

devamlı kayıt binası, mutlak ölçü binası ve proton binası olmak üzere üç binadan oluşmaktadır (Ankara Manyetik Rasathanesi, 1988). Ayrıca Harita Genel Komutanlığı, temsilci kurum olarak Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği çalışmalarını 1948 yılından beri yürütmektedir. Bu kapsamda, "Türkiye Ulusal Jeodezik ve Jeodinamik GPS Programı"nı hazırlamış

ve 1989 yılında yürürlüğe koymuştur (TUUJB, 1993).

Özcep, F. ve Orbay, N., 2002, Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi, İstanbul Üniversitesi Yayınları, Yayın No:4347, 446 Sayfa, İstanbul

4- GÜNEŞ SİSTEMİ VE GEZEĞENLERİN YAPISI

Güneş Sisteminin oluşum teorisine dair ilk adım, Güneş'in merkezde ve Dünya'nın etrafında döndüğünü iddia eden günmerkezlilik teorisidir. Bu fikir binlerce yıl süregelmiştir lakin 17. yüzyılın sonuna doğru yaygın olarak kabul görmüştür. "Güneş Sistemi" terimi ilk 1704 yılında kullanılmıştır. En yaygın oluşum teorisi, dev moleküler bulutların yerçekimsel çarpışmasına dayanan nebula hipotezidir. Güneş dahil birçok yıldız, bu bulut çarpışmasıyla oluşmuştur. Güneş Sistemi'ni oluşturan gaz nispeten Güneş'in kendisinden daha büyüktür. Kütlelerin çoğu merkezde toplanıp Güneşi oluşturmuş, kalan kütle gezegenleri ve diğer Güneş Sistemi elemanlarının oluşturan protogezegensel diski oluşturmuştur. Güneş ve gezegenler doğduğu gibi sonunda öleceklerdir. Güneş yaşlanmaya başlayınca, soğuyacak ve birçok kere kendi çapından dışarı şişerek kırmızı dev olacak daha sonra dış kabuğundan çıkarak yıldız cesedi de denilen beyaz cüceye dönüşecektir. Gezegenlerin bir kısmı Güneş'i takip edecek ve kalanlar yıldızlararası uzaya atılacak ve Güneş'i takip edenler zamanı gelince yok olacaklar. Yine de, bu hipoteze karşı olan savlar vardır.

Güneş sistemi, bir yıldız olan Güneş ile onun etrafında dolanan gezegenler, cüce gezegenler, gezegenlerin uyduları, kuyruklu yıldızlar, diğer küçük cisimler ve gezegenler arası ortamdaki gaz ve toz bulutlarından oluşan bir sistemdir. Sistemin

merkezinde Samanyolu galaksisindeki sayısız yıldızdan biri olan Güneş bulunur ve sistemdeki maddesel ortamın %95'inden fazlasını oluşturur. Çok sıcaktır ve yüzeyindeki sıcaklık yaklaşık 10.000 Fahrenheit'tir. Çapı dünyanın çapının 109 katıdır. Dünya ile kıyaslandığında devasa olan Güneş, Samanyolu galaksisindeki 200 milyar yıldızdan sadece biridir ve orta boy bir yıldızdır. 4.5 milyar yıl yaşındadır. Güneş kendi etrafında bir dönüş hareketi yapar ve bir turunu 25 günde tamamlar. Dünyaya oldukça uzak olan Güneşin yeryüzündeki yaşamın varlığı için gerekli olan ışınları 8.44 saniyede yeryüzüne ulaştır.

Güneş sisteminde sekiz büyük gezegen vardır; **Güneşe yakınlığına göre gezegenlerin sıralaması;** Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'dür. Güneş sisteminde bulunan Gezegenlerin **büyükten küçüğe doğru sıralaması ise;** Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün, Dünya, Venüs, Mars, Merkür'dür.

Güneş sistemindeki en büyük gezegen: Jüpiter
Güneş sistemindeki en küçük gezegen: Merkür
Güneşe en uzak gezegen: Neptün
Güneşe en yakın gezegen: Merkür
Güneş sistemindeki en sıcak gezegen: Venüs
Güneş sistemindeki en soğuk gezegen: Uranüs

Küçük cisimler ise güneş sisteminin diğer üyeleridir. "Küçük cisimler"; asteroidler, kuyruklu yıldızlar,

Kuiper Kuşağı nesnelere ile gaz ve tozların ortak adıdır. Kuiper Kuşağı, Plüton'un yörüngesinin ötesinde yer alan ve binlerce gezegenimsi küçük cisim içeren kuşaktır.

