

Kozmik Işınlar

Vücudumuz, sürekli olarak yüksek ne enerjili bir partikül yağmuru altında bulunmaktadır.

George Abell

Duyularımızın tesbit edemediği bu radyasyon tanecikleri, her saniye ışığına yakın bir hızla dünya atmosferine giren, sayısı 10 civarında olan atom çekirdeklerinden gelmektedir.

Fizikçilerin bu olay üzerinde yaptıkları araştırmalar birçok subatomik partikülü meydana çıkarmıştır (örneğin **mezonlar**, **pozitronlar**). Bu partiküllerin çoğunun kökeninin güneş sistemi dışında olduğu tahmin edilmektedir.

I — KOZMİK IŞINLAR ÜZERİNE İLK ARAŞTIRMALAR VE TARİHÇE

Havanın hafif bir iletgenliğe sahip olduğu, bir yüzyıldan fazla bir zamandanberi bilinmektedir, zira havaya bırakılmış elektrik yüklü bir cisim yavaş yavaş yükünü kaybetmektedir. Bunun için havadaki atomların bazılarının iyonize olmuş halde bulunması lâzımdır. İyonize atomlardan çıkan elektronlar pozitif yüklü bir cisim tarafından çekilir, ionların kendileri ise negatif yüklü bir cisim tarafından çekilir; böylece her iki halde de cismin üzerindeki yük azalır. Elster ve Geitel adlarındaki fizikçiler, 1899 ve 1900 da bir elektroskopa havanın iletgenliğini incelediler ve havadaki iyonize partiküllerin devamlı olarak yenilendiğini buldular.

a) Kozmik Işınların Keşfi

1912 Ağustosunda Avusturyalı fizikçi Victor Hess, bir balonla uçuşa elektroskopa denemeler yaptı. Havadaki iletgenliğin yükseklikle (yere çok yakın bölge hariç) **arttığını** gördü. Şaşırtıcı görünen bu sonuç 1914 yılında D. Kolhörstev tarafından da teyit edildi. O iletgenlikteki artışın 8300 metrenin üstünde de devam ettiğini gösterdi. Havayı iyonize eden radyasyon, atmosferin yüksek tabakalarından veya dünya dışından gelir görünmekteydi.

Milikan ve Cameron'un 1928 de Kaliforniya göllerinin derinliklerinde elektroskopa yaptıkları araştırmalarda sihirli radyasyonun kökeninin dünya dışında olduğunu düşündürmüştü. Derinlikle

radyasyon azalıyordu. Milikan, bu radyasyona **kozmik ışınlar** adını verdi.

b) Kozmik Işınların Yüklü Niteliği

Başlangıçta, kozmik ışınların yüksek enerjili fotonlar, yani gamma ışınlarından da daha kısa boylu elektromanyetik enerji olduğu zannedilmişti. Mamafi, 1927 de, Hollandalı fizikçi Clay, iyonizan radyasyonun enlem ile değiştiğini ve şiddetin geomanyetik kutupda en düşük seviyede bulunduğunu, kutuplara yaklaşıldıkça ise arttığını buldu. Clay'ın gözlemleri sonradan yapılan denemelerle de doğrulandı. Ve kozmik ışınların fotonlar olmayıp partiküller halinde bulunduğu kabul edildi.

II — KOZMİK IŞINLARIN BÂZİ ÖZELLİKLERİ

Dünya atmosferinde görülen iyonizasyonun uzaydan dünyaya gelen yüklü partiküller tarafından meydana getirildiğinin bulunması, yirminci yüzyılın en önemli keşiflerinden biri olmuştur. Bu partiküller üzerindeki araştırmalar modern fiziğin önemli bir kısmını kapsamaktadır.

a) Şiddetin Yükseklikle Değişmesi

Yukarda da belirtildiği gibi, Hess ve Kolhörstev'in ilk gözlemleri kozmik ışın şiddetinin yükseklikle arttığını göstermiştir. Mamafi, yeni araştırmalar, şiddetin yükseklikle sonsuz olarak devamlı artmadığını göstermiştir. Güney Kaliforniyada 3300 metrede kozmik ışın şiddetinin, deniz seviyesindeki dört katı olduğu bulunmuştur. 8300 metrede 30 kat ve 20.000 metrede ise 100 kat tesbit edilmiştir. Mamafi, atmosfer basıncının deniz düzeyindeki yalnızca yüzde biri olduğu 93.000 metrede kozmik ışın şiddeti 20.000 metreden daha düşüktür.

İlk bakışta bu, kozmik ışınların kaynağının dünya yüzeyinden 20.000 metre kadar bir yükseklikte bulunabileceğini düşündürmektedir. Hakikatte ise, 20.000 metrede ve bunun altında kozmik-

ışın partikülleri **sekonder** partiküllerdir. Bunlar ise, **primer** partiküllerin dünya dışı partiküller ve hava molekülleriyle çarpışması sonucu meydana gelmektedir. 33.000 metrede, atmosfer yoğunluğu düşüktür, bu gibi çarpışmalar nisbeten daha nadirdir ve müşahede edilen kozmik ışınların çoğu uzaydan gelen primer partiküllerdir.

b) Primer ve Sekonder Partiküller

Kozmik ışın partiküllerinin analizi, bunların çoğunun yüksek hızlı protonlar (hidrojen atomlarının çekirdekleri), geri kalanın büyük bir kısmının ise alfa partikülleri (helium atomlarının çekirdekleri), küçük bir kısmının da daha ağır atomların çekirdekleri olduğunu göstermiştir. Bir primer partikül, bir hava molekülünün çekirdeği ile çarpışmadan önce, dünyanın atmosfer gazlarının yaklaşık olarak onda birini katetmektedir.

