kurumu NASA tarafından gerçekleştirilen SAS-2 adlı  
astronomi uydusu olmuştur(5). Bu uyduda gözlemleri ile,  
SY içindeki madde, ilk kez gamma ışınlarında izlenerek,  
diğer EMY bölgelerinden elde edilen bilgiler doğrulanmış ve  
bazı yeni ayrıntılar ortaya çıkarılmıştır. YAO ile SY'nun  
yapısı hakkındaki bilgilerden başka, evrende her yönden  
geldiği belirlenen (izotrop) bir gamma ışın ardalanışmasının  
ve gamma ışın yıldızlarının varlığı ka-



Şekil 3: Çanak antenli bir radyo teleskop. Bonn Max Planck Radyo-Astronomi Enstitüsü'ne ait olan bu teleskopun çapı 100 m toplam metal kütleli 3200 tondur. Solda kontrol yapısı göze çarpıyor.



Şekil 4: a) Samanyolumuzun temsili resmi. <sup>®</sup> ile gösterilen Güneş, SY merkezine 25 bin ışık yılı uzaklıktadır. Diskin kalınlığı 1000 ışık yılı civarındadır. b) Samanyolu'nun Dünya'dan görünüşü.

nitlanmıştır. 1975'te Avrupa Uzay Ajansı ESA(6)'ca gerçekleştirilen COS-B uydusu gözlemleri ile, SY içinde bulunan hidrojen molekülü şeklindeki yaygın maddenin varlığı doğrulanarak kozmik ışınların SY dinamiğindeki rolü daha iyi anlaşılmıştır. Ayrıca, bir düzine kadar yeni gamma ışın yıldızının varlığı ortaya çıkarılmıştır.

#### Uzun Dalga Boylarında Evrenin Görüntüsü

Görünen ışıktan daha uzun dalga boyları yönünde ilerlersek, önce 700 nm ile 1 milimetre arasındaki kızılaltı (KA) bölgesine geliriz. KA ışınımı, günlük yaşamımızda, ısısal ışımaya olarak tanıyoruz. Bir ocaktan veya sobadan yayılan sıcaklık, ısısal KA dalgalarından başka bir şey değildir. Astronomlar için ise, KA ışımaya, görelî olarak, güneş yüzeyinden oldukça düşük cisimlerin ve ortamların bir belirticidir. Aynı zamanda, daha uzun dalga boyu nedeni ile, KA ışımaya, görünür ışığın aşamadığı engelleri aşarak bize daha derin ve uzaklardan ve optik ışımaya yapmayan soğuk toz bulutlarından, henüz oluşmamış yıldız tasıqlarından çok değerli bilgiler getirir. KA dalgalarında SY merkezini, SY diskindeki molekül ve gaz bulutlarının içini görebiliriz.

Dünya üzerinde her zaman bir KA ışımaya banusunun içindeyiz; bu nedenle de pek farkında olmayız. Sıcaklığı mutlak sıfır'ın (-273 °C) üzerinde olan bütün cisimlerin her an, "kara cisim ışımaya" olarak adlandırılan sıcaklıklarına bağlı bir ışımaya yaptığını biliyoruz. Sıcaklık düştükçe, ışımaya yapılan etkin dalga boyu da uzar. Vücudumuz, 37 °C sıcaklığı ile, 3000 °C'deki bir sobadan daha uzun dalga boyunda "ışır". Gök yüzünü ve uzayı çeşitli dalga

boylarında taramak, evrenin çeşitli sıcaklıklarda portresini çıkarmak olarak da algılanabilir. Şekil 2'den de görüleceği gibi, yerin atmosferi, KA ışımaya bölgesinde kısmen geçirendir. KA bölgesindeki evreni çok daha iyi görebilmek amacı ile IRAS adlı ABD-Avrupa ortak uydusu, 1983'te uzaya gönderilmiş ve bu bölgede başarılı ölçümler yapmıştır.

