KOZMOS'TAN KUANTUM'A$_1$

(Bir Patlamanın Sonuçları)

YALÇIN İNAN

Kozmos'tan Kuantum'a$_1$

ISBN 975-8304-67-4

Bu kitabın her türlü yayın hakkı yazarına aittir.

Yalçın İnan
Tel : (312) 4172561-62
Fax : (312) 4175884

Yazarın yayınlanmış diğer eserleri :
Kozmos'tan Kuantum'a $_2$
Kozmos'tan Kuantum'a $_3$

Kapak düzeni :
Baskı :
Kapak resimleri :

Üçüncü Baskı

Tanrı'nın Düşüncelerini Bilmek İsterdim,

Gerisi Ayrıntıdır...

Dr. Albert Einstein

İÇİNDEKİLER

Yazarın Notu
Giriş
Kozmoloji
Kozmoloji
Big Bang
Oluşum Senaryosu
Evren Modelleri
Evrenin Sonu
Evrenin Sınırı
Evrenin Yaşı
Evrenin Kütlesi
Evrenin Sıcaklığı
Evrenin Yoğunluğu
Evrendeki Elementler
Evrendeki Madde ve Antimadde
Evrendeki Boyutlar
Evrensel Çekim Kuvveti
Arkaalan Radyasyonu
Evren
Galaksilerin Oluşumu
Galaksiler
Galaktik Kümeler
Samanyolu
Komşu Galaksiler
Yıldızlar
Komşu Yıldızlar

Kırmızı Dev
Beyaz Cüce
Siyah Cüce
Süpernovalar
Çift Yıldızlar ve Novalar
Nötron Yıldızı
Pulsar
Karadelik
Kuasar
Radyo Astronomi
Karadelikler
Karadelik: Görülemeyen Yıldız
Oluşumu
Schwarzschild Yarıçapı
Karadelikte Zaman
Duran ve Dönen Karadelikler
Mini Karadelikler
Karadeliğin Ömrü
Civarımızdaki Karadelikler
Akdelik
Hiper Uzay
Diğer Evrenler
Karadelik - Akdelik
Hiper Uzay
Güneş Sistemi
Sistemin Oluşumu
Güneş Sistemi
Sistemin Yaşı
İç ve Dış Gezegenler
Yörüngeler
AÜ: Astronomik Ünite
Açısal Momentum
Salınım ve Gel-Git Etkileri
Manyetik Alanlar

Güneş
Güneş
Oluşumu
Nükleer Etkileşimler
Güneş Lekeleri
Güneş Rüzgarı
Güneşin Sonu
Aurora Borealis Olayı
Dünya
Dünya
Oluşumu
Dünyanın Yaşı
Platolar
Sera Etkisi
Ekosfer
Fotosentez
Yağmur ve Yıldırım
Kozmik Işınlar
Gel – Git Etkisi
Yörünge ve İklimler
Gezegenler
Merkür
Venüs
Mars
Jüpiter
Satürn
Uranüs
Neptün
Pluto
Ay
Ay
Oluşumu
Dönüş Hareketleri
Uydular

Ufak Gök Cisimleri
Asteroidler
Göktaşları
Meteor ve Meteoritler
Kuyruklu Yıldızlar

Atom
Özellikleri
Atom Çekirdeği
Elektron
Elektron Işını
İzotop
Yarı Ömür
Atom Altı Parçacıklar
Atomun İçi
Atom Altı Parçacıklar
Kuvvet Taşıyan Parçacıklar
Dışlama İlkesi
Nükleer Reaksiyon
Nükleer Enerji
Fisyon
Füzyon
Elektron - Volt
Atom Parçalayıcılar
Kuantum Mekaniği
Kuantum Teorisi
Belirsizlik Prensibi
Işık
Işık
Işık Hızı
Işık Enerjisi
Relativite Kuramları
Relativite Kavramı
Özel Relativite Kuramı

Genel Relativite Kuramı
Relativite ve Işık Hızı
Hız ve Kütle
Hız ve Zaman
Enerji ve Kütle

Zaman
Zaman
En Kısa Zaman
Uzay ve Zaman
Zamanın Genleşmesi
Zaman İçinde Yolculuk
Sanal Zaman
Temel Kuvvetler
Doğadaki Temel Kuvvetler
Çekim Kuvveti
Elektromanyetik Kuvvet
Güçlü Çekirdek Kuvveti
Zayıf Çekirdek Kuvveti
Büyük Bileşim Kuramı
Çekim Alanları
Kozmik Işınlar
Radyasyon
Kozmik Işınlar
Işınlar ve Dalga Boyları
Spektrum
Görünen Işık ve Renkler
Doppler Olayı
Enerji
Enerji
Kinetik Enerji
Enerji Dönüşümleri
Entropi

Entropi
Termodinamik
Hız
Hız
Momentum
İvme
Düşme Hızı
Kaçma Hızı
Sonsuz Hız ve Sıfır Zaman
Kütle ve Ağırlık
Kütle
Ağırlık
Elementler
Elementler
Maddenin Üç Hali
Katı Madde
Sıvı Madde
Gaz Madde
Süper Kritiklik
Süper İletkenlik
Molekül
Yoğunluk
Basınç
Sıcaklık
Sıcaklık
Mutlak Sıfır
Parlaklık
Ses
Sayılar
Yeryüzünde Yaşam
Yaşamın Başlangıcı
Deniz ve Karada Yaşam
Karadaki Canlılar
İnsanın Evrimi

İnsanın Evrimi
İlkel İnsan
Çağdaş İnsan
Sanayi Devri
Nüfus
Ateş

Canlı
İnsan Vücudu
Beyin
Canlı Türleri
Biyolojik Saat
Bit
Yeryüzünün Keşfi
Denizlerin Keşfi
Karaların Keşfi
Uzayın Keşfi
Diğer Uygarlıklar
Yıldızlararası Haberleşme
Yıldızlararası Yolculuk
Yaşamı Tehdit Eden Felaketler
Evren İle İlgili Felaketler
Güneş Sistemi İle İlgili Felaketler
Yeryüzü İle İlgili Felaketler
Canlılar İle Gelen Felaketler
Kaynaklar ve Nüfus Artışı

Yazarın Notu

İnsanoğlu daima yeni arayışlar içinde olmuş, hep yeni heyecanlar istemiştir. Yirmi yıllık serbest iş uğraşımımın verdiği monotonluk beni, bir mühendislik olan işimin dışında farklı konulara itti. Yeni konular, içinde bulunduğumuz doğa ve onu işleten yasalar idi.

Bir evrenin içinde yaşamaktayız. Evren nereden çıkmıştı, bugüne nasıl ulaşmıştı, ondan önce ne vardı, biz onun neresindeyiz, uçsuz bucaksız evrendeki galaksiler, yıldızlar, gezegenler, karadelikler nedir, evrenin bir sonu olacak mı?

Evrendeki her cismin atom denilen gözle görülemeyecek kadar küçük nesnelerin bir araya gelmesinden oluştuğunu artık bilmekteyiz. Atom neydi, içinde neler olup bitiyordu, atomun içini inceleyen kuantum bilimi nasıl bir şeydi?

Işık, enerji, zaman, temel kuvvetler, relativite, vs. Bütün bunlar doğayı nasıl işletiyordu?

Bütün canlılar hücre dediğimiz küçük birimlerden oluşmaktadır. Tek bir hücrenin içindeki o inanılmaz sistem nasıl çalışıyordu, bir DNA şeridinin içine 3,5 milyar bilgi neden, nasıl depolanmıştı, hücre içindeki organeller ne işe yarıyordu, Dünya üzerindeki canlılar nasıl ve nereden çıkmıştı?

Bütün bunlar ve doğayı işleten yasaların bilimsel yollardan incelenmesi sonsuz heyecan duyduğum yeni konulardı. Bu kitapta, dış ve iç dünyaların, kolay anlaşılabilir özet bilgilerle, anlatımları yer almaktadır.

Çalışmalarım esnasında bu konulardaki nutuklarımı, zoraki bile olsa, sabırla dinleyen fakat yine de beni destekleyen dostlarıma, yüzlerce sayfalık el yazısı notlarımı sabırla yazan ve düzenleyen sekreterim Sevim'e teşekkür borçluyum.

Yalçın İnan, Mak.Yük. Müh.
Ekim, 1994 / Ankara

Giriş

Şu anda, evrendeki 100 milyar galaksi topluluğu içinde bulunan, orta büyüklükte bir galaksinin eteklerinde yer alan, orta ölçüde Güneş ismindeki bir yıldızın etrafında dönen, küçük boyutlardaki bir gezegenin üzerinde yaşamaktayız. İçinde bulunduğumuz evrenin boyutlarını, galaksiler ve yıldızlar arasındaki uzaklıkları düşündüğümüzde o evren içinde adeta bir hiçiz. Güneş sistemi içindeki gezegenimizin boyutları, galaksimiz ve hatta en yakınımızdaki yıldızın uzaklığı yanında çok ufak kalır. Sistemimiz içindeki en uzak gezegen olan Pluto bizden 6 milyar kilometre, bize en yakın yıldız ise bu mesafenin 7000 katı uzaklıktadır. Bize en yakın galaksiye ışık ancak 2 milyon yılda gidebilmektedir. Evrende 100 milyardan fazla galaksi ve sadece bizimkinde 200 milyar yıldız bulunmaktadır.

Evrenimiz 15 milyar yıl, galaksimiz 10 milyar, Güneşimiz ve Dünyamız ise yaklaşık 5 milyar yıl önce yaratılmış, buna karşılık insan türü 100 bin yıl önce, yazılı tarihimiz ise 5 bin yıl önce ortaya çıkmıştır. İnsan bütün bu muazzam oluşumlar yanında bir hiçtir. İnsanoğlunun bu durumda görünen tek özelliği sahip olduğu zekasıdır.

Kendimizi neden Dünya adındaki gezegende bulduk? Bir milyon yıl önce insan denilen canlı yoktu. Bir milyon yıl sonra gezegenimizde insan olacak mı? Uzay neden bu kadar esrarlıdır? Evren nereden ortaya çıktı, nereye kadar gidecek, ne zaman son bulacak ve sonra ne olacak? Evrendeki yerimiz nedir, nereden geldik, nereye gidiyoruz ?

Gezegenimiz evrendeki biricik yer değildir. Evren o kadar geniş ve boştur ki hiçbir galaksi, yıldız veya gezegen tipik bir yer olamaz. Evrenin büyük çoğunluğu soğuk ve karanlık bir boşluktur. Evrenin o muazzam boşluğunda milyarlarca galaksi, trilyonlarca yıldız ve gezegen yer almaktadır. Fakat o sonsuz boşlukta bunlar çok az yer kaplar. Evren boşluğunda bir gezegene rastlama ihtimali 10^{33}'de bir gibi son derece ufak bir sayıdır. Üzerinde zengin bir yaşamın bulunduğu gezegenimizin kıymetini bilmemiz gerekir.

Evrenimiz yaratılmıştı. Yaklaşık 15 milyar yıl önce yoktan var olmuştu. Big Bang (Büyük Patlama) denilen bir patlama ile her tarafa yayılarak genişlemiş, genişledikçe soğumuş, soğudukça galaksiler, yıldızlar, gezegenler meydana gelmişti.

Evrenin bir başlangıcı olduğuna göre onu başlatan bir olayın olmuş olması gerekir. Büyük Patlamadan önce ne vardı? Evrenin bir sonu olacaksa, o sondan sonra ne olacaktır? Kozmoloji, relativite ve kuantum mekaniği üçlüsü ile evrenin yaradılışı incelenmektedir. Evrenin nasıl meydana geldiğini ve nasıl işlediğini anlamak için yapılan araştırma, insanlık tarihinin en uzun süreli ve en büyük macerasıdır. Orta ölçüdeki bir galaksinin önemsiz bir yıldızının etrafında dönen ufak bir gezegen üzerinde yaşayan belli sayıdaki insanın, tüm evreni anlamaya çalışması ve bunu çözeceklerine inanması muazzam bir olaydır.

Astronomi, ikinci yüzyılda yaşamış Batlamyus adı ile anılan Ptolemy ile başlamıştır. Ptolemy yeryüzünün evrenin merkezi olduğuna, uzaydaki her şeyin Dünya etrafında döndüğüne inanıyordu. Bu iddia modern astronominin gelişmesini 1000 yıl kadar geciktirdi. 1543'de Copernicus evrenin merkezinin Güneş olduğunu öne sürdü. 1571'de doğan Kepler, gezegenlerin Güneş etrafında

birer eliptik yörüngede döndüklerini, dönüş hızlarını, aralarındaki çekim güçlerini hesap etti.

Kepler'den sonra Newton, 1666 yılında gravitasyonu ve uzaydaki çekim gücü kuramını buldu. Newton, hem bir cismi yere düşüren hem de Ay'ı Dünya etrafında döndüren güçlerin aynı güç olduğunu ilk düşünen insan oldu. 1905'de Einstein, relativite kuramını keşfetti. Kepler, Newton ve Einstein insanlık tarihinde çok önemli birer geçiş dönemi yarattılar. Ortaya koydukları kuram ve ilkeler yeryüzünde geçerli olan yasaların evrende de geçerli olduğunu gösteriyordu.

İnsanlar yetersiz bilgilerden dolayı anlayamadıklarına olanaksız derler. Bilinen doğa yasaları (çeşitli sakınım yasaları, termodinamiğin yasaları, Maxwell yasaları, kuantum kuramı, relativite ve belirsizlik yasaları, vs) dışında ve ötesindeki doğa yasalarını da keşfettiğimiz zaman olanaksız olarak adlandırılan şeyler gerçek olabilecektir. Şu ana kadar, her ne kadar mevcut olduğu bilinen dört adet kuvvet alanından biri ile açıklanmamış bir olayla karşılaşılmamışsa da bu, bir beşinci ve altıncı temel kuvvetin mevcut olmadığını ifade etmez.

Kuantum kuramına göre, bir elektron gözlenmedikçe onun ne yaptığı bilinemez. Evrenin de bir gözlemcisi bulunmalıdır. Bu gözlemci en baştan en sona kadar mevcut olmalıdır. Bir insan bile evren 15 milyar yaşına gelinceye kadar oluşmamış, Dünya bile ancak evren 10 milyar yaşına gelince meydana gelmiştir. Tanrı'nın, işte bu gözlemci olması gerekir.

Bundan 15 milyar yıl önce, bir önceki evrenin yeniden doğuşunu başlatan Büyük Patlama meydana geldi. Galaksiler, yıldızlar henüz yoktu. Biçimsiz evrende sadece hidrojen ve helyum gazları mevcuttu. Büyük Patlamanın yarattığı atomlar boşlukta dağılmıştı. Hidrojen ve helyum atomları, çekimsel kuvvetlerle,

diğer gazları da çekerek birleşmeye başladılar. Gaz kümeleri büyüdükçe çekim ve açısal momentum yasaları dahilinde sıkışıp yoğunlaştılar ve gittikçe hızlanarak dönmeye başladılar.

Yoğunlaşan ve dönen kümelerin merkezlerinde şiddetli atom çarpışmaları oldu. Yükselen muazzam ısıdan hidrojen atomlarının elektronları protonlardan ayrıldı. Pozitif yüklü protonlar da birbirleriyle çarpışarak atomun çekirdeğini parçaladılar. Bu arada dört hidrojen atomundan bir helyum oluşurken bir enerji meydana geldi. Gaz kümelerinden dışarı sızan bu enerji etrafı aydınlattı. Böylece ilk yıldız meydana geldi. Karanlık evren artık aydınlanmıştı. Hidrojenin helyuma dönüşmesi ile meydana gelen kütle farkının enerjisi yıldızları oluşturdu. Milyarlarca yıl süren bir evrim sonunda, milyarlarca galaksi ve yıldız evreni doldurdu.

Sonunda yıldızların merkezindeki hidrojen tükendi. Yıldızın içindeki basınç dış tabakanın ağırlığını taşıyamaz hale geldi ve yıldızın çöküşü başladı. Çöküşün basıncı ile merkezdeki sıcaklık daha da arttı. Sonra, bitmiş hidrojenin yerine helyum yakıt olarak kullanıldı. Sonunda helyum karbona, oksijen neona, silikon kükürde dönüştü. Atomun merkezinde yeni çekirdekler oluştu. Bazı çekirdekler aralarında birleşerek diğer çekirdekleri şekillendirdi. Yıldız genişleyerek dış tabakalarını korkunç bir nükleer patlama ile uzaya fırlattı. Fırlatılan maddeler yeni bir yıldız oluşturmak için bir araya geldi. Yeni yıldızları oluşturan kümelerin yanında nükleer patlamalar yapamayacak kadar az yoğunlukta ve yıldız olamayacak kütleler meydana geldi. Bunlar dönen soğuk madde artıklarıydı. Kendileri bir nükleer enerji üretemedikleri için sadece en yakınlarındaki bir yıldızın ışığını alıp yansıtıyordu. Bunlar gezegenlerdi. Bir kısmı hidrojen ve oksijenden oluşmuş gazlardan, bir kısmı ise kaya ve metalden şekillenmişti.

Gezegenlerin bazıları oluşum sırasında içerde kalmış gazları serbest bıraktı ve bu gazlar yüzeyde yoğunlaşarak okyanusları

oluşturdu. Bazıları ise yüzeyin daha yukarısına çıkarak metan, amonyak ve hidrojenden oluşan bir atmosfer meydana getirdi. Atmosfere gelen güneş ışığının etkisiyle fırtınalar, yıldırımlar oluştu. Fışkıran volkanlar yakın atmosferi ısıttı. Böylece ilkel atmosferin molekülleri parçalanarak daha karmaşık molekülleri yarattı. Bu moleküller okyanusa düşerek daha büyük ve karmaşık molekülleri oluşturdu.

Suyun içindeki sayısız karmaşık moleküllerden bir tanesi, bir gün, kendisinin benzeri bir molekülü yarattı. Bu molekül kendisinin kopyası olan ve çoğalabilen başka molekülleri çıkardı. Daha sonra, evrim içinde, kopyalarını üretebilen moleküller gelişti. Kendi benzerlerini üretebilen moleküllerin meydana gelmesi okyanuslardaki en önemli olaydı. Üreyebilen moleküller yaşadı, diğerleri yok oldu. Okyanuslar oluşan, gelişen ve üreyebilen moleküllerle dolmuştu.

Bu sırada gezegenin yüzeyi de değişiyordu. Güneşten gelen ışığın etkisiyle, hava ve suyun yardımıyla karalarda ilkel bitkiler türedi. Bitkilerle birlikte atmosfer de değişmeye başladı. Hidrojen yok oldu, amonyak azota, metan karbondioksite dönüştü. Bu arada oksijen oluştu.

Denizlerde gelişen canlılar karaya çıktı. Bazıları uçmaya başladı. İklimdeki devamlı değişmeler neticesinde bir kısım canlılar yok olurken, diğerleri üremeye devam etti. Sonra Dünya soğudu, ormanlar azaldı, canlıların bir kısmı dik durmayı ve alet kullanmayı öğrendi. Ateşi keşfetti, ortak avlanmaya başladı, yazıyı buldu ve teknolojiyi geliştirdi. Ve bir gün, Dünya ismindeki gezegen üzerinde, yıldız ham maddesinden başlayan milyarlarca yıllık bir evrim sonunda ‘modern insan’ denilen canlı türü ortaya çıktı.

Uzayda yalnızmıyız, bizim dışımızda başka uygarlıklar var mı, varsa neredeler, bizi buldular mı, yoksa ne zaman bulacaklar, henüz bulamadılarsa biz onları bulabilecek miyiz? İnsan olmayan yaratıklar ve insandan daha zeki uygarlıklar olabilir. İnsan belki de uzaydaki zeki yaratıkların bir tanesi değil, en az gelişmişidir.

Şimdiye kadar diğer uygarlıklar tarafından henüz ziyaret edilmemiş olmamızın nedeni, uzaydaki yıldızların çok fazla olması ve bizim galaksinin kenarında tenha bir yerinde yer almış olmamız olabilir. Biz, evrenin merkezi olmadığımızı, milyarlarca galaksi ve trilyonlarca yıldızdan sadece biri olduğumuzu daha yeni anladık. Uzayın keşfinde daha çok yeniyiz...

Kozmoloji

Kozmoloji

Evren sonsuz bir zamandan beri mi mevcuttu, yoksa zamanımızdan bir süre önce mi yaratıldı? Uzun süren tartışmalar sonucunda evrenin bir yaşı olduğunu, zamanımızdan uzun yıllar önce doğduğunu ve atom altı parçacıkların, atomların ve elementlerin yaratıldığını, Güneş ve Dünyaların böylece oluştuğunu iddia eden tarafın teorisi kabul gördü. Yaratılış teorisinin delilleri o kadar güçlü ve inandırıcıydı ki, bütün bilim adamları bu sonuçta birleştiler. Neticede, Büyük Patlama (Big Bang) teorisi ispatlanmış ve alternatifsiz tek tez olarak onaylanmış oldu.

Evrenin 15 milyar yıl önce Big Bang ile yaratıldığının ispatlanması tüm zamanların en önemli bilimsel olayıdır. Big Bang olayı, sonsuz küçük hacim içine sıkışmış sonsuz yoğunluktaki bir madde ve enerji yumağının, bundan 15 milyar yıl önce, birdenbire kendi hacmine sığmayarak büyük bir hızla patlamasıyla mekan ve zaman boyutlarını yaratmasıdır. Yaradılış sırasında, saniyenin trilyon kere trilyon kere trilyonda biri anında nelerin olup bittiğinin kesinlikle bilinmesi bilim tarihinin en büyük zaferidir.

Big Bang'dan önce madde, enerji, uzay, zaman, vs hiçbir şey yoktu. Big Bang'dan önce ne vardı sorusuna cevap, Big Bang'dan önce zaman yoktu ki ne olacağı düşünülebilinsin. Big Bang ile korkunç bir hızla her tarafa dağılan maddeler yıldızları, dünyaları

yarattı. Madde zaman içinde dört boyutlu mekanda uzay-zaman ağını oluşturarak hızla genişledi, büyüdü, zamanla soğuyarak şimdiki halini aldı. Evrenin oluşumunu inceleyen bilime 'kozmoloji' adı verilir.

Evrenin oluşum teorisini kuranlar Hubble, Einstein, Friedman ve Gamow olup daha sonra Penzias ve Wilson ile devam etmiştir. 1965 yılında uzayı dinleyen Penzias ve Wilson şimdiye kadar hiç görülmemiş 5.7 cm dalga boyunda bir radyasyon parazitine rastladılar. Bu dalga boyu, 15 milyar yıl önce ilk oluşum sırasında ortaya çıkan enerjinin küçük bir parçasıydı.

Evrenin nasıl ve neden başlamış olması gerektiğini anlayabilmek için zamanın başlangıcında geçerli yasaların bilinmesi gerekir. Zamanın başlangıcında sonsuz yoğunlukta bir noktanın bulunacağı ve uzay-zaman eğriliğinin sonsuz olacağı gerekir. Bilim yasaları böyle bir noktada geçerliliğini kaybetmektedir.

Big Bang

Evrenin, Big Bang adı verilen Büyük Patlama ile başladığı artık bilinmektedir. Herşey küçük bir noktanın müthiş bir sıcaklıkta patlaması ile ortaya çıkmıştır. Isı, birkaç saniye içinde proton ve nötronların oluşacakları noktaya düşmüş ve birkaç dakika sonra da protonlarla nötronların atom çekirdeğini oluşturmalarına izin verecek kadar bir daha azalmıştır. İki protonla iki nötron birleşerek helyum çekirdeğini meydana getirmiştir. Big Bang'dan sonra sadece hidrojen ve helyum oluşmuştur. Evren bugün bile %99 hidrojen ve helyumdan meydana gelmiş durumdadır.

Nötron, atomdan küçük parçacık olup, atom çekirdeğinde bulunan iki parçacıktan birisidir. Öteki parçacık ise protondur. Bir nötronun ayrışmasından önce yarısı varlığını 10.1 saniye sürdürür ve buna 'yarı ömür' denir. Nötronun yarı ömrü hesabından,

oluşmuş olması gereken helyum miktarı ile Big Bang teorisi daha fazla destek kazanmıştır.

Evrenin 'kozmik yumurta' adındaki küçük bir hacmin patlamasıyla oluştuğunu ilk öne süren 1927 yılında Belçikalı Lemaitre olmuştur. Kozmik yumurtanın patlamasına, 1948 yılında Big Bang adını veren ise Rus fizikçi Gamow olmuştur.

Bize çok büyük bir hızla yaklaşan bir cisimden gelen ışığın tayf renginin çizgileri maviye döner. Bizden çok büyük bir hızla uzaklaşan cismin ışığının tayf renkleri ise kırmızıya döner. Doppler etkisi denilen bu olgudan, galaksilerin Büyük Patlamadan sonra birbirinden uzaklaşmaları tayf çizgilerinin gözlenmesiyle ispat edilmiştir. Uzaktaki galaksilerin tayflarının kırmızı olduğu ve bir galaksi ne kadar uzaktaysa tayfındaki çizgilerinde o kadar kırmızıya dönüştüğü daima gözlenmektedir. Doppler etkisi ile açıklanan kırmızıya dönüşün galaksilerin daima geriye çekildiğini göstermesi Büyük Patlamanın kanıtlarından biridir. Bunun yanında, Büyük Patlamadan beri soğumuş olan patlama radyasyonunun günümüze kadar kalmış olması ve evrenin her tarafından belli bir yoğunlukta, hafif duyulur radyo dalgaları olarak ulaşması da ayrı ve daha kuvvetli bir kanıttır.

Büyük Patlamayı izleyen ilk anlarda, sıcaklık azalarak atom altı parçacıkların oluşabileceği düzeye indi, protonlar, nötronlar ve elektronlar oluştu. Evren soğudukça protonlarla nötronlar birleşerek daha karmaşık çekirdekleri oluşturdu ve sonra elektronlar çekirdeklerin yakınına geldi ve atomlar şekillendi.

Büyük Patlama anında evren sıfır büyüklükte ve sonsuz sıcaklıktadır. Evren genişledikçe ışımanın sıcaklığı düşer. Büyük Patlamadan bir saniye sonra evrenin sıcaklığı on milyar derecedir. Bu anda evren foton, elektron, nötrino ve bunların karşı parçacıklarıyla bir miktar da proton ve nötrondan oluşur. Evren genişleyip

sıcaklık azaldıkça, çarpışmaların neden olduğu elektron ve karşıt elektron çiftlerinin oluşma hızı birbirlerini yok etme hızının altına düşer. Böylece elektron ve antielektronların çoğu birbirini, daha çok foton oluşturacak şekilde, yok eder ve geriye az miktarda elektron kalır. Nötrino ve antinötrinolar ise birbirlerini yok edemez, çünkü bu parçacıklar birbirleriyle ve diğer parçacıklarla çok az etkileşimde bulunurlar.

Büyük Patlamadan yüz saniye sonra sıcaklık bir milyar dereceye düşer. Bu sıcaklıkta proton ve nötronlar güçlü çekirdek kuvvetinden kaçmaya yetecek enerjiyi kaybederek, bir proton ve bir nötron içeren döteryum (ağır hidrojen) atomunun çekirdeğini oluşturmak üzere birleşmeye başlar. Döteryum çekirdekleri diğer proton ve nötronlarla birleşerek, iki proton ve iki nötron içeren helyum çekirdeklerini ve lityum ile berilyum elementlerini oluşturur. Nötronların geri kalanı ise bozunarak normal hidrojen atomlarının çekirdeği olan protonlara dönüşür.

Büyük Patlamadan birkaç saat sonra helyum ve diğer elementlerin oluşumu durur. Ve sonraki bir milyon yıl içinde evren sadece genişler. Sıcaklık birkaç bin dereceye düşünce elektronlarla çekirdekler aralarındaki elektromanyetik çekime dayanarak enerji kaybederek birleşir ve atomları oluşturur.

Fiziğin üç temel sabiti vardır: Plank sabiti, ışık hızı sabiti ve gravitasyon sabiti. Bu üç değişmezi kullanarak zaman, mekan ve enerjinin bölünemez en küçük parçasını hesaplamak mümkün olmaktadır:

En küçük zaman olarak 10^{-43} saniye bulunmuştur. Bundan daha küçük zaman aralığı evrende bulunamaz. Evren, t=0 anı denilen bir ‘an’da yaratıldı. Bu t=0 anından önce hiçbir şey, zaman, madde, enerji, uzay mevcut değildi. Yaratılmanın başladığı an t=0 anı olarak tarif edilir. Bu andan sonraki saniyenin 10^{-43} cü zamanında,

artık enerji ve zaman tarif edilmeye, mekan hesaplanabilir hale gelmeye başladı. O halde evrendeki en küçük zaman aralığı bir saniyenin 10 üzeri –43'ü ile temsil edilir. Bundan daha küçük bir zaman bilinmemektedir. Bu döneme 'Planck-dönemi' denir. Bu andaki sıcaklık değeri 10^{32} derecedir. Bu anda madde henüz şekillenmeye bile başlamamıştır. Gravitasyon kuvveti oldukça büyüktür.

10^{-37} ci saniyede sıcaklık 10^{29} derecedir ve atomlar henüz yaratılmış değildir. Bu aşamada güçlü çekirdek kuvveti, zayıf çekirdek kuvveti ve elektromanyetik kuvvet bir arada bütünleşmiştir.

10^{-9} cu saniyede sıcaklık 10^{15} derece olup, burada elektromanyetik kuvvetle zayıf çekirdek kuvveti birbirinden ayrılmak üzeredir. Bundan sonraki dönemler artık yaratılmanın başladığı dönemlerdir:

1. dönem: 10^{-2} ci saniyede sıcaklık 100 milyar derecedir ve ilk evren maddesi artık şekillenmeye başlamıştır. Henüz proton ve nötron gibi ağır parçacıklar yoktur ve sebebi aşırı sıcaklıktır. Elektronlar oluşmuştur. Kütlesi sıfır olan fotonlarla, nötrinolar belirmiştir. Bu andaki kütlenin yoğunluğu 3.8 milyar kg'dır. Ve evrenin genişliği ise 4 ışık yılı kadardır.

2. dönem: 10^{-1} ci saniyede sıcaklık 30 milyar derecedir. Nötron ve protonlar belirmeye başlamıştır. Kuark ve gluonlar meydana çıkmıştır.

3. dönem: sıcaklık 10 milyar derecedir. Nötron ve protonların bir araya gelip atomu oluşturmaları, yeterli soğukluk olmadığından bu dönemde de olmamıştır.

4. dönem: birinci dönemden bu döneme kadar 13.8 saniye geçmiştir. Sıcaklık 3 milyar derecedir. Evren korkunç bir hızla genişlemektedir. Helyum çekirdekleri gibi kararlı atom çekirdekleri oluşmaya başlamıştır.

5. dönem: sıcaklık 1 milyar derecedir. Birinci dönemden itibaren 3 dakika 2 saniye geçmiştir. Fotonlar ve nötrinolar egemen durumdadır.

6. dönem: birinci dönemden bu yana 34 dakika 40 saniye geçmiştir. Sıcaklık 300 milyon derecedir. Bu dönemde 300.000 km/sn'lik ışık hızı ile kütle enerjiye, enerji ise kütleye dönüşür. İlk evren maddesi olan atom altı parçacıklar yaratılır. Yaratılan madde iki türlüdür; bildiğimiz, çevremizde dokunduğumuz madde ve bilemediğimiz, çevremizde rastlamadığımız ancak özel şartlarda laboratuarda mevcudiyeti anlaşılan antimadde. Birisi elektron ise diğeri antielektron, biri proton ise diğeri antiprotondur. İkisi bir araya gelince her ikisi de yok olup ortaya enerji çıkmaktadır.

Tersi de aynı olup, eğer enerji yok edilirse ortaya madde ve antimadde çıkar. Ancak bu durumda madde evrende görünüyor, antimadde ise görünmüyordu. Evrenin ilk dönemlerinde madde, antimaddeden fazlaydı, antimadde yok oldu ve evrende madde ve enerji kaldı. Maddenin antimaddeden niçin fazla yaratıldığı ve antimaddenin nereye gittiği konusu hala araştırılmaktadır.

Artık madde şekillenmiş ve yüksek sıcaklık altında atomların karşılıklı ve uyumlu etkileşimi başlamıştır. Atomların oluşumu moleküllerin oluşmasına yardımcı olmuş, moleküllerin birleşmesinden oluşan çok sayıda madde tüm uzayı doldurarak gök cisimleri meydana gelmiştir. Galaksiler, güneşler, gezegenler artık yaratılmaktadır.

Daha sonra 4000 derecelik sıcaklığa gelinir. Burada tüm evren kendi ısı ve enerjisinden dolayı aydınlıktır. Maddenin gaz şeklinde yoğunlaşıp çoğalması ile yoğunluk değeri de artmış ve gittikçe yoğunlaşan maddeler gezegenleri oluşturmuştur. Güneş sistemleri meydana gelmiş, sistemlerden galaktik sistemler şekillenmiştir.

Oluşum Senaryosu

Uzayda ve güçlü atom hızlandırıcıları içinde yapılan gözlemler, zaman içinde geriye dönüşle, aşağıdaki uyumlu senaryoyu tanımlamaktadır:

Evren bir milyar yaşındadır ve günümüzde gökyüzündeki en uzak cisimler olarak kabul edilen kuasarlar bu dönemde oluşmaya başlamıştır.

Evrenin 500.000 yıl yaşında temel parçacıklar atomları oluşturmak üzere birbirleriyle birleştiler. Daha önce evren elektronun çekirdek çevresinde bir kuantum yörüngesine girmesine olanak vermeyecek ölçüde sıcaktı ve evren başıboş elektron ve çekirdeklerden oluşan kaynayan bir deniz görünümündeydi. Bir kez atomlar oluşmaya başlayınca madde galaksiler ve yıldızlar halinde yoğunlaştı ve kütlesel çekim evrenin gelişmesini sağladı. Bu nokta, aynı zamanda, ışığın evren boyunca yol alabilmesinin de başladığı noktadır.

Geriye doğru yolculuktaki bir sonraki durak 100.000'inci yıldır. Evrenin iki temel bileşeni galaksileri, yıldızları, gezegenleri oluşturan madde ile mikrodalga zeminini oluşturan radyasyondur. Günümüzde zemin radyasyonu ile madde arasında herhangi bir

etkileşim hemen hemen yoktur. Ancak, evrenin ilk dönemlerinde yoğunluk ve sıcaklığın çok büyük olduğu zamanlarda madde ile radyasyon birbirlerini kuvvetlice etkiliyorlardı. Evren soğudukça radyasyon ve madde birbirlerinden ayrıldılar. Bu, evrenin başlangıcından 100.000 yıl sonra oldu.

Sonraki durak evrenin başlangıcında sıfır zamandan sonraki üç dakikadır. Üçüncü dakikadan önce evren, proton ve nötronların bir çekirdekte birleşmesine izin vermeyecek kadar sıcaktı. Bir proton ve nötron eğer ilk üç dakikada bir araya gelseydi, zemin radyasyonundan gelen fotonlarla veya öteki parçacıklarla çarpışmalar onları birbirlerinden uzaklaştıracaktı. Üçüncü dakikada her şey yeterince soğuduğu için güçlü nükleer kuvvet, bir proton ve bir nötronu yada bir ağır hidrojen çekirdeğini oluşturacak şekilde bir proton ve iki nötronu çekmeye başlayabilecek duruma geldi. Aynı zamanda bir çift proton ve bir yada iki nötrondan helyum çekirdeği oluştu ve bugünkü 75/25 oranındaki hidrojen helyum miktarı meydana geldi. Bu arada diğer birkaç elementin çekirdekleri de oluştu ama, demir ve altın gibi ağır elementlerin yıldız fırınlarında işlenmesine başlaması için milyonlarca yıl geçmesi gerekiyordu. Üçüncü dakikada güçlü nükleer kuvvet egemen durumdadır.

Sıfırdan sonraki saniyenin ilk yüzde birlik bölümünde evren yaklaşık 200 milyar derece sıcaklıktaydı.

İlk saniyenin on binde biri (10^{-4}) ile milyonda biri (10^{-6}) arasında, evrendeki maddenin temel bileşenleri olan kuarklar protonlarla nötronları oluşturdu. Bundan önce evren kaynayan bir kuark çorbası halindeydi. 10^{-4} üncü saniyede evrenin yoğunluğu o kadar büyüktü ki proton ve nötronların arasındaki uzaklık, parçacıklardan birinin boyutu kadar küçüktü. Neyse ki nükleonları bir atom çekirdeği içinde bir arada tutan güçlü nükleer kuvvetin

aradaki uzaklıkta artma özelliği vardı. Parçacıklar yakınlaştıkça bu kuvvet de azalıyordu.

10^{-10} cu saniyede evren büyük enerjinin olağanüstü genişlemesiyle yaklaşık Güneş sistemimizin boyutlarına ulaşmıştı.

10^{-20} ci saniyede mini karadelikler oluştu.

10^{-32} ci saniyede evren bir elma boyutlarındaydı. Sıcaklığı 10^{-27} Kelvin derecesiydi.

10^{-35} ci saniye, geriye doğru yolculukta, evrenin en erken dönemi hakkındaki düşüncelerin doğruluğundan emin olunan son duraktır. Bu nokta ile tekillik arasındaki zaman, ışığın bir protonun çapını katetmesi için gerekli sürenin trilyonda birinden daha kısadır. Bu noktada evrenin boyutu yalnızca 10^{-24} cm'dir ve burada madde ve antimadde hemen hemen eşit miktardadır.

10^{-43} cü saniye 'Planck duvarı' olup, bu noktada uzay, zaman ve maddeyi tanımlamada yetersiz kalınmaktadır. Planck duvarını geçmek için Dünyadaki hızlandırıcılarda deney tekniklerinin çok geliştirilmesi gerekmektedir. Evrenin nasıl başladığını anlamak için, kütlesel çekim ile kuantum mekaniğinin nasıl birleştiğini anlamamız gerekir. Planck duvarı evrenin ültimatomudur ve insanoğlunun evrenin nasıl başladığını bilmeden önceki son noktadır. Bunu hiçbir zaman bilememe ihtimali de çok kuvvetlidir.

Evren Modelleri

1923'de Amerika'nın batısında 2500 mm'lik bir teleskopla Edwin Hubble bizim galaksimiz olan Samanyolu ile en yakın komşumuz Andromeda galaksisi arasındaki uzaklığı hesapladı. Hubble, galaksilerin bir av tüfeğinden atılan saçmaların etrafa

saçılması gibi, uzayda eşit olarak dağıldığını ve birbirlerinden kopup ayrıldıklarını doğruladı.

Edwin Hubble, her yöndeki galaksilerin birbirinden büyük bir hızla uzaklaştıklarını gözledi. Bu evrenin gittikçe genişlediğinin bir işaretiydi. Yani, bütün gök cisimleri geçmişte bugünkünden daha yakın konumdaydılar. 15 milyar yıl önce bütün cisimler tek bir nokta halindeydi. O anda evrenin yoğunluğu tek noktada sonsuzdu. Bu, evrenin bir başlangıcı olduğunun ispatıydı.

1922'de Rus matematikçi Alexander Friedman, Einstein'in denklemlerini kullanarak genişleyen evren modelini buldu ve günümüz kozmolojisinin temelini oluşturdu. Bu modelde yoğunluk kritik düzeyin üstündedir ve bunun sonucu olarak evrenin genişlemesi bir gün son bulacaktır. Bu modelde evren sonlu ama sınırsızdır. Stephen Hawking evreni kocaman genişleyen bir balon olarak düşünmekte ve üzerindeki noktaları galaksiler olarak göstermektedir.

Doppler olayı kapsamında 1929'da Hubble'ın yaptığı gözlemlerde, galaksilerin çoğunun kırmızıya kaymış olduğu ve bizden uzak mesafede olanların uzaklaşma hızlarının daha fazla olduğu tespit edildi. Bu evrenin hala genişlemekte olduğunun bir göstergesiydi. Evrenin genişleme hızı oldukça önemlidir.

Eğer galaktik kümeler evrenin kaçma hızından daha büyük bir hızla birbirlerinden ayrılıyorlarsa, bu ayrılış sonsuza kadar sürecek ve evren 'ısıl ölüme' varana kadar genişleyecektir. Ve, evren bir 'açık evren' haline gelecektir. Eğer galaktik kümeler kaçma hızından daha küçük bir hızla birbirlerinden ayrılıyorlarsa, genişleme sonunda duracak, büzülme başlayacak ve kozmik yumurta yeniden oluşacaktır. Kozmik yumurta sonra tekrar patlayacaktır. Bu bir 'kapalı evren'dir.

Kaçma hızı galaktik kümelerin birbirleri üzerindeki çekimsel etkilerine bağlıdır. Bu da, bir galaktik kümenin kütlesiyle kümeler arasındaki uzaklığa bağlıdır. Galaktik kümelerdeki tüm maddenin evrene düzgün bir şekilde dağıldığı düşünülürse, evrendeki maddenin ortalama yoğunluğu belirlenebilir. Maddenin ortalama yoğunluğu ne kadar büyük olursa kaçma hızı da o kadar yüksek olur ve genişlemenin durup büzülmenin başlama ihtimali de o kadar fazla olur.

Eğer evrenin ortalama yoğunluğu bir oturma odasına eşit bir hacimde 400 hidrojen atomuna eşdeğer miktarda madde bulunacak kadar olsaydı bu, şimdiki genişleme hızına göre dağılmayı önleyecek kadar büyük bir yoğunluk olurdu. Fakat, şu andaki bilgilerimize göre, evrenin gerçek ortalama yoğunluğu bunun yüzde biridir. Bu durumda galaktik kümelerin birbirleri üzerindeki çekim kuvveti evrenin genişlemesini durdurmaya yetmeyecek kadar zayıftır. Dolayısıyla evren açık evrendir ve genişleme ısıl ölüme kadar sürecektir.

Evrenin genişlemesi daha ne kadar devam edecek? Evren ya sonsuza kadar genişlemeye devam edecek veya bir gün genişleme sona erecek ve evren kendi içine kapanarak çökmeye başlayacaktır. Evrenin yoğunluk değeri şu anda o kadar kritik bir değerdedir ki, evrenin kapalı evren (bir gün içine kapanacak) veya açık evren (sonsuza kadar genişlemeye devam edecek) olma ihtimalleri birbirine eşittir.

Friedmann'ın genişleyen ve büzülen evren modelinde uzay, Dünyanın yüzeyi gibi kendi üstüne kapanıktır. Yani sonlu boyuttadır. Sonsuza kadar genişleyen evren modelinde uzay sonsuz olup, bükük şekildedir. Kritik bir hızla genişleyen üçüncü modelde ise uzay düz olup yine sonsuzdur.

Evrenin Sonu

Evrenin ilk yaratılış anından arta kalan enerjinin göstergesi olan arkaalan mikrodalga ışıması (background radiation) 1965'de keşfedildi ve bu garip ışımanın sıcaklık eşdeğeri –270 derece olarak bulundu. Evren –270 derecelik bir sıcaklığa sahiptir. Bu büyük soğukluğun nedeni yaratılış anındaki çok muazzam olan sıcak maddenin 15 milyar yıldan beri mekana büyük bir hızla yayılması ve genişlemesi ile bugünkü değere inmesidir.

Tüm evreni kaplayan ve 'karanlık madde' (dark matter) denilen, gözle görülmeyen fakat mevcudiyetine ait ciddi delilleri bulunan maddenin varlığı ve kütlesi hesaplandığında evrenin ortalama yoğunluk değerinde çok önemli artışın olduğu ortaya çıkar. Şu andaki evren yoğunluğu son derece hassas bir değer aralığında bulunmaktadır. Eğer yoğunlukta herhangi bir artış olursa, evren kendi içine kapanacak ve uzay boyutlarında ani bir çöküş başlayacaktır. Bu da evrenin sonu olacaktır.

Evrenin yoğunluğu genişleme hızı ile belirlenen kritik bir değerin altında ise, çekim kuvveti genişlemeyi durdurmak için yetersiz kalacaktır. Eğer yoğunluk kritik değerin üzerindeyse çekim kuvveti sonunda evrenin genişlemesini durdurup çökmesine neden olacaktır. Bilinen, evrenin her milyar yıl içinde %5-10 arasında genişlediğidir. Galaksilerde görülen bütün yıldızların ve karadeliklerin kütlelerinin toplamı genişlemeyi durdurmaya yetecek kütlenin ancak %10'udur. Şu anda elde bulunan bilgilerden evrenin daha yüzlerce milyar yıl genişlemeye devam edeceği anlaşılmaktadır.

Büyük Patlamadan bir saniye sonraki genişleme hızı milyarda bir oranda az olsaydı, evren bugünkü büyüklüğüne erişemeden çökmüş olacaktı. Evren, kapalı ve açık evren modellerini ayıran kritik hıza çok yakın bir hızla genişlemeye başladı ve 15 milyar yıl

sonra, şimdi bile, bu kritik hıza çok yakın bir hızla genişlemesini sürdürmektedir.

Evrenin Sınırı

Evrenin gözlenebilen kısmı 30 milyar ışık yılına eşit bir mekandır. Bu alan içinde yayılmış galaksilerin boyut ve şekillerinden, Büyük Patlamanın maddeyi eşit ve düzenli olarak dağıtmadığı anlaşılmaktadır. Bu durumda, iki veya daha fazla Büyük Patlamanın olmuş olması ihtimali de düşünülmektedir. Evrenin bugünkü genişliği ise 10^{24} km olup, saniyede 300.000 km hızla yol alan ışık evrenin çevresini 120 milyar yılda tamamlayabilmektedir.

Evrenin Yaşı

Bir galaksinin uzaklaşma hızının, her 6500 ışık yılı mesafede saniyede 1 km arttığı varsayılırsa, bizden 6.500.000 ışık yılı uzaktaki bir galaksi saniyede 1000 km hızla uzaklaşmış olur. Bu galaksi bizden 6.500.000 ışık yılı uzağa gitmişse ve bu uzaklıktaki hızı saniyede 1000 km ise, bu mesafeyi almış olması için 2 milyar yıl geçmiş olması gerekir. Bundan iki kat uzaklıktaki bir galaksi iki kat hızla uzaklaşıyor olacak ve bu iki kat uzaklıktaki mesafeyi de 2 milyar yılda almış olması gerekecek. Aynı şey, bizden on kat uzaktaki bir cisim için de geçerlidir.

Eğer galaksilerin hepsi her 6500 ışık yılı mesafede hızları saniyede 1 km artacak şekilde uzaklaşmaktaysa, bunların hepsi 2 milyar yıl önce kozmik yumurta halinde bir aradaydılar. Böylece evren 2 milyar (2 Eon) yaşındaydı.

Halbuki, radyoaktif bozunma sayesinde yeryüzünün bundan daha yaşlı olduğu bilinmektedir. Yeryüzü evrenden daha yaşlı olamazdı. Bu hesaplar yapılırken galaksilerdeki bazı değişken yıldızların hızlarından faydalanılmıştı. Daha sonra Andromeda

galaksisi ayrıntılı bir şekilde incelendi. Değişken yıldızların değişik tiplerde olduğu keşfedildi ve bulunan yeni formüller neticesinde galaksilerin daha önce düşünülenden 10 kat daha uzakta oldukları ortaya çıktı. Uzaklaşma hızları önceden hesaplandığı kadardı.

O halde, evren 2 milyar değil de 20 milyar yaşındaydı. Evrenin toplam çekim alanı nedeniyle dağılma hızı giderek yavaşlamaktadır. Çekim etkisi de göz önüne alınarak en yakın tahminle Büyük Patlamanın 15 milyar yıl önce meydana gelmiş olduğu kabul edildi. Yani evren 15 milyar yaşındadır.

Evrenin Kütlesi

Evrende, bir tahmine göre, 100 milyar ($10^{11)}$ adet galaksi vardır. Bu galaksilerden herbiri bizim Güneşimizden 10^{11} kat daha kütlelidir. Evrendeki toplam madde miktarı Güneşin kütlesinin 10^{22} katı olmaktadır. Bizim Güneşimizin kütlesi $2x10^{33}$ gram'dır. Bu durumda, evrenin toplam kütlesi $2x10^{55}$ gram olmaktadır.

Atom çekirdeğini oluşturan parçacıklar olan nükleonların (proton ve nötronlar) $6x10^{23}$ tanesi bir gram gelir. Evrenin $2x10^{55}$ gram'lık kütlesinde $12x10^{78}$ adet nükleon bulunur. 100 atomda toplam 142 nükleon (116 proton ve 26 nötron) vardır. Bu durumda evrendeki madde parçacıklarının toplam sayısı $2.2x10^{79}$'dur. Ayrıca, evrende kütlesiz parçacıklar olan fotonlar, nötrinolar, gravitonlar da mevcuttur. Evrenin saptanabilinen kütlesinin, evrenin tüm kütlesinin yüzde biri olduğu tahmin edilmektedir.

Evrenin Sıcaklığı

Evrende en az yirmi milyar kere trilyon yıldız vardır. Bütün bu yıldızlar 15 milyar yıldır durmadan evrene enerji akıtmaktadır. Bu muazzam enerji bunca zamandır evrendeki soğuk cisimleri

ısıtamamıştır. Bunun iki nedeni şöyledir: galaktik kümeler genişleyen bir evrende birbirlerinden ayrılmaktadır ve dolayısıyla bir galaktik kümeye diğerinden gelen ışık, çeşitli derecelerde kızıl kaymasına uğramaktadır. Dalga boyu uzadıkça ışığın enerjisi azaldığından kızıla kayma enerjisi azalmakta ve galaksilerin yayınladığı radyasyon daha az enerjik olmaktadır. Ayrıca, evren genişledikçe mevcut uzay da artmaktadır. Uzayın hacmi, içine akan enerjiden daha büyük bir hızla genişlemekte ve sıcaklığı giderek azalmaktadır.

Büyük Patlamanın başlangıcından yüz saniye sonra radyasyon sıcaklığı bir milyar dereceydi. Büyük Patlamadan beri evren genişledikçe sıcaklık da zamanın kareköküyle ters orantılı olarak azalarak bugünkü değerine ulaşmıştır. Evrenin şimdiki sıcaklığı, Büyük Patlamanın arkaalan radyasyonundan anlaşıldığına göre, mutlak sıfırın üç derece üzeri olan –270 derecedir.

Evrenin Yoğunluğu

Yoğunluk kütlenin hacme oranına eşittir. Evrenin bir bölgesinin hacmini bilmemize karşılık, aynı bölgenin kütlesinden o kadar emin olamamaktayız. Galaksilerin kendi kütlelerini hesaplamamıza rağmen, galaksilerin uzak eteklerine ve galaksiler arasına dağılmış olan yıldızların, tozun ve gazın kütlesini hesaplamada pek başarılı değiliz. Yıldızlar arası boşlukta 1 cm küplük bir hacim, 10^{24} adet atoma sahip suyun yoğunluğundadır. Bu hacim, bir atomun hemen hemen tüm kütlesinin yoğunlaştığı çekirdeğiyle karşılaştırıldığında fazla bir yoğunluk değildir.

Evrendeki Elementler

Evren Big Bang ile başladığında oluşan ilk maddeler sadece hidrojen ve helyum elementleriydi. Diğer bütün elementler yıldızların merkezlerinde oluşmuştur. Hidrojen evreni yaratan

kozmik yumurtanın patlamasıyla meydana gelmiştir. Hidrojen dışındaki bütün diğer atomlar yıldızların içindeki olaylardan oluşmuştur. Yıldızlar, hidrojen atomlarından daha ağır atomların elde edildiği birer kozmik fırın gibidir.

Evreni oluşturan elementlerden 100'den fazlası tanımlanmıştır. Her element yan yana dizildiği taktirde 250 milyon tanesi 2.5 cm'lik yer kaplayacak kadar küçük atomlardan oluşmaktadır. Evrenin 100'den fazla çeşit atomdan oluştuğu söylenebilir.

Evrenin tüm madde kütlesi %24 helyum ve %75 hidrojenden oluşmaktadır. Büyük Patlamadan önce evrendeki tüm madde, 15 milyar yıl önce, bir ateş topu halinde aşırı sıcaklıkta sıkıştırılmış bir gazdan oluşuyordu. Büyük Patlama ile maddenin yanında uzay ve zaman da yaratılmıştır.

Evren, genelde, en basit atomlar olan hidrojen ve helyumdan oluşmuştur. Hidrojen ve helyum birlikte evrendeki bütün atomların %99'unu oluşturur. En hafif atomlar olmalarına rağmen bu iki element evrenin tüm kütlesinin %99'unu meydana getirir. Evreni oluşturan elementler 10.000.000 adet hidrojen atomuna karşılık şunlardır: hidrojen 10.000.000, helyum 1.400.000, oksijen 6800, karbon 3000, neon 2800, azot 910, magnezyum 290, silisyum 250, kükürt 95, demir 80, argon 42, alüminyum 19, sodyum 17, kalsiyum 17 ve bütün diğer element atomları 50 adet şeklinde sıralanmaktadır.

Evrende her 1500 hidrojen atomuna karşılık sadece bir tane oksijen atomu vardır. Hidrojen ve helyumdan sonra en çok bulunan üçüncü element oksijendir. Her 660 milyon oksijen atomuna karşılık 330 milyon karbon atomu ve 90 milyon nitrojen atomu bulunur. Ayrıca 100 boron atomu, 11 berilyum atomu ve 5 lityum atomu vardır.

Atom sayıları açısından, evrendeki tüm atomların %90'ı hidrojen$_1$,%9'u helyum$_4$ ve %1'i de diğerleridir. Helyum$_4$ çekirdeği, hidrojen$_1$ çekirdeğinden dört kat daha ağırdır.

Evrendeki Madde ve Antimadde

Madde elektron, proton ve nötron adı verilen üç tip parçacıktan meydana gelir. Daha sonra, negatif yük taşıyan elektronun karşıtı olan pozitif yüklü antielektron (veya positron), pozitif yük taşıyan protonun karşıtı olan negatif yüklü antiproton ve yük taşımayan nötronun zıttı olan antinötron mevcuttur. Bunlar antiatom yani antimaddeyi meydana getirirler.

Eğer, antielektron elektronla karşılaşırsa ikisi birbirlerini yok eder ve kütleleri gamma ışınları halinde enerjiye dönüşür. Elektron, proton ve nötronlar antimadde ile karşılaştığı zaman eşdeğer kütleye sahip normal maddeyi yok eder. Bu sırada ortaya çıkan enerji muazzamdır.

Evrendeki tüm maddeyi oluşturan atomların sayısı 10^{80} gibi bir değerdir.

Evrendeki Boyutlar

Önceleri boy, en ve yükseklik olarak tarif edilen evrene Einstein 1915'de bir dördüncü boyutu ilave etmiştir. Bu ilave boyut 'zaman' idi. Böylece evren 'uzay-zaman' olarak tarif edilmektedir. Yani, dört boyutlu evrenin eksenlerinden üçü uzay, dördüncüsü ise zamandır. Uzayı tarif etmek için üç eksen yeterli olmaktadır. Uzay-zaman için ise zaman ekseni ilave edilir.

1950'lerde yapılan ileri matematiksel hesaplar evrende daha fazla boyut bulunduğunu göstermiştir. Algılanamayacak derecede kıvrılıp bükülmüş bir evrende 11 boyutun bulunduğu ifade edilmiş

olup, bu boyutlar sicim ve süpersicim teorileri kapsamında incelenmektedir.

Evrensel Çekim Kuvveti

Evreni bir arada tutan ve onu dağılmaktan koruyan şey çekim kuvvetidir. Buna evrensel 'gravitasyon kuvveti' de denir. 1666'da Newton tarafından bulunan gravitasyon yasasına göre evrende kütlesi olan her cisim birbirini kendine doğru çeker. Elmayı ağacın dalından düşüren şey dünyanın kütlesinin çekim gücüdür. Ay'ı Dünyanın, Dünyayı Güneşin etrafında tutan kuvvetler de aynıdır.

Cisimlerin kütleleri arttıkça onların çekim gücü büyür. Bu kuvvet ancak evren boyutunda gök cisimleri arasında çok belirgindir. Dünya üzerindeki cisimler arasındaki çekim kuvvetleri ise hissedilemez. Çünkü yeryüzü üzerindeki cisimler arasındaki çekme kuvvetleri son derece zayıftır. Küçük bir hacmin içine sıkışmış son derece yoğun bir karadelikten hızı 300.000 km/saniye olan ışık bile kaçıp kurtulamaz. Böyle bir karadelik civarındaki yıldızları, gezegenleri kendine doğru çekerek içine alır.

Arkaalan Radyasyonu

Yıllarca aranıp da bulunamayan arkaalan mikrodalga radyasyonu, nihayet 5.7 cm dalga boyunda bulunmuştu. Bu radyasyonun (ışımanın) temsil ettiği sıcaklık –270 dereceyi gösteriyordu. Evren, önceleri milyarlarca derecelik sıcaklığa sahipken genişleye genişleye soğumuş ve nihayet şimdiki değerine erişmişti. Keşfedilen bu kozmik radyasyon, evrenin ilk yaratılışı sırasında açığa çıkan muazzam enerjiden arta kalan küçücük bir kırıntıyı temsil ediyordu. Işıma, uzayın her yönüne aynı hız ve şiddetle yayılıyordu.

Bu radyasyon enerjisinin uzayın her noktasında değişmez bir değerde kalması özelliğine ‘izotropi’ adı verilir. Zamanımızdan milyarlarca yıl önce, uzayın her noktasını dolduran kozmik ışımanın sıcaklık değeri, şimdiki gibi 3 mutlak derece (-270 derece) değil de, 300 mutlak derece (+27 derece) olduğu yıllarda gökyüzü geceleri de pırıl pırıl aydınlık ve tüm gökyüzü sıcak bir radyasyonun yaydığı ışınlarla parıldıyordu. Aradan geçen milyarlarca yıl boyunca evren genişlemeye devam etmiş, sıcaklık değeri düşmeye ve ışıma enerjisi de giderek azalmaya başlamıştı. Bunun sonucunda, geceleri de yavaş yavaş kararark, önceleri alaca karanlık sonra da zifiri karanlık gece dönemine girmiş olundu.

Şu anda tüm uzay –270 derece sıcaklığında ve canlı yaşam için en elverişli bir ışımanın etkisindedir. Bundan sonradır ki Dünya denilen ufacık, son derece hassas değerlerle korunan bir gezegen üzerinde insan yaratıldı. Geceleri gökyüzünün kapkaranlık görülmesinin asıl nedeni, Güneşin batmasından değil, arkaalan radyasyonunun şimdiki değerindendir.

Evren

Galaksilerin Oluşumu

Kozmik patlamanın ilk dönemlerinde evren çeşitli maddelerle doluydu. Her şey hidrojen ve helyumdan oluşmuştu. Daha sonra çeşitli şekillerde gaz kümeleri oluşmaya ve büyümeye başladı. Gaz bulutları yığınlara dönüştü. Yığınlar dönmeye ve parıldamaya başladı. Bunlar şimdiki galaksi yığınlarıydı. Yığınların ortalarındaki madde diğerlerinden daha yoğun şekilde sıkıştı. Başlangıçta galaksiler uçsuz bucaksız gaz ve toz yığınları halindeydi. Ağır ağır dönen bu karışımlar sonradan girdaplara ayrıştılar.

Meydana gelen çekim gücü civarındaki gazları çekti ve yığınlar daha hızlı dönmeye başladı. Çekim kuvveti ve merkezkaç gücünün farkından dolayı yığınlar yassılarak sarmal biçim aldılar. Bu yığınlar arasındaki küçük bulutlar da çekim gücünün etkisine kapıldılar. İç ısıları çok yükselerek nükleer etkileşimler başladı ve yıldızlar oluştu.

Hidrojenden oluşan yakıtlarını tüketip süpernova olarak patlayacak büyük kütleli yıldızların şekillenmesi için ortamlar oluştu. Bir trilyondan fazla yıldızı barındıran dev eliptik galaksilerin yanında birkaç milyon yıldızı olanlar da meydana geldi.

Galaksiler

Evrende milyarlarca galaksi vardır. Evrenin küresel bir eğrilik özelliği olduğundan ufkumuzun dışındaki galaksileri görememekteyiz. En güçlü teleskoplarla sadece sınırlı sayıdaki galaksiler görülebilir. Görülebilen evrenin özelliklerini gözlem ufku kavramı ile hesaplayıp, galaksi sayıları yardımı ile evreni anlamaya çalışmaktayız.

Evrende 100 milyar civarında galaksi bulunmaktadır. Çoğu galaksi incelenemeyecek kadar uzakta olup, spektrumları çok soluktur. Ayrıntılı olarak inceleyebildiğimiz 2 milyon galaksi vardır. Son 75 yılda incelenmiş galaksi adedi 7500'dür. Her bir galaksi milyarlarca yıldızdan oluşur.

Modern teleskoplarla bir milyar ışık yılı mesafede bir milyar galaksi saptanabilmektedir. Daha gelişmiş cihazlarla 12 milyar ışık yılı uzaklıklar gözlenebilmekte ve gözlenebilir evrende 100 milyar galaksi bulunduğu anlaşılmaktadır.

Galaksilerin merkezleri, en şiddetli olayların geçtiği yerlerdir. Yıldızlar buralarda birbirlerine daha yakın bulunmaktadır. Eğer Güneş böyle bir yerde bulunsaydı gökyüzünde çıplak gözle 2.5 milyar yıldız görülebilecekti. Bütün bu yıldızların vereceği ilave ısı ve ışık, Güneşin verdiğinin çok üzerinde olacak, o zaman yeryüzünde yaşamak imkansız olacaktı.

Galaksiler birbirinden uzaklaşmakta olup, hızları 100.000 km/saniye olarak hesaplanmıştır. Daha sonra yapılan hassas tespitlerde galaksilerin uzaklaşma hızlarının uzaklıkla arttığı anlaşılmıştır. Bu durumda bizden 10 milyon ışık yılı uzaktaki bir galaksi saniyede 250 km hızla, bizden 10 milyar ışık yılı uzaktaki bir galaksi ise saniyede 250.000 km hızla uzaklaşmaktadır. Gerçekte hareketli olan galaksiler değil, bu uzaklaşmayı sağlayan

uzaydır. Bu durum, bir balon üzerinde bulunan lekelerin balon şişirildikçe birbirinden uzaklaşması gibidir.

Bir galaksi diğerinden uzaklaştıkça hızı artar. Özel relativite kuramına göre mümkün gözükmese bile, bükülmüş bir uzayda galaksilerin hızları ışık hızından daha büyük olabilmektedir. Galaksilerin uzaklaşma hızları ışık hızına ulaşınca onlar artık görülemeyecektir. Önce uzaktaki galaksiler daha sonrada yakınımızdakiler olay ufkumuzu geçerek gözden kaybolacaklardır. Sonunda bölgemizdeki galaksilerle birlikte yalnız kalacağız. Çevremizdeki galaksilerin kaybolması için geçecek zaman çok uzundur. Galaksilerin arasındaki mesafelerin bugünkünün iki katına ulaşması için gerekli süre evrenin şimdiki yaşı kadardır. Galaksilerin içindeki yıldızların tümü sonunda beyaz cüceler, nötron yıldızları ve karadeliklere dönüşecektir. Galaksilerdeki cisimlerin tamamı en sonunda karadelikler tarafından yutulacak ve her şey merkezi dev bir karadeliğin içinde yok olacaktır.

Galaksi merkezlerindeki yıldızlar daha yoğun biçimde bulunduğundan, yıldız çarpışmaları, galaksi merkezleri birbirine yaklaşıp karışacak olursa, mümkün olacaktır. Bilim adamları galaksilerin ortasında birer karadelik olduğuna inanmaktadır. Bu karadelikler çevrelerindeki milyonlarca yıldızı yutacak, dev bir çekim alanı yaratarak yıldızları çekmeye devam edeceklerdir. Bu durumda iki galaksinin birleşik merkezi sıradan yüz galaksinin çıkardığından fazla radyasyon çıkaracak ve neticede iki çarpışan galaksi aşırı parlak bir kuasar haline gelecektir.

Yeni kuasarın çıkardığı radyasyon yıldızlar arasındaki hafif gazı ısıtıp galaksilerin dışına atacak ve bu da yeni yıldızların artık doğmamasına neden olacaktır. Galaksiler bundan sonra yaşlanma sürecine gireceklerdir. Galaksimizin merkezindeki kuasar radyasyonu Dünyadan 30.000 ışık yılı uzakta olacaktır. Bu radyasyon

bize gelene kadar zayıflayıp, atmosferimiz tarafından durdurulabilecektir.

Bir şans eseri Dünyamız galaksimizin kenarında bulunmaktadır. Çarpışma galaksileri parçalayıp Güneşi galaksiler arası boşluğa itse bile bu bizi fazla etkilemeyecektir. Güneş gezegenleri ile birlikte o yöne hareket edecek ve yaşam devam edecek ve biz hiçbir şey hissetmeyeceğiz. Andromeda'nın merkezinin üstümüze doğru gelme ihtimali halinde bunun daha 4 milyar yıl olmayacağı tahmin edilmektedir.

Galaktik Kümeler

İki milyon ışık yılı ötemizde yirmi adet galaksiden oluşan bir küme vardır. Bunlardan biri görebildiğimiz Andromeda galaksisindeki M31'dir. M31'in yanında kendisine benzer bir galaksi daha bulunmaktadır. Bu, sarmal kolları olan kendi çevresinde her 250 milyon yılda bir dönen ve adı Samanyolu olan kendi galaksimizdir.

Samanyolu, Andromeda ve iki adet Magellan galaksileri bir çekimsel kuvvetle birbirlerine bağlıdır. Bunlar bir galaktik küme oluşturur. Bu grupta ayrıca, yaklaşık yirmi adet başka galaksi de bulunmaktadır. Maffei-I adı verilen galaksi 3.200.000 ışık yılı uzaklıkta olup Samanyolu büyüklüğündedir. Diğerleri küçük galaksilerdir. Bu grup içinde 1.5 trilyon yıldız bulunmaktadır.

Samanyolu, Andromeda gibi dev galaksiler sabit olmayıp, ortak bir çekim merkezi çevresinde dönerler. Yörüngeleri elips biçiminde olduğundan milyonlarca yıllık dönemlerde birbirlerine yaklaşıp uzaklaşırlar. Bunlar neticede çarpışacaklardır. Galaksilerdeki yıldızlar birbirlerinden o kadar uzak, aradaki mesafeye göre o kadar küçüktürler ki iki galaksi birbirlerini sıyırarak geçtiği takdirde pek bir şey olmayacaktır. Yıldızları birbirinin arasına girip uzaklaşacaktır.

1968 yılında Sirius yıldızının spektrum çizgilerindeki kızıla kaymadan, bu yıldızın bizden uzaklaşma hızı saptandı. 1942 yılında Andromeda galaksisinin saniyede 200 km'lik bir hızla Güneş sistemine yaklaştığı tespit edildi. Evrenin genişlemeye devam etmesi yüzünden, bütün galaksiler birbirinden uzaklaşmaktadır. Galaksiler kümeler halinde uzayda yer almaktadır ve küme içindeki galaksiler çekim kuvvetleriyle birbirine bağlıdır. Aslında uzaklaşma olayı galaksiler arasında değil, galaksi kümeleri arasındadır.

Samanyolu

Samanyolu galaksimiz 24 adet galaksi kümesinin bir parçasıdır. Galaksimiz yıldızlar, güneşler, gezegenlerin yanında çeşitli gaz ve tozlarla doludur. Işığın bir uçtan diğerine 100.000 yılda gidebildiği ve spiral kolları olan Samanyolu ağır ve dev bir tekerlek örneği, kendi ekseni etrafında tam bir dönüş hareketini 250 milyon yılda tamamlar. Galaksimizin dönüş hızı 268 km/saniye'dir. Galaksimizin eni 20.000 ışık yılı kadardır.

Galaksimizin merkezinde 16.000 ışık yılı çapında bir küresel galaktik çekirdek yer alır. Bu çekirdek bütün galaksinin çok küçük bir kısmını teşkil eder. Fakat yıldızların çoğu burada toplanmıştır. Diğer yıldızlar ise çekirdeğin etrafında yörüngeler çizer. Galaksimizin kütlesi Güneşin kütlesinin 160 milyar katıdır. Galaksinin içinde yıldızlar, ışık vermeyen gezegenler, toz ve gaz bulutları vardır. Gezegenlerin sayısının yıldızlara göre çok daha fazla olmasına karşılık, gezegenlerin toplam kütlesi yıldızların toplam kütlesinden çok düşüktür. Toz ve gaz bulutları çok fazla bir hacim kaplamalarına karşın, yoğunlukları küçük olduğundan, kütleleri azdır. Galaksimizdeki yıldızların tüm galaksi kütlesinin %94'ünü teşkil ettikleri söylenebilir.

Galaksimizin eteklerinde yer alan milyarlarca yıldız galaktik çekirdeğin etrafında döner. Merkezden 32.000 ışık yılı uzaklıkta bulunan Güneşimiz de, bu merkez etrafında, saniyede 268 km hızla yol alır ve bir dönüşünü 250 milyon yılda tamamlar. Biz, kendi galaksimizin spiral kolları içinde yer aldığımızdan Samanyolunun parıltısını bir yama gibi karartan toz bulutlarının içinden görebilmekteyiz. Bu tip toz bulutları galaksimizin merkezini görmemizi engellemektedir. Galaksimizdeki yıldızların %10'u Güneş benzeridir. Bunlardan yarısının yaşanabilir kuşak içinde birer gezegenleri olması mümkündür.

Samanyolu galaksisi, çekim gücünün etkisiyle, Virgo galaksiler topluluğuna saniyede 600 km hızla yaklaşmaktadır. Virgo galaksiler topluluğu sarmal, eliptik gibi şekillerde, 1-2 milyar ışık yılı genişlikte çok büyük bir gruptur. Bu topluluğa on milyar yıl sonra yaklaşılmış olunacaktır.

Bağlı bulunduğumuz Güneşimiz, galaksimizin eteklerinde sarmal kolların arasında tenha bir yerde tek başına durmaktadır. Galaksimizde her türden 200 milyar yıldız yer alır. Bunlar içinde, yakından bilebildiğimiz sadece kendi Güneşimizdir. Güneşimizin arkasında, bir ışık yılı mesafede toz, buz ve kayalardan oluşmuş yumaklar yığını vardır. Bazıları yakınlarından geçen bir yıldızın çekim gücü ile Güneş sistemine dalar. Güneşin çevresinden geçenler buharlaşarak kuyruklu yıldız halini alır. Güneşin etrafında hemen hemen dairesel yörüngeler çizen, Pluto gibi buzla örtülü, Neptün, Uranüs, Satürn ve Jüpiter gibi gazla çevrili, Dünya gibi üzerinde canlıların yaşadığı gezegenler vardır. Ayrıca, gezegenlerin etrafında dönen aylar, kendi başlarına dolaşan asteroitler, göktaşları, tozlar ve gaz bulutları bulunur.

Komşu Galaksiler

Komşu galaksiler kümeler halinde çekimsel kuvvetlerin etkisiyle birbirlerine bağlıdırlar. Bizim galaksimiz, Andromeda, iki Magellan Bulutu ve yirmiden fazla diğer küçük ölçüdeki galaksiler bir yerel grup oluşturur. 120 milyon ışık yılı uzaklıktaki Come Berenices takım yıldızında 10.000 adet galaksiden meydana gelmiş bir küme mevcuttur. Evren, her biri ortalama yüz galaksiden oluşmuş yaklaşık bir milyar galaktik kümeden meydana gelmiştir.

Bizimkine en yakın galaksi Andromeda'dır. Bu 2.3 milyon ışık yılı uzaklıktadır. Onu incelediğimizde 2.3 milyon yıl önceki halini görüyor oluruz. Andromeda galaksisi bir trilyon yıldızı ihtiva etmektedir.

Samanyolundan ayrı olarak yer alan Büyük ve Küçük Magellan Bulutları bulunmaktadır. Büyük Magellan Bulutu bize 170.000, Küçük Magellan Bulutu ise 200.000 ışık yılı uzaklıktadır. Bunların içinde sırasıyla 20 milyar ve 8 milyar yıldız yer almaktadır. Galaksimiz bu iki bulutun toplamından 25 kat daha büyüktür. Samanyolu galaksimizdeki yıldızların çoğu toz bulutlarının ardında gizlidir. Magellan Bulutları yakınımızda olup onları kendi galaksimizden daha iyi tanımaktayız. Magellan Bulutları ancak güney yarımküresinden görülebilmektedir.

1987'de, 3C-326.1 adındaki bir galaksi keşfedildi. Bu 12 milyar ışık yılı uzaktaydı. Yani, görülen bu galaksinin 12 milyar yıl önceki doğumuna tanıklık edilmiş olundu. En ileri radyo ve optik teleskoplarla alınan radyasyonları inceleyerek bu galaksinin Samanyolunun üç katı büyüklükte sıcak gaz bulutundan olduğu ve içinde en az bir milyar yıldızın yer almış olduğu gözlendi. 12 milyar yıl önceki bu durum, herhalde şu anda yüz milyarlarca yıldız haline dönüşmüş olup, ışıkları bize henüz erişmektedir.