Gezegen

- Güneş çevresinde dolanan ve bir yörüngeye sahip olan,
- Kendi kütle çekimi kuvveti nedeniyle küresel yapı oluşturabilecek kütleye sahip ve bundan ötürü hidrostatik denge durumunda olan,
- Gezegen oluşma teorisine göre yörüngesini temizlemiş olan (gezegen yörüngesinde dolanırken yörüngesi üzerinde bulunan maddelerin tamamını üzerine toplaması-kütle artışının olmaması) gök cisimlerine denir.

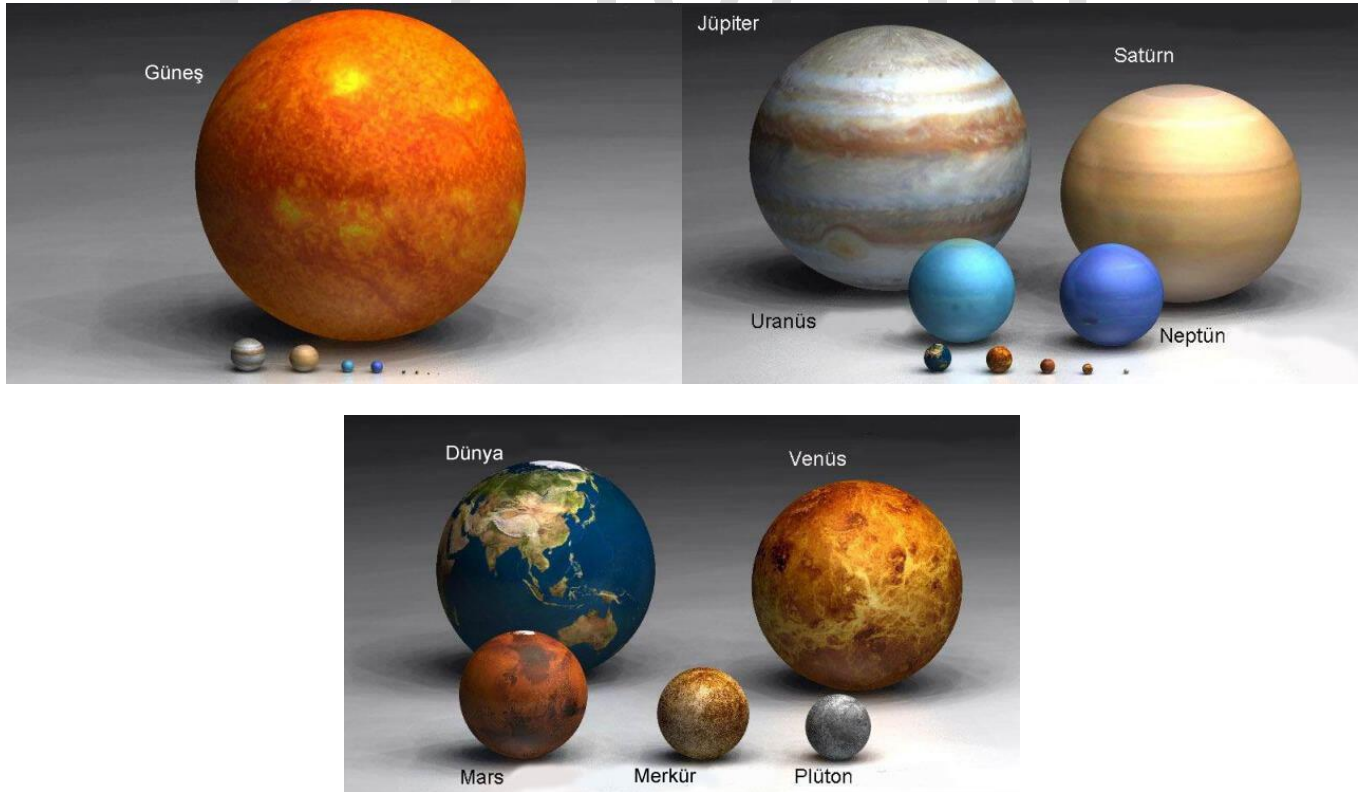
Cüce Gezegen

- Güneş çevresinde dolanan ve bir yörüngeye sahip olan,

- Kendi kütle çekim kuvveti nedeniyle küresel yapı oluşturabilecek kütleye sahip ve bundan ötürü hidrostatik denge durumunda olan,
- Gezegen oluşumu teorisine göre yörüngesini temizlememiş olan,
- Uydu olmayan gök cisimlerine denir.
- Güneş sistemindeki cüce gezegenlerden en çok bilinenleri ise Ceres, Plüton, Eris, Haumea, Makemake'dır.