Sıcaklık daha da düştüğünde, cisimler radyo bölgesinde ışımaya yapmaya başlarlar. YAO radyo dalgalarında bütün ile geçirendir. SY'nun sarmal yapısı hakkındaki ilk ve en ayrıntılı bilgiler, 1950'lerden başlayarak, radyo dalgaları ile elde edilmiştir. Sadece soğuk cisimler değil, çok hızlı elektronlar da kolaylıkla radyo ışımaya yayabilmektedirler. Radyo ışımaya, elektron topluluğunun içinde bulunduğu ortam veya kaynak hakkında ayrıntılı bilgiler (örneğin, ortamdaki maddenin yoğunluğu, sıcaklık, manyetik alan şiddeti, ışık ve diğer radyasyon alanları) elde edilebilmektedir. Bütün yıldızlar (Güneş dahil) bir miktar radyo ışımaya yaparlar. Radyo bölgesinde çok güçlü ışımaya yapan atarlar (hızla dönmekte olan NY'ları), kuasar veya radyo gökadası gibi gök cisimleri, evrendeki diğer radyo ışımaya kaynakları ve süreçleri ile birlikte, "radyo astronomi" dediğimiz astrofizik dalının çalışma alanını oluştururlar.

Radyo astronomlar, karikatürcülerce, "radyo teleskop" denilen araçlarla uzaydan gelen anlamsız gürültü ve cızırtıları dinleyen biraz "ekzantrik" kişiler olarak çizilirler. İlk radyo astronomlar gerçekten de bu türden "gürültü ve cızırtı"ları dinlemişlerdir. Radyo teleskoplar (Şekil 3), evimizdeki radyoların çok daha duyarlı ve yeteneklileri olarak görüle-

bilirler. Ev radyomuza dalgalar çeşitli yönlerden, çeşitli yayıcı istasyonların yaptığı farklı dalga boylarında ulaşırlar. Alıcıyı bir istasyona ayarladığımızda, araç, antenimize çarpan radyo dalgalarına bindirilmiş durumdaki müzik veya ses şeklindeki mesajı çıkararak bize verir.

Evrendeki uzak radyo dalgalarını sese çevirecek dinlersek, bunun gerçekten de bir gürültü ve cızırtı konseri olduğunu görürüz. "Dinlemek" bize getirilen mesajı, bunu yayan kaynağın doğası hakkındaki bilgileri anlamakta çok az yardımcı olur. Bizim asıl ihtiyacımız olan bir "radyograf" yani, bir radyo-resim'dir. Modern radyo teleskoplar, bunu sağlayan araçlardır. Bu nedenle onları "büyük kulaklar" yerine, "büyük gözler" olarak düşünmek daha doğru olur. Meselâ, bir radyo teleskopa yer yüzünde yayın yapan bir vericiye bakarsak, yayınlanan haber bültenini değil, istasyonun verici direğinin resmini elde ederiz. Bugün, Çok-Uzun Erimli Girişim Ağı (VLBI) tekniği ile işletildiğinde, bir grup radyo teleskopa 1/1000 yay saniyesi(7) mertebesinde açılal çözümleme gücüne ulaşılabilir. Yani, İstanbul'dan Ağrı dağındaki keleşbeği seçebiliriz!

Pratikte, radyo astronomlar, yer yüzündeki ticarî radyo istasyonlarının yayın yaptıkları dalga boylarını kullanmamak için özen gösterirler. Çünkü, bu yayay radyo kaynakları, evrenin derinliklerinden gelen çok zayıf kozmik sinyalleri boğarlar; aynen, gündüz vakti yıldızları gözleminin olanaksızlaşması gibi. Uluslararası bir anlaşma ile bazı radyo dalga boyları sadece radyo astronomların kullanımına ayrılmıştır. Bu dalga boylarında ticarî veya kişisel yayın yapılmasına izin verilmez; öyle ki, bu dalga boylarına ayarlı radyo teleskopları ile radyo astronomlar, uzaydan gelen çok zayıf radyo ışınlarını, yerel karışımlardan olmadan izleyebilirler(8). Bu dalga boyları arasında YAO'da çok bulunan atom ve moleküllere ait 21 cm (H, yüksüz hidrojen), 18 cm (OH, kök hidroksil), 6,2 cm (H<sub>2</sub>CO, formaldehid), 1,35 cm (H<sub>2</sub>O, su), 1,26 cm (NH<sub>3</sub>, amonyak), 3,4 mm (HCN, hidrojen siyanid) ve 2,6 mm (CO, karbon monoksit) dalgaboyları sayılabilir. Görüldüğü gibi, YAO'da çok çeşitli ve karmaşık kimyasal moleküller oluşabilmektedir.