Yıldızlar

Uzayda, galaksilerin içinde soğuk ve karanlık olan toz bulutları mevcuttur. Bunlar nebulalardır. Bu toz ve gaz bulutları, yıldızların hammaddeleridir. Bunlar zaman zaman sıkışıp ısınır ve sonunda nükleer ateşle tutuşur ve genç bir yıldız oluştururlar. Bizim Güneş sistemimiz de yaklaşık 5 milyar yıl önce, böyle sıkışan bir buluttan oluşmuştur. Ve bu süreç hala devam etmektedir.

Yıldızlar da doğar, yaşlanır ve ölürler. Galaksilerde bulunan gaz ve tozlar, galaksi etrafındaki şok dalgalarının etkisiyle büyük bulut ve kümeler halinde yoğunlaşırlar. Bir araya gelen yoğunlaşmış maddeler, toz ve gaz bileşenlerin karşılıklı çekim kuvveti ile birbirlerinin içine iyice girer. Birbirlerinin içine giren maddeler kalın bulutları oluşturur. Milyonlarca yıl süren bu süreç içinde yoğunlaşma sonucu olarak bulut ısınmaya başlar.

Bileşenler bir araya gelmek için sıkıştıkça birbirleri ile çarpışır ve bu çarpışmalar giderek artar. Çarpışmalar sonucu bulut ışıldamaya başlar. Önce, insan gözünün göremediği kızılötesi ve radyo dalgaları gibi ışınlar çıkar. Yoğunluk arttıkça çıkan ışınlar da şiddetlenir. Yoğunlaşan cismin bir yıldız olup, çok uzaklardan görülebilecek bir ışık yayabilmesi için daha milyonlarca yıl geçmesi gerekir. Yeni oluşmuş yıldızın etrafındaki atmosfer yerel olarak yoğunlaşmaya devam ederek, bir yıldız olamayacak kadar küçük cisimler olan gezegenleri meydana getirir.

Yıldızın içindeki hafif elementlerin çekirdekleri füzyonla daha ağırlarını oluştururken, ufak bir madde kaybı ile, enerji üretilir. Yıldızın başlangıcındaki büyük miktarda mevcut olan hidrojen enerji kazanarak helyum, karbon, oksijen, azot ve daha ağır elementleri meydana getirir. Füzyon reaksiyonu yıldızın yeterli miktarı demire dönüşünceye kadar devam eder.

Yıldız sahip olduğu bütün hafif elementleri yakıp bitirince, içindeki çekimsel çökmeleri önleyebilecek iç enerjiyi kaybeder. O, artık kararlı bir yıldız olmaktan çıkmış ve ömrünün sonlarına ulaşmıştır. Yakıtı azaldıkça içe çökmeler artar, yıldız yoğunlaşır, ağırlaşır ve yıldız tehlikeli bir patlama süreci içine girer. Yıldızın merkezindeki ağır madde enerjinin bir kısmını soğurarak onu çökmeye karşı korur. Sonunda yıldızın dış yüzeyi muazzam bir şiddetle patlar. Patlama sırasında içeriye doğru gelen maddeden sağlanan enerjiden yıldızın küçük bir kısmı dışarıya atılarak yeni bir yıldızın doğmasına neden olur. Bu bir 'süpernova' patlamasıdır.

Süpernova olarak patlayan bir yıldız, kütlesinin %95'ini uzaya fırlatır, geride kalanlar ise büzülür. Yüzeyleri parlak beyaz bir renk alır ve sıcak hallerini korurlar. Böyle büzülmüş ve çökmüş bir yıldız uzaktan sönük görülür ve bunlara 'beyaz cüce' denir. Beyaz cücede atomlar parçalanmıştır, elektronlar artık çekirdek etrafında bir kabuk oluşturamaz ve bir tür elektron gazı meydana getirirler. Bu gaz sıkışır ve yıldız maddesi şişkin halde tutulur. Sonra, beyaz cüce yavaş şekilde soğur, sonunda ışık veremeyecek hale gelir. Buna 'siyah cüce' denir.

Bir yıldız beyaz cüce haline büzülürken, eğer kütlesi yeterli ise, ufak bir patlama ile dış bölgesindeki maddeyi uzaya fırlatır. Bunlar nebula olan gaz bulutlarıdır. Bir yıldız büzülme evresinde şiddetle patlayabilecek kadar büyük ise meydana gelen beyaz cücenin elektronları üzerindeki basınca dayanamaz, elektronlar protonlarla birleşerek nötronları oluşturur. Bu nötronlar yıldızda halen mevcut olan nötronlara ilave gelir ve yıldızda nötrondan başka birşey kalmaz. Yıldız bu nötronlar birbirlerine dokununcaya kadar sıkışır ve bir asteroid boyutunda fakat çok büyük kütleli 'nötron yıldızını' meydana getirir. Eğer yıldızın büzülen kütlesi çok büyükse, nötronlar da çekim gücüne dayanamaz ve daha da sıkışarak bir 'karadelik' haline gelir.

Güneş boyutundaki bir yıldız, çökme sırasında ona dayanacak güçte iç maddeye sahiptir. Daha ağır bir yıldızda yoğunlaşma atomlarını o kadar kuvvetle sıkıştıracaktır ki elektronlar çekirdeklerin içine sürüklenecek ve meydana gelen elektrik yüksüz parçacıklar büyük bir çekirdek meydana getirmek için bir araya geleceklerdir. Böylece meydana gelen nötron yıldızının maddeleri nötronlardan oluşur. Elektrik yüklü olmayan bu cisimler pozitif yüklü ve eşit kütleli protonlarla birlikte atom çekirdeğini meydana getirirler. Nötron yıldızı çok büyük bir atomun çekirdeği gibidir.

Bazı nötron yıldızları son derece düzenli bir şekilde radyo dalgaları çıkarırlar. Bunlara 'pulsar' denir. Bir nötron yıldızının yoğunluğu suyun yoğunluğundan bir milyon defa daha ağırdır. Merkezinde katı bir çekirdek, erimiş bir iç ortam ve dışında da katı bir kabuk vardır. Kabuğu son derece homojen ve düzgündür.

Galaksi merkezlerindeki yıldızlar, galaksi eteklerindekilere göre bir milyon defa daha yoğun şekilde yerleşmişlerdir. Galaksi merkezlerindeki yıldızlar arası mesafeler yaklaşık 70 milyar kilometredir. Bu uzaklık Güneş ile Pluto arasındaki mesafenin 10 katıdır. Galaksideki yıldızların %80'i merkezi bölgelerde yer almaktadır.

Galaksi eteklerinde oluşan dev yıldızlar normal hallerinde uzun süreler kalamamışlardır. Büyük dev yıldızlar birkaç yüz bin yıl, küçük devler ise bir milyar yıl yaşamış ve daha sonra genişleyerek çökmüş ve süpernovalar halinde patlamışlardır. Oluşumundan itibaren galaksimiz eteklerinde 500 milyon süpernova patlaması olmuş olabilir. Bu 500 milyon patlama uzayı karmaşık elementler bakımından oldukça zenginleştirmiş, mevcut gaz ve toz bulutlarının yoğunluğunu artırmıştır. Patlamalar sırasında ortaya çıkan kuvvetler yakınlarındaki gaz bulutlarında bir takım girdaplar ve

sıkışmalar yaratmış ve böylece yeni yıldızların oluşumunu başlatmıştır.

Yıldızlar tarafından yayılan enerji elektromanyetik ışınım fotonları yoluyla, nötrinolar ve gravitonlar gibi kütlesiz parçacıklarla ve kozmik ışınlar yolu ile olur. Yayılan bütün bu parçacıklar, uzayda başka bir şeyle temasa geçmedikleri sürece milyonlarca ışık yılı tutan mesafeyi herhangi bir değişikliğe uğramadan geçerler. Evrende bulunan büyük gezegenler, yıldızlar arası tozlar gibi soğuk cisimler bu parçacıkların bir kısmını soğurur. Nötrino ve graviton gibi soğurulmaya çok az elverişli olanlar ise uzayda dolanıp dururlar.

Uzaydaki büyük toz bulutlarının daha hızlı dönmesi ve giderek soğumasıyla bulutun orta kısmı yıldız olur ve çevresini saran daha hafif maddeler sonuçta gezegenleri oluşturur. Bir gezegenin kendi ışığı olmadığı için çevresinde döndüğü yıldızın ışığını yansıtır. Bir toz ve gaz bulutunun bir gök cismi şeklinde yoğunlaşması sırasında meydana gelen kinetik enerji, atomların çarpışma ve birleşmeleri sona erince, ısıya dönüşür. Bundan dolayı bütün gök cisimlerinin merkezleri sıcaktır. Eğer bir gök cisminde, uzaya sızan ısıyı soğuracak bir iç enerji yoksa sonunda o gök cismi mutlaka soğuyacaktır.

Güneşin kütlesinin 50'de biri veya daha küçük olan gök cisimleri nükleer reaksiyonlara uğramazlar ve yüzeyleri soğuk olur. Bunlar gezegenlere benzer. Bir kısmı bir yıldızın etrafında dönmez. Yapılan gözlemlerden küçük yıldız, gezegen ve uyduların sayısının; büyük yıldız, gezegen ve uydulardan daha fazla olduğu saptanmıştır. Küçük gök cisimleri ışık saçmadıkları için pek saptanamamaktadır.

Güneşimiz, yaklaşık 5 milyar yıl önce galaksideki toz ve gazların sıkışması ile doğan genç bir yıldızdır. Galaksimizde yaşlı

yıldızlar da vardır. Yaşlı yıldızlar ölürken bir yandan da yeni yıldızlar doğar. Evren, bu haliyle bir canlı organizma gibidir.

Orta büyüklükte bir yıldız olan Güneşimizin yüzey sıcaklığı 5800 derecedir. Daha az kütleli yıldızlarda bu sıcaklık 2500 derece kadardır. Daha büyük kütleli yıldızların yüzey sıcaklıkları 20.000 derece civarındadır. Bilinen en kütleli ve en parlak yıldızın yüzey sıcaklığı 50.000 derecedir. Bir yıldızın yüzeyindeki en sıcak kısmı 'korona' denilen yıldızı saran atmosferidir. Burada sıcaklık 1 milyon dereceye ulaşır. Yıldızın merkezi yüzeyinden çok daha sıcaktır. Güneş çekirdeğindeki sıcaklık 15.000.000 derecedir. Nötron yıldızları oldukları düşünülen pulsarların çekirdeğindeki sıcaklık ise 6 milyar derece gibi olabilecek en yüksek sıcaklıktır.

Güneşten daha kütleli yıldızlar da vardır ve bir yıldız ne kadar büyük olursa merkez çekirdeğindeki sıcaklık da o kadar yüksek olur. Bir yıldız yaşlandıkça çekirdek sıcaklığı artar. Bu nedenle en yüksek sıcaklık, patlama düzeyine gelecek kadar yaşlanmış sıcak dev bir yıldızın merkezinde olur. Güneşten küçük yıldızlar soğuk ve solukturlar. Güneşin kütlesinin 100 katı yıldızlar da bulunmaktadır. Çok büyük yıldızlara seyrek rastlanır.

Daha kütleli bir yıldız daha büyük çekim kuvvetine sahiptir ve bu kuvvet yüzünden çökmenin önlenmesi için merkezindeki sıcaklık daha yüksek olur. Daha yüksek merkezi sıcaklığa sahip yıldızdan her yöne daha fazla enerji aktığından bu yıldızların yüzey ısıları ve parlaklıkları daha fazladır. Bilinen en kütleli yıldızlar Güneşin 70 katı olup, parlaklıkları onun 6 milyon katıdır. Güneşin 16'da biri kadar olan bir yıldız Güneşin milyonda biri kadar aydınlık çıkarır.

Evrendeki yıldızlarda ve çevrelerindeki koşullar birbirlerinden çok farklıdır. Bazı bölgelerde yıldızlar yoğun bir halde bulunurken bazı bölgelerde seyrek bir şekilde dağılmışlardır. Evrenin bir

kısmındaki olaylar diğer bir kısımdaki olaylardan çok farklıdır. Evrende yıldızlar arası ortalama uzaklık 7.6 ışık yılıdır. Işık bir yılda 9.5 trilyon km yol alır.

Bir galaksi içindeki yıldızlar, karşılıklı uyguladıkları çekimsel kuvvetlerle bir arada durur. Yıldızlar belli bir yörüngede hareket ederken galaksi de galaktik merkez etrafında döner. Çekim kuvveti sebebiyle galaksiler milyarlarca yıl dağılmadan kalabilir. Gezegensiz bir yıldız gökyüzünde yavaş ve dümdüz bir hat üstünde ilerler. Ancak bir gezegeni varsa, yıldız ve gezegen ortak bir çekim merkezi etrafında dönerler. Gökyüzündeki bütün yıldızlar kendi eksenleri etrafında yavaşça döner. Güneşin dönüşü 4 hafta sürer. Bir nötron yıldızının ekseni etrafındaki dönüşü ise 1 saniye sürer.

Komşu Yıldızlar

En yakınımızdaki yıldız olan Proxima Centauri 4.3 ışık yılı uzaklıktadır. Bu yıldızın ışığının bize gelmesi 4.3 yıl sürer. Alpha Centauri ise çıplak gözle görülebilen en yakın yıldızdır.

Bize en yakın iri yıldız olan Sirius (Güneşin 2.1 katı) 8.63 ışık yılı, en yakın kızıl dev Pegasus 160 ışık yılı (çapı Güneşin 110 katı), başka bir kızıl dev olan Mira (çapı Güneşin 420 katı) 230 ışık yılı uzaklıktadır. 500 ışık yılı mesafede olan Ras Algethi'nin çapı Güneşin 500 katı, Anteres'in çapı ise 640 katıdır.

Bu yakın devler arasında Güneşin çapının 750 katında olan Betelgeuse'ın (500 ışık yılı uzaklıkta) titreşim yapması dengesiz oluşunun ve bir gün süpernovaya dönüşeceğinin belirtisidir. Betelgeuse yüzyıllarca sonra da patlayabilir veya 500 yıl önce de patlamış ve ışığı bize yarın ulaşacak da olabilir.

Kırmızı Dev

Yıldızların yaşları ürettikleri enerji ile ölçülür. Enerji ise yıldızın içindeki hidrojenin helyuma dönüşmesinden açığa çıkar. Hidrojen bir yakıttır, helyum ise bu yakıttan arta kalan kül. Bir yıldız hidrojenini yaka yaka bitirirse, merkezinde yoğun halde bulunan hidrojen azalırken helyum miktarı artar. Helyumca zenginleşen merkez çevresini kendine doğru çekmeye başlar. Böylece yıldız kendi ağırlığını destekleyemez hale gelir ve içe doğru çöker. Bu arada merkezdeki sıcaklık gittikçe artarak 100 milyon dereceyi bulur. Yıldız merkezde helyumca zengin bir korla, bunun etrafında giderek şişen bir dış tabakadan oluşmuş bir görünüm kazanır. Yıldızın dış tabakaları şişerken, yüzey sıcaklığında düşme olur. Bu hale gelen yıldızın yüzey sıcaklığı 3000 dereceye kadar azalır. Yıldız beyazımsı bir renk yerine, kırmızı renkli soğuk bir dev olur. Bu yıldıza 'kırmızı dev' adı verilir.

Güneşimiz saniyede 564 milyon ton hidrojeni yakarak 560 milyon ton helyuma çevirmektedir. Her saniye yok olan 4 milyon ton hidrojenle enerji meydana gelmektedir. Bu durumda Güneşteki hidrojenin bitiş süresi 5 milyar yıldır. Kırmızı dev olmuş yıldız, gökyüzünün büyük bir bölümünü kaplayan, azgın ve hiddetli bir alev topu haline gelir. Hacimce çok genişleyen Güneş 5 milyar yıl sonra etrafındaki gezegenleri içine alacaktır. Güneşin etkisine giren gezegenler yakınlık sırasına göre buharlaşıp eriyecek, sıra Dünyamıza gelince, önce okyanuslardaki sular buharlaşacak, sonra dağlar taşlar eriyerek gaz haline gelecektir. Bu Dünyamızın kaçınılmaz sonudur. Şu anda galaksimizde bulunan, Taurus takım yıldızları içindeki Aldebaran, Scorpius içindeki Antares, Bootes içindeki Arcturus ve Orion içindeki Betelgeuse yıldızları birer kırmızı dev halindedir.

Beyaz Cüce

Samanyolundaki yıldızların %10'u beyaz cücelerdir. Dünyadan 1.300.000 defa daha büyük olan Güneşin bir beyaz cüce olması

halinde hacmi Dünya boyutlarına gelecektir. Beyaz cüceden alınacak bir bilye tanesi 1000 ton gelir.

Beyaz cüce haline gelmiş yıldız yozlaşmış maddeden oluşur. Elektronlar atomların çekirdeğinden ayrılmış ve koruyucu negatif elektrik kalkan ortadan kalkmıştır. Böylece çekirdekler birbirlerine sokularak kütleyi korkunç yoğunluklara çıkarır.

Kırmızı dev olmuş bir yıldız bu kez merkez çekirdeğinde depolanmış helyumu yakacaktır. Helyumun yanmasından meydana gelen atık oksijen ve karbondur. Helyumun tüketilme süresi yıldızın kütlesine bağlıdır. Güneş kütlesindeki bir yıldız için bu süre 2-3 milyar yıldır. Helyumun da yakılması ile yıldız kendi içine doğru çökmeye zorlanır. İç sıcaklık ve basınç korkunç boyutlara yükselir. Sıkışmanın had safhaya gelmesiyle yıldız patlayarak dış tabakalarını fırlatır atar. Dış tabakalarını atan yıldız sadece bir merkez çekirdeğinden ibaret kalır. İç merkezde, atomların yörüngelerindeki elektronlar bir basınç etkileyerek çökmeyi durdurur. Bu anda yıldız beyazımsı-mavi bir renkte ışıldar. Yoğunluk son derece artmıştır. Sıcaklık değeri 1 milyon derecedir. Yıldız şimdi oldukça ufalmış hacmi ile, içindeki karbon ve oksijeni de yakarak daha ağır elementler üretmeye başlar. Bu hale gelmiş yıldıza ‘beyaz cüce’ denir. Beyaz cüceler kendi ekseni etrafında hızla döner ve kuvvetli bir manyetik alan yaratırlar.

Siyah Cüce

Beyaz cüceler içindeki tüm yakıtlarını demir elementine çevirinceye kadar yaşamlarını sürdürür ve bu süre 100-200 milyon yıl kadar devam eder. Tüm yakıtını demir haline getirmiş yıldızın enerjisi kalmaz ve artık içindeki demiri yakamaz. Soğuk ve karanlık uzayda kararıp söner ve artık bir ‘siyah cüce’olarak yaşamını sonsuza kadar devam ettirir.

Süpernovalar

Çöken yıldız eğer Güneşten daha az bir kütleye sahipse, bir kırmızı dev ve sonunda bir beyaz cüce olur. Güneşten 2, 10 veya 50 kat fazla olan yıldızlar ise sonunda cüce olmazlar. Bunlar 'süpernova' denilen bir patlama ile evrimini tamamlar.

Yıldızın merkezindeki demir kütlesinin silisyuma dönüşmek üzere erimeye başlaması süpernova patlamasının bir işaretidir. Çok büyük basınç altında yıldızın iç kesimlerinde serbest kalan elektronlar demir çekirdeğin protonlarıyla birleşir. Eşit sayıdaki karşıt elektrik yükleri birbirini yok eder. Yıldızın içi tek ve büyük atom çekirdeğine dönüşür ve şiddetli bir patlama olur. Bu bir 'süpernova' patlamasıdır. Bir süpernovadan ortaya çıkan parıltı içinde bulunduğu galaksinin bütün yıldızlarının parıltısından daha fazla olur. Süpernova patlamasıyla doğacak yeni bir yıldız için gerekli bütün maddeler uzaya püskürtülür.

Kızıl dev halindeki bir yıldızda, nötrino parçacıkları önce yıldızın merkezinde ağırlıkta olan parçacık biçimi haline gelir, sonra hepsi birden ışık hızında yıldızdan ayrılır ve enerjiyi de beraberlerinde götürürler. Merkez çekirdeğin sıcaklığı azalır ve artık yıldız genişleyemez hale gelir. Bunun üzerine yıldız içe çöker ve dış katmanlarındaki tüm geri kalan hidrojen eriyerek bir süpernova oluşmasına yol açar. Bu sürecin 6 milyar derece sıcaklıkta ve Güneşin çekirdeğindeki sıcaklığın dört yüz katı ve bunun evrenin herhangi bir yerinde bulunabilecek en yüksek sıcaklık olduğu tespit edilmiştir.

Bir süpernova patladıktan sonra civarında büyük bir bulut meydana gelir. Crab nebulası 1054'de patlayan bir süpernovanın kalıntısıdır. Süpernova patlamasından geriye, çekirdeksel güçlerle birbirlerine bağlanmış sıcak nötronlardan oluşmuş, bir nötron yıldızı kalır.

Gökyüzünden nötrinoların geldiğini saptamak, bir süpernovanın patlamak üzere olduğunu haber verebilir ve bu nötrinolar incelenerek patlama ile ilgili ayrıntılar öğrenilebilir. Ancak, nötrinoları saptamak çok zordur. Bir nötrinonun saptanabilmesi için onun başka bir parçacıkla iç tepkileşime girmesi gerekir ki nötrinolar bunu çok ender yaparlar.

Trilyonlarca nötrinodan sadece bir tanesi iç tepkileşmeye yeterli biçimde bir başka parçacıkla düzgün olarak çarpışır. Nötrinolar ilk defa 1931'de Wolfgang Pauli tarafından teorik olarak açıklanmasına rağmen ancak 25 yıl sonra saptanabilmiştir. Normal bir yıldızın püskürttüğü nötrinoların sayısının birkaç ışık yılı uzaklıktan saptanabilmesine olanak yoktur. Bizden 4.3 ışık yılı uzaklıkta olan Alpha Centauri takım yıldızı bile bize tek bir nötrino saptama fırsatı vermeyecek kadar uzaktır. Güneşimiz bize nötrino yollar. Alpha Centauri'nin gönderdiği her nötrinoya karşılık Güneşten 625 milyon nötrino gelir. Bir süpernova ise Güneşe kıyasla bir katrilyon katı daha çok nötrino çıkarır, ancak bunun için bir süpernovanın oluşmasını beklemek gerekir.

23.2.1987 günü uzayda korkunç bir patlama meydana geldi. Bizden 170.000 ışık yılı uzaklıkta Büyük Magellan galaksisindeki bir süpernova, güneşimizden bir milyar kat fazla ışık çıkararak patladı. Bu süpernova aslında zamanımızdan 170.000 yıl önce patlamış olup, ışınları Dünyamıza ancak 1987'de ulaşabilmiştir.

1885'de Andromeda galaksisinde patlayan süpernova ise 2.3 milyon ışık yılı uzaklıktaydı. Samanyolunda 1604'de patlayan süpernova ise 35.000 ışık yılı uzaklıktaydı. 1054 yılında patlayan başka bir süpernova bizden 6500 ışık yılı ve 30.000 yıl önce Büyük Gum nebulasında patlayan başka bir süpernova ise 1500 ışık yılı uzaklıktaydı. 1604'den sonra galaksimizde herhangi bir süpernova olayı olmamıştır.

İnsan vücudunun %90'ı hidrojen ve helyumdan başka elementlerden oluşur. Bu da, içimizdeki ve Dünyadaki tüm atomların, zamanında süpernovaya dönüşmüş bir yıldızdan oluşmuş olduğunu ifade eder. Süpernovalardan gelen kozmik ışınlar Dünyadaki evrim sürecini hızlandırmıştır.

Çift Yıldızlar ve Novalar

Nebula bir gezegen sistemi oluşturmak üzere yoğunlaşırken, gezegenlerden biri girdabın etkisiyle bir yıldız olacak şekilde fazla miktarda kütle toplayabilir. Bu durumda bir çift yıldız meydana gelir.

Eğer Güneş sisteminin oluşumu sırasında Jüpiter şimdiki kütlesinin 65 katı madde toplayabilseydi, Güneş bugünkü görünümünü koruyacak ve Jüpiter de soluk kırmızı ve cüce bir yıldız olacaktı. Galaksimizdeki yıldızların yarısı başka bir yıldızla birer çift oluşturmaktadır.

Benzer kütlesel büyüklüğe sahip çift yıldızlar birbirine paralel olarak dönerler. Kütlesi daha büyük olan yıldız nükleer yakıtını daha çabuk tüketir ve daha erken kırmızı dev olur. Sonra da beyaz cüce haline gelir. Biri kırmızı dev durumundayken diğeri beyaz cüce haline girer. Bu arada, çiftler birbirine çok yakın olup aralarındaki atmosfer kırmızı devden beyaz cüceye doğru akar. Biriken hidrojen beyaz cücenin yoğun çekim gücünden dolayı yüksek basınç ve ısıyla sıkışır ve kısa bir süre için parıldar. Böyle bir yıldız çiftine 'nova' denir. Novalar sadece çift yıldız sisteminde görülür ve güç kaynakları hidrojendir. Süpernovalar ise tek yıldızlarda olur ve güç kaynakları silikon tepkimesidir.

Novalar değişiklik gösteren yıldızlardır. Nova haline gelen bir yıldız kütlesinin küçük bir kısmını uzaya fırlatır sonra eski

parlaklığına geri döner. Bunu 10 gün ile 10 yıl arası periyotlarla tekrarlar. Novalar süpernovaların küçük bir modeli olup ikisi arasındaki fark, novaların sadece dış tabakalarını uzaya fırlatması, büyük bir ışık çıkarması, sonra eski durumuna dönmesi, süpernovaların ise bütün yıldızın patlayarak yaşamına son vermesi ve farklı bir yıldız haline gelmesidir.

Nötron Yıldızı

Süpernova patlaması uzaydaki olayların en muhteşem ve en dramatik görüntüsüdür. Süpernova sırasında yıldız normal ışığından milyonlarca kat daha fazla ışıma yaparak içinde bulunduğu galaksiyi projektör gibi aydınlatır. Patlamadan hemen sonra yıldızın geriye kalan iç merkez kendi içine doğru çöker. Bu yıldız artık ışıma yapamaz. Yıldızın maddesi nötron denilen atom çekirdeğindeki yüksüz parçacıklardan oluşur. Bu yıldızda artık hidrojen, helyum, demir gibi elementler yoktur. Aşırı basınç nedeniyle atom çekirdeği etrafındaki elektron, proton ve nötronlarla etkileşmeye başlar ve sonunda sürekli nötron açığa çıkar. Yıldız artık boş bir nötron yumağı haline gelmiş ve nötronların aşırı çekiminden kaynaklanan korkunç şiddette bir çekim alanına sahip olmuştur. Bu yıldıza 'nötron yıldızı' adı verilir.

Otuz kilometre çapında bir güneş olan nötron yıldızı muazzam yoğunlukta olup, çevresinde saniyede otuz defa döner. Nötron yıldızları ışıma yapmadıkları için onları optik metodlarla göremeyiz. Nötron yıldızının bir bilye kadarlık kütlesi yüzlerce bin ton gelir.

Kütleleri yaklaşık Güneş kadar olan ama çapları 15 kilometreden fazla olmayan ve hızla dönen nötron yıldızları, kütleleri atom çekirdeğindeki gibi sıkıca bir araya gelmiş ve çok büyük ağırlıkta olan çökmüş yıldızlar olup, bunlar birer karadelik değildir. Sonunda karadeliğe giden yolda birer istasyondurlar.

Pulsar

Nötron yıldızında atom çekirdekleri daha da sıkışmış, yoğunluk daha da artmıştır. Yıldızın boyutu küçüldükçe dönüşü de hızlanır. Dönmekte olan güçlü manyetik alanın elektronları ışın çıkarır. Bu ışınlar görülebilir ışık seviyesindedir.

Bir nötron yıldızı en az saniyede on defa döner. Bu gerçekte birkaç kilometre çapında dev bir atom çekirdeğidir. Nötron yıldızlarına aralıklı ve düzenli radyo dalgaları yayan gök cismi anlamına 'pulsar' denir. Tespit edilen ilk pulsara 'Little Green Man' anlamında LGM-1 adı verilmiştir.

1967'de tespit edilen ilk pulsardan yayılan radyo dalgaları 1,3373019 saniyelik aralıklarla geliyordu. Daha sonraları, darbe biçiminde çok hassas aralıklarla radyo dalgaları yayınlayan bir çok pulsar keşfedildi. Grap nebulasında keşfedilen bir pulsar görülebilir ışınımda saniyede otuz defa yanıp sönüyordu. Bir süre önce kendi ekseni etrafında saniyede 642 defa dönen bir pulsarın varlığı keşfedildi. Şimdiye kadar keşfedilen tüm pulsarlar kendi galaksimizdedir. Diğerleri çok uzaklarda olmalıdır.

Karadelik

Karadelikler pulsarların bir sonraki aşamasıdır. Bir pulsar veya nötron yıldızı biraz daha çökerse, uzay-zaman ağını parçalayarak sonsuz bir çekimin etkisiyle bir 'karadelik' olur. Karadelikler, uzaydaki bütün gök cisimlerinin erişebileceği en son ve en çekici halidir. Yani, evrenlerin kapısını açan karadeliklerden daha sonra başka bir safha yoktur.

Karadelikler, uzayın en esrarlı ve en korkunç elemanlarıdır. Bunlar kendilerinden yayınlanan ışığı bile çekip kendi bünyele-

rinde saklar. Eğer, bizim Güneşimiz bir karadeliğe dönüşseydi sadece 3 km çapında küçücük bir gök cismi olurdu. Ve bu cismin bir bilye kadarı milyonlarca ton ağırlığında olurdu. Karadelikler çevresindeki her şeyi hızla çekip hızla yutan, yuttukça büyüyen, büyüdükçe daha hızlı yutan görünmez birer girdaplardır.

Karadeliklerin çevresinde zaman yavaşlar, hatta durur. Ve hatta, bazı durumlarda karadeliklerden zamanın gerisine gidebileceği hesaplanmaktadır. Karadeliğin huni ağzını andıran çevresine 'olay ufku' (event horizon) denir. Huninin alttaki küçük ağzına 'tekillik' (singularity) adı verilir. Tekillik ağzından giren bir kimse için zaman geri çalışır.

Güneşin kütlesinden üç defa daha büyük bir yıldızın çökmeye devam etmesini nükleer kuvvetler bile önleyemez. Yıldız bir kilometre çapa indikten sonra bile büzüşmeye devam eder. Yoğunluk, atom çekirdeğinin yoğunluğunu geçer ve madde daha da sıkışır. Bu derecede yoğunlaşmış yıldızın çekim gücü gittikçe artarak sonunda yıldızı kendi ışığı bile terk edemez. Yıldızdan ışık hızı ile çıkan fotonlar eğri bir yol almaya zorlanarak sonunda yeniden yıldıza çekilir. Sonuçta bunlar siyahtır. Işık çıkarmadıklarından görülemezler.

Bir yıldız ve karadelik birbirleri çevresinde dönüyorlarsa yıldız karadeliğe yeteri kadar yaklaştığı takdirde, azar azar delikten aşağı kayar. Karadeliğin çevresinde dönen bir maddenin yaydığı enerji çok fazladır ve X-ışınları seli olarak çıkar. Buna ölmekte olan bir maddenin ölüm çığlığı da diyebiliriz. X-ışığı kaynaklarının belirli karakteristiklere sahip olma durumlarında bir karadeliğin bir maddeyi yutma sürecinde olduğu anlaşılabilir.

En büyük karadeliklerin X ve gamma ışığının yayıldığı pek çok galaksilerin merkezlerinde bulunduğu tahmin edilmektedir. Güneşi yutabilecek dev bir karadelik galaksimizin ortasındadır ve bize

30.000 ışık yılı uzaklıktadır. Güneş ve Dünyamız bu karadeliğin çevresinde hiç yaklaşmadan dönmektedir. Bu karadeliğe yutulacak kadar yaklaşıldığı takdirde oradan çıkacak X-ışınları seli dünyadaki yaşamı bitirecektir. Bizim civarımızda bulunan Cygnus X-1, güneşten sekiz kat büyüklükte kütleye sahip olan bir karadeliktir. Cygnus X-1 bizden 14.000 ışık yılı uzaklıktadır.

Kuasar

1931'de dalga boyu görünen ışıktan bir milyon defa büyük olan radyo dalgaları keşfedildi. Bunlar uzayın belli bir kesiminden geliyordu. Daha sonraları geliştirilen radyo teleskoplarla bu mikrodalga yayan cisimler incelendi. Bunlar basit birer yıldız değildi. Bunlara 'kuasar' adı verildi.

Kuasarlar 1963 yılında keşfedildikleri zaman önce sönük yıldızlar olduğu sanıldı. Daha sonra milyarlarca ışık yılı uzaklıkta, 1-2 ışık yılı genişliğinde ve yüzlerce galaksinin toplamından fazla aydınlığı olan cisimler olduğu anlaşıldı.

Kuasarlar evrende görülebilen en uzak mesafedeki, evrenin genişlemesinde önemli rolü olan çok büyük kütleli yıldızlardır. Bazıları bizden ışık hızının %90'ına varan bir hızla uzaklaşmaktadır. Bin adet süpernovanın bir defada patlamasının çıkardığı ışık kadar parlak olurlar.

Kuasarların neler oldukları konusundaki fikirlerden bazıları: dev kütleli nötron yıldızları, galaksinin merkezinde milyonlarca yıldızın çarpışmaları ile oluşmuş milyarlarca derecelik iç ısısı olan dev yıldızlar, madde ile antimaddenin birbirini şiddetle yok etmesinden oluşan güç kaynakları, bir galaksinin merkezindeki bir karadeliğe

girmekte olan gaz, toz ve yıldızların çıkardığı enerji veya karadeliklerin arkalarındaki başka evrenlerden madde emen akdelikler şeklindedir.

Bulunan yüzlerce kuasarın en yakın olanı 1 milyar ışık yılı, en uzaktaki de 12 milyar ışık yılı mesafededir. Bunların ötesinde evren son bulmamakta, oralarda galaksilerin henüz oluşmadığı sıcak radyasyon bulutları olmalıdır. Kuasarların merkezleri normal galaksilerin yüz katı yoğunlukta bir ışıkla parlar. Genç galaksilerin kuasarlar olduklarıda tahmin edilmektedir. Kuasarlar hakkında daha bilinmedik çok şey vardır.

Kuasarlar galaksilerden daha büyük bir hızla bizden uzaklaşmaktadırlar. Bize en yakın olan 3c273 kuasarı bizden bir milyar ışık yılı mesafededir. Bu kadar uzakta olan kuasarların görülebilmelerinin nedeni, bir galaksinin verdiği ışıktan yüz defa daha parlak olmasıdır.

Evrendeki en büyük enerji kaynağı olan bir kuasarla aramızda bir galaksi varsa, kuasarın ışığı bize gelirken bu galaksinin çevresinden geçer ve kuasar iki tane görülür. Şu anda yeryüzünden gözlenen kuasarlar, onların milyarlarca yıl önceki gençlik hallerinin bize yeni gelmiş olan ışınlarıdır.

Bir kuasarın uzaklığı ve yaşı gönderdiği ışının dalga boyunca gerilmesi ile belli olur. 16 milyar ışık yılından daha uzakta bir kuasar bulunmayacağına inanılmaktadır. Bu mesafedeki kuasarın gönderdiği ışık kızılötesi ışığıdır. 16 milyar yaşındaki kuasarlar bulunduğuna göre evren bunların oluştuğu zaman 2-3 milyar yaşında olmalıydı. 16 milyar ışık yılı mesafedeki kuasara bakılınca, onun 16 milyar yıl önceki halini görmüş oluruz.

Radyo Astronomi

Radyo astronomi evreni radyo dalgaları ile inceler. Normal astronomide uzay, yıldızlardan gelen ışığın teleskoplarla gözlenmesi ile oluyordu. Radyo astronomide ise, uzaydan gelen radyo dalgalarını tutan radyo teleskoplarla yapılmaktadır.

Evrendeki cisimler radyo dalgaları yayar. Bunların dalga boyları normal ışığın dalga boyundan çok daha uzundur. Bu nedenle radyo teleskoplar optik teleskoplardan çok daha geniştir. Radyo astronomi ile uzaydaki cisimlerin sıcaklıkları, uzaklıkları ve yüzey şartları tespit edilebilmektedir.

Radyo teleskoplarla 17 milyar ışık yılı uzaklıktaki gök cisimleri incelenebilmektedir.1920'lerde optik teleskoplarla en fazla 150.000 ışık yılı uzaklık görülüyordu. Bu nedenle 1920'lerde evrende sadece Samanyolu galaksisinin mevcut bulunduğuna inanılıyordu.

Radyo astronomi 1930 yılında Karl Jansky'nin galaksinin derinliklerinden gelen radyo dalgalarını yakalaması ile başladı ve ilk radyo teleskop 1947 yılında İngiltere'de kuruldu. Büyük çanak şeklinde olan radyo teleskoplar uzaydan gelen radyo dalgalarını toplar ve bilgisayarlarla alınan sinyallerin kaynağının analizi yapılır. Bunlar uzaydaki molekülleri bile tespit edebilmektedir. Yeryüzüne yerleştirilmiş radyo teleskoplarla, optik teleskoplarla görülemeyen uzayın analizi yapılabilmektedir.

Radyo astronomiden sonra, X-ışını astronomisi (X-ışınları ile), gamma ışını astronomisi (gamma ışınları ile), morötesi ışını astronomisi (morötesi ışınları ile) gibi diğer gelişmiş astronomi bilimleri yaratıldı ve evrendeki her cisim tanınır duruma geldi.

Karadelikler

Karadelik: Görülemeyen Yıldız

Bundan 200 yıl önce uzayda görülemeyen yıldızların mevcut olabileceği ileri sürüldü. Fakat o zamanlar ışık hızının gerçek değeri bilinmediğinden yıldızlardan çıkan ışığın çekim gücü nedeniyle tekrar yıldız yüzeyine düşebileceği söylenemiyordu.

Uzaydaki karadelikler o kadar güçlü bir çekim alanına sahiptir ki yakın çevrelerinde ne varsa hortum gibi emip yutarlar. Bu çekim alanından ışık bile kurtulamaz. Kendinden yayılan ışığı bile kendi içine çeken bu kozmik girdaplara 'karadelik' (black hole) denir. Kütlesi çok büyük yıldızlar yakın çevrelerindeki uzayı, bir çarşaf yüzeyine bırakılan ağır bir gülle gibi, büküp büzüştürürler. Karadeliklerde bu olgu o kadar şiddetlidir ki, uzay çöke çöke dipsiz bir kuyu haline gelir. Uzay yırtılır ve delinir.

Karadeliklerin yakın çevresinde 'olay ufku' denilen güçlü bir çekim alanı vardır ve buraya düşen her şey içeri alınır. Olay ufkunun etki alanı karadeliğin kütlesi ile orantılı olarak artar. Karadelik ne kadar kütleli ise olay ufkunun yüzey alanı da o kadar geniş olur. Olay ufkuna giren birisi burada ışık hızı ile hareket eder.

Karadeliklerin merkezinde bulunan en etkili noktaya 'tekillik' (singularity) adı verilir. Tekillik noktasında çekim sonsuzdur. Bir hesaba göre tekillik noktasındaki yoğunluk değeri 10^{94} gram/cm^3

olarak verilmektedir. Suyun yoğunluğunun 1, demirin ise 7 olduğu düşünülürse, bu değer sonsuz olarak kabul edilir. Bu durumda karadelik, uzay-zaman ortamında sonsuz derinlikteki bir kuyu veya huni şeklindedir. Bu noktada zaman son derece yavaşlar. Daha doğrusu zaman durur. Zamanın durduğu ve anlamını yitirdiği yerde fizik yasaları geçerliliğini kaybeder, uzayın bütün özellikleri yok olur ve yepyeni başka bir evrenin kapısı açılır.

Karadelik deyimi ilk olarak 1969'da J. Wheeler tarafından kullanıldı. Bir karadelik kendi hacmi ile kendi dışına taşar, uzay-zamanı da beraberinde götürür ve başka bir evrene geçer. Karadeliğin etrafına bıraktığı çekim dalgaları çevresindeki her şeyi yakalayıp içine alır, gittikçe büyür, çevresindeki diğer karadelikleri, güneşleri, gezegenleri ve hatta galaksileri bile yutar. Evrenimiz en sonunda tek başına kalmış dev bir karadelik tarafından da yok edilebilir. Buna, evrenimizin sonu veya 'kıyamet' de denilebilir.

Relativite kuramına göre hiçbir şey ışıktan hızlı gidemez. Işık bile kurtulamadığına göre, başka hiçbir şey ondan kaçamaz ve her şey kütlesel çekimin etkisiyle karadeliğe geri döner. Karadelik işte böyle bir bölgedir. Genel relativite kuramına göre karadeliğin içinde bulunan sonsuz yoğunluktaki bir tekillik ve uzay-zaman eğriliği yüzünden bu tekillikte bilim yasalarını ve geleceği bilme imkanı yok olur.

Karadelikler yıldızların ölümünün doğal sonuçlarıdır. Eğer bir yıldızın çöküşü sonuçta tekilliğe kadar giderse, bir karadelik yıldızın ölümünde tekillikten önceki son aşama olarak tanımlanabilir. Karadeliklerin bu tekilliği, alışılmış uzay-zamanla kendi arasında bir kesinti yaratarak evreni öteki kısımlarından saklar. Karadelik son derece yüksek oranda sıkıştırılmış madde içerir. Bir yıldızın karadelik olarak çöküşünde büyük bir enerji açığa çıkar ve

karadelik madde yutarken bu enerji artar. Karadelikler çok büyük birer enerji kaynağıdır.

Bir karadelik üç ölçülebilir parametreye sahiptir. Kütle, dönme hızı ve elektriksel yük. Bir karadeliğin sonsuz yoğunlukta daha fazla bölünemez bir noktaya, Büyük Patlamanın başlangıcındaki gibi bir tekilliğe kadar çökmesine sebep olan nedir sorusuna cevap hala aranmaktadır. Nasıl Büyük Patlamadan önce mutlak bir bilinmezlik bulunuyorsa, bir karadeliğin merkezinde de mutlak bir bilinmezlik vardır. Normal zaman, tıpkı Büyük Patlamadan önce bulunmayışı gibi karadelikte de olmaz.

Karadelikler uzay ve zaman içindeki girdaplardır. Son derece yoğundurlar. Gök cisimlerinin en gizemlisi olan karadeliklerde uzay ve zaman bir sona ulaşır. Bir karadeliğin kenarına yaklaşan bir cisim, önce bir lastik şerit gibi uzar sonra da hiçbir iz bırakmadan deliğin içinde kaybolup gider. Karadelikler ışığı oluşturan fotonlardan dev yıldızlara kadar, karşılaştığı her şeyi yutan kozmik vakum temizleyicilerdir. Karadelikten kaçış olanağı yoktur.

Bir karadeliğe düşen bir cismin onun içine girdiği asla görülemez. Sadece onun yüzeyinde donup kaldığı görülür. Donan cisim saniyenin çok küçük bir kesrinde dışarıdaki gözlemcinin görüşünden kaybolur. Eğer görülebilseydi onun orada hareketsiz asılı kaldığı görülürdü. Bunun nedeni karadeliğin, en küçük ışık parçasının enerjisinden daha azını, ışığın toplam miktarı üzerinden yaymasıdır.

Karadeliğin içinde oturan bir gözlemci olay ufkunun hemen dışındaki bir uzay gemisinden gönderilen mesajı ve deliğe giden ışığın parıltısını görür, ancak gözlemci geriye bir sinyal gönderemez. Işık veya başka bir şey karadeliğin içine düşer düşmez dışarıdaki bir gözlemci için görünmez olur. Bir karadeliğin

olay ufku veya yüzey alanı asla küçülemez. Olay ufkunun yakınında karadeliğin kütlesel çekimi o kadar büyüktür ki, tüm nesneleri artan ve ışık hızına yaklaşan bir hızla kendine çeker.

Yıldız büyüklüğündeki karadeliklerin sıcaklıkları mutlak sıcaklığa derecenin milyonda biri kadar yakındır. Güneşe doğru yaklaşacak bir karadelik buharlaşmaz veya Güneşten etkilenmez. Güneşin içine hareket ederken kütle yutarak muazzam enerji kazanır. Güneşin içinde büyür ve daha büyük bir karadelik olarak ayrılır. Böyle bir karadelik Güneşin üst tabakaları arasından geçerse pek zararı olmaz ama Güneşe ortadan çarparsa Güneşin nükleer reaksiyonlarını altüst eder.

Yapay bir karadelik oluşturmak için 1600 ton demiri santimetrenin yüz milyonda birine sıkıştırmak gerekir. Bunu gerçekleştirmek için gerekli enerji miktarı henüz bilinmemektedir. Eğer Dünyamızın tüm kütlesi 1 cm yarıçaplı bir küre içine sıkıştırılabilseydi o zaman Dünya da bir karadelik olurdu.

Son zamanlarda karadeliklerin elektrik yüklü olanları keşfedildi. Karadeliklerde maddenin yanında antimaddenin de var olacağı ispatlandı. Antimadde maddenin kütle dahil bütün özelliklerini aynen kendinde taşır ama antimadde elektrik yüklü maddeye göre ters yüklüdür. Elektron ve proton maddedir, antielektron ve antiproton ise zıt elektrik yüklü karşıt maddelerdir. Antimaddeyi çevremizde göremeyiz ve sadece özel şartlarda laboratuarda yapılabilir. Madde ile antimadde bir araya gelince ikisi de yok olur ve ortaya bir enerji çıkar.

Oluşumu

Bir nötron yıldızı veya bir siyah ve beyaz cüce gibi sakin sakin yaşlılık dönemini yaşamayan yıldızlar da vardır. Bunlar gözden kaybolurlar ve karadelik haline dönüşürler. Karadelik görünmez

fakat çok etkilidir. Bir karadelik evrenin en tehlikeli ve korkunç cismidir. Onlar şimdiye kadar rastlanmış en esrarlı ve müthiş cisimlerin de ötesindedirler.

Bir karadeliğin oluşumu şöyledir: yıldız içindeki hidrojeni tüketir ve bir nötron yıldızı veya pulsar haline gelir. Yıldızın kendi içine çökme süreci başlamış olduğundan hacmi küçülürken yoğunluğu gittikçe artar. Yıldız kendi içine kapanarak gittikçe hacmini küçültürken öyle kritik bir yarıçapa ulaşır ki, bu yarıçapa gelen bir yıldız bundan sonra bir karadelik olacak ve olağanüstü çekim kuvvetiyle kendi içine tek bir noktada yumak haline gelerek, 4 boyutlu uzayda sonsuz eğrilikte bir külah gibi bükülecektir.

Uzay, içinde barındırdığı ağır yıldızlardan dolayı kavisli durumdadır. Einstein'in genel relativite teorisinde de belirtildiği gibi, uzay ağır bir cismin etrafında bükülür. Bir yıldızın etrafında eğri hatlar çizerek gidildiğinde bu eğrilik fark edilir. Dünya da Güneşin etrafında böyle bir eğriliğin içinde hareket eder. Çöken bir yıldız bir karadelik oluşturduğunda yıldızın etrafındaki uzay parçası, yıldızın çevresindeki son derece büyük çekim kuvveti ile kavislenir ve uzayın geri kalan kısmına karşı kapalı hale gelir ve hatta asıl uzaydan ayrılır. Bu kapanan bölgenin içindeki hiçbir şey oradan dışarıya asla çıkamaz.

Schwarzschild Yarıçapı

Bir yıldızın çökerek bir karadelik oluşturması için gerekli büyüklük 'Schwarzschild yarıçapı' ile tanımlanır.

Kendi içine çökmekte olan bir yıldızın kütlesi eğer Güneş kütlesine eşit ise, bu yıldız 3 km'lik kritik yarıçapa sahip olduğunda bir karadelik haline gelecektir. Karadeliğin kütlesi Güneşinki ile aynıdır ama Güneşin yarıçapı 700.000 km iken,

karadelik olmuş bir yıldızın hacmi küçülmüş ve yarıçapı 3 km olmuştur. Güneşten 30 kat fazla kütleli çöken bir yıldız ise karadelik haline gelince kritik yarıçapı 30 km olur. Dünya kütlesinde bir yıldızın karadelik haline dönüştüğü zamanki kritik yarıçapı ise 1 cm kadardır. Bu 1 cm yarıçapındaki bir karadelik korkunç derecedeki çekim kuvveti ile Ay'ı hemen yutabilir. Yumurta büyüklüğündeki bir karadeliğe yakalanan insan, 10 km yaklaşırsa ağırlığı 5 milyar insan ağırlığına eşit olur.

Bir karadelik ne kadar kütleli ise yoğunluğu da o kadar fazladır. Güneş bir karadelik olsaydı Schwarzschild yarıçapı 3 km olurdu. Güneşin 150 milyar katı bir kütleye sahip Samanyolu galaksisi bir karadelik haline gelseydi yarıçapı 450 milyar km olacaktı. Evreni, kapalı bir evren haline getirecek kadar madde bulunsaydı ve bu madde bir karadeliğe sıkıştırılmış olsaydı, bu karadeliğin Schwarzschild yarıçapı 300 milyar ışık yılı kadar olurdu.

Güneşten 3 defa daha büyük çöken bir yıldızın karadelik haline gelmesi saniyenin 67 milyonda birinde gerçekleşir. Güneşten 10 kat daha kütleli bir yıldız için bu süre saniyenin 4 milyonda biridir. Güneşten milyon kere daha kütleli bir yıldızın çöküş süresi ise saniyenin dörtte biri gibi oldukça uzun bir süredir.

Karadelikte Zaman

Güneşin kütlesinin iki katı kadar olan bir karadeliğin içine girilince merkezine düşme zamanı saniyenin yirmi milyonda biri kadardır. Güneşten bir milyon defa daha ağır bir karadelikte bu süre 10 saniye ve Güneşten bir milyar kat daha ağır bir karadelikte ise 3 saattir.

Karadeliğin tekillik noktasına yaklaşılınca hız, ışık hızını geçer. Einstein, ışıktan daha yüksek hıza ulaşmanın imkansızlığını ispatlamıştı. Ama bu içinde bulunduğumuz evren için geçerlidir.

Uzay-zamanın son derece çukurlaştığı, güneşin milyar katı karadeliğin bir toplu iğne başı kadar boyutsuz bir nokta haline geldiği bir yerde evren yasaları geçersiz olur. Orada zaman geriye gider.

Kütlesi Güneş kütlesi kadar olan bir karadeliğin olay ufkunun yakınına düşen bir insanın saati, bizim saatimiz 1 saniyeyi gösterirken, onunki 3.3 saniyeyi gösterecektir. Olay ufkuna daha yaklaşınca bizim 1 saniyemiz onun 32 saniyesine tekabül edecektir. Olay ufkuna girince o insanın saati ile birlikte her şey duracak ve vücudu sonsuz uzunluğa kadar uzayacak ve hızla tekillik noktasına sürüklenerek 'öteki' tarafa geçecektir. Bir karadeliğin yakınında zaman yavaşlar. Olay ufkunun yakınında seyahat edenler kendilerini yaşlanmış hissetmezler.

Bir uzay yolcusunun çökmüş bir yıldızın etrafındaki olay ufkuna düşmesi, kendi saatine göre, bir zaman alacaktır. Onu uzak bir mesafede gözleyen bir gözlemciye göre, uzay adamının Schwarzschild yarıçapına ulaşması ise sonsuza kadar sürecektir. Gözlemci çöken yıldızı donmuş bir yıldız gibi görecektir. Çünkü yıldızın yüzeyi Schwarzschild yarıçapına ulaşırken yavaş bir hızla hareket edecek ve sonunda duruyor gibi gözükecektir. Olay ufkuna giren uzay adamı düzenli aralıklarla ışık sinyalleri verdiğinde, gözlemci bu sinyalleri giderek uzayan aralıklarda ve sonunda donan bir ışık şeklinde görecektir.

Duran ve Dönen Karadelikler

Dönme hızı sıfır olan karadelikler tam bir küre biçimindedir. Dönme hızı sıfırdan farklı olan karadeliklerin ekvator bölgeleri şişkin olur. Dönüş hızı arttıkça bu şişkinlik de artar. Kendi çevresinde bir saniyede 10.000 kez dönen karadeliklerin varlığı saptanmıştır. Dönmekte olan bir karadeliğin dönme yönüyle aynı

yönde hızlanırsak geleceğe, ters yönde hızlanırsak geçmişe gitmiş oluruz.

Elektrik yüksüz ve dönmeyen bir karadeliğin tekillik noktası merkezindedir. Elektrik yüklü veya yüksüz fakat dönen bir karadeliğin tekilliği ise ekvator düzleminde bir halka şeklindedir. Karadelik içinde tekilliğe doğru düşen cisim parçalana parçalana boyutsuz hale gelir. Tekillik noktasında sonsuz şekilde sıkıştırılmış cisimlerin hacimleri sıfıra indirgenir. Evrenimizin yasaları tekillik noktasında artık geçersizdir. Burada yeni yasaların bilinmesine ihtiyaç vardır.

Mini Karadelikler

Bir cisme yeterince basınç uygulanırsa o cismin maddesi bir proton büyüklüğüne kadar sıkıştırılabilir ve meydana gelecek kütlesel çekim kuvveti ile atom çekirdeği büyüklüğünde bir karadelik oluşabilir.

Bunu yaratacak büyüklükte bir kuvvet evrenin başlangıcında vardı ve evreni oluşturan tüm madde aynı anda aynı yerdeydi. Böyle mini karadeliklerin, Büyük Patlamadan sonraki ilk 10^{-20} saniye içindeki zaman parçasında aşırı yoğun bölgelerin sıkıştırılmasıyla oluşabildiği düşünülmektedir. Evrenin, her ışık yılı küplük hacminde 300 mini karadelik bulunduğu hesaplanmıştır.

Bunların çoğu galaktik çekirdek içinde yol almış olmaktadır. Bizim bulunduğumuz kenar bölgelerde ise her ışık yılı kübü içinde otuz kadar mini karadelik bulunabilir. Bu karadelikler arasındaki mesafe Güneşle Pluto arasının yaklaşık 500 katıdır. Bize en yakın karadelik 1.6 trilyon km uzaklıktadır.

Karadeliğin Ömrü

Enerjisi parçacık radyasyonu ile dışarı giden bir karadelik zaman içinde yavaş yavaş kendisini tüketecektir. Sonunda kütlesel çekim alanı o kadar harcanmış olacaktır ki, karadelik artık kendini bir arada tutamayacak ve yüksek enerjili gamma ışınları sağanağı halinde patlayıp buharlaşacaktır. Fakat karadeliklerin hepsi patlamayacaktır. Çok iri deliklerde, buharlaşma süreci çok uzun sürecek ve evrenin yaşının pek çok katı süresindeki zaman içinde gerçekleşecektir.

Kütlesi Güneşten birkaç defa büyük olan bir karadeliğin sıcaklığı, mutlak sıfırdan ancak bir derecenin 10 milyonda biri kadar fazladır. Bu yüzden bu tip karadelikler soğurduklarından daha az ışın yayınlarlar. Eğer evren sonsuza kadar genişleyecekse mikrodalga ışıma ısısı sonunda karadeliğin sıcaklığının altına düşecek ve o zaman karadelik kütle kaybetmeye başlayacaktır. Fakat yine de tamamen yok olması 10^{66} yıl sürecektir.

Küçük karadeliklerin ortalama ömürleri yaklaşık 10 milyar yıldır. Ortalama yarı çapları 10^{-13} cm (bir proton boyutunda) ve ağırlıkları ise Everest dağının ağırlığına eşit olmaktadır. Küçük karadeliklerin son aşamadaki buharlaşması her biri 1 megatonluk 10 milyon nükleer bombanın patlamasına eşdeğer korkunç bir patlamaya neden olur.

Civarımızdaki Karadelikler

Cygnus X-1 keşfedilen ilk karadeliktir. Cygnus X-1'in bir ikiz yıldızı olup, ikizi Cygnus'un etrafında düzenli bir şekilde dönmektedir. İncelemeler sonunda görülmeyen ikiz olan Cygnus'un Güneşimizin 10 katı yoğunlukta bir karadelik olduğu anlaşılmıştır.

Bazı yıldızlar çiftler halinde yol alır. Bunlar ortak bir çekim merkezi etrafındaki yörüngede hareket ederler. Bu çiftli sistemde karadelik haline dönüşmüş yıldızın eşi üzerindeki kütlesel çekim

gücü ile eşi uzamış ve eğrilmiş durumdadır. Cygnus X-1 böyle bir çiftli sistemdeki karadelik olup dünyamızdan 14.000 ışık yılı uzaklıkta bulunmaktadır. Bulunan ikinci bir karadelik, Büyük Magellan Bulutunda yayınladığı güçlü X-ışınları yardımı ile anlaşılmıştır. Bu karadeliğin dünyadan 180.000 ışık yılı uzaklıkta, Güneşin yaklaşık on katı ağırlığında ve çiftli sistemdeki eşinden yalnızca 17 milyon kilometre uzakta olduğu hesaplanmıştır.

Başak burcunun galaksilerinden M87, X-ışını ve radyo dalgaları yaymaktadır. X-ışınlarının bu galaksinin merkezindeki çöken bir cismin içine düşen yıldızlar tarafından saçılan gazlar yardımı ile yayıldığı düşünülmektedir. Bu durumda M87 galaksisi bir karadelik tarafından yutulmakta ve ölmektedir.

Galaksimizin merkezinde şiddetli olaylar yer almaktadır. Tehlikeli olabilecek bir cisim saniyede 50 kilometre hızla bize doğru yaklaşmaktadır. Bu cisim şu anda galaksi merkezinden dokuz ışık yılı uzaklıktadır. Galaksimizin merkezinde dev kütleli ve çok hızlı dönen bir karadeliğin varlığı alınan radyasyonlardan anlaşılmaktadır.

100.000 ışık yılı genişliğindeki galaksimizin kendi ekseni etrafında 250 milyon yılda tamamladığı dönüşünün nedeninin, galaktik sistemin dışında yer almış bir karadeliğin korkunç şiddetteki çekim gücünden ileri geldiği de öne sürülmektedir.

Akdelik

Karadeliğin tekilliğinden sonra bir başka evrenin tekilliğinin geldiği, karadelikten sonra bir başka evrenin ‘akdeliği’nin başladığı üzerinde düşünülen konulardır. Akdelikler karadelikler gibi çevresindeki her şeyi çekip yutmaz, aksine kendisine ulaşan her şeyi dışarı fırlatır. Orada çekim negatiftir. Evrenimizdeki çekime

‘gravitasyon’ denir, oradaki özellik ise itiş olduğundan ‘levitasyon’ dur.

Evrenimizde milyarlarca karadeliğin varolduğu sanılmaktadır. Her birinin ucuna köprü-tünellerle bağlı akdelikler evrenler arası bir iletişim ağının varlığı olabilir. Bu tünellerle evrenler arası yolculuğa çıkılabilir. Acaba doğumdan önceki vücudumuzun, diğer bir evrenin karadeliğinden girip evrenimizdeki bir akdelikten çıktığı veya ölümden sonra yolculuğun ters yönde olabileceği düşünülebilir mi?

Diğer Evrenler

1955 yılında içinde bulunduğumuz bu evrenden başka, diğer evrenlerin de varolabileceği ve bu evrenlerin bizimkiyle yan yana bulunacağı fikri ileri sürüldü. Daha sonraki yıllarda hiper uzay kavramı ileri sürülerek, paralel evrenlerin yan yana değil, iç içe bulunacağı görüşü hakim oldu.

Evrendeki bir temel parçacığın içinde tamamen kapalı kalmış başka bir evren, oradaki cisimlerin karşıtı olan daha küçük parçacığın içinde de bir alt düzey evren modelinden, iç içe geçmiş sonsuz evrenler dizisi düşüncesi bulunmaktadır. Bizim içinde yer aldığımız evrenimiz, belki de, bir üst evrenin tek ve temel parçacığından biridir. Bu diğer evrenlere girebilmemiz için dördüncü fiziksel boyuta girmemiz, belki bir karadelikten geçmemiz gerekiyor.

Parçacık fizikçileri takyon adı verilen ve ışıktan hızlı hareket eden soyut parçacıkların varlığını kabul etmektedir. Bu durumda Einstein'in denklemlerinde bir yanlışlık olduğu sorusu akla gelmektedir. Paralel evrenlerin varlığı takyonlara gerek kalmadan, karadeliklerin özellikleriyle izah edilebilmektedir. Paralel evrenler, bizim evrenimizle öteki evrenlerin tekillik ve olay ufuklarının birbirine geçmiş mozaik biçimindeki dizilişleri şeklinde gösterilmektedir. Yani, öbür evrenlerin yanı başımızda bizimle beraber bulundukları sanılmaktadır.

Paralel evrenlerin özellikleri ve yasaları bizim evrenimize benzemez. Belki onlarda negatif zaman vardır. Daha sonra kuantum fiziğinin sonuçları relativite teorisi ile birleştirilip paralel evrenlerin varlığı karadelikler yardımıyla gösterilmiştir. Paralel evrenler keşfedilince zamanda yolculuk da gerçekleşecektir.

Kuantum fiziği ile, şimdiki an ancak geçmişten ve gelecekten gelen bilgi akımının mevcut olması ile gerçekleşir. Geçmiş ve gelecek ise paralel evrenlerdir. Evrenin yaratılışında, soyut haldeki maddenin, öteki evrenlerden bu evrene somutlaşarak taşıp patlaması olabilir. Rüyaların, birdenbire akla gelen buluşların, telepati, vs gibi olayların paralel evrendeki görüntüsünün bu evrene zıplamasının bir sonucuda olabilir. Matematiksel olarak paralel evrenlerin varlığı kesindir. Fiziksel olarak onları ispatlamak ise imkansızdır.

Karadelik – Akdelik

Karadelikler evrende esrarını koruyan, büyüleyici bir konudur. Karadeliklerden sonra 'akdelikler' ve sonra da 'paralel evrenler'. Böylece evrenimizin tek olmadığı aksine birden fazla evrenin mevcut olduğu düşüncesi üzerinde çalışılmaktadır.

Eğer başka bir evrende bir karadelik mevcut olsaydı onun tekilliği bizim evrenimizin akdeliğinin tekilliği ile bir köprü şeklinde birleşseydi, bu takdirde madde buradan evrenimize sızıntı yapmış olamaz mıydı? Acaba, evrenin yaratılışı sırasındaki Big-Bang'ın bir akdelikten fışkırdığını düşünmek yanlış mı olurdu?

Yakıtını tüketerek patlayan yıldızlar olan süpernovaların bir karadelik-akdelik ikilisi oluşturabileceği, böylece evrenimizle öteki evrenler arasında bir köprü-tünel görevini üstleneceği fikri üzerinde ısrarla durulmaktadır. Karadeliklerdeki muazzam çekim gücünün çıkardığı sonuçlar, zamanın bile durdurulabileceği, hatta zamanın ters yönde akabileceği, yani zamanda geriye gidilebileceği gerçeğini göstermektedir.

Hiper Uzay

Sayısız miktarda evren mevcut olabilir. Hepsinin değişik doğa yasaları olmuş olabilir. Belki, sayısız evrenlerden biri dışında diğerlerinde yaşama doğa yasaları izin vermiyor da olabilir. Belki de bizim anladığımız anlamda yaşamın bulunmadığı başka evrenlerde başka bir yaşam ve hayalimize sığmayacak başka olgular olabilir. Ve bu canlıların her biri evrenlerinin kendileri için nasıl bu kadar uygun olduğuna şaşıyorda olabilirler.

Büyük Patlamanın nasıl meydana geldiği, o andan önceki dönem olan Hiper Uzayın bilinmesi ile anlaşılacaktır. Fakat bu durum henüz keşfedilmemiştir. Büyük Patlamayı yapan kozmik yumurtanın kaynağı, süper uzaydaki başka bir evrenin ömrünü tamamladıktan sonra çökmesi sonucu da olabilir. Bu durumda, evrenimizin başlangıcında bir başlangıç yoktu, yada bir önceki evrenin sonu vardı.

Güneş Sistemi

Sistemin Oluşumu

Güneş sisteminin 4.6 milyar yıl önce oluşmaya başladığı ve şimdiki duruma 4 milyar yıl önce eriştiği hesap edilmektedir.

Bütün Güneş sisteminin, aynı zamanda, nebula sisteminden meydana geldiği 1944 yılında anlaşıldı. Gezegenlerin oluşumu hakkındaki bugünkü görüşe göre, milyarlarca yıldır var olan dev bir toz ve gaz bulutu birdenbire büzülmeye başladı. Bunun büyük bir kısmı sonradan Güneş olacak olan kümeye doğru katlandı. Küme bu aşamada çevresi etrafında dönüyordu.

Sonunda açısal momentumun sakınımı yasasına göre daha hızlı dönmeye ve daha fazla yoğunlaşmaya başladı. Nebula, Güneşi oluşturacak kadar büzüldükçe ve dönüş hızı arttıkça dönmenin merkezkaç etkisiyle ekvator bölgesi şişkinleşti. Büzülmenin ve hızın artmasıyla şişkinlik daha da arttı ve sonunda kabarıklık bir halka halinde ayrıldı. Nebula büzüldükçe başka halkalar da ondan ayrıldılar. Her halka saatin ters yönündeki dönüşünü koruyarak yoğunlaştı ve gezegenleri oluşturdu. Yoğunlaştıkça dönme hızları arttı ve kendi halkaları oluştu. Bunlardan uydular meydana geldi.

Bu teori, Güneş sistemindeki dönüşlerin hep aynı yönde olduğunu ifade eder. Zira, hepsinin dönüşü nebulanın dönüşünden kaynaklanmaktadır. Bütün Güneş sistemi cisimlerinin Güneşin ekvator bölgesinden, uyduların da gezegenlerin ekvator bölgesinden oluşmasından dolayı hepsi Güneşin ekvator düzleminde dönmektedir. Gezegenler Güneşin etrafında saatin ters yönünde dönmektedir. Uyduların da gezegenlerinin etrafında dönüşleri saatin ters yönündedir. Bütün uyduların yörüngeleri de gezegenlerinin ekvatorlarından geçen düzlemler üzerindedir. Bu teoriye göre, oluşum sırası, dıştaki gezegenlerden içeriye doğrudur. Yani, önce en dıştaki gezegenler şekillendi. Bugün, bu teoriye karşıt bazı tezlerin bulunduğu bilinmektedir.

Gezegenler Güneşten uzaklaştıkça aralarındaki mesafe giderek arttı. Küçük kümeler uzaklık arttıkça daha da genişledi. Çok hafif ve çok bol bulunan hidrojen ve helyum elementlerinin daha çok miktarda toplanmasını sağlayan daha düşük sıcaklıkların yer aldığı dış Güneş sistemindeki gezegenler daha büyük oldu ve bunların çevrelerinde bulunan daha küçük girdaplar uyduları oluşturdu.

Güneş sisteminin oluştuğu nebula, %99.8 oranında uçucu maddelerden, %0.2 oranında da katı maddelerden meydana gelmiştir. Gezegenler oluşurken atomların %90'ı hidrojen ve %9'u helyum idi. Diğer atomlar ise neon, oksijen, karbon, azot, argon, kükürt, silisyum, magnezyum, demir ve alüminyum idi. Dünyanın katı yer küresi de, birbirlerine sıkıca kenetlenmiş moleküller ile magnezyum, demir ve alüminyum silikat ve sülfürlerinin kaya görünümündeki karışımlardan meydana geldi.

Güneş Sistemi

Güneş sistemi Güneş, gezegenler, uydular, asteroidler, meteroidler, göktaşları, kuyruklu yıldızlardan meydana gelmiştir. Güneş sistemi içinde Dünyanın bir eşi daha yoktur. Güneş sistemindeki

her cisim kendi ekseni etrafında döner ve ayrıca Güneş dışında her cisim Güneşin çevresinde de döner.

Güneş sisteminde üç tür cisim vardır:

a) Dünyanın kütlesinin 1.300.000 katı ve merkezinde hidrojen füzyon reaksiyonu olan, ışık ve sıcaklık çıkaran Güneş.
b) Güneşin çevresinde dönen birer karanlık cisimler olan gezegenler.
c) Gezegenlerin çevresinde dönen yine birer karanlık cisimler olan uydulardır.

Gezegenler gibi Güneşin çevresinde dönen ufak cisimler olan asteroidler de bulunmaktadır. Ayrıca, kuyruklu yıldız denilen Güneşin etrafında milyonlarca yıllık yörüngelerde dönen milyonlarca cisim bulunmaktadır. Bunlar gezegenler arasından geçer, Güneşe yaklaşırken buzu buharlaşır, buzun içindeki tozumsu maddeler yüzeyden havalanıp cismin çevresinde bir sis bulutu oluşturur. Bu sis, Güneş rüzgarlarıyla büyük bir kuyruğa dönüşür. Bu yıldızlar en uzak gezegenin ötesindeki Oort Bulutu bölgesinden gelip Güneşin çevresinde döndükten sonra yine o buluta doğru uzaklaşırlar.

Güneş sistemi Güneş dahil, etrafında dönen 50 adet uydu, 9 adet gezegen, Jüpiter ile Mars arasında yer alan milyonlarca asteroid, kuyruklu yıldızlar ve gezegenler arasında bulunan toz maddesinden oluşmuştur. Güneş bütün bu sistemin kütlece %99.87'sini oluşturur.

Gezegenler içinde en büyük olanı Jüpiter'dir ve kütlesi Dünyadan 318 kat fazladır. Sonra 95 kat fazlasıyla Satürn gelir. Dünya iç gezegenler arasında en büyük olanıdır. İç gezegenler silikon, demir ve magnezyum gibi katı maddelerden meydana gelmiş, dış gezegenler yumuşak ve düşük yoğunluktaki gazlardan oluşmuştur. Dünya, Venüs ve Mars'ta yoğun bir atmosfer tabakası vardır. Merkür ve Ay'da ise atmosfer yoktur. Venüs ve Mars'ın atmosferi

karbondioksit ve azot gazından oluşmuş olup oksijen bulunmaz. Dış gezegenlerin atmosferleri ise çok küçük yoğunlukta olup, bunlar çok soğukturlar. Bu gezegenlerde bizim bildiğimiz türden canlı türleri yoktur.

Gezegenler arası boşluklarda birçok cisim vardır. Bunlardan bir kısmı taş, madensel, bir kısmı ise buzlu cisimlerdir. Büyüklükleri bir toz zerreciğinden bir dağ büyüklüğüne kadar değişir. Bunlar bazen önlerine çıkan gezegenlere düşerler.

Güneş sistemi gaz ve tozun yoğunlaşmasından oluşurken Jüpiter yıldızlararası uzaya püskürmeyen ve Güneşi oluşturmak için içe doğru düşmeyen maddenin büyük bir bölümünü kendine doğru çekmiştir. Jüpiter'in kütlesi kırk misli olsaydı içindeki madde nükleer etkileşimler geçireceğinden bir yıldız olacaktı ve kendi ışığını çıkaracaktı. Bir yıldız olmayı başaramayan Jüpiter'in iç ısısı, güneşten aldığının iki katını verecek kadar yüksektir. Bir yıldız olabilseydi Jüpiter güneşle birlikte bir çift yıldız oluşturacak ve gecelerimiz kısalacaktı.

Çevresinde halka olan gezegenler Jüpiter, Satürn ve Uranüs olup bunlardan Satürn'ün halkaları çok parlaktır. Pluto'nun yörüngesinin genişliği olan 11.800.000.000 kilometre Güneş sisteminin görünen kısmının çapıdır. Bu çap yeryüzünün Güneşe uzaklığının 80 katıdır. Bize en yakın yıldız olan Alpha Centauri ise bu çapın 3500 katı mesafededir. Işık Güneş sisteminin çapını 10.93 saatte alır.

Sistemin Yaşı

Ay'dan getirilen taşların 4.2 Eon yaşında ve ara sıra Dünyaya düşen meteoritlerin 4.4-4.6 Eon yaşlarında olduğu hesaplanmıştır. Böylece Dünya dahil bütün Güneş sisteminin 4.600.000.000 (4.6 Eon) yıl önce meydana geldiği kabul edilmiştir.

Oluşumundan 500 milyon yıl sonra gezegenlerin küçük madde kalıntıları tarafından bombardıman edilmesi yavaşlamıştır. 4 milyar yıldan beri yeryüzü ve diğer gezegenler sakin bir yaşam sürmektedir.

İç ve Dış Gezegenler

Güneşe en yakın gezegen Merkür'dür. Sonra Venüs ve daha sonra Dünya gelir. Dünyadan sonra Mars gezegeni yer alır. Bütün bunlara 'iç gezegenler' denir. Daha sonra 'dış gezegenler' olarak sırası ile Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün ve Pluto gelir. Bütün bu sistemin yerleşim pozisyonu bir disk şeklindedir.

En yakın gezegen olan Merkür ve en uzak olan Pluto hariç, diğer bütün gezegenlerin Güneş etrafındaki dönüşleri aynı düzlem içindedir. Merkür ve Pluto bu diskin biraz dışına taşarak disk düzlemiyle küçük bir açı (inclination) yaparlar.

Yörüngeler

Gezegenler Güneşin çevresinde aynı yörünge düzlemi üzerinde dönerler. Gezegenlerin Güneş etrafındaki eliptik yörüngeleri daireye çok yakındır ve birbirinden kesin biçimde ayrılmışlardır. Gezegenlerin yörüngeleri, kuyruklu yıldızlarınki gibi, fazla eliptik olsaydı er geç çarpışırlardı. Güneş sisteminin ilk dönemlerinde belki çok sayıda gezegen vardı ve bunlardan yörüngeleri eliptik olanlar çarpışıp yok oldu ve geriye şimdiki gezegenler kalmış oldu.