Küçük Cisimler

- Uydular dışında, Güneş etrafında dolanan diğer gök cisimlerine denir.
- **Not:** Uluslararası Astronomi Birliği (UAB)'nin 2006 yılında aldığı karar ile Plüton, gezegen sınıfından çıkarılmış ve "cüce gezegen" olarak sınıflandırılmıştır. Böylece güneş sistemindeki gezegen sayısı 8 e düşmüştür.



Şekil 1. Güneş ve gezegenlerin, gerçek ölçeklerine uygun olarak büyüklükleri ve uzaydan görünüşleri.

Güneş Sisteminde Bulunan Gezegenler

Merkür

- Güneşe en yakın ve güneş sisteminin en küçük gezegenidir.
- Uzaklığı ve küçüklüğünden dolayı Dünya'dan çok küçük ve sönük görünür.
- Yüzeyinde kraterler, lav akıntıları, dev havzalar bulunur.
- Atmosferi yoktur.
- Sıcaklığı çok fazladır (gündüzleri 500° C, geceleri -175° C)

Venüs

- Yörüngesi, Dünya'nın yörüngesine en yakın olan gezegendir. Bu nedenle, yeryüzünden en iyi gözlemlenebilen ve en parlak görülen gezegendir.
- Gün doğumunda ve gün batımında güneşe yakın olduğu için, dünyadan çıplak gözle rahatlıkla görülebilir Halk arasında Çoban Yıldızı olarak bilinir. Güneş ve aydan sonraki en parlak gök cisimidir.
- Venüs'ün yüzeyinde çok sayıda krater ve aktif volkan bulunmaktadır ve tüm yüzeyi sülfürik asit bulutlarıyla kaplıdır.
- Güneş sistemindeki diğer tüm gezegenlerin aksi istikamette döner.

Dünya

- Uzaydan mavi renkte görünen Dünya, Güneş'e en yakın üçüncü gezegendir. Yapı olarak kutuplardan basık ekvatoran şişkin bir görünüme sahiptir. Kendi etrafında dönüşünü ortalama 24 saatte, Güneş etrafında dönüşünü ise 365 gün 6 saatte tamamlar. Dünya'nın atmosferi ve uydusu vardır. Tek uydusu Ay olan Dünyamızın atmosferindeki gazların da belirli bir oranı vardır. Atmosferde %78 azot, %21 oksijen, %1 karbondioksit ve diğer gazlar bulunur.

Mars

- Venüs'ten sonra yörüngesi Dünya yörüngesine en yakın olan ikinci gezegendir.
- Kutup bölgelerinde buzul alanları ve bulutlar görülür.
- Mars, Dünya'daki gibi mevsimlere sahiptir; fakat her biri iki kat daha uzun sürer.
- Mars'ta yaşam olasılığı bulmak için birçok uzay aracı gönderilmiştir. Mars yüzeyi, uydumuz Ay'da olduğu gibi alçak düzlükler ve yüksek tepelerden oluşmaktadır. Mars'taki gök taşı çarpması ile oluşan kraterler ve volkanlar ilgi çekicidir. Mars yüzeyi demir elementinden dolayı kırmızı görünüme sahiptir. Mars'ın Phobos ve Deimos isimli iki uydusu vardır.

Jüpiter

- Güneş sisteminin en büyük gezegenidir.
- Çekirdeği silikat ve demir gibi ağır elementlerden oluşurken yüzeyi katılaşmamış olup sıvı hidrojen gibi düşük yoğunluklu sıvılardan oluşmuştur.
- Yüzeyi renkli bulutlarla kaplıdır. Bu bulutlar hidrojen, helyum, amonyak ve su buharından oluşmaktadır.
- Jüpiter'in kalın atmosfer tabakasında büyük fırtınalar oluşmaktadır.
- Jüpiter çok sönük görünen bir halkaya ve 63 uyduya sahiptir. Dört büyük uydusunun adları Callisto, Ganymede, Europa ve İo'dur.

Satürn

- Halkalarıyla ünlü gaz atmosfere sahip bir gezegendir.
- Halkalar arasında Cassini boşluğu olarak bilinen boşluklar vardır.
- Satürn kaya materyalli küçük bir çekirdeğe sahiptir.
- Atmosferinin çoğu sıvı ya da sıkışmış gaz formdaki hidrojen moleküllerinden oluşur.

- Satürn'ün bilinen 47 uydusu vardır. Bunlardan Enceladus, Phobe, Titan, Calypso ve Pandora en çok bilinenleridir.