İlk yapılan radyo uzay taramaları bu yelpaze bölgesindeki en parlak yerin SY bandı olduğunu ortaya çıkardı. Radyo dalgalarında SY, normal haldeki Güneş'ten daha parlaktır. Güneş'te zaman zaman gözlenen kısa süreli radyo parlamaları, SY bandı kadar parlak olabilmektedirler. Radyo gökyüzünde SY bandı dışında daha küçük çaplı parlak bölgeler ve noktalar da vardır. Fakat bunlar bildiğimiz olağan yıldızlardır. Bunların bir bölümü yaygın, dairesele yakın yumak görünümü "süpernova kalıntıları", yani süpernova olarak patlayan yıldızların uzaya fırlattığı artık maddenin yaptığı ışımadır. Bu maddenin sıcaklığı ve taşıdığı hızlandırılmış elektronlar, bu yıldız döküntülerini radyoda parlak cisimler haline getirmektedir. Boğa burcundaki Yengeç bulutsusu (Crab Nebula) bu türden en çok tanınan cisimdir. Radyo ışınları yapan yaygın bölgelerin bir bölümü de oldukça genç yıldızları çevreleyen gaz bulutlarıdır. Orion bölgesindeki büyük bulutsu, bu tipe örnek

tir. Yani, hem ölen hem de doğan yıldızlar hakkında radyo gözlemleri yardımı ile önemli bilgiler edinmekteyiz.

Bir bölüm parlak radyo kaynağı ise, milyonlarca ışık yılı uzaklıkta ve Samanyolu'muzun çok dışındadır. Meselâ, kuasar adı verilen kimi çok uzak gökdağ çekirdeklerinde çok büyük radyo patlamaları olmaktadır. Bu patlamalarda uzaya atılan enerji, iki ucunda balon türü oluşumlara sahip olan çift-ışımli radyo kaynaklarını yaratmaktadır. Şişimlerin büyüklüğü ve erimi milyonlarca ışık yılı bulabilmektedir. Özetle belirtmek gerekirse, evren sandığımızdan çok daha şiddetli enerji alışverişlerinin halen devam ettiği çok dinamik bir yapıya sahiptir.

## SONSÖZ

Evrenin yakın uzak herhangi bir parçasını anlayabilmek, bizi sonunda, kendi sistemimizi ve giderek, evrendeki yerimizi daha iyi anlamamızı sağlamaktadır. Güneşimiz Samanyolu'ndaki milyarlarca yıldızdan biridir ve Samanyolumuz da evrende varlığı hesaplanan 100 milyar kadar gökadan biri durumundadır.

Diğer taraftan, kendi Güneş sistemimizi anlamada ve onun keşfinde epey yol aldık. Bu sistemde göz atamadığımız çok az ay veya gezegen kaldı. Son 20 yılda, kendimiz Ay'a, robot araçlarımız ise, Mars'a ve Venüs'e indiler. Merkür, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'den ve bunların 30 kadar Ay'ından beklenmedik sürprizlerle dolu binlerce fotoğrafı ve diğer bilimsel verileri bize taşıdılar. Halley kuyruklu yıldızına 500 km kadar yakından baktık ve onun düzensiz -patates benzeri- 15 km boyutunda kirlil bir buz yığını olduğunu saptadık. Ve artık Güneş sistemindeki tek canlılar olduğumuzu biliyoruz. Ancak asil önemlisi, bu araştırmalar ve yaptığımız geziler bize dünyamızın uzayda çok küçük bir nokta olduğunu da tekrar hatırlattı. Bu kaynakları sınırlı noktacığ, evimiz, yurdumuz olan dünyamızı daha iyi anlamak, daha çok sevmek ve hatta üzerinde bütün insanlar ortak olarak titremek gerektiğini artık öğrendik.