Güneş sisteminde önemli derecede eliptik yörüngeye sahip sadece iki gezegen mevcut olup bunlar Merkür ve Pluto'dur. Sadece Uranüs'ün ekseni aşırı eğiktir. Yalnızca Merkür ve Venüs'ün dönme periyodları çok yavaştır.

Pluto gezegenler içinde yörüngesi en eliptik olanıdır. Bazen, Güneşin 4.3 milyar kilometre yakınında bazen de 7.2 milyar kilometre uzağındadır. Pluto Dünyanın yörünge düzlemiyle 17 derecelik bir açı yapan bir düzlem üzerinde dolanır. Bundan başka ayrıca Neptün'ün uydusu olan Triton, Neptün'ün ekvator düzleminin üzerinde dolanamaz. Kuyruklu yıldızlar ise mümkün olan her düzlemde dolanırlar.

AÜ : Astronomik Ünite

Güneşle Dünya arasındaki mesafe olan 150 milyon kilometreye Astronomik Ünite denir. En uzak gezegen olan Pluto Güneşten 47 AÜ uzaklıktadır.

Açısal Momentum

Açısal momentum bir gök cisminin dönme eğiliminin bir ölçüsüdür. Açısal momentum, maddesel noktanın bir eksen veya bir cisim etrafında dönüş hızına ve dönüş merkezine olan uzaklığına bağlıdır. Bir cismin açısal momentumu, sistemde ne değişiklik olursa olsun, sabittir. Buna 'açısal momentumun sakınımı' yasası denir. Bu yasaya göre uzaklık azaldıkça dönme hızı artar ve uzaklık büyüdükçe dönme hızı azalır.

Güneş sistemindeki toplam açısal momentumun sadece %2'si Güneşe aittir. Halbuki Güneş sistemindeki kütlenin %99.87'si Güneşte bulunur. Açısal momentumun ise %98'i gezegenlerdedir.

Güneş sistemindeki tüm momentumun %60'ı Jüpiter'de ve %25'i Satürn'dedir. Bu iki gezegenin kütlelerinin toplamı Güneşin 800'de biri olmasına rağmen, açısal momentumlarının toplamı

Güneşinkinin 40 katıdır. Tüm açısal momentumun nasıl olup da gezegenlerde yığıldığı hala çözülememiştir.

Güneşle ilgili başka ilginç bir durum ekseni etrafında çok yavaş dönmesidir. Güneşin ekvatoru üzerindeki bir noktanın bir dönüşü tamamlaması 26 günden fazla sürer. Güneşin ekvatorunun kuzey ve güneyindeki noktaların dönüşü ise daha fazla zaman alır. Güneş ekseni etrafında dönerken ekvatoru üzerindeki bir nokta saniyede 2 kilometre gibi yavaş bir hızla hareket eder.

Eğer Güneş etrafında dönen bütün cisimler Güneşle birleşselerdi ve açısal momentumları Güneşinkine eklenseydi, o zaman, Güneş ekseni etrafında dönüşünü yarım günde tamamlayacaktı. Güneş ilk zamanlarında, günümüzdeki Güneş fırtınalarından daha şiddetli bir şekilde madde kaybetti ve bu maddeler Güneşin elektromanyetik alanının etkisiyle açısal momentum kazandı. Dışındaki cisimlere açısal momentum transfer eden, Güneşin kendi elektromanyetik alanıdır. Bu yüzden Güneşten çok uzaktaki gezegenler büyük açısal momentuma sahip olmuşlardır.

Birçok yıldızın Güneş gibi yavaş bir hızla dönmesine karşılık bazı yıldızların ekvatoral hızlarının saniyede 250-500 kilometreye ulaştığı anlaşılmıştır. Yavaş dönen yıldızların gezegenlere sahip oldukları ve açısal momentumlarını bu gezegenlere aktardıkları, hızlı dönenlerin ise gezegenlere sahip bulunmadıkları ve açısal momentumlarını tamamen kendilerinde saklı tuttukları tahmin edilmektedir. Evrendeki yıldızların %93'ünün yavaş dönen ve gezegenlere sahip yıldızlar oldukları düşünülmektedir.

Dönmenin yavaşlaması açısal momentumun kaybı demektir. Açısal momentumun sakınımı yasasına göre, gerçekte böyle bir kayıp olamaz. Dolayısıyla Ay-Dünya sisteminin ağırlık merkezi Dünyadan yavaş yavaş uzaklaşmakta ve Dünyanın dönüşündeki

kayıp, onun daha uzak bir nokta çevresinde salınmasıyla telafi edilmektedir.

Dünya Güneşin üzerine düşemez. Bunun olabilmesi için dönüşümden ileri gelen açısal momentumunu kaybetmesi gerekir. Açısal momentum yok edilemez, sadece aktarılabilir. Bunun için de uzaydan gelebilecek gezegen boyutlarında bir cismin yaklaşarak Dünyanın açısal momentumunu soğurması gerekir. Bu, diğer gezegenler ve aylar için de geçerlidir. Keza, gezegenler de birbirleriyle çarpışacak şekilde yörüngelerini değiştiremezler.

Salınım ve Gel - Git Etkileri

Gerçekte, Ay Dünyanın merkezi etrafında dönmez. İkisi birlikte, merkezlerini birleştiren doğru üzerindeki bir çekim merkezi etrafında dönerler. Dünya Ay'dan 81 kat daha kütleli olduğundan, çekim merkezi Ay'ın merkezine göre, Dünyanın merkezine 81 kat daha yakındır. Dünya-Ay sisteminin çekim merkezi Dünyanın merkezinden 4750 kilometre yukarıda Ay'ın merkezinden ise 348.750 kilometre uzaklıktadır. Dünya-Ay sisteminin çekim merkezi Dünya yüzeyinin 1600 kilometre altındadır. Yani, Ay Dünyanın içindeki bir noktanın etrafında dönmektedir.

Dünyanın merkezi bu nokta etrafında 27.3 günde tamamlanan bir daire çizer. Eğer Ay mevcut olmasaydı Dünya Güneşin etrafında düzgün bir hareket yapacaktı. Ay'ın varlığından dolayıdır ki Dünya Güneş etrafında dönerken 27.3 gün uzunluğunda küçük bir salınım yapar. Böylece bir yıllık tam bir dönüşünde 12 salınım yapmış olur.

Bu durum diğer gezegenler için de geçerlidir. Güneş Jüpiter'den 1050 kat daha büyüktür. Güneş-Jüpiter sisteminin çekim merkezi Jüpiter'e göre 1050 defa Güneşin merkezine daha yakındır. İki cismin merkezleri arasındaki uzaklıktan, sistemin çekim merkezinin

Güneş merkezinden 740.000 kilometre uzaklıkta, yani Güneş yüzeyinin 45.000 kilometre dışında olduğu anlaşılır. Güneşin merkezi bu çekim merkezi etrafında her 12 yılda bir daire çizer.

Güneş galaksinin merkezi etrafındaki düzgün dönüşü sırasında salınım yapar. Güneşin etrafındaki diğer cüsseli gezegenler olan Satürn, Uranüs ve Neptün ile Güneş arasında da birer çekim merkezleri vardır. Bu durum Güneş salınımlarını oldukça karmaşık bir hale getirir. Ayrıca, yıldızlar arasında da, karşılıklı çekim merkezleri dolayısıyla, birer salınım hareketleri bulunmaktadır.

Dünya bir yüzü Güneşe çevrili olarak onun etrafında dönmez. Zira, Güneşin kütlesi Ay'ın kütlesinin 27 milyon katıdır. Eğer Güneş ve Ay her ikisi de Dünyadan eşit uzaklıkta olsaydı, o zaman, Güneşin Dünya üzerindeki gel-git etkisi, Ay'ın Dünya üzerindeki gel-git etkisinin 27 milyon katı olacaktı.

Güneş Dünyaya Ay'dan 389 defa daha uzaktır. Güneşin gel-git etkisi 58.860.000 (389x389x389) defa daha azdır. Bu durumda Güneşin Dünya üzerindeki etkisi Ay'ın etkisinin %46'sı olur. Bu zayıf etkiden dolayı Dünya Güneş etrafında her yüzünü ona göstererek döner.

Gel-git etkisi yüzünden Ay'ın daima aynı yüzü Dünyaya bakar ve gel-git kabartısı hep aynı noktadadır. Ay'ın dönüşünde bir yavaşlama yoktur. Gel-git etkisinin sonucu olarak, Ay gibi, Mars ve Jüpiter'in uyduları da aynı yüzleri gezegenlerine dönük olarak döner.

Manyetik Alanlar

Hareket eden bir elektrik iletkeni bir manyetik alan oluşturur. Bir gezegenin manyetik alanı için, elektrik akımı taşıma kapasitesine sahip bir sıvı çekirdek ve ayrıca gezegenin sıvısının

girdap biçiminde dönmesine yol açacak kadar hızlı dönmesi gerekmektedir. Dünya bu iki koşula da sahiptir.

Dünyanın merkezindeki çekirdek, sıcaklığından dolayı sıvıdır. Fakat tam merkezde yüksek basınç nedeniyle katı demir bulunur. Yeryüzünün dönüşü çekirdeğindeki sıvıda bir takım girdaplar oluşturur. Atomlar elektrik yüklü atom altı parçacıklardan yapılmıştır. Demir atomlarının özel yapısı dolayısıyla, sıvı çekirdek içindeki girdaplar bir elektrik akımı etkisi yaratırlar.

Yeryüzü batıdan doğuya döndüğünden girdaplar da batıdan doğuya doğru döner ve böylece demir-nikel karışımı çekirdek, kuzey-güney yönünde konmuş bir mıknatıs gibi davranır.

Yılların geçmesiyle manyetik kutuplar konumunu değiştirir. Bu kutuplar şu anda coğrafik kutuplardan 1600 km uzaktadır. Ayrıca, manyetik kutuplar yeryüzünün birbirine tamamen zıt noktalarında da değildir. Kuzey manyetik kutbundan güney kutbuna çizilecek bir çizgi yeryüzü merkezinin 1100 km açığından geçer.

Manyetik alanın şiddeti yıldan yıla değişmektedir. Son 76 milyon yıl içinde Dünyanın manyetik alanı 171 defa yön değiştirmiş olup, ters yöne dönüşler arasındaki süre yaklaşık 450.000 yıldır.

Manyetik alan bazen sıfıra inmekte ve ters yönde yeniden şiddetlenmektedir. Sonra tekrar sıfıra inip diğer yönde şiddetlenmektedir. Manyetik alan şiddetinin değişimine neden, Dünya merkezindeki girdapları oluşturan sıvı çekirdektir. Sıvı çekirdek belli bir yönde önce hızlı, sonra yavaş dönmekte ve kısa bir duruştan sonra diğer yönde dönmeye başlamaktadır. Şu anda sıvı demir çekirdek giderek yavaşlamaktadır. Bir gün duracak ve manyetik alan kaybolacaktır. Sonra ters yönde dönmeye başlayacak ve manyetik alan da ters yönde işleyecektir.

Yeryüzünün manyetik alanı, manyetik kutupları birbirine bağlayan kuvvet çizgileriyle Dünyayı sarar. Uzaydan gelen bir yüklü parçacık yeryüzüne ulaşmak için bu çizgileri kesmek zorundadır. Böyle olunca da parçacık enerji kaybeder. Eğer enerjisi küçükse bu enerjinin tamamını kaybeder ve çizgilerin hepsini aşamayarak parçacık çizgi etrafında spiraller çizerek Dünyanın çevresinde dolaşır. Bunlar atmosferin dışında 'magnetosfer' denilen bir tabaka oluştururlar. Magnetik kuvvet çizgileri kutuplarda birleşir. Bu çizgileri izleyen parçacıklar atmosferin üst tabakalarına ulaşır ve burada atom ve moleküllerle çarpışarak enerji verirler. Bunun sonucu, kutuplarda geceleri 'aurora'lar meydana gelir.

Kozmik ışınlar kuvvet çizgilerini geçecek kadar enerjiktir. Fakat bunlar çizgileri geçerken biraz zayıflar ve yollarından saparlar. Ekvator bölgesine çarpan kozmik ışınların yoğunluğu çok az olup, kuzey ve güney kutuplarına doğru yoğunluk artar.

Güneş, bir gaz devi olarak, iletken bir iç yapıya sahiptir ve çevresindeki dönüşünü 26 günde tamamlar. Güneş dev büyüklükte olduğundan dönüş hızı girdaplar oluşturmaya elverişlidir. Güneş lekelerinden de anlaşılacağı gibi Güneşte güçlü bir manyetik alan bulunmaktadır.

Ay ise bu koşulların hiçbirine uygun değildir. Ay'ın malzemesi kaya olup, merkezindeki sıcaklık kayayı eritecek kadar yüksek değildir. Ayrıca, kaya erise bile elektrik akımı taşıyamaz. Keza, Ay ekseni etrafında 27.3 günde döner. Dolayısıyla, Ay'da bir manyetik alan olamaz ve yoktur.

Merkür küçük bir gezegendir ve dünya ile aynı yoğunluktadır. Çevresini 59 günde bir dönmektedir. Bu hız çekirdekte girdap

oluşturmaya yeterli değildir. Yine de Merkür'de zayıf bir manyetik alan bulunmaktadır.

Venüs Dünya ile aynı büyüklüktedir ve aynı yoğunluktadır. Sıvı maden çekirdeği vardır ve bu demirdir. Venüs kendi çevresinde 243 günde bir döner. Güneş sistemindeki en yavaş dönen gezegendir. Bu hız, sıvı maden çekirdekte girdaplar oluşturmaya yeterli değildir. Venüs'te önemli bir manyetik alan yoktur.

Mars, kendi ekseni etrafında 24.5 saatte bir dönüş yapar ve Dünyadan çok daha küçük bir gezegen olduğundan dönüş hızı Dünyanınkinin yarısı kadardır. Bu hız sıvı çekirdeği döndürmeye yeterli bir hızdır. Mars'ın yoğunluğu çok düşük olduğundan bir sıvı çekirdeği olmadığına inanılmaktadır. Bu nedenle bir manyetik alanı yoktur.

Jüpiter tamamen hidrojenden oluşur. Çok az da helyum vardır. Merkezinde katı bir kaya ve maden top bulunabilir. Merkezindeki çok yüksek basıncın altında hidrojen metale dönüşür. Jüpiter çevresini 10 saatte bir dönmektedir. Dünyanınkinden 11 kat büyük bir çevresi olduğundan, Jüpiter'in dönüş hızı çok fazladır. Merkezinde elektrik akımı taşıyabilen bir sıvı madde yer alır ve burada şiddetli girdaplar oluşur. Jüpiter'de çok yüksek bir manyetik alan bulunur. Jüpiter'in yakınından geçen uzay araçları Dünyadakinden 19.000 kat fazla bir manyetik alan bulunduğunu saptamıştır.

Uranüs'ün manyetik alanı Dünyanınkinin 50 katıdır. Neptün'ün de bir manyetik alanı bulunmaktadır.

Güneş

Güneşin kütlesi $2x10^{30}$ kilogram olup, çapı 1.392.000 kilometredir. Kütlesi Dünya kütlesinin 330.000, çapı da 110 katıdır. Güneşin kütlesi bildiğimiz en büyük gezegen olan Jüpiter'in kütlesinin 1000 katıdır. Güneş çevresinde dönen bütün cisimler toplamından yaklaşık 1000 kere daha büyüktür

Güneş ortalama ölçüde bir yıldız olup, ondan 70 defa daha kütleli, bir milyar kez daha parlak yıldızlar mevcut olduğu gibi, Güneşten 20 defa daha küçük ve parlaklığı ondan bir milyon kez daha az olan yıldızlar da bulunmaktadır.

Güneşin kütlesi olan $2x10^{27}$ ton'un %75'i hidrojendir. Geri kalan ise hemen hemen helyumdur. Merkezdeki nükleer reaksiyon her saniye, 564 milyon ton hidrojeni 560 milyon ton helyuma dönüştürür. 4 milyon ton'luk kütle farkı ışınım enerjisine dönüşür ve Güneşten ayrılır. Eşit şartlar altında, belli miktar helyum atomu aynı miktar hidrojen atomunun dört katı ağırlıktadır. Yani, belli miktar helyum aynı miktardaki hidrojenden daha az yer kaplar. Hacimsel olarak Güneşin %80'i hidrojendir.

Güneşin merkezindeki hidrojen atomları çok yüksek sıcaklıkta ezilip sıkışarak füzyon reaksiyonunu oluşturur. Bu da büyük miktarda enerji yaratır. Güneş bu yüzden milyarlarca yıldır parlamak-

tadır. Güneşin merkez katmanlarında her bir saniyede yanan 4 milyon ton madde ısı ve ışık enerjisi olarak uzaya yayılır.

Güneş saniyede 4 milyon ton madde kaybetmektedir. Güneş 5 milyar yıldan beri bu hızla enerji üretiyorsa bu süre içinde kaybetmiş olduğu kütle $4x10^{23}$ ton olmalıdır. Bu miktar Güneşin şimdiki kütlesinin 5000'de biridir. Güneşin hidrojenini tamamen tüketip bir beyaz cüce olması için daha 5 milyar yılın geçmesi gerektiği hesaplanmıştır.

Güneş, 4.6 milyar yıllık ömrü sırasında birçok patlama ve felaketlerden geçmiştir. Bugün oldukça sakin bir yaşam sürdürmektedir. Güneş 4 milyar yıl önce bugünkünden %30 daha az parlıyordu. Güneş gittikçe daha parlak olmaktadır. Güneş parlaklaşıp daha fazla ısı yaydıkça, milyarlarca yıl sonra Dünya yaşanmaz bir yer olurken, bugünkü sıcaklığı –50 derece olan Mars, dünyanın bugünkü yaşama uygun sıcaklığına ulaşacaktır.

Güneşin yüzey sıcaklığı 5800 derece, merkez sıcaklığı ise 15 milyon derecedir. Güneşin içinde 1.300.000 adet Dünya sığabilir. Güneşin kütlece büyüklüğünden ve çekim kuvvetinin gücünden dolayı bir insan Güneşte 2 ton gelir.

Güneş akıl almayacak kadar güçlüdür. Güneşin enerjisi, insanoğlunun yaşamı boyunca çıkardığı enerjilerin toplamından milyarlarca kat fazla olup, bir süpernova patlaması sırasında çıkan enerjinin yanında ise milyarlarca defa daha ufak kalır. Dünyamız, Güneşten gelen enerjinin sadece iki milyarda birini alır. Bu enerjiyi dünyada 15 dakika boyunca depo edebilseydik bütün Dünya nüfusunun bir yıllık ihtiyacı karşılanabilirdi.

Güneş üç tabakadan oluşur: fotosfer, kronosfer ve korona. Yeryüzünün 330.000 katı bir kütleye sahip olan Güneşin yerçekimi kuvveti yeryüzünün çekim kuvvetinin 330.000 katıdır. Güneşi bir

küre haline getiren bu güçlü kuvvettir. Güneşin merkezindeki atomlar bu büyük çekimin altında parçalanıp ezilmişlerdir.

Güneşin şimdiki yoğunluğu 1.4 gram/$cm^{3'}$dür. Güneşin bir nötron yıldızına dönüşmesi halinde yoğunluğu $1.4x10^{14}$ gram/cm^3 olurdu. Yani bir kaşık dolusu güneş maddesi $25x10^{12}$ ton gelirdi.

Güneş kendi ekseni etrafında saat ibresinin ters yönünde döner ve bu dönüşünü 27 günde tamamlar. Bu dönüşü sırasında ekvatoru üzerindeki bir noktanın hızı saniyede 2 kilometredir. Güneşin galaksimizin çevresindeki dönüş hızı ise saniyede 200 kilometredir. Güneş ile gezegenleri bir sarmal kol içinde yaklaşık olarak kırk milyon yıl, sarmal kol dışında ise seksen milyon yıl kalır. Gaz ve toz sarmal kollar bölgesinde daha yoğundur. Buralardaki yıldızlar daha genç ve sıcaktır.

Güneş, Vega yıldızına doğru saniyede 20 km'lik bir hızla hareket ederken, çekim gücü nedeniyle Dünya ve diğer gezegenler de buna uymakta ve böylece tüm Güneş sistemi belli bir doğrultuda hiç şaşmadan yoluna devam etmektedir. Bu sistemde hiçbir cismin yörüngesinden fırlayıp, yörüngesi dışına çıkması mümkün değildir.

Yeryüzü güneş ışığının çok küçük bir kısmını tutmaktadır. Güneşin radyasyonunun tamamına yakın bir kısmı Güneş sistemindeki soğuk cisimlerin yanından geçip yıldızlar arası uzay boşluğunda kaybolmaktadır.

Oluşumu

Güneş sistemi başlangıçta toz ve gazdan oluşmuş bir nebula halindeydi. Nebula saat ibresinin ters yönünde dönüyordu. Nebula kendi çekim alanından dolayı yavaş yavaş büzülmeye başladı. Kendi çekim kuvvetinin etkisiyle bu kütle giderek küçülüp yoğun-

laştı ve bu yüzden de açısal momentumunu koruyabilmek için daha hızlı dönmek zorunda kaldı.

Toz ve gaz bulutu daha çok yoğunlaştıkça ve daha hızlı döndükçe merkezkaç etkisiyle bir miktar madde ekvator düzleminden dışarı atıldı. Dışa doğru atılan ve bütünün sadece yüzde birkaçını oluşturan bu maddeler bulutun merkezindeki ana bölümün etrafında geniş ve düz bir tabaka oluşturdu. Bulutun ana bölümü Güneş haline gelirken, gezegenler de bu tabakadan yoğunlaşarak çıktılar. Gezegenler düz tabakanın yer aldığı bölgede dolanmalarını sürdürdüler. Bu nedenle, hepsi aynı düzlemde dönmektedirler. Benzer nedenlerle, gezegenlerin yoğunlaşmasıyla da gezegenlerin ekvator düzlemiyle üst üste çakışan tek bir düzlem üzerinde çakışan uydular oluştu.

Güneş sistemini doğuran toz bulutu ilk başta en basit iki atom olan hidrojen ve helyumdan oluşmaktaydı. Yıldızlar daha karmaşık atomlar oluşturur ve bunlardan bazılarını yıldız rüzgarı ile uzaya gönderirler. Yıldızlar bazen süpernova olarak patlar ve uzaya yayılan büyük miktarda karmaşık atomlar gaz bulutlarına karışır. Toz bulutundaki maddeler Güneş sistemini oluştururken bir çok değişimden geçer.

Göktaşlarını inceleyerek güneş sisteminin 4.6 milyar yaşında olduğunu öğrenmiş bulunuyoruz.

Nükleer Etkileşimler

Güneşin merkezindeki atomların elektron kabukları üst tabakaların baskısı altında parçalanmış ve çekirdekler serbest kalmıştır. Güneşte bol miktarda hidrojen vardır. Hidrojen atomunun merkezindeki hidrojen çekirdeği proton adı verilen ve pozitif elektrik yükü taşıyan tek bir atom altı parçacıktır. Atomlar parçalanınca çıplak protonlar serbestçe hareket eder ve elektron kabuğu

ile çevrili oldukları duruma göre birbirlerine daha çok yaklaşır. Protonlar yaklaşmanın yanında büyük bir kuvvetle çarpışırlar. Bu çarpışmadan 15 milyon derecelik bir ısı meydana gelir.

Çarpışma sırasında bazı protonlar birbirlerine yapışarak bir nükleer reaksiyon başlatır. Böyle bir nükleer reaksiyon sürecinde bazı protonlar elektrik yükünü kaybederek nötron haline gelirler. Neticede, iki protonla iki nötrondan oluşan bir çekirdek meydana gelir. Bu çekirdek helyum atomunun çekirdeğidir. Bu olay muazzam miktarda ısı üretir. Güneşin akkor halinde bir gaza dönüşmesinin sebebi budur.

Güneşteki hidrojen ve helyum tam anlamıyla birbirine karışmaz. Helyum Güneşin çekirdek merkezinde yoğunlaşmıştır. Füzyon reaksiyonu ise bu çekirdeğin yüzeyinde yer alır. Güneş füzyonu devam ettikçe helyum çekirdek daha kütlesel hale gelir ve merkezdeki sıcaklık daha da yükselir. Sonuçta, sıcaklık helyum atomlarını daha karmaşık atomlara dönüşmeye zorlar. Böylece helyum füzyonu başlayınca Güneş genleşerek kızıl dev haline gelecektir. Güneşin bu hale gelmesi yaklaşık 5 milyar yıl sonra olacaktır.

Dünyanın büzülmesi içindeki bozulmamış atomların direnci ile önlenirken, Güneşin büzülmesi içinde meydana gelen nükleer reaksiyonların ürettiği ısının genleştirici etkisi ile önlenir. Güneşin boyutları merkezinde sürekli ısı üretilmesine bağlıdır. Bu olay da hidrojene bağlıdır. Zira, hidrojen böyle bir reaksiyonun yakıtıdır.

Güneş Lekeleri

Güneş lekeleri fotosfer tabakasının üzerinde görülür. Bunlar karanlık görünüşlü, 4000-5600 derece arası sıcaklıklarda olup daimi bir hareket içindedirler. Lekelerin genişliği 1000 ile 15.000 kilometre arasında değişir. Lekeler genellikle Güneşin kuzey ve

güney yarıkürelerinin 45 derece enlemleri arasında, çiftler halinde yer alırlar.

Lekeler 11 yıllık devreler halinde çoğalır. Lekelerin görülmediği yıllarda Dünya iklimi çok soğuk olur ve küçük buz devirleri yaşanır. Lekelerden dışarı çıkan rüzgarlar 140 milyon kilometre uzaklara ulaşabilir.

Güneş Rüzgarı

Güneş uzaya protonlar ve elektronlar olmak üzere bazı parçacıklar püskürtür. Bunlar çok yüksek hızlarda her yöne dağılırlar. Elektron, proton gibi yüklü parçacıklardan oluşan ve korona tabakasından sürekli ve şiddetli sağanak şeklindeki parçacık bombardımanına 'güneş rüzgarları' denir. Bu fışkıran parçacıklar 1000 km/sn'lik bir hızla uzaya yayılır. Uzaydaki bütün cisimler bu rüzgarlardan etkilenir.

Yayılan parçacıklar doğru atmosferimizin iyonosfer tabakasına girer ve iyonosferdeki sakin iyon gazını dalgalandırır. Bu sırada radyo yayınları aksar, Dünyanın manyetik alanında sarsıntılar olur ve kutup bölgelerinde Aurora ışınları görülür. Güneşin bu parçacıkları püskürtmesinin nedeni henüz bilinmemektedir. Güneş rüzgarı, yıldızlararası boşlukta kaybolmadan önce Güneşten 50-100 AÜ kadar uzaklığa erişir.

Güneşin Sonu

Bir gün her şey sona erecektir. Bizim sorunumuz Güneştir. Dünyanın aksine Güneş sakin bir yapıya sahip değildir. Yerçekimi Dünyayı mümkün olabildiğince sıkıştırmıştır. Ve eğer kendi başına kalabilse sonsuza kadar böyle devam edebilecektir. Ama Güneş çok büyüktür ve çekim gücü onu sonunda bir cüceye dönüştürecektir. Küçülmemesinin nedeni merkezinde sürekli ısı üretmesidir. Bu sıcaklık Güneşin kendi çekimiyle büzülmesini

önlemektedir. Bu ısının kaynağı Güneşin yüz milyarlarca ton hidrojen atomunu, ki bu kütlesinin %75'ini oluşturmaktadır, her saniye sürekli olarak daha karmaşık helyum atomlarına dönüştürmesidir. Bu füzyon ısı yaratır ve Güneşe devamlı büyüyen büyük bir helyum çekirdeği sağlar.

Güneşte o kadar çok hidrojen vardır ki 5 milyar yıldır devam eden füzyona rağmen hala varlığını korumaktadır. Yine de her şey son bulacak, 5 milyar yıl sonra Güneşin hidrojeni azalacak ve helyum çekirdeği çok büyüyecek ve ısınacaktır. Sonunda helyum atomları daha karmaşık atomlara dönüşecek ve ani bir ısınma ile Güneş genişlemeye başlayacaktır. Çok daha büyüyecek ve dış katmanları soğuyacaktır. Güneş yüzeyi akkordan kızıl sıcağa dönüşecek ve Güneş sonunda kırmızı bir dev olacaktır. Güneşin dış katmanlarının soğumasına rağmen merkezi o kadar büyüyecek ki, genişledikçe Dünyaya ulaşan sıcaklığı da artacaktır.

Güneş maksimum boyuta erişmeden çok önce her şey kavrulacak ve hayat sona erecektir. Maksimum boyuta eriştiğinde Güneşin çapı 300 milyon kilometreyi aşacak ve Dünyanın tüm yörüngesini dolduracaktır. Sonunda, Dünya Güneşin yüzeyinin milyonlarca kilometre derinliğinde merkezinin çevresinde dönüyor olacaktır.

Dünyayı saran gazlar Dünyanın hareketini ağırlaştıracak kadar yoğun olacağından, Dünya ağır ağır Güneşin merkezine doğru kayacak ve sonunda buharlaşacak ve yok olacaktır. Güneş daha 5 milyar yıl kadar ısı vermeye devam edecek ve azalan yakıtı nedeniyle ısısı azalınca Güneşi büzülmekten koruyacak bir şey kalmayacaktır. O zaman çekim gücü ile Dünyadan da küçük boya inecek ve bir beyaz cüce olacaktır. Yakınındaki gezegenler yok olsa da uzaktakiler etrafında dönmeye devam edecektir.

Güneş bir beyaz cüceye dönüştüğünde, Dünyanın yaklaşık dört katı büyüklüğünde bir cisim olacaktır. Kütlesi ise şimdiki kadar kalacaktır. Kütlesel çekim kuvveti ise bugünkünden çok daha fazla olacaktır. Bir roketin bugün Güneş yüzeyinden ayrılabilmesi için 600 km/sn'lik bir kaçma hızı gerektiği halde, beyaz cüce durumunda roketin hızının 3400 km/saniye'nin üstünde olması gerekecektir. Çökme, bu aşamadan sonra da devam edebilir. Bir yıldızın kendi kendini yok etme aşamasına gelebilmesi için ağır ve iri olması zorunludur. Güneş, orta büyüklükteki kütlesiyle, beyaz cüce olarak kalacaktır ve bu aşamada güneşin bir bilye kadarlık kısmı milyonlarca ton ağırlıkta olacaktır.

Aurora Borealis Olayı

Güneş sürekli olarak atom çekirdekleri çıkarır. Bunlar büyük bir hızla bütün yönlere giderler. Yeryüzüne gelen parçacıkların fırtınası atmosferin üst tabakalarında etkileşime uğrayarak 'aurora borealis' veya kuzey ışıkları olarak adlandırılan ışık olaylarına neden olur.

Dünya

Dünya

Dünya, üstünde açık sıvı suya sahip, atmosferinde serbest oksijen bulunan ve kabuğu en ince olan tek gezegendir. Ayrıca Dünya, yüksek iç sıcaklığı nedeniyle içinde büyük enerji bulunduğundan diğer gezegenlere göre daha çok ısıyla çalışan bir güçlü motoru andırır. Bunun sonucunda, Dünyanın ince kabuğu plato adı verilen yarım düzine kadar büyük parçaya ayrılmıştır.

Dünyanın dörtte üçü suyla, dörtte biri kıtalarla kaplıdır. Üzeri yaklaşık 2000 km kalınlığında hava tabakası ile örtülüdür. Dünyanın biçimi tam bir küreden ziyade, kutupları basık, ekvator bölgesi şişkin bir küredir. Buna rağmen uzaydan bakıldığında Dünya küre şeklinde görülür.

Dünya üzerindeki hava tabakasına ‘atmosfer’, su örtüsüne ‘hidrosfer’ ve katı tabakaya da ‘litosfer’ adı verilir. Toprağın üstünde ve altında yaşayan her çeşit canlıyı, deniz yüzeyi ve dibindeki canlıları, hava içindeki mikroorganizmaları da içine alan tabakaya ise ‘biyosfer’ denir. Atmosferin kütlesi yerküre kütlesinin ancak milyonda biri kadardır. Hidrosferin kütlesi atmosfer kütlesinden 275 kat fazladır. Litosfer yer kabuğunun ismi olup, yüzeyden 50 kilometre kadar dibe ulaşır. Dünyanın yarıçapının yanında litosferin 50 km’lik kalınlığı, 25 cm çapındaki bir futbol topunun üzerinde 1 milimetrelik bir kılıf gibidir.

Dünyanın çapı, kutuplar arasında 12.714 km iken ekvator düzleminde 12.757 km'dir. Bu fark %0.32'dir. Dünyanın hacmi 1.038×10^{12} km^3, kütlesi de 5.97×10^{24} kilogramdır. Ortalama yoğunluğu 5.52 kg/m^3 olup, suyun yoğunluğunun 5.5 katıdır. Demir ve nikel karışımından oluşan çekirdeğinin yoğunluğu 11.500 kg/m^3, bunun üzerindeki kayalardan meydana gelmiş manto tabakasının yoğunluğu ise 5000-6000 kg/m^3 civarındadır. Dünya yüzeyindeki kayaların yoğunluğu ise 2800 kg/m^3'dür.

Manto tabakasının üstünde bulunan yer kabuğunun kalınlığı dağlık bölgelerin altında 65 km, deniz seviyesi civarındaki alçak alanlarda 35 km ve okyanusların altında ise 13-16 km kadardır. Okyanuslardaki kalınlığa suyun derinliği de dahildir. Bu durumda, okyanusların altında kalan katı kısmın kalınlığı 5 km'den fazla değildir.

Yeryüzüne atmosferde buharlaşarak çöken yabancı cisimler Dünyanın kütlesini her yıl 120.000 ton kadar artırır. 4 milyar yıl içinde toplanan miktar yeryüzünün toplam kütlesinin 10 milyon'da birini teşkil etmiştir.

Dünya, Güneşin yörüngesinde 30 km/saniyelik bir hızla döner. Dünya bir taraftan kendi ekseni etrafında dönerken, diğer taraftan da Güneş etrafındaki yörüngesinde helezoni bir hareketle dolanır. Dünyanın bu hareketine diğer gezegenler de katılmaktadır.

Dünyanın kendi ekseni etrafındaki dönüş hızı ekvatorda 1670 km/saat iken, kutuplara yakın bir kuşakta, örneğin 60 derece enlemde, 635 km/saat'tir. Ay'ın ve Güneşin çekim gücü etkisiyle, okyanuslarda meydana gelen gel-git olayları nedeniyle dönüş hızında her yüzyılda 0,00164 saniyelik bir azalış olmaktadır.

Dünya Güneşe 150 milyon kilometre uzaklıkta olup, Güneşe %5 (8 milyon km) daha yakın olsaydı yaşanmayacak kadar sıcak, %1

(1.5 milyon km) daha uzak olsaydı buzullarla kaplı olacaktı. Dünyanın dairesele yakın yörüngede olması büyük şanstır. Dünyanın yörüngesinde veya Güneşin kütlesindeki en küçük bir değişim Dünyayı yaşanmaz bir yer yapacaktır. Dünya, her 25.725 yılda bir, 'precession periyodu' adı verilen, topacın kafa sallama hareketine benzeyen, sabit bir yıldıza göre, bir yalpalama hareketini gerçekleştirir.

Dünyanın merkezindeki ısı 6600 derece civarındadır. Dünyanın merkezi Güneşin yüzeyinden 600 derece daha sıcaktır. Yeryüzü çok sıcak bir cisimdir. Fakat yüzeyi soğuktur. Sıcaklığın kaynağı 4.6 milyar yıl önce birbiriyle çarpışarak biriken ve yeryüzünü meydana getiren küçük cisimlerin kinetik enerjisidir. Bu kinetik enerji iç kısımları eritecek kadar büyük bir ısıya dönüşmüştür. Dıştaki kaya tabakası çok iyi bir yalıtkan olduğundan içteki sıcaklık 4.6 milyar yıldan beri soğumamıştır.

Dış tabakalarda bulunan uranyum-238, uranyum-235, thoryum-232 ve potasyum-40 gibi radyoaktif elementlerin çok yavaş bozunmalarının çıkardığı enerji ısıya dönüşerek, yeryüzünden sızan ısıyı karşılar ve ayrıca yeryüzüne ısı kazandırır. Yeryüzü büyüklüğündeki bir cisimde bulunan yerçekimi alanı çok güçlüdür. İç kısımdaki büyük ısının genleştirici etkisi çekimsel büzülmeyi yenemeyecek kadar küçüktür.

Yeryüzünün radyoaktivitesi sürekli azalmaktadır. Şimdiki miktar başlangıçtakinin yarısından azdır. Yeryüzünün ısınması yerine uzun bir gelecekte soğuyacağı düşünülebilir. Radyoaktivitenin azalması ve ısı kaybı o kadar düşük bir hızda olmaktadır ki, Güneş normal halini koruduğu sürece iç kısımdaki ısı sıfıra inse bile yüzey sıcaklığı bugünkü gibi devam edecektir. Neticede dünya iç ısısını 4.6 milyar yıldır korumaktadır.

Yeryüzündeki hidrosfer adı verilen su kütlesi atmosfer kütlesinin 275 katıdır. Tüm gezegenin %70'ini kaplayan okyanuslar 360 milyon kilometrekarelik bir alan kaplar. Okyanusların ortalama derinliği 3.7 km olduğundan okyanusların toplam hacmi 1.330.000.000 km^3'tür. Yeryüzündeki toplam tatlı su miktarı ise 37 milyon km^3'tür.

Okyanusların dibinde çok büyük yarıklar bulunur. Yarıkların toplam alanı okyanus tabanının yaklaşık %1'ini oluşturur. Dünyanın en derin yarıkları Pasifik'te Filipin adaları açıklarında yer alır. Pasifik okyanusunun ortalama derinliği 4250 metre'dir. Pasifikteki Mariana adası açıklarındaki yarık en büyük çukur olup 10.900 metre derinliğindedir. Dünyanın en çukur noktasıyla en yüksek noktası arasındaki mesafe 19.880 metre'dir. Everest'in tepesi ile Mariana çukurunun dibi arasındaki yaklaşık 20.000 metre'lik mesafe yeryüzünün boyutları ile mukayese bile edilemez.

Yeryüzü, çapı 12.750 km olan bir toptur. Bu dev top, bir bilardo topuna indirgenir ve üzerindeki her şey aynı ölçekte küçültülürse, yüzeyi bilardo topundan daha düzgün ve pürüzsüz görülür. Okyanuslar da bu topun üzerinde yüzeyin %70'ini kaplayan ve pek fark edilmeyen incecik bir nem tabakası gibi görülür.

Yeryüzünün kara alanlarında yaklaşık 25 milyon km^3'lük buz vardır ve bunun %85'i Antartika kıtasında bulunmaktadır. Eğer bu buzlar eriseydi 33 milyon km^3 su oluşurdu. Okyanusların toplam alanı 360 milyon km^2'dir. Eğer bütün buzlar aniden eriseydi su tabakasının kalınlığı 91.5 km olurdu. Bu durumda milyonlarca km^2'lik kara su altında kalır ve okyanus tabanı basınçtan dolayı bir miktar daha çökerdi.

Yeryüzü atmosferinin yüksekliği 2000 km'ye kadar ulaşır. Bu mesafe Dünya-Ay arasındaki uzaklığın 200'de biridir. Dünyamızdan kaçış hızı 11.18 km/saniye olup, bu hız bizim

atmosferimizdeki gazların kaçıp kurtulmasını engeller. Dünyanın atmosferinin üst kısımlarında su damlacıkları, alt kısımlarında ise su buharı bulunur.

Atmosferin %20'si oksijen, %80'i de azottan oluşur. Oksijenin hemen hemen tamamı bitkiler tarafından fotosentez olayı ile yaratılır. Azot ise toprakta bulunan mikroorganizmaların nitrat ve amonyağı azota çevirmesi ile oluşur. Karbondioksit de fotosentez ve solunum olayları ile dengede tutulur.

Atmosfer tüm yüksekliği boyunca homojen değildir. Yukarı çıktıkça hava basıncı azalır. Yoğunluktaki düşme nedeniyle atmosfer çok daha büyük bir hacim içine yayılmıştır. 7 ci km'den sonra çok seyrek olan hava nedeniyle burada canlıların yaşaması çok güçtür. Eğer atmosferin yoğunluğu her tarafta aynı olsaydı, o zaman atmosferin toplam yüksekliği 8 km olurdu. Yukarı çıkıldıkça hava yoğunluğunun azalması nedeniyle, 50 km yükseklikteki basınç deniz seviyesindeki basıncın binde biri, 220 km yüksekliktekı basınç ise 5 milyarda biri kadardır.

Bulutların, rüzgar ve yağış gibi hava değişimlerinin meydana geldiği bölge atmosferin en alt tabakası olup buna 'troposfer' denir. Troposferin yüksekliği ekvatorda 16 km, kutuplarda ise 8 km kadardır. Daha yukarıdaki tabakaya 'stratosfer' adı verilir.

1901'de radyonun icadı ile radyo sinyallerini aktaran radyo dalgaları bulundu. Radyo dalgaları ışık dalgalarına çok benzer olup, onlardan bir milyon kere daha uzundur. Radyo dalgaları doğru çizgiler boyunca ilerler ve bunların 1902'de iyonlar tarafından yansıtıldığı ve bunun içinde atmosferin çok yukarılarında radyo dalgalarını yansıtan bir iyon tabakası bulunduğu anlaşılmıştır. Atmosferin 50 ve 300 ci km'ler arasındaki kesime 'iyonosfer' adı verilir. İyonosferdeki gazların yoğunluğu deniz seviyesindeki hava yoğunluğunun milyonda biri kadardır.

Güneş ışığı Dünyanın atmosferine çarpınca dağılır. Dünya atmosferinin moleküllerine çarpan fotonlar yansıyarak dağılırlar. Havanın molekülleri ışığın dalga boyundan çok daha ufak olduğundan hava molekülleri kısa dalga boylarını uzunlarından daha etkin şekilde dağıtır ve yansıtır. Mavi ışık kırmızıdan fazla dağıldığından atmosfer mavi renkte görülür. Bu nedenden dolayı gök mavidir. Ayda atmosfer olmadığından gök siyahtır. Güneşten gelen ışık atmosferimiz tarafından çeşitli yönlere dağıtılırken ve bir kısmı geriye yansırken bir bölümü de çeşitli yönlerden gözümüze gelir. Güneş batarken, öğleyin gördüğümüzden daha uzun bir atmosfer tabakası arkasından görülür. Mavi ışık bu yolda dağılarak gözümüze kırmızı ışık gelir.

Oluşumu

Yeryüzü 6 trilyon kilogram kaya ve metalden oluşmuştur. Yeryüzünün oluşumunu büyük oranda bu kütlenin yarattığı yerçekimi etkisi yönlendirmiştir. Yerçekimi etkisiyle malzeme merkeze doğru sıkıştırılmış ve her bir parça başka bir parça tarafından yolu tıkanıncaya kadar merkeze doğru hareket etmiştir. Her parça merkeze o kadar yaklaşmıştır ki neticede gezegenin potansiyel enerjisi en aza inmiştir.

Diğer büyük gök cisimlerinde olduğu gibi, çekim kuvvetinin etkisiyle, Dünyanın şekli bir küre şeklini almıştır. Çekim gücü ile bir küre şeklini almış olan yeryüzünü meydana getiren atomlar birbirleriyle temas halindedir. Alttaki atomlar üst tabakaların ağırlığı ile sıkıca basılmış olup, bu ağırlık yerçekimi etkisini meydana getirir. Bu ağırlığa rağmen Dünyanın merkezindeki atomlar bütünlüklerini kaybetmeden kalabilmektedir. Bütünlüklerini yitirmeden yerçekimine direnen ve artık daha fazla çökmeyen atomlar 12.750 km çapında bir küre olarak kalmaya devam edeceklerdir.

Yeryüzünün yeni oluşmuş katı gövdesinde ilk zamanlar ne atmosfer ne de okyanuslar vardı. Yeryüzünün katı bölümünü meydana getiren kaya görünümündeki maddelerin gevşek birleşiminde su ve gazlar bulunmaktaydı. Dünyayı oluşturan maddeler bir araya toplanıp sıkıştıkça artan basıncın ve volkanik faaliyetlerin etkisiyle gazlar kaçmaya başladı.

Bundan 4 milyar yıl önce Dünyanın atmosferi su buharı, amonyak, metan ve argon gazlarından meydana geldi. Su buharının bir kısmı yoğuşarak okyanusları oluşturdu. Güneşin morötesi ışınları su buharı moleküllerini hidrojen ve oksijenlerine parçaladı. Hidrojen kaçtı fakat oksijen birikti, amonyak ve metanla birleşti. Amonyakla birleştiğinde su, azot ve metanla birleştiğinde su ve karbondioksit açığa çıktı. Milyarlarca yıl önce hayatın ilk oluştuğu sıralarda Dünyanın atmosferi böyleydi. Daha sonra atmosferin kimyasal evrimiyle karbondioksit tüketildi ve oksijen serbest kaldı. Bundan 500 milyon yıl önce atmosfer bugünkü azot ve oksijen durumuna ulaştı.

Dünyanın Yaşı

1896'da keşfedilen radyoaktiviteden, bazı atomların düzenli olmadığı ve ölçülebilen bir oranda bozundukları anlaşılmıştır. Leranyumun ayrışarak yarısının kurşuna dönüşmesi 4.6 milyar yıl sürmektedir. Uranyuma sahip bazı kayalarda kurşunun bulunması ve uranyum-kurşun oranından kayanın yaşı saptanabilmektedir. Radyoaktif tarihleme ile kayalar üzerinde yapılan incelemelerde Dünya ve Güneş sisteminin yaşının 4.6 milyar yıl olduğu tespit edilmiştir.

Yeryüzündeki bütün radyoaktif atomların her saniye parçalanmakta olduğu düşünülürse yeryüzünün bugünkü sıcaklığı daha çok uzun süre korunacaktır. Dolayısıyla yeryüzü çok yavaş olarak so-

ğumaktadır. Radyoaktivite yöntemiyle yeryüzünün yaşının sağlıklı bir şekilde ölçülmesine olanak tanımıştır.

Belli bir kaya parçasındaki uranyum ve onun bozunma sonucunda dönüştüğü dengeli kurşun miktarları ölçülerek, bulunan miktardaki kurşunun yine bulunan miktardaki uranyumdan ne kadar zamanda oluştuğu hesaplanabilmektedir. Çok uzun süreden beri erimeye, erozyona veya çözünmeye maruz kalmamış kayalarda yapılan çalışmalar sonucunda yeryüzünde bulunan en eski kayanın Grönland'da ve 3.7 milyar yaşında olduğu anlaşılmıştır. Bu rakam yeryüzünün minimum yaşını vermektedir.

Platolar

Kırk yıl önce, Dünyanın kabuğunun birbirlerine sıkı sıkı uyan, ama çok ağır hareket eden büyük platolardan oluştuğu keşfedildi. Dünyanın kabuğu yarım düzine büyük platoyla birkaç küçük parçaya ayrılmış olup, yüzeyin altındaki çok sıcak erimiş kayalardaki ağır dönme hareketlerinin sürüklenme etkisiyle hareket etmektedir. Dünya kabuğunu oluşturan platoların oraya buraya itilmesi ile kıtalar yer değiştirirler.

Bazı platolar birbirlerinden ayrılır, bazıları çarpışıp birleşir, bazısı ise ağır ağır bir diğerinin altına girer. Platolar sırtlarında karaları taşır ve hareket ederken kıtalar da onlarla birlikte sürüklenirler. Zamanımızdan 225 milyon yıl önce tek bir kıta (Pangaea) oluşmuş ve 180 milyon yıl önce bu tek kıta yeniden parçalanmıştır. Dünyanın 4 milyarlık geçmişinde Pangaea birkaç defa gerçekleşmiştir.

200 milyon yıl önce Pangaea dörde ayrıldı. Kuzeyde şimdiki Amerika, Avrupa ve Asya kıtaları, güneyde Güney Amerika, Afrika oluştu. Daha güneyde Antarktika, Avustralya ve Hindistan olan küçük parça vardı. Zamanla Kuzey Amerika, Asya ve

Avrupa'dan, Güney Amerika da Afrika'dan koptu. Hindistan kuzeye yönelmiş, 50 milyon yıl önce Asya ile çarpışarak Himalaya sıradağlarını oluşturmuştur. Antarktika ile Avustralya da birbirlerinden kopmuşlardır.

Platolar ayrılınca arada kalan boşluğa su doldu ve okyanuslar oluştu. Atlantik Okyanusu 200 milyon yıl önce böyle oluşmuştur. İki plato birbiri üstüne geçince yaylalar ve sıradağlar oluştu. Bir plato diğerinin altına girince okyanusun derin noktaları meydana geldi. Bazı yerlerde binlerce kilometre genişliğinde ve 70-150 km derinliğinde olan bu yarıklar yerkabuğunu büyük düzlüklere böldü. Platoların birleştikleri sınırlar zayıflık çizgileri olup buralarda yanardağlar ve depremler görülür. Bu sınırların en çok bilineni San Andreas fay hattıdır. Sıradağlar, kıtalar kayarken çarpışan yer kabuğu bloklarından oluşur. Küçük dağlar ise volkanik olayların sonucudur.

Yeryüzündeki kıtalar her yıl bir santimetre kadar birbirine yaklaşmakta veya uzaklaşmaktadır. Kıtaların hareketi çok yavaş olmasına karşın dünyanın 4.6 milyar yıllık tarihinde oldukça fazla biçim değiştirmiş olduğu anlaşılmaktadır.

Kuzey Amerika ağır ağır kuzey kutbuna kaymaktadır. Son 80 yılda kuzey kutbu doğu Kanada'ya doğru on metre kadar kaymıştır. Yılda 12 cm kadar. Bunun nedeni kutbun kayması değil, dünya yüzeyinin alttan hareket etmesi ve Kuzey Amerika'nın da yan bir eğilimle kutba doğru yaklaşmasıdır. 10 milyon yıl sonra New York kuzey kutbuna 1280 km daha yaklaşacaktır.

Yer kabuğunu oluşturan ve yavaş hareket eden düzlükler zaman zaman birbirinin üzerine biner. Bu düzlükler bir diğerinin üzerinde kayarak tekrar geri çekildiğinde sürtünmeden dolayı güçlü sarsıntılar olur ki bunlara 'deprem' denir. Yeryüzünde her yıl bir milyon kadar yer sarsıntısı olur ve bunların büyük kısmı hisse-

dilemez. Deprem dalgalarının en güçlüleri Dünya yüzeyinin yakınlarında saniyede 8 km hızla yol alırlar. Aynı dalganın 1600 km derinlikteki hızı ise saniyede 13 km'dir.

Sera Etkisi

Güneşin korkunç enerjisinin sadece 2 milyarda biri Dünyaya ulaşır ve gelen tehlikeli ışınlar atmosferin çeşitli katmanlarından süzülerek geçer ve zararsız ışınlar olarak Dünya yüzeyine inerler. Toprak bu zararsız ışınlarla ısınır, ısınan toprak havayı ısıtır ve ısınan hava yukarı tırmanarak gökyüzünde beyaz bulutları oluşturur. Serin rüzgar bulutları topraklara yağmur olarak döner ve yaşam devam eder.

Güneş ışığı ile ısınmış cisimler bu ısıyı ışınım şeklinde geri verir. Fakat, Güneş kadar sıcak olmadıkları için görülebilir enerjik ışık yaymazlar. Bunun yerine, çok az enerjik kızılötesi ışınımında bulunurlar. Güneş ışığı olarak alıp soğurdukları enerjiyi bir süre sonra kızılötesi ışınım biçiminde tümüyle geri verip, sabit sıcaklıklarına dönerler. Açık havada bulunan cisimler kızılötesi ışınımlarını kolayca gönderirler.

Bir camdan yapılmış evin içindeki cisimler ise ancak çok az miktar kızılötesi ışınımlarını camın dışına gönderebilirler. Işınımların büyük çoğunluğu yansır ve enerji cam evin içinde birikir. Evin içindeki cisimlerin sıcaklığı dışarıdakilerin üzerine çıkar. Bu olaya 'sera etkisi' adı verilir.

Atmosferdeki oksijen, azot ve argon gazları her türlü ışığa karşı tamamen saydamdır. Ancak %3 oranında bulunan karbondioksit kızılötesi ışığa karşı az saydamdır. Atmosferdeki karbondioksit yeryüzündeki canlılar için bir sera etkisi yapar. Eğer atmosferdeki karbondioksit miktarı iki katına çıkarsa, o zaman Dünya

sıcaklığı birkaç derece daha artacak ve bu da kutuplardaki buzların erimesine yol açacaktır.

Gündüzleri Güneş ışınları Dünyaya erişirken atmosferde pek bir kayba uğramaz ve sonuçta Dünyayı ısıtır. Geceleri ise Dünya uzaya bu sıcaklığı yayar ve bu kızılötesi ışınlarla olur. Dünya atmosferinin oksijen ve azotu normal ışığı olduğu gibi kızılötesi ışınları da geçirir. Karbondioksit ise kızılötesi ışınları emer ve her yöne yayar. Bunlardan bazıları yüzeye döner ve Dünyayı biraz daha ısıtır. Atmosferde karbondioksit olmasaydı Dünya sürekli buzul çağında olurdu. Ayrıca, bitkiler de yetişemez ve Dünyada bakteriler dışında hiçbir canlı olmazdı.

Ekosfer

Dünya Güneşin ekosferi içindedir. Dünya tarihinin bir devresinde buzul devrinden ve başka bir devresinde de sera etkisinden kıl payı kurtulmuştur. Güneşin ekosferi yaklaşık 10 milyon kilometre kalınlığındadır. Ancak bu sınır içinde hareket eden Dünyada yaşam oluşabilmiştir.

Dünyanın bu bölge içinde bulunması tamamen bir tesadüftür. Güneş sisteminde, ekosfer içinde dönen tek gezegen Dünyadır.

Fotosentez

Bazı gezegenler ölü doğar. O gezegende olabilecek tüm değişiklikler olup bitmiştir ve ondan sonra da hiçbir şey olmayacaktır. Dünya varoluşunun ilk birkaç yüz milyon yılında ölüydü. Sonra okyanuslar ve atmosfer oluştu. Okyanus çoğunlukla sudan, atmosfer ise temelde karbondioksit ve azottan oluşmuştu. Ancak, Dünya tamamen ölü değildi. Zaman zaman cismin bir bölümü ile diğer bölümü arasında sıcaklık farkı doğuyordu. Bu nedenle, o cisim ölü sayılmazdı.

Dünyada iki tür sıcaklık farkı vardır. Birincisi gezegenin iç katmanları yüzeye göre çok daha sıcaktır. İkincisi Güneş Dünyadan çok daha sıcaktır ve böylece gündüzleri Güneşten Dünya yüzeyine ısı gelir ve geceleri de Dünya yüzeyinden uzaya ısı gider. Bu iki yerden gelen ısı farkı gezegeni canlı tutar.

Isı akışı, okyanusun ve atmosferin basit moleküllerini bir araya getirmeye ve daha karmaşık moleküller oluşturmaya zorlar. Bunlar yüksek bir enerji içeriğine sahiptir. Giderek daha karmaşık moleküller oluşur. Sonunda yaşam ile özdeşleşecek özellikleri içerecek kadar karmaşık bir yapı ortaya çıkar. Güneş radyasyonunun belirli bazı molekülleri etkilemesi ilk yaşam belirtisi olan bakteri hücrelerini yaratmıştır.

Dünyada 2.5 milyar yıl boyunca sadece bakteriler yaşadı. Bazı bakteri hücreleri fotosentez işlemini gerçekleştirdi. Fotosentez neticesinde bazı hücreler daha çok besin kaynağı bularak ve daha karmaşık bir yapı kazanarak birbirleriyle birleşti ve ortaya çok hücreli organizmalar çıktı.

Daha sonra, moleküller karbon ve azot atomlarını saklamayı, ancak az miktarda oksijen atomu tutmayı öğrendiler. Elde tutulmayan oksijeni ise atmosfere bıraktılar. Karbon ve hidrojen açısından zengin, oksijen açısından yoksul olan moleküller atmosferdeki oksijen ile birleşti ve onun enerjisini alarak çeşitli yaşam biçimlerini oluşturdu. Eğer Dünyadaki yeşil bitkilerde bulunan fotosentez olayı olmasaydı, Dünyanın atmosferi karbondioksit ve azot karışımına geri döner ve yaşam bakteri düzeyinin ötesine geçemezdi. Canlılar ancak 450 milyon yıl önce karaya çıkmaya başladı ve ilk ormanlar ancak 410 milyon yıl önce belirdi.

Yağmur ve Yıldırım

Yeryüzü meteoroid denilen toplu iğne başı büyüklüğünde çok sayıda tanecik tarafından devamlı bombardıman edilir. Hızları saniyede 20 km olan bu maddesel tanecikler önlerindeki gazı sıkıştırarak ısınır ve iyonosferden çıkamadan parlayıp yanarlar.

Uzaydan gelen sayısız mikro göktaşları ve tozlar, yağmurun yağmasına neden olan en etkin unsurdur. Damlaların oluşması için çevresinde su moleküllerinin toplanacağı ve sayıca artacağı bir çekirdek gerekir ve ağırlık belirli bir noktaya varınca damla artık havada duramaz ve yağmur olarak yere düşer. Çevremizin tozlu olması yaşam için gerekli olan yağmuru sağlamaktadır. Her bir saniyede gökten Dünya üzerine 17 milyon ton su düşmektedir. Aynı anda bir o kadar su Dünya yüzeyinden buharlaşarak atmosfere karışmaktadır.

Bu, toplam su stokunun sadece %2.7'sidir. Tatlı suların çoğu kutuplarda ve dağ tepelerinde buz halindedir. Yüzeyde, göl ve ırmaklarda bulunan tatlı su miktarı ise 200.000 km^3 kadardır. Bu miktar toplam su stokunun 0,015'idir. Her yıl yağışlardan inen 500.000 km^3'lük tatlı suyun 40.000 km^3'ü göllere, ırmaklara düşer. Gerisi okyanuslara, çöllere ve dağ tepelerine kar olarak iner. Tüm Dünya yılda 4000 km^3 tatlı su kullanır.

Yeryüzüne ortalama saniyede yüz adet yıldırım düşmektedir. Bu da yıldırımların saniyede 5.5 ton azotdioksit ürettikleri anlamına gelir. Yıldırımların getirdiği azotdioksit, Dünyanın tükettiği miktarın yarısı olmaktadır. Havada bir şimşek çakınca çevresindeki hava yüksek derecede ısınır. Sonra hava hemen soğur, ancak soğumadan önce havadaki azot ve oksijen molekülleri birleşerek azotdioksit oluşmasını sağlar. Bu suda erir ve nitrikasit oluşturur. Bu da bir tür asit yağmuru olarak toprağa gelir. Nitrikasit toprağa varınca nitratlara dönüşür ve yeryüzü toprağı böylece gübrelenir ve yaşamın devamını sağlar. Karadaki tüm yaşam, topraktaki bu nitratlara dayanır.

Kozmik Işınlar

Güneşin ışığının Dünyaya ulaşması 8 dakika sürer. Güneşi biz 8 dakika önceki haliyle görürüz. Güneş birden söndüğü takdirde onun söndüğünü ancak 8 dakika sonra anlamış oluruz.

Dünyayı sürekli bombardıman altında tutan kozmik ışınlar, Dünyanın atmosferindeki atomlarla etkileşerek 'nötrino' adı verilen çok küçük parçacıklar üretir. Nötrinolar, sanki boşluktan geçiyormuş gibi Dünyanın kabuğundan kolayca geçerler. Çıplak toprak, üzerine düşen ışığın ancak %10'unu yansıtır. Buz ise üzerine düşen ışığın %90'ını yansıtır.

Gel – Git Etkisi

Ay'ın merkezi ile Dünyanın merkezi arasındaki ortalama uzaklık 384.390 km'dir. Dünyanın 12.713 km'lik çapına karşılık Ay'ın çapı 3476 km'dir.

Ay'ın, yeryüzü etrafındaki yörüngesinden çıkıp, üzerimize düşmesi ihtimali yoktur. Ölü bir cisim olması yüzünden patlaması da mümkün değildir. Fakat, Ay'ın güçlü bir yerçekim alanı vardır. Herhangi bir gök cisminin dünya üzerindeki gel-git etkisi, bu cismin kütlesiyle doğru orantılı olarak artarken uzaklığın küpüyle de azalır.

Ay, Dünya etrafındaki yörüngesi üzerinde hareket ederken merkezleri arası mesafe ortalama değere ulaştığı zaman, Dünyanın Ay'a bakan yüzeyi Ay merkezinden 378.034 km uzakta iken, Dünyanın ters taraftaki yüzeyi Ay merkezinden 390.746 km

uzaklıkta olur. Ay'ın Dünyanın bu iki tarafı üzerindeki çekim gücü farklı olur. Ay'ın, yeryüzünün Ay'a bakan yüzü üzerindeki çekimi, bakmayan yüzü üzerindeki çekimden %7 kadar daha büyüktür.

Ay'a yakın ve uzak noktalardaki çekim farklılığından dolayı, Dünya Ay yönünde gerilir. Yakın yüzey Ay'a doğru, uzak yüzey de Ay'a ters yönde kabarır. Bu gerilmeler yarım metre kadardır. Dünya dönerken Ay'a bakan katı kısmı kabarır, Ay'ın önünde en fazla kabarma gerçekleşir, sonra tekrar eski durumuna döner. Katı kısımlar, Ay'a uzak taraftan geçerken tekrar kabarır ve yine eski haline döner.

Okyanus suları karalardan daha fazla kabarır. Bu durum bir defa Dünyanın Ay'a bakan yüzeyinde, bir defa da ters yönde olur. Böylece sular sahillerde günde iki defa kabarıp alçalır, yani bir günde iki defa gel-git olayı meydana gelir. Dünya da Ay üzerinde bir gel-git etkisi uygular. Dünya, Ay'dan 81 kat daha kütleli olduğundan, Dünyanın Ay üzerindeki gel-git etkisi, Ay'ın yeryüzü üzerindeki gel-git etkisinin 23.5 katıdır. Güneş Ay'dan 27 milyon kere kütleli ve 390 defa daha uzak olduğundan, Güneşin yeryüzü üzerindeki gel-git etkisi, Ay'ın gel-git etkisinin %46'sıdır.

Dünya dönüşü sırasında kabarırken karaların ve suların yükselip alçalması sonucunda meydana gelen iç sürtünme, Dünyanın dönme enerjisini bir miktar tüketir ve onu ısıya dönüştürür. Sonuçta, gel-git etkisi Dünyanın dönüşünü yavaşlatır. Kütlesi ve dönme enerjisi çok büyük olduğundan, Dünyanın dönüşündeki yavaşlama çok ağır olmaktadır.

Bir Dünya günü her 100.000 yılda 1 saniye uzamaktadır. Dünyanın 5 milyar yıldır dönmekte olduğu düşünülürse günler 50.000 saniye veya 14 saat uzamıştır. Yani, Dünya ilk zamanlarında ekseni etrafındaki bir dönüşünü yaklaşık 10 saatte yapıyordu.

400 milyon yıl önce bir gün 22.8 saat idi ve bir yılda 385 gün vardı.

Yörünge ve İklimler

Yeryüzünün Güneş etrafındaki yörüngesi hafif eliptiktir. Güneşe en yakın olduğu 'perihelion' noktasında Güneşten 147 milyon km ve en uzak olduğu 'aphelion' noktasında ise 152 milyon km uzaklıktadır. Aradaki fark 5 milyon km olup %3.3 kadardır. Yeryüzü yörüngesinin perihelion yarısındayken, aphelion yarısına göre daha hızlı hareket eder ve bu yüzden mevsimler eşit uzunlukta olamazlar.

Perihelion'da iken Güneşten daha fazla radyasyon gelir ve bu miktar aphelion'a göre %7 daha fazladır. Bu durumda, 2 Ocak kış gündönümünden iki hafta sonra, 2 Temmuz da yaz gündönümünden iki hafta sonra gelir. Yeryüzü perihelion'da iken kuzey yarıküre kışın, güney yarıküre ise yazın ortasındadır.

Eğer yörünge dairesel olsaydı, kuzeydeki kış daha ılık, güneydeki yaz daha sıcak olacaktı. Yeryüzü aphelion'dayken ve daha fazla ısı alıyorken, kuzey yarıküresi yazın, güney yarıküresi de kışın ortasındadır. Yeryüzünün yörüngesi tam dairesel olsaydı kuzey yarıküresindeki yazlar daha serin, güney yarıküresindeki kışlar daha soğuk geçecekti. Yörüngenin eliptik olması kuzey yarıküredeki iklimin güney yarıküredeki iklime göre, aşırı noktalar arasında daha az salınmasına neden olmaktadır.

Dünyanın ekseninin düşeyle yaptığı açı şu anda yaklaşık 23.5 derecedir. Yaz gündönümü olan 21 Haziran'da eksenin kuzey ucu

Güneşe doğru eğrilir. Kış dönümü olan 21 Aralık'ta eksenin ucu Güneşten uzaklaşır.

Ay'ın ekvator kabarıklığı üzerindeki çekiminden dolayı Dünyanın ekseni birazcık salınır. Bu eksen daima eğik kalır, fakat her 25.780 yılda bir, bu uç bir daire çizer. Buna 'ekinoks presesyonu' denir. Bundan 12.890 yıl sonra eksen ters tarafa eğilecek ve yaz gündönümü 21 Aralık'ta, kış gündönümü ise 21 Haziran'da gerçekleşecektir. O zaman, yaz gündönümü perihelion'da olacak, kuzey yarıküresinde yazlar şimdikine göre daha ısınacak, kış gündönümü ise aphelion'da olacak ve kuzey yarıküresinde kışlar daha soğuk olacaktır. Yani, durum şimdikinin tam tersine dönecektir. Kuzeyde soğuk kışlar ve sıcak yazlar olurken, güneyde ılık kışlar ve serin yazlar yaşanacaktır.

Yeryüzü Güneş etrafında her turunda perihelion noktasına biraz daha farklı bir noktada ve zamanda erişmektedir. Perihelion ve aphelion her 21.310 yılda bir Güneş etrafında tam bir daire çizer. Perihelion günü her 58 yılda bir gün kayar.

Yeryüzü ekseninin eğikliği, 1900 yılında 23.45229 derece idi. Eğiklik 2000 yılında 23.43928 derece olmuştur. Eğiklik bir süre azalmaya devam edecek, sonra artacak, sonra tekrar azalacaktır. Bu açı hiçbir zaman 22 derecenin altına ve 24.5 derecenin üstüne çıkmayacaktır. Eğikliğin dönüşüm süresi 41.000 yıl olup, eksenin birazcık eğilmesi hem kuzey hem de güney yarıkürenin yazın daha az, kışın ise daha çok Güneş görmesi demektir. Yani her iki yarıküre için ılık kışların ve serin yazların meydana gelmesidir. Aksine, eksenin eğikliğinin fazlalaşması ise her iki yarıkürede yazların da kışların da daha soğuk geçmesi demektir.

Yeryüzünün hafif eliptik yörüngesindeki dış merkezlilik 0,01675'dir. Bu dış merkezlik giderek azalmaktadır. Sonunda 0,0033'e, şimdiki değerin beşte birine gelecektir. Bu durumda,

yeryüzünün perihelion'daki Güneşe uzaklığı aphelion'a göre 990.000 km daha az olacaktır. O zaman perihelion durumunda yeryüzü Güneşe, aphelion'a göre 6.310.000 km daha yakın olacaktır. Dış merkezlilik azaldıkça ve yörünge dairesel biçime yaklaştıkça yeryüzünün Güneşten aldığı ısı farklılıkları daha az olacak ve yazları serin, kışları ılık geçecektir.

Yeryüzünün yörüngesel ve eksenel değişiklikleri mevsimleri her 100.000 yılda bir değiştirmektedir. Bu durumda büyük ilkbahardan yeni çıkılmış olup, büyük yazdan ve büyük sonbahardan geçildikten sonra tekrar buzul devrinin yaşanacağı büyük kışa girilmiş olunacaktır. Bu olay 50.000 yıl sonra gerçekleşecektir.

Dünyadaki iklim bölgeleri arasında temel farklılıklar vardır. Ekvatora dik, kutuplara eğilimli düşen Güneş ışınları iki bölge arasında büyük ısı farkı yaratır. Ekvator bölgesinden yükselen sıcak hava kutuplarda aşağı çöker ve bir atmosfer dolaşımını oluşturur. Oluşan hava akımı hareketi Dünyanın dönüşü ile sapmalar yapar. Atmosferdeki su yoğunlaşınca yağmur veya kar haline dönüşürken atmosfere ısı yayılır ve bu da hava hareketlerini değiştirir. Kar ile kaplanan toprak yeryüzünü soğutur, fakat uzaya daha fazla Güneş ışığı yansıtır. Atmosfere daha fazla su buharı ve karbondioksit geçince Dünya yüzeyinin kızılötesi ışın yansıtması bloke olarak ışınlar atmosferden uzaya kaçamaz ve yeryüzünün sıcaklığı yükselir.

Dünyadaki hava ve iklim olayları çok karmaşıktır. Geçmişte büyük iklim değişiklikleri olmuştur, birçok hayvan ve bitki türleri bu iklim değişmelerine uyamayarak yok olmuştur. Dünya ekseninin yörüngesiyle yaptığı açının değişmesi, Antarktika'da bulunan buzulların hareketi, Güneş ışığının uzun vadeli süreler içinde değişmesi, faaliyette bulunan volkanların püskürttüğü toz bulutlarının göğü karartması, atmosferdeki karbondioksit ve diğer

moleküllerin kimyasal etkilerle azalması yeryüzü ısısını devamlı değiştirmektedir.

Endüstri artıklarının atmosferin stratosfer tabakasına yayılması ile Dünyanın ışın yansıtma gücü artmakta ve dolayısiyle daha az Güneş ışığı yeryüzüne inmektedir. Kömür, petrol gibi fosil artıklarının yakıtları atmosferdeki karbondioksit miktarını artırmakta ve daha fazla kızılötesi ışınımın emilmesine neden olarak Dünyanın ısısını yükseltmektedir.

Dünyanın ortalama sıcaklığı (gece-gündüz, yaz-kış ortalaması) 1880'de 14.5 derece idi. Bugün 15.4 derecedir. Dünya sıcaklığı artıkça, denizlerdeki su ısınacak ve genişleyerek su seviyesini yükselecektir. 1900'den bu yana su düzeyi 15 cm yükselmiştir. Su seviyesinin yükselmesi devam etmektedir. Artan ısı Antarktika ve kuzeydeki buzdağlarını da eritecektir. Buz dağları eriyince oluşan su denize akacak ve deniz seviyesi 70 metre yükselecek ve bazı ülkeler tamamen su altında kalacaktır. Bu durumu önlemek için kömür ve petrol yerine doğal gaz ve nükleer enerji kullanmak gerekir.

Denizler ısıyı çıplak kayalardan daha yoğun biçimde soğurur ve daha yavaş geri verirler. Denizler yüzünden sıcaklık artışı ne çok yüksek, ne de sıcaklık düşüşü çok fazla olur. Ayrıca dünyanın kendi ekseni etrafındaki dönüşü çok hızlı olduğundan, yüzeyindeki noktaların çoğu gece ve gündüzü her seferde yalnızca birkaç saat yaşar. Buna ek olarak, yeryüzündeki atmosferik rüzgarlar ısıyı gündüz tarafından gece tarafına ve tropik kuşaktan kutuplara taşırlar. Bunun sonucu olarak, yeryüzündeki sıcaklık sınırları, Güneşten aynı uzaklıkta olmasına rağmen, Aydakinden çok daha küçüktür.

Dünyadaki en düşük derece Antarktika'nın denizden en uzak bölgesinde görülmüştür. Burada –54 dereceye rastlanılmıştır.

Kuzeyde en soğuk bölge, okyanustan çok uzakta olan orta Sibirya'dadır. 89.6 ^{0}C'lik fark buraya herhangi bir deniz etkisinin olmamasındandır.

Kışın sıcaklık donma noktasının altında olduğu zaman ve yeterli miktarda nem olunca kar yağar. Sıcaklık donma noktasının daha fazla altına inince sıcaklık düştükçe nem azalacağından kar yağışı da azalır. En fazla kar yağışı sıcaklığın donma noktasının üzerine fazla çıkmadığı ılık kışlarda olur. Ilık kışlarda çok kar yağar, serin yazlarda az kar erir ve bu durumlarda buzul çağı başlamış olur.

Gezegenler

Merkür

Merkür'ün çapı 4860 km olup kütlesi Ay'ın 4.4 katıdır. Merkür'ün yüzeyindeki yerçekimi yeryüzündeki çekimin 0.4'ü, Ay'ın ise 2.3 katıdır. Merkür'ün yüzeyi Ay'ın yüzeyi gibi kraterlidir. Yapısı kayalardan oluşmuştur. Güneşe olan uzaklığı 46 milyon kilometredir.