Böyle bir çarpışma vuku bulunca hava molekülündeki çekirdek, birçok daha küçük subatomik partiküllere parçalanır. Primer partikülün enerjisi yüksek ise, bu sekonder partiküllerin her biri dahi oldukça yüksek enerjiye sahip olabilir. Bu sekonder partiküller de bir hava molekülündeki başka bir çekirdek ile çarpışabilir ve yeni sekonder partiküller meydana getirebilir. Böylece bir orijinal primer partikül (yüksek hızlı), enerjisini birçok sekonder partiküle dağıtır ve bu partiküller atmosferin orta ve alt tabakalarında tesbit edilebilir. Çok yüksek enerjili bir primer partikülün birbirini takip eden çarpışmalarla meydana getirdiği yüksek sayıdaki partikül topluluğuna bir «show-er» (sağanak) denir.

Dünya yüzeyinde müşahede edilen kozmik ışın enerjisinin hemen hemen hepsi sekonder partiküllerden dogmaktadır. Vücudumuzdan da geçen bu partiküller görmememiz ve duymamamız muhtemelen ki çok isabetli bir durumdur. Aksi halde bunların devamlı derbelerin görmek ve hissetmek hoş bir şey olmayacaktı.

Sis odalarındaki izlerinden ve magnetik alanlar sayesinde, fizikçiler bu sekonder kozmik ışınların enerjilerini, yüklerini ve kütlelerini tesbiti başarmışlardır. Bunların çoğu, kütleleri protonla elektronunki arasında bulunan elektrik yükü partiküller olarak bulunmuştur. Bu partiküllere **mezonlar** adı verilmiştir. Deniz düzeyindeki sekonder ışınlarda en çok rastlanan mezonlara **mü mezonlar** (veya müonlar) adı verilmektedir. Bunlardan her biri elektronun yüküne eşit bir negatif veya pozitif yük taşımaktadır ve kütlesi elektronunkinin 207 katına eşittir. Mü mezonlar çok dengersiz partiküllerdir ve çok kısa periodlarda de-

zentegrasyona (parçalanma) maruz kalırlar (saniyenin milyonda biri civarında). Örneğin, mü mezon dezentegre olduğu zaman bir elektron (eger negatif yükü varsa) veya bir **poziton** (pozitif yükü varsa) teşekkül eder. Bir pozitron, elektrona eşdeğer bir partiküldür, fakat eşit değerde pozitif yük taşır, ron veya protondan artan kütle farkı enerjiye ve **nütrino**lara çevrilir. Nütrinolar enerjisi olup kütlesi bulunmayan partiküllerdir.

c) Primer Kozmik Işın Partiküllerinin Enerjileri

Kozmik ışın partiküllerinin enerjilerini küçük bir birim olan **elektron-volt** ile ifade etmekteyiz. Bir elektron-volt (eV), $1,602 \times 10^{-19}$ jula eşittir.

Primer kozmik ışınların çoğunun enerjileri 10^9 eV (bir milyon elektron volt = $G e V$) civarındadır, fakat küçük bir kısmının enerjileri ise 10^{19} eV un üstündedir. Muhtelif enerjilerdeki partiküllerin nisbi sayısına kozmik ışın **enerji spektrumu** adı verilmektedir.

Bugün, 10^8 ile 10^{19} eV arasındaki enerji spektrumu oldukça iyi bilinmektedir. Uzaydaki kozmik ışınların tüm enerji yoğunluğu eV/cm^2 olarak değerlendirilmektedir.

Bir insan kozmik ışınlardan yılda ortalama 35 mr. almaktadır, yüksek dağlarda yaşayanlar bunun beş katı kadar bir doz alabilmektedirler.

d) Primer Partiküllerin Terkibi

Evelce de söylediğimiz gibi primer kozmik ışın partiküllerinin çoğu atom çekirdekleridir. Büyük bir kısmı protonlardır (hidrojen atomları çekirdekleri). Geri kalanın büyük kısmı da — takriben yüzde 15 — alfa partikülleridir (helium çekirdekleri). Yüzde 1 kadarı da ağır elementlerin çekirdekleridir; demir ağırlığındaki elementlere orta derecede rastlanmaktadır, daha ağırları da müşahede edilmiştir. Kozmik ışınlarda muhtelif atom çeşitlerinin nisbi bollukları, evrenin öteki yerlerindeki elementlerine benzemektedir. Mamafaki istisnalar vardır. Heliumdan daha ağır olan çekirdekler kozmik ışınlarda diğer yerlerdekinin pek çok katıdır. Lityum, berilium, ve boron gibi elementlerin çekirdekleri kozmik ışınlarda, yıldızlara nazaran binlerce kat bir çokluktadır. Mamafaki lityum, berilium ve boron birkaç milyon derece sıcaklıkta, dengesizdir, ve yıldızlarda nükleer değişime maruz kalarak başka elementlere çevrilirler; böylece yıldızlarda nisbeten az bulunması şaşırtıcı bir sonuç değildir. Bu çekirdeklerin kozmik ışınlarda bol miktarda bulunması, daha ağır çekirdeklerin parçalanması neticesi olarak meydana gelmekte-