Modern astrofizik bize evrenin başlangıcı olarak düşünülen Büyük Patlama anında yalnızca hidrojen ve helyumun bulunduğunu söylüyor. Bundan sonraki 1 milyar yıl içinde gökadalara ve ilk yıldızlar ortaya çıktı. Bu yıldızların merkez bölgelerinde, H ve He, aşırı sıcaklık ve yoğunluk nedeniyle, nükleer reaksiyonlar yolu ile daha ağır elementlere dönüşmekte ve ömürleri sonunda süpernova patlamaları ile tekrar YAO'a dönmektedir. Bu döküntüler, giderek yeni kuşak yıldız sistemlerine malzeme oluşturarak, ikinci, üçüncü kuşak güneş sistemlerinin doğumuna yol açmakta; ağır elementleri bol dünya benzeri gezegenlerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. "Hayat" dediğimiz, belki de evrendeki bu en ilginç sürecin ve biyolojik evrimin ise ancak bu fiziksel ve kimyasal evrim dönemlerindeki gelişmelerden sonra ve bunların üzerine inşa edilebileceği anlaşılıyor. Üstelik bu sürecin Samanyolu veya evrenin yalnızca bu köşesinde ortaya çıktığını düşünmek gitgide zorlaşıyor.

## HAREKETLİ YAŞAM İNSANI RADYASYONDAN KORUYOR

Yeni bir araştırmaya göre, bir insanın yaşam şekli, radyasyonun o insan üzerindeki etkilerini de-ğiştirebilir. Bilim adamları, Kanada'nın kuzey kesiminde yaptıkları araştırmada, buradaki insanların radyoaktif sezyum-137 emilimini belirlediler. Sonuçta bu insanların güneydekilere oranla belirgin bir şekilde daha az radyasyon emdikleri ortaya çıktı.

Araştırmayı yapan Letorneau ve arkadaşları, çalışmalarına 1986 yılında İskandinav ülkelerinde Ren geyiklerinin yüksek seviyede radyasyon içerdiğinin bulunmasından sonra başladılar. Amaçları Kanada'da önemli bir besin kaynağı olan geyiklerin aynı şekilde etkilenip etkilenmediğini belirlemektir.

Araştırmacılara göre, sıcak ülkelerde bitkilerin çabuk büyüüp çabuk ölmelerinden dolayı sezyum-137'nin besin zincirindeki yeri pek uzun ömürlü olmamaktadır. Fakat kuzeyin soğuk iklimin-

de yavaş büyüyen likenler, radyoaktif izotopun yüzeyde daha uzun süre kalmasına neden olmaktadır. Likenler, Kanada geyiklerinin başlıca besin kaynağıdır. Bu geyikler de böyle halkı tarafından tüketilmektedir.

Normal şartlar altında, bölge halkının çok fazla radyasyona maruz kalacağı sanılırken, gerçekte bu durum böyle değildir. Geyik etindeki radyoaktif sezyum oranı yüksek olmasına rağmen, bu radyasyonun bölgedeki insanlar tarafından emilimi çok azdır. Tipik bir güneyli diyetiyle beslenen ortalama bir Kanadalı, yediği besinde bulunan sezyumu % 100 emerken, kuzeylilerde bu oran hiç bir şekilde % 20'yi geçmemektedir.

Letorneau bunun sebebinin açıklarken, insan vücudunun radyasyondan nasıl etkileyeceğinin insanın yaşam tarzına bağlı olduğunu söylüyor. Kuzey Kanada'da yerleşmiş bulunan insanlar, özellikle bölgenin yerlileri, oldukça aktif bir yaşam sürüyorlar ve bol enerji harcıyorlar. Böylece sezyumun vücutları tarafından emilmemiş oluyor.