Gündüzleri sıcaklık +430, geceleri ise –170 derece olmaktadır. Bu sıcaklık farkının sebebi Merkür'de çok ince bir atmosfer tabakasının bulunması ve ince atmosferinin ısıyı koruyamamasıdır. Gezegende Güneşten uzaklaşan yüzeyler birdenbire soğur. Atmosferinde helyum gazı çoğunluktadır. Gezegenden kaçış hızı 4 km/saniyedir. Bu hız atmosferi oluşturan gazları tutacak kadar büyük değildir.

Merkür'ün atmosferik basıncı Dünya üzerindeki basıncın milyonda biri kadardır. Merkür'ün yüzeyi derin ve keskin uçurumlarla kaplı olup, çok sayıda kraterler bulunmaktadır. Güneş etrafındaki dönüşünü 87 günde tamamlar. Kendi ekseni etrafındaki dönüşünü ise 59 günde yapar. Merkür'de bir gündüz 26 gün, bir gece ise 26 gün sürer. Merkür'de hava ve su yoktur.

Venüs

Dünyanın ikiz kardeşidir. Hemen hemen aynı büyüklükte ve aynı kütlededir. Ay hariç bize en yakın gezegendir. Venüs hırçın ve ateşli bir gezegendir.

Venüs'ün çapı 12.100 km'dir. Kütlesi yeryüzü kütlesinin 0.815 katı, yüzeyindeki yerçekimi ise Dünyanın 0.90 katıdır. Güneşe olan uzaklığı 108 milyon km'dir. Dünyaya en yakın konumdaki uzaklığı 40 milyon km'dir. Venüs saat yönünde çok yavaş olarak dönmektedir. Atmosferinin yoğunluğu yeryüzü atmosferinin 90 katıdır.

Venüs kalın ve koyu bir bulutla örtülüdür. Kütlesi, çapı ve yoğunluğu Dünyaya çok yakın olmasına karşılık, Venüs ekseni etrafında 243 günde döner. Dünyanın yüzey ısısı mutlak sıfırın 300 derece üstünde olup, Venüs'ünki ise mutlak sıfırın 700 derece üstündedir. Venüs'te su ve oksijen yoktur.

Dünyadakinden 90 kat daha yoğun olan atmosferi gezegenin yüzeyine sera etkisi yaparak ısının her yere eşit dağılmasına neden olur. Venüs'te kutuplar, ekvator, gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı çok azdır. Atmosferinde bulunan yoğun su buharı ve karbondioksit yüzeyinin kızılötesi ısı emisyonunu hapsederek uzaya çok az ısı kaçışına neden olur.

Atmosferinin %95'ini karbondioksit oluşturur. Yüzey sıcaklığı gece ve gündüz 480 derecedir. Venüs'ün yüzey sıcaklığının, Güneşe daha yakın olan Merkür'den daha fazla olmasının sebebi Venüs'te çok yoğun bir atmosferin bulunması ve onun sıkı bir sera etkisi yapmasıdır. Yüzeyinin altıda beşi kıtasal alan, gerisini de iç denizler oluşturur. Mikrodalga yardımıyla Venüs'ün yüzeyinin haritası çıkarılmıştır.

Mars

Dünyadan daha küçük olup, katı su ve çok az oksijeni vardır. Havasının %95'i karbondioksittir. Mars kayalardan oluşmuştur.

Mars'ın çapı 6790 km ve kütlesi Dünya kütlesinin 0.107 katıdır. Mars, Ay'dan 8.6 defa daha büyüktür.Yüzeyindeki yerçekimi Merkür'ünkine hemen hemen eşit olup, Ay'dakinden 2.27 kat fazladır. Mars, Merkür'e göre Güneşten dört defa daha uzaktır. Dolayısıyla çok daha soğuktur.

Mars'ta seyrek bir atmosfer bulunup, gezegende şiddetli rüzgarlar esmektedir. Mars, ekseni etrafında 24.50 saatte bir döner. Mars'ın ekseninin eğikliği 25.17 derecedir. Bu yüzden, Mars'ta gece, gündüz ve mevsimler Dünyadaki gibidir. Mars'ın Güneş etrafında bir dönüşü 687 gündür. Mevsimleri bizimkinin iki katı uzunluktadır.

Mars'ın atmosfer yoğunluğu Dünya atmosferinin %1'i kadar olup, hemen hemen karbondioksitten ibarettir. Ekvatordaki sıcaklık bazen 20 dereceye çıkar, bazen de –100 dereceye iner.

Mars, Dünyaya zaman zaman çok yaklaşır ve geceleri gökte Güneş ışınlarının vurduğu yüzeyinin tamamı görülür. Mars'ın Dünyaya en yakın konumda bizden uzaklığı 58 milyon kilometredir. Çok seyrek bir atmosferi olduğundan teleskoplarla yüzeyinin haritası çıkarılabilmiştir. Mars'ın iki uydusu olan Phobos 28 km, Deimos ise 16 km çapındadır.

Mars yüzeyinde basıncın çok düşük olması yüzünden su sıvı halde kalamaz ve hemen buharlaşır. Mars'ta çok büyük iklim değişiklikleri olmuştur. Bugün Mars bir buzul çağını yaşamaktadır. Muhtemelen geçmişte Dünyadakine benzer bir ılıman iklim bulunuyordu. Şu anda kuzey ve güney kutbunda büyük birer buzul şapka yer almaktadır. Mars'ta iklim değişim periyotları 50 bin yıl kadardır. Mars'ta binlerce yıl önce bizimkine benzer bir yaşam

bulunmuş olabilmesi ihtimaline karşılık bugün Mars'ta hiçbir canlı izine rastlanmamıştır.

Jüpiter

Jüpiter, 143.200 kilometrelik çapı ile Güneş sisteminin en büyük gezegenidir. Dünyadan 920 milyon km uzaklıktadır. Kütlesi Dünyanın 318, hacmi ise 1327 katıdır. Çevresinde dönen 16 uydusu bulunmaktadır. Bunlardan dört uydu Io, Europa, Ganymede ve Callisto olup, bunlarda çok az miktarda atmosfer bulunur.

Dönüş hızı çok büyük olup, bu büyük dönüş hızı yüzünden kutupları basık, ortası şişkindir. Güneş etrafındaki yörüngesini 12 yılda tamamlar. Kendi çevresindeki bir dönüşünü 10 saatte yapar. Jüpiter Güneş dışındaki tüm Güneş sisteminin kütlesinin beşte üçünü oluşturur.

Jüpiter bir sıcak sıvı ve hidrojen topudur. Dış yüzeyi soğuktur, fakat 950 km derinlikte sıcaklık 3600 dereceye ulaşır. Atmosferi hidrojen ve helyum gibi yoğunluğu düşük gazlardan oluşur. Atmosfer basıncı, Dünyadaki atmosfer basıncının milyonlarca katıdır. Atmosferinin üst kısımlarındaki sıcaklık 1500 dereceyi bulur. Jüpiter'in merkezi atom füzyonu olacak kadar büyük değildir ve soğuk olduğundan parlamaz. Sadece Güneşin ışığını yansıtır.

Jüpiter'in ekvator bölgesinde, uzunluğu 33.000 km, genişliği 10.000 km olan kırmızı renkte ve oval şeklinde bir leke bulunmaktadır. Bu leke ile ilgili kesin bir bilgi henüz edinilememiştir. Güneş sistemindeki açısal momentumun %60'ı Jüpiter'de bulunur. Çevresinde belirgin bir halkası vardır. Merkezindeki sıcaklık 54.000 dereceye ulaşır.

Satürn

Dünyadan 95 defa daha büyük bir dış gezegendir. Güneş sisteminin toplam açısal momentumunun %25'ini tutar. Yoğunluğu suyun yoğunluğunun 0.71 katıdır.

Olağanüstü bir güzelliği vardır. Çevresinde parlak renklerden oluşan halkalar bulunmaktadır. Bu halkalar yarım düzineden fazladır. Halkalar buz kristallerinden oluşmuş olup, gezegenin tam ekvator çevresinde yer alır.

Satürn'ün halkalarını oluşturan maddeler çapı bir metreyi geçmeyen buz küpleridir. Satürn çevresindeki dönüş hızları saatte 62.000 km'dir. İçteki halkalar dıştakilerden dakikada birkaç santimetre fark edecek şekilde daha hızlı dönmektedir. Bu farklı dönüş hızlarından dolayı halkaları oluşturan parçacıklar hiçbir zaman birbirlerine yapışmamaktadır.

Uranüs

Soğuk ve donuk bir gezegen olup, çevresinde Satürn'deki gibi halkalar vardır. Halkaları karanlık ve sevimsiz görünümdedir. Yörünge düzlemi diğerlerine göre oldukça yatıktır. Bu yatıklıktan dolayı gezegende bir mevsim 21 yıl sürer. Uranüs'ün kütlesi Dünyanın 14.5 katıdır.

Neptün

Neptün'ün çapı 49.500 km olup, hacmi Dünyanın 58 katıdır. Yoğunluğu suyun yoğunluğunun 1.67 katı kadardır. Güneş etrafındaki yörüngesini 165 yılda tamamlar.

Pluto

İçteki gezegenler gibi yoğun ve küçük olan Pluto en dışta yer almaktadır. Bütün diğer gezegenlerin kendi eksenleri etrafındaki dönüşleri 10 ile 25 saat arasında olmasına karşılık Pluto'nun bir dönüşü 153 saatte tamamlanır.

Güneş etrafındaki yörüngesini 248 yılda tamamlar. Uydusu, soğuk donmuş metan gazları ile örtülüdür. Pluto'nun bulunduğu yerdeki uzay tamamen karanlık olup sıcaklığı –270 derecedir. Güneş buradan, Dünyadan göründüğünden, 30 defa daha küçük görülür.

Gezegende hidrojen, helyum ve neondan başka her şey donmuş haldedir. Charon isminde, Ay'dan daha küçük bir uydusu vardır. Pluto'nun kütlesi Ay'ın sekizde biri kadar olup çapı 3000 km'dir.

Ay

Ay, yeryüzüne en yakın olan gök cismidir. Merkezden merkeze uzaklığı 384.390 km'dir. Ayın yörüngesi hafifçe eliptiktir. Yörüngesinin en yakın yeri 356.394 km, en uzak noktası ise 406.678 km'dir. Ayın çapı 3476 km'dir. Kütlesi ise yeryüzünün kütlesinin 81'de biri kadardır. Ay sadece kayalardan meydana gelmiştir.

Güneş sistemindeki hiçbir gezegenin uydusu Ay kadar büyük değildir. Ay, Güneşten gelen ışınları Dünyaya yansıtır. Ay, gerçekte, Güneşten gelen ışınların sadece %7'sini yansıtan zayıf bir yansıtıcıdır. Ay'ın ışığı bize 1.25 saniyede ulaşır.

Ay'da bulunan bir kimse gökyüzünü zifiri karanlık görür. Bunun nedeni Ay'da atmosferin olmayışıdır. Işınlar ancak hava gibi bir ortam mevcutsa dağılıp saçılarak aydınlık meydana getirirler. Ay'da gündüz vakti Güneş tepede görülür fakat gökyüzü koyu bir karanlık içindedir. Ay, Dünya etrafında 27.30 günde bir dönüş yapar. Ay'ın kendi ekseni etrafında dönüş süresi de 27.30 gündür. Bu bir rastlantı olmayıp, yeryüzünün Ay üzerindeki gel-git etkisi onu bu şekilde hareket etmeye zorlamıştır. Bu yüzden, Ay'ın hep aynı yüzü bize bakar.

Ay'ın Dünya çevresindeki yörüngesi eliptik olduğundan çizgisel hızı sabit değildir. Dünyaya yaklaştıkça hızı artar. Ay'ın kendi ekseni etrafındaki dönüş hızı ise sabittir. Bunun sonucu Ay bir terazi gibi salınım yapıyor görüntüsü verir. Bu yüzden, yeryüzünden baktığımızda Ay yüzeyinin yaklaşık %60'ını görürüz. %40'ı ise bize göre arkada kalıp hiçbir insan gözü Ay'ın arka yüzünü henüz görememiştir. Ay kabuğunun kalınlığı Dünyaya bakan tarafta 60 km iken, öbür tarafta 100 km kadardır. Ay kabuğunun böyle bir asimetrik özellikte olmasının nedeni henüz bilinmemektedir.

Ay Güneşe göre kendi ekseni etrafında 4 haftada döner ve yüzeyinin her parçası her dönüşte yalnızca iki hafta Güneş ışığı alır. Bu zaman diliminde, Ay'ın yüzey sıcaklığı belli yerlerde suyun kaynama noktasına kadar ulaşır. Gece bölümü ise mutlak sıfırın 120 derece üzerinde olur.

Ay'daki kaçma hızı saniyede 2.37 km'dir. Ay ekseni etrafında çok yavaş döner ve Güneş ışınları Ay'ın belli bir noktasına iki hafta boyunca vurur. Dolayısıyla, sıcaklığı Dünyadaki sıcaklıktan çok daha yüksektir. Bu durum Ay'daki moleküllerin kaçma hızını geçmesine yardımcı olmaktadır. Ay'da Güneş tam tepede olduğu zaman yüzey sıcaklığı 135 dereceye, Güneş görmeyen tarafın sıcaklığı ise gece –150 dereceye kadar düşmektedir.

Ay'ın çekim gücü Dünyanınkine göre 6 defa daha küçüktür. Ayda hava, atmosfer ve su yoktur. Çok eskiden Ay'da bir hava tabakası var idiyse bile bu 1000 yıl gibi kısa bir süre içinde, çekim gücünün düşüklüğü nedeniyle, havadaki gaz atomları yüzünden uzaklaşmış olmalıdır.

Atmosferi bulunmadığından dolayı Ay yüzeyi meteorların bombardımanına uğrar. Meteorlar, Güneş sisteminin ilk oluştuğu zamandan arta kalan madde kırıntılarıdır. Ay yüzeyinde bulunan meteorların açtığı kraterler 80-100 km çapında olabilmektedir.

Yerçekimi 81 defa daha azdır. Ay, Dünyadan daha küçük bir hacme sahip olduğundan yüzeyi merkezine daha yakındır. Ve dolayısıyla çekim alanı yüzeyde tüm kütleye oranla daha fazladır.

Ay küçük bir gezegendir. İç ısısı daha azdır. Jeolojik açıdan Dünya canlı, Ay ise ölüdür. Ay üzerindeki maddeler değişikliğe uğramadan daha uzun süre kalabilmektedir. Ay'dan getirilen kayalar Dünya üzerinde bulunan en yaşlı kayalardan bir milyar yıl daha yaşlıdır.

Ay, manyetik alandan yoksun bir uydudur. Bir gök cisminin manyetik bir alan sahibi olabilmesi için gerekli olan iki şart, gök cisminin merkezinde elektrik akımı oluşturabilecek yetenekte bir sıvı çekirdek bulunması ve aynı zamanda o cismin kendi ekseni etrafında çekirdek sıvısında girdaplar oluşturabilecek bir hızda dönmesidir. Böylece elektrik yükünün dairesel hareketi manyetik bir alan oluşturur. Ay'da bu iki özellik de yoktur.

İnsan Ay'a ilk olarak 1969'da ayak bastı. Ay, insanoğlunun ayak bastığı ilk gökcismidir.

Oluşumu

Dünyanın uydusu Ay'ın oluşumu konusunda üç açıklama bulunmaktadır:

a) Dünya tek bir cisim olarak oluşmuş ve sonra bir sebepten dolayı ikiye bölünmüş ve Ay meydana gelmiştir.

b) Dünya ve Ay, ayrı ayrı fakat aynı toz ve gaz bulutundan oluşmuştur. Her zaman ayrı dünyalardı ve her zaman Ay bir uyduydu.

c) Dünya ve Ay, ayrı ayrı fakat farklı girdaplardan oluşmuştur ve bir zamanlar ayrı bir dünya olan Ay, Dünyanın çekim gücüne yakalanarak uydu olmuştur.

Bu seçeneklerin kritikleri şöyle izah edilmektedir:

a) Ay, Dünyanın yoğunluğunun sadece beşte üçüne sahiptir. Ancak Dünyanın dış kaya katmanını beraberinde götürmüş, bu nedenle düşük yoğunluğa sahiptir. Dünyanın yüksek yoğunluktaki metal çekirdeği bozulmadan kalmıştır. Ay'ın genişliği Pasifik Okyanusu kadardır. Ay buradan kopmuş olabilir mi? Ancak, okyanusun biçimi ve ateş halkaları modern tektonik bilimi ile açıklanmakta olup Ay ile hiçbir ilgisi yoktur. Ayrıca, Dünya-Ay sisteminin tüm momentumu sadece Dünyada toplansa bile Ay'ı koparıp uzağa fırlatmaya yeterli olamazdı. Toplam dönüş hızı, gerekenin sadece dörtte biridir. Bundan dolayı Dünya ve Ay hiçbir zaman tek cisim olmamışlardı.

b) Dünyayı oluşturan yığın belki iki çekirdeğe sahipti ve böylece iki ayrı gök cismi gelişti. Böyle olsaydı, Dünya ve Ay yaklaşık aynı bileşime sahip olurdu. Bulutsu kümedeki tüm demirin bizim tarafta kaldığı ve Ay'da hiç bulunmadığı düşünülürse bu seçenek de geçersiz olur.

c) Ay'ın farklı bir yığından oluşması halinde, Ay'ın Güneşe bizimkinden daha yakın bir yığından doğması gerekirdi. Ay demir olmayıp sadece kayadan oluştu. Venüs ve Merkür demir çekirdeklere sahipti. Güneşe bizimkinden daha yakın yığınlarda kuşkusuz çok miktarda demir bulunmaktaydı. Bu seçenek de geçersiz görülmektedir.

Bu durumda, üzerinde birleşilen 4 cü seçeneğe göre, 2 ci seçenekteki küçük gezegenlerin birleşerek Dünyanın yörüngesinde bir gezegen oluşturması sırasında ikinci bir cisim daha oluştu. Bu ikinci cisim Dünya ile aynıydı ve aynı anafordan oluşmuştu. O da, Dünya gibi metal demir çekirdeğe sahipti. Kütlesi, Dünyanın onda biri kadardı. Bu iki cisim ortak bir çekim merkezi çevresinde ve eliptik yörüngelerde dönüyorlardı. Her dönüşte birbirlerine yaklaşıyorlardı. Çevrede hala daha küçük gezegenimsi cisimler vardı.

İki cisim, hem kendi yörüngeleri hem de bu küçük gezegenimsi cisimler arasında sıkışıp kaldıkları için kozmik ölçek boyutlarında hareketlere maruz kaldılar. Bu olay çok düzensiz yörüngeleri olmasına yol açtı ve sonuçta iki dünya çarpıştı. Yaklaşık 4 milyar yıl önce ve karşılıklı 10 km/saniye hızla giderken çarpışmış olmalıydılar. Her iki gezegenin dış katmanları parçalanıp kopmuş, buharlaşarak uzaya fırlamıştı. Her iki dünyadan geriye kalan maddeler birleşti ve Dünya oluştu. İki maden demir çekirdek bozulmadan kaldı ve iki gezegen birleştiğinde tek bir çekirdek oluştu. Dünyanın bugünkü çekirdeği her iki çekirdeğin kombinasyonu oldu.

Uzaya fırlayan parçalanmış katmanların bir bölümü zamanla hızını yitirip Dünyaya düşmüş, bir bölümü de dönmemek üzere kaçmıştı. Buharlaşmış durumdaki bu ikinci bölüm zamanla yoğunlaştı ve tek bir Dünya oluşturdu. Bu yeni Dünya çarpışan iki gezegenin sadece dış katmanlarından, yani kayadan, oluşmuş olacaktı ve içinde demir bulunmayacaktı. Yoğunluğu Dünyanınkinin sadece beşte üçü oranında olacaktı. Bunun, Ay'ın oluşumuna ait en sağlam kuram olduğu düşünülmektedir.

Dönüş Hareketleri

Dünya Ay'ı nasıl kendine doğru çekiyorsa, Ay da Dünyayı kendi kütlesi ile orantılı olarak çeker ve okyanuslardaki suların gel-git hareketine neden olur. Yeryüzünün Ay üzerindeki gel-git etkisi, Ay'ın yeryüzü üzerindeki gel-git etkisinin 23.5 katıdır.

Kütlesi küçük olduğundan Ay'ın dönme enrjisi de küçüktür. Bu durumda, Ay'ın dönme süresi yeryüzüne göre çok daha hızlı olarak uzamış ve dönme süresi şimdi çok daha uzun durumdadır. Ay'ın dönme süresi 27.3 gün olup bu, Ay'ın yeryüzü çevresindeki dönme süresine eşittir. Dolayısıyla, Ay'ın Dünyaya bakan yüzü hep aynıdır. Bu durum oluşunca gel-git kabartısı hep aynı noktada

oluşur ve Ay artık bu gel-git kabartısına göre hareket etmez ve sürtünme meydana gelmediğinden dönme enerjisi ısıya dönüşmez.

Yeryüzünün dönüşünün yavaşlaması devam edecek, sonunda bir yüzü daima Ay'a bakacak ve çekimsel açıdan kenetlenecektir. Ay ve yeryüzü gel-git etkisiyle birbirlerinin dönme sürelerini uzatırken ikisi de açısal momentum kaybederler. Açısal momentumun sakınımı yasasına uymak için, eksenleri etrafında dönerken kaybettikleri açısal momentumu ortak ağırlık merkezleri etrafında dönerken kazanmaları gerekir. Açısal momentumun artması yeryüzü ile Ay'ın birbirlerinden uzaklaşmalarıyla gerçekleşir. Yani, yeryüzü ve Ay birbirlerinden uzaklaşmaktadır. 400 milyon yıl önce günler 21.9 saat iken, yeryüzü ve Ay'ın merkezleri arası mesafe şimdikinin %96'sı idi. 4.6 milyar yıl önce ise bu uzaklık 217.000 km idi. Ay'ın her dönüşünde yeryüzünden uzaklaşması 2.5 milimetredir.

Eğer Ay da Dünya da tam bir küre olsalardı ve dışarıdan hiçbir etki olmasaydı, Ay yörüngesinde hiçbir değişiklik olmadan sonsuz bir süre kalacaktı. Ancak, Ay Dünyanın yakın tarafını, daha uzakta olan diğer tarafından daha büyük güçle çeker ve çekimdeki bu fark gel-git olayını doğurur. Ay'ın gel-git etkisi Dünyanın yüzeyinin karşıt taraflarında bir tümsek oluşması sonucu doğurur. Ay bu tümseği çeker, tümsek de Ay'ı çeker. Ay Dünya çevresinde 27.30 günde bir döner. Bu da tümseğin Dünyanın dönüşüyle süreklenmesi demektir. Böylece tümsek hep Ay'dan biraz ilerde bulunmaktadır. Bu yüzden, Ay tümseği geriye çekerek Dünyanın dönüşünü ağırlaştırır ve tümsek de Ay'ı geri çekerek onu hızlandırır.

Dünyadan görüldüğü kadarı ile Ay Güneş boyutunda bir dairedir. Böylece Ay Güneşin önüne geçtiğinde Güneş tutulması görülür. 750 milyon yıl sonra Ay çok küçük görülecek ve Güneş tutulması olmayacaktır.

Ay

Ay, yeryüzüne en yakın olan gök cismidir. Merkezden merkeze uzaklığı 384.390 km'dir. Ayın yörüngesi hafifçe eliptiktir. Yörüngesinin en yakın yeri 356.394 km, en uzak noktası ise 406.678 km'dir. Ayın çapı 3476 km'dir. Kütlesi ise yeryüzünün kütlesinin 81'de biri kadardır. Ay sadece kayalardan meydana gelmiştir.

Güneş sistemindeki hiçbir gezegenin uydusu Ay kadar büyük değildir. Ay, Güneşten gelen ışınları Dünyaya yansıtır. Ay, gerçekte, Güneşten gelen ışınların sadece %7'sini yansıtan zayıf bir yansıtıcıdır. Ay'ın ışığı bize 1.25 saniyede ulaşır.

Ay'da bulunan bir kimse gökyüzünü zifiri karanlık görür. Bunun nedeni Ay'da atmosferin olmayışıdır. Işınlar ancak hava gibi bir ortam mevcutsa dağılıp saçılarak aydınlık meydana getirirler. Ay'da gündüz vakti Güneş tepede görülür fakat gökyüzü koyu bir karanlık içindedir. Ay, Dünya etrafında 27.30 günde bir dönüş yapar. Ay'ın kendi ekseni etrafında dönüş süresi de 27.30 gündür. Bu bir rastlantı olmayıp, yeryüzünün Ay üzerindeki gel-git etkisi onu bu şekilde hareket etmeye zorlamıştır. Bu yüzden, Ay'ın hep aynı yüzü bize bakar.

Ay'ın Dünya çevresindeki yörüngesi eliptik olduğundan çizgisel hızı sabit değildir. Dünyaya yaklaştıkça hızı artar. Ay'ın kendi ekseni etrafındaki dönüş hızı ise sabittir. Bunun sonucu Ay bir terazi

gibi salınım yapıyor görüntüsü verir. Bu yüzden, yeryüzünden baktığımızda Ay yüzeyinin yaklaşık %60'ını görürüz. %40'ı ise bize göre arkada kalıp hiçbir insan gözü Ay'ın arka yüzünü henüz görememiştir. Ay kabuğunun kalınlığı Dünyaya bakan tarafta 60 km iken, öbür tarafta 100 km kadardır. Ay kabuğunun böyle bir asimetrik özellikte olmasının nedeni henüz bilinmemektedir.

Ay Güneşe göre kendi ekseni etrafında 4 haftada döner ve yüzeyinin her parçası her dönüşte yalnızca iki hafta Güneş ışığı alır. Bu zaman diliminde, Ay'ın yüzey sıcaklığı belli yerlerde suyun kaynama noktasına kadar ulaşır. Gece bölümü ise mutlak sıfırın 120 derece üzerinde olur.

Ay'daki kaçma hızı saniyede 2.37 km'dir. Ay ekseni etrafında çok yavaş döner ve Güneş ışınları Ay'ın belli bir noktasına iki hafta boyunca vurur. Dolayısıyla, sıcaklığı Dünyadaki sıcaklıktan çok daha yüksektir. Bu durum Ay'daki moleküllerin kaçma hızını geçmesine yardımcı olmaktadır. Ay'da Güneş tam tepede olduğu zaman yüzey sıcaklığı 135 dereceye, Güneş görmeyen tarafın sıcaklığı ise gece –150 dereceye kadar düşmektedir.

Ay'ın çekim gücü Dünyanınkine göre 6 defa daha küçüktür. Ayda hava, atmosfer ve su yoktur. Çok eskiden Ay'da bir hava tabakası var idiyse bile bu 1000 yıl gibi kısa bir süre içinde, çekim gücünün düşüklüğü nedeniyle, havadaki gaz atomları yüzünden uzaklaşmış olmalıdır.

Atmosferi bulunmadığından dolayı Ay yüzeyi meteorların bombardımanına uğrar. Meteorlar, Güneş sisteminin ilk oluştuğu zamandan arta kalan madde kırıntılarıdır. Ay yüzeyinde bulunan meteorların açtığı kraterler 80-100 km çapında olabilmektedir.

Yerçekimi 81 defa daha azdır. Ay, Dünyadan daha küçük bir hacme sahip olduğundan yüzeyi merkezine daha yakındır. Ve dolayısıyla çekim alanı yüzeyde tüm kütleye oranla daha fazladır.

Ay küçük bir gezegendir. İç ısısı daha azdır. Jeolojik açıdan Dünya canlı, Ay ise ölüdür. Ay üzerindeki maddeler değişikliğe uğramadan daha uzun süre kalabilmektedir. Ay'dan getirilen kayalar Dünya üzerinde bulunan en yaşlı kayalardan bir milyar yıl daha yaşlıdır.

Ay, manyetik alandan yoksun bir uydudur. Bir gök cisminin manyetik bir alan sahibi olabilmesi için gerekli olan iki şart, gök cisminin merkezinde elektrik akımı oluşturabilecek yetenekte bir sıvı çekirdek bulunması ve aynı zamanda o cismin kendi ekseni etrafında çekirdek sıvısında girdaplar oluşturabilecek bir hızda dönmesidir. Böylece elektrik yükünün dairesel hareketi manyetik bir alan oluşturur. Ay'da bu iki özellik de yoktur.

İnsan Ay'a ilk olarak 1969'da ayak bastı. Ay, insanoğlunun ayak bastığı ilk gökcismidir.

Oluşumu

Dünyanın uydusu Ay'ın oluşumu konusunda üç açıklama bulunmaktadır:

a) Dünya tek bir cisim olarak oluşmuş ve sonra bir sebepten dolayı ikiye bölünmüş ve Ay meydana gelmiştir.

b) Dünya ve Ay, ayrı ayrı fakat aynı toz ve gaz bulutundan oluşmuştur. Her zaman ayrı dünyalardı ve her zaman Ay bir uyduydu.

c) Dünya ve Ay, ayrı ayrı fakat farklı girdaplardan oluşmuştur ve bir zamanlar ayrı bir dünya olan Ay, Dünyanın çekim gücüne yakalanarak uydu olmuştur.

Bu seçeneklerin kritikleri şöyle izah edilmektedir:

a) Ay, Dünyanın yoğunluğunun sadece beşte üçüne sahiptir. Ancak Dünyanın dış kaya katmanını beraberinde götürmüş, bu nedenle düşük yoğunluğa sahiptir. Dünyanın yüksek yoğunluktaki metal çekirdeği bozulmadan kalmıştır. Ay'ın genişliği Pasifik Okyanusu kadardır. Ay buradan kopmuş olabilir mi? Ancak, okyanusun biçimi ve ateş halkaları modern tektonik bilimi ile açıklanmakta olup Ay ile hiçbir ilgisi yoktur. Ayrıca, Dünya-Ay sisteminin tüm momentumu sadece Dünyada toplansa bile Ay'ı koparıp uzağa fırlatmaya yeterli olamazdı. Toplam dönüş hızı, gerekenin sadece dörtte biridir. Bundan dolayı Dünya ve Ay hiçbir zaman tek cisim olmamışlardı.

b) Dünyayı oluşturan yığın belki iki çekirdeğe sahipti ve böylece iki ayrı gök cismi gelişti. Böyle olsaydı, Dünya ve Ay yaklaşık aynı bileşime sahip olurdu. Bulutsu kümedeki tüm demirin bizim tarafta kaldığı ve Ay'da hiç bulunmadığı düşünülürse bu seçenek de geçersiz olur.

c) Ay'ın farklı bir yığından oluşması halinde, Ay'ın Güneşe bizimkinden daha yakın bir yığından doğması gerekirdi. Ay demir olmayıp sadece kayadan oluştu. Venüs ve Merkür demir çekirdeklere sahipti. Güneşe bizimkinden daha yakın yığınlarda kuşkusuz çok miktarda demir bulunmaktaydı. Bu seçenek de geçersiz görülmektedir.

Bu durumda, üzerinde birleşilen 4 cü seçeneğe göre, 2 ci seçenekteki küçük gezegenlerin birleşerek Dünyanın yörüngesinde bir gezegen oluşturması sırasında ikinci bir cisim daha oluştu. Bu ikinci cisim Dünya ile aynıydı ve aynı anafordan oluşmuştu. O da, Dünya gibi metal demir çekirdeğe sahipti. Kütlesi, Dünyanın onda biri kadardı. Bu iki cisim ortak bir çekim merkezi çevresinde ve eliptik yörüngelerde dönüyorlardı. Her dönüşte birbirlerine yaklaşıyorlardı. Çevrede hala daha küçük gezegenimsi cisimler vardı.

İki cisim, hem kendi yörüngeleri hem de bu küçük gezegenimsi cisimler arasında sıkışıp kaldıkları için kozmik ölçek boyutlarında hareketlere maruz kaldılar. Bu olay çok düzensiz yörüngeleri olmasına yol açtı ve sonuçta iki dünya çarpıştı. Yaklaşık 4 milyar yıl önce ve karşılıklı 10 km/saniye hızla giderken çarpışmış olmalıydılar. Her iki gezegenin dış katmanları parçalanıp kopmuş, buharlaşarak uzaya fırlamıştı. Her iki dünyadan geriye kalan maddeler birleşti ve Dünya oluştu. İki maden demir çekirdek bozulmadan kaldı ve iki gezegen birleştiğinde tek bir çekirdek oluştu. Dünyanın bugünkü çekirdeği her iki çekirdeğin kombinasyonu oldu.

Uzaya fırlayan parçalanmış katmanların bir bölümü zamanla hızını yitirip Dünyaya düşmüş, bir bölümü de dönmemek üzere kaçmıştı. Buharlaşmış durumdaki bu ikinci bölüm zamanla yoğunlaştı ve tek bir Dünya oluşturdu. Bu yeni Dünya çarpışan iki gezegenin sadece dış katmanlarından, yani kayadan, oluşmuş olacaktı ve içinde demir bulunmayacaktı. Yoğunluğu Dünyanınkinin sadece beşte üçü oranında olacaktı. Bunun, Ay'ın oluşumuna ait en sağlam kuram olduğu düşünülmektedir.

Dönüş Hareketleri

Dünya Ay'ı nasıl kendine doğru çekiyorsa, Ay da Dünyayı kendi kütlesi ile orantılı olarak çeker ve okyanuslardaki suların gel-git hareketine neden olur. Yeryüzünün Ay üzerindeki gel-git etkisi, Ay'ın yeryüzü üzerindeki gel-git etkisinin 23.5 katıdır.

Kütlesi küçük olduğundan Ay'ın dönme enrjisi de küçüktür. Bu durumda, Ay'ın dönme süresi yeryüzüne göre çok daha hızlı olarak uzamış ve dönme süresi şimdi çok daha uzun durumdadır. Ay'ın dönme süresi 27.3 gün olup bu, Ay'ın yeryüzü çevresindeki dönme süresine eşittir. Dolayısıyla, Ay'ın Dünyaya bakan yüzü hep aynıdır. Bu durum oluşunca gel-git kabartısı hep aynı noktada

oluşur ve Ay artık bu gel-git kabartısına göre hareket etmez ve sürtünme meydana gelmediğinden dönme enerjisi ısıya dönüşmez.

Yeryüzünün dönüşünün yavaşlaması devam edecek, sonunda bir yüzü daima Ay'a bakacak ve çekimsel açıdan kenetlenecektir. Ay ve yeryüzü gel-git etkisiyle birbirlerinin dönme sürelerini uzatırken ikisi de açısal momentum kaybederler. Açısal momentumun sakınımı yasasına uymak için, eksenleri etrafında dönerken kaybettikleri açısal momentumu ortak ağırlık merkezleri etrafında dönerken kazanmaları gerekir. Açısal momentumun artması yeryüzü ile Ay'ın birbirlerinden uzaklaşmalarıyla gerçekleşir. Yani, yeryüzü ve Ay birbirlerinden uzaklaşmaktadır. 400 milyon yıl önce günler 21.9 saat iken, yeryüzü ve Ay'ın merkezleri arası mesafe şimdikinin %96'sı idi. 4.6 milyar yıl önce ise bu uzaklık 217.000 km idi. Ay'ın her dönüşünde yeryüzünden uzaklaşması 2.5 milimetredir.

Eğer Ay da Dünya da tam bir küre olsalardı ve dışarıdan hiçbir etki olmasaydı, Ay yörüngesinde hiçbir değişiklik olmadan sonsuz bir süre kalacaktı. Ancak, Ay Dünyanın yakın tarafını, daha uzakta olan diğer tarafından daha büyük güçle çeker ve çekimdeki bu fark gel-git olayını doğurur. Ay'ın gel-git etkisi Dünyanın yüzeyinin karşıt taraflarında bir tümsek oluşması sonucu doğurur. Ay bu tümseği çeker, tümsek de Ay'ı çeker. Ay Dünya çevresinde 27.30 günde bir döner. Bu da tümseğin Dünyanın dönüşüyle süreklenmesi demektir. Böylece tümsek hep Ay'dan biraz ilerde bulunmaktadır. Bu yüzden, Ay tümseği geriye çekerek Dünyanın dönüşünü ağırlaştırır ve tümsek de Ay'ı geri çekerek onu hızlandırır.

Dünyadan görüldüğü kadarı ile Ay Güneş boyutunda bir dairedir. Böylece Ay Güneşin önüne geçtiğinde Güneş tutulması görülür. 750 milyon yıl sonra Ay çok küçük görülecek ve Güneş tutulması olmayacaktır.

Uydular

Uydular

Gezegenler oluşurken Güneşin civarında bulunan bir gaz ve toz bulutu çeşitli büyüklüklerde parçalar halinde yoğunlaştı. Bunlardan birçoğu şekillenmekte olan gezegenlere eklendi. Fakat önemli boyutlarda küçük cisimler kaldı ve bunlar gezegenlerin etrafında dönen uyduları oluşturdu.

Güneş sisteminde 7 tane büyük uydu vardır ve bunların hepsi de dev gezegenlere aittir. Dünya gibi küçük bir gezegenin Ay gibi büyük bir uyduya neden ve nasıl sahip bulunduğu hala açıklanmış değildir.

Güneş sistemindeki gezegenler ile uyduları arasındaki kütle oranları şöyledir:

Dünyanın bir uydusu olup, kütlesi Dünya kütlesinin 0.0123'ü, Neptün'ün 2 uydusu olup kütlesi 0.0013'ü, Satürn'ün 10 uydusu olup kütlelerinin toplamı 0.00025'i, Jüpiter'in 16 uydusu olup kütlelerinin toplamı 0.00024'ü, Uranüs'ün 5 uydusu olup kütlelerinin toplamı 0.00010'u, Mars'ın 2 uydusu olup kütlelerinin toplamı Mars'ın kütlesinin 0.00000002, Pluto'nun 1 uydusu olup küt-

lesi onun 0.10 katıdır. Venüs ve Merkür'ün uyduları yoktur. Ay, Charon dışındaki uyduların toplamının 6.5 katı kütleye sahip olup sistemdeki en olağanüstü uydudur.

Dünyanın tek uydusu Ay'dır. Ay, Dünyanın ölçüsüne göre büyük bir uydudur. Mars'ın uyduları Phobos ve Deimos'tur. Bunlar küçük uydular olup, sonradan yakalanmış göktaşlarıdır. Jüpiter'in en önemli uyduları Io, Europa, Ganymede ve Callisto'dur.

Satürn'ün 10 uydusundan en önemlisi Titan olup, Güneş sistemindeki en ilginç uydudur. Titan, sistemdeki Dünyadan sonra yaşanabilir tek yer olabilir. Titan büyük bir uydu olup, bir metan atmosferi vardır. Güneş sistemindeki atmosferi olan biricik uydudur. Serbest sıvı ve organik maddelere sahip bulunduğu tahmin edilmektedir. Sıcaklığı -150 derece civarındadır.

Neptün'ün 2 uydusundan biri olan Triton'da hidrojen, helyum ve neondan ibaret bir atmosfer vardır. Pluto'nun tek uydusu Charon'dur.

Ufak Gök Cisimleri

Asteroidler

Güneşin etrafında serseri yörüngelerde dolaşan dağ büyüklüğünde cisimler vardır. Bunlar Dünyanın yörüngesine birkaç milyon kilometre yaklaşırlar. Bunlara 'earthgrazer' (Dünyayı sıyırıp geçen cisim) denir. Bunlardan bir tanesi 1937 yılında Dünyanın 400.000 km yakınından geçmiştir. Earthgrazer'lerin yörüngeleri sabit olmayıp, yeryüzünün ve yaklaştıkları diğer gezegenlerin çekiminden etkilenerek yörüngelerini sürekli değiştirirler.

Hesaplara göre, böyle bir cismin Dünyamıza çarpması olayı milyonlarca yılda bir kez olabilir. Anlaşıldığına göre böyle bir çarpma 65 milyon yıl önce olmuştur. Çarpışma etkisiyle kalkan toz bulutu Güneş ışınlarının yeryüzüne vurmasını üç yıl boyunca engellemiştir. Sonuçta dinazorlar, pek çok bitki ve hayvan türü yok olmuştur.

Mars ve Jüpiter'in yörüngeleri arasında sayısız adette asteroid ve küçük gezegenler bulunur. En büyükleri birkaç yüz kilometre çapındadır. Çoğu dikdörtgen şeklinde olup uzayda takla atarak dolaşırlar. Tüm asteroidlerin toplam kütlesi Ay'ın kütlesinden daha küçüktür. Ceres'in çapı 1000 km'dir. Çapı 100 km'den büyük asteroidlerin sayısı birkaç düzine kadardır.

Asteroidler, tümüyle akkor haline geldiği zaman bile buharlaşmayan kaya veya madeni maddelerden oluşur. Asteroidler teleskopta yıldızımsı ışık noktaları gibi görünen, çapları bir kilometre civarında olan, kaya ve metalden yapılmış gök cisimleridir. Mars ve Jüpiter arasındaki asteroid kuşağının, Jüpiter'in yakınındaki bir gezegenin, onun gel-git etkileri ile oluşmaktan alıkonulması ile meydana geldiği sanılmaktadır.

Icarus adındaki asteroidin çapı bir kilometreden fazla olmayıp Dünyamızın 6.400.000 km yakınına kadar sokulabilmektedir. Icarus yörüngesi üzerinde dolaşırken Güneşe 28.400.000 km kadar yaklaşır. Birkaç kuyruklu yıldız hariç hiçbir gökcismi Güneşe bu kadar yaklaşamaz.

Asteroidler Dünyaya çarptıkları takdirde saniyede otuz kilometre hızla yol alıyor olacaklardır. 23.3.89'da 800.000 km yakınımızdan geçen yarım kilometre boyunda bir asteroid çarpmış olsaydı 20 milyar TNT gücü ile çarpacaktı. Okyanusa düşecek olsaydı oluşacak dalgaların boyu yüzlerce metreye ulaşacaktı. Daha büyük bir cisim Dünyanın kabuğunu delip volkanik faaliyetlere yol açabilir. Çıkacak toz bulutları Güneş ışınlarını uzun süre kesecektir. 50.000 yıl önce Arizona'ya düşen bir cisim bir kilometre çapında ve 200 metre derinliğinde bir çukur açmıştır. Bilinen çağlarda büyük bir göktaşı çarpması olmamıştır.

Göktaşları

Göktaşları iri madde parçaları olup, atmosfere girdikleri zaman yanıp buharlaşmaları aydınlık olarak görülür. Bunlara yıldız kayması denir.

Şimdiye kadar bulunmuş en büyük göktaşı 120 kg ağırlığında ve 60 cm boyundadır. Göktaşları genellikle kaya veya nikel-demir karışımı maddelerden oluşmuştur.

Meteor ve Meteoritler

Meteor gökte sürtünmenin etkisi ile yanıp parlayan cisimlerdir. Asteroidler aralarında sık sık çarpışırlar ve kopan parçalar, bazen yeryüzüne düşer. Bunlara meteorit adı verilir.

Kuyruklu Yıldızlar

Güneş sisteminde Güneşten en uzak cisimler kuyruklu yıldızlardır. Bunların yüz milyardan fazlası Güneşten en uzak gezegenin binlerce katı olan 1-2 ışık yılı uzaklıktan gelip, Güneşin çevresinde ağır ağır dönerler. Bu uzaklıktan onları incelemek mümkün değildir. Ancak ara sıra bazıları Güneşin çekim gücü ile iç Güneş sistemine girer.

Kuyruklu yıldızlar toz ve toz zerrecikleri çevresinde donmuş buzdan oluşmuştur. Güneşe yaklaşırken buz buharlaşır, yok olur ve toz kalır. Yüzeyindeki toz tabakasından dolayı kapkara görülürler. Açık renkli kuyruklu yıldız Güneşin ışığını yansıttığı için öyle görülür.

Kuyruklu yıldızlar yörüngeleri yakın ucunda iken, Güneşin son derece yakınından geçen, uzak ucunda iken de 1 milyar km uzaklıkta olan çok sayıda gök cisimleridir. 100 milyar adet kuyruklu yıldız ise Güneş sistemine hiç girmeden Güneşin etrafında dönüp durur.

Bazı kuyruklu yıldızların iç Güneş sistemine girmelerinin nedeni bunların birbirleriyle çarpışmaları veya Güneşe komşu yıldızların çekimine kapılmaları sonucu yörüngelerini değiştirmeleridir. Ancak bu tür olaylar pek ender olarak meydana gelir. İç Güneş sistemine giren kuyruklu yıldızların yapısındaki buzlu

maddeler Güneşin ısısı nedeniyle buharlaşır ve meydana gelen bulut Güneş fırtınası sonucu bir kuyruk şeklini alır.

Bir kuyruklu yıldız ortalama 12 kilometre çapında olup, 30 milyar ton buz ihtiva eder. Oort Bulutunun en kalın bölümü Güneşten 3-6 trilyon kilometre uzaklıktadır. Bu bulutun içinde 2 trilyon kuyruklu yıldız vardır.

Kuyruklu yıldızlar ısındığı zaman buharlaşan buzumsu maddelerden oluşurlar. Bunlar bir toz bulutu olarak cismi sarar ve Güneşe yaklaştıkça bir kuyruk gibi uzarlar.

Atom

Özellikleri

Cisimlerin son derece küçük taneciklerinden meydana gelmiş olduğu MÖ-400'lerde düşünüldü ve daha küçük parçalarına bölünmesinin olanaksız olduğuna inanıldığı bu parçacıklara 'atomos' adı verildi. Atom teorisi üzerindeki ilk deneysel çalışmalar ise 1700'lü yıllarda yapıldı.

Atom, merkezde bir çekirdek ve onun etrafında dönen elektronlardan oluşur. Çekirdeğin içinde pozitif yüklü protonlarla, yüksüz nötronlar bulunur. Çekirdek etrafında dönen elektronlar ise negatif yüklüdür. Böylece atom pozitif yüklü çekirdekle negatif yüklü elektronların elektriksel kuvvetlerle dengelenmiş kararlı bir sisteminden oluşmuştur. Elektron ve protonların karşıt fakat eşit miktarda olan yükleri arasındaki çekim, atomu bir arada tutar.

Atom kütlesinin %99.9'u merkezdeki atom çekirdeğidir. Bozulmamış bir atomda çekirdeğin çapı tüm atom çapının 100.000'de biridir. Bir atom yaklaşık 10^{-8} cm çapındadır. Atomlar katı bir kürecik değildir. Atom hacminin büyük bir kısmı boş bir uzaydan ibarettir.

Atomun çevresinde çok hafif olan elektronlar vardır. Elektronlar, hangi atomlarda bulunurlarsa bulunsunlar, birbirleri-

nin tıpatıp aynısıdır. Atom çekirdekleri ise değişiktir. Her atomun kendine özgü çekirdeği bulunur. Atomun kütlesinin büyük bir kısmını çekirdek oluşturur. Çekirdekle elektron bulutu arasında muazzam bir boşluk vardır. Bir çekirdek 1cm yarıçapında bir fındık tanesi ile gösterilirse, elektron fındık tanesinden 1000 metre uzaklıkta olacaktır. Bu 1000 metrelik boşluk ise bir hiçliktir.

Birbirine dokunan cisimlerin birbirlerinin içlerine girmemesinin nedeni, cisimleri meydana getiren atomların dışlarında elektron bulutlarının bulunması ve elektronların negatif elektrik yüklerinin birbirlerini devamlı itmesidir. Elektronlardaki elektriksel güçler birden çıkıp gitseydi o zaman atomun yapısı dağılır, çevreyi elektron, nötron ve proton parçacıkları kaplar ve her şey görülemeyecek kadar ufak toza dönüşürdü.

Her atom elektriksel olarak nötr olduğundan, çekirdekteki proton ve bulut içindeki elektronların sayısı aynıdır. Proton sayısı, atomun sayısını ifade eder. Hidrojen bir protonlu, helyum iki protonlu, uranyum ise 92 protonlu atomlardır. Aynı yüklü olan protonlar protonları, elektronlar da elektronları iter. Bu durumda çekirdeğin dağılmasını önleyen şey, güçlü nükleer kuvvettir.

En basit atom hidrojen atomudur. Tek proton ve tek nötronu vardır. Uranyum atomunda ise negatif yüklü elektron sayısı 92'dir ve çekirdeğinde de 92 adet pozitif yüklü proton vardır. Protonlarla elektronların veya nötronların sayısı değiştikçe, atomun yapısı ve özelliği bambaşka şekil alır, altın olur, alüminyum olur, vs.

Evrendeki tüm atomlar aynı anda yaratıldığı için hepsi 15 milyar yaşındadır. Işığın dalga boyu bir atomdan çok daha büyük olduğu için atomun içi ona bakarak görülemez. Bir hidrojen atomunun ağırlığı 1.67×10^{-24} gram, çapı ise 1.35×10^{-10} metre kadardır.

Bir maddenin içinde atomdan ve boşluktan başka hiçbir şey yoktur. Eğer boşluklar olmasaydı, bir cismi kestiğimiz zaman bıçak atomlara rastlar ve cisim kesilemezdi. Bir cismin ikiye kesildiğini, kesilen parçalardan birinin tekrar ikiye kesildiğini düşünelim. Bir atom elde edilinceye kadar ikiye ayrılan parçalardan birini 90 defa iki parçaya ayırmak gerekir.

Atom Çekirdeği

Çekirdekler benzer kütleli proton ve nötron adı verilen taneciklerden oluşmuştur. Protonlar pozitif elektrikle yüklü olup, nötronlar ise yüksüzdür. Pozitif yüklü proton ve nötr durumdaki nötrondan meydana gelmiş olan çekirdek atomun iç bölümünde gizlenmiş ve atomdan yüz bin defa daha küçüktür.

Bir proton, elektronun 1836 katı ve bir nötron ise 1838 katı kütleye sahiptir. Bu yüzden evrenin %99.5'ini bu iki parçacık teşkil eder. Proton ve nötronların çapları 2.5×10^{-15} metre kadardır. En iri atom olan uranyum-238'in çekirdeğinin çapı 1.55×10^{-14} metredir. En ufak çekirdek hidrojen atomunun çekirdeğidir. Atom boş bir küre olsaydı içine 10^{15} tane çekirdek sığabilirdi.

Çekirdekleri birbiri içine bastırmak çok zordur. Zira her zaman onları birbirlerinden uzaklaştıran bir pozitif elektrik yükü mevcuttur. Madde eğer sadece nötronlardan meydana gelmiş olsaydı böyle bir itme gücü olamazdı. Çok kütleli ve ağır yıldızların merkezleri saf nötron parçacıklarından meydana gelmiş olup, buradan alınacak bir kibrit kutusu kadar madde milyarlarca ton gelebilir.

Eğer Dünya aralarındaki boşluk ortadan kalkacak şekilde, atom çekirdeklerinden oluşan bir top haline gelinceye kadar sıkıştırılabilseydi, tüm maddesi çapı sadece 128.6 metre olan bir küre haline gelirdi. Güneş benzer bir biçimde sıkıştırılabilseydi çapı 14 km

olurdu. Evrenin bilinen tüm kütlesi atom çekirdekleri birbiriyle temas halinde olan bir madde haline getirilebilseydi, çapı birkaç yüz milyon km olan bir küre olurdu.

Protonların ve nötronların karşıtları da vardır. Protonlar elektronlardan 1836 kere daha büyük olduklarından bir anti-protonun oluşması için 1836 kere daha fazla enerji gerekir. Anti parçacıklar oluştuğu anda müthiş bir enerjiye sahip olurlar ve çok yüksek hızlarda birbirlerinden uzaklaşırlar. Cenevre'de bulunan dünyanın en güçlü akseleratörlerinde parçacıklar çarpıştırılarak antiproton üretilebilmektedir.

Elektron

Bir atomun dışında elektronlardan oluşmuş bir bulut tabakası bulunur. Elektronlar elektrik yüklüdürler. Negatif elektrik yüklü olan elektronlar atomun kimyasal özelliklerini belirler.

Elektron hem atom çekirdeği etrafında hem de kendi ekseni etrafında hızla döner. Elektronun yörüngede dönme hızı saniyede 1000 km'dir. Çekirdekle elektron arasında büyük bir boşluk vardır ve bu boşlukta hiçbir şey yoktur.

Bir atomun içindeki elektron o kadar küçüktür ki o hiçbir zaman hiçbir cihazla dahi görülemez. Görünen ışığın dalga boyu elektronun seviyesine asla inemez. Gözümüz hiçbir zaman elektronu göremeyecektir, ama onun varlığı kesindir. Bir elektronun kütlesi $91x10^{-28}$ gram'dır.

Biri diğerinin karşıtı iki tür elektron vardır. Normal elektronların negatif elektrik yükleri vardır. Antielektron ise pozitif yüklüdür ve buna 'pozitron' adı verilir.

Elektron o kadar küçüktür ki, görünen ışığın dalga boyu gibi bir özellik gösterdiğinden atomun yörüngesinde devamlı dolanıp durduğu halde, herhangi bir anda yörüngesinin neresinde olduğu asla bilinmez. Elektronun gözlenmeden varlığının anlaşılamayacağı gerçeğinden hareketle, evrenin de bir 'gözlemcisi' olmadan var olamayacağı yargısına varılabilir.

Elektron Işını

İnsanlar 400 yıldır çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük şeylere bakmaktadırlar. İlk başlarda bunu mercek sistemi olan mikroskoplarla yapıyorlardı. Nesneleri bin kere büyütecek mikroskopları geliştirdiler. Işık dalgalardan oluştuğu ve bazı cisimler ışık dalgalarından daha küçük olduğu için ışık dalgaları cisimlerin üstünden kayıyor ve nesneleri göstermiyordu. Bunun üzerine daha kısa dalgalara haiz morötesi ışığı kullanıldı.

Daha sonra, X-ışınları boyunda olan atom altı parçacıklar keşfedildi. Böylece 1932'de yapılan elektron mikroskobu cisimleri 300.000 kere büyültmüştür. Buradaki çok ince ve keskin elektron ışını cismin yüzeyinin üstünde yolunu hissederek gidip tarıyor ve büyültülmüş görüntüyü oluşturuyordu. Şimdi kullanılan geliştirilmiş elektron mikroskobu bir cismi birkaç milyon kere büyütebilmektedir.

Elektron ışınları kullanılarak iki atom eninde bir çizgi çizmek mümkündür. Bu çizgi öylesine dardır ki normal bir kurşun kalemle çizilen çizgiye bunlardan yan yana milyonlarca satır sığdırılabilir.

Elektron ışını bilgisayarla da yapılabilir. Bir toplu iğne başı bir milimetre kadardır. Bir iğne başında 4 trilyon atom vardır. Bu atomların her kenarda 12 atomluk 144 atomlu kareler biçiminde

düzenlenirse, iğne başına 28 milyar adet kare sığacaktır. Bu karelerin her birine bir harf kazınabilir. Bir sözcükte ortalama 6 harf olsa, 28 milyar kareye 4.7 milyar kelime yazılabilir. Britanica ansiklopedisinde 50 milyon kelime olduğuna göre, toplu iğne başının %1'ine bir ansiklopediyi sığdırmak mümkündür.

İzotop

Bazı atomlar kararsız bir yapıya sahiptir. Böyle bir atom kendi haline bırakıldığında, sonunda kendiliğinden değişime uğrar. Çekirdeğinden enerjik bir parçacık veya bir gamma ışını fırlayıp çıkar ve önceki yapısına göre farklı bir atom haline gelir. Bu tip atomlara 'izotop' adı verilir.

Yarı Ömür

Kararsız yapıdaki atomlar her yönde parçacık veya gamma ışını yayar ve bu nedenle bu tip atomların radyoaktif olduğu söylenebilir. Kararsız atomlardaki bu değişimler bir saniyede de, bir trilyon yıl içinde de olabilir. Radyoaktif bir atomun değişmeden kalacağı süreyi yani tam ömrünü ölçmek mümkün değildir.

İstatistiksel olarak, belli miktardaki izotopun belli bir miktarının belli bir süre içinde değişime uğrayacağı önceden bilinebilir. Böylece belli bir izotop atomunun herhangi bir değer ifade etmeyen tam yaşamından söz etmek yerine, belli bir orandaki miktarının böylesi bir süresi kolayca ölçülebilir.

En basit oran ½ dir. Bu nedenle de, genellikle belli bir izotopun atomlarının yarısının değişime uğrayacağı süreye 'yarı ömür' denir. Belli bir izotopun yarı ömrü ne kadar uzunsa yapısı da o kadar

kararlıdır. Uranyum-238'in yarı ömrü 4.500.000.000 (4.5 eon) yıldır. 1 eon, 1 milyar yıl olarak belirlenmiştir. Bu sayı doğrudan doğruya ölçülemez. Uranyum-235'in yarı ömrü ise 700.000.000 yıldır.

Uranyumun yarısının bozulduğunu görmek için 4.5 eon beklenemez. Ama belli sayıdaki uranyum-238 atomlarının kaç tanesinin belli bir zaman içinde bozulduğu sayılabilir. Buradan yarı ömür hesaplanabilir. Uranyum-238 bozunma sonucunda kurşun-206'ya dönüşür. Bu süreç sırasında başka bazı radyoaktif ara maddeler de oluşur. Radyoaktif ara maddelerin hepsi uranyum-235'den daha kısa ömürlüdür. Yani bunların parçalanma hızı, birikme hızlarından daha yüksektir. Yani, radyoaktif ara maddeler, uranyum cevherinde çok küçük konsantrasyonlarda bulunur. Bu arada maddelerin yarı ömrü ne kadar kısa olursa konsantrasyonu da o kadar küçük olur. Örneğin, uranyum-238 içeren kayalarda radyum-226 denilen bir izotop da bulunur.

Radyum-226'nın konsantrasyonu, mevcut uranyum-238'in konsantrasyonunun ancak 2.8 milyarda birdir. Yani yaklaşık 1620 yıldır. Böylece önce radyum-226'nın yarı ömrünü belirleyip uranyum-238'in yarı ömrünü buradan hesaplamak daha kolaydır.

Alpha parçacığı yayarak bozunan bir radyoaktif atomun yarı ömrü, alpha parçacıklarının önlerine konan bir plakaya ne derece nüfus ettiğine bakarak enerjileri ve buradan da yarı ömürleri hesaplanabilir. Uranyum-238'in parçalanması sırasında meydana gelen radyoaktif ara maddelerden polonyum-210'un yarı ömrü 138 gün, bizmut-214'ün yarı ömrü 19.7 dakika, astatin-218'inki 2 saniye ve polonyum-214'ün yarı ömrü ise 0.00016 saniyedir. Uranyum-238 bozunması sonucu sürekli olarak üretilmektedir. Aksi takdirde, bu kısa ömürlü atomların hiçbiri bugün yeryüzünde olmazdı.

Toryum-232 izotopunun yarı ömrü 14 milyar yıldır. Helyum-5 izotopunun yarı ömrü bir saniyenin trilyonda birinin milyarda biri kadardır. Bu zincirleme reaksiyonlardan yararlanılarak kayaların yaşı saptanabilmektedir.

Atom Altı Parçacıklar

Atomun İçi

Evrenin yaradılışı anında madde ve kuvvetlerin birbirinden ayırt edilmesi imkansızdı. Evren genişleyip soğudukça madde ve kuvvetler de birbirinden ayrıldı ve bu ayrılmalar sürekli olarak devam etti.

Evren tarihinin ilk saniyesinin ilk milyarda birlik bölümündeki ayrışmadan, tüm maddenin bileşenleri olan ve daha sonra bir daha asla birleşmeyecek biçimde ayrı ayrı sınıflara düşen kuark, lepton ve boson adı verilen parçacıklar oluştu. Yeni çekim kuvvetlerinin şekillenmesiyle Büyük Patlamaya neden olan, o bileşik tek kuvvet de parçalanmış oldu.

Her atomun çekirdeğini oluşturan proton ve nötronların temel birleşenlerinin bulunmasıyla bir atomun içi kendi içinde düzenli bir yapısı olan küçük bir evren gibi görülmeye başlandı.

Cenevre'de bulunan Dünyanın en büyük atom çarpıştırıcısında bir elektron parçacığı bir yönde bir dairesel tüp içinde dönerken, bir pozitron parçacığı da aynı daire içinde aksi yönde hareket ettirilmektedir. Bunların çarpışmalarından başka parçacıklar ortaya çıkmaktadır. Çevresi 27 kilometre olan Cenevre'deki LEP (Large Electron Positron) akseleratöründe yapılan derin araştırmalarda,

evrende daha henüz bilinmeyen parçacıklar ve bunların parçalanmadan önceki saniyenin milyon defa milyarda birine varan kısa ömürleri gibi birçok yeni bilgiler elde edilmektedir.

Atom proton, nötron ve elektron adı verilen üç ana parçacıktan meydana gelmiştir. Bunların haricinde şu ana kadar keşfedilmiş atomdan küçük parçacık sayısı yüzden fazladır.

Atom Altı Parçacıklar

Daha basit parçalarına ayrılamayan temel parçacıklar kuarklar, leptonlar ve bosonlardır. Kuarklar, antikuarklar, leptonlar, antileptonlar ve bosonlar toplam olarak 37 adet parçacığı oluşturur. Altı değişik kuark ve altı değişik lepton olup, tüm evrendeki bütün parçacıklar ya kuark ya da lepton bileşimleri olan bosonlardan oluşmaktadır. Çekirdeği meydana getiren proton ve nötronların kendileri de kuarklardan oluşurlar.

Kuarklar 1960'larda keşfedildi. Protonların veya nötronların çok büyük hızda başka proton veya nötronla çarpıştırılmasında onların daha küçük parçacıklarından oluştukları anlaşıldı. Bu daha ufak parçacığa kuark adı verildi. Tek bir proton veya nötronun kendisini meydana getiren kuarkları parçalamak için, o proton veya nötrona muazzam miktarda enerji vermek gerekir. Protonun içindeyken onun üçte biri kadar bir kütleye sahip olan bir kuark serbest kalınca protonun otuz katı bir kütleye haiz olur.

Kuarklar altı çeşittir. Kuarklar kırmızı, yeşil ve mavi renklerde olabilir. Bir protonda ve nötronda her renkten bir tane olmak üzere üç adet kuark bulunur. Her bir kuark için bir adet antikuark olduğundan toplam on iki adet kuark ve antikuark vardır. Kuarklar daha ufak parçacığa ayrılmazlar.

Lepton elektron, muon, tau, nötrino ve bunların anti parçacıklarından oluşan on iki adet bir çekirdek dışı parçacıktır. On iki değişik halde bulunan leptonlar daha ufak parçalara ayrılamaz. Leptonlar zayıf çekirdek kuvvetinin etkisi altındadır.

En önemli lepton elektrondur ve her yerde bulunur. Muon ağır bir elektrondur ve doğada çok az miktarda bulunmasına rağmen laboratuarlarda da yapılabilir. Tau ise daha ağır bir elektrondur. Bu parçacıkların her birine bağlı bir nötrino olup, her üç nötrino da birbirinden farklıdır. Bu parçacıklar toplam olarak altı adet leptonu meydana getirir. Ayrıca, evrende bol olarak bulunmayan fakat laboratuarlarda yapılabilen antimadde altı değişik antileptondan oluşur.

Bosonlar lepton ve kuarklardan oluşur. Bosonlar daha ufak parçacıklara ayrılamaz. Yerçekimi kuvvetinde bir boson, elektromanyetik kuvvette bir boson, zayıf çekirdek kuvvetinde üç boson ve güçlü çekirdek kuvvetinde ise sekiz boson vardır.

Güçlü etkileşimi sağlayan ve bir elektron kütlesinin 200 katı bir kütleye sahip değişim parçacığına meson adı verilir. Mesonlar kuark ve antikuark toplamı olarak ikişer kuarktan oluşur, nötron ve protondan daha hafiftir. Mesonların içinde pion ve kaonlar bulunur. Baryonlardan daha hafif olan mesonların yaşam süreleri 10^{-8} saniyedir. Mesonlar kararsızdır.

Elektrondan 273 kat daha ağır olan parçacığa pi-meson denir. Baryonların içinde proton, nötron, sigma, xi ve omega bulunur ve bunların yaşam süreleri 10^{-10} saniyedir.

Elektrona benzeyen ve ondan 207 kat daha ağır olan mesona muon adı verilir. Muon elektrondan 207 defa daha ağır olduğundan, çekirdeğin etrafında elektrona göre 207 kat daha yakından

dolaşır. Muonların ömrü bir saniyenin iki milyonda biri kadardır. Muon, elektron ve nötrinodan oluşur.

Tau daha sonraları bulunmuş olup, elektronun 3500 katı ağırlığında olan bir mesondur. Tau, bir protonun da iki katı ağırlığındadır. Pion muon ve nötrinodan oluşmaktadır.

Tüm kuvvetler vektör bosonları ile iletilir. Vektör bosonlarına gluon adı verilir. Vektör bosonları kuvvetleri taşırken yalnızca anın bir bölümü kadar yaşarlar. Gluon güçlü çekirdek kuvvetinden sorumludur.

Atomun dışında kütlesiz bir parçacık olan foton ışığın parçacığıdır. Foton elektromanyetizmden sorumlu bir bosondur. Bütün elektromanyetik radyasyon fotonlardan meydana gelmiştir. Fotonlar son derece enerjik, kısa dalgalı gamma ışınlarından, çok düşük enerjili ve çok uzun dalgalı radyo dalgalarına kadar değişik enerji ve dalga boyu düzeyindedirler.

Mutlak sıfır sıcaklığında bulunmayan bütün cisimler geniş bir enerji aralığında foton yayınlar. Madde soğudukça yayınladığı foton da zayıflar. Fotonlar madde parçacıklarıyla kolaylıkla etkileşime girer ve maddenin içinden geçerken yavaşlatılır ve bazen de soğurulurlar. Fakat fotonlar ve nötrinolar farklı parçacıklardır. Fotonların madde içinden geçerken soğurulabilmelerine karşılık nötrinolar çok zor durdurulabilirler. Güneşin çekirdeğinde üretilen bir fotonun merkezden yüzeye çıkması bir milyon yıl alır.

Nötrinolar kütlesiz ve elektrik yükleri olmayan parçacıklardır. Nötrinolar maddeye karşı o kadar kayıtsızdır ki bir trilyon kilometre kalınlığındaki katı bir kurşun tabakanın içinden geçerken içlerinden sadece birkaçı durdurulabilir.

Nötrinolar üç biçimde oluşur. Bir piondan bir muon oluştuğunda bir nötrino ortaya çıkar. Bir muon elektrona ayrıştığında bir nötrino daha oluşur. Böylece üç nötrino vardır: muon oluşumuna eşlik eden muon-nötrinosu ve elektron oluşumuna eşlik eden elektron-nötrinosu ve birde tau-nötrinosu. Muon nötrinoları ile elektron ve tau nötrinoları ayrı ve değişik parçacıklardır.

Yüksek enerjide hızlandırılmış bir proton ışını maddeye çarptırılıp kalın bir enerjik parçacıklar püskürtüsü elde edildiğinde bu parçacıklar arasında muon parçacıkları ve nötrinolara ayrışan pionlar bulunur.

Nötrinolar elektron, pozitron veya muon açığa çıkaran herhangi bir nükleer reaksiyonda ortaya çıkar ve ışık hızı ile hareket ederler. Kozmik ışınlardan daha hızlı olan nötrinolar onlardan daha az enerjiktir. Nötrinolar madde tarafından soğurulamazlar. Soğurulmaları için atom çekirdeğine doğrudan çarpmaları gerekir.

Nötrinoları oluşturmak için enerji gerekir ve enerjiyi de oluştukları noktadan kendileriyle birlikte alıp götürürler. Bu nedenle nötrinolar bir enerji biçimidir de denilebilir. Bunun yanında, bir maddeden hiçbir etkileşime girmeden geçip gittiklerinden fiilen hiçbir iş yapmazlar ve dolayısıyla diğer enerji biçimlerinden ayrıdırlar.

Yıldızların içindeki hidrojen çekirdekleri füzyon reaksiyonuyla nötrino üretirken, uranyum gibi kütleli çekirdeklerin parçalanması ile olan fisyon reaksiyonu sonucunda antinötrinolar da kütlesiz ve yüksüzdürler.

Güneşten gelen ışık bize 8 dakikada ulaşır. Nötrinolar ise bundan biraz daha uzun bir sürede gelir. Ancak aradaki zaman farkı ölçülemeyecek kadar küçüktür. Patlayan bir süpernovadan

gelen nötrinolar bize ışıkla birlikte gelir ve bu da ışık hızında yolculuk ettiklerini ve sıfır kütleleri olduğunu göstermektedir.

Yeryüzüne ulaşan nötrinolar ışık hızına çok yakın bir hızla atmosfere dalıp Dünyanın içinden geçerek yollarına devam eder. Her 20 cm karelik bir yüzeye her saniyede bir nötrino parçacığı düşer. Güneşten yayılan enerjinin %3'ünü nötrinolar oluşturur. Güneşin merkezinde üretilen nötrinoların yüzeye çıkması 2 saniye sürer ve 500 saniyede Dünyaya ulaşırlar. Bir nötrinonun kütlesi $7x10^{-32}$ gram olarak hesap edilmiştir ki bu miktar bir hiçtir.

Gravitonlar yerçekimi alanının parçacıkları olup, tespit edilemeyecek kadar az miktarda enerji taşırlar. Gravitonlar da kütlesiz parçacıklardır. Bir graviton radyasyonu üretmek için gerekli enerji henüz bilinmemektedir.

Einstein'in relativite teorisi, evrenimizde mevcut herhangi bir cismin ışığın hızından daha büyük bir hızda yol alamayacağını öngörür. Cismi sadece ışık hızında yol aldırmak için bile sonsuz miktarda bir enerjiye ihtiyaç vardır. Işık hızından daha yüksek bir hız için sonsuz miktardan daha fazla bir enerji bulmak gerekir. Işık, saniyede 299.793 km hızla yol alır. Işıktan hızlı giden bir cisim için, o cismin kütle ve uzunluğu sanal sayılarla ifade edilir.

Sanal sayıları gözümüzde canlandırmak mümkün değildir. Işıktan hızlı giden, sanal bir kütle ve uzunluk ve eksi çekim etkisi ile tarif edilen parçacığa takyon adı verilir. Takyonların evrende varlığı kabul edilmektedir.

Bizim yavaş evrenimizde, hareketsiz bir cismin sıfır enerjisi vardır. Cisim enerji kazandıkça hızlanır ve sonsuz enerji kazanması halinde ışık hızına ulaşır. Hızlı evrende ise sıfır enerjisi olan bir takyon sonsuz hızda hareket eder, enerji kazandıkça yavaşlar ve sonsuz enerji kazanması halinde hızı ışık hızına iner. Yavaş

evrende bir cisim hiçbir şart altında ışıktan hızlı gidemez. Hızlı evrende ise bir takyon hiçbir şart altında ışıktan daha yavaş gidemez. Işık hızı bu iki evren arasındaki sınırdır ve bu sınır geçilemez.

Kuvvet Taşıyan Parçacıklar

Doğada bulunan dört çeşit temel kuvveti taşıyan parçacıklar şunlardır:
Çekim kuvveti: graviton parçacığı taşır ve bir bosonu vardır.
Elektromanyetik kuvvet: meson parçacığı taşır ve bir bosonu vardır. Elektronu çekirdeğin etrafında tutar.
Zayıf çekirdek kuvveti: lepton taşır ve 3 bosonu vardır.
Güçlü çekirdek kuvveti: gluon taşır, kuarkları bir arada tutar. 8 adet bosonu vardır.

Dışlama İlkesi

Parçacıklar Pauli'nin dışlama ilkesine uyarlar. Bu ilkeye göre iki benzer parçacık aynı duruma sahip olamaz, yani belirsizlik ilkesinin sınırları içinde hem aynı konumda hem de aynı hızda bulunamaz. Maddenin temel yapısını teşkil eden, şu ana kadar bulunmuş ve daha keşfedilmeyi bekleyen bu atom altı parçacıklar ilerde bizi belki de bir hiçle karşı karşıya bırakacaktır.

Nükleer Reaksiyon

Nükleer Enerji

Atomun içinde bir enerji kaynağı olup buna ‘nükleer enerji’ adı verilir. Tek bir radyoaktif atomun parçalanması ile çok büyük miktarda enerji üretilebilmektedir.

1901’de radyum parçalandığı zaman verdiği ısı ölçüldü. Bu olay, atomun içinde muazzam bir enerjinin saklı olduğunu gösteriyordu. Atomun çekirdeğini bir arada tutan nükleer enerjinin serbest bırakılması için, atomun pozitif elektrikle yüklü enerjik atom altı parçacıklarla bombardıman edilmesi fikri edinildi. Atom altı parçacıkların çok azı çekirdeğe çarpıyor ve bunların da pek azı pozitif elektrikle yüklü çekirdeğin itme gücünü yenebiliyordu. Atomun içindeki enerjiyi açığa çıkarmak için daha fazla enerji vermek gerekiyordu.

1932’de keşfedilen ve bir elektrik yükü bulunmayan parçacık olan nötron elektrik yüklü çekirdeğe kolayca yaklaşabiliyordu. Bu nedenle nötronun atomik çekirdekle çarpışması ve onun içine girebilmesi için fazla enerji gerekmiyordu. Nötron bir mermi olarak düşünüldü.

Fisyon

Fisyon, atom çekirdeğinin parçalanması veya atom çekirdeğinin aynı ölçüde iki parçaya ayrılması olayıdır. Bu olurken ortaya büyük bir enerji çıkar.

Bir atom çekirdeği ne kadar büyük bir enerji ile parçalanırsa ortaya çıkan parçacıkların sayısı da o ölçüde fazla ve bunların yapısal kararlılıkları da o ölçüde az olur. Bombardımanda kullanılan parçacıkların enerjisi ne kadar büyük olursa ortaya çıkan parçacık kütlesi de o ölçüde fazla olur.

Eğer fisyon kontrol edilirse açığa çıkan bu enerji bir güç kaynağı olarak kullanılabilir. Eğer kontrol edilmezse bir atomik patlama meydana gelir.

Fisyon bir nötronun atom çekirdeğine çarpması ile olur. Nötronun çarpması ile ağır çekirdek kolayca ikiye ayrılır. Çekirdek parçalanınca kütlesinin bir kısmı kaybolur ve kaybolan kütle enerjiye dönüşür ve enerjinin büyük bir kısmı ısı olarak açığa çıkar. Bu parçalanmanın enerjiye dönüştüğü ilk olarak Einstein tarafından keşfedilmiştir.

Fisyon için kullanılan element genellikle uranyum izotopu olan uranyum-235'dir. Uranyum çekirdeği parçalanınca daha ufak iki parçacığa ayrılır. Çekirdek iki veya üç nötron çıkarır. Bu nötronlar, meydana gelmiş parçacıklarla birleşerek ek fisyona neden olurlar. Bu reaksiyon zincirleme olarak devam eder.

Nükleer santrallerde kullanılan nükleer reaktörlerde açığa çıkan nötronlardan bazıları kadmium ve borondan yapılmış çubuklarla absorbe edilerek fisyon prosesi kontrol altında yapılır. 1 kilogram uranyum-235'den 1.5 milyon kilogram kömürün vereceği bir enerji elde edilir.

Açığa çıkan nötronlardan meydana gelen zincirleme reaksiyon saniyenin çok küçük bir kısmı içinde muazzam bir patlama oluşturur. Böylece 1945'de uranyum fisyon bombası imal edildi. Bunun dışında uranyum fisyonu ile çalışan nükleer elektrik santralleri kuruldu. İki tip uranyum elementi içinde sadece uranyum-235 fisyon reaksiyonu verir. Uranyum-235 Dünyada bulunan bütün uranyumun sadece %0.7'sidir.

Füzyon

Füzyon, elektronlarını kaybetmiş çıplak atom çekirdeklerinin çarpışıp kaynaşmasıdır. Yani, iki veya daha fazla parçacığın birleşmesi olayıdır.

Füzyon bir enerji kaynağıdır. Füzyona genel anlamda, erimek de denilebilir. Buzun erimesi bir füzyon olayıdır. Füzyon donmanın tersi olup, füzyon için bir ısı enerjisi gerekir.

Nükleer füzyonda, hafif ağırlıktaki parçacıklar birleşerek yeni bir atom meydana getirirler. Yeni oluşan atom farklı bir elementin atomu olur. Bu esnada muazzam bir enerji açığa çıkar. Nükleer füzyon elde etmek için bir atom çekirdeğini bir diğerine çarptırmak gerekir. Ancak atom çekirdeklerinin hepsinde pozitif elektrik yükleri olduğundan birbirlerini iterler. Onları istediğimiz şekle sokmak için on milyonlarca derecede ısıtmak gerekir.

Füzyona uğrayan atomlar her yöne binlerce, milyonlarca nötron saçar. Elementler yüksek sıcaklıklara ulaşacak şekilde sürekli ısıtılınca giderek artan hızlarda enerji kaybına uğrar. Sıcaklık yükselmeye devam edince atomlar elektronlarını kaybeder ve geriye kalan çıplak çekirdekler çarpışır ve birbirleriyle kaynaşırlar. Böyle bir kaynaşım olayının olduğu noktada enerji açığa çıkar. Sıcaklık arttıkça füzyondan dolayı ortaya çıkan enerji miktarı da giderek artar.

Evren genelinde, üretilen enerjinin başlıca kaynağı hidrojen çekirdeğinin füzyon reaksiyonuyla helyum çekirdeğine dönüşmesidir. Füzyon Güneşin merkezinde 15 milyon derecede gerçekleşir. Buradaki yüksek ısı Güneşin dış katmanlarının ağırlığının basıncı altında oluşur. Dünyada böyle bir yüksek basıncı elde etmenin imkanı olmadığından ancak yüz milyonlarca derecelik bir ısıya ulaşmamız gerekir ki bu henüz bu başarılamamıştır.

Hidrojen bombasının enerjisi bir nükleer füzyon ile oluşur. Yıldızların enerjisi füzyondan meydana gelir. Çok yüksek sıcaklık altında bir takım kimyasal reaksiyonlarla, hidrojen atomunun protonları helyum atomları ile birleşirler, bu esnada meydana gelen muazzam enerji ısı ve ışık olarak açığa çıkar. Hidrojen füzyonu için bir milyar derecenin üzerinde sıcaklık gerekmektedir.

Proton ve nötronların bir atom çekirdeği oluşturmak üzere birleştikleri zaman ortaya çıkan birleşim, aynı proton ve nötronların birbirlerinden bağımsız bulunmaları haline göre daha kararlı bir yapıya sahiptir ve daha az kütle ihtiva eder. Bu birleşim oluşurken kütle fazlalığı enerjiye dönüşür ve ışınım halinde açığa çıkar. 1000 ton hidrojen 993 ton helyuma dönüşür. Aradaki 7 tonluk kütle farkı, bunun eşdeğeri biçiminde açığa çıkar.

Laboratuarlarda hidrojen füzyonu oluşturmak için hidrojeni çok hızlı ısıtarak genleşip uçmasına engel olundu. Böylece hidrojen füzyonu gerçekleştirildi. 1952'de patlatılan bombada uranyumun fisyonu ile hidrojenin füzyonu sağlandı. Böyle bir nükleer füzyon bombası (hidrojen bombası), fisyon bombalarından (atom bombası) çok daha güçlüdür. En düşük füzyon sıcaklığı bile on milyonlarca derecedir.

Soğuk füzyon elde etmenin de bir yolu bulunmaktadır. Şu anda bunun üzerinde çalışılmaktadır.

Elektron - Volt

Atom altı düzeydeki enerjiler, ‘elektron-volt’ birimi ile ölçülür. Bir elektron-volt, tek bir elektronun potansiyel bir 1 volt’luk fark içinde hızlanmaktan kazandığı enerjidir. Elektronlar birkaç elektron-volt’luk enerji ile çekirdek etrafında dönerler.

Çekirdek içindeki parçacıklar birbirlerini çok sıkıca tutar ve bir çekirdek parçalandığında alpha parçacıkları 10 milyon elektron-volt gücünde bir enerjiyle fırlar. Çekirdeğin temel parçacıkları olan proton ve nötronları oluşturan kuarklar ise 10^9 eV’luk enerjiye sahiptirler. Kozmik ışın parçacıkları ise 1 milyar elektron-volt enerjiye sahiptirler.

Günümüzdeki 10^{10} eV’luk deneysel sınır ile kütlesel çekim için kritik enerji olan 10^{28} eV’luk seviye arasında henüz keşfedilmemiş çok büyük bir bölge bulunmaktadır.

Atom Parçalayıcılar

Atom parçalayıcılarda (parçacık akseleratörleri) bir elektrik yükü taşıyan küçük atom parçacıkları mıknatıs aracılığıyla hızlandırılır. Sonunda en yüksek hıza eriştiğinde parçacıklar bir hedefe veya kafa kafaya çarptırılırlar.

Parçacıklar ne kadar hızlandırılırsa o kadar kütlesel olurlar ve çarpmanın etkisi ile yarattıkları enerji o kadar fazla olur. Enerji kısmen kütleye dönüşerek yeni parçacıklar üretir. Bugünün akseleratörlerinde çok büyük ve güçlü elektromıknatıslar kullanılmaktadır. Mıknatısları üreten elektrik akımı kaybı olmaması için elektromagnetlerin de süper iletken durumunda tutulması gerekir ki bu da bunların mutlak sıfırın 4 derece üstünde sıvı helyumda saklanmalarıyla mümkün olmaktadır.

Bu makinalarda 24 milyar elektron-volt enerji elde edilmektedir. Çapları kilometrelerce olan akseleratörlerde çok yüksek enerjiler kullanılarak daha birçok bilinmeyen parçacıkların bulunarak evrenin oluşması sırasındaki olaylar daha doğru olarak bilinebilecektir. Yapılması planlanan 85 km çevresi olan ve 28 km çapındaki süper parçacık akseleratöründe evrenin başlangıcı ve temel maddeleri hakkında yeni bilgiler elde edilecektir. Çevresinin tamamında çok güçlü mıknatıslar üretmek için çok büyük elektrik enerjisine ihtiyaç olup, bu mıknatıslar parçacıkları ışık hızına yakın bir hızda hareket ettirecek güçte elektromanyetik bir alan yaratacak ve parçacıklar da bu hızda çarpışarak müthiş bir enerji yaratacaklardır. Bunu başarmak için mıknatısların çok düşük derecede soğutulup süper iletken yapılmaları gerekmektedir.

Kuantum Mekaniği

Kuantum Teorisi

Bilim tarihinin en önde gelen buluşlarından biri olan kuantum teorisi atom ve atom altı parçacıklarının davranışlarını inceler. Atomun içindeki parçacıklar hiçbir kurala ve formüle sığmayan davranışlarda bulunur. Bu acayip davranışlar kuantum kuramının temelini oluşturur.

Kuantum Latince'de 'paketler halinde' anlamını taşır. Kuantum mekaniği bu parçacıkların kütle, elektrik yükü, enerji ve momentumları ile ilgilidir. Isı, ışık ve bütün diğer radyasyonlar küçük paketler halinde yayılır ve bu paketlere 'kuanta' adı verilir. Örnek olarak, foton parçacığı ışığın bir kuantasıdır.

Kuantum teorisi ışığın tabiatının anlaşılması ile ortaya çıktı. Önceleri ışığın dalgalar halinde yol aldığı sanılıyordu. Sonra onun parçacıklar halinde yayıldığı ileri sürüldü. 1905 yılında Einstein ışığın hem dalgalar hem parçacıklar halinde ilerlediğini ispat etti.

1900 yılında Max Planck 'siyah cisim' deneyini yaptı ve ısıtılan bir demir çubuktan yayılan radyasyonun devamlı olmadığını, çıkan radyasyonun kesintili enerji paketleri halinde çıktığını gösterdi. Bu enerji paketleri atom parçacıklarıydı ve Planck bunlara kuanta ismini verdi. Bu olay kuantum teorisini başlatan deney oldu.

1905'de Einstein'in fotoelektrik etkiyi buluşu ile teori hız kazandı. Bu sıralarda bir atomun iç yapısı anlaşıldı, bütün parçacıkların, ışık fotonları gibi, hem parçacık hem dalga karakterine sahip bulundukları belirlendi, parçacıkların dalga denklemleri kuruldu ve belirsizlik prensibi keşfedildi.

Kuantum mekaniğinin 1930'larda tamamlanmasıyla, 1666'dan beri kullanılan klasik fizik önemini kaybetti. Çünkü klasik fizik sadece günlük yaşamdaki elle tutulur, gözle görülür cisimlerin davranışlarını açıklayabiliyordu ve atom boyutundaki cisimlerde yetersiz kalıyordu. Kuantum mekaniği atom boyutundaki cisimlerin yanında evren boyutundaki çok büyük mesafelerdeki olayları da başarılı bir şekilde izah edebilmektedir. İnsanoğlu bugün sahip bulunduğu yüksek teknolojiyi kuantum mekaniğinden sonra elde etmiştir. Elektron mikroskopları, bilgisayarlar, TV, elektronik cihazlar bunlardan sadece birkaçıdır.

Kuantum mekaniği nükleer fizik ve parçacık fiziği bilimlerini geliştirdi. Nükleer santraller kurularak atomun içindeki enerji insanlık yararına kullanılmaya başlandı. Büyük atom çarpıştırıcıları imal edilerek bir atomun derinliklerine el atıldı. Yine, tıp alanında bazı çok gelişmiş cihazlar bu teoriden sonra geliştirilebildi.

Belirsizlik Prensibi

Kuantum mekaniğinin yaratılmasına sebep olan bilim adamlarından Heisenberg 1927 yılında ‘belirsizlik prensibini’ ortaya attı. Belirsizlik prensibi kuantum dünyası ile ilgili bir etki olup atom içindeki parçacıkların davranışlarındaki belirsizlikleri açıklar.

Bu ilkeye göre, bir elektron dalga halinde davrandığında onun parçacık görüntüsü kaybolur. Elektron bir parçacık olarak davran- dığında ise onun dalgasal görüntüsü yok olur. Dalga ve parçacık davranışları hiçbir zaman bir arada bulunamaz. Belli bir zaman di- limi içinde her iki görüntüden sadece biri görülebilir.

Yine bu prensibe göre, bir parçacığın yörüngesindeki yeri ve hızı belli bir anda birlikte bilinemez ve sadece bunlardan biri bilinebilir. Diğeri ise belirsiz kalır. Parçacığın pozisyonu ölçülünce onun hızı etkilenmiş ve belirsiz yapılmış olur. Hızı ölçülünce de parçacığın pozisyonu değiştirilmiş olur. Benzer şekilde, bir parçacığın belirli bir andaki enerjisi ölçülünce ölçülen zaman belirsiz olur.

Bütün bu belirsizlikler sadece atomik boyutlardaki parçacıklara ait birer özelliklerdir. Günlük yaşamdaki cisimler arasındaki belirsizlikler ise ihmal edilebilir seviyededir.

Daha sonra kuantum mekaniğinin istatistiksel hesapları çıkarıldı. Bu hesaplar parçacıkların hız ve pozisyonlarının ihtimaller hesabı ile mümkün olabileceğini öngörür. Ancak ihtimaller hesabı ile parçacıkların davranışları belirlenebilmektedir. Dalga-parçacık ikileminden ileri gelen ve hiçbir kurala uymayan atom içi parçacıkların acaip davranışları yorum üzerine dayanmaktadır.

Çukur bir yolun en dip noktasında duran bir arabaya herhangi bir kuvvet tatbik edilmezse araba o noktada devamlı sabit durur. Klasik fiziğe göre arabanın durumu böyledir. Çukur yol benzeri bir elektrik alanında bulunan bir parçacık veya bir elektron ise, asla yerinde sabit durmaz ve belirsizlik prensibine göre parçacık çukur bölgede durmadan ileri geri gidip gelir. Parçacık yerinde sabit kalsaydı parçacığın pozisyonunu ve hızını birlikte bilmek mümkün olurdu.

1900 yılında Max Planck bir enerji paketinin (kuanta) büyüklüğünü 6.6262×10^{-34} olarak hesap etti ve buna Planck sabiti dendi. Çok küçük olmasına rağmen sıfırdan büyük olan bu sayı kuantaların belli bir minimum ölçünün üzerinde olduklarını ifade eder. Planck sabiti eğer sıfır olaydı parçacıkların hem pozisyonlarındaki hem hızlarındaki belirsizlikler de sıfır olur ve her ikisini birden ölçmek mümkün olurdu. Bu takdirde atomik parçacıklar mevcut olamazdı. Eğer bu sayı olduğundan daha büyük olsaydı, cisimler olduklarından çok farklı olurlardı.

Belirsizlik ilkesi, pozisyondaki belirsizlik ile hızdaki belirsizlik değerlerinin çarpımının Planck sabitine eşit olduğunu belirtir.

Işık

Işık hem bir dalga hareketi hem parçacıkların akışı olarak görülür. Farklı dalga boylarındaki ışık gözün retina tabakasında farklı etkiler meydana getirir. Bize renk duygusu veren de budur.

Işığı meydana getiren foton parçacıkları atom çekirdeğinin etrafında dönen elektronların yörüngeler arasındaki sıçrama hareketlerinden ortaya çıkar. Bir cisim ısıtılınca o cismin elektronları heyecanlanır ve yörüngeler arasındaki hareketlerini yoğunlaştırır. Bu hareketler esnasında dışarı çıkan foton parçacıkları da o cismin kızarmasına ve ışık yaymasına sebep olur.

Işığın en önemli üç özelliği, düz çizgiler halinde her yönde ilerlemesi, parlak bir cisme değince yansıması ve bir ortamın içine girince yine kırılıp yansıması olarak gösterilebilir. Doğadaki her cisim ışık çıkarır. Soğuk cisimlerin çıkardığı ışığın dalga boyları çok uzun olduğundan göz onları göremez. Cisim ısıtılınca dalga boyu kısalır ve o cismin yaydığı ışık görülebilir duruma gelir. 800 dereceye ısıtılmış cismin ışığı ancak karanlıkta görülebilir. 3000 derecedeki cismin ışığı beyaz renkte görülür.

Bir prizmadan geçirilen ışık prizmanın arkasında bir renk demeti çıkarır ve bu demetin bir ucunda kırmızı ışık sonra turuncu, sarı, yeşil, mavi, koyu mavi ışık oluşur. Demetin öbür ucunda ise mor ışık yer alır. Bu renk demetine ‘spektrum’ denir. Işık spektrumunun ortasında bulunan dar bir bölgede görünen ışık aralığı bulunur ki insan gözü ancak buradaki ışınları görebilir. Bu bölgenin sağ ve sol tarafındaki ışınımları göz göremez.

Işık Hızı

Işık saniyede 299.793 km yol alır. Evrenimizin en büyük hızı budur. Işık Dünyadan Ay'a 1.25 saniyede ve Güneşe 8 dakikada gider.

Işık hızı ilk defa 1676 yılında hesaplandı ve bu hesaplama yapılırken Jüpiter'in uydularının hareketinden faydalanıldı. Elde edilen değer bugün kabul edilen değerin ancak dörtte üçü kadardı. Günümüzde kabul edilen ışık hızı saniyede 299.793 km'dir. Uzay boşluğunda ışık bir yıl içinde 9.460.563.614.000 km yol alır ki bu mesafeye 'ışık yılı' denir. Bize en yakın yıldız olan Alpha Centauri bize 4.3 ışık yılı mesafededir. Güneşten 23 kere daha parlak olan Sirius yıldızı ise 8.16 ışık yılı uzaklıktadır.

Işığın hızı, ışığın kaynağı ve yönü ne olursa olsun hep aynıdır, hiçbir zaman değişmez. Kaynağı, bir yıldız gibi çok hızlı hareket ediyor olsa bile, ışığın hızı sabittir. Hareket eden bir tren içindeki tüfekten atılan bir merminin, yerde hareketsiz duran bir tüfekten atılan mermiden daha hızlı gideceği, insan mantığına uygun şey olsa da, ışık hızı buna aykırıdır. Bir mermi, uydu veya gezegen daima başka bir şey karşısında izafi bir hıza sahip olup, ışık hızı mutlak sabittir, hiçbir şeye tabi değildir.

Hiçbir kütlesel cisim ışıktan hızlı gidemez. Fizik kuralları ışık hızının %99.999'u kadar hız yapmayı mümkün kılar, ama %100'e ulaşmayı asla. Hızı veren, alınan mesafenin zamana bölünüşüdür. Işık hızına yakın bir hıza başka bir hız eklenemeyeceğine göre mutlak mekan ve zaman kavramları terk edilir. Mekanın büzülmesi ve zamanın genleşerek ışık hızı ile yolculuk eden bir kişinin yaşlanmamasının altındaki gerçek budur.

Işık hızına evrende hiçbir cisim erişemez. Matematiksel denklemler ışığın hızına erişmenin imkansızlığını gösterir. Yine de,

ışıktan hızlı hareket eden ve ‘takyon’ adı verilen parçacıkların varlığı kabul edilmektedir. Bu durumda hız, kütle, boyut, zaman ve enerji gibi temel kavramların yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

Işık farklı ortamlarda farklı hızlarda gider. Işığın boşluktaki hızı saniyede 299.793 km’dir. Bu son hızdır. Işık bir saydam ortamdan geçerken boşluktakine göre daha yavaş hareket eder. Işığın belli bir ortamdaki hızı ne kadar yavaş olursa, boşluktan o ortama eğik bir açıyla girdiğinden, kırılma açısı da o kadar büyük olur. Işığın hava içindeki hızı boşluktaki hızından 90 km daha azdır. Işık suda saniyede 225.000 km, camda 176.000 km ve elmasta ise 124.000 km’lik hızlarla yol alır.

Saniyede 285.000 km ile uzaklaşan bir galaksinin hızı ışık hızının %80’idir. Işık hızına en yakın hızla hareket eden cisimler kozmik ışınlar içindeki atom altı parçacıklar olup bunlar ışık hızının % 99.9’undan daha hızlı hareket ederler, ama kritik hıza asla erişemezler.

Işık Enerjisi

Bir ışık demeti enerji ihtiva eder. Işık demeti saydam olmayan bir cisme çarptığı zaman enerjisinin çoğu ısıya dönüşür. Yani, saydam olmayan cismi meydana getiren parçacıklar ışığın enerjisini kazanır ve daha çabuk titreşmeye başlarlar.

Işık kütlesi sıfır olan parçacıklardan meydana gelmiş olmasına rağmen üzerine geldiği madde üzerinde bir kuvvet uygular. Olağan şartlar altında bu kuvvet farkedilmez. Havası boşaltılmış bir mekanda yapılan bir deneyde, ışığın yaptığı bu kuvvet ölçülebilir.

İki ışık demeti aralarında küçük bir açı kalacak şekilde buluştuklarında, ışık dalgaları birbirlerini kısmen veya tamamen yok

eder. İki ışık demetini birbirini tamamen yok edecek şekilde düzenlemek mümkündür. Bu iki ışık demetinin düşürüldüğü bir ekran tamamen karanlık hale gelir. Fakat ekranda bir ısınma olacaktır. Bu durumda ışık enerjisi ısıya dönüşmüştür.

Relativite Kuramları

Relativite Kavramı

Işık hızının nasıl ve nereden çıkarsa çıksın her gözlemciye göre hep aynı kaldığının anlaşılması, ‘relativite’ kavramını ortaya çıkardı. Relativite, izafiyet anlamına gelir.

Modern kozmolojinin de başlamasına neden olan relativite kavramı bir cismin başka bir cisme göre olan durum ve özelliğini açıklar. Bu kavram sayesinde evrendeki her cismin davranışı incelenebilmektedir. Relativite yasaları evren boyutunda geçerli olan modern fiziği başlatmış ve klasik fiziği geçersiz kılmıştır. Relativite ışık hızının değişmez bir sabit olması üzerine kurulmuştur. Kuram, ‘evrenin neresinde olunursa olunsun doğa yasaları aynıdır, bir olay bir diğerine aynı görünmese bile’ der. Yasalar sabittir, fakat olaylar relatiftir.

Einstein tarafından bulunan relativite kavramı iki teorinin kapsamında incelenir.

a) Özel relativite kuramı : 1905 yılında yayınlanmıştır. Bu kuramda, boyutların ve zamanın mutlak olmadığı, bir cismin boyutunun ve zamanın gözlemciye göre relatif olduğu, ışığın daima aynı hızda ilerlediği, cismin kütlesinin hızı arttıkça fazlalaşacağı, hız arttıkça cismin boyunun kısalacağı, ışık hızına ulaşılınca cismin kütlesinin sonsuz, boyunun sıfır olacağı, hız arttıkça zamanın yavaşlayacağı, bu yüzden hiçbir cismin ışık hızına ulaşamayacağı ve onu geçemeyeceği belirtilir.

Ayrıca, enerjinin kütleye eşit olduğu da bu teori kapsamında incelenir. Bütün bunlar ışık hızına yakın hızlarda ve sabit hızda hareket eden cisimler için geçerlidir.

b) Genel ralativite kuramı : 1916 yılında yayınlanmıştır. Bu kuram, özel relativitenin daha gelişmiş şekli olup, ışık hızına yakın fakat hızlanan veya yavaşlayan hızlardaki cisimler için geçerli bulunmaktadır. Genel relativite kuramı, kütlesel çekimin yerini alan ve uzay-zaman eğriliğini ispat eden bir teoridir. Bu kurama göre, doğa yasaları birbirine göre hızlandırılmış veya yavaşlatılmış hızlardaki bütün gözlemcilere göre aynıdır.

Teori, bütün cisimlerin, biri zaman üçü ise uzay olan dört boyutlu bir uzay-zaman içinde hareket ettiklerini öngörür. Ayrıca, uzay-zamanın ağır gök cisimlerinin etrafında eğrilmiş olduğunu ve bu ağır cisimlerin yakınından geçen diğer cisimlerin bu eğrilmiş uzayın eğriliğini takip ederek onların etrafında döndüklerini ispat eder.

Einstein'den önce kütle ve enerjinin birbirinden bağımsız şeyler olduğu, hız, boyut ve zamanın mutlak olduğu sanılıyordu. Einstein'in relativite kuramları bu inanışları değiştirdi, kütle ve enerjinin tek bir şeyin değişik biçimleri olduğunu, hız, boyut ve zamanın mutlak olmadığını ispat etti. Relativite kuramları yayınlandığı tarihlerden sonra yüzlerce defa, uzayda ve atom çarpıştırıcılarında denendi ve sonuçları öngörülen değerlerde çıktı.

Özel Relativite Kuramı

Einstein'in özel relativite kuramına göre, koşan bir kimse koştuğu doğrultuda ağırlık kaybetmeksizin daha hafifler. Koşucu durduğu anda eski boyutuna döner. Yani, koşan kimse durduğu ana göre daha yoğundur. Koşma hızında etkinin büyüklüğü ölçüle-

meyecek kadar küçük olduğundan bu farklar farkedilemez. Fakat, bu hareketler ışık hızında olsaydı belirtiler farkedilecekti. Relativite kuramı ancak ışık hızına yakın hızlarda geçerlidir.

Einstein, cisimlerin kendi hareketleri doğrultusunda kısalmak durumunda bulunduklarını, hızları arttıkça kısalmalarının arttığını ve ışık hızına ulaşıldığında uzunluklarının sıfıra inmiş olacağını ispat etti. Hareket halindeki cisimlerin hızları arttıkça kütlelerinin de artmak durumunda bulunduğunu, ışık hızında kütlenin sonsuz büyüklüğe ulaşacağını, ayrıca hareket halindeki bir cisimde gerçek zamanın cismin hızı arttıkça yavaşladığını ve ışık hızında zamanın tamamen duracağını, bunlara ilave olarak kütlenin belli bir miktar enerjinin eşdeğeri olduğunu ve bunun tersinin de doğru olacağını buldu. Bütün bunlar sabit hızda hareket eden cisimler için geçerlidir.

Yapılan ölçümler sonucu, bize göre saniyede 257.000 km hızla giden bir cismin, bize göre hareketsiz olması halindekinin iki katı kütleye sahip olduğu anlaşılmıştır. Eğer cisim normal hızlarda yol alıyorsa verilen enerjinin tamamı cisme hız olarak girer ve cisim giderek hızlanır. Hareket halindeki cismin hızı arttıkça hız olarak enerji girişi azalır, kütle olarak giriş ise artar. Cismin hızı giderek artarsa ve ışığın boşluktaki hızı olan 299.793 km'lik hıza çok yaklaşınca, ek enerjinin tamamı kütle olarak girer. Yani, cismin hız artışı artık çok yavaş artar ve buna karşılık kütle artışı çok fazlalaşır. Işık hızına ulaşıldığında da tüm ek enerji kütle olarak ortaya çıkar. Kütlenin artışı sırasında atomların sayısı aynı kalır fakat atom içindeki parçacıkların kütleleri artar.

Genel Relativite Kuramı

Genel relativite kuramı kütlesel çekim kuvvetini ve evrenin gözlemlenebilir sınırı olan 10^{24} kilometre büyüklüğe kadar olan yapısını inceler. Genel relativite kuramı, evrende artık kendisinin de

işlemediği bir nokta olduğunu öngörür. Böyle bir noktaya ‘tekillik’ adı verilir.

Bu teoride zamanın, hız olmadan da, büyük çekim alanlarında daha ağır akacağı ön görülür. Buna göre Güneş yüzeyine çok yakın bulunan bir adamın saati, Dünyadaki saatlere göre daha yavaş ilerler. Ortam değişikliği ile zamanda ileri geri gidip gelmek genel relativite yasalarına göre mümkündür.

Einstein teorilerinin çok sayıda deneyle doğrulanmasıyla 20. yüzyılın modern kozmolojisi de doğmuş oldu. Genel relativite, dört boyutlu uzay-zaman ortamının çöktüğünü, bükülüp, eğilip, burulduğunu gösterir. Uzayın yumuşak ve elastik yapısından dolayı bükülmesi, içinde barındığı ağır kütleli cisimlerden ileri gelir. Ağır bir güllenin bir çarşaf yüzeyinde bıraktığı çukurluk gibi, Güneş de çevresindeki uzayı çukurlaştırmıştır. Uzayın neresinin çöktüğünü anlamak zordur. Dört boyutlu uzay içinde bu çökün-tünün nedeni kütleden ileri gelir. Kütle ne kadar fazla ise uzayın çevresi de o kadar eğrilip, çöker.

Araya kütle kavramı girince çekim kavramı da kaçınılmaz olur. Çekim bir kuvvettir. Bu kuvvet, kütleli cisimlerin kendinden daha hafif kütleli cisimleri nasıl çektiğini açıklar. Einstein, uzayın bu çökücü özelliği ile kütleli cisimlerin yakınından geçen ışık ışın-larının bu çukura çekim nedeniyle düşerek sapacağını ileri sürdü. Yani, ışık uzaydan geçerken bükülür, eğrilir ve doğrultu değiştirir. Einstein’den önce ışığın hep düz bir doğru boyunca ilerlediği, hiç bükülüp sapmadığı sanılıyordu. Einstein, ışığın Güneş gibi büyük kütleli gök cisimlerinin yanından geçerken doğrultu değiştirdiğinin yanında, ayrıca çekim alanının çok kuvvetli olduğu uzayın en çu-kur bölgelerinde zamanın da daha ağır akacağını söyledi.

Genel relativite teorisi değişken hızlarda hareket eden cisimler için geçerli olup, çekim etkilerinin niteliği konusundadır.

Einstein'in bu kuramları ancak büyük hızlarda incelenip denebilir. Böyle büyük hızlar atom altı parçacıklar arasındadır. Sıradan hızlarda Einstein'in öngördüğü değişiklikler çok küçük olduğundan ihmal edilebilir.

Yerçekimi etkisinden uzakta bir uzay gemisindeki bir asansör 975 cm/saniyelik bir hızla yukarı doğru yükseldiği zaman, bu hız, yeryüzünde asansörün yere doğru, kütle çekimi nedeniyle, çekildiği hıza eşit bir hızdır. Uzaydaki bu asansörün içindeki bir adamın vücudu yukarıya doğru hızlanmaya direnirse ayakları hala zemine basar ve elindeki bir taşı bıraktığında taş aynen yeryüzünde olduğu gibi hemen zemine düşer.

Pisa kulesinden atlayan bir adam bir de taş bıraksaydı, her ikisi de serbest düşme yapacaktı. Düşüş sırasında taş adama duruyor gibi görünürken, kütlesel çekimin etkisiyle bir an askıda kalan adam, birkaç saniye için kendisini de hareketsiz sanacaktı.

Einstein, kütlesel çekimin alışılmış anlamda bir kuvvet olmadığını açıkladı. Uzay gemisindeki adamı taşıyan asansörün hızı ışık hızına yaklaştığı zaman, asansörün duvarındaki bir delikten giren ışık demeti, içerdeki adama bir yay halinde aşağıya eğiliyor ve karşı duvarda daha aşağıdaki bir noktaya düşüyor görünecektir.

Bunun nedeni, belirli koşullar altında, ışık ve kütlenin eşdeğer olmasıdır. Işık, enerjisi olduğundan, bir kütleye sahiptir ve kütlesi olan herşey kütlesel çekim kuvvetinin etkisine uğrar. Kütlesel çekim bir ivme biçimidir. Bu yüzden, hızlanan asansörde ışık ve adam eşit olarak etkilenecek ve her ikisi de asansörün zeminine doğru çekilecektir. Benzer şekilde, bir ışık demeti eğer bir gezegen gibi ağır bir cismin yanından geçerse, kütle çekimi ışığın yolunu gezegene doğru bükecektir.

Relativite ve Işık Hızı

Einstein'ın bilime getirdiği diğer bir yenilik ise hızla ilgilidir. Belli hıza sahip bir hareketliden, hareket yönünde, belirli bir hızla fırlatılan cismin hızı, cismin hızı ile hareketlinin hızının toplamına eşittir. Hareketliden ters yönde fırlatılan cismin hızı ise, hareketlinin hızı ile cismin hızının farkına eşittir. Işığın hızı saniyede 299.793 km'dir. Işığın bu hızı sabittir ve değişmez. Işık hızı, ışık hızı ile giden bir hareketliden doğru veya ters yönde bile fırlatılsa, hızı yine 299.793 km/saniye'dir. Yani, Einstein'ın relativite teorisine göre ışık kaynağının hızı ne olursa olsun ışığın hızı hep aynıdır.

Einstein, artan hızla birlikte cisimlerin gittikleri yönde kısalacaklarını, kütlelerinin büyüyeceğini, zamanın daha yavaş geçeceğini ve kütlesi olan şeylerin ışıktan hızlı gidemeyeceklerini hesaplamıştır. En son yapılan testte, Einstein'ın buluşlarının 100 milyarda bir farkla doğru olduğu görülmüştür.

Galaksimizin çapı yüz bin ışık yılıdır. Işık hızına yakın bir hızla yol alan bir uzay aracındaki insan için galaksimizin bir ucundan diğer ucuna gitmek belli bir sürede mümkün olur. Yine bu kurama göre, tüm evreni dolaştıktan sonra gezegenimize milyarlarca yıl sonra dönmek mümkündür. Kurama göre, zaman içinde geriye gidilemez, zaman yavaşlatılabilir ve fakat durdurulamaz ve geriye götürülemez. Işık hızında değil, ancak ona çok yakın bir hızla yolculuk edilebilir.

Çöken yıldızların meydana getirdiği karadelikler fiziği Einstein'ın özel relativite kuramına girmez. Bunlar daha karmaşık bir kuram olan genel relativite içinde incelenir. Henüz tam bilinmemesine rağmen, tersi ispatlanamayan önerilere göre, bilhassa dönen karadelikler başka zamana geçişin kapılarıdır.

Hız ve Kütle

Einstein'ın $E=mc^2$ (E:enerji, m:kütle, c:ışık hızı) ile gösterilen denklemi, kütle-enerji eşitliğini ve hiçbir şeyin ışıktan hızlı gidemeyeceğini gösterir. Buna göre hareketinden dolayı enerji kazanan bir cismin kütlesi artar. Yani hızını artırmak zorlaşır.

Işık hızının onda birinde yol alan bir cismin kütlesi hareketsiz haldekinden ancak yüzde yarım fazladır. Fakat ışık hızının onda dokuzu ile giderken kütlesi hareketsiz haldekinden iki katından fazladır.

Işık hızına yaklaştıkça kütle o kadar artar ki hızını daha da artırmak için çok büyük enerji gerekir. Işık hızına ise asla erişilemez, zira ışık hızında cismin kütlesi sonsuz olur ve bunun için sonsuz miktarda enerji gerekir. Ancak, ışık veya kütlesi olmayan nesneler ışık hızında gidebilirler.

Hız ve Zaman

Işık hızına yakın bir hızdaki yolculukta kolumuzdaki saate göre zaman, yerinde sabit duran bir saate göre daha yavaş geçer ki buna 'zamanın genleşmesi' denir. Zaman genleşmesi evrenin ölçeğinde ispatlanmıştır. Einstein'e göre ışık hızına yakın bir hızla hareket eden bir aracın içinde zaman daha ağır akar. Uzayda hız arttıkça zaman da azalır. Zamanın azalması, sadece saatlere mahsus bir olay olmayıp, her türlü organik, biyolojik, anatomik yapılar için de geçerlidir.

Bir uzay aracı içindeki bir adam için uzayda ışık hızına yakın bir hızda hareket durumunda, Dünyadaki 3 saatlik bir zaman, araç içindeki adam için 3 dakika olacaktır. Araç içinde ışık hızına yakın bir hızda hareket eden adam Dünyaya döndüğünde, değişen ve

sıçrama yapan zaman sayesinde, Dünyada bıraktığı oğlundan daha genç yaşta olacaktır. Zaman kısalınca uzay da kısalır.

Enerji ve Kütle

Einstein'ın formülü olan $E= m \times c^2$ enerjinin dönüşümünü gösterir. Burada, enerji ile kütle arasında bir fark yoktur. Enerjiden kütle, kütleden enerji elde edilir. Madde ortadan kalkar ve yerine enerji açığa çıkar. Az bir madde ile çok yüksek enerji elde edilmesinin nedeni, ışık hızının yüksek değerinden kaynaklanır.

$E= mc^2$ formülüne göre, bir kütlenin, hız büyüklüğünün karesi ile çarpımından enerji elde edilir. 1 gram kütleli bir cisim birden enerjiye dönüştürülebilseydi, 30 milyon kilowat saat'lik bir enerji elde edilebilirdi.

Zaman

Zaman

Zaman psikolojik bir süre duygusudur. Zaman bir boyuttur. Fakat zaman için dördüncü boyuttur denmemelidir. Zaman yalnızca diğer üç boyuttan farklı bir dördüncü boyuttur.

Işık hızının nasıl ve nereden başlarsa başlasın her gözlemciye göre aynı kaldığının anlaşılması üzerine relativite kavramı kuruldu. Bu kavram, bir tek mutlak zaman düşüncesini değiştirdi. Buna göre, her gözlemcinin yanında taşıdığı saate göre kaydettiği bir zaman ölçüsü vardır. Zaman, değişik gözlemcilerin taşıdıkları zamanı aynı ölçmeleri değil, onu ölçen gözlemciye ait bir kavramdır.

Zaman bir koordinat sisteminde başka, diğer bir koordinat sisteminde başka hızlarla akabilmektedir. Zamanın kısaldığı böyle bir ortamda, insan vücudundaki kalp atışları, beyin, hücre, vs Dünyadakine göre daha yavaş işler.

Dünyada zaman belirli bir hızla akarken, Dünyadan daha kütleli bir gezegende, örneğin Güneş yüzeyinde, zaman daha yavaş akar. Zamanın akışı hem kütleye hem de hıza bağlıdır.

İki tür zaman tarifi vardır :

a) Asimetrik zaman : önce sebep vardır, sonra sonuç gelir. Olaylar tersine dönüştürülemez. Asimetrik zaman oku daima geçmişten geleceğe doğru yönelmiştir. Önce taş atılır sonra cam kırılır. Bu zamanda bizler geçmişi hatırlar ve geleceği planlarız.
b) Simetrik zaman : sebep ve sonuç birbiri ile karışmıştır. Sonuçlar sebeplerden önce gelebilir. Önce cam kırılır, sonra taş atılır.

Zaman içinde geriye doğru bakabiliriz. Aslında bu işi zorunlu olarak yapmaktayız da. Gerçekte biz bir cismi ışığın üzerinden ayrıldığı zamanki haliyle görürüz. Yani biz bir cisimden 3.3 metre uzakta duruyorsak bu cisimden çıkan ışık bize 10^{-8} saniye sonra ulaşmış olur. Bizim gördüğümüz cisim, 10^{-8} saniye önceki cisimdir. Yeryüzü boyutlarında bu farklar son derece önemsiz olduğundan bizler cisimleri o anda görüyormuş gibi algılarız.

Güneş ışıklarının bize ulaşması sekiz dakika alır. Şimdi gördüğümüz Alpha Centauri yıldızı 4.3 yıl önceki Alpha Centauri, Arcturus ise 40 yıl önceki Arcturus'dur. Andromeda galaksisine baktığımız zaman onun 2.300.000 yıl önceki halini görmüş oluruz. Eğer ışık hızından daha büyük bir hızla yeryüzünden uzaklaşıyor olsaydık ve uzaklaşırken de yeryüzüne baksaydık, yeryüzü tarihini geriye doğru izliyor olurduk.

En Kısa Zaman

Bazı atom altı parçacıklar çok kısa zaman aralıklarında parçalanır. Bir kabarcık odasında, ışık hızına yakın bir hızla yol alan bazı parçacıkların oluşmalarıyla parçalanmaları arasında geçen süre sırasında üç santimetrelik bir iz bırakır. Bu iz saniyenin on milyarda biri kadar süren bir zamana tekabül eder.

Son yıllarda çok kısa ömürlü olan parçacıklar keşfedildi. Bunlar geride ölçülebilir bir iz bile bırakamayacak kadar kısa ömürlüdürler. Bu çok kısa ömürlü rezonans parçacıkları saniyenin trilyon-

da birinin trilyonda onu (10^{-23}) kadarlık bir zaman aralığında yaşayıp yok olmaktadır. Bir saniyenin milyonda birinin milyonda biri, bu rezonans parçacıklarının ömrü yanında 300 yıl gibi kalır. Böyle bir zaman aralığında ışık ancak 10^{-13} santimetre (yani bir proton genişliği) kadar yol alır. Bu, muhtemelen olabilecek en kısa zaman birimidir.

Uzay ve Zaman

Einstein zamanı bir dördüncü boyut olarak ele alır. Dördüncü boyut olan zaman, diğer üç boyut (en, boy, yükseklik) gibi gözle görülemez. Uzay, artık 'uzay-zaman' olarak adlandırılmaktadır.

Zaman son derece karmaşık, daima geçmişten geleceğe doğru akan bir boyut özelliğinde kavram olup, bir dördüncü boyut olarak evrenle beraber uzayın ayrılmaz bir parçasıdır. Zamansız uzay tarif edilemez. Zaman da uzaydan soyutlanamaz. Zamanın bir sıfır noktasından başlaması bize bu noktanın özelliklerini araştırma zorunluluğunu getirmektedir.

Evren nereden çıktı, nasıl ve niçin başladı, sonu gelecek mi, gelecekse nasıl olacak? Evren nereden gelip nereye gidiyor, evrenin bir başlangıcı var mıydı, var idiyse ondan önce ne vardı? Zamanın başlangıcı nedir, bir sonu olacak mı? Bu sorular cevaplandırıldığı zaman bu insan zekasının en büyük zaferi olacaktır. Zira o zaman Tanrı'yı daha iyi anlamış olacağız.

Zaman, daha önceki zamanların tarif edilememesinden dolayı, Büyük Patlama ile başlamıştır. Fakat Büyük Patlamadan önce de zamanlar bulunabilir. Bu önceki zamanlar, şimdiki zamandan çok daha değişik olabilir. Zamanın başlangıç noktası için fiziksel bir olayın olmuş olması gerekmez. Tanrı, bizim evrenimizi, belki de, zamanın herhangi bir yerinde yaratmış da olabilir. Eğer bizim

evrenimiz tek ve ilk evren ise, zaman 15 milyar yıl önce başlamış denilebilir.

Zamanın Genleşmesi

Zaman genleşmesi, zamanın hızın artmasıyla birlikte yavaşlamasıdır. Hızla yol alan bir uzay gemisinde herşey yavaş hareket eder. Gemide bulunan herşey aynı oranda yavaşlayacağından gemidekiler bunun farkında olamazlar. Onlar için dış Dünyadaki herşey hızlanmış görünür.

Evren genelinde, hız arttıkça zamanın yavaşlaması daha belirgin bir hal alır. Geminin hızı ışık hızının %98'ine ulaştığında geçen zaman, geminin hareketsiz kalmış durumunda geçecek zamanın beşte biri kadardır. Işık hızına daha fazla yaklaşınca zamanın geçme oranı iyice azalır ve ışık hızının bir kilometre yakınında zaman sıfıra düşer.

Zaman İçinde Yolculuk

Einstein'ın özel ralativite yasasına göre hareket edenler için zaman yavaşlar. Zaman içinde yolculuk mümkün müdür? Bu yolculuğu zaten yapmaktayız. Hepimiz zaman içinde ileri doğru saniyede bir saniyelik bir hızla yol almaktayız. Peki, biz bu hızı değiştirebilir miyiz? Evren geneline göre hareket ediyorsak, evet.

Saniyede 1 km'lik bir hıza sahip bir süpersonik jetle kendi saatine göre 10 yıl Dünya çevresinde dolaşan biri, yere indiği zaman Dünyadaki saatlere göre aradan 10 yıl 9.5 gün geçmiş olduğunu görür. Bu kişi ne kadar hızlı hareket ederse aradaki fark da o kadar büyük olur. Eğer, saniyede 260.000 km'lik bir hızla yol alan bir uzay gemisine binerse (ışık hızının %87'si) onun zamanı Dünyadakinin iki katı olacaktır. Gemideki saat aradan 10 yıl geçtiğini gösterirken Dünyadaki saatler 20 yıl geçmiş olduğunu

gösterecektir. Hızı saniyede 295.000 km (ışık hızının %98.3'ü) olduğunda, kendi saatine göre 10 yıl geçerken Dünyada 54.5 yıl geçmiş olacaktır. 27 yaşındaki adam Dünyada bıraktığı 3 yaşındaki oğlundan dönüşünde 20 yaş küçük olacaktır. Baba 37, oğlu ise 57.5 yaşında olacaktır.

Işık hızının %99'u ile hareket eden bir uzay gemisindekiler Dünyadakilerden yedi kat daha yavaş yaşlanırlar. Işık hızına, onun on binde biri kadar yaklaşarak hareket edenler ise Dünyada bıraktıklarından milyonlarca kat daha yavaş yaşlanacaklardır.

Işık hızının çok yakınında giden gemide bulunan herşey içindekilere normal görünmesine karşılık, dışındakilere anormal görünecektir. Yıldızlardan gelen ışıklar, X-ışınları bölgesine kayacağından yıldızlar görünmez olacaktır.

Çok hızlı giden elektronlarla taşınan bir saat, durduğu zamankinden elli bin kat daha yavaş ilerler. Yani, hareket eden saatler yavaşlar. Yüksek hızlarda seyahat edenler daha yavaş yaşlanır. Bunun sebebi, uzayda hareket edenler çeşitli zamanlarda hızlandırılır ve yavaşlatılır. Dünyadakiler için böyle bir şey mümkün değildir. Yeterli hızı temin edecek enerjiye sahip olduğumuz zaman, teorik olarak, geleceğe doğru istediğimiz kadar ilerleyebiliriz.

Zamanın Dünyaya göre daha yavaş geçtiği ikinci özellik, büyük kütleli yıldızların etrafındaki çekim alanlarıdır. En kuvvetli çekim alanları Güneş gibi büyük cisimlerin etrafındadır. Daha da kuvvetlisi karadeliklerdir. Karadeliklerin çekim gücü o kadar şiddetlidir ki, ışık bile bu çekimden kaçıp kurtulamaz. Zamanın tamamen durduğu karadeliklerin içinde zamanın gerisine gidilebilir.

Sanal Zaman

Kuantum mekaniğinin kütlesel çekim ile birleştirilmesi sanal zaman kavramını meydana getirir. Sanal zaman uzaydaki yön kavramı gibidir. Sanal zaman içinde ileriye doğru yol alınıyorsa, geriye doğru gidilebileceği de düşünülebilir. Sanal zaman içinde ileri ve geri yönler arasında önemli bir fark yoktur. Gerçek zamanda ise ileri ve geri yönler arasında büyük farklar vardır.

Doğadaki Temel Kuvvetler

Doğada dört çeşit temel kuvvet vardır. Bunlar keşfedilme sırasına göre, kütlesel çekim (gravitasyon), elektromanyetik, güçlü çekirdek ve zayıf çekirdek kuvvetleridir. Şu ana kadar bu kuvvetlerin herhangi biri ile açıklanmamış hiçbir doğa olayı gözlemlenmemiştir. Bir beşinci kuvvetin ortaya atılmasını gerektirecek bir olgu ile henüz karşılaşılamamıştır.

Keşfedilen özel parçacıklar ile bu kuvvetlerin varlığı anlaşılmıştır. İki parçacık arasındaki kuvvet, o kuvvetin karşılığı olan özel bir parçacığın iki parçacık arasındaki alışverişinden meydana gelir. Kütlesel çekim, elektromanyetik, güçlü ve zayıf nükleer kuvvetler graviton, foton, gluon ve W^+,W^-,Z^0 adı verilen parçacıkların alışverişinden oluşurlar.

Doğada bilinen dört kuvvet şunlardır:

1. Çekim kuvveti: Bu kuvvete ‘gravitasyon’ da denir. Doğadaki bütün cisimler bu kuvvetin etkisi altındadır. Evrendeki yıldızlar, güneşler, gezegenler, kuyruklu yıldızlar, uydular, meteorlar birbirlerine bu kuvvetle bağlıdırlar. Makrokozmostan, mikrokozmosa kadar, uzay ölçeğinden parçacıklara kadar kütlesi olan her cisim birbirini bu gravitasyon kuvveti ile çeker. İçinde

bulunduğumuz evren kendini yine kendi çekim kuvveti ile ayakta tutar.

2. Elektromanyetik kuvvet: Elektronları çekirdeğin çevresindeki yerlerinde tutan ve böylece maddenin bir bütün olarak görünmesini sağlayan elektromanyetik kuvvettir. Bu kuvvet atomları ve molekülleri birbirine bağlı tutar.

3. Güçlü çekirdek kuvveti: Bu kuvvet atomun çekirdeği boyutlarında geçerli olup, o kadar güçlüdür ki hayal edilmesi bile çok zordur. Bu kuvvet çekirdek parçacıklarını birbirine kenetler ve böylece çekirdek dağılmadan yerinde durur. Çevremizdeki bütün cisimler bu kuvvetin büyük etkisiyle kararlı ve dengeli durumlarını muhafaza ederler.

4. Zayıf çekirdek kuvveti: Zayıf çekirdek kuvveti de atom çekirdeği boyutlarında etkisini gösteren bir kuvvet olup, pratik hayatta biz onu tanımayız.

Böylece çekim kuvveti uzay boyutlarında, elektromanyetik kuvvet atom boyutlarında, güçlü çekirdek ve zayıf çekirdek kuvvetleri de atomun çekirdeği boyutlarında etkilidir.

Bu dört kuvvetin tek bir olduğu ve yaşamın kendisi de dahil evrenle ilgili bütün sorunların kesin yanıtlarının Büyük Patlamanın 10^{-33} ile 10^{-43} saniyeleri arasında yattığına inanılmaktadır. Klasik zaman kavramının yok olduğu yer, bu saniyeler arasındaki bir yerdir.

Doğada aşırı derecede hassas bir denge bulunmaktadır. Örneğin, atom çekirdeğindeki kuark, nötron ve protonları etkileyen güçlü kuvvet eğer çok az bir farkla daha zayıf olsaydı, kararlı olarak kalabilecek tek element hidrojen olacaktı. Öteki elementlerin hiç biri var olmayacaktı. Eğer güçlü nükleer kuvvet, eletron ve nötrino

gibi leptonların davranış biçimini düzenleyen elektromanyetizmadan biraz daha güçlü olsaydı, yalnızca iki proton içeren bir atom çekirdeği evrenin kararlı bir yapıtaşı olacaktı. Bu durumda hidrojen olmayacak, yıldız ve galaksiler bugünkünden çok farklı bir gelişim göstereceklerdi. Eğer kütlesel çekim kuvveti daha güçlü olsaydı (güçlü nükleer kuvvetten 10^{45} kez daha zayıf olma yerine sadece 10^{33} kez daha zayıf) evrenimiz küçük ve kısa ömürlü olacaktı. Ortalama bir yıldız Güneşin 10^{12}'si kadar bir kütleye sahip olacak ve yalnız bir yıllık ömrü olacaktı.

Bu yasaların ardında herşeyin tek bir kuvvet ile izahı mümkün olduğu zaman bilimde altın çağ başlayacaktır. Evrenin anahtarının Büyük Patlama anında ya da onun hemen sonrasında yattığına inanılmaktadır. Fizikçiler en son yeniden yapılanmaları kullanarak Büyük Patlamadan sonraki ilk saniyenin milyar kere trilyonda birinden daha kısa bir süre içinde neler olduğuna dair düşünceler geliştirdiler. Kütlesel çekim kuvveti, yaşadığımız evrende en zayıf ama en yaygın olan bir kuvvettir ve evrenin 15 milyar yıllık yaşamının hemen tamamında başlıca etkenlerden biri olmuştur.

Büyük Patlamayı izleyen ilk birkaç saniye içinde zayıf nükleer kuvvet, daha önce de elektromanyetizma etkin olmuştur. Güçlü nükleer kuvvet madde ve enerjinin bir olduğu, galaksi ve yıldızların henüz oluşmadığı bir anda, Büyük Patlamayı izleyen saniyenin milyarda biri kadar süre içinde hemen hemen tümüyle egemendi. Evren tarihinin birinci saniyenin ilk milyarda birlik döneminde enerji o kadar yoğundu ki dört kuvvetten hiçbiri ötekinden ayırt edilemiyordu.

Çekim Kuvveti

Doğanın temel kuralları içinde en kolay anlaşılır olanı, evrendeki yıldızları gezegenleri ve herşeyi kontrol eden kütlesel çekim kuvvetidir. Çekim çok zayıf bir kuvvettir. Cisimler ancak

astronomik boyutlarda ise çekim gücü farkedilebilir. Bu kuvvet evrenin yapısını şekillendirir.

Çekim kuvveti evrenseldir. Her parçacık kütlesi ve enerjisine göre ondan etkilenir. Çekim kuvveti, dört kuvvet arasında en zayıf olanıdır. Çekim kuvveti büyük uzaklıklarda etki edebilir ve hiçbir zaman itici olamaz. Bu kuvvet graviton denilen, sahip olduğu bir kütle olmadığından çok uzun menzilli olan bir parçacık tarafından taşınır. Gravitonlar henüz saptanamamıştır.

Evrende geçerli olan en zayıf kuvvet olan kütlesel çekim kuvveti güçlü çekirdek kuvvetten yaklaşık 10^{40} defa daha zayıftır. Çekim kuvveti kütle fazlalaştıkça artar. Güneşin kütlesi Dünyadan 330.000 kat fazladır. Dünyada 60 kg olan bir kişi Güneşte 20.000 ton gelir.

Çekim kuvvetini etkileyen ikinci özellik uzaklıktır. Cisimlerin merkezine doğru yaklaştıkça çekim kuvveti artar. Dünyanın eşit kütlesindeki bir gezegenin yarıçapı 590 km olsaydı, çekim 16 kat daha şiddetli olurdu. Bu durumda Dünyada 60 kg olan bir insan bu gezegende 1000 kg gelirdi. Yıldızların yakıtını tüketip çöküşü sırasında yarıçapı azaldığı içindir ki çekim kuvvetleri aşırı derecede artar.

İki cisim arasındaki çekim kuvveti, bu iki cismin merkezleri arasındaki uzaklık azaldıkça büyür. Yani uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak artar. Yeryüzünden belli bir uzaklıkta olan birisi bu uzaklığın yarısına geldiğinde Dünyanın o insan üzerindeki yerçekimi kuvveti dört kez artar.Yerçekiminin en fazla olduğu yer yerkabuğunun üzerindedir. Zira, Dünyanın merkezine yaklaştıkça yerçekiminin etkisi azalır. Yerçekiminin uzaklığa bağlı oluşu sadece çekiminde bulunulan cismin dışında bulunma halinde geçerlidir. Ancak o zaman cismin tüm kütlesinin merkezde toplanmış olduğu düşünülebilir. Dünyanın içine girildikçe,

Dünyanın merkeze daha yakın olan kısmı çekecektir, üst tarafta kalan kısmın yerçekimine bir katkısı olmayacaktır. Dünyanın tam merkezine gelindiğinde hiçbir çekim kuvveti kalmaz.

Deniz seviyesinde 60 kg gelen bir adam, Dünyanın merkezinden uzaklaştıkça çekimin azalması yüzünden ağırlığından kaybeder. Everest'in tepesinde 120 gram daha hafif gelir. Dünyadan 6370 km yukarıda 15 kg gelir. Everest'in tepesindeki yerçekimi, deniz yüzeyindekinden binde iki daha azdır.

Dünyadan uzakta bir uzay gemisinin içindeki insana göre, Dünyanın kütlesini kaybetmeden şimdiki yarıçapının yarısına büzüldüğü takdirde, o insan üzerindeki yerçekimi kuvveti değişmeyecektir. Çünkü insanın kütlesi, Dünyanın kütlesi ve insanın Dünyanın merkezine olan uzaklığı hep aynı kalacaktır. Dünyanın üzerinde bulunan ve büzülme süreci boyunca orada kalan bir insana göre, Dünyanın şimdiki yarıçapının yarısına büzülmesi halinde, o insan üzerindeki çekim kuvveti 4 kez artacaktır. Yani büzülme ile Dünya yüzeyindeki çekim kuvveti de giderek artar. Kütlesi sabit kalma şartıyla, Dünyanın veya bir protonun sıfır çaplı bir noktaya indirgenmesi halinde yüzeyindeki çekim kuvveti de sonsuz olur.

İki cisim karşılıklı şekilde birbirini çeker. Eğer birbirini çeken iki cisim eşit kütleye sahip ise, hiçbiri diğerinin etrafında dönmez. Çekimsel etkileşmeler eşit miktarda katkıda bulunduklarından, ikisinin tam ortasında bulunan bir nokta etrafında dönerler. Etrafında döndükleri bu nokta onların çekim merkezidir. Eğer iki cisim farklı kütlelere sahipse, daha fazla kütleli olanı çekimden daha az etkileneceğinden daha az hareket eder. Eğer daha kütleli olan diğerinin iki katı ise çekim merkezi küçük cisme göre iri cisme iki kat daha yakın olur.

Eğer kütlesel çekim şimdikinden daha az kuvvetli olsaydı, bu kez madde yıldızlar ve galaksiler halinde yoğunlaşamayacak ve evren soğuk ve boş olacaktı. Galaksimiz ve Güneş sistemimiz kesinlikle kütlesel çekimin öteki üç kuvvetten çok zayıf olması yüzünden gelişebilmiştir.

İkinci Newton yasasına göre, her cisim bir başka cismi kütlesiyle doğru orantılı bir kuvvetle çeker. Bu, kütlesel çekim kuvvetini belirleyen yasadır. Ağırlığı iki kat olan bir cisim iki kat bir kuvvetle yere doğru çekilir, çünkü kütlesi iki kat fazladır. İkinci Newton yasasına göre, bu iki etki birbirini karşılayacağı için neticede ivme her durumda aynı kalır. Newton'un kütlesel çekim yasası, ayrıca, cisimlerin birbirinden uzaklaşması halinde çekim kuvvetinin azalacağını belirtir. Buna göre bir yıldızın çekim kuvveti, yarı uzaklıktaki benzer bir yıldızınkinin dörtte biri kadardır. Eğer böyle olmayıp da yıldızın çekim kuvveti uzaklığı arttıkça daha fazla azalsaydı, gezegenlerin yörüngeleri eliptik olmayıp, gezegenler sarmal bir yörünge çizerek Güneşe doğru yaklaşırlardı. Çekim kuvveti uzaklık arttıkça daha az azalsaydı, uzaktaki yıldızların çekim kuvveti Güneşinkinden fazla olurdu.

Elektromanyetik Kuvvet

Atom ve moleküller çok daha kuvvetli olan elektromanyetik kuvvet tarafından bir arada tutulur. Bu kuvvet eletriksel yüklerin bulunduğu yerlerde geçerlidir. Bu kuvvetin gravitasyon kuvvetinden farkı, gravitasyon daima çeker, elektromanyetik kuvvet ise hem çeker, hem iter. Bu çekme ve itme cisimlerin kütlelerine göre değil, onların yük miktarlarına göre değişir. Yük ne kadar büyük olursa, çekme veya itme de o kadar büyür.

Elektromanyetik kuvvet, elektron ve kuark gibi elektrik yüklü parçacıklardan etkilenen, gravitonla etkilenmeyen bir kuvvettir. Bu

kuvvet çekim kuvvetinden 10^{38} defa daha büyüktür. Elektrik yükü, pozitif ve negatif olmak üzere iki türdür.

Dünya ve Güneş gibi büyük cisimler eşit sayıda pozitif ve negatif yük içerir. Böylece parçacıklar arasındaki çekici ve itici kuvvetler birbirine hemen hemen eşit olur ve geriye çok küçük miktarda bir elektromanyetik kuvvet kalır. Atomların çekirdeğinde negatif yüklü elektronlarla pozitif yüklü protonlar arasındaki elektromanyetik çekim elektronların atom çekirdeği etrafında dönmesine neden olur.

Elektromanyetik kuvveti taşıyan parçacıklara bir boson olan foton denir. Protonlarla elektronlar arasındaki çekim kuvvetini de fotonlar gerçekleştirir. Fotonlar aynı zamanda ışığı oluşturan en küçük enerji paketleridir. Elektromanyetik kuvvete göre çekirdekteki aynı pozitif yüklü protonların birbirini itmesi gerekecektir. Böyle bir itme ise çekirdeğin dağılması, sonuçta bütün maddenin çatlayarak yok olması demektir. Çekirdekteki protonların birbirini itmesi birbirini çekmesinden 1000 kat daha fazla olduğundan çekirdeği dağılmaktan kurtaran başka bir kuvvet daha bulunur ki böylece protonlar birbirleriyle daha güçlü yükle bağlanabilsinler.

Güçlü Çekirdek Kuvveti

Güçlü çekirdek kuvveti, proton ve nötronları atom çekirdeği içinde bir arada tutan, proton ve nötronların içindeki kuarkları birbirine bağlayan ve atom çekirdeğinin yerinde kalmasını sağlayan doğanın en güçlü kuvvetidir.

Bu kuvveti gluon adı verilen parçacıklar taşır. Güçlü çekirdek kuvveti, çekim kuvvetinden 10^{40} kat daha büyüktür. Büyük Patlamanın ilk anlarında parçalanan tek en büyük kuvvetin bir

parçası olarak ortaya çıkan, kuark ve leptonların sonsuza kadar birleşmesine sebep olan bir kuvvettir.

Zayıf Çekirdek Kuvveti

Zayıf çekirdek kuvveti atom çekirdeklerinin ayrışmalarına neden olan, uranyum gibi bazı atomlarda radyoaktif bozunmaları meydana getiren kuvvettir. Bu kuvveti, kütlesi olan ve lepton olarak adlandırılan W^+,W^- ve Z^o parçacıkları taşır.

Bu kuvvet, elektromanyetik kuvvetten 1000 kat daha zayıf ve çekim kuvvetinden 10^{35} kat daha güçlüdür.

Büyük Bileşim Kuramı

Elektromanyetik kuvvet ile zayıf çekirdek kuvveti birleştirilmiştir. Bunu, güçlü çekirdek kuvveti ile birleştirme konusunda Büyük Birleşik Kuram (GUT) adı verilen bir çalışma yapılmaktadır. GUT'un temel dayanağı, güçlü çekirdek kuvvetinin yüksek enerjilerde zayıflaması, elektromanyetik ve zayıf çekirdek kuvvetlerinin yüksek enerjilerde kuvvetlenmesi nedeniyle, bu üç kuvvetin eşitleneceği çok yüksek bir enerjinin bulunması ile bu üç kuvveti tek bir kuvvetin kapsamına alabilmektedir.

Bunu gerçekleştirecek büyük bileşim enerjisinin değerinin 10^{15} GeV (giga elektron-volt= bir milyar elektron-volt)'den fazla olması gerekir. Bugün sahip olunan parçacık hızlandırıcıları ancak 10^2 GeV gücü düzeyindedir.

Çekim Alanları

Şiddetleri uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalan biri elektromanyetik diğeri çekim alanı olmak üzere iki tip alan vardır.

150 milyon kilometre uzakta olmasına rağmen Dünya Güneşin çekim alanının içinde sıkı sıkıya tutulmaktadır. Çekim alanı iki alan içinde çok daha zayıf olanıdır. Bir elektronun yarattığı elektromanyetik alan, aynı elektronun yarattığı çekim alanından 4 milyon kere trilyon kere trilyon kere trilyon kat daha kuvvetlidir.

Çekim alanında, Dünyanın her zerresi çekim alanına katkıda bulunur ve sonuçta toplam çekim alanı muazzam miktarda olur. 100 milyon elektron Dünyanınki kadar bir hacme dağıtılmış olsa, bu elektronların elektromanyetik alanı Dünyanın tüm kütlesinin çekim alanına eşit olurdu.

Elektromanyetik alanda, pozitif ve negatif yükler arasında çekme, iki pozitif veya iki negatif yük arasında ise itme etkisi vardır. Sonuçta bu yüklerin karşılıklı etkileri birbirini yok edici yönde rol oynar ve çok ufak miktarlardaki elektron fazlalık veya eksiklikleri bizim varlığını farkettiğimiz çok ufak elektromanyetik alanlarını meydana getirir. Çekim alanı ise sadece çekme kuvvetini doğurur. Kütleye sahip her cisim, yine kütleye sahip her cismi çektiğinden üst üste yığılıp giden kütle, çekim alanının şiddetini artırır ve asla onu yok etmez.

Kozmik Işınlar

Radyasyon

Mutlak sıfır sıcaklığının üzerindeki bütün cisimler birer radyasyon çıkarırlar. Radyasyon cisimlerin çıkardıkları ışınlardır. Bu ışınların çok küçük bir kısmını insan gözü görebilir.

Cisimlerin çıkardıkları radyasyonun sebebi cisimleri meydana getiren atomların yörüngelerinde dolanan elektronların yörüngeler arasındaki sıçrama hareketleridir.

Eğer atomdaki bir elektron, dış yörüngeden iç yörünge seviye- sine inerse radyasyon oluşur ki bunun parçacığı fotondur. Fotonla- rın hareketsiz halindeki kütleleri sıfırdır. Fotonun bir enerjisi var- dır ve bu enerji E= hf Planck formülü ile ifade edilir. Burada, E=enerji, $h=6.63x10^{-34}$ Planck sabiti, f= frekans'dır.

İçinde bulunduğumuz mekanda binlerce çeşit ışın bulunur. Biz onları göremeyiz fakat onlarla içiçe yaşarız. Işık maddenin özel halidir diye tarif edilse de ışığın tanımlamak çok zordur. Parçacık paketleri halinde yayılan ışık, yağmur damlaları gibi kesikli aralıklı darbeler şeklinde bir karaktere sahiptir. Her bir damlanın sahip olduğu enerji paketi ışığı oluşturur.

Kozmik Işınlar

Uzaydan gelen radyasyona 'kozmik ışınlar' adı verilir. Kozmik ışınlar olağanüstü derinliklere sızma yeteneğine sahiptirler.

Kozmik ışınlar, pozitif elektrik yükü taşıyan, kütleli ve hızlı atom altı parçacıklarından meydana gelir. Bu parçacıkların %90'ı protonlar (hidrojen çekirdekleri) %9'u alpha parçacıkları (helyum çekirdekleri) ve geri kalan %1'i daha karmaşık atomların çekirdekleridir. Kozmik ışın parçacıkları oldukça kütleli oldukları ve ışık hızına yakın bir hızla hareket ettikleri için büyük miktarda enerji taşırlar. Bunlar bilinen en enerjik parçacıklardır.

Kozmik ışın parçacıklarının %98'i atom çekirdekleri ve geri kalan %2'si ise yüksek hızlı elektronlardır. Ayrıca, az bir miktar antielektron ve çok az bir miktar antiproton vardır.

Kozmik ışınlar elektromanyetik alanlar tarafından ivmelendiri- lirken hem çekilir ve hem itilirler. Her iki durumda da yolları eğrilir. Parçacıklar enerji kazandıkça yollarındaki eğilme oranı azalır ve çok büyük uzaklıklarda bu en küçük bir eğrilik bile önem kazanır.

Kozmik ışınlar elektrik yüklüdür ve bir manyetik alanın içinden geçtiklerinde bu alan onları hızlandırır. Uzayda manyetik alanlar vardır. Dünya bir manyetik alana, Jüpiter daha güçlü bir alana, Güneş ise daha da güçlü bir alana sahiptir. Bazı yıldızlar bizim Güneş sistemimizdeki her şeyden daha güçlü manyetik alanları yaratır. Yüksek enerjili yıldızlar ve süpernovalar tarafından üretilen kozmik ışınlar büyük uzay boşluğundan geçtikleri sırada gittikçe hızlanır ve enerji kazanırlar.

Kozmik ışınlar kendilerini soğuracak kadar büyük bir kütleli bir cisme çarpıncaya kadar dolaşmalarını sürdürür. Milyonlarca yıl hiç bir şeye çarpmadan dolaşan parçacıklar öylesine çok enerji kazanırlar ki, manyetik alanlara veya çekim alanlarına karşı bir kavis çizmek zorunda kalmadan düz bir çizgi üzerinde ilerleyerek galaksimizi terk eder ve galaksiler arası boşlukta dağılırlar.

Kütlesi olan atom altı parçacıkalardan elektrik yüküne sahip olmayanlar yavaş hareket eder. Hem kütleye ve hem elektrik

yüküne sahip olan atom altı parçacıklar ise hızlı hareket ederler. Çünkü bunlar yıldızların ve galaksilerin elektromanyetik alanları tarafından ivmelendirilirler. Dolayısıyle bu parçacıklar yıldızlar ve galaksiler arası uzayda yol alırken ışık hızına yaklaşmayı ve büyük enerjiler kazanmayı başarabilirler.

Kütlesi olmayan atom altı parçacıklar (fotonlar, gravitonlar ve nötrinolar) ışık hızı ile yol alır. Kütlesiz parçacıklar elektrik yükü taşımaz ve bu yüzden elektromanyetik alanlardan etkilenmezler. Bunlar ancak çekim alanlarının çok şiddetli olduğu bölgelerden etkilenirler. Böyle durumlarda bile kütlesiz parçacıklar bir bütün halinde eğrilir fakat dağılmazlar. Çekim alan şiddeti evrenin her yerinde önemsiz olduğundan, bütün kütlesiz parçacıklar, çıktıkları kaynak milyarlarca ışık yılı uzaklıkta olsa bile, eğilmeden ve dağılmadan doğrusal olarak hareket ederler.

Uzaydan Dünyaya yaklaşan kozmik ışınlar hızlı atom çekirdek- leridir. Buna birincil radyasyon denir. Bunlar, Dünya yüzeyine eri- şemez, atmosferin üst katmanlarına çarparak atomlarına ayrılır ve ikincil radyasyonu meydana getirirler. Bize erişenler ise muon biçiminde olan ikincil radyasyondur.

Muonların ömrünün yaklaşık bir saniyenin 2.2 milyonda biri olduğu hesaplanmıştır. Muonlar elektrona dönüşmeden önce, ışık hızında yolculuk etseler bile, ancak 660 metre yol alabilirler. Muonların Dünyaya erişecek kadar uzun süre hayatta kalmayı başarmaları Einstein'ın özel relativite kuramı ile izah edilmektedir. Buna göre hız arttıkça, hızın gidiş yönündeki mesafenin azaldığı ve ışık hızının sadece çok küçük bir yüzdesi olan olağan hızlarda bu azalmanın ölçülemeyecek kadar küçük olduğu bilinmektedir. Hız arttıkça mesafedeki azalma ölçülebilir hale gelir ve ışık hızına yaklaşıldığında mesafe çok kısalır.

Kozmik bir ışınla itilen bir meson ışık hızına çok yakın bir hızda yolculuk eder ve kendisi ile Dünya arasındaki uzaklık 100 metreden kısa hale gelir. Böylece bozulmadan önce yüzeye ulaş- mak için bol zaman bulur. Bu, muonun bakış açısından doğrudur. Bizim için ise aradaki mesafe çok uzaktır. O zaman nasıl oluyor da muonun yüzeye vardığını görebiliyoruz?

Burada Einstein'ın relativite teorisinden başka bir unsur devreye girer. Bir cisim bize göre çok hızlı hareket ediyorsa, o cisim üze- rinde zaman bize göre yavaş geçer, ışık hızına yaklaşıldığında zaman çok yavaşlar. Muonlar ışık hızına yakın bir hızda yolculuk ettikleri için, onlara göre zamanın geçişi, bize çok yavaş görünür ve söz konusu bir saniyenin 2.2 milyonda birine eşit ömürleri yüzlerce kat uzayarak muona ömrü sona ermeden önce Dünyaya varma olanağı sağlar.

Işınlar ve Dalga Boyları

Elektromanyetik spektrum denilen, çeşitli uzunluktaki dalgalardan oluşan ve giderek azalan dalga boylarına göre yedi adet ışın vardır: radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışınlar, gözle görülebilir ışık, morötesi ışınlar, X- ışınları ve gama ışınları.

Dünya atmosferi sadece, gözle görülebilir ışığa ve mikrodalgalara karşı yeteri kadar saydamdır. Diğer dalgalar ise havayı geçemeden tamamıyla soğurulurlar. Uzaydaki birçok nebula veya yıldız morötesi ışın yayar. Bir gök cisminin X-ışını yayması için sıcaklığının 1 milyon dereceden fazla olması gerekir. Ancak, maddesinin büyük bir basınçla bir arada toparlandığı bir nötron yıldızı da X-ışını yayabilir.

Ses ve ışığın dalgalardan oluştuğu saptanmıştır. Katot ışınları ve pozitif ışınlar elektrik yüklü parçacıklardan meydana gelir. X-ışınları ise dalgalardan oluşur. Alpha ışınları pozitif yüklü parçacıklardan, beta ışınları negatif akım yüklü parçacıklardan ve gamma ışınları ise dalgalardan oluşmaktadır. Katot ışınları ve beta ışınları hızla hareket eden elektron akışlarından, alpha ışınları ve pozitif ışınlar ise hızla hareket eden atomik çekirdek akışlarından oluşurlar. Bunlar, çok kısa ve çok yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalardan meydana gelmiştir.