New Scientist'ten çev.: Mesut YILDIRIM

Bu türden derin ve heyecan verici sonuçlara ulaşmak, EMY'nin bütününden gelen bilgilerin, fizik, kimya, biyoloji, tıp bilimleri, matematik ve mühendislik gibi dallardaki ve hatta sosyoloji ve psikolojideki ilerleme ve gelişmelerle yoğrularak gerçekleşecektir.

- (1) 1 nanometre, metrenin milyarda biri veya milimetrenin milyonda biri uzunluğundadır.
- (2) Işık yılı, astronomların çok kullandığı bir uzaklık birimi olup, ışığın 1 yılda katedeceği uzaklığa eşit bir uzunluktur. Astronomik ölçeklerde çok kullanılan bir birimdir. 1 ışık yılı = (300 000 km/s) \* (86400 s/gün) \* (365 gün) = yaklaşık 10 trilyon km. Bu ölçekte Yer-Ay uzaklığı 1,28, Yer-Güneş uzaklığı 500 saniyedir.
- (3) Nötron yıldızları (NY), 10 km yarıçaplı ve Güneş'in kütlesine eşit kütleye sahip yıldızlar olup, olağan yıldızların, ömürleri sonunda süpernova şeklinde patlayarak kütlelerinin büyük bölümünü uzaya fırlatması sırasında geride kalan kısmından oluşur.
- (4) Bir süpernova patlamasına uğrayan yıldızın kütlesi çok büyükse, NY oluşumu maddenin kendi üstüne çöküşü sürecini durduramaz. Böyle bir durumda, yıldız bir nokta boyutuna inerek bizim evrenimizle bütün ilişkisini kesebilir. Bu durumda kendisinden ışığın bile kaçamayacağı ve aynı nedenle kendilerine "kara delik" adı verilen, olağandışı özelliklere sahip gök cisimlerinin oluşması gerektiği hesaplanmaktadır.
- (5) SAS-2 deneyinin hazırlanması, kalibrasyonu ve veri analizi çalışmalarına ODTÜ Fizik Bölümü Deneysel Astrofizik grubu da başından beri katılarak bu sonuçların elde edilmesine, yayınları, tezleri ve kon-

ferans tebliğleri ile katkıda bulunmuştur. TÜBİTAK da SAS-2 deneyi çalışmalarını, 1975-1979 arasında 3 araştırma projesi ile desteklemiştir.

- (6) European Space Agency ESA 14 Avrupa ülkesinin bir araya gelerek oluşturduğu, uzay çalışmaları yapmakla görevli kurumdur. Ülkemiz de bu kuruma üye olmayı ve uzayla ilgili çalışmalara katılmayı hedeflemektedir.
- (7) Bir yay veya açılı dakikası, bir derecelik açının altmışta biri, bir yay saniyesi ise dakikanın da altmışta biridir.
- (8) Türkiye'de radyo dalga boylarının kullanımı Ulaştırma Bakanlığı Telsiz Genel Müdürlüğü tarafından denetlenmektedir.

### ÖNERİLER VE KAYNAKÇA:

- \* Bulduğunuz yerden geceleri Samanyolu'nu seçip seçemediğinizi deneyerek görünüz. Seçemiyorsanız neden?
- \* Son yıllarda piyasaya çıkan popüler kitaplar arasında astronomi, astrofizik, yıldızlar, evren ve kozmoloji gibi uzay bilimleri ile ilgili olanlar sayıca oldukça kabardık. Bunlar arasında bize de yararlı kaynak görevi görebileceklerden şunlar sayılabilir: Kozmos (C.Sagan), Altın Kitaplar (TV dizisi de oldu); Zamanın Kısa Tarihi (S.Hawking), Milliyet Yayınları; Fizikğin Evrimi (A.Einstein, L.Infeld), Onur Yayınları; Relativite ve Kozmoloji (W.Kauffmann), Onur Yayınları; Bilim Rehberi (I.Asimov), e Yayınları; Güneş Diye Bir Yıldız (G.Gamow), Yazko Yayınları; Einstein (J.Bernstein), Yazko Yayınları.