Maxwell kuramına göre ışık dalgalar halinde ve sabit bir hızda yayılmaktadır. Bu dalgaların dalga boyu bir metreden uzun olanlara radyo dalgaları, birkaç santimetre olanlara mikrodalgalar ve santimetrenin binde biri uzunlukta olanlara kızılötesi ışınlar denir. Görünen ışığın dalga boyu santimetrenin 40-80 milyonda

biri arasında değişir. Daha kısa dalga boylarına sahip ışınlar ise morötesi, X - ışını ve gamma ışınlarıdır.

Güneşten olduğu gibi, uzaktaki solgun titrek yıldızlardan da radyo dalgaları gelir. Gözün gördüğü kırmızı ışınlardan daha uzun dalga boylarına sahip olanlara kızılötesi ışın denir. Bunlar 1 mikron ile 1 mm arasında dalga uzunluğuna sahip ışınlardır. Uzayda bugüne kadar 6000'den fazla kızılötesi ışın yayan yıldız tespit edilmiştir. Bunların çoğu Samanyolu galaksisi içinde yer al- makta olup, yaydıkları enerjiden onların sıcaklıklarını öğrenmek- teyiz.

Güneş dahil çok sayıda yıldız X-ışınları yayınlar. Güneşten ve uzaydan gelen X-ışınları yine atmosfer tarafından tutulur ve yeryü- züne inmesine izin verilmez. Güneşten yayılan güçlü morötesi ışınlar 0.7 mikron dalga boyundan daha küçük olup, atmosferin içinde yerden 20 km yükseklikteki ozon tabakasınca durdurulur ve bu öldürücü ışınların küçük bir kısmı yeryüzüne inebilir.

Radyo dalgaları, dalga boyları ışığın bir milyon katı (enerjisi de ışığın milyonda biri) olan ışığımsı bir radyasyondur. Düşük enerjili olduklarından kolayca üretilebilmekte ve kolayca saptanabilmek- tedir. Işığın giremediği her türlü maddeye girebilirler. Uzak me- safelere gidebilen radyo dalgaları ideal bir haberleşme aracı olarak kullanılmaktadır. Radyo dalgaları ışık hızı ile yol alır.

1940'ların başlarında mikrodalgaları üretip saptayabilecek cihazlar geliştirildi. Mikrodalgalar, ışık dalgalarının geçemediği sis, duman ve bulut gibi ortamlardan geçebilir. Bu dalgalar ışık dalgaları gibi, katı cisimler tarafından yansıtılır. Mikrodalgalarla bir cismin uzaklığı saptanabilir.

Mikrodalgalar kısa radyo dalgaları olup arka plandaki radyas- yonun etkisiyle kaybolmayan, başka yollardan tespit edilemeyecek kadar uzak mesafelerden gelen dalgalardır. Mikrodalgaların fre- kansı saniyede 10^{10} dalgaya sahip ışınlardır.

Radar gibi araçların ürettiği mikrodalga ışınları gezegenlerin etrafındaki bulutları delip geçer, gezegenin yüzeyine çarparak bize dönerler. Mikrodalga yankısından gezegenin yüzeyi hakkında bilgi

edinilir. Dalga boyları ve geri gelen mikrodalgaların şeklinden o gezegenin veya yıldızın yüzeyi, dönüşleri hakkında bilgiler elde edilebilir. Mikrodalga ışımasının sıcaklığı -270 derece veya mutlak sıfırın 3.16 derece üstündedir.

Spektrum

Bir yıldız ışığı her dalga boyundan ışığın bir karışımıdır. Bu ışık dalga boyuna göre, kısa dalgalı mor ışıktan, uzun dalgalı kırmızı ışığa kadar açılan bir 'spektrum' meydana getirir. Bu spektrum spektroskop aleti ile tanımlanır. Yıldız ışığının spektrumundaki siyah çizgiler (ki bunlar kayıp bazı dalga boylarını temsil ederler) yıldıza ait birçok özellikleri vermektedir.

Görünen Işık ve Renkler

Güneşten yayılan ışık son derece karmaşık bir olaydır. Işık dalga şeklinde yayılan bir enerjidir. Uzaydaki bir titreşimdir.

İnsanların gördüğü görünen ışık, mor renkten kırmızı renge kadar uzanan renklerin dalga boylarının bir özelliğidir. Göz ancak dalga uzunluğu 0.4 mikron ile 0.7 mikron arasında dalga boylarına sahip ışınları ve renkleri görebilir. 0.4 mikron dalga boyu mor rengi, 0.7 mikron dalga boyu ise kırmızı rengi tanımlar. Sarı, yeşil, mavi vs gibi her rengin kendine göre bir dalga boyu vardır. Diğer dalga boylarına sahip ışınlar beyin hücreleri tarafından reddedilir.

Çevremizde sonsuz sayıda ve değişik dalga boyunda ışınlar dolaşmakta fakat hiç birini görememekteyiz. Görebildiğimiz ışınlar sadece renklerdir. Uzayın derinliklerinden gelen kozmik ışınlar, X-ışınları, gamma ışınları etrafımızda dolaşmaktadırlar fakat biz onları göremeyiz. İnsan vücudu, ağaçlar, taşlar, arabalar da kendi sıcaklık derecelerine göre ışın (radyasyon) yaymakta olup onları da görememekteyiz. Sadece mor renkle kırmızı renk arasında kalan dar bir bölgedeki dalga uzunluğuna karşı duyarlıyız.

Bir cisim, mutlak sıfırdan daha yüksek herhangi bir enerji seviyesinde elektromanyetik dalgalar yayar. Eğer sıcaklığı çok düşükse, yalnızca, enerjisi çok düşük uzun radyo dalgaları çıkarır. Sıcaklık yükseldikçe yaydığı bu tür dalgalar giderek artar ve daha kısa, fakat daha enerjik radyo dalgaları yaymaya başlar. Sıcaklık yükselmeye devam ettikçe daha fazla enerjik mikrodalgalar ve daha sonra kızılötesi ışınlar yaymaya başlar. İnsan vücudu sıcaklığında (37 ^{0}C) olan bir cisimde en fazla ışınım uzun kızılötesi ışınlarıdır.

Cismin sıcaklığı 600 dereceye ulaşınca ışınım artık kısa dalga kızılötesi ışınları bölgesindedir. Bu sıcaklıkta gözle görülebilir kırmızı ışık bölgesine varılır ve cisim koyu kırmızı görülür. Bu kırmızılık toplam ışınımın sadece küçük bir yüzdesi olup, biz yalnızca kırmızı ışık ışınımını görebiliriz. Sıcaklık yükseldikçe, ışınımın zirve noktası daha kısa dalga boylarına ulaşır ve ışık ışınımı artar. Kırmızı ışık ışınımına turuncu ve sarı ışıklar da eklenir. 1000 ^{0}C'ye ulaşıldığında turuncu, 2000 ^{o}C'de ise yalnızca sarı ışık görülür.

6000 ^{o}C'de (Güneşin yüzey sıcaklığıdır) ışınımın zirve noktası görülebilir sarı ışık bölgesindedir. Ve bu durumda biz mordan kırmızıya kadar görülebilir ışığın tüm dalga boylarını alırız. Cisimler Güneşten de sıcak hale gelince, ışınım ışığın tüm dalga boylarında artarak sürer, ışınımın zirve noktası mavi ışık bölgesine kayar ve bize beyaz, mavimtrak gözükür.

Yıldızlar yayınladıkları ışınlarının rengi ile tanımlanırlar. Değişik yıldızların değişik renk yelpazeleri bulunur. Bir yıldızın sıcaklığı renk yelpazesinden saptanabilir. Ayrıca her kimyasal elementin kendine ait belli bir renk takımını soğurduğu bilindiğinden, bu renkleri bir yıldızın renk yelpazesinde eksik olan renklerle

karşılaştırıldığında o yıldızın atmosferinin hangi elementlerden oluştuğu saptanabilmektedir.

Doppler Olayı

Görünen ışık dalgalardan oluşur. Işığın frekansı (saniyedeki dalga sayısı) saniyede 40^{14} ile 70^{14} gibi büyük bir sayıdır. İnsan gözünün gördüğü kırmızı renk en düşük, mavi ise en yüksek olan ışık frekanslarıdır. Bize doğru yaklaşan bir ışık kaynağının yayınladığı dalgaların dalga tepesi bir öncekinden daha yakın ve yeni dalga tepesinin bize ulaşması daha kısa olur. Bu durumda bize ulaşan saniyedeki dalga sayısı daha yüksek olur.

Işık kaynağı yıldız bizden uzaklaşıyorsa, dalga sayısı daha düşük olur. Bu durumda bizden uzaklaşan yıldızların ışığının yelpazesi kırmızıya, bize yaklaşan yıldızların renk yelpazesi ise maviye kayar. Hız ile frakans arasındaki bu ilişkiye ‘Doppler olayı’ adı verilir.

Enerji

Enerji, Büyük Patlama ile ortaya çıktı. Büyük Patlamayı yaratan tekillik noktasının içine hapsedilmiş olan sonsuz enerji patlama ile serbest kaldı ve evreni işletmeye başladı.

Enerji, bir cismin iş yapabilme özelliğidir. Isı, hareket, ışık, ses, elektrik, manyetizma, radyoaktivite, kimyasal değişiklikler, vs bunların hepsi enerjinin değişik biçimleridir. Bir tür enerji başka bir tür enerjiye dönüştürülebilir. Bazı cisimler enerji kaybederken başka cisimler enerji kazanabilir. Fakat kapalı bir sistemde toplam enerji sabittir. Buna 'enerjinin sakınımı yasası' denir. Fizik bilimi, enerji ve enerjinin madde ile olan ilişkileriyle uğraşır.

1905'de Eistein, maddenin enerjinin bir türü olduğunu ileri sürdü. Belli bir miktar madde belli bir miktar enerjiye dönüştürülebilir. Yasaya göre madde enerjinin bir türüdür.

1911'de Rutherford tarafından atomun yapısı ve atom altı parçacıklar bulundu. Bu parçacıkların momentum, açısal momentum, enerjinin sakınımı, elektrik yükü sakınımı, baryon sayısı, spin gibi yasalara bağlı olduğu keşfedildi. Bu yasalar evrenin köşelerinde oynanan oyunun temel kurallarıdır. Evrenin şimdi sahip olduğu enerji her zaman aynı miktarda kalacaktır. Evrenin bazı köşelerinde bu özelliklerin kazanılması veya kaybedilmesiyle bölgesel değişiklikler olacaktır, ama toplam enerji eskiden de ve şimdi de olduğu gibi daima sabit kalacaktır.

Evrendeki bütün değişikliklerin ardındaki itici güç enerjidir. Öyle ki, enerji evrenin sahip olduğu en önemli özelliktir ve enerjinin sakınımı yasası doğa yasalarının en önemli temelidir. Enerji evrendeki bütün değişiklikleri meydana getirir. Enerji bir yerden bir başka yere, bir cisimden başka bir cisme akar ve bunu yaparken bazan biçim değiştirir.

Enerjiyi bu şekilde harekete geçiren şey nedir? Bunun nedeni, enerjinin evrende düzgün bir şekilde dağılmamış olmasıdır. İş yapmakta kullanılan, görülen değişikliklere neden olan şey, enerjinin bu farklı dağılımından düzgün dağılıma doğru akışıdır. Bu akış kendiliğinden meydana gelmektedir. Kendiliğinden değişim, farklı enerji dağılımından eşit enerji dağılımına doğrudur ve değişimin hızı da farklılığın miktarına bağlıdır.

Enerjinin dağılımı eşit olunca değişiklikler de duracaktır. Eşitlik sağlanınca her şey duracak, bütün enerji orada toplanacak ve artık hiçbir değişiklik, hareket ve iş meydana gelmeyecektir. Bu evrenin sonu olacaktır. Sonunda ısıl ölüm gerçekleşecektir.

Fizikteki güç birim zamanda harcanan enerjidir. Güç üretimi watt ile ifade edilir. Bir watt, bir saniyede harcanan 10 milyon Erg enerjiye eşittir.

Kinetik Enerji

Hareket eden her madde bir kinetik enerjiye sahiptir. Kinetik enerji, cismin kütlesiyle hızının karesinin çarpımının yarısına eşittir. Cismin enerjisi arttıkça hem kütlesi, hem hızı artar. Düşük enerji seviyelerinde asıl artan ise kütledir.

Enerji Dönüşümleri

Yokuşun üstünde duran bir arabanın bir potansiyel enerjisi vardır, fakat bir kinetik enerjisi yoktur. Kinetik ve potansiyel enerjiler birbirlerine dönüşebilir.

Araba yokuş aşağı hareket edince potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşür. Yokuşun en altında potansiyel enerjinin çoğu kinetik enerjiye dönüşmüş olur ve bir sonraki yokuşa gelince kinetik enerji tekrar potansiyel enerji haline gelir. Fakat, ikinci yokuşun başındaki potansiyel enerji, ilk yokuştakine göre daha azdır, çünkü bir miktar enerji sürtünmeden dolayı kaybedilmiştir.

Atom bombasında olduğu gibi, maddenin enerjiye dönüştürülmesi gibi enerjiyi de maddeye dönüştürmek mümkündür. Einstein'ın $E=mc^2$ formülüne göre, (E= enerji, m= kütle, c= ışık hızı) bir gramlık bir kütle teorik olarak $9x10^{20}$ erg enerjiye dönüştürülebilir.

Kilokalori 42 milyar erg'dir. 1 gram madde enerjiye dönüştürülebilseydi 21.5 milyar kilokalori enerji elde edilirdi. İnsanın bir günlük yiyeceklerden aldığı 2500 kilokalori düşünülürse, 1 gram maddeden elde edilecek enerji kullanılabilir hale getirilseydi bize 23.500 yıl yeterdi.

1 gram maddenin temsil ettiği enerji eğer elektrik enerjisine dönüştürülebilseydi, 100 watt'lık bir ampulü 28.000 yıl sürekli yanık tutardı. Eğer, bir gram madde 26.5 milyon litre benzinin yakılmasıyla elde edilecek enerji kadar çok enerjiye dönüştürülebilirse, o zaman yalnızca 1 gram madde üretmek için 26.5 milyon litre benzinin yakılması ile elde edilecek enerjinin tümünü kullanmak gerekecekti.

Bu dönüşümler teorik olarak mümkün ise de, uygulaması imkansızdır. Çünkü, bir gram maddenin tümünün bir anda elde edilebilmesi için söz konusu enerjiyi yeteri kadar çabuk üretmek ve yeteri kadar küçük bir hacime yoğunlaştırmak çok zordur.

Entropi

Herhangi bir cisimde, toplam ısının sıcaklığa oranına ‘entropi’ adı verilir. Entropi bu oranın eşitlenme süreci bakımından önemlidir. Entropi, düzenin karşıtı veya enerji biçimine giren düzensizlik miktarıdır. Entropi, aynı zamanda, enerji dağılımındaki düzgünlüğü ifade eder.

Termodinamiğin ikinci yasasına göre, mutlak sıfır (-273.16) sıcaklıkta bütün enerji ısıya dönüşür. Bu entropinin esasıdır. Entropi ne kadar düşük olursa enerji dağılımı da o kadar farklıdır. Entropi arttıkça enerji dağılımı da eşitlenmektedir.

Enerji ne kadar düzgün dağılmışsa entropi de o kadar yüksektir. Belli bir sistemde, enerji yoğunluğunda bir düzgünlük varsa enerji işe dönüştürülebilir. Böylece bir sistemdeki enerji, yoğunluğun daha yüksek olduğu noktadan yoğunluğun daha düşük olduğu noktaya doğru, her şey denkleşinceye kadar, akma eğilimi gösterir. Bu akıştan yararlanarak enerjiden iş elde edilebilir.

Termodinamiğin ikinci yasasına göre hiç bir işlem, kapalı bir sistemdeki düzensizlik veya entropinin toplam mitarını azaltamaz. Neticede, sistem toplam düzensizliğin dengelenmesine ve maksimum entropiye ulaşarak sistemin tamamı eşit enerjiye sahip olur. Bu anda ısıl ölüm ile sistem yok olur. Bu hale gelmiş bir sistem tekrar canlanamaz. Karadeliklerin de evren gibi, bir tür entropiye sahip oldukarı düşünülebilir.

Kapalı bir sistemde su, dolu bir kaptan boş bir kaba doğru akar. Yine, biri sıcak diğeri soğuk iki cisim birbirine dokundurulduğunda, ısı sıcak cisimden soğuk cisme doğru akar. Bu akış sırasında iş yapılabilir. İki cisim aynı sıcaklığa geldiğinde ısı akışı durur ve artık iş yapılamaz. Enerji değişimi, enerji akışı ve enerjinin işe dönüştürülebilmesine ısı hareketleri (termodinamik) denir.

Enerjinin sakınımı yasasına, aynı zamanda, 'termodinamiğin birinci yasası' adı verilir. Bu, enerji ile ilintili olarak neyin meydana gelip, neyin gelmeyeceğini belirten temel kuraldır. Bu yasa, enerjinin ne yoktan var edilebileceğini, ne de yok edilebileceğini belirtir.

Farklı enerji dağılımından eşit enerji dağılımına geçiş konusuna da 'termodinamiğin ikinci yasası' adı verilir. Entropinin zamanla arttığı da termodinamiğin ikinci yasasıdır. Buna göre entropi daima artmaktadır. Yani, enerji yoğunluğundaki farklar giderek ortadan kalkmaktadır. Buna göre, evren de bir gün duracaktır. Termodinamiğin ikinci yasasına göre, evrenin her noktasındaki enerji yoğunlukları denkleşmekte ve evren bir duruşa doğru gitmektedir. Bu durumda, evrendeki tüm enerji her noktada tamamen denk hale geldiğinde entropi maximuma ulaşacak ve ondan sonra artık hiç bir olay olamayacak ve bir ısıl ölüm yaşanacaktır. Bu evrenin sonu demektir.

Hız

Birim zaman içinde alınan yol hız olarak tanımlanır. Kara canlılarının en hızlısı çita olup saatte 102 km'lik hızla koşabilir. Suda yaşayan canlıların en hızlısı ise saatte 110 km ile yüzen sailfish adında bir balıktır. Havada yaşayanlardan şahin ise saatte 300 km hızla uçabilmektedir.

Cansız cisimlerden roket takviyeli bir otomobil, ses hızı olan dakikada 19.9 km'lik hıza ulaşmıştır. Roket takviyeli süpersonik uçaklar saatte 7300 km hızla gitmektedir. Gezegenlere gönderilen uzay araçları saniyede 14.5 km'lik hızlarla yeryüzünde ayrılmışlardır. 1976 yılında Güneşin etrafında dönen Helios-B uzay aracı dönüşü sırasında saniyede 68.4 km'lik hızlara ulaşmıştır.

Işık saniyede 299.793 km'lik hızla gider. En hızlı hareket eden canlının hızı bile ışık hızının 6.4 milyonda birinden daha küçüktür. İnsan yapısı en hızlı cisim ışık hızının 20.000'de birinden daha yavaştır.

Aya seyahat eden uzay gemisi oraya saniyede 1.5 km'lik bir hızla üç günde vardı. Bu hızı 3500 katına çıkartacak olursak hızımız saniyede 5250 km olur ki bu hızla en yakınımızdaki yıldız olan Alpha Centauri'ye varmamız 250 yıl alır. Eğer ışık hızı ile hareket edebilen uzay gemisi yapılabilseydi, en yakın yıldıza ulaşmak 4.3 yıl, galaksimizin merkezine varmak 30.000 yıl, galaksimizin çevresini dolaşmak 300.000 yıl, Andromeda galaksisine gitmek 2.300.000 yıl, en yakın kuasara varmak 1 milyar yıl ve tespit edilen en uzak kuasara ulaşmak 10 milyar yıl ve evrenin çevresini dolaşmak belki 40 milyar yıl sürerdi.

Yeryüzünün kendi ekseni etrafındaki dönme hızı ekvatorda saatte 1670 km'dir. Jüpiterin ekvatoru üzerindeki bir noktanın

dönme hızı ise saatte 45.000 km'dir. Dünyanın güneş etrafındaki dönme hızı saniyede 29.8 km, Jüpiter'inki 24.1 km, güneşe en yakın gezegen olan Merkür'ün dönme hızı ise saniyede 47.9 km'dir. Bazı kuyruklu yıldızlar Güneşin yakınından geçerken saniyede 600 km'ye varan hızlara erişirler. Güneş ise saniyede 300 km'lik bir hızla galaksi merkezinin etrafında döner. Birbirinden uzaklaşan galaksilerin hızları ise saniyede yüzlerce bin kilometredir.

Galileo, ağırlığı ne olursa olsun her cismin aynı hızla hızlandığını buldu. Her on metrede bir metre alçalan bir eğimde bir top bırakıldığında, bir saniye içinde top yaklaşık saniyede bir metre hızla yuvarlanır. İki saniye sonra ise, ağırlığı ne olursa olsun, saniyede iki metre hızla yuvarlanır. Kurşun tüyden daha hızlı düşer, çünkü tüyü yavaşlatan havanın direncidir. İki kurşun ağırlık ise aynı hızda düşer.

Küçük hızlarda, bir cismin hızı ne olursa olsun, cisim belli bir kuvvetle itildiği zaman hızı belli miktarda artar. Cismi aynı eşit iki kuvvetle ard arda ittiğimiz zaman, cismin ikinci seferdeki hızlanması birinci seferdeki hızlanmasından azdır. Çünkü itme kuvvetinin bir kısmı hızı artırmak için harcanırken bir kısmı da kütleyi artırmıştır.

Düşük hızlarda kuvvetin kütleyi artıran kısmı çok küçük olduğundan bu miktar saptanamaz. Einstein teorisine göre, hız arttıkça kuvvetin kütleyi artıran kısmı giderek büyür ve ivmeyi artıran kısmı ise küçülür.

Hız yeterince yükselince, itme kuvvetinin büyük bölümü kütleyi, çok küçük bölümü ise hızı arttırmaya harcanır. Cismin hızı ışık hızına yaklaştıkça, kendisine uygulanan kuvvet artık onun hızını daha fazla artırmaz ve kuvvetin çoğu kütleye gider. Hızlanan bir cisim daha fazla hızlanmaksızın daha kütleli hale gelir.

Cisme sonsuz bir kuvvet uygulanırsa hızı ancak ışık hızına çıkar, fakat kütlesi de sonsuz olur.

Işık hızı kütlesi olan nesneler için geçerlidir. Kütlesi olan bütün cisimler ışık hızından çok daha düşük hızlara hareket etmek zorundadır. Ancak sonsuz bir kuvvet cisimleri ışık hızına ulaştırabilir. Cisim ışık hızından daha hızlı gidemez. Bunu sağlamak için cisme verilebilecek tüm enerji ışık hızında sadece kütleye dönüşeceğinden, cismin hızı hiç artmaz.

Serbest hareket eden bir cisme eğer enerji verilirse, bu enerji cisme iki yoldan biri aracılığıyla girer. Ya cismin hızı artar veya kütlesi daha ağır hale gelir. Işık hızında enerjinin tümü cisme kütle olarak girer. Kütle artınca atomların sayısı aynı kalır, fakat cismi oluşturan her atom kütlece artar.

Momentum

Hareket eden her cisim 'momentum' adı verilen bir özelliğe sahiptir. Bir cismin momentumu bu cismin kütlesiyle hızının çarpımına eşittir.

Hareket eden cisimler hareketlerine devam etme eğilimindedir. Cisimler ancak bir karşı güç verilerek durdurulur veya hızları azaltılır. Buna sebep, bütün hareket eden cisimlerin birer momentumlarının bulunmasıdır. Cisimlerin momentumları ne kadar büyükse onları durdurmak o kadar zor olur.

Bir cismin momentumu, o cismin kütlesi ve hızına bağlıdır. Hareket eden bir cisim duran bir cisme çarparsa, o zaman, her iki cisim de hareket eder ve duran cisim de hareket eden gibi momentum kazanır. Çarpışmadan sonra cisimlerin toplam momen-

tumu, çarpmadan önceki çarpan cismin momentumuna eşittir. Buna ‘momentum korunması yasası’ denir.

İvme

Birinci Newton yasasına göre, cisim hiçbir kuvvetin etkisi altında değilse, düz bir çizgi üzerindeki hareketini aynı hızda sürdürür. Bu yasaya göre, cisim kuvvet ile doğru orantılı olarak hızını değiştirir. Yani, kuvvet iki katına çıkarsa ivme de iki katı büyük olur. Fakat cismin kütlesi artarsa ivmesi azalır.

İvme hareket enerjisini, yani kinetik enerjiyi, artırır. Bu enerji iki faktöre bağlıdır: hız ve kütle. Küçük hızlarda, enerjide meydana gelen artış tümüyle hızı artırır ve cisim daha hızlı hareket ederken kütlede hissedilir bir değişiklik olmaz. Yüksek hızlar söz konusu olduğunda, tersine, kinetik enerji hızdan çok kütleye dönüşür.

Düşme Hızı

1 g, yeryüzüne düşen cisimlerin düşüş hızıdır. Bu hız saniyede 9.8 metredir. Düşüş hızı her saniye aynı miktarda artar. Bir taş, 1 saniye düştükten sonra saniyede 9.8 metrelik bir düşüş hızı kazanır. 2 saniyelik bir düşüşten sonra saniyede 19.6 metrelik hıza ulaşır ve böylece devam eder. Çekim gücü büyük olan gezegenlerde bu hız daha fazla olur.

Kaçma Hızı

Yerçekimi etkisinden kurtularak yeryüzünü terk eden cismin hızına ‘kaçma hızı’ denir. Yeryüzü için kaçma hızı saniyede 11.18 km’dir. Eğer bir uydu saniyede 11.18 km’den daha fazla bir hızla uzaya gönderilirse dünyanın çekim alanından kurtulur ve daha kuvvetli bir çekim alanına sahip Güneşin çevresinde bir yörüngeye girer. Güneşin çevresinde yörüngeye giren bir uydu, Ay’ın,

Venüs'ün veya Mars'ın çok yakınından geçecek şekilde ayarlanabilir.

Yıldızlar yakıtları belli bir kritik noktanın altına düşüp yerçekimine karşı koyacak ısıyı üretemez hale gelince, üzerlerindeki yerçekimi yüzünden büzülürler. Büzülmenin boyutları o yıldızın yerçekimi kuvvetine ve kütlesine bağlıdır. Eğer yıldız büyük kütleye sahip ise büzülmenin sınırı yoktur ve cisim sıfır hacme kadar büzülebilir ve bir karadelik olabilir.

Yıldız büzülürken çekim alanının şiddeti çok uzak mesafelerde değişmez fakat yüzeyinde sınırsız artar. Yıldız büzüldükçe ve yüzeyindeki çekim arttıkça bir cismin yıldızdan kurtulması zorlaşır.

Şu anda Güneşin yüzeyinden kaçma hızı saniyede 617 km'dir. Büzülmüş bir yıldızda kaçma hızı sonuçta yaklaşık ışık hızı olan 300.000 km'ye erişir ki bu Schwarzschild yarıçapıdır. Dünya için Schwarzschild yarıçapı 1 santimetre, Güneş için ise 3 km'dir. Schwarzschild yarıçapına büzülmüş bir cisimden ışık dahil hiç bir şey kaçamaz.

Sonsuz Hız ve Sıfır Zaman

Sonsuz hızda hareket eden bir parçacık düşüncesi paradoksaldır. Böyle bir parçacık, A ve B noktalarının her ikisinde birden ve bunların arasındaki her noktada aynı zamanda bulunması anlamına gelir. Parçacık sonsuz bir mesafeye sıfır zamanda ulaşır. Sonsuz hızda hareket eden bir parçacık, sonsuz uzunluktaki katı bir çubuğun özelliklerine sahip bulunur. Matematiksel olarak yapılan hesaplamalar sonucunda, sonsuz enerjiye veya sıfır enerjiye sahip hiçbir parçacık bizim evrenimizde bulunmamaktadır.

Kütleleri sanal sayılar adı verilen sayılarla ifade edilen ve hızı ışık hızıyla sonsuz hız arasında değişebilir olan ve asla ışık hızının altına inmeyen ve henüz ispat edilmemiş olan takyonların varlığı 1962'de ortaya atılmıştır.

Sanal kütleli cisimler olarak adlandırılan takyonlar normal cisimlereden farklı olup, ne kadar fazla enerjiye sahip olurlarsa o kadar yavaş hareket ederler. Bir takyonu iterek ona enerji verilirse hızı giderek yavaşlar. Takyonu sonsuz bir kuvvetle itersek hızı en fazla ışık hızına iner. Işık hızının altına asla inmez.

Bir takyon, hareketinin ters doğrultusunda itilerek veya dirençli bir ortamdan geçirerek enerjisi alınırsa hızı giderek artar ve enerjisi sıfıra indiğinde sonsuz hıza ulaşır. Normal parçacıkların takyonlara dönüştürülmesi, denetlenmesi ve tekrar normal parçacıklara dönüştürülmesiyle muazzam mesafelere gidip gelmek bir kaç saniye sürebilirdi.

Kütle ve Ağırlık

Kütle

Maddeyi ifade eden en önemli özellik kütledir. Deniz seviyesindeyken bir cismin kütlesi ile ağırlığı eşittir. Yüksekliklere çıkıldıkça, yani Dünyanın merkezinden uzaklaşıldıkça, kütlenin sabit kalmasına karşılık, ağırlık azalır. Kütle birimi kg veya ton'dur.

Sadece maddesel nesnelerin kütleleri vardır. Madde, kütlesi olan bir nesnedir. Kütle yerçekimi kuvveti ile değişmez. Kütle daima sabittir. Yeryüzü üzerindeki bir cismin kütlesi Ay üzerinde de aynıdır. Cisimler ağırlıksız olabilir fakat kütlesiz olamazlar. Öte yandan bir cismin kütlesi, relativite kuramına göre, yüksek hızlarda cismin hızının artışı ile büyür.

Yeryüzünün kütlesi 5.9×10^{21} ton'dur. Jüpiter en kütleli gezegen olup 1.9×10^{24} ton'dur. Bu, Güneşin dışında, Güneş sistemindeki herşeyin toplam kütlesinin iki katından fazladır. Güneşin kütlesi ise 1.99×10^{27} ton'dur. Yani, Güneş sistemindeki toplam kütlenin %99.9'unu kapsar. Sistemdeki diğer her şey toplam kütlenin %0.1'ini oluşturur. Galaksimizin kütlesi 2.8×10^{38} ton, evrenin kütlesi ise 2×10^{49} ton'dur.

Bir elektronun kütlesi 9.1×10^{-28} gram'dır. Kütle söz konusu olduğunda 9.1×10^{-28} gram'lık kütlesiyle elektronlar en küçük madde olarak tanımlanabilir. Gerçekte elektron, elektrik yükü taşıdığı bilinen parçacıkların en küçük olanıdır. Elektrondan daha küçük kütleye sahip parçacıkların elektrik yükü olmayıp bunlar fotonlar, gravitonlar ve nötrinolar olmak üzere sıfıra yakın kütleli parçacıklardır. Nötrinolar bu üç tip parçacık içinde hiçliğe en yakın olanı olup, bunlar bir maddenin içinden sanki yolları üzerinde hiçbir şey yokmuş gibi geçip gidebilirler. Bir nötrinonun kütlesi bir elektronun kütlesinin 13.000'de biri veya bir protonun

23.000.000'da biridir. Bu durumda, maddenin en küçüğü nötrino olup kütlesi $7x10^{-32}$ gram kadardır.

Yaşamış ve yaşamakta olan canlıların içinde en kütlelisi sekoya ağaçları olup, 2000 ton'luk bir kütleye sahiptir. Cüce soreks adındaki kara hayvanın kütlesi 2 gram, sinekkuşu denilen uçan hayvanın kütlesi yine 2 gram kadardır.

Bir cisim küçüldüğü zaman hacminde meydana gelen azalma yüzeyinde meydana gelen azalmadan daha fazla olur. Genelde, aynı biçime sahip olan iki canlıdan küçük olanı kendi hacmine göre daha fazla yüzeye sahiptir. Bir canlının ürettiği ısı miktarı hacmine, kaybettiği ısı miktarı ise yüzeyine bağlıdır. Dolayısıyla, bir canlı ne kadar küçük olursa ürettiğine göre o kadar fazla ısı kaybeder. Bu yüzden çok küçük kütleli canlılar, vücut ısılarını koruyabilmek için devamlı yerler.

Dünyadaki canlılar içinde en küçük olanı, PPLO olarak bilinen bakteri olup 10^{-15} gram'lık bir kütleye sahiptir. Bunların hacimleri 0.005 mikrometre küp'tür. Bilinen en küçük virüs ise $8x10^{-19}$ gram'lık bir kütleye ve 200 namometre küp hacme (bir namometre küp, bir mikrometre küp'ün bir milyarda biridir) sahip olup, bunların $2.5x10^{27}$ tanesi bir sekoya ağacının kütlesine eşittir. Buna rağmen en küçük bir virüs bile bir sekoya ağacı kadar canlıdır. Bir virüs, yeterli bir süre içinde, bir sekoya ağacını yiyip bitirebilir.

Ağırlık

Ağırlık kütlenin bir özelliğidir. Ağırlık bir cismin üzerine gelen yerçekimi kuvveti ile ölçülür. Yerçekimi değişince ağırlık da değişir. Yeryüzü ve Ay üzerinde bir cismin ağırlığı aynı değildir. Dünyadaki bir cismin ağırlığı Ay üzerinde 6 defa daha azdır.

Dünya ile Ay birbirlerini çekerler. Bu çekimin sıfır olduğu arada bir ölü nokta vardır. Bu noktadaki bir cisim orada ağırlıksız olarak asılı kalır.

Elementler

Doğada birbirinden farklı özelliklerde 92 adet atom vardır. Bunlara ‘kimyasal element’ denir.

Bu atomlar muhtelif şekillerde birleşerek molekülleri, onlar da yeryüzündeki maddeleri meydana getirirler. Demir, bakır, gümüş, karbon gibi atomların aralarındaki birleşmelerden oluşan maddeler sayıları yüz kadar olan muhtelif elementleri meydana getirir. Evren bu elementlerden oluşmuştur. Elementleri meydana getiren atomların en basiti 1 nolu hidrojen ve en karmaşık olanı da 92 nolu uranyumdur.

Maddenin Üç Hali

Normal şartlar altında maddenin üç hali vardır: gaz, sıvı ve katı. Gazlarda bünyeyi oluşturan atom ve moleküllerinin enerjisi yüksek veya moleküller arası çekim az olduğundan gaz molekülleri birbirlerinden bağımsız olarak hareket halindedir.

Eğer enerji belli bir noktaya kadar azalırsa, artık moleküller bağımsız kalamaz ve birbiriyle temas haline gelirler. Bununla birlikte moleküllerin hala hareket edecek, birbirinin üstünden kayıp geçecek kadar enerjileri bulunur ki bu madde sıvıdır.

Eğer enerji daha da azalırsa, moleküller artık birbirlerinin üstünden aşıp veya kayıp geçemez ve belli bir yönde sabit kalırlar ve bu madde artık katı halindedir. Madde, atom düzeyinde hep aynı kalmakla beraber, şeklini ve özelliğini değiştirebilir.

Katı Madde

Bir katı maddenin molekülleri arasında onları sabit bir konumda sıkıca bir arada tutan belli bir çekim kuvveti bulunur. Onları birbirinden ayırmak güçtür. Bu nedenle o madde katı durumdadır. Fakat moleküllerin bir hareket enerjileri vardır ve sabit konumlarında da titreşim halindedirler. Sıcaklık yükseldikçe moleküller giderek daha fazla enerji kazanır ve titreşimleri artar.

Sıcaklığın daha fazla yükselmesiyle, moleküller öyle çok enerji kazanır ki diğer moleküllerin çekimi artık onları yerlerinde tutmaya yetmez, aralarındaki bağları koparıp serbestçe hareket etmeye ve diğer moleküllerin sağından solundan kayıp geçmeye başlarlar. Bu durumda katı madde artık erimiş ve bir sıvı haline gelmiştir. Bu durumda moleküller arası mesafe bir parça artar ve madde genleşerek yoğunluğu azalır. Böylece katılar eridiklerinde genleşir, sıvılar donduklarında büzülürler.

Elmas saf karbondur. Karbon mevcut olan en ucuz maddelerden biridir. Kömür de bir karbondur. Bütün sorun karbon atomlarının düzenlenme biçimindedir. Elmas dışında her karbonda karbon atomları serbest biçimde düzenlenmiştir. Elmasta karbon atomları çok sıkışık bir düzen içindedir. Elmastaki her karbon atomu dört başka karbon atomuyla iyice sıkıştırılmıştır. Karbon atomları çok küçüktür ve çok sıkışık olduklarından birbirlerine öylesine yapışırlar ki bilinen en sert madde olan elması oluştururlar.

Sıvı Madde

Sıvı maddelerde, bunları oluşturan atom ve moleküller hemen hemen birbiriyle temas halindedir. Atom ve moleküllerin birbirlerine daha fazla yakınlaşacak şekilde hareket etmelerine, herbirinin en dış bölgesinde bulunan elektronlar arasındaki

karşılıklı itme kuvveti engel olur. 100 litre su, santimetre başına 1 tonluk bir kuvvetle bastırılırsa hacmi 96 litre'ye düşer.

Basınç artırıldıkça hacim de o ölçüde azalır. Böyle bir sıkışmada elektronlar çekirdeğe giderek yaklaşırlar. Eğer basınç yeteri kadar büyük olursa, elektronlar artık çekirdek çevresindeki yörüngelerinde kalamaz ve uzaklara itilirler. Böylece madde çıplak atom çekirdekleriyle, rastgele dolaşan elektronlardan ibaret kalır.

Su, hidrojen ve oksijen moleküllerinden oluşmuştur. Suyu soğutursak katı buz, ısıtırsak bir gaz olan buhar elde ederiz. Madde kaybolmaz ve yeniden yaratılamaz. Kelvin ölçeğine göre suyun donma noktası 273.16 K ve kaynama noktası ise 373.16 K'dır.

Mutlak sıfırın üstünde 14 dereceden düşük derecelerde mevcut olan yalnızca tek bir sıvı vardır: sıvı helyum. Diğer herşey, hatta hava bile bu derecelerde donup katılaşır. Sıvı helyum mutlak sıfırın 4 derece üstünde kaynar. Ağır ağır kaynayan sıvı helyuma daldırılan herhangi bir şey sonsuza kadar mutlak sıfırın 4 derece üstünde kalır. Bir maddenin bu kadar düşük ısıda kalmasını sağlamak için o ısıda kaynayan bir sıvı içinde tutulması gerekir. Daha fazla sıvı eklenirse o zaman çok soğuk dereceler elde edilebilir. Helyumdan sonraki en soğuk sıvılar, sıvı hidrojen ile sıvı neondur.

Gaz Madde

Gaz atomları, sıvı ve katı atomlardan daha küçük yoğunlukta olup, aynı ağırlıkta olmalarına rağmen daha seyrek bir dağılım gösterirler. Sıvı ve katı atomlarının birbirlerine değmesine karşılık gaz atomlarının aralarında boşluklar bulunur.

Gaz halinde bulunan bir maddeyi sıkıştırmak, gaz moleküllerinin aralarındaki büyük mesafelerden dolayı, daha

kolaydır. Havadaki moleküller toplam hacmin binde biri kadar yer kaplar.

Hidrojen, helyum, neon, argon, amonyak yeryüzü sıcaklığında gaz halindedir. Bunlar uçucu maddeler olarak adlandırılır. Uçucu maddelerin, yeryüzü şartlarında, donma sıcaklıkları ise: su 0, amonyak –77.7, metan –182.5, argon –189.2, neon –248.7, hidrojen –259.1, helyum –272.2 derecedir.

Bazı atomlar birleşmelere girmekte fazla nazlıdırlar. Birleşmede nazlı davranan atomlara 'soylu gazlar' denir. Altı adet soylu gaz vardır: helyum, neon, argon, kripton, xenon ve radon. Normal şartlar altında bunlar başka atomlarla birleşmez ve yalnızca tek bir atom olarak kalır.

Bir atom elektronunu bir başkasına verir veya onunla paylaşırsa atomlar birbirleriyle birleşir. Soylu gazların bunu yapmamasının nedeni elektronlarının atomlar içinde çok simetrik bir biçimde sıralanmış olması ve yapılarındaki herhangi bir değişimin çok büyük bir enerji gerektirmesidir.

Dünyanın yer çekiminin tutamayacağı kadar hafif iki gaz vardır: hidrojen ve helyum. Bunlar ağır ağır ama sürekli olarak atmosferimizden uzaya sızar ve kaybolur. Okyanuslardaki her üç atomun ikisi hidrojen olduğundan, Dünya bu durumda kaldıkça, hidrojen kaybı olmayacaktır. Helyum çok nadir bulunan bir element olup onun atmosferik sızıntısı ciddi bir konudur.

Helyum hidrojenden sonraki en hafif gazdır ve kesinlikle yanmadığı için çok güvenlidir. Helyum suda en az çözülebilen gazdır ve başka elementlerle kimyasal reaksiyona girmez. Balonlarda ve kaynak işlerinde sıcak alevi saran gaz olarak kullanır. Mutlak sıfırın 14 derece üstünde herşey donar sadece

helyum gaz olarak kalır. Bize en yakın helyum deposu Güneştir. Ondan sonraki, dev bir gezegen olan Jüpiter'dir.

Süper Kritiklik

Ne gaz ne de sıvı olan, ama aynı zamanda her ikisine de biraz sahip olan şey süper kritik sıvıdır. Bir sıvının belli bir hacmi vardır. Bir gazın ise belirli bir hacmi yoktur. Sıvı bir kabı yarısına kadar doldurabilir ama bir gaz kabın tamamını doldurur. Bir sıvı katı cisimleri ve başka sıvıları içinde eritebilir, ama bir gaz bunu yapamaz. Sıvı gazdan daha yoğundur. Sıvı su buhardan 1250 kere daha yoğundur. Sıvı ısıyla gaza dönüştürülebilir. Su deniz seviyesinde 100 derecede kaynar ve buharlaşır.

Suyun 100 derecede kaynaması önlenmek istenirse veya moleküllerini yerinde tutmak istenirse üzerine basınç tabik etmek gerekir. Tüm basınca rağmen su 374.2 derecede yine kaynarsa buna 'kritik derece' denir. Suyu o derecede sıvı tutacak kritik basınç ise atmosfer basıncının 218.3 katıdır. Bu derecede ve bu basınç üstünde süper kritik su elde edilir. Her sıvının bir kritik derece ve kritik basıncı vardır. Süper kritik karbondioksit kullanarak kahve tanelerinden kafein çıkartılmaktadır. Patates kızartmasından bile yağ alınarak geriye tadı hiç bozulmamış düşük kalorili yiyecek elde edilebilir.

Süper İletkenlik

Mutlak sıfır –273.16 derecedir. Mutlak sıfırın 4.12 derece üstünde bir ısıda donmuş civa içinden geçirilen bir elektrik akımı sonsuza kadar hiç eksilmeden akmaya devam eder. Buna 'süper iletkenlik' denir.

Normal oda ısısı mutlak sıfırın 300 derece üstündedir. Mutlak sıfırın 125 derece üstünde seramik malzemeden de süper iletkenlik

elde edilebilir. Diğer başka elementler de mutlak sıfırın üstündeki muhtelif ısılarda süper iletken olmaktadırlar.

Mokekül

Moleküler atomların birimler halinde gruplaşmış şeklidir. Atomlar birbirlerine yaklaşarak dış yörüngelerinde bulunan elektronlar kanalıyla birbirlerine bağlanırlar. Bu durumda korunan denge yaratılmış olur. Bunu korumak için atomlar birbirlerinin çok yakınında kalmalıdır. Bu sonuca 'kimyasal bağ' denir.

Kimyasal bağ oluşturan iki atom hareketsiz kalmaz. Mutlak sıfırın üstündeki bir derecede atomlar rastgele bir biçimde hareket eder. Kimyasal bağın bağlandığı iki atom birbirlerinden uzaklaşır ama bağ bunları yine geri çeker. Bir daha uzaklaşır ve yine geri çekilirler ve bu böyle sürer gider. Sonunda oldukları yerde titreşiyor durumda kalırlar.

Ancak atomlar bir nedenle birbirlerinden belli bir mesafeden daha fazla uzaklaşırsa o zaman bağ bir yay gibi aşırı yüklenir, gerilir ve kopar. Moleküller parçalanır ve atomlar serbest kalır. Isı yükseldikçe atomlar birbirlerinden uzaklaşır ve moleküller ayrışır. Fazla enerji yüklenirse yine aynı şey olur. Enerji vererek bir bağın kopma zamanının bir saniyenin milyarda biri kadar olduğu saptanmıştır. Bir bağın kopması için iki atomun birbirinden 25 cm'nin 120 milyonda biri kadar uzaklaşması gerekir.

Oksijen gazı, herbiri iki oksijen atomundan oluşmuş oksijen moleküllerinden meydana gelir. Su buharı da iki hidrojen atomu ile bir oksijen atomundan oluşmuş su moleküllerinden meydana gelir. Atom ağırlığı 16 olan oksijenin molekül ağırlığı 32'dir. Çünkü bir oksijen molekülü iki oksijen atomundan oluşur. Suyun molekül ağırlığı 18'dir. Su molekülü, atom ağırlığı 16 olan bir oksijen ile atom ağırlığı 1 olan iki hidrojen atomundan meydana gelir.

Her molekül birden fazla atomdan oluşmuştur. Bir moleküldeki her atom bir çift elektronla başka atomlara bağlıdır. Tek elektrona sahip bir molekül parçası bir radikaldir. Bu tek elektron çok hareketlidir ve yeniden bir atom yakalayıp yeniden bir elektron çifti oluşturmak için başka moleküllere saldırır. Bir radikal biraz dolaşacak zaman bulduktan sonra başka bir molekülden bir atom kapmışsa onun bu kısa varlığına 'serbest radikal' denir.

Serbest radikaller canlı hücreleri oluşturabilir. Kozmik ışınlar, X-ışınları veya Güneşten gelen morötesi ışınları gibi yüksek enerjili radyasyonlar bunları üretebilir. Serbest radikaller komşu moleküllere zarar verecek kadar yaşayabilir. Hasara uğramış moleküller proteinler, enzimler veya genlerdeki DNA'lar ise, hücre zarar görür ve bozulabilir. C ve E vitaminleri elektronlarını kolaylıkla verir ve bunu yaparken de serbest radikallerin iştahlarını tatmin ederek başka moleküllere saldırmalarını önler. Serbest radikallerin verdiği zarar tamamen önlenemez ve vücudun bazı kısımları işe yaramaz hale gelir. Bunlar canlıda yaşlılığa, hastalığa ve ölüme neden olurlar. Serbest radikallerin oluşumunu önleyecek yollar bulunduğu takdirde insan ömrü önemli miktarda uzatılabilecektir.

Bir tel içinden geçen elektrik akımı atomlar ve moleküller arasından akan elektronların akışıdır. Elektronlar bir molekülden bir diğerine sıçrayarak, malzemenin içinde bulunan elektronlarla birleşir. Bu sırada elektronların enerjisinin bir kısmı ısı olarak açığa çıkar. Bu enerjinin miktarı, geçen elektrik akımının miktarına, akış süresine ve içinden geçtiği malzemenin güç ve dayanıklılığına bağlıdır. İnce teller akım akışına kalın tellerden daha dayanıklıdır.

Artık moleküllerin, bir saniyenin on milyarda birinde, resimleri çekilmektedir. Bu teknik X-ışınlarının çok küçük dalgalardan oluştuğunun 100 yıl önce anlaşılması ile gerçekleştirilmiştir.

X-ışını dalgaları o kadar küçüktür ki kristalleşmiş maddenin atomları arasında bile geçebilir.

X-ışınlarının yansıma örneğinden atom tabakalarının durumları ve yapıları, protein, nükleik asitler, DNA gibi karmaşık moleküllerin özellikleri anlaşılabilmektedir.

Yoğunluk

Yoğunluk

Maddenin miktarının ne kadarlık bir hacme yerleşmiş olduğuna, yani birim hacim içerisindeki kütleye 'yoğunluk' adı verilir. Her maddenin kendine özgü bir yoğunluğu vardır.

Sıradan katı ve sıvı cisimlerde atomlar birbirine bitişiktir, yani temas halindedir. Bu nedenle katı ve sıvıların yoğunluğu atomlarının kesin boyutlarına, sıklığına ve ağırlığına bağlıdır. Yoğunluğu en az olan katı cisim, santimetre küpü 0.076 gram olan donmuş hidrojendir. Yoğunluğu en çok olan ise santimetre küpü 22.48 gram olan osmiyum metalidir.

Suyun yoğunluğu 1 gram/cm^3 olarak kabul edilmesine rağmen gerçekte 0.999973 gr/$cm^{3'}$dür. Su donduğu zaman kendisini oluşturan moleküller daha gevşek bir yapıya dönüşür, kütle daha geniş hacim içine yayılır ve yoğunluk düşer. Buzun yoğunluğu ise 917 kg/$m^{3'}$dür.

Yoğunluğu suyun yoğunluğundan daha küçük olan cisimler suyun üzerinde yüzerler. Su özel bir maddedir. Sudan başka tüm sıvılar katılaştıkları zaman daha büyük bir yoğunluğa ulaşırlar. Suyun üzerinde yüzen başka bir katı cisim olan tahtanın lifleri birbirine sıkı sıkıya bağlı olmadığından büyük bir hacim oluşturur. Tahtanın belli bir hacminin, aynı hacme sahip sudan daha küçük kütleli olması nedeniyle tahta suyun üzerinde yüzer.

Metaller içinde yoğunluğu en düşük olan lityum olup, 534 kg/$m^{3'}$dür. Demirin yoğunluğu 7860 kg/m^3, gümüşün ise 10.500 kg/$m^{3'}$dür. Kurşunun yoğunluğu 11.300 kg/$m^{3'}$dür. Civanın

yoğunluğu 13.600 kg/m^3, altınınki ise 19.300 kg/m^3'dür. Yerkabuğunu meydana getiren kayaların yoğunluğu 2800 kg/m^3'dür.

Yoğunlukların farklı olmasının nedeni, atomların kütlelerinin farklı olmasıdır. Bazı atom çekirdeklerinin içinde daha fazla proton ve nötron vardır. Neticede atom ağırlığı fazla olan elementlerin yoğunlukları büyük olur. Lityumun atom ağırlığı 7, altınınki ise 197'dir. Doğada bulunan elementler içinde atom ağırlığı en büyük olan uranyumun yoğunluğu 19.000 kg/m^3 olmasına rağmen, atom ağırlığı 197 olan altının yoğunluğu ise 19.300 kg/m^3'dür. Kurşunun atom ağırlığı 207, civanınki ise 201'dir. Platinin atom ağırlığı 195, yoğunluğu 21.450, iridyumunki 192, yoğunluğu 22.241 ve en ağır metal olan osmiyumun atom ağırlığı 190, yoğunluğu ise 22.480 kg/m^3'dür.

En düşük atom ağırlığına sahip element hidrojen olup, atom ağırlığı 1'dir. Hidrojen –260 derecede katılaşır. Katı hidrojenin yoğunluğu 86.6 kg/m^3'dür. Sıvı hidrojen –253 derecede 76 kg/m^3'lük bir yoğunluğa sahiptir.

Katıları ve sıvıları meydana getiren atomlar birbirleriyle temas halinde olmasına rağmen, gazların atomları aralarındaki boşluk nedeniyle birbirlerinden ayrılmışlardır. Dolayısıyla gazların yoğunlukları, katı ve sıvılarınkinden çok düşüktür. Atom ağırlığı en büyük olan gaz radondur. Yoğunluğu 10.2 kg/m^3'dür. Oksijenin yoğunluğu 1.43, azotunki 1.25 kg/m^3 ve bunların karışımından meydana gelen havanın yoğunluğu ise 1.29 kg/m^3'dür.

Deniz seviyesinde en düşük yoğunluğa sahip madde olan 1 m^3 hidrojen içinde $2.7x10^{25}$ tane molekül bulunur. Bu deniz seviyesindeki bütün gazlar için yaklaşık doğrudur. Bir metreküp hava içinde bu kadar çok molekül bulunmasına rağmen, molekül taneciklerinin çok küçük olması nedeniyle aralarındaki ortalama uzaklık tek bir molekül çapının 100 katıdır. Moleküller ping-pong topu boyutlarına büyütülürse aralarındaki uzaklık 1.5 metre olur.

Gazları meydana getiren moleküller katılardakinin aksine, birbirlerine güçlü bağlarla bağlanmazlar. Bunları bir arada tutan iç kuvvetler hemen hemen hiç yoktur.

Eğer Dünyanın yerçekimi kuvveti daha zayıf olsaydı atmosferimiz uzayın boşluğunda dağılıp giderdi. Ay, Merkür gibi gezegenlerde atmosfer bulunmamasının nedeni bunların çekim gücünün yeterli olmamasıdır. Eğer atmosferimizin yoğunluğu her tarafta aynı olsaydı, toplam atmosfer yüksekliği 8 km olurdu.

Yoğunluğun, deniz seviyesindeki yoğunluğun 5 milyarda biri olduğu 220 km yükseklikte 1 m^3'lük bir hacim içinde $5x10^{15}$ adet atom ve molekül vardır. Bu miktar, yapay uyduların uçuşunu etkilemeye yeterlidir. Uydular, bu atom ve moleküllerin direnci yüzünden enerjilerini kaybederek yeryüzüne geri düşer. Dünyadan uzaklaştıkça gaz yoğunluğu giderek azalır ama asla sıfır olmaz.

Güneşin her yöne doğru yaydığı yüksek hızlı atom altı parçacıklardan uzayda her metreküp hacim içinde 5-80 milyon adet bulunur. Yıldızlar arasındaki uzayda toz bulutları vardır. Bu bulutlarda 1 metre küplük bir hacim içinde 100 milyona varan sayıda parçacık bulunur. Bulutlar arasında, yoğunluğun en aza vardığı bölgelerde bile bir metre küplük hacim içinde 100.000 adet hidrojen atomu vardır. Uzay, hiç bir yerde tamamen boş değildir.

Atomik yapı bir kez parçalanıp da, dejenere madde olarak adlandırılan yapı meydana geldiğinde çekirdekler birbirine iyice yaklaşır ve çok yoğun bir madde oluşur. Güneşin merkezindeki yoğunluk, bu yüzden, 160.000 kg/m^3'dür. Bu, osmiyumun yoğunluğunun yedi katıdır. Güneşin merkezindeki madde başlıca helyumdur. Osmiyumun atom ağırlığının 190 olmasına karşın helyumun atom ağırlığı ancak 4'dür. Bu yüzden osmiyumun yedi katı yoğunlukta bir madde oluşturulabilmesi için, Güneşin merkezindeki helyum çekirdekleri arasındaki uzaklık yeryüzeyindeki osmiyum çekirdekleri arasındaki uzaklığın yedide biri kadardır.

Çekirdekler arasındaki mesafe çekirdek çapının 200.000 katı kadar olduğundan bunun yedide biri kadar uzaktaki çekirdekler de yine birbirine temas etmezler. Çekirdekler arası mesafe, Güneşin merkezinde, çekirdeğin kendi çapının 30.000 katıdır. Bu kadar aralıklı oluşu çekirdeklerin serbestçe hareket etmelerine izin verir. Dolayısıyla, Güneşin merkezindeki muazzam yoğunluğa rağmen buradaki maddeler gaz özelliği gösterir.

Kütlesi Güneşin kütlesi kadar olan çökmüş bir yıldız olan nötron yıldızının çapı 14 km kadardır. Bunun yoğunluğu 10^{18} kg/m^3'dür. Bu osmiyumun yoğunluğunun 50 trilyon katıdır. Yoğunluk rekoru karadeliklerde olup, karadeliklerin içindeki maddeler sürekli olarak bir çöküş halindedir. Basınçlar, yoğunluklar ve çekim alanları karadeliklerde sonsuza kadar giderek sürer.

Basınç

Birim alan üzerine düşen ağırlığa 'basınç' denir. Ağırlık bir kuvvettir. Bir kilogramlık bir ağırlık, kuvvet olarak, yaklaşık 9.806 Newton'a eşittir.

Kilogram, metrik sistemde kütle birimidir. Buradaki kilogram metrik sistemdeki kilogram değildir. Bir kuvvetin en temel özelliği bir kütleyi ivmelendirebilme yeteneğine sahip olmasıdır.

Deniz seviyesindeki hava basıncı, metre kare başına 101.32 Newton'a eşit olmaktadır. 10.33 metre yükseklikteki bir su sütunu 1 atmosferlik bir basınç uygular. Denizin 10.33 metre derinine dalan bir insan 1 atmosferlik bir basınca maruz kalır. Okyanusun en derin yeri olan 11 kilometrelik Mariana çukuruna inen bir insan 1065 atmosferlik bir basınç altında kalır.

İçinde yaşadığımız atmosfer tabakasının ağırlığı her yönden üzerimize baskı yapar. Atmosfer de yerçekimi alanının etkisiyle aşağı doğru çekilir. Normal koşullar altında bizler bu hava basıncını hissetmeyiz. Çünkü vücudumuzu oluşturan dokuların içindeki sıvılar dışa doğru hava basıncına eşit bir basınç uygular ve hava basıncının etkisini yok eder. İnsanlar, tarihin büyük bir kesimi boyunca hava basıncının farkında olmamışlardır. Havanın basıncını ilk fark eden ve yaptığı deneylerle bunu ispat eden 1643 yılında Torricelli olmuştur.

Deniz seviyesinde 1 $m^{2'}$lik bir alan üzerine düşen havanın ağırlığı 10.33 kg'dır. Buna atmosfer basıncı denir. Yükseklere çıktıkça basınç düşer ve hava yoğunluğu da azalır. Everest'in tepesindeki hava basıncı deniz seviyesindeki hava basıncının üçte biri

kadardır. 50 kilometre yükseklikte deniz seviyesindekinin binde biri kadar basınç bulunur.

Yeryüzeyinin 1000 km altında kayaların yaptığı basınç 40.000 atmosferden daha büyüktür. Yeryüzeyinin tam merkezindeki basınç ise 3.600.000 atmosferdir. Bu kadar büyük basınç altında, madde yoğunlukları deniz seviyesindekine göre çok daha büyüktür. Bu yüksek basınçlar altında atomlar sıkışır ve elektronlar çekirdeğe daha fazla yaklaşırlar. Bu nedenle, yer yüzeyinde yoğunluğu 3000 kg/m^3 olan kayaların yoğunluğu, 2900 metre derinlikde 6000 kg/m^3 olur. Tam merkezde basıncın en yüksek olduğu yerde, metal yoğunluğu 13.000 kg/$m^{3'}$dür. Yine de, bu rakamlar yeryüzünde bulunan Osmiyumun 22.480 kg/m^3'lük yoğunluğunun altındadır. Yer kürenin neresinde olunursa olsun, yoğunluk rekoru osmiyuma aittir.

Normal basınçlar altında bir atomun kütlesinin hemen hemen tamamı merkezdeki çekirdeğin içine yerleşmiştir. Çekirdek, kendisine göre oldukça büyük bir hacim kaplayan elektronlarla kuşatılmıştır. Bu şartlar altında çekirdekler, elektronların engellemesi yüzünden birbirlerine yaklaşamazlar ama, basıncın yeterince büyük olması halinde atomların dışındaki elektron yapısı parçalanır, çekirdekler birbirine yaklaşır, çarpışır ve birbirleriyle reaksiyona girerler.

En kütleli gezegen olan Jüpiter'in merkezindeki basınç 100.000.000 atmosferdir. Güneşin kütlesi Jüpiter'in 1020 katıdır. Merkezindeki basınç ise 330 milyar atmosferdir. Bu basınç atom yapısını parçalayıp çekirdek füzyonunu başlatacak kadar büyüktür.

Laboratuarda yapılan deneyler sonunda, maddeleri iki elmas parçası (bilinen en sert madde) arasında sıkıştırabilen bir cihazla 1.500.000 atmosferlik bir basınca erişilebilinmiştir.

Sıcaklık

Sıcaklık, belli bir hacim içindeki enerji miktarının bir ölçüsüdür. Isı şiddetinin bir ölçüsü olan sıcaklığa karşı insanların bilgisi biyolojik duyarlılıktan kaynaklanır.

Sıcaklık ölçümleri 1593'de termometrenin Galileo tarafından keşfedilmesi ile başlamıştır. Isınan cisimlerin genleşme eğiliminde olduğunun anlaşılması üzerine bu genleşme miktarı sıcaklığın bir ölçüsü olarak kullanıldı. Bunun için de civa seçildi. İlk bilimsel ölçümler 1714 yılında Fahrenheit ve 1743 yılında Celcius tarafından yapıldı.

Yeryüzünün bir atmosferi vardır. Atmosfer bir yandan ısı kaybını önler, öbür yandan ısı dolaşımını sağlar. Böylece, gündüz ve gece arasında büyük sıcaklık farklılıkları olmaz. Ay'ın atmosferi olmadığından 100 derecenin üzerinde bir yüzey sıcaklığına erişir. Güneşe 46 milyon km uzaklıkla en yakın gezegen olan ve atmosferi bulunmayan Merkür'ün yüzey sıcaklığı 430 derecedir. Güneşe 108 milyon km uzaklıkta olan ve çok yoğun bir atmosferi bulunan Venüs'ün yüzey sıcaklığı gündüz ve gece gezegenin her tarafında 480 derecedir. Bir kilometre çapında olan Icarus adındaki asteroidin Güneşe en yakın bulunduğu (28.500.000 km) uzaklıkta sıcaklığı 650 derecedir.

Güneşin yüzey sıcaklığı 5800 derecedir. Merkezinin sıcaklığı ise 15 milyon derecedir. Jüpiter'in tam merkezinde 54.000 derecelik bir sıcaklık bulunur. Bir yıldızın merkezinde olabilecek en yüksek sıcaklık 6 milyar derece civarındadır. En büyük sıcaklık Büyük Patlamanın 10^{-43}'üncü saniyesinde olmuş olup, bu sıcaklık 10^{32} derece olarak hesaplanmıştır. Büyük Patlamaya daha çok

yaklaşıldığında, hacim sıfıra doğru inmekte olup o andaki sıcaklık sonsuza doğru yaklaşmaktadır.

Su sıfır derecede donmakta olup, bundan daha soğuk olan her şey eksi sıcaklığa sahip olmaktadır. Dünya üzerinde en soğuk yer olan Antartika'da 1960 yılında –88 derece tespit edilmiştir.

Buz normal sıcaklıklarda erir. Kalay 231.9, kurşun ise 327.5 derece sıcaklıklarda erir. En yüksek erime noktasına sahip olan metal tungsten olup, erime sıcaklığı 3410 derecedir. Elementler içinde katı halde kalabilme sıcaklığı en yüksek olanı karbon olup, metal olmamasına rağmen karbon 3500 derecede sıvılaşmadan katı halden gaz haline geçer. Bir bileşik olan hafniyum karbür ise 3890 derecede eriyerek tüm maddeler içinde katı halde en yüksek sıcaklıkta kalabilenidir. Oksijen ve hidrojen gazlarının karışımı 2800 derece sıcaklığında bir alev verir. Oksijen ve asetilenin karışımının alevi ise 3300 derece sıcaklığındadır.

Daha yüksek sıcaklıklarda sıvılar kaynamaya ve gaz haline geçmeye başlar. Platin 4300 derecede kaynar. Tungsten 5900, saf tantal ve tungsten karbür bileşiği ise 6000 derecede kaynarlar. 6000 derece yeryüzü koşullarında rastlanabilecek en yüksek kaynama noktasıdır. 6000 derecenin üzerindeki tüm maddeler gaz halindedir.

Gazlar, -273.16 derecede büzülürler. Sıcaklık düştükçe atom ve moleküller birbirine yaklaşır ve sonunda sıvı hale geçerler. Bu noktada atomlar ve moleküller temas halindedir. Sıvılar ise bundan sonra soğudukları zaman fazla büzülmezler.

Mutlak Sıfır

En düşük sıcaklık mutlak sıfır –273.16 derece olup, ulaşılması imkansızdır. –273.16'ya derecenin milyonda biri kadar yaklaşılmıştır.

Eksi sayıların kullanılmadığı mutlak sıcaklık ölçeği olan Kelvin, Celsius derecesine 273 eklemekle bulunur. Buna göre 37 derece olan vücut ısısı 310 K, Antartika'daki en düşük sıcaklık 185 K'dir. Ayın gece tarafındaki yüzeyi 100 K, Merkür'ün Güneşe bakmayan yüzeyi 90 K, Mars'taki en düşük sıcaklık 120 K, en uzak gezegen olan Pluto'nun Güneşten en uzak olduğu konumdaki sıcaklığı ise 40 K'dir. Evrenin genel sıcaklığı ise 3 K'dir.

Laboratuarlarda sıvı helyumun buharlaştırılması ile 0.83 K sıcaklık, daha sonra daha hafif olan helyum$_3$ kullanılarak 0.00002 K'ya inmek mümkün olmuştur.

Parlaklık

Parlaklık

Bütün maddeler, mutlak sıfırın üzerindeki bütün sıcaklıklarda, elektromanyetik radyasyon dalgaları yayarlar. Belli bir dalga boyu kendisine tekabül eden bir sıcaklığın göstergesidir. Yayınladığı radyasyonun dalga boyundan bir yıldızın sıcaklığı anlaşılabilir. Dalga boyları çok uzundan çok kısaya kadar uzanan geniş bir yelpaze içinde dağılır ve arada bir yerde de doruk çizerler. Sıcaklık arttıkça dalga boyu kısa dalga bölgesine, yani daha enerjik bölgeye kayar.

600 derecenin altındaki sıcaklıklarda bir cismin yayınladığı radyasyon ya radyo dalgaları bölgesinde veya daha kısa olan mikrodalga bölgesinde yada kızılötesi bölgesindedir. Bu üç grup radyasyon gözün retina tabakasını etkilemez. Mutlak sıfır ile 600 derece arasındaki bir sıcaklıkta bulunan bir çelik parçasının sıcaklığı hissedilir, fakat yayınladığı radyasyon gözle görülemez.

600 derecenin üzerindeki sıcaklıklarda ise radyasyon kısmen görünür ve ışık bölgesine kayar. Başlangıçta, görünen ışığın sadece en uzun dalgalı olanı kızılkor halinde görülür. Sıcaklık yükseldikçe daha kısa dalgalı radyasyonlar da görülmeye başlar. Cisim turuncu rengini alır, daha sonra spektrumdaki bütün renklerin ortaya çıkmasıyla beyazlaşarak akkor haline gelir. Yüksek sıcaklık görünen ışığa karşılık gelmektedir. Çok sıcak bir cismin gözle görünmesini önlemenin bir yolu o cismi soğuk başka bir cisimle örtmektedir. Yeryüzünün çok sıcak olan iç bölgesinin gözümüze görünmemesinin nedeni soğuk bir yer kabuğu ile çevrilmiş olmasıdır.

Parlaklık kadir ölçeği ile ölçülür. Yıldızlar parlaklık derecelerine göre de sınıflandırılırlar. 1 ci kadirden en parlak olanı Sirius' dur. Bu yıldız birinci kadir yıldızlarının en sönüğü olan Castor'un üç katı bir parlaklığa sahiptir. Castor'un kadiri 1.58'dir. Sirius Castor'un yaklaşık 16 katı, teleskoplarla görülebilen en sönük yıldızın ise 15 milyar katı daha parlaktır. Sirius'dan daha parlak cisimler arasında, belirli zamanlarda Jupiter, Mars ve Venüs vardır. Venüs en parlak olduğu sıralarda Sirius'tan 15 kat daha parlaktır. Dolunay esnasında Ay, Venüs'ten 2000 kat daha parlaktır. Güneş, dolunayın 525.000 katı, Venüs'ün 1 milyar katı, Siriusun 15 milyar katı daha parlaktır.

10 parsek 32.6 ışık yılı uzunluğunda bir mesafedir. Bir cismin bizden 10 parsek uzaklıktaki kadirine 'mutlak kadir' denir. Güneşin mutlak kadiri 4.7'dir. Sirius 2.65 parsek mesafede olup mutlak kadiri 1.3'dür. Mesafe faktörünü ortadan kaldıran mutlak kadir hesabına göre Sirius Güneşin 23 katı daha parlaktır.

Birinci kadirden yıldızlar arasında bize en uzak olanı 165 parsek mesafedeki Rigel yıldızı, gökyüzündeki en parlak yedinci yıldız olup, mutlak kadiri –6.2'dir. Rigel gerçekte Sirius'un 1000 katı, Güneşin ise 23.000 katı daha aydınlıktır. Rigel bizim galaksimizde bilinen en parlak yıldızdır.

Komşumuz olan büyük Magellan Bulutunda bulunan Doradus adlı bir yıldız 45.000 parsek uzaklığında olup mutlak kadiri –9.5 ile, Rigel'den 20 kat, Güneşten de 500.000 kat daha parlaktır. Eğer Doradus Güneşimizin yerinde olsaydı, etrafında Pluto'nun 17 katı uzaklıkta dolaşan bir gezegende bulunanlar, onu bizim Güneşi gördüğümüz parlaklıkta görürdü.

Bir süpernova patlaması çok kısa bir süre için –19 kadir bir parlaklık verir. Bu parlaklık Doradus'un 6000 katı, Güneşin ise 10

milyar katıdır. Galaksimizin mutlak kadiri –22.8 olarak hesaplanmıştır.

10 parsek uzaklıkta tek bir ışık kaynağı gibi görünen, ama bir süpernovadan daha aydınlık olan cisimler kuasarlardır. Bunlar son derece yoğun galaksi çekirdekleridir. Kuasarlar o derece aydınlıktır ki yüzlerce milyon parsek mesafeden dahi görülebilirler. Tipik bir kuasar yüz adet galaksinin aydınlığında parlar. Güneşin 2 milyon katı daha uzaklıkta olmasına rağmen bir kuasar 10 parseklik bir mesafede bile –28'lik bir mutlak kadire sahiptir.

1937 yılında 3C279 kuasarının fotoğraflarından, 2 milyar parsek mesafede –31 mutlak kadirde 10.000 tane galaksiye eşit bir aydınlık vermiş olduğu anlaşılmıştır. 3C279 kuasarının 10 parseklik bir uzaklığa yerleştirildiği düşünülürse vereceği aydınlık güneşin 100 milyar katı, Doradus'un 500 milyon katı olurdu. 3C279 bugüne kadar tespit edilmiş en aydınlık gök cisimdir.

Ses

Ses

Ses maddi bir ortam aracılığıyla, genellikle hava aracılığıyla, yayılır. Kulağımıza ulaşan ses dalgaları havadaki moleküllerin hareketidir. Havanın dışında ise, ses sıvı ve katı ortamlar içinde de yol alabilir. Ses boşlukta ilerleyemez. Sesin ilerleme hızı ortamın yoğunluğuna bağlıdır. Ses sert ortamlarda daha hızlı, yoğun ortamların içinde ise daha yavaş yol alır. Havadaki hızı oldukça yavaştır.

Kulaklarımızın ses olarak algıladığı şeyin nedeni bir titreşimdir. Bu titreşim sesin geçtiği ortamı oluşturan atom ve moleküllerde bir salınım hareketi meydana getirir.

Titreşimler bitişiğindeki molekülleri sıkıştırarak onları iter. Sıkışan moleküllerin her biri bir yöne doğru hareket eder ve bir komşu bölgede sıkışma yapar. Böylece sıkışma alanı sesin kaynağından uzaklaşarak yol alıyormuş gibi gelir. Sesin hızı, maddeyi meydana getiren moleküllerin hareketindeki doğal hıza bağlıdır.

Suyun donma noktası olan 0 derecede ses 1193 km/saat'lik bir hızla yol alır. Sıcaklığın her bir derece yükselişinde bu hız 0.6 km/saat kadar artar. Ses 0 derecedeki hidrojende 4630 km/saat hızla yol alır. Sesin sudaki hızı 5300 km/saat, demirdeki hızı ise 18.000 km/saat'dir. Sesin hızı, içinde yol aldığı maddenin atom ve moleküllerinin hareketindeki doğal hıza ve bunların sıkılığına bağlıdır.

Işık boşlukta bile yol alır. Güneşin ışığı bize aradaki boşluğu aşarak gelir. Fakat, ses boşlukta yol alamadığından, aradaki boşluktan dolayı, biz Güneş patlamalarının sesini asla duyamayız.

Bir uçağın hızı ses hızını geçince bir şok dalgası oluşur ve bir ses patlaması ortaya çıkar. Uçak sesin hızına ulaşınca havayı sıkıştırır ve arkasında yüksek basınçlı bir koni şekillendirir. Uçak ilerledikçe arkasındaki koni genişleyerek bir sessizlik sınırı ile çevrilir. Koninin geniş ucu yerle temas edince büyük bir patlama meydana gelerek arkasından yine bir sessizlik oluşur. Ses patlaması olayı budur.

Sayılar

Sayılar

İnsanoğlu sayı saymaya bundan 28.000 yıl önce başladı. İlk sistematik sayı sayma ise 5000 yıl önce eski Mısırlılar tarafından yapıldı. Eller, parmaklar ve tırnaklar sayı sayan ilk insanların kullandıkları organlar olmuştu.

Tarih öncesi çağlarda insanların büyük sayılara ihtiyacı yoktu. Sadece bir ve iki sayılarını karşılayan sözcükler ve ikiden fazlası için 'çok' sözcüğü kullanılıyordu. Bugün kullandığımız sayıların ilk on tanesinin nedeni belki de toplam on tane parmağımızın olmasıdır.

Sayıları ifade etmek için kullanılan çeşitli isimler çeşitli kültürlerden kaynaklanır. Yüz ve bin sözcüklerinden sonra 1500'lü yıllarda milyon ve milyar sözcükleri kullanıldı. Daha sonra trilyon, katrilyon, kentilyon, sekstilyon, septilyon, oktilyon sözcükleri türetildi. Bu sayıların her biri bir öncekinin bin katıdır. Bu sisteme göre adlandırılan en büyük sayı sentilyon olup, bin sayısının peşinde yüz tane üçlü sıfır grubu ile ifade edilir.

Gerçekte, en büyük sayı diye bir şey yoktur, zira sayı ne kadar büyük olursa olsun buna bir eklenebilir.

'Hiç' kavramı bugün '0' olarak gösterilmektedir. Sıfırdan küçük sayılar 1500'lü yıllarda 'eksi' (-1, -2, vs) olarak gösterilmiştir.

Gerçek bir sayı kendisi ile çarpılınca positif bir sayı elde edilir. Bazı sayılar (sanal) kendileriyle çarpılınca negatif sayılar elde edilir.

Yeryüzünde Yaşam

Yaşamın Başlangıcı

Eskiden yaşamın kendiliğinden tesadüfen ortaya çıktığına inanılırdı. 1700'lü yıllarda yapılan deneylerde bu inanış yıkıldı ve yeryüzündeki canlı yaşamının kendilerinden önceki ilkel canlıların gelişmesiyle şekillendiği anlaşıldı.

Yeryüzündeki yaşamı başlatan ilk organizma ilkel bir hücre idi. Bu ilk hücre okyanusların dibindeki ılıman bir ortamda zengin minerallerden güç alarak gelişti, organelleri şekillendi, DNA'sı oluştu ve sonra bakteri benzeri çok hücreli bir organizma haline geldi.

Bütün canlılar mutlaka diğer bir canlının üremesiyle canlılık kazanmıştır. Canlı madde aminoasitlerden meydana geldiğine ve her canlının da kendini yenilediğine, yani ürediğine göre, ilk canlı aminoasit molekülü nereden gelmişti?

Yeryüzündeki yaşam uzaydan gelen, başka dünyalardan kaynaklanmış sporlardan can bulmuş olabilir. Bakteriyel sporlar aşırı soğuğa karşı oldukça dayanıklı olup, sert ve geçirgen olmayan zarlarıyla, gezegenler arasında milyonlarca yıl süren yolculuklara dayanabilmiş olabilirler.

Son zamanlarda yeryüzüne düşen göktaşlarının bazılarında su ve karbon bileşikleri, yaşayan dokuların proteinlerinde görülen aminoasitler ve yağ asitleri tespit edilmiştir. Evrende milyarlarca galaksi, her galakside yüzlerce milyar yıldız ve gezegen olduğuna

göre, Dünyamıza benzer bir gezegen üzerinde bizimkine benzeyen veya benzemeyen bir hayat bulunması ihtimali çok yüksektir.

Dünyadaki yaşamın başlangıcının tek hücreli ve en ilkel canlı olduğu artık bilinmektedir. Acaba bu ilkel hücre nereden gelmişti? Biyoloji bilimi, bazı moleküllerin kendiliğinden birleşerek tesadüfen oluşturduğu bir DNA molekül grubundan hayatın kaynaklandığını söyler. Canlı bir hücrede aminoasitlerin toplam sayısı 20 tanedir. Bunların rastgele öyle uygun bir şekilde birleşmesi gerekir ki yaşam meydana gelebilsin.Yani, cansız molekül birdenbire canlansın, beslensin, üresin ve hareket etsin. Cansız bir molekülden kendi kendine ve tesadüfen bir canlı molekül grubunun meydana gelme ihtimali, ihtimaller hesaplarına göre, kentrilyonda birdir. Yani, sıfıra yakın bir ihtimaldir.

Fakat, 1953'de yapılan deneylerde ise cansız moleküllerden canlı aminoasitler elde edilmiştir. Sıfıra yakın ihtimal bile olsa ilk canlı molekülün bundan 3.5 milyar yıl önce atmosferde oluştuğu ve daha sonra okyanusların dibinde gelişip canlı yaşamı başlattığı artık bilinmektedir.

Yaşamın esasını oluşturan organik bileşikler karbon zincirlerinden oluşan moleküllerden meydana gelir. Bunlara hidrojen atomları ve daha az miktarda azot, oksijen ve kükürt atomları eklenir. Bu atomlar organik bileşiklerin %99'unu meydana getirir. Sonuç, hayatın Dünyamıza uzaydan gelmiş olabileceğidir. Uzayda canlı organizmanın temel taşı olan karbon atomu bulunmaktadır. Evrende hayat zaten vardır. Göktaşları ile virüsler, mikroplar, polenler gezegenimize bulaşmış ve yaşamı başlatmış olabilir. Dünyadaki evrim rastgele ve rastlantısal olayların bir sonucudur. Dünya yeniden oluşsa, yine rastgele nedenlerle, şimdikine hiç benzemeyen bir görünüm ve şekilde olurdu.

Şekillenen gezegenimiz ilk zamanlarında ısı çıkardı ve iç kısımlarında hapsedilmiş gazlar kurtularak dışarı çıktı ve atmosferi meydana getirdi. Bol miktarda atomların bulunduğu atmosferdeki zengin hidrojen molekülleri Güneş ışığı altında çarpışmalara uğrayarak daha büyük moleküllerin oluşmasına yol açtı. Bu moleküller birbiriyle etkileşerek daha büyük moleküllere dönüştü. Okyanuslara düşen moleküller daha karmaşık molekül haline geldi. Mikroskopik boyutlardaki bu karmaşık moleküller okyanusların dibinde ilk ilkel hücreyi oluşturdu.

İlk hücre kendisinin bir kopyasını üretti. Bu ilk canlının meydana gelmesiydi. Yaşam okyanusta başlamıştı. Daha sonra iklim şartları değişti ve çevreye uyamayan organizmalar öldüler. Dayanabilenler hayatta kalabildi. Dünya tarihinde yok olan organizma türlerinin sayısı bugün canlı olanların sayısının çok üzerindedir.

Oksijen temelde zehirli bir gazdır. Dünyadaki canlıları oluşturan organik moleküller oksijenle birleşir ve onları tahrip eder. Dünyada ilk zamanlarda yaşam biçimlerini ortaya çıkartan oksijen bulunmuyordu. İlk canlılar oksijeni kullanmadılar. Fakat birçok evrimsel adaptasyondan sonra organizmalar bu zehirli gazın bulunduğu ortamda yaşamayı öğrendiler. Biz, denizden başlayan bir evrimin sonucu şimdi karada yaşayan canlılar isek de, evrende yıldızlararası boşlukta çok farklı ortama sahip gezegenlerde rahatça yaşayabilen daha zeki toplumlar da olmuş olabilir.

Yeryüzü tarihinin ilk yarım milyar yılında gezegen dengesiz bir durumdaydı. Yer kabuğu oynak ve volkanik, okyanus ve atmosfer oluşum süreci içindeydi. İkinci yarım milyar yıl içinde ise kimyasal evrim oluşmuş, Güneşin morötesi ışınlarıyla daha karmaşık bileşikler meydana gelmişti. Yeryüzünün oluşumundan 1 milyar yıl sonra, bundan 3.5 milyar yıl önce mikroskopik yaşam başladı. İlk 2 milyar yıl içinde mevcut türler bakteriler ve çok küçük ilkel hücrelerdi. Bunların üremesini kontrol eden DNA molekülleri

henüz yoktu. Günümüzdeki düşünceye göre, yeryüzündeki yaşam ilkel hücreler şeklinde 3.5 milyar yıl önce başlamış ve zaman zaman meydana gelmiş büyük afetlere rağmen yeryüzündeki yaşam hiçbir zaman tümüyle silinmemiş ve asla yeni bir başlangıç yapmamıştır.

Daha sonra, fotosentez yapabilme yeteneğine sahip çekirdekli hücreler ortaya çıktı. Bu sırada atmosferde %5 oranında oksijen bulunuyordu. Bundan 600 milyon yıl önce karmaşık ve gelişmiş çok hücreli yaşam gelişti. Dünya yüzeyi 4 milyar yıl yaşamsız idi ve yaşam tümüyle okyanuslardaydı. Okyanuslar ilkel yaşam için idealdi. Organizmaların orada susuzluk ve kuraklıktan bir korkuları yoktu ve yaşamın kimyasal temeli olan suyun içindeydiler. Denizler yaşamın oluşması için çok uygundu, fakat zekanın oluşması için henüz yetersizdi.

Deniz ve Karada Yaşam

Yaşam denizlerde başladı ve günümüze kadar geçen sürenin onda dokuzu boyunca denizlerde kaldı. Kara parçaları önceleri ıssız ve çıplaktı. Canlı hücreler belki bir takım temel değişiklikler geçirerek denizlerin dışında kurumadan yaşayabilecek güce kavuştu. Sonra atmosferin ozon tabakası kalınlaştı ve Güneşten gelen morötesi radyasyonun önemli bir miktarının toprağa ulaşmasını engelleyerek canlıları yüksek enerjili dalga boylarının tehlikelerinden korudu. Belki, Dünyanın çekimine kapılan Ay'ın meydana getirdiği gel-git'ler sonucu yaşam karalara tırmandı.

Nedeni ne olursa olsun, yaşam 425 milyon yıl önce denizlerden karalara tırmandı. Başlangıçtan bugüne kadar milyonlarca farklı canlı türü oluştu. Birbiriyle çiftleşerek üreyemeyecek kadar farklı olanlar zamanla tükendi. Bu tür ilkel hücreler bugün bile bakteri biçiminde varlıklarını sürdürmektedir.

Karadaki yaşamın gelişmesi havada kalın bir ozon tabakası ve oksijen miktarının artması ile gerçekleşti. Ancak o zaman, canlılar okyanusların üst tabakasına ve oradan da karaya çıktılar.

Denizlerin enerjik ve karmaşık yapıya sahip olmuş canlıları yüzlerce milyon yıl sonra, bundan 425 milyon yıl önce karalara çıktılar. Bu arada, bundan 470 milyon yıl önce karalarda ilk bitkiler oluştu. 375 milyon yıl önce ilk omurgalılar olan ilkel sürüngenler meydana geldi. 180 milyon yıl önce ilk memeliler oluştu. 75 milyon yıl önce, gözleri ve beyinleri gelişen primatlar geldi. 35 milyon yıl önce daha gelişmiş beyinli iri maymunlar, 10 milyon yıl önce de özel beyinli hominidler oluştu. 100.000 yıl önce Homo-sapiens gelişti.

Karadaki yaşam oksijenden çok suya bağlıdır. Karada pek az su alan ve bu yüzden canlıların çok az olduğu çöller vardır. Denizlerde ise bunun aksi geçerlidir. Denizlerde su boldur ama oksijen her yerde aynı değildir. Antartika kıtası etrafındaki sular gezegenimizin en zengin yaşamına sahiptir.

Dünya ömrünün yalnızca son %10'unda yeryüzünde canlılar bulunmaktadır. Günümüzdeki canlı türlerin sayısının 35 milyon civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Karadaki Canlılar

İnsanın nereye gittiğini bilmesi için önce nereden geldiğini anlaması gerekir.

Yaklaşık 75 milyon yıl önce ortaya çıkan pirimatların halen yaşayan 200 türü büyük oranda tropikal bölgelere sıkışıp kalmıştır. Primatlar sınıfı içinde beyin gelişimini doruğa vardıran tür hominidae ailesidir. Bu ailenin bireylerine 'hominid' adı verilir. Hominid-

ler 5 milyon yıl önce dik durmaya başladı. İlk hominidler Doğu Afrika'da başlayarak Güney Afrika ve Güney Asya'ya yayıldı.

Homo erectus, 1.500.000 yıl önce ortaya çıktı. Ateşi ilk defa bunlar kullandı. 100.000 bin yıl önce, bizim de soyundan geldiğimiz ve iri beyinli Homo sapiens ortaya çıktı. Homo sapiensin ilk temsilcileri Homo neanderthalensis denilen Neanderthal insanı idi. 35.000 bin yıl önce, bizim de ait olduğumuz Homo sapiensin yeni türü olan 'modern insan' doğdu.

Bütün zamanların en zeki türü felsefe, bilim, teknoloji ve sanat yaratabilen tek tür günümüzde yaşayan Homo sapiensdir. Ve jeolojinin zaman kavramına göre bizler henüz daha geçenlerde var olmuş sayılırız.

Evrensel açıdan bakıldığında insanın tek, ilk, son veya en mükemmeli olması için bir neden yoktur. Zira insan, evrende milyarlarcası bulunan Samanyolu ismindeki orta büyüklükte bir galaksside yer alan iki yüz milyar yıldızdan Güneş adındaki orta ölçüdeki bir yıldızın etrafında dönen Dünya ismindeki bir ufak gezegende yaşamaktadır.

Dünyadaki en başarılı canlılar böceklerdir. Dünyadaki her altı türün beşini böcekler oluşturur. Bilinen böcek türlerinin bir milyon kadar olduğu hesaplanmaktadır. Daha keşfedilmemiş milyonlarca böcek türü olduğu sanılmaktadır. Böceklerin başarılı olmasının nedeni sayılamayacak kadar çok yumurta bırakmalarıdır. Nemli 1 dönüm toprakda 4 milyon tane böcek vardır. Yüz taneden 99'u yok edilse bile kalan bir tane kısa zamanda nüfusu eski düzeye çıkaracak kadar çok yumurta bırakabilmektedir.

İnsanlar hiç bir böcek türünü henüz yok edememiştir. En eski böcek türü olan yaylıkuyruk 270 milyon yıldan beri yaşamaktadır. 250 milyon yıl önce kanat açıklığı 75 cm olan dev yusufçuklar

yaşamıştır. İnsan türü ise sadece 7 milyon yıl önce ortaya çıkmıştır.

Günümüzün en büyük kuşu, uçamayacak kadar ağır olan deve kuşudur. Yaşayan ve uçan en büyük kuş albatrosdur. Bütün zamanların en büyük hayvanı bugün yaşayan mavi balinadır. Bunlar 27 metre boyunda ve 130 ton ağırlığındadır. Şu anda karada yaşayan en büyük memeli Afrika filidir. 3.30 metre boyunda ve altı ton ağırlığındadır. 150 milyon yıl önce yaşayan dev dinazorlar yeryüzünün en büyük memelileriydi. 80 ton ağırlığında ve 10 metre baş yüksekliğindeydiler.

Dinazorların 65 milyon yıl önce, büyük bir meteor yada kuyruklu yıldızın çarpması sonucunda toplu olarak öldükleri tahmin edilmektedir. Ayrıca, büyük volkanik faaliyetler ve iklim anormallikleri neticesinde de yok oldukları ileri sürülmektedir.

Yeşil bitkiler Güneş enerjisini karbondioksit, su ve mineraller gibi maddeleri bitki hücrelerini oluşturan karmaşık meddelere dönüştürürler. Tüm hayvanlar ve bizler, ya doğrudan yada dolaylı olarak, yaşamak için bitki hücrelerine ihtiyaç duyarız. Hayvanlar ya bitki yer yada bitki yiyen başka hayvanları yerler. Yeşil bitkiler basit maddelerden hücrelerini oluştururken oksijen çıkarırlar. Atmosferimizin oksijeni bu yolla yaratılmış olur. Besin ve oksijen, yeşil bitkilerin hayvan dünyasına bir armağanıdır.

En kitlesel canlılar günümüzde yaşayan seqouina ağaçları olup, 700 ton gelmektedir. Boyları 120 metre olan kızılağaçlar bulunmaktadır.

Eski zamanlarda en iyi koşullarda bile ortalama insan ömrü 33 yıldan fazla değildi. Bugün insan ömrü ortalama 65 yıl olarak kabul edilmektedir. İnsan dışında en uzun yaşadığı bilinen kara memelisi 69 yıl yaşamış bir Hindistan filidir. İri balinaların kara

memelilerinden daha uzun ömürlü olmasına rağmen bunlar bile en uzun ömürlü insanlardan daha uzun süre yaşayamaz.

Bir hayvan ne kadar küçük olursa kalbi o kadar hızlı atar. En uzun süre yaşayan bir hayvanın toplam kalp vuruşlarının sayısı bir milyon civarındadır. Cüssesi ne olursa olsun memelilerin kalbi bir milyar kereden fazla atmaz. Yetmiş yaşına gelmiş bir insanın kalbi 2.5 milyar defa çarpar. Uzun ömürlü insanlarda bu sayı 4 milyara ulaşabilir.

Sıcak kanlı hayvanlar içinde en uzun ömürlüsü insandır. Soğuk kanlı hayvanların metabolizma hızları yavaş olup, soğuk havalarda uyuşmuş halde bir köşede beklerler.Yani ağır yaşarlar. En yaşlı timsahlar bile elli yaşındadır. Bunlar içindeki rekor kaplumbağalara ait olup 150 yaşını geçmiş olanları vardır.

Ağaçların çoğu hayvanlardan daha uzun süre yaşar. Tüm ağaçların ve hatta tüm canlıların en yaşlısı Nevada'da bulunan ve 4900 yaşında olan bir çam ağacıdır.

İnsanın Evrimi

4.6 milyar yıl önce Güneş, Dünya ve sistemimizdeki diğer gezegenler, toz ve gaz bulutundan oluştu.

3.5 milyar yıl önce yaşamın ilk belirtileri olan bakteriler ve bakteri benzeri ilk ilkel hücreler oluştu. Bu tür hücrelerin benzerleri günümüzde de yaşamaktadır.

1.4 milyar yıl önce tek hücreli daha büyük organizmalar ortaya çıktı. Üreme ve kalıtım işlevlerini yapan bir çekirdekleri vardı.

700 milyon yıl önce çekirdekleri bulunan hücreler birleşerek çok hücreli organizmaları oluşturdular. İnsanlar dahil çok hücreli organizmaların başlangıcı bunlardan meydana gelmiştir. Çok hücreli organizmalar evrim geçirerek bitki ve hayvan olarak sayısız büyük bölümlere ayrıldılar.

550 milyon yıl önce ilk hayvanlar ortaya çıktı. Bunlar solucanlara ve deniz yıldızlarına benziyorlardı. Bunlarda iskelet ve sinir sistemi belirtileri vardı. Ayrıca bu canlılarada solungaçlar oluştu.

510 milyon yıl önce omurilikleri bulunan canlılar meydana geldi. İnsanlar bu türe aittir. İlk türeyen omurilikliler çeneleri olmayan, balığa benzer yaratıklardı. Daha sonra çeneleri gelişti.

500 milyon yıl önce çenesi, omuriliği, kıkırdaklı çubukları olan canlılar türedi. Ayrıca, iki kol ve iki bacak gelişmeye başladı.

450 milyon yıl önce köpek balığına benzeyen, kıkırdaktan iskeleti olan canlılar oluştu. Daha sonra kemikli iskelet meydana geldi.

425 milyon yıl önce sudaki canlılar karalara çıktı. Çıkıntılı yüzgeçleri bacağa dönüştü. Basit akciğerler oluştu. Bu türün bir örneği kurbağalardır. Bu sırada, karalar 50 milyon yıldır bitkilerin egemenliği altındaydı. Bitkilerden sonra kısa süre içinde salyangozlar, örümcekler ve böcekler gibi organizmalar belirdi.

350 milyon yıl önce organizmalar yumurta bırakmaya başladılar. Böylece, bu tür yumurtalarla organizmalar suya bağımlı kalmaktan kurtulmuşlardı. Bunlar yılanlar ve kertenkele şeklindeki çok iri hayvanlardı.

270 milyon yıl önce sıcak kanlılık kavramını geliştiren sürüngenlerden kuşlar türedi.

200 milyon yıl önce kır farelerine benzeyen memeliler gelişti.

100 milyon yıl önce memeliler bebeklerini hala vücutlarının içindeyken yumurtadan çıkartmayı öğrendiler. Ayrıca bazı türleri, bebeği vücudun içinde iken göbek bağı ile beslemeye başladı. İnsanlar bu türden gelmektedir.

75 milyon yıl önce böcek yiyen ilk primatlardan olan ağaç fareleri gelişti.

65 milyon yıl önce bir olay oldu ve büyük sürüngenler ölmeye başladı. Bazı memeliler ve bazı sürüngenler bu felaketi atlatmayı başardı. Dev memelilerin soyu tükendi. Göbek bağlılar Dünyaya

egemen oldu. Memelilerin beyinleri gelişmeye başladı. İlk primatların beyinleri gövdenin %5'ine ulaştı.

55 milyon yıl önce iki gözü birbirine yakın olarak başın önünde yer alan primatlar oluştu.

35 milyon yıl önce, insan ve maymunların ataları olan insan benzeri primatlar türedi. Bunlar rahatça oturabiliyorlardı.

8 milyon yıl önce primatlar iki kola ayrıldı. Bir kol bugünkü maymunları oluşturdu. Diğer koldan homonoidler gelişti. Homonoidlerden daha sonra homonidler türedi. Bunlar 120 cm boyunda ve beyinleri 562 gramdı. İlk hominidler o güne kadar çıkmış en akıllı kara hayvanlarıydı. Bunlar ayakta durabiliyor ve dik yürüyebiliyordu. Afrika'nın doğusu insanlığın beşiğidir. Zira, bu türe ait en eski kalıntılar orada bulunmuştur. Yavrularını, kalp atışına yakın olması ve onun atış sesi ile sakinleşmesi için sol kollarında taşıyorlardı. Serbest kalan sağ ellerini öteki amaçlar için kullandılar. İnsanlara özgü özelliklerden biri olan sağ eli kullanma eğilimi buradan gelmektedir.

3 milyon yıl önce türler biraz daha irileşti, beyinleri de büyüdü ve bizimkinin üçte biri ağırlığa erişti.

2 milyon yıl önce bize çok benzeyen homo türü (Homo habilis) gelişti. 700 gram ağırlığında beyni ve yuvarlak başı vardı. Henüz konuşamıyorsa da çeşitli sesler çıkarıyorlardı. Elleri ve ayakları modern insanınkine benziyordu. Yiyecek toplamak yerine avlanan ilk canlıydı.

1.6 milyon yıl önce Homo erectus (dik duran insan) türü gelişti. 180 cm boyunda ve 67 kg ağırlığındaydı. Beyni insan beyninin dörtte üçü kadardı. Bu tür ilk defa bilinçli olarak ateşi kullandı.

300 bin yıl önce hem vücut hem de beyin ölçüleri bizimkine çok yakın olan Neanderthal insanı ortaya çıktı.

100 bin yıl önce modern insan (Homo sapiens) gelişti.

25 bin yıl önce Homo sapiens, Amerika ve Avustralya'ya ulaştı.

10 bin yıl önce Homo sapiens, hayvan yetiştirmeye, kentler inşa etmeye başladı. Bu dönem uygarlığın başlangıcıdır.

5 bin yıl önce Sümerler yazıyı icat etti. Buna, yazılı tarihin başlangıcı adı verilir.

3.500 yıl önce demir yapımı başladı ve büyük imparatorluklar çağı geldi.

500 yıl önce barut ve top icat edildi. Matbaa makinaları geliştirildi. Modern çağ başladı.

200 yıl önce buhar makinası yapıldı ve beraberinde sanayi devrimini getirdi.

60 yıl önce nükleer silahlar imal edildi.

40 yıl önce uzay çağı başladı.

İlkel İnsan

Maymundan çok insanı andıran en eski homonoidler Australopithecines'lerdir. İlk Australopithecines'ler sekiz milyon yıl önce sahneye çıktılar ve 4 milyon yıl boyunca yaşadılar. Bunlar arka ayakları üzerinde yürüyorlardı ve boyları 1.20 metre ağırlıkları 30 kg idi. Bizim gibi, uzun süre ayakta durmamızı sağlayan S biçiminde omurgaları ve kalça kemik düzenleri vardı. Arka ayaklar

üstünde durmakla kollar serbest kalmış ve böylece eller çevreyi tanımak, alet yapmak için serbest kalmıştı. Bütün bunlar, gözlerin ve beynin fonksiyonlarını artırdığından beyinleri büyüdü ve şimdiki modern insan oluştu.

Australopithecines'lerin dik yürümeye başlamasından, onların soyundan gelenlerin insan olarak ilk belirtileri göstermelerine kadar geçen süre 4 milyon yıldır. Australopithecines'ler leş yiyorlardı. Arka ayakları üstünde yürümeye başlayınca ellerini alet yapmak, savunmak ve iş yapmak için kullandılar.

Bundan 3 milyon yıl önce boyları 1.50 metre ve ağırlıkları 55 kilo olan Australopithecus robustus türü çıktı. Hominid türünün bilinen en eski türü Homo habilis'tir. Bundan türeyen daha iri ve zeki Homo erectus, Afrika'dan çıkıp Asya'ya göç eden ilk hominidlerdir.

Daha sonra Homo sapiens türemiş, bunlar önce Neanderthal insanı, sonra da bizleri ortaya çıkarmıştır. Bu, ilk ilkel insana Homo neanderthallen adı verilir.

İnsan nesli Dünyada çok yeni sayılır. Dünyanın yaşı ile kıyaslandığında hominidlerin dünyanın varlığının yalnızca son binde birinde yaşamış oldukları anlaşılmaktadır.

Çağdaş İnsan

Çağdaş insan yeryüzünde ilk kez 50.000 yıl önce ortaya çıktı. Modern insanın ilk atası, iskeletleri Almanya'nın Neander nehri vadisindeki bir kireç mağarasında bulunan ve Neanderthal adamı adı verilen insandır. Bunların insanın en eski ve ilkel türü olduğu kabul edilir. Çağdaş insana Homo sapiens denir. Sapiens bilgili anlamına gelmektedir.

Neanderthal adamın 300.000 yıl önce, kendisinden çok daha ilkel atalardan türemiş olması gerekmektedir. Çağdaş insanın ise bundan 50.000 yıl önce gelişmiş olduğu ve Kuzey Afrika'da yer almış olduğu anlaşılmaktadır.

Uygarlık bundan 10.000 yıl önce Fırat ve Dicle nehirlerinin arasında şehirlerin kurulması, demirin eritilmesi, tarım ve hayvancılık ile başladı. Sonra batıya doğru yayılarak Nil bölgesine geçti. Ülke ve ulus kavramları, dünyada ilk defa Mısır'da doğdu, nedeni de Nil nehriydi.

Büyük piramitin Truva savaşından 13 yüz yıl önce MÖ-2500 yılında inşa edildiği bilinmektedir. Mısır'dan daha eski uygarlık Mezopotamya'da idi. Yazı burada yaşayan Sümerler tarafından MÖ-3000 yılında geliştirilmiştir. Bu dünyadaki ilk yazı sistemidir ve tarih bundan sonra başlamıştır. Böylece tarih günümüzde 5.000 yaşındadır.

İlk konuşma dili ise henüz bilinmemektedir. Konuşma yeteneği insana özgü bir huydur. Büyük maymunlar dahil bütün diğer hayvanlar, gırtlakları bizimki gibi çabuk ve çeşitli sesler çıkarabilecek şekilde olmadığı için konuşamazlar. Beş milyon yıl önce yaşamış olan ilkel homoinidlerin konuşmuş olmaları çok uzak bir ihtimaldir. Bunların beyinleri yeterli derecede büyük değildi. 300.000 yıl önce görünen ve 50.000 yıl öncesine kadar yaşamış olan Neanderthal adamının da konuşmuş olması az ihtimaldir. Zira bunların iskeletinde, konuşma hareketini sağlayan hyoid gırtlak kemiğine rastlanmamıştır. Bu insanlar sadece işaretler ve homurtularla anlaşıyor olmalıydılar. Ancak, İsrail'de bulunan ve yaşı 60.000 yıl olarak saptanan bir Neanderthal insanının kalıntısında, çağdaş insanınkiyle aynı ölçüde bir hyoid kemiği keşfedilmiştir.

Kronolojiyi sistematik şekilde ele alan ilk kişi eski Yunanlı bilginler olmuştur. Bunlar, değişik ülkelerde meydana gelmiş olan

olayları belli bir kurala göre tarihlendirmeye çalışmışlar ve Yunan tarihindeki en eski olay olan Truva savaşını başlangıç olarak almışlardır. Truva'nın ilk olimpiyat oyunlarından 408 yıl önce düşmüş olduğuna karar verdiler ve günümüz sistemine göre MÖ-1184 yılına yerleştirdiler.

Tarihte günü tam olarak bilinen en eski olay Lidya ve Medya orduları arasındaki savaştır. Bilinmesinin nedeni, bu sırada meydana gelen tam bir Güneş tutulmasının her iki tarafı da korkutması ve savaşı sona erdirmeleridir. Geriye doğru hesap yaparak bu savaşın yapıldığı yüzyılda savaş yeri olan Anadolu'dan görülebilecek bir Güneş tutulmasının hangi günde meydena gelmiş olduğu saptanabilmiştir. Bu savaşın MÖ-585 yılının, 28 Mayıs'ında olduğu artık bilinmektedir.

Tüm canlılar içinde geçmişi düşünebilen, onu inceleyebilen ve sonuçlarını çıkararak geleceği düzenleyebilen tek canlı insandır. Gün, periyodik ve astronomik bir olay olan Güneşin gökyüzündeki sonsuz yürüyüşünden çıkartılmıştır. Dünyanın ekseninin eğik olması nedeniyle Güneşin günden güne değişen başka hareketleri de vardır. Güneş Dünya ekseninin bu özelliğinden dolayı periyodik olarak yükselip alçalır ve bu hareketi güne göre daha uzun bir süre alır. Güneşin bu hareketlerinden mevsimler oluşur.

Güneşten sonra gökyüzündeki en ilginç cisim Ay'dır. Güneşin batışından hemen sonra görülen hilal giderek büyür ve gün batımında dolunay haline gelir. Sonra küçülmeye başlar ve gün doğumundan önce yine incecik bir hilal haline gelir. Bu evreler Ay'ın Dünya etrafındaki hareketinden ve onun Güneşe göre değişen konumlarından kaynaklanır. Tüm çevrim 29.53 günde tamamlanır. İki ay arasındaki bu süre bir aydır.

Uygarlığın ilk dönemlerinde kesirli sayılar büyük sorundu. Bu nedenle 2, 3, 4 ve 6'ya tam olarak bölünen 12 rakamı güvenli bir

sayı olarak görüldü. Buna yakın hiç bir sayı, dört ayrı rakama tam olarak bölünemiyordu. 60 sayısı 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20 ve 30'a kesirsiz olarak bölünebiliyordu. 360 sayısı 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 20, 24, 30, 45, 60, 72, 90, 120 ve 180'e bölünebiliyordu. Bunlar kolayca kullanılabilen eşsiz sayılardı. Böylece, Sümerliler daireyi 360 eşit bölüme ayırdılar. Her derece 60 eşit bölüme ayrıldı ve bu bölümlerden herbiri yine 60 eşit alt bölüme ayrıldı. İlk bölüm dizisine minute (dakika), ikinci bölüme ise second (saniye) adı verildi. Günü 12 saatlik gündüz ve 12 saatlik gece bölümlerine ayırdıktan sonra, bir saati 60 dakikaya ve bir dakikayı da 60 saniyeye ayırmak mantıklı görüldü.

Güneş saati adı verilen, yere çubuk dikerek Güneş ilerledikçe oluşan gölgeyi izleyerek zamanı belirlemek ilk defa Mısır uygarlığının erken dönemlerinde geliştirildi. Gölgenin izlediği yol on iki eşit bölüme ayrıldı. On iki eşit bölümün nedeni, yılda 12 ay, iki ayda 60 gün (12x5) ve bir yılda 360 gün (12x30) olmasıydı.

Hafta yapay bir birimdir. Ay'ın dört ana evresi vardır: yeni ay, ilk dördün, dolunay ve son dördün. Bunlar arasındaki süre 7.38 gündür. Hafta bazen yedi, bazen ise sekiz gündür. Böylece hafta kavramı doğmuştur. İlk güneş takvimi Mısırlılar tarafından Nil'in her 365 günde bir taşmasına dayanıyordu. MÖ-44 yılında Romalılar bir yılı 365.25 gün olarak kabul ettiler. Gerçekde bir yıl 365.2422 gündür. Gündüz ve gece 12 şer saate bölünerek bir gün toplam 24 saatten meydana geldi.

Güneş saatinden sonra belirli bir boyda mum yakılarak ve birbirine dar bir boğazla bağlı iki cam bölme arasında kum akıtılarak zaman ölçüldü. Daha sonraları hassas saatlere ihtiyaç giderek arttı. Bu nedenle yerçekiminden yararlanarak, bir milin çevresine bir kordon sarıldı ve ağır bir demir parçası bu kordona bağlandı. Demir parçası yer çekimi ile aşağı çekildiği için mili döndürdü ve mile bağlı bir ibre de bir kadrandaki işaretli saatleri gösterdi. İbre

kadran çevresinde sabit ve yavaş bir hızla, 12 saatte bir dönecek şekilde düzenlendi ve ibre bir günde kadranı iki tur dolaşmış oldu.

1300 yılında sarkaç çarkı denilen cihaz yapıldı. Bu cihaz bir dişli ile onun bağlı olduğu döner bir milden oluşuyordu. Mil ancak dişlinin bir tırnağı kadar dönüyor ve duruyordu. Sonra dişlinin öteki tırnağı mili döndürüyor ve bu böyle devam ediyordu. Böylece mil istenen şekilde yeterince yavaş ve sabit hızda döndürülmüş oluyordu. Tüm bu saatler günde en az çeyrek saat ileri gidiyor veya geri kalıyordu. Bu da %1 oranında bir hata demekti ki o dönemin teknolojisine göre normaldi.

1581'de Galileo 17 yaşında iken, ileri geri gidebilecek düzenli ve süreli bir hareket buldu. Sarkacın salınım hareketiydi bu. İlke olarak, sarkacın bir saatin hareketlerini kontrol etmek amacıyla kullanılabileceğini düşündü. 1656'da Hollandalı Huygens iki tane kavisli muhafaza arasında salınan ve salınım süresi sabit kalan bir sarkaç yaptı. Bu sarkacın çizdiği kavise saykıl (cycle) adı verildi. Huygens ayrıca, sarkacın sonsuza kadar sallanması için ona yeterli enerjiyi aktaracak ağırlıkları ve sarkacın dişli donanımını kontrol etmesini sağlayacak yöntemleri geliştirdi.

Huygens'in yaptığı sarkaçlı saat hem saatleri hem de dakikaları ölçebilen ilk saat oldu. Böylece bir saate ikinci bir ibre takıldı. Saat ibresi bir saat ilerlediğinde dakika ibresi tam bir tur yapmış oluyordu. Sarkaçlı saatin en büyük sakıncası çok büyük olmasıydı.

1658'de İngiliz Hooke yayları inceledi ve 1675'de minyatür bir saat yaptı. Bu saatte yavaş olarak çözülen sert bir ana yay ve onun gücü ile salınan daha küçük bir yardımcı yay vardı. Küçük yay dişli donanımını çalıştırıyordu. Böylece cebe sığabilen ilk saat yapılmış oldu. Bu saatlerin ana yaylarının çalışabilmesi için bunların belirli aralıklarda kurulması gerekiyordu.

1950’de yapılan mekanik saatler 19 ayda bir saniyelik hata ölçüsünde hassaslık derecesine ulaşmıştı. Bazı kristallerin basınç altında iken bir elektrik potansiyeli geliştirdikleri saptandı. Bir kristal salınım yapan bir elektrik akımına bağlanırsa çok kısa aralıklarla büzülür ve genişler ve ortaya çıkan ses dalgaları potansiyel salınım ile aynı frekansta olur. Kristalin küçük titreşimleri çok hızlı ve düzenlidir ve kuartz kristalinden yapılmış bir pil ile sağlanan küçük bir elektrik akımı elde edilmiş olur. Kuartz kristali ile çalışan ilk saat 1928’de yapıldı. En gelişmiş kristal saatler yüz bin yıl çalıştıktan sonra bile sadece bir saniyede hata yapmaktadır.

1945’de Amerikalı Rabi atomların doğal salınımlarından giderek ilk atom saatini yaptı. Bunlar kristal saatlerden çok daha hassastır. 1967’de bir saniyenin uluslararası tanımı olarak cesyum atomunun 1.192.631.770 defa salınması için gereken süre kabul edildi. Hidrojen atomunun salınımı ile yapılan saat, yüz milyon yılda sadece bir saniye ileri gider veya geri kalır.

Sanayi Devri

1769’da Watt’ın icat ettiği buhar makinası ile insanın sanayi devri başlamış oldu. Böylece yanan bir yakıtdan ilk enerji elde edilmiştir. Bu makina geliştirilerek 1781’de dönüş hareketi sağlandı ve bunun neticesi olarak tekerlekler döndürüldü, değirmen çalıştırıldı ve ulaşım araçları çağı başladı.

İlk buharlı gemi 1807’de, ilk verimli lokomotif 1825’de yapıldı.Watt’dan önce atla çekilen tekerlekli arabalar mevcuttu ancak buharla birlikte yeni bir devir başlamış oldu.

Önce buharlı arabalar yapıldı. Fakat dev bir buhar kazanının bulunması gerektiğinden bunlar çok ağırdı ve kullanışlı değillerdi. Ayrıca buharı elde etmek için yakıt deposu ve ateşçi için bir platform eklenmesi gerekiyordu. Sık sık su koymak icap ediyordu.

Keza, su buharlaşma sıcaklığına gelinceye ve buhar düzeyi yükselinceye kadar beklemek de gerekiyordu.

1897'de Stanley kardeşler buharlı arabaları geliştirdiler ve 30 km/saat hızla yürüttüler. Buharlı makina dıştan yanmalı motordu. Yakıt motorun dışında yanıyor, buhar elde ediliyor sonra buhar motorun içine alınıp, basınç ile pistonlar çalıştırılıyordu.

İlk içten yanmalı motor 1859'da Belçikalı Lenoir tarafından yapıldı. Yakıt olarak kömürün havasız bir bölmede ısıtılması ile elde edilen yanıcı gaz kullanılmıştı. Lenoir 1860'da böyle bir motoru küçük bir arabaya taktı ve Dünyada ilk motorlu arabayı imal etti. Bu motor iki zamanlıydı ve yakıtın ancak %4'ü enerjiye dönüşüyordu. Fransız Rochas 1862'de 4 zamanlı bir motoru planladı. Ancak böyle bir motor 1876'da Alman Otto tarafından imal edildi ve 35.000 adet satıldı. Otto motorunu üç tekerlekli daha iyi işleyen bir arabaya ilk takan Alman Benz oldu. Benz, Otto motorunda benzin kullandı. Bu, benzinli çalışan ilk araçtı ve 1885'de yapılmıştı. Otomobil terimi (auto ve mobile kelimelerinin birleşmesinden meydana gelir) ilk defa Benz'in ilk aracını yapmasından sonra kullanıldı.

1890'da 4 tekerlekli otomobil yine Benz tarafından yapıldı. Alman Daimler 1883'de yüksek hızlı, daha verimli bir motor imal etti ve ilk olarak bir tekneye ve daha sonra bir bisiklete taktı.

Amerika'da Selden 1879'da otomobil tasarımı yapan Dünyadaki ilk insan olmuştu, ancak üretimini yapmamıştı. Amerika'da ilk otomobil 1893'de Duryes tarafından imal edildi. Amerikalı mühendis Leland 1903'de Cadillac adını verdiği ilk başarılı otomobille hiç arıza yapmadan 800 km yol yaptı. Ancak ilk otomobilini 1893'de yapan Henry Ford ilk defa seri üretim yapan otomobilci oldu. İlk otomobil montaj hattı Ford tarafından model T için kullanıldı ve bu otomobilin maliyeti 290 dolardı. Bütün bu

otomobillerin motorunu çalıştırabilmek için ön taraftan, krank kolunun bir çubukla çevrilmesi gerekiyordu. İlk defa marş motoru Amerikalı Ketlering tarafından 1912'de yapıldı ve Cadillac'a takıldı.

Bundan 224 yıl önce buhar makinasının icadı ile başlayan sanayi devrimi, 50 yıl önce uzaya gönderilen yapay uydularla devam ederek, eğer var ise, diğer yıldızlardaki başka uygarlıklara varlığımızı haber verebilecek hale geldi.

Nüfus

MÖ-8000 yılında dünya nüfusu 8 milyon idi. Dünya nüfusu 1800 yılında 1 milyar, 1925'de 2 milyar ve bugün 6 milyardır. Nüfus giderek daha hızla çoğalmaktadır. İnsanlar çoğaldıkça doğumlar daha hızlı artmaktadır. Son yüzyılda gelişen bilim ve tıp sayesinde ölüm oranı ise oldukça azalmıştır.

Dünya nüfusu 2100 yılında 20 milyara ulaşacaktır. Böyle sürdüğü takdirde, 3500 yıl sonra, yani 6500 yılında evrendeki tüm yıldız ve gezegenleri tamamen dolduracak kadar nüfus olacaktır. İnsafsız bir nüfus artışını önlemenin yalnızca iki yolu olup bunlar, ya ölüm oranını artırmak veya doğumları kontrol etmektir.

2100 yılında, nüfus artışından dolayı doğanın yok edilmesiyle günümüzde yaşayan hayvan ve bitkilerin yaklaşık beşte birinin soyu tükenecektir. Dünya nüfusu arttıkça, sınırlı kaynakları tüketme hızı artacak, artık maddeler çoğalacak, tatlı su kaynakları eksilecek, asit yağmuru daha da kötüleşecek, atmosfer giderek kirlenecek, havadaki karbondioksit oranı çoğalacak, dünyanın ortalama ısısı yükselecek, kutuplardaki buz kütlelerinin erime hızı artacak ve denizlerin su seviyesi yükselecektir.

Diğer kirlenme türleri dünyanın üst atmosferindeki ozon tabakasını aşındıracak, Güneşten gelen morötesi ışınların yoğunluğu artacak, cilt kanser olayları çoğalacak, ihtiyacımız olan oksijenin %80'ini üreten okyanusların en üst katmanındaki mikroskopik bitkiler yok olacak ve Dünyanın güvenliği tehlikeye girecektir.

Ateş

İnsanlığın ilk enerji kaynağı ateş idi. Ateş ilk defa, hominid atamız olan Homo erectus tarafından keşfedilmiştir. 1.500.000 yıl önce Güney Afrika'daki bir mağarada yaşamış ilkel insanların yanmış kemiklerden ateşi kullandıkları anlaşılmaktadır. Ayrıca, Çin'deki bir mağarada bundan 500.000 yıl önceki bir kamp ateşinin izleri bulunmuştur.

Bütün yakıtlarda karbon veya hidrojen atomları veya bunların her ikisi birden bulunur. Karbonla hidrojen oksijenle birleşerek ısı ve ışık doğurur ve bu üç atom tipi çevrede bol miktarda bulunur.

Bitkilerin yapısındaki temel bileşik selülozdur. Dev moleküller bir araya gelerek basit bir yapı oluşturur. Bu yapı 6 karbon atomu, 10 hidrojen atomu ve 5 oksijen atomundan oluşur ve bu bileşim bitkilerin yakıt olarak kullanılabilmesini sağlar. Ateşin ısısı odunlardaki karmaşık moleküllerin parçalanmasına yol açar, suyu buharlaştırır ve karbon içeren küçük duman moleküllerini açığa çıkarır. Bu dumanlar yanmaz özelliktedir ve havaya karışır, oksijenle birleşir, ışık ve ısı sağlar. Gerçek alevler yanmaz dumanlarla oksijenin karışması ve birleşmesinden doğar.

Kömür yüz milyonlarca yıl önceki odun kalıntısı olup, karbon ve hidrojenden oluşmuştur. Petrol ve doğal gaz ise yüz milyonlarca yıl önce yaşamış mikroskopik canlıların kalıntılarıdır.

İnsan Vücudu

İnsan vücudunun %75'i sudan oluşur. Geri kalan %25'in yarısı karbondur. Diğer yarısı ise oksijen ve azottan oluşur.

Organik bileşiklerde ortak olan şey karbon elementidir. Karbon canlı organizmanın temel taşıdır. En basit mikroorganizmadan en karmaşık makroorganizmaya kadar hepsinde ortak olan karbon atomunun en önemli özelliği, diğer atomlarla kolayca bağlantı kurulabilmesidir. Karbondan başka hiçbir atom bu tür zincir oluşturma yeteneğine sahip değildir. Dünyadaki uyum sağlayan değişkenliklerin tamamı karbon atomlarının zincirlerinden oluşan organik bileşikler üzerine kurulmuştur.

Dünya üzerinde var olan organik bileşiklerin sayısı, olması muhtemel bütün organik bileşiklerin sayısının yanında hemen hemen bir hiçtir. Yani, karbon atomları üzerine kurulmuş karmaşık bileşiklerin sayısı teorik olarak sonsuzdur. Karbon atomunu kapsamayan karmaşık bileşiklerin sayısı ise sıfırdır. Dolayısiyle organik bileşiklerin bulunmadığı bir Dünyada yaşamın var olacağı düşünülemez.

Karbon oksijen, hidrojen ve azotla bağlantı kurar. Bu son derece karmaşık fakat ahenkli atom birleşiminden moleküllerin mozaik dizilişi ortaya çıkar. Bu moleküller aminoasitleri oluşturur. Aminoasitlerin birleşiminden protein denilen daha büyük ve karmaşık molekül grupları meydana gelir. Proteinlerden de enzimler oluşur. Hücrelerin birleşiminden dokular çıkar. Dokular birleşerek organ-

ları oluşturur, organların bir araya gelmesinden de canlının vücudu meydana gelir.

İnsan vücudunda yaklaşık 60 trilyon hücre vardır. Her hücrenin içinde de 100 trilyon atom bulunur. İnsan vücudu bir atom yığınıdır. İnsan vücudundaki 60 trilyon hücreden her dakika 300 milyon tanesi ölür. Eğer hücrelerin kendilerini yenileme programı olmasaydı vücudumuzdaki hücrelerin tamamının birden ölümü için 139 gün yeterli olacaktı.

Hücre canlının en küçük temel parçasıdır. Hücre merkezinde bir çekirdek, çekirdekte de kromozomlar bulunur. Kromozom içinde ise DNA molekül grupları yer alır. Her canlı hücrenin içinde binlerce çeşitli enzim vardır ve bunların her biri kimyasal bir reaksiyonu oluşturur. Enzimler sayesinde hücre içi reaksiyonlar gerçekleşir.

Protein molekülleri birbirine bağlı bir aminoasit zincirinden oluşur. Her aminoasit üç atomluk bir zincirden oluşur, bir azot ve iki karbon. Bunlar çok çeşitli biçimlerde birleşirler. Her biri bir aminoasitlik yirmi aminoasit ile başlansa, bunlar her biri değişik biçime sahip 2.4 milyar biçimde düzenlenebilir. Oksijeni ciğerlerden vücudun bütün hücrelerine taşıyan hemoglobin molekülündeki aminoasitlerin mümkün düzenlenmeleri 10^{640} kadar olmaktadır ve bu kadar düzenlenmelerin yalnızca bir tanesi kusursuz olarak çalışır.

Hücrenin en önemli faliyet merkezi çekirdeğidir. İnsan hücresi çekirdeğinde 46 adet kromozom denilen bir molekül yumağı bulunur. Tek bir kromozomda 80.000 değişik gen vardır. Genler insan vücut yapısının karakterlerini, ana ve babadan gelen kalıtım özelliklerini, göz, renk, deri biçimlerini, davranış tarzlarını belirler.

Vücudumuzda her saniye ölüp giden 5 milyon hücre bütün bu özellikleri alıp götürmez. Zira, hücre çekirdeği harika bir düzenleme yapar ve çekirdekteki DNA moleküllerini oluşturan atomlar birbirlerinden yavaşça ayrılarak bütün özellikleri devam ettirir.

Her hücrede sürekli olarak birbirlerinin eşini üreten ve yeniden yaratılan molekülleri yavru hücrelere geçiren DNA molekülleri, sperm ve yumurta hücrelerinde de bulunduğundan, özellikler ana ve babadan çocuklara geçer. DNA molekülleri çift sarmal biçimde iki karmaşık atomlar dizisinden oluşmuş olup, her iki dizi birbirine tam olarak uyar.

Sarmal olarak bir merdiven şeklinde çiftli olarak dizilmiş DNA (deoxyribosenucleic asit) içinde karbon, fosfor, oksijen, hidrojen atomları ve muhtelif molekül grupları bulunur. DNA, 200.000 değişik molekülü çifter çifter birleştirip bir merdiven gibi birbirine sıkıca kenetler. Kalıtımla ilgili bütün bilgiler bu DNA'ların içinde saklıdır. DNA kendisi gibi bir molekül ürettiği zaman iki dizi ayrılır ve her biri hücre sıvısından küçük atom grupları alıp bunları özgün olanına tam uyan yeni bir dizi haline sokar. Sonunda her DNA molekülü birbirinin tıpatıp eşi olan iki DNA molekülü oluşturur.

Bir DNA molekülünün normal şartlardaki uzunluğu 2 metre olup, bir yumak gibi büzülerek kromozom içine sığmıştır. Bir hücrede 46 kromozom olduğuna göre 2 metre uzunluğundaki bir DNA merdiveni harika bir sarılışla hücre çekirdeği içine girmiştir. 1953'de yapılan bu buluştan 36 yıl sonra elektron mikroskopu ile DNA molekülünün resmi çekilmiştir.

Bir hücrede 200.000 çeşit protein vardır. Her proteinde ortalama 100 adet aminoasit molekülü yer alır. Bütün canlılarda 20 değişik aminoasit vardı. Bu aminoasitlerin birbiriyle değişik şekilde sıralanmasından proteinler oluşur. Aminoasitler değişik atomların bi-

raraya gelmesinden oluşan cansız şeylerdir. Fakat, aminoasitler proteinleri meydana getirince birdenbire canlanmaktadırlar. Aminoasit molekülünün merkezinde bir karbon atomu yer almaktadır. 20 değişik aminoasitin birbirine benzeyen protein dizilişleri sayısı 20^{100} olmaktadır. Bir benzetmeyle harfler aminoasitler, kelimeler protein, cümleler hücre, organizma ise bir eserdir.

Beyin

Beyin sadece bir zekâ organı olmayıp, aynı zamanda, vücudun çeşitli fiziksel yönlerini organize ve kontrol eden bir unsurdur. Eğer beyinin ölçüleri büyükse, beynin büyük bir kısmı fiziksel görevlerle işgal edilir ve saf zekâ için çok az yeri kalır. İnsanda, beynin 1 gram'ı vücudun 40 gram'ını kontrol eder. Bir gram beyin şempanzelerde vücudun 150 gram'ını, gorillerde 500 gram'ı, fillerde 1100 gram'ı ve balinalarda 10.000 gram'ını kontrol eder.

Beynimizde taşıdığımız bu bilgilerin çoğu beyin kabuğundadır. Beynin iç kısımlarında saldırı, korku, seks gibi işlevler saklıdır. Beyin kabuğunda ise okumak, konuşmak, hesap yapmak, fikir bulmak gibi işlevler bulunur. Uygarlıklar ve uzay yolculukları beyin kabuğunun ürünüdür.

Canlı Türleri

Dünya üzerinde 2 milyar farklı tür canlı yaşamış olup şu anda en az 35 milyon tür bulunmaktadır. Gelecekte de daha milyonlarca farklı tür çıkacaktır. Bütün bu türler, her hücrede bulunan çok karmaşık yapıdaki DNA molekülleri ve genlerin ürettiği sayısız çeşitteki bilgi ve talimatların sonucudur.

Biyolojik Saat

Yer altındaki bir kapalı odada veya uzayda penceresiz bir yerleşim merkezinde ne gün nede gece olur. Dünyadaki canlıların içinde vücut fonksiyonlarını bir dizi çeşitli tempoda tutan biyolojik saat vardır.

Yemek saati gelince acıkırız, uyku zamanı gelince uykumuzun geldiğini hissederiz. Bunlar için saate bakmak gerekmez. Dünya üzerinde durduğumuz sürede milyonlarca yıldır olan evrim sayesinde Dünya, Güneş, Ay gibi dış etkenlerle uyumlu yaşam süreriz.

Bit

Depolanan bilginin iletilme birimine 'bit' denir. Bit, bilgi biriminin ölçeğidir. Bir kapının açık veya kapalı oluşunun belirlenmesi bir adet biti gerektirir. Bir virüse gerekli olan bilgi yaklaşık 10.000 bit, bir bakteri için ise bir milyon bittir. Bir DNA'da mevcut olan bilgi birikimi 400 milyon bittir.

Bir insanın beş milyar bitlik bilgi birikimine ihtiyacı vardır. Bir hücredeki bilgi birikimi $5x10^9$ bittir. Bu bilgiler 1000 ciltlik bir kitabı doldurur. Vücudumuzda 60 trilyon hücre bulunur. İnsan beyninin bilgi kapasitesi ise yüz trilyon bittir. Bu, yirmi milyon cilt kitap yapar.

Normal bir harf beş bit içerir. Tipik bir kelime 20-30 bit, 300 sayfalık bir kitap 3 milyon bit, içinde 10 milyon adet kitap bulunan bir kütüphanede ise $30x10^{13}$ bit bulunur. Uygarlığımız 10^{15} bit ile karakterize edilebilir.

Bir insanda 50 bin kimyasal reaksiyonu kontrol eden 50 bin enzim vardır. Bu enzimlerin oluşumuna yol açan bilgiyi içeren nükleik asit molekülleri 3.5 milyar nükleotidden meydana gelir. Bu nükleotidler doğru sıralamasıyla yazılmış olabilse, bu bir milyar sözcük yada her biri ansiklopedi cildi boyunda 360 cilt

ederdi. İnsan vücudunun tam olarak bilinmesi bu kadar cilt sözcüğün bilinmesini gerektirir.

Yeryüzünün Keşfi

Denizlerin Keşfi

Su üzerindeki ilk seyahatleri MÖ-2600 yıllarında Nil boyunca yolculuk eden eski Mısırlılar yaptı. Denizlerde uzun yolculuklara çıkan ilk denizciler ise Fenikeliler oldu. Fenikeliler MÖ-1000 yıllarında Batı Akdenize çıktılar. Daha sonraları Cebelitarık boğazını geçip Atlas Okyanusuna açıldılar. MÖ-600 yıllarında Fenikeliler Afrika'nın batı kıyısı boyunca güneye indiler.

Fenikelilerden önce Polinezyalılar Doğu Hint Adaları ve Avustralya'ya çıktılar. Polinezyalılar dünyanın en büyük ve cüretkar denizcileriydi. MS-790 yıllarında Norveçli Vikingler ve İrlandalılar kuzey denizlerini keşfettiler. Bu arada Araplar da uzak doğu adalarına gittiler. 1400 yılında Çinliler Endonezya ve Seylan'a ve daha sonra da Kızıl Denize ulaştılar. 1450'li yıllarda Portekizliler Afrika kıyılarından güneye inerek 3000 km ilerlediler. Daha sonra Ümit Burnuna ulaştılar.

1492'de Kristof Kolomb, Portekiz'den hareket ederek Batı Hint adalarına ulaştı. 1498 yılında Vasco da Gama, Ümit Burnunu dolaşarak Hindistan'a vardı. 1500'lü yıllarda Amerigo Vespucci adındaki bir İtalyan, sonradan adı Amerika olarak anılan yeni dünyaya vardı. Portekizli Magellan, 1519'da İspanya'dan ayrılarak bugünkü Brezilya'ya doğru giderek Magellan Boğazından geçti ve Pasifik Okyanusuna açıldı. Oradan Filipin adalarına, oradan da Ümit Burnunu dolaşarak 1522'de İspanya'ya geri döndü.

1606'da İspanyol denizci Torres Yeni Gine adasının çevresini, 1768 ile 1771 arasında İngiliz James Cook Avustralya'nın çevresini dolaştı. James Cook, 1772-1775 arasındaki ikinci yolculuğunda Güney Pasifik'i keşfetti. 1776-79 arasındaki üçüncü yolcu-

luğunda ise Kuzey Pasifik'i taradı. 1524'de İtalyan denizcisi Verrazano, New York körfezine ilk giren Avrupalı oldu.

1513 ile 1793 yılları arasında yapılan birçok sefer sonunda Kuzey Amerika'nın iç kısımları keşfedildi. Güney Amerika'ya yapılan ilk büyük sefer 1540 yılında İspanyol Orellana ile oldu. Bu seferde Amazon nehri keşfedildi.

Karaların Keşfi

Modern insanın ortaya çıkışından sonra hominidlerin yaşam alanı Afrika'nın dışına taştı. O günlerde deniz seviyesinin alçaklığından dolayı Sibirya ve Alaska geniş bir kara köprüsü ile birbirine bağlıydı. Mamutların peşine düşen avcılar bunlarla birlikte Kuzey Amerika'ya geçtiler. Bu olay 20.000 yıl öncesine rastlar. 16.000 yıl önce de Güney Amerika'ya geçtiler. İnsanoğlu, yine deniz seviyesinin alçaklığından dolayı Avustralya'ya çıktı. Homo sapiens tüm dünyaya yayılan ilk kara canlısıydı.

Uygarlık başlayıncaya kadar insanoğlunun ufku genişlemedi. İmparatorlukların başlamasıyla seyahatler de başladı. Sanayi öncesi imparatorluklarının en genişi Moğullarınkiydi. Karalar üzerinde yapılan ilk seyahatler 1200 yıllarında oldu.

Avustralya'nın iç kısımlarının keşfi 1813 yılında yapıldı. Afrika kıtasının kıyıları ilk keşfedilen yerler olmasına rağmen kıtanın içleri en son bulunan yerler oldu. Mungo Park adındaki Avrupalı 1795 yılında Nijer'e çıkan ilk insan oldu. 1858'de Victoria gölü keşfedildi. Afrika'nın içlerine ilk giren İskoçyalı David Livingstone'dur. Livingstone 1841 ve 1866 yıllarında yaptığı seferlerde kıtanın iç kısımlarını keşfetti.

1880 yılına kadar ılıman iklimli kıtaların tamamı keşfedilmişti. Grönland'ın iç kısımlarına yapılan ilk önemli yolculuk 1878'de,

kuzey kutbuna ilk seyahat 1909'da gerçekleşti. Güney kutup dairesini geçip güney kutbuna 1820 km yaklaşan ilk insan 1774'de Kaptan Cook oldu.

Amundsen, 14 Aralık 1911'de güney kutbuna ulaşan ilk kişiydi. İngiliz Scott ve dört arkadaşı 17 Ocak 1912'de aynı yere ulaştılar. Dönüşlerinde tipiye yakalanan Scott ve arkadaşları donarak öldü. 1912 yılına gelindiğinde 500 yıldır süren keşiflerle yeryüzünün tüm kara ve denizleri tanımlanmış oldu.

Avrupa'nın en yüksek noktası olan 4807 metrelik Mont Blanc'a 1786'da çıkıldı. Afrika'nın en yüksek dağı olan Kilimanjoro'nun 5895 metrelik tepesine 1889'da tırmanıldı. Güney Amerika'nın And dağlarının 6960 metrelik en yüksek noktasına 1897'de ulaşıldı. Kuzey Amerika'nın en yüksek olan 6194 metrelik McKinley'e ise 1913 yılında çıkıldı. Dünyanın en yüksek dağı olan Nepal-Tibet sınırındaki Himaliyalar'ın 8848 metre yüksekliğindeki Everest'e ilk olarak 29 Mayıs 1953'de Yeni Zelandalı Edmund Hillary ile Nepalli rehber Tenzing Norkay birlikte çıktılar.

Mağaralar, bir hava boşluğu etrafında lavların donmasıyla veya suların kayalardaki bazı maddeleri çözmesiyle oluşur. Dünyanın en uzun mağara sistemi Lousville'deki Mamut mağarası olup, buradaki mağaraları birbirine bağlayan koridor ağı 232 km uzunluğundadır. Daha sonra İsviçre'deki Hollock mağarası gelmektedir. Bugüne kadar bilinen mağaraların en derini ise yerin 1173 metre altındaki Fransa'daki mağaradır. Dünyanın en derin madenleri ise Güney Afrika'daki altın madenleridir. Buradaki bir madende 3540 metre derinliğe ulaşılmıştır.

Uzayın Keşfi

Uçurtmanın icadı MÖ-400 yıllarında Yunanlılarca yapılmıştır. Uçurtmanın daha önce doğu Asya'da tarih öncesi devirlerde kullanıldığına inanılmaktadır.

Atmosferik oksijeni kullanmadan yanabildiği anlaşılan ilk madde potasyum nitrat, kükürt ve odun kömüründen oluşan bir karışımdı. Kükürt ve odun kömürü yanıcı madde olup yanma için gereken oksijen potasyum nitratdan gelir. Bu üç madde uygun oranlarda karıştırılıp ısıtıldığında çok hızlı bir kimyasal tepki ve büyük hacimde yanma gazı meydana gelir. Bu karışıma barut denir.

Barut ilk defa Çin'de keşfedilmiş olup 1200 yıllarında Avrupa'ya geldi.1232 yılında baruttan yapılmış roketler Çinliler tarafından Moğol saldırılarına karşı kullanıldı.1805'de bir metre uzunluğundaki bir roket 5 metrelik bir boru içinde 1.8 km uzağa fırlatıldı.

1783'de Fransız Montgolfier kardeşler büyük bir keten torbayı sıcak hava ile doldurarak 450 metre yüksekliğe çıkarıp 2.5 km kadar uçurdular. Bu uçan ilk balondu. İnsanlı ilk deneme yine 1783 sonlarında yapıldı. 23 dakika süren insanlı balon 19 km yol aldı. Daha sonra sıcak hava yerine, yoğunluğu havanınkinin %25'i olan hidrojen gazı kullanıldı.

1784'de paraşüt icat edildi. İlk motorlu uçuş 1900'de altında sepet bulunan ve içten yanmalı bir motorun çevirdiği pervaneli hava gemisi (zeppelin) ile yapıldı.1903 sonlarında Wright kardeşler Amerika'da ilk uçağı yaparak bir dakikada 260 metre uçtular. Böylece atmosferin keşfi başlamış oldu.

1895'de ilkkez roketli uzay uçuşları düşünüldü. Bir roketin barut kullanılarak kaçma hızına erişemeyeceği anlaşılmıştı. 1898'de roket yakıtı olarak kerosen ve sıvı oksijen düşünüldü. Kerosen sıvı oksijenle damla damla karıştırılarak ateşlendiği takdirde kaçma hızına erişebilirdi. Böylece uzay gemisi hem keroseni hem de sıvı oksijeni kendisi taşıyacak ve atmosferden bağımsız olarak hareket edebilecekti. 1923'de ilk sıvı yakıtlı roket imal edildi. İlk roket 2.5 saniye içinde yatay olarak 56 metre yol aldı ve 12 metre yükseğe çıktı. 1930'larda imal edilen roketler 2.5 km yüksekliğe çıktı ve saatte 885 km'ye varan hızlara erişti.

Bir roketi yörüngeye yerleştirme hızı saniyede 8 km, kaçma hızı ise saniyede 11.18 km'dir. Bir uzay aracının dünya çevresinde yörüngeye girebilmesi için sahip olması gereken en az hız saniyede 8 km'dir. Saniyede 11.18 km hızla yol alan bir uzay aracı ise Dünyadan ayrılıp uzayın derinliklerinde kaybolur. Bir uzay aracı sadece yörüngeye girebilecek bir hıza sahipse, fakat geri iterek daha uzağa gidebileceği bir ortamdan yoksunsa sadece yer çekiminin etkisiyle hareket eder ve Dünyanın çevresinde döner durur.

Momentumun sakınımı yasasına göre ilk jet motoru 1930'da yapıldı. 1947'de yapılan jet motorlu uçak ses hızı olan 1060 km/saat'den daha hızlı uçarak 1080 km/saat'lik bir hıza ulaştı. Günümüzdeki jet uçakları 7300 km hız yapmalarına karşılık bu hız bir cismi Dünya çevresinde yörüngeye oturtabilmek için gereken hızın dörtte biridir. Bir jet uçağının yakıtını yakabilmek için oksijene ihtiyacı vardır. Oksijeni de atmosferden temin eder. Jet uçağı çok yükseldiği takdirde yukarı atmosferdeki oksijen yakıtını yakmaya yetmez. Bu nedenle jet uçakları çok yukarılara çıkamazlar.

Sputnik-1 uzaya fırlatılan ilk uydu idi. 4 Ekim 1957'de fırlatılan bu uydunun ağırlığı 84 kg idi ve Dünyanın çevresinde bir

elips şeklindeki yörüngeye yerleştirildi. 510 kg ağırlığındaki Sputnik-2 uydusu 3 kasım 1957'de fırlatıldı ve içinde bir köpek bulunuyordu. 31 Ocak 1958'de ilk Amerikan uydusu olan Explorer-1 fırlatıdı.

Kaçma hızını yenen ve Dünya çevresindeki yörüngenin dışına çıkan ilk uzay aracı olan Luna-1, 2 Ocak 1959'da fırlatıldı ve bu araç 597.000 km uzağa gidinceye kadar Dünya ile radyo bağlantısını sürdürdü. Bu araç ne var ki Güneşin kaçma hızını yenemedi ve Güneş çevresinde yörüngeye giren ilk yapay uydu oldu. 1959'da fırlatılan Pioneer-4 kaçma hızını yendi ve Ay'ın 60.000 km uzağından geçti.

21 Ağustos 1960'da sesleri ve görüntüleri aktarabilen Echo-1 uydusu fırlatıldı. İlk haberleşme uydusu olan Telstar-1, 10 Temmuz 1962'de fırlatıldı. İlk metoroloji uydusu olan Transit-1, 13 Nisan 1960'da fırlatıldı ve uydu uzayda kaldığı süre içinde 23.000 fotoğraf çekti. 19 Ağustos 1960'da içinde iki köpek ve altı fare bulunan 4.6 tonluk kütlesiyle, o zamana kadarki en ağır uydu fırlatıldı ve içindekilerle sağ salim yere indirildi.

12 Nisan 1961'de içinde insan olan Vostok-1 fırlatıldı. Yuri Gagarin, Dünyanın çevresinde bir tur attıktan sonra yere indi. Magellan ve adamları Dünyanın çevresini 1084 günde dolaşmışlardı. Bundan 4.5 yüzyıl sonra insanoğlu Dünyanın çevresini 108 dakikada dolaşıvermişti. Vostak-2 içinde insan ile 6 Ağustos 1961'de uzayda 25 saat kaldı ve on yedi dönüş yaparak başarı ile geri döndü.

16 Haziran 1963'de içinde bir kadın bulunan Vostok-6 fırlatıldı ve yörüngede üç gün kalarak Dünya çevresini 48 kez dolaştı. 12 Ekim 1964'de içinde üç kişi bulunan Voskod-1 fırlatıldı. 18 Mart

1965'de fırlatılan Voskod-2'nin içinde bulunan iki kozmonotdan biri araç dışına çıkarak uzayda 10 dakika boyunca yürüdü.

3 Şubat 1966'da Luna-9, Ay yüzeyine yumuşak iniş yapan ilk araç oldu. 21 Aralık 1968'de fırlatılan olan Apollo-8 Ay çevresinde yörüngeye oturarak 6 gün boyunca Ay'ın çevresinde 10 tur attı.

16 Temmuz 1969'da fırlatılan ve içinde üç astronot bulunan Apollo–11, Ay çevresinde yüzeyden 100-120 km yükseklikteki yörüngesinde dönerken Armstrong ve Aldrin, Ay modülü ile 20 Temmuz 1969 günü Ay'a ayak basan ilk insanlar oldu. 29 Temmuz 1971'de Apollo-15 ile yapılan yolculukta ise Ay yüzeyinde otomobille dolaşıldı. İnsanoğlu Ay'a altı defa indi ve artık istediği zaman Ay'a tekrar gidebilirdi.

İlk uzay istasyonu 1973'de fırlatıldı. Skylab adındaki bu istasyon 70 ton ağırlığında 15 metre uzunlukta 6.6 metre genişlikte ve içinde uzun süre astronot barındırabilecek ve uzayda yıllarca kalabilecek bir araçtı. 5 yıl görevini başarı ile yapan ve Dünya çevresinde 34.981 dönüş yapan Skylab, yeryüzünden 425 km yükseklikteki yörüngesinde o sıralardaki Güneş lekelerindeki faaliyetlerin artması ve atmosferin üst tabakalarında havanın normalden fazla ısınarak uydunun daha fazla hava direncine maruz kalması nedeniyle, 1979 yılında yeryüzüne düştü.

Uzay aracı gönderilen ilk gezegen Venüs oldu. Daha sonra uzay çalışmaları hızlandı.

Diğer Uygarlıklar

Yıldızlar arasındaki muazzam karanlık boşluklarda, radyo teleskop aracılığı ile, gaz, toz ve organik madde bulutları içinde birçok organik molekülün varlığı tespit edilmiştir. Bu moleküllerin saptanması, hayat maddesinin evrende her yerde bol miktarda bulunduğunun bir işaretidir. Belli bir zaman süresi içinde yaşamın bu kozmik moleküllerle başlamış olması mümkündür.

Samanyolu galaksisinin içindeki milyarlarca gezegenin bazılarında belki hayat hiç yoktur, bazılarında belki de çoktan başlamış ve bitmiştir, bazılarında ise belki bizden daha akıllı yaratıklar mevcuttur. Yeryüzü üzerindeki uygun sıcaklık, su ve atmosfere elverişli olarak gelişen yaşama karşılık başka gezegenlerde oranın farklı şartlarına uymuş canlılar mevcut olabilir.

Daha zeki türler, daha az zeki türlerden gelişmiştir. İnsan, insansal yetenekleri bulunmayan ilkel türlerden gelişmiştir. Bilindiği kadarı ile yeryüzünde bizim türümüzden başka bir uygarlık şimdiye kadar kurulmamıştır. Uygarlık kurucusu olarak bizler yeryüzünde yalnızız.

Yeryüzünde yaşam okyanuslarda gelişti. Bütün organizmaların yaşayan hücreleri içindeki sıvı, temelde okyanus suyunun bir türüdür. Yeryüzünde susuz olan hiçbir yaşam yoktur. En kurak çöllerde bile yaşam suyunu çeşitli yollardan alır. Bazı bakteriler spor şeklinde kurutulmuş halde, sporun çeperi sıvıyı saklayarak, sonsuz bir süre susuz yaşayabilirler. Kristalleştirilmiş virüsler susuz olarak da canlılıklarını koruyabilirler. Bir hücre sıvısı içine

konulunca da değişmeye başlarlar. Gezegensel Dünyalarda, suyun veya onun yerine geçecek başka bir sıvının bulunmadığı bir mekanda bir yaşamın mevcut olması imkansızdır.

Gazlarda elementlerin molekülleri gelişigüzel hareket eder ve gaz karışımları her zaman homojendir. Gazları meydana getiren moleküller basit moleküller olmak eğilimindedir. Yaşamın esası olan karmaşık moleküller ısıtılınca parçalanır ve yararsız hale gelir. Gaz halinde yaşam bulunamaz.

Katılarda moleküller birbirlerine hemen hemen dokunur ve yerlerine çok az kenetlenir. Kimyasal reaksiyonlar katılarda yaşamı oluşturamayacak kadar yavaş yürür. Katı halde de yaşam bulunamaz.

Yaşamı oluşturacak kimyasal olaylar ancak sıvı temelli olabilir. Yani sıvısız bir Dünya bizim bildiğimiz türden bir yaşama sahip değildir. Bilmediğimiz türden bir yaşam hakkında ise en küçük bir bilgimiz bile yoktur.

Su uçucudur ve buharlaşıp gaz haline geçmeye eğilimlidir. Belli bir sıcaklıkta da gaz halinden tekrar sıvı haline dönüşür. Su, buharı ile belli bir sıcaklıkta denge halindedir. Çekim gücünden dolayı su buharı Dünyadan ayrılamaz ve Dünya suyunu korur. Çekim gücü yeterli olmayan gezegen ise su buharını tutamaz. Yoksa, sıvı su buharlaşacak ve sonuçta gezegen kuruyacaktır. Dolayısıyla atmosferi olmayan bir Dünyada yaşam olamaz.

Gazların kinetik teorisine göre, moleküllerin ortalama hızı mutlak sıcaklıkla doğru orantılı ve moleküllerin kütlesinin kare köküyle ters orantılı olur. Moleküllerin belli bir kısmı bu sıcaklıktaki ortalama hızdan daha büyük bir hızla hareket ederek bir gezegenin yer çekimi kuvvetini yenip kaçış hızını aşabilirler. Kaçış hızını aşabilen her şey bir engelle karşılaşmadıkça gezegenden

ayrılıp uzaya gider. Kaçma hızı saniyede 11.18 kilometre olan Dünya, atmosferini tutmaktadır ve milyarlarca yıl daha başarı ile tutmaya devam edecektir.

Eğer Dünyanın ortalama sıcaklığı yükselirse moleküllerin hızları kaçma hızını geçer ve yeryüzü atmosferi uzaya sızarak Dünya havasız kalır. Atmosferi oluşturan oksijen ve azottan daha hafif olan hidrojen ve helyum gazlarının atomları diğer gazlardan daha hızlı hareket ederek uzaya karışır. Dolayısıyla, Dünya atmosferinde az miktarda hidrojen ve helyum kalır. Dünyanın çekim kuvveti atmosferdeki daha ağır gazlar olan oksijen ve azotu tutmaya yeterlidir. Bu yüzden yeryüzünde yaşamı oluşturan gerekli ve yeterli hava bulunmaktadır.

Ay'ın kütlesi Dünya kütlesinin 81'de biridir. Ay'daki yer çekimi de 81 defa daha azdır. Ay, Dünyadan daha küçük bir hacme sahip olduğundan yüzeyi merkezine daha yakın olup, çekim alanı yüzeyde bütün kütleye oranla daha fazladır. Ay yüzeyindeki çekim kuvveti Dünya yüzeyindeki çekim kuvvetinin 6'da biridir. Böylece Ay'daki kaçma hızı saniyede 2.37 km'dir. Ayrıca, Ay ekseni etrafında çok yavaş döndüğünden ve Güneş belli bir noktasına iki hafta boyunca vurduğundan sıcaklığı çok daha yüksektir. Böylece gaz molekülleri kaçma hızını kolayca yenerek, bir zamanlar var idiyse bile, uzaya karışmıştır. Ay'ın atmosferi yoktur. Ay'da su bulunmuş olsaydı bile, oluşacak buharlar, Ay'ın çekim gücünün bunu tutamaması yüzünden, buharlaşmaya devam edip uzaya karışacaktı. Sonuçta Ay ölü bir Dünyadır ve orada hayat yoktur.

Gazların kinetik enerjisi Ay'dan daha küçük gezegenlerde de yaşamın bulunamayacağını ortaya koymaktadır. Gerekli çekim alanının olmaması yüzünden, Mars'ın yörüngesinin dışında dönen ve en büyükleri 1000 kilometre çapında olan asteroidlerde hava, sıvı su ve dolayısıyla yaşam yoktur.

Güneşe en yakın gezegen olan Merkür, çapı 4860 kilometre ve kütlesi Ay'ın kütlesinin 4.4 katıdır. Merkür'de hava, su ve yaşam yoktur.

Venüs'ün atmosferi çok yoğun olup yeryüzü atmosferinin 90 katı yoğunluktadır. Venüs atmosferinin %95'ini karbondioksit oluşturur. Venüs'ün yüzey sıcaklığı 480 derece olup kaynama noktasının çok üzerindedir. Gezegende bu sıcaklıkta su bulunamaz. Venüs'de yaşam olamaz.

Mars'ın seyrek bir atmosferi vardır. Yoğunluğu Dünya atmosferinin 100'de biri kadardır. Mars'ın gece ve gündüz değişimi ve mevsimleri Dünyanınki gibidir. Atmosferinin tamamen karbondioksitten ibaret olması, oksijenin bulunmaması, çok az su buharının var olması gelişmiş bir yaşam ihtimalini ortadan kaldırmaktadır. Mars'da yaşam olsa bile bu, Dünyadaki bakteriler düzeyinde bir ilkel yaşam olabilir.

Dış Güneş sisteminde düşük yoğunlukta uçucu maddelerden oluşmuş dört adet dev gezegen vardır. Bunlar Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'dür. Bunların en yoğunu, suyun 1.67 katı olan Neptün ve az yoğun olanı da suyun yoğunluğunun 0.71 katı olan Satürn'dür. Bu gezegenlerin doğaları Dünyadan çok farklıdır. Jüpiter başlıca hidrojen, az miktarda helyum ve diğer uçucu maddelerden meydana gelmiştir.

Jüpiter Dünyanın aksine, dönen sıcak bir sıvı hidrojen topudur. Dış yüzeyinin soğuk olmasına karşılık derinliklerinde ısı büyük miktarda artar. Jüpiter'de sıvının içinde su mevcuttur. Ayrıca sıvısının içinde metan ve amonyak da bulunur. Jüpiter'in muazzam iç sıcaklığı sıvısının içinde organik maddeleri oluşturamaz. Jüpiter ve diğer dış Güneş gezegenlerinde yaşam olsa bile bu okyanuslarında tek hücreli bir ilkel yaşam olabilir ancak. Bu gezegenlerde uygarlığa sahip bir yaşam şekli düşünülemez.

Dış Güneş sisteminde bulunan uydular olan Io, Europa, Ganymade ve Callisto'da çok az miktarda atmosfer vardır. Pluto ve uydusu Charon Ay'dan daha küçük olup bir yaşamı barındıramazlar. Triton, Pluto gibi katı metanla kaplıdır. Titan'ın sıcaklığı ise –150 derece olup bir metan atmosfere sahiptir. Titan'ın atmosferinde az miktarda hidrokarbon karışmış bulunsa da bu gezegende bir yaşamın olabileceğini düşünmek şüphelidir.

Atmosfersiz bir gezegende bakteri düzeyinden daha ileri bir yaşam bulunmaz. Atmosfer, bakteriyel yaşamdan daha fazlası için bol miktarda serbest sıvıyı gerektireceği için şarttır. Atmosfersiz yerde uçucu maddeler donmuş ve katı halde olmak zorundadırlar. Bu da bir yaşam için yetersizdir.

Dünya dışındaki Güneş sisteminde, yaşam şartlarının bulunmaması yüzünden ileri bir uygarlığın mevcut olmadığı kesindir.

Yaşam için gerekli koşullar, serbest sıvı, organik bileşikler ve küçük moleküllerden organik bileşikleri meydana getirmek için gerekli enerjidir. Teknolojik bir uygarlık için de hem okyanusları olan, hem de karaları bulunan katı bir gezegene ihtiyaç vardır. Böylece, bildiğimiz tür yaşam okyanuslarda gelişip karalara çıkabilecektir. Bu tip bir gezegenin oluşabilmesi için yakınında ısıyı temin edecek bir yıldızın bulunması gereklidir. Bu yıldız aynı zamanda zengin bir yaşam için lüzumlu enerjiyi temin edecektir.

Dünyadan daha küçük gezegenler daha az bir iç ısıya sahip ve muhtemelen buzlu olacaklardır. Bunların okyanusları ya çok küçük yada buzlu olacaktır. Böyle olan gök cisimleri bir yıldız çevresinde dönmeyeceklerdir. Bu tip cisimler parlamadıkları için tarafımızca fazla bilinmemektedirler.

Modern teleskoplarla 1 milyar ışık yılı uzaklığa kadar 1 milyar galaksi saptanabilmektedir. Bu, gözlemlenebilen evrende 1 milyar defa trilyon yıldızın bulunacağı demektir. 1 milyar trilyon yıldızda gelişmiş uygarlığın var olduğu hemen hemen kesindir. Yakındaki bir yıldızda teknolojik uygarlığın bulunması ihtimali milyarda bir bile olsa, bu bütün evrende bir trilyon uygarlığın var olacağı anlamına gelir. Dünya üzerindeki bizlerin gelişmiş zeka olarak bulunmamız, en azından, bu ihtimali sıfırın üzerine çıkartmaktadır.

İçinde yer aldığımız Samanyolu galaksisinde 200 milyar yıldız bulunmaktadır. Galaksideki yıldızların %7'si hızlı döner. Bunların dönme hızları saniyede 250-500 kilometreye ulaşır. Hızlı dönen yıldızların gezegenlere sahip olmadıkları ve başlangıçtaki açısal momentumlarını kendilerine sakladıkları düşünülebilir. Yavaş dönen %93 oranındaki yıldızların ise gezegenlere sahip oldukları ve açısal momentumlarını gezegenlerine aktardıklarına inanılmaktadır. Bu durumda galaksimizdeki gezegen sistemlerinin sayısı 280 milyar'dır.

Güneş yaşamın gelişmesine uygun bir yıldızdır. Güneşten daha kütleli yıldızlar daha büyük yerçekimi kuvvetine sahip olup, merkezlerindeki sıcaklık çok daha yüksek olur. Merkezdeki yüksek sıcaklık yıldızın yüzeyini de daha sıcak ve ışığını da daha parlak yapar. Dünya böyle bir dev yıldızın etrafında dönmüş olsaydı, 6 milyon defa daha fazla ısı ve ışık alacak ve ateşten bir kaya topu halinde olacaktı. Güneş yaklaşık 5 milyar yıldır parlamakta ve daha 5-6 milyar yıl normal halinde kalacaktır. Dünya deneyimine göre yaşamın uygarlık düzeyine varabilmesi için bir gezegenin 5 milyar yıllık bir süre geçirmiş olması gerekir. Galaksideki yıldızların %25'inin Güneşimiz gibi yaşam koşullarına uygun olduğunu düşünerek, galaksimizde Güneşimsi yıldızların etrafında dönen gezegen sistemlerinin sayısı 75 milyar olarak ifade edilebilir.

Galakside dolaşan tek yıldızların tamamının, başka bir yıldızla çift teşkil eden yıldızların da üçte birinin faydalı ekosfere sahip oldukları tahmin edilmektedir. Böylece galakside faydalı ekosfere sahip Güneşimsi yıldızların sayısı 52 milyar'dır.

Güneşe benzeyen bir yıldız faydalı bir ekosfere sahip olabilir fakat yine de Dünya benzeri bir gezegeni bu ekosfer içinde dönmeyebilir. Galaksinin merkezinde yer alan yıldızlar eteklerdekilere göre çok daha yoğun şekilde toplanmıştır. Burada şiddetli olaylar ve yıldız çarpışmaları meydana gelir. Ayrıca merkezde karadelikler ve süpernova patlamaları bulunur. Galaksideki yıldızların %80'i merkezi bölgede yer alır. Geri kalan %20'nin yarısı orta büyüklükte yıldızlardır. Galakside faydalı ekosferi olan orta büyüklükte Güneşimsi yıldızların sayısı 5.2 milyar'dır.

Bir yıldız tamamen Güneşimsi olsa da, çevresinde yaşam için gerekli şartları ihtiva eden gezegenin olması gerekir. Yani, yıldızın ekosferinde en az bir adet gezegenin bulunması şarttır. Galakside faydalı bir ekosfere sahip olan ve bu ekosfer içinde bir adet gezegeni bulunan Güneşimsi yıldızların sayısı 2.6 milyar'dır.

Gezegenin ekosfer içinde bulunması yanında, yaşanabilir bir ortama sahip olması da gereklidir. Gezegenin kütlesinin yaşam için uygun olması, bir atmosfere sahip bulunması gibi doğa şartlarını ihtiva etmesi lazımdır. Galakside faydalı bir ekosfere ve bu ekosfer içinde dönen Dünya benzeri bir gezegene sahip yıldız sayısı 1.3 milyar'dır.

Gezegenin yıldıza uzaklığı, yüzey sıcaklığı dönme ekseninin eğikliği, yıldız etrafındaki dönme periyodu gibi yaşam için önemli faktörler göz önüne alınırsa, galaksideki yaşanabilir gezegenlerin sayısı 650 milyon'dur.

Yeryüzünde yaşam 3.5 milyar yıl önce kendiliğinden başladı ve daha sonra kendiliğinden gelişti. Eğer yıldız son bir milyar yıl

içinde oluştuysa, gezegenindeki yaşam daha yeni canlanmaktadır. Galaksimizde her yıl ortalama on yıldızın doğduğu tahmin edilmektedir. Üzerinde yaşanabilir gezegenlerin yarısının ömürlerinin %50'sini harcamamış oldukları, %10'unun ömürlerinin %10'unu harcamamış bulundukları hesabından, üzerinde yaşanabilir gezegenlerin %92'sinin üzerinde bir yaşamın gelişmiş olabilecek kadar yaşlı oldukları düşünülürse, galaksimizde bulunan üzerinde yaşamın olduğu gezegen sayısı 600 milyon olur.

Yeryüzünün 4.6 milyar yıl önce oluşmasından itibaren ilk 2 milyar yıl boyunca sadece bakteriler mevcuttu. Daha sonra tek çekirdekli hücreler, çok hücreli organizmalar ve sert dokular oluştu. 4 milyar yılda ancak çok hücreli karmaşık yaşam ortaya çıktı. Bunun yaşamın bir genel özelliği olduğu düşünülürse gezegenlerin üçte biri tek hücreli yaşamdan fazlasına sahip olamayacak kadar gençtir. Galaksideki çok hücreli yaşama sahip gezegenlerin sayısı 433 milyon'dur.

Yaşam denizlerde oluşmakta, zekâ ise karalarda gelişmektedir. Denizde oluşan canlı yapının karaya çıkması milyarlarca yıl almaktadır. İlk omurgalılar olan ilkel sürüngenler kara hayvanı olarak 275 milyon yıl önce meydana geldi. Yeryüzü 4.3 milyar yaşına gelince ancak karada zengin bir yaşama sahip oldu. O halde, galakside zengin kara yaşamına sahip gezegenler sayısı 416 milyon'dur.

Yeryüzünde gelişmiş beyine sahip hominidler 8 milyon yıl önce, yani, Dünyanın ömrünün %40'ı olan 4.6'ncı milyar yılında meydana geldi. Üzerinde yaşanabilir gezegenlerin %40'ının uygarlık geliştirebilecek kadar yaşlı olmadığı düşünülürse, galakside teknolojik uygarlığın gelişmiş olduğu gezegenlerin sayısı 390 milyon'dur.

Okyanuslardaki yaşamın Dünyanın oluşumundan bir milyar yıl sonra meydana gelmesine rağmen, karalardaki yaşam Dünyanın oluşumundan sonra 4.2 milyar geçtikten sonra ortaya çıkmıştır. Dünyanın toplam 12 milyar yıllık ömrü yanında bu farklar oldukça düşündürücüdür.

Uygarlık ise ancak 5000 yıl önce yazının icadıyla başladı. Geride kalan 5 milyar yıllık süre içinde uygarlık daha da gelişecektir. 390 milyon gezegenin büyük çoğunluğunda uygarlıklar doğmuş ve daha sonra tükenmiş olmalıdır. Çok az gezegenin üzerinde halen devam eden gelişmiş uygarlıkların mevcut olduğu düşünülebilir. Bir yıldızın normal yaşamı içinde uygarlığın gezegeninde ortalama kalma süresinin 10 milyon yıl olduğu hesaplanmaktadır. Bu, üzerinde halen gelişmiş uygarlığın devam etmekte olduğu gezegenlerin 740'da biridir. Yani her 570.000 gezegenden birinde bugün bir uygarlığın devam etmekte olduğu hesaplanabilir.

Bu durumda, galaksimizde, üzerinde teknolojik uygarlığın halen devam etmekte olduğu gezegen sayısı 530.000'dir.

İçinde yer aldığımız Samanyolu galaksisinde en az bizim düzeyimizde teknolojik uygarlığa sahip diğer dünyaların sayısı, en muhafazakar hesaplarla, yarım milyon adettir. Gözlemlenebilir evrende 100 milyar galaksi bulunduğu düşünülürse, evrende mevcut gelişmiş uygarlıkların sayısı tahmin edilebilir.

Yıldızlararası Haberleşme

Yıldızlararası Haberleşme

İnsanlık tarihinin hiç bir devrinde değişimler şimdiki kadar fazla ve hızlı olmamıştır. İki yüz yıl önce heberleşme en hızlı atlarla yapılıyordu. Şimdi ise ışık hızında telefon, radyo, televizyon yolu ile yapılmaktadır. İletişim hızı, iki yüz yıl içinde, otuz milyon kat artmıştır. Işık hızından daha hızlı gidilemeyeceğinden haberleşmelerin hızında daha fazla ilerleme olmayacaktır.

1950'lerde radyo astronomi bilimi bulundu ve 1960'larda radyo teleskoplar kuruldu. Dünyada gerçek kozmoloji bunların keşfi ile başlamıştır. Kendileriyle temas kurulacak bir uygarlığın radyo astronomi bilimine sahip olması gerekmektedir. Bu teknolojiye sahip olmayan uygarlıklar gönderdiğimiz sinyalleri anlamayabilirler. Bizden milyonlarca yıl ilerde olan uygarlıklar ise bizimle hiç ilgilenmeyebilir.

Gezegenimizden yıldızlararası boşluğa radyo sinyalleri ancak bundan yüz yıl öncesinden çıkmaya başladı. Daha önceleri herhangi bir sinyal çıkaran cihazımız yoktu. Bu süre içinde sinyallerimizin alındığına dair bir belirti olmadı. Diğer uygarlıkların gönderdiği (eğer varsa) herhangi bir sinyal de tarafımızdan henüz tespit edilmedi. Ya böyle bir sinyal henüz gönderilmedi yada diğer uygarlıkların sinyallerini tespit edecek teknolojiye henüz sahip değiliz veya diğer uygarlıkların gönderdikleri sinyaller daha yolda olup, bize henüz ulaşmadı. Yüzyıl önce radyonun icadı ile çıkardığımız ve ışık hızı ile giden ilk sinyallerimizin bunu alabilecek ileri bir uygarlığa sahip bir gezegene ulaşması ve oradan gelebilecek cevabın alınması daha yüzlerce veya binlerce yıl sürebilir.

Dünya dışı diğer gelişmiş uygarlıklarla temas kurmanın en kolay yolu radyo dalgalarıdır. Diğer Dünyalardaki uygarlıkları radyo dalgaları ile aramak gerekir. Yıldızlararası radyo haberleşmesi aranırken hangi yıldıza hangi frekansla yöneleceğinin bilinmesi gerekir. Milyarlarca yıldızı milyonlarca frekans ile taramak çok zordur. Ayrıca, aranacak uygarlığın radyo astronomi bilimini bilmesi gerekir. Evrende en çok bulunan hidrojen atomunun, su ve amonyak gibi moleküllerin emisyon frekansları vasıtasıyla, bu teknolojiye sahip diğer uygarlıklarla bir iletişim kurmak mümkündür.

Bizler uzun zamandır istemeden dahi diğer yıldızlara radyo dalgaları göndermekteyiz. Yeryüzünden çıkan dalgalarımız asmosferi geçerek pek çok yıldızın yanından geçmiştir. Şiddetinin çok küçük olmasına rağmen bizim gönderdiğimiz radyo dalgaları yine de gelişmiş diğer uygarlıklarca saptanabilirdi.

Şu ana kadar bize diğer yıldızlardan, buralarda zeki yaratıklar bulunduğunu belirten şiddette bir sinyal gelmemiştir. Böyle bir sinyal geldiyse bile, bizler ya bu sinyalleri henüz saptayamıyoruz, yada sinyal gönderilmemektedir veya, sinyaller gönderilmekte fakat gönderen uygarlığın düşük düzeydeki teknolojisi sonucu bu sinyaller çok az bir enerjiye sahiptir.

İleri bir uygarlığın radyo astronomiyi kullanan toplum olduğu düşünülürse galaksimizde bulunan diğer uygarlıkların sayısı Drake denklemlerine göre 10 milyon çıkar. Galaksimizin içlerine dağılmış milyonlarca uygarlık varsa, en yakınına olan uzaklık iki yüz ışık yılıdır. Bir radyo mesajı buraya iki yüz yılda ulaşır. Yeryüzünden ilk radyo dalgaları yüz yıl önce çıktı. En belirgin radyo yayınları olan televizyon 80 yıl önce başladı. Bu mesajlar şu anda 80-100 ışık yılı uzaklıklardadır. Şu ana kadar radyo

teleskoplarla bin adet yıldız tarandı. Daha taranması gereken milyonlarca yıldız ve gezegen bulunmaktadır.

Uzayın taranması için, her biri 100 metre çapında 1000 adet radyo teleskoptan meydana gelmiş ve bir bilgisayarla kontrol edilecek sistem 10 kilometre çapında tek bir radyo teleskop olarak 100 ışık yılı uzaklıktan gelen sinyalleri saptayabilecektir. Yeryüzü yeterli büyüklükte bir radyo teleskop için küçük olabilir. O zaman civarımızdaki gezegenlere yerleştirilecek radyo teleskoplarla milyonlarca kilometrelik çapa sahip bir sistem yapılarak çok daha fazla uzaklıkları dinlemek mümkün olacaktır.

Işık saniyede yaklaşık 300.000 kilometre hızla gider. Radyo dalgaları, X-ışınları da bu hızla giderler. Bizim en hızlı haberleşme aracımız elektromanyetik radyasyon olup daha hızlısı bilinmemektedir. Işığın yeryüzünden aya gitmesi 1.25 saniye, güneş sisteminin çevresi boyunca seyahat etmesi 10.93 saat sürer. En yakın yıldız olan Alpha Centauri 4.4 ışık yılı, Sirius 8.63, Procyon 11.43, Rigel 540 ışık yılı uzaklıktadır. Alpha Centauri'de bulunan bir kimseye bir mesaj gönderilseydi ve mesajı alan anında cevap verseydi, cevabı dünyadan 8.8 yıl sonra alınacaktı.

Galaksideki uygarlıkların tamamı veya büyük bir kısmı kendi gezegen sistemleri içinde sıkışıp kalmış olabilirler. Sistemlerin dışına gönderilenler, diğer gezegenlerde gözlem yapmak için yola çıkan araçlar (UFO benzeri) ve sinyaller de olmuş olabilir.

Yapılacak temasların neticesi olarak diğer gelişmiş zekâlarla ilişki kurmakla elde edilecek faydalar, yerimizi kötü niyetli ve tehlikeli uygarlıklara belli etmenin yanında daha fazla olacaktır.

1972'de Pioneer-10 fırlatıldı. İçine hidrojen atomunun ayrıntısı, yeryüzünün yakınındaki bir pulsara göre konumu ve Pioneer'in ölçeğine göre çizilmiş bir çıplak erkek ve kadın resimleri kazınmış

altın kaplı bir alüminyum plaka kondu. Ayrıca, Güneş sisteminin küçük bir şekli ve Pioneer'in rotası işaretlendi. Bu plakadaki bilgileri çözebilecek diğer uygarlıklar böylece, şeklimizi ve ölçülerimizi teknoloji seviyemizi, Güneş sistemindeki yerimizi belli zamanlarda belli yerlerde bulunan pulsarlara göre galaksi içindeki yerimizi kolayca anlayabileceklerdir.

Pioneer-10, Aralık, 1973'de Jüpiter'in yakınından geçti ve onun çevresinde dönerken aldığı muazzam yerçekimi alanı ile enerji kazandı. 1984'de saniyede 11 kilometre hızla Pluto bölgesinden geçti. Bu hız Pioneer'in başka bir cisme çarpmadıkça milyarlarca yıl uzayda dolaşmasına yetecektir. Pioneer, 80.000 yıl sonra Alpha Centauri mesafesinde olacak ve uzay boşluğundaki yoluna devam edecektir.

Çok ufak bir ihtimal olsa da, Pioneer belki bir gün başka bir uygarlığa sahip bir gezegenin yörüngesine girebilir. Aynı bilgileri ihtiva eden başka bir plaka da Pioneer-11'e yerleştirilmiştir. Pioneer-11, Pioneer-10'dan farklı bir yönde uzaydaki yoluna devam etmektedir.

Yıldızlararası Yolculuk

Yıldızlararası Yolculuk

Yüzyıl önce Ay'a ulaşmak imkansız gibi görünüyordu. Bugün insanoğlu Ay'a üç günde gidebilmektedir. 1957'de yörüngeye yerleştirilen ilk cisimle uzay çağı başladı. Uzay gemileri Venüs ve Mars'a yumuşak inişler yaptı. Daha sonra dış Güneş sistemi gezegenlerin yanından geçildi.

Güneş sisteminin çapı 12 milyar kilometredir. Bu yeryüzü ile Güneş arasındaki uzaklığın 80 katıdır. Bize en yakın yıldız olan Alpha Centauri'nin uzaklığı bu çaptan 3500 defa daha büyüktür. Sirius, Alpha Centauri'nin iki katı, Procyon 2.5 katı, Vega 6 katı, Arcturus 9 katı uzaklıktadır. Rigel yıldızı ise 100 katından daha uzaktadır.

Galaksinin eteklerinde bulunan yıldızlararası mesafe yaklaşık 7.6 ışık yılıdır. Galaksimizde yarım milyon gelişmiş uygarlık varsa, bu her 570.000 yıldızdan birinde yaşam bulunmakta demektir. Bu da, iki uygarlık arasındaki ortalama uzaklığın 630 ışık yılı olması demektir. Bu büyük bir uzaklıktır ve diğer uygarlıklardan ziyaretçilerin henüz gelmemiş olmalarının belki bir sebebidir. Belki yarı yoldadırlar ve bize ulaşmaları daha vakit alacaktır. Belki yıldız kalabalığı içinde bizi gözden kaçırmışlardır veya bundan milyonlarca yıl önce, yeryüzünde daha yaşam karalara çıkmamışken ziyaretçiler geldiler ve kayda değer bir şey bulamadıkları için tekrar gelmeye değmez dediler.

Yeryüzünün henüz ziyaret edilmemiş olmasının bir başka sebebi de diğer uygarlıkların henüz yıldızlararası uçuş tekniğine sahip

olmamış olmaları olabilir. Belki hepsi, bizim gibi, sonsuza kadar kendi gezegenlerinde hapsolmuş durumdadırlar.

İnsanlar şimdiki çoğalma hızıyla 9000 yıl sonra, bütün evrenin kütlesine eşit bir kütleye sahip olacaktır. Eğer sonsuza kadar Güneş sistemi içinde sıkışıp kalmak istenmiyorsa önümüzdeki birkaç yüz yıl içinde diğer yıldızlara yolculuğun bir yolunun bulunması şarttır.

Venüs Dünyaya en yakın konumda olduğu zaman uzaklığı 40 milyon kilometredir. Bu, Ay'ın uzaklığının 105 katıdır. Venüs'e gönderilen gemiler bu yolu 7 ay'da almışlardır. Ay'a giden ve içinde astronotları taşıyan gemilerin hızı 70 kat artırılırsa Venüs'e varmak 3 gün alacaktır. Bu durumda uzay gemisini ay roketinin 70 katı ivmeyle fırlatmak gerekecek ki, bu ivmeye insan vücudu dayanamaz.

Yapılacak tek şey, gemiyi Ay roketinin ivmesi ile fırlatmak, yarı yola ulaşıncaya kadar vücudun dayanabileceği ek ivmeler vermek, yarı yoldan sonra da Venüs'e varıncaya kadar hızı kademeli olarak azaltmaktır. Bu şekilde yapılabilecek insanlı uçuş yaklaşık dört ay sürecektir. Hızın artırılması ve yavaşlatılması muazzam enerjiler gerektireceğinden büyük yakıt depoları ve motorlar ilave etmek gerekir.

Güneşin aksi yönde bize en yakın gezegen olan Mars en yakın konumunda bizden 40 milyon km uzaklıktadır. Mars soğuk bir gezegendir ve bu yöne yapılacak seyahatte Güneşin radyasyon etkisi daha az olacaktır. Yine de Mars'a gidip gelmek bir yıldan fazla zaman alacaktır.

İnsanoğlunun Dünya dışı uygarlıklarla ilk temas kurma girişimi olan 1972'de fırlatılan Pioneer-10, 1973'de Jüpiter'e yaklaştı ve Jüpiter'in çekimi ile hızlanarak Güneş sisteminin dışına çıkan ilk

insan yapısı cisim oldu. Aracın çıkış hızı saniyede 10 kilometreydi. Pioneer-10'un bize en yakın yıldız olan Alpha Centauri'ye ulaşması 80.000 yıl (her nekadar bu yıldıza yönlendirilmedi ise de) alacaktır.

Voyager-2'ın 24 yıl önce fırlatılması ile yakın ve uzak gezegenlerin tanınması konusunda büyük faydalar elde edilmiştir. Voyager-2, 12 yıllık yolculuktan sonra Neptün'ün yanından geçip, yoluna devam etmiştir. Voyager'in içinde Dünya hakkında bilgiler, Dünya görüntüleri ve sesleri ihtiva eden bant kayıtları bulunmaktadır. Bu durum, başka Dünyalardan gelip bizi istila edecek yabancılara yerimizi belli etmemiz demek olduğundan pekçok kişiyi korkutmaktadır. Bu kişiler evrenin boyutlarını anlamayan kişilerdir. Zira, Voyager'in Dünyadan Neptün'e gitmesi 12 yıl sürmüştür.

Voyager Güneşten uzaklaştıkça Güneşin azalan çekim gücü ile diğer yıldızların çekim alanlarının etkileri ile yoluna devam edecektir. Bu çekim alanlarını hesaplayarak Voyager'in nereye gideceğini bilebiliriz.

Voyager'in yolu üzerindeki yıldızlara veya yoluna çıkabilecek asteroid veya gezegene çarpması ihtimali yoktur. Güneş, her yöne elektrik yüklü parçacıklardan oluşan bir güneş rüzgarı yayar. Voyager 2012 yılında güneş rüzgarının ötesine geçecektir. 8571 yılında Voyager Güneşten 0.42 ışık yılı uzaklaşmış olacaktır. Bu yaklaşık 4 trilyon km'dir. En yakın yıldız bunun on katı uzaklıktadır.

Voyager 20319 yılında bize en yakın yıldız olan Proxima Centauri'ye yaklaşacaktır ve bu yıldızın 30 trilyon km açığından geçecektir. Bu yıldız bizden 4.3 ışık yılı (40 trilyon km) uzaklıktadır. Bu noktadan 310 yıl sonra Voyager Alpha Centauri yıldızına 32 trilyon km kadar yaklaşacaktır. Pluto'nun ötelerinde yüz milyar kadar kuyruklu yıldız vardır ve bu bölgeye Oort Bulutu

denir. Voyager Oort Bulutuna 26262 yılında girecek ve 2400 yıl boyunca bu bulutun içinde yol alacaktır. Voyager bu bölgeden geçerek muazzam bir kütlesi olan Oort Bulutu içinde ağır ağır dönen yüz milyar cisimin hiç birine çarpmayacaktır.

Voyager, Bulutu 28635 yılında geçerek yıldızlar arası boşluğa girecektir. Voyager 1 milyon yıllık yolculuktan sonra Güneşten 50 ışıkyılı uzaklıkda olacaktır. Bütün bu sürede bir yıldıza en yakın geçişi sadece Proxima Centauri'ye olacak ve bu anda bile yıldıza 3.21 ışık yılı mesafede bulunacaktır.

Voyager, 1 milyon yıllık seyahati sırasında hiçbir yıldıza 30 trilyon km'den fazla yaklaşamayacaktır. Voyager'in bu yolculuk esnasında bir yabancı yaratığa rastlaması ihtimali sıfıra çok yakındır. 1 milyon yıllık dünya tarihi evrenin yaşının 15.000 de biridir. İnsanlığın 1 milyon yıldan fazla devam etmesi pek düşünülmediğine göre, Voyager'in içine konulmuş bilgi ve bantlar onu bulabilecek yaratıklara, biz öldükten sonra, bizim yaşadığımızı bildirmesi bakımından arzu edilmektedir.

Voyager-2 gezegenler arasından geçip uzay boşluğuna dalınca fazla bir yarar sağlamayacaktır. Şimdi gökbilimciler, en uzak gezegeni de geçtikten sonra bile yararlı olabilecek yeni bir aracın fırlatılmasını hesaplamaktadırlar. Bu araç Dünyayı düşük bir hızla terk edecek ve 11.5 ton donmuş xenon taşıyacaktır. Xenon atomları elektrik yüklü parçacıklar halinde çözülene kadar ısıtılacak ve azar azar dışarı bırakılarak aracın 10 yıllık süre içinde yavaş yavaş hız kazanmasını sağlayacaktır.

10 yıllık hızlanma süresi sonunda xenon tükenecek ve araç 40.000 km/saat hıza ulaşmış olacaktır. O zaman araç dünyadan 10 milyar km uzakta olacak ve en uzak gezegen olan Pluto'nun çok ötelerinde olacaktır. Bu noktada yakıt tankları atılacak ve araç 5.5

ton ağırlığa inerek Güneşin zayıf çekimi nedeniyle çok yavaş azalacak bir hızla yoluna devam edecektir.

Araç 40 yıl sonra Güneşten 160 milyar uzaklığa ulaşacaktır. Dünyanın Güneşe mesafesi olan 150 milyon km'ye Astronomik Ünite (AÜ) denir. Aracın 50 yıl sonraki uzaklığı 1000 AÜ olacaktır. Araçta uzaktaki yıldızların fotoğraflarını gönderecek büyük bir teleskop bulunacaktır. 1000 AÜ sonra aracın yararlılığı sona erecek ve daha önceki araçlar gibi amaçsızca sonsuzlukta ilerleyecektir. Bu aracın göndereceği fotoğraflarla 1.5 milyon ışık yılı uzaklıktaki yıldızları daha hassas ölçüp evrenin boyutları hakkındaki bilgilerimiz artacaktır. Bu arada, 1000 AÜ mesafesinin, en yakın yıldızın 207 de biri olduğu hatırlanmalıdır.

Einstein'nın özel relativite teorisine göre herhangi bir cismin ışık hızını geçmesi veya ona ulaşması imkansızdır. Düşük hızlarda bir cisim ne kadar hızlı hareket ediyor olursa olsun belli bir kuvvetle itildiği zaman hızı belli derecede artar. Burada kuvvetin kütleyi artıran kısmı o kadar küçüktür ki bu saptanamaz. Bir cismi eşit iki kuvvetle peşpeşe ittiğimiz zaman, cismin ikinci seferdeki hızlanması birinci seferdeki hızlanması kadar olmaz. Zira, itme kuvvetinin bir kısmı hızı artırmak için kullanılırken, bir kısmı da kütleyi artırmaktadır.

Einstein'e göre, hız arttıkça kuvvetin kütleyi artıran kısmı giderek büyür ve ivmeyi artıran kısmı küçülür. Hız yeterince büyüyünce itme kuvvetinin büyük bölümü kütleyi, çok küçük bölümü de hızı arttırmaya harcanır. Bir cismin hızı ışık hızına yaklaşınca kendisine uygulanan kuvvet onun hızını artık fazla artırmaz. İtme kuvvetinin çoğu artık kütleyi artırmaya gider. Hızlanan cisim daha fazla hızlanmaksızın daha kütleli hale gelir. Sonuçta, cisme sonsuz bir kuvvet uygulanırsa hızı en fazla ışık hızına çıkar, fakat kütlesi de sonsuz olur.

Bu durumda, bir uzay aracını bir anda ışık hızına ulaştırabilsek ve bir anda hızını sıfıra düşürebilsek Alpha Centauri'ye ulaşmak 4.4 yıl alacak ve sonra geri dönmek yine 4.4 yıl sürecektir. İnsan vücudu ancak çok düşük ivmeye dayanabilir ve çok yüksek hızlara birden sıfırdan çıkarmak insan vücudu için imkansızdır. Dolayısiyle, yüksek hızlara ulaşmak için hızı ivmelendirmek ve varış yerine ulaşmadan çok önce hızı yavaşlatmak uzun süreler gerektirecektir. Alpha Centauri'ye ışık hızı ile yapılacak bir seyahatte hızlanma için bir yıl, yavaşlama için bir yıl ve gezegeni keşfetmek için de bir yıl düşünülürse toplam seyahat süresi 7.4 yıl alacaktır.

Dev gezegenler uygun konumlarda yer almış olsalardı, uzay gemileri yollarında giderken bu gezegenlerin yakınlarından geçerken onların çekim kuvvetinden enerji olarak ivmelendirilebilirdi. Böylece hızları, içindekilere bir zarar gelmeden büyük ölçüde artabilirdi.

Einstein kuramına göre, zaman hızın artmasıyla yavaşlar. Hızla hareket eden bir uzay gemisinde her şey, atomik hareketler, saatler, insan metabolizması da yavaşlar. Gemideki her şey aynı derecede yavaşlayacağından, içindekiler bunun farkına varamazlar. Onlara göre gemi dışındakiler hızlanmış görünecektir. Böyle bir zaman genleşmesi aracılığıyla, bir uzay gemisi muazzam uzaklıkları gemidekilere çok kısa gelecek bir süre içinde alabilecektir.

Maddeyi ışık dalgalarına dönüştürmeden ışık hızına erişebilmenin veya yaklaşmanın bir yolu teorik olarak mümkündür. Bir uzay gemisini ışık hızının ötesine ivmelendiremeyiz fakat onu teorik olarak ışık hızına varıncaya kadar ivmelendirebiliriz.

Uzay gemisine 1 g'lik bir ivme verdiğimizi düşünelim. 'g' dünyanın çekim kuvvetinin cisimlere uyguladığı ivmedir. Bu ivme ile geminin içindekileri rahatsız etmeden isteğimiz kadar yol alabiliriz. Bu ivmenin etkisi altında iken kendimizi yeryüzündey-

miş gibi hissederiz. 1 g'lik ivmeyle her saniye bir öncekinden 0.0098 km daha hızlı gideriz. Bu şekilde ilerleme durumunda bir yılda sıfır hızdan ışık hızına ulaşır ve bu süre içinde yarım ışık yılı yol almış olurduk. Bu noktadan sonra geminin ivmelenmesi durur ve yolculuk sabit hızla sürerdi. Işık hızına çok yakın olan bu hızla yol alırken geminin içindekiler zamanın akışını çok az hissederlerdi. Hedefe varmaya yarım ışık yılı kala, gemi bir yıl boyunca 1 g'lik bir ivmeyle yavaşlatılırdı.

Bu şartlarda bir yıldıza gitmek yaklaşık iki yıllık bir zaman alırdı. Bu durumda Alpha Centauri'ye gidip gelmek (orada keşif için de bir yıl kalınsa) beş yıl sürerdi. Andromeda galaksisindeki herhangi bir yıldıza gidip gelmekte yine oldukça kısa sürerdi. Alpha Centauri'ye gidip geri dönenler, döndükleri zaman Dünyada 10.000 yıl geçmiş olduğunu, ama Andromeda galaksisine gidip dönenler ise 4.6 milyon yıl geçmiş olduğunu görürlerdi. Uzaktaki bir kuasara gidenler ise döndüklerinde aradan 20 milyar yıl geçtiğini ve Güneşin bu sırada sönmüş bir beyaz cüce haline geldiğini görürlerdi.

İki yıl boyunca 1 g'lik ivmeyi (hızı artırmak ve yavaşlatmak için) sürdürebilmek için muazzam miktarda yakıtın uzay gemisine yüklenmesi son derece zor bir konudur. Ayrıca, hız arttıkça itme kuvveti uzay gemisini ivmelendirmekten çok kütleyi arttırmaya yönelir. Sonuçta, öyle bir noktaya gelinir ki itme mekanizması nasıl olursa olsun, harcadığımız enerji giderek daha az hız artımına dönüşür. Bu durumda en fazla ışık hızının %90'ına ulaşabileceğimizi düşünebiliriz.

Işık hızının %90'ı bir hızla yol alan bir gemideki insanlar, normal zaman akış hızının %31'ini algılar. Bu durumda galaksimizin merkezine yapılacak bir yolculuk 10.000 yıl, Andromeda galaksisine yapılacak yolculuk 800.000 yıl alır. Bu hızlarda yol alan bir uzay gemisinin bir yıldıza çarpması ihtimali çok küçük

olsa bile, uzaydaki uçan kayalar, cisimlerle çarpışması ihtimali daima mevcuttur. Böyle bir çarpışma önlense bile, gemi uzayda ışık hızı ile giden hidrojen atomlarının oluşturduğu kozmik ışınlarla çarpışacak ve gemi radyoaktif bir hal alarak yanacaktır. Bu tehlikeden kurtulmak için ışık hızının onda biri kadar bir hızla yol almak gerekir.

1 g'lik bir ivme ile gidecek bir uzay gemisini ışık yılının %98'ine ulaştırmak için 25 ton madde ve antimaddeyi karıştırarak en verimli enerjiyi elde etmek gerekir. Böyle bir karışım kendisini tamamen yok ederek maddeyi tümüyle enerjiye dönüştürecektir. Böyle bir reaksiyon hidrojen füzyon reaksiyonunun 35 katı enerji verecektir. Alpha Centauri'ye gidiş ve gelişte iki defa hızlanma ve iki defa yavaşlatma için 100 tonluk madde antimaddede karışımı gerecektir. Eğer itici güç olarak hidrojen füzyon reaksiyonu kullanılsaydı, 3500 ton hidrojeni füzyona sokmak zorunda kalınacaktı ki, bu da yeryüzünde bir yılda tüketilen enerjinin 10 katına eşit olurdu.

Işık hızı sınırı, kütlesi olan cisimler için geçerlidir. Kütlesi olan bütün cisimler ışık hızının çok altında hızlarda hareket etmek zorunda olup, cisimler ancak sonsuz büyük bir enerji ile ışık hızına ulaştırabilir. Kütlesi olmayan nesneler (sıfır hareketsiz kütleli) elektromanyetik radyasyonun birimi olan fotonları içerir. Ayrıca, gravitasyonal kuvvetin birimi olan gravitonlar ve nötrinolar da kütlesiz sayılabilir.

Sıfır hareketsiz bütün parçacıklar boşlukta daima her zaman ışık hızı ile hareket eder. Işık fotonlardan meydana geldiği için ışık hızı ile gitmektedir. Eğer yavaş giden bir parçacık, kütlesindeki etkileşimler sonunda bir foton üretirse bu foton ivme kazanmak için birden ışık hızıyla fırlar. Bir foton kütleli bir parçacık tarafından absorbe edilirse hızını birdenbire kaybeder.

Bir uzay gemisi içindeki yolcularla birlikte fotonlara dönüştürülebilirse, bu fotonlar hızlanmaya ve hızlanma için gerekli enerjiye ihtiyaç duymadan ışık hızı ile hareket edebilirler. Böylece ışık, laser ışınları şeklinde, belli bir yönde hareket edecek ve gidilecek yıldıza ulaşılınca gemi orjinal haline dönüştürülebilecektir. Bu durumda, hız düşürmek ve hız azaltmak için bir enerji gerekmeyecektir. Yine de bu durumda yapılacak tasarruf, hız artırmak ve hız azaltmak için gerekli olan iki yıllık bir süredir. Böyle bir teknolojinin bir gün bulunmuş olması halinde bile ulaşılacak en büyük hız ışık hızı olacaktır.

Işık hızına yakın bir hızla yolculuk edecek bir geminin galaksinin öteki ucuna gidip gelmesi içindekilerin 40 yılını alacak fakat yeryüzüne dönülünce Dünyada 400.000 yılın geçmiş olduğu görülecektir. Gemiyi fotonlara dönüştürerek yapılacak yolculuklarda bu farklılık çok daha büyük olacaktır. Yüzlerce bin yıl sonra elde edilecek bilgiler için insanların bu tip yatırımlarda bulunması pek düşünülemez.

Işık hızının ötesinde veya yakınında bir hızla yapılacak yolculuk pek pratik olamayacağına göre, düşük hızlarla yapılacak seyahat olarak ışık hızının 100'de biri olan saniyede 3000 kilometrelik bir hızla en yakın yıldız olan Alpha Centauri'ye gidip gelmek 900 yıl sürecektir. Bu durumda, içinde nesillerin 1000 yıl yaşayabileceği uzay gemileri ve gemi içinde aksamadan çalışacak kompleksler inşa etmek veya astronotları dondurarak, hedefe varışta onları tekrar canlandırmak düşünülebilir.

Takyon adı verilen sanal kütleli cisimler (henüz saptanamamış olsa da) ışık hızından daha büyük hızlarda hareket ederler. Bir takyon ne kadar fazla enerjiye sahip olursa o kadar yavaş hareket eder. Sonsuz bir kuvvetle itilirse takyon en düşük hızı olan ışık hızında yol alır. Takyon hareketinin ters yönünde itilerek enerjisi

alınırsa giderek daha hızlı hareket ederek, sıfır enerjide sonsuz hızla gider.

Takyonik bir çalışmayla bir uzay gemisinin her bir atom altı parçacığının takyonlara dönüştürüldüğü düşünülürse, gemi ivme kazanmadan, hız artırma ve hız azaltmaya gerek duyulmadan, ışık hızının çok üzerindeki hızlarda hareket edebilir.

Yeryüzündeki kaçma hızı fırlatılacak uzay gemileri için bir problemdir. Ay'daki kaçma hızı yeryüzündekilerden çok daha küçüktür. Ay'dan bir uzay gemisini fırlatmak Dünyaya göre çok daha az bir enerji gerektirecektir. Hızı arttırmak ve azaltmak için geriye daha fazla enerji kalacak ve böylece yolculuklar daha kısa süreli olacaktır.

Dünya ve Ay arasında bir eşkenar üçgen oluşturan iki nokta salınım noktası olup, Dünya ve Ay'ın yerçekimi kuvvetleri bu noktalardaki cisimleri olduğu yerde tutar. Bu yerlere inşa edilecek yerleşim merkezlerinden fırlatılacak uzay gemileri için yüksek ivmeye ihtiyaç duyulmayacaktır. Ay gibi özel bir uyduya sahip olmamız sayesinde önümüzdeki birkaç yüzyıl içinde diğer yıldızlara insanlı uçuşlar gerçekleştirilebilir.

Yıldızlararası boşlukta bol hidrojen atomu vardır. Gemi uzayda yol alırken hidrojeni toplayabilir sonra sıkıştırıp bir hidrojen füzyonuyla enerji elde edebilir. Bu durumda geminin kepçesinin en az 125 kilometre çapında olması gerekmektedir. Hidrojenin az bulunduğu boşluklarda kepçe çok daha büyük olmalıdır.

Uzay gemilerini yakıtsız olarak hızlandırmanın başka bir yolu da, geminin çevresine büyük bir kanat takarak buraya belli bir yerden sürekli laser ışını göndermektir. Geminin hızını sürekli olarak artıracak laser ışınının hedefini tutturmak gemi uzaklaştıkça zorlaşacaktır.

Güneş sisteminin hemen dışında 100 milyar kuyruklu yıldızdan oluşan bir bulut bulunmaktadır. Bunlar birkaç kilometre çapında, donmuş buzdan oluşmuş, hidrojen, azot ve oksijene sahiptir. Bir kuyruklu yıldızın yaklaşmasını beklemek sonra üzerine uzay gemimizi koyarak onun bizim sistemimizden uzaklara götürmesini temin etmek, daha sonra diğer sistemlerde bulunabilecek diğer kuyruklu yıldızlara aktarma yapmak bir çözüm olabilir. Bu fazla enerji harcamamızı gerektirmeyecek bir yoldur.

Karadelikler sıfır hacimli ve sonsuz yoğunlukta cisimlerdir. Çöken bir yıldızdan oluşan karadelik dipsiz bir delik gibidir. Dönen ve civarındaki her şeyi yutan bir karadeliğin içine aldığı nesneleri ışık hızının üstündeki hızlarda başka yerden çıkarttığına dair teoriler bulunmaktadır. Bu madde aktarımı çok kısa zaman aralığında ve muazzam mesafelerde, belki de milyarlarca ışık yılı uzaklıklarda meydana gelebilmektedir.

Karadelikler uygun şekilde kullanılırsa evrende çok uzak mesafelere seyahat için bir yol olabilirler. Bir karadeliğin yanına inşa edilecek bir uzay istasyonundan, maddenin karadeliğe düşmesi ile açığa çıkacak muazzam enerji kullanılarak, yakındaki bir karadeliğe girmek, oradan çok uzaktaki bir noktaya çıkmak, bilinen uzayda bir süre yolculuk ettikten sonra başka bir karadeliğe girmek ve tekrar çıkarak yolculuğa devam etmekle evrende istenilen yere gidilebilir. Bu durumda, uzayın ayrıntılı bir haritasını çıkarmak ve karadeliklerin giriş ve çıkışlarını tesbit etmek gerekir.

Yaşamı Tehdit Eden Felaketler

Yaşamı Tehdit Eden Felaketler

Yeryüzündeki insanlığın ve diğer canlıların yaşamlarını sona erdirebilecek felaketler beş ana grupta toplanabilir:

1) Evren İle İlgili Felaketler:

a) Entropi

Yeryüzünde yaşam 3.5 milyar yıldır süregelmektedir ve hiçbir yavaşlama işareti göstermemektedir. Canlı yaşam entropiyi artır-maktadır. Bir insan yiyip içerek ve soluk alarak entropisini sürekli azaltır. Fakat sistemin gıda, su, hava ve artıklar kısmındaki entropi artışı, insanın kendisindeki entropi azalmasının çok üstündedir. Sonuçta sistemin tümünde entropi artmaktadır.

Yaşamı mümkün kılan Güneş ışığıdır. Güneşin entropisindeki artış yaşam sürecinde meydana gelen entropi azalmasından defalarca fazladır. Güneş dışı enerjiler olan Dünyanın iç ısısı, kaplıcalar, depremler, volkanlar da ayrıca entropiyi artırmaktadır.

Termodinamiğin birinci yasasına göre evrendeki enerji miktarı sabittir. Termodinamiğin ikinci yasasına göre ise evrenin entropisi sürekli artmaktadır. Birgün evrenin entropisi en üst noktasına ulaşacak ve tüm enerji eşit düzeye gelecektir. O zaman artık değişiklik, hareket ve iş yapmak mümkün olmayacak, yaşam ve zekâ kısacası herşey sonsuza kadar duracaktır. Dolayısıyla maksimum entropide, enerjinin bütün biçimleri ısıya dönüşür ve evrenin herbir noktası aynı eşit sıcaklığa ulaşır.

Bu durum kaçınılmaz bir son olup, evrenin mutlak ölümüdür. Bu olay binlerce milyar yıl sonra olacaktır. Evren şu anda 15 milyar yaşında olup henüz bebeklik çağını yaşamaktadır. Uzun dönemde hiç bir şey entropinin artışına engel olamayacaktır. Sonunda evrenin ısıl ölümü gerçekleşecek ve herşey onunla birlikte yok olacaktır.

b) Büzülen Evren

Evren, Büyük Patlamadan beri sürekli genişlemektedir. Genişlemeye rağmen Magellan Bulutları, Andromeda galaksisi ve bizim galaksimizin meydana getirdiği yerel grup çekimsel olarak birbirine bağlı kalacak ve bunlar dağılmadan yerlerinde duracaktır. Bir trilyondan fazla yıldız içeren bu grup yerinde kalırken, diğer galaktik gruplar çok uzaklara çekilecektir. O zaman evren sadece bizim yerel grubumuzdan ibaret kalacak ve şimdikinin elli milyarda birine inecektir.

Evrenin sonsuza kadar genişlemesi insan soyunun ısıl ölümden kurtulma ihtimalini azaltacaktır. Evren genişledikçe kütlesi giderek daha geniş bir hacime yayılacak ve evrendeki çeşitli cisimlerin ürettiği çekim alanlarının şiddeti de azalacaktır.

Büzülen (kapalı) evren durumunda, bütün galaktik kümeler birbirine yaklaşacak, evren içindeki mevcut uzay hızla daralacak, radyasyon evreni büyük bir hızla dolduracaktır. Büzülen evren giderek daha sıcak hale gelecek ve ikinci bir kozmik yumurtanın oluşumundan bir milyar yıl öncesi yaşamın var olamayacağı kadar sıcak olacaktır.

İnsanlar, açık evren durumunda bir trilyon yıl boyunca ısıl ölümün meydana gelmesini, kapalı evren durumunda ise yine bir trilyon yıl sonraki ikinci kozmik yumurtayı bekleyeceklerdir. Her ikisi de sonuçta birer felaket olup, ikinci kozmik yumurta hali daha korkunç ve kaçınılmaz olanıdır.

c) Karadelikler

Evren yaşlandıkça içindeki karadeliklerin sayısı ve kütleleri de artar. Açık bir evrende, artan ve büyüyen karadelikler yüzünden entropi de artacaktır. Karadeliklerin mevcudiyetiyle ısıl ölümden kaçmak daha da zorlaşacaktır. Kapalı evren durumunda, evrenin büzülmeye başlamasıyla karadeliklerden kaçmak güçleşecektir.

Evrenin şimdiki genişleme devresinde karadeliklerin galaksilerin merkezlerinde sıkışıp kaldıkları büyük ihtimaldir. Galaktik kümeler birbirine yaklaştıkça karadeliklerin sayısı artacak ve kütleleri büyüyecektir. Uzun dönemde her şey kesinlikle karadelik haline gelecektir. Karadeliklerin en bol bulunma ihtimali olan yerler çok sayıda yıldızın bir arada toplandığı galaksilerin merkez bölgeleridir.

Güneşin galaksimizin eteklerinde yer almış olması bizler için bir şanstır. Galaksimizin tam merkezinde Güneşten 120 milyon kere daha kütleli bir karadeliğin bulunduğu düşünülmektedir. Bu karadelik galaksimizin kütlesinin beş yüzde biri kadardır. 40 ışık yılı çapında olabilen karadeliğimiz bizden 32.000 ışık yılı uzaktadır. Bu karadeliğin Büyük Patlamadan 1 milyar yıl sonra oluştuğu düşünülürse, galaksimizin 500'de birini yutması 14 milyar yıl sürmüştür. Bu hızla giderse, tüm galaksimizi yutması 21.000 milyar yıl alacaktır ki o zamana kadar ya ısıl ölüm ya da ikinci bir kozmik yumurta felaketi bizim sonumuzu getirecektir.

2) Güneş Sistemi İle İlgili Felaketler

a) Yıldızlar

Bize en yakın yıldız olan Alpha Centauri bizden 4.3 ışık yılı uzaklıktadır. Bu yıldız bize doğru gelmekte olup sonunda bizden 3

ışık yılı uzaktayken bir zarar vermeden yanımızdan geçerek uzaklaşacaktır. Alpha Centauri saniyede 37 km hızla hareket etmektedir. Eğer bu yıldız hedefinden 15 derece sapmış olursa bizim 180 milyar km uzağımızdan geçecektir.

Galaksimizin eteklerindeki yıldızlar arası mesafe ortalama 7.6 ışık yılı olup, bu bölgede iki yıldızın birbirine çok yaklaşması ihtimali beş milyonda birdir. Galaksimizin eteklerinde bulunan düzenli yörüngelerde hareket eden milyarlarca yıldızın yanında, düzensiz yörüngesi olan yıldızlar da vardır. Bu tip yıldızların yörüngeleri son derece eliptiktir. Böyle bir yıldızın yörüngesi çok uzun bir gelecekte güneşin yörüngesi ile çakışacaktır.

Birbirine yaklaşan yıldızlar birbirinin yörüngesini karşılıklı çekim etkisiyle değiştirebilirler. Eliptik bir yörünge yakınımızda bulunan bir yıldızı milyonlarca yıl sonra galaksinin içlerine sokup, çekirdeğe son derece yaklaştırabilir veya tersi de olabilir. Şu anda bizim için tehlikeli olmayan bir yıldız küçük bir yörünge sapmasıyla ileride büyük tehlike yaratabilir. Güneşin galaksinin iç bölgelerine girmesi halinde diğer yıldızlardan gelecek şiddetli radyasyon tüm yaşamı yok edecektir. Bu tip olayların ihtimali 80.000'de bir kadardır. Galaktik düzlem üzerinde bulunmayan küresel kümelerde çarpışma ihtimali ise yıldızın yaklaşması olasılığından daha azdır.

b) Küçük Karadelikler

Yakınımızda saptanamayan mini karadelikler bulunabilir. Böyle karadelikler X-ışını kaynağı tespit edilinceye kadar farkına varılamaz. Bu tip bir karadelik çarpmadan Güneş sistemimizin içinden geçse bile çekim alanının etkisi ile Güneş sisteminin hassas mekanizmasını tahrip edecektir.

Gökyüzünde görünen 10.000 yıldız içinde sadece bir tane yıldız boyutlarında bir karadelik bulunmaktadır. Bir ufak karadeliğin

çarpma ihtimali yine çok azdır. Mini karadeliklerin zarar vermesi için doğrudan doğruya bize çarpması gerekir. Yıldız büyüklüğündeki karadelikler ise Güneşin uzağından geçerken yaratacağı gelgit etkisiyle Güneşin özelliklerini önemli bir şekilde değiştirebilir. Güneşin yörüngesini değiştirebilir ve Dünyayı Güneşin yörüngesinden çıkartabilir. Şimdiye kadar çok sayıda mini karadelik Güneş sisteminden bizi sıyırarak geçip gitmiş olabilir.

c) Antimadde

Dünya gezegeninde sadece madde vardır. Bunun yanında tüm Güneş sistemi, tüm galaksi ve hatta yerel kümemiz maddeden oluşmuştur. Bunlardan birisinin yarısı madde, yarısı da antimaddeden meydana gelmiş olsaydı, bir yarısı diğer yarısını yok ederdi. Antimaddenin nerede olduğu henüz bulunamamıştır. Bazı galaktik kümeler Büyük Patlama sırasında antimaddeden meydana gelmiş olabilir.

Genişleyen evrenin galaktik ve antigalaktik kümeleri birbirinden uzak tutması nedeniyle bunlar bütünlüklerini korumuş olabilirler. Antigalaktik bir kümeden bir miktar antimaddenin fışkırarak galaksimize girmesi veya gezegen boyutundaki bir antimaddenin Güneşe çarpması halinde antimadde kendi kütlesine eşit bir parçayı derhal yok edecektir.

d) Güneş Enerjisi

Güneş doğmuştur ve birgün ölecektir. Güneş bir toz ve gaz bulutundan oluştu, büzülerek radyasyon vermeye başladı ve günümüzdeki boyutlarına erişince radyasyon şiddetini korudu. 4.6 milyar yıl önce oluşmaya başlayan Güneş 4 milyar yıldır bugünkü halini korumaktadır. 5 milyar yıl daha canlı durumunu koruyacağından eminiz. Güneşin enerji stoku sonunda tükenecektir.

Güneşin çekirdeğindeki hidrojen helyuma dönüştükçe çekirdek helyum bakımından zenginleşir ve yoğunlaşır. Artan yoğunluk çekim gücünü şiddetlendirir ve yıldız daha fazla sıcaklaşır. Tüm yıldız daha çok ısınır ve çekirdeğin büzülmesine karşılık yıldızın tümü genişler. Çekirdekteki büyük sıcaklıktan dolayı yeni nükleer reaksiyonların meydana gelmesiyle, yıldızın dengesi bozulur ve yıldız gittikçe genleşir ve yüzeyi büyük bir alana yayılır. Böylece yüzey sıcaklığı azalır ve akkor halindeki yıldız kırmızı renkte parlar. Bütün yıldızlar sonunda birer kırmızı dev olurlar.

Güneş boyutundaki bir yıldızın normal halde kalma süresi 10 milyar yıldır. Güneş bunun yaklaşık 5 milyar yılını harcamıştır. Önünde daha 5 milyar yıl vardır. Son 1 milyar yılda yeryüzü artık yaşanamayacak kadar sıcak bir hale gelecektir. Güneş kırmızı dev olduğunda şimdiki çapının 300 katına genişleyecek ve Merkür ile Venüs'ü yutacaktır. Yeryüzü Güneşin dışında kalsa bile onun çok yüksek sıcaklığı ile buharlaşacaktır. İç Güneş sisteminin yok olmasına rağmen Satürn, Jüpiter, Uranüs gibi dış Güneş sistemindeki gezegenler yaşamaya devam edeceklerdir.

e) Süpernovalar

Yakınımızdaki bir yıldız yaşlanmış ve ömrünün sonuna gelmiş olabilir. En yakınımızda bulunan yıldızlardan biri bir süpernova haline gelip patladığı takdirde bunlar Güneşin altıda biri kadar ışık ve ısı vereceklerdir. Bu durum birkaç hafta sürecek ve yeryüzünde büyük bir ısı artışı meydana gelecektir. Antartika'daki buzlar eriyecek ve okyanusun su seviyesi felaketler getirecek kadar yükselecektir. Ayrıca yeryüzü şiddetli X-ışınları ve kozmik ışınların bombardımanına maruz kalarak yeryüzünü yoğun bir gaz ve toz bulutu saracaktır.

Yapılan hesaplara göre süpernova patlamaları 750 milyon yıl aralıklarla meydana gelmekte olup Güneşimizin bundan sonraki tarihinde dokuz defa böyle patlamalar olabilecektir.

f) Güneş Lekeleri

Güneş orta yaştaki bir yıldız olduğundan daha uzun süre bir değişiklik göstermeyecektir. Zaman zaman değişik miktarlarda ve şiddetlerde meydana gelen güneş lekeleri içlerinde güçlü manyetik alanlar oluşturmaktadır. Lekelerin şiddetine göre Güneş yüzeyinde güneş alevleri de artar. Güneş alevleri çıkardığı protonlarla fırtınaları şiddetlendirir ve yeryüzünde sıcaklık değişimlerine neden olur. Güneş lekelerinin kontrolünü kaybetmesi bir felaketi de birlikte getirebilecektir.

3) Yeryüzü İle İlgili Felaketler

a) Dış Cisimler

Güneş sistemine yıldızlararası uzaydan yabancı cisimler girebilir. Böyle bir cismin bizi etkilemesi onun kütlesine bağlıdır. Böyle cisimler içinde en tehlikelisi bir mini karadeliktir. Bir mini karadelik yeryüzünü sıyırarak geçip giderse yeryüzünün ona bakan yüzünde gerilme meydana getirir ve okyanus suları yükselir.

Böyle bir asteroit boyutundaki mini karadelik Dünya çarparsa yer kabuğunu parçalar ve bir tünel açar. Yuttuğu Dünya maddesini buharlaştırarak Dünyanın içinden geçerek yoluna devam eder. Mini karadelik gittikten sonra iç basınçlar açtığı tüneli kapatır ve kısmi bir felaket yaşanmış olur.

b) Kuyruklu Yıldızlar

Kuyruklu yıldızların hareketleri düzenli değildir. Bir kuyruklu yıldız sonunda bir gezegene veya uyduya, özellikle de yeryüzüne çarpabilir. Nitekim 1908 yılında küçük bir kuyruklu yıldız Sibir-ya' nın yerden 10 km yukarısında patlamıştır. 1910 yılında Dünya Halley kuyruklu yıldızının kuyruğunun içinden geçmiştir.

b) Asteroidler

Asteroidlerin hemen hepsi Mars ve Jüpiter arasındaki bir yörüngede yerleşmiştir. Bazıları zaman zaman yörüngesinden ayrılarak Güneşin çevresinde farklı yörüngelerde dolanır. Dünyayı tehdit eden bir düzineden fazla asteroid tespit edilmiştir. 1937'de Hermes isimli asteroid yeryüzünün 800.000 km kadar yakınından geçmiştir. Hermes'in çapı bir kilometre olup, 1937'den sonra bir daha görülmemiştir.

c) Göktaşları

Bunlar iri madde parçaları olup, atmosfere girince sürtünmeden dolayı yere düşmeden toz ve gaz halinde buharlaşırlar. Şimdiye kadar yeryüzüne binlerce göktaşı düşmüştür. Bazıları bir kenti yok edebilecek kadar büyük ölçülerdedir.

d) Yer Kabuğunun Hareketi

Tektonik düzlüklerin hareketi sırasında yer kabuğundaki çatlaklardan erimiş kayalar fışkırır ve çıkan lavlar geniş bir alana yayılır. Düzlükler hareket ettiği zaman yeryüzü titreşir ve depremler meydana gelir. Düzlükler bir yüzyıl boyunca küçük miktarlarda kayarsa sarsıntılar hafif olur. Düzlükler bir yüzyıl boyunca hiçbir şey olmadan birbirlerine sıkı sıkıya yapışır ve sonra birden bire kayarlarsa çok şiddetli depremler meydana gelir. Depremin ve felaketinin ölçüsü biriken enerjinin bir yüz yıl

boyunca azar azar bırakması veya tek bir defada birden bırakmasına bağlıdır.

e) Buzullar

Galaksinin yer aldığımız eteklerinde toz ve gaz bulutları bulunmaktadır. Güneş galaktik merkez etrafındaki yörüngesinde dönerken bu bulutların içine girebilir. Bulutlar yoğun olmadıkları için bizi zehirlemezler, ancak bu bulutların %1'i tozdan meydana gelmiştir.

Bu durumda yeryüzüne normalden daha az güneş ışığı gelecek ve yeryüzünün yüzey sıcaklığı azalacaktır. Böylece yazlar azalacak, kışlar artacaktır. Kışın yağan karların tamamı yazın erimeyecek ve kar kalınlığı her yıl artacaktır. Artan karlar buz haline dönüşecek ve Güneşten gelen ışığın %90'ı yansıtılacaktır.

Buz örtüsü genişledikçe Güneş ışığı daha fazla yansıtılacak ve daha az soğurulacaktır. Yeryüzünün sıcaklığı azalacak ve bir buzul devri başlayacaktır. Toz ve gaz bulutlarından çıktığımızda ise buzullar geri çekilecektir. Her 200-250 milyon yılda bir ciddi bir buz devri meydana gelmektedir.

f) Kozmik Işınlar

Galaksideki yıldızlardan her yöne kozmik ışınlar yayılır. Bunlardan bir kısmı yeryüzüne çarpar. Atom altı parçacıklar son derece karmaşık ve hassas bir yapıya sahip olan DNA'yı etkiler ve onların yapısını fiziksel olarak değiştirebilir. Bunun sonucunda DNA molekülleri çoğalma gücünü kaybedebilir ve hücreler ölebilir. Çok sayıda hücre yok olunca canlı, radyasyon hastalığından ölür. Yeryüzüne diğer yıldızlardan veya bir süpernova patlamasından gelecek kozmik ışınlar çoğalırsa bu durum, birçok türün zayıflayıp genetik yükün ağırlığıyla toplu ölümlere neden olabilir.

g) Manyetik Alan

Yeryüzünün manyetik alan şiddeti azaldıkça Dünyayı kozmik ışınlardan koruyan bu özellik zamanla zayıflayacaktır. Manyetik alanın yön değiştirme zamanlarında, manyetik alan bir süre için yok olacağından, bu dönemlerde kozmik ışınlar yollarından sapmayacak ve Dünya yoğun kozmik ışın akımına maruz kalacaktır.

4) Canlılar İle Gelen Felaketler

a) Bugüne kadar yeryüzünde yaşamış canlı türlerinin en az %90'ı tükenmiştir. Bugün yaşayan türler ise eskiden yaşamış olanlara göre daha azdır. Yaşayan türlerin de çoğu tükenme safhasındadır. Tükenmenin sebepleri doğada meydana gelen değişikliklerin yaptığı tahribatlar, türler arasındaki rekabetler gibi olaylardır.

Dünyada 350.000 tür bitki ve 900.000 tür de hayvan bulunmaktadır. Henüz tespit edilemeyen birkaç milyon türün daha olduğu tahmin edilmektedir. Çok hücreli organizmalar içinde en başarılı olanı böceklerdir. 900.000 canlı türü içinde böcek türü sayısı 700.000'dir. Her yıl 6000-7000 yeni böcek türü keşfedilmekte olup, toplam 3 milyon böcek türünün mevcut olduğu tahmin edilmektedir. İnsan başına 1 milyar böcek düştüğü hesap edilmiştir.

Tarih boyunca böcek ve farelerin meydana getirdiği bulaşıcı hastalıklar milyonlarca insanı yok etmiştir. Bir buzul devrinin başlamasından önce bir bulaşıcı hastalığın insan türü için ne derece tehlikeli olacağı bilinmektedir.

b) Ortalama 1750 gram olan insan beyninin bir gram'ı vücudun 40 gram'ını yönetir. Buna karşılık bir fil beyninin bir gram'ı vücudunun 1200 gram'ını, bir balinanın beyninin bir gram'ı ise

vücudunun 11.000 gram'ını yönetir. Bu yüzden insan en zeki yaratıktır. Bununla birlikte, bazı hayvanların beyinlerinin gelecekte daha fazla gelişip insan soyunu yok etmeleri mümkün olabilir. Veya, başka dünyalardan gelecek daha zeki yaratıkların bir felakete neden olacakları da imkan dahilindedir.

c) İnsanoğlunun durmadan geliştirdiği silahların birgün bir nükleer savaşta insan soyunu yok etmesi de mümkündür.

5) Kaynaklar ve Nüfus Artışı

a) Teknolojideki her gelişme yeryüzü kaynaklarını daha fazla azaltmaktadır. Metalurjinin keşfinden beri metallerin kullanımı hızla artmış ve bazı önemli metaller tükenme durumuna gelmiştir. Kullanılacak metallerin yerlerine yenileri bulunamadığı takdirde, insanlar teknolojilerinin bazılarını terk etmek zorunda kalacak ve uygarlık gerileyecektir.

b) Yeryüzünden 24 km yüksekte olan ve molekülleri üç oksijen atomundan oluşan ozon tabakası morötesi radyasyonu tutmakta ve yaşam için tehlikeli olan güneşin enerjik morötesi radyasyonuna karşı canlıları korumaktadır. Nitekim denizlerdeki yeşil bitkiler ozon tabakasını oluşturacak kadar oksijen üretinceye kadar yaşam denizden karalara tırmanamamıştır.

Kloroflorokarbonların kullanılmasıyla çıkan freon gazı son yıllarda atmosferin üst tabakalarına çıkarak ozon tabakasını imha etmektedir. Bu gazın ozon tabakasını zayıflatması durumunda Güneşin morötesi radyasyonu şiddetli bir şekilde yeryüzüne vuracak, deri kanseri olaylarını artıracak, topraktaki mikroorganizmaları şiddetle etkileyecek, ekolojik dengeyi bozarak bir felakete neden olacaktır.

c) MÖ-6000 yıllarında Dünya nüfusu 10 milyondu. 1970'lerde ise 4 milyar oldu. Nüfus artış oranı 1900'de yılda %1 iken 1970'de

%2 oldu. Yeryüzünün kaldırabileceği ve besleyebileceği en yüksek nüfus 500 milyardır. Şimdiki artışla, Dünya nüfusu her 35 yılda iki katına çıkmaktadır. Nüfus 2100 yıllarında 20 milyar, 2280 yılında 1.2 trilyon olacaktır.

d) Halen yaşayan insanların toplam ağırlığı 180 milyar kilogramdır. Şimdiki nüfus artışı ile 1800 yıl sonra insanların toplam kütlesi, yeryüzünün toplam kütlesine eşit olacaktır.

Güneşin kütlesi yeryüzünün kütlesinin 330.000 katı, galaksinin kütlesi de Güneşin kütlesinin 150 milyar katıdır. Evrende yaklaşık 100 milyar galaksi olduğu düşünülürse evrenin toplam kütlesi yeryüzünün $5x10^{27}$ katıdır. Eğer nüfus yılda %2'lik bir hızla artmaya devam ederse, 5000 yıl sonraki insanların toplam ağırlığı evrenin kütlesine eşit olacaktır.

Kaynaklar

The Search for Infinity, Gordon Fraser, 1994
The Natural History of the Universe, Colin Ronan, 1991
Cosmology, Bryan Milner, 1994
Space, Sue Becklake, 1993
Encyclopedia of Ideas, R. Ingpen, 1993
The Universe Explained, Colin Ronan, 1994
1001 Things Everybody Should Know About Science, J. Trefil, 1992
The Origin of the Universe, John Barrow, 1993
The Increadible Machine, Nat. Geographic, 1993
The Universe, F. Pirani, 1993
Are We Alone in the Cosmos, Ben Bova, 1994
Science Desk Reference, The NY Public Library, 1993
Desk Reference, Nat. Geographic, 1993
Physical Science, W.L. Ramsey, 1982
A star Called The Sun, G. Gamow, 1963
Desk Reference, The NY Public Library, 1963
Science Explained, Colin Ronan, 1993

YALÇIN İNAN

KOZMOS'TAN KUANTUM'A$_1$

Şu anda, evrendeki yüz milyar galaksi topluluğu içinde bulunan, orta büyüklükde bir galaksinin eteklerinde yer alan, orta ölçüde Güneş ismindeki bir yıldızın etrafında dönen, orta boyutlardaki bir gezegenin üzerinde yaşamaktayız. İçinde bulunduğumuz evrenin boyutlarını, galaksiler ve yıldızlar arasındaki uzaklıkları düşündüğümüzde o evren içinde adeta bir hiçiz. Güneş sistemi içindeki gezegenimizin boyutları, galaksimiz ve hatta en yakınımızdaki yıldızın uzaklığı yanında çok ufak kalır. Sistemimiz içindeki en uzak gezegen olan Pluto bizden 6 milyar kilometre, bize en yakın yıldız ise bu mesafenin 7000 katı uzaklıktadır. Bize en yakın galaksiye ışık ancak iki milyon yılda gidebilmektedir.

Kendimizi neden Dünya adındaki bir gezegende bulduk? Bir milyon yıl önce insan denilen canlı yoktu. Bir milyon yıl sonra gezegenimizde insan olacak mı? Uzay neden bu kadar esrarlıdır? Evren nereden ortaya çıktı, nereye kadar gidecek, ne zaman son bulacak ve sonra ne olacak? Evrendeki yerimiz nedir, nereden geldik, nereye gidiyoruz?

Evrenin bir başlangıcı olduğuna göre onu başlatan bir olayın olmuş olması gerekir. Büyük Patlamadan önce ne vardı? Evrenin bir sonu olacaksa o sondan sonra ne olacaktır? Kozmoloji, relativite ve kuantum mekaniği üçlüsü ile evrenin yaradılışı incelenmektedir. Evrenin nereden geldiğini ve nasıl işlediğini anlamak için yapılan araştırma, insanlık tarihinin en uzun süreli ve en büyük macerasıdır. Orta ölçüdeki bir galaksinin önemsiz bir yıldızın ufak bir gezegeninde yaşayan bir avuç insanın, tüm evreni ve sırlarını çözme çabası inanılmaz bir olaydır.