Uranüs

- Güneş sisteminin üçüncü büyük gezegenidir.
- İlk olarak 1781 yılında William Herschel tarafından bulunmuştur.
- Dünya'dan basit bir teleskopla görülemeyecek kadar uzaktadır. Yakınından geçen Voyager 2'nin gönderdiği bilgilerde; mavimsi sisli bir görüntüye sahip olduğu, karanlık bulutları ve birçok uydusunun olduğu görülmüştür. Çevresinde ince ve koyu renkli halkanın aslında 10 ayrı halkadan oluştuğu anlaşılmıştır.
- Uranüs'ü en ilginç kılan özelliklerinden biri dönme ekseninin çok eğik olmasıdır. Dönme eksenini 90 dereceye yakın eğikliktedir. Gezegenin dolanma dönemi 84 yıl olup yaklaşık 21 yıl süre ile kutuplardan biri Güneş'e yönelik kalır. Bu nedenle bu bölge uzun bir yaz (aynı zamanda gündüz) geçirirken diğer kutup 21 yıl süren uzun bir kış (aynı zamanda gece) geçirir.
- Uranüs'ün atmosferi derin bir bulut tabakasına binmiş, özelliksiz gaz tabakasından oluşur.
- Çekirdeğindeki kaya yapı yüksek basınç altındaki su okyanusu ile çevrilidir. Uranüs'ün bilinen 27

uydusundan Ariel, Miranda, Umbriel ve Oberon en çok bilinenleridir.

Neptün

- Büyüklük bakımından dördüncü sırada olan Neptün, Güneş'e en uzak gezegendir ve teleskop ile keşfedilmeden önce matematiksel olarak keşfedilmiştir.
- Alexis Bouvard (Aleksis Buvırt), Uranüs'ün yörüngesindeki beklenmedik sapmaların bilinmeyen bir gezegenin çekim etkisinden kaynaklanacağını ileri sürmüştü, daha sonra Urbain Le Verrier bu gezegenin olası yörüngesini hesaplamış ve 23 Eylül 1846 tarihinde Johann Gottfried Galle (Yohan Gatifrid Geal), Urbain Le Verrier (Urbein Le Veriyır) tarafından hesaplanan yerin çok yakınında gezegeni keşfetmiştir. Kısa bir süre sonra da gezegenin en büyük uydusu olan Triton'u keşfetmiştir.
- Atmosferi Uranüs'ün atmosferinin kimyasal yapısına benzemesine rağmen Neptün'deki bulutlar daha belirgin özelliklere sahiptir.
- Dünya'dan yapılan gözlemlerde Neptün'ün etrafında eşit olmayan yoğunlukta halkalar olduğu gözlemlenmiştir.
- Neptün'ün 13 uydusu bilinmektedir. Bunlardan Triton ve Nereid en çok bilinenlerdir.

5- YERKÜRENİN YAPISI VE BİLEŞİMİ

Dünya'nın üzerindeki topografik oluşumlar ve kendi eksenini etrafındaki eksantrik hareketi nedeniyle düzgün bir geometrisi yoktur. Ekvatordaki yarıçapı kutuplardaki yarıçapından fazladır. Bu kutuplarından basık, ekvatorun şişkin özel küresel geometrik şekil geoit (Latince, Eski Yunanca Geo "dünya") yani "Dünya şekli" diye adlandırılır. Dünya'nın ortalama yarıçapı 6371 km'dir. Yer'in eksenini etrafında dönmesi ekvatorun dışarı doğru biraz fırlamasına

neden olduğu için ekvatorun yarıçapı 6378.1 km, kutupsal yarıçap ise 6356.8 km dir. Ortalamadan en büyük sapmalar, Everest Dağı (denizden 8.848 m yüksek) ve Mariana Çukurudur (deniz seviyesinin 10.924 m altı). Dolayısıyla ideal bir elipsoide kıyasla Yer'in %0,17'lik toleransı vardır. Ekvatorun şişkinliği yüzünden Yer'in merkezinden en yüksek nokta aslında ekvatordadır.

DÜNYANIN DIŞ KATMANLARI (DIŞTAN İÇE DOĞRU)

ATMOSFER

(Yunanca ἀτμός (atmos), meaning 'buhar' ve σφαῖρα (sphaera), 'küre') Dünya'yı çepeçevre saran gaz tabakasına atmosfer denir. Yer çekimi sayesinde tutulan atmosfer, büyük ölçüde gezegenin iç katmanlarından kaynaklanan gazların yanardağ etkinliği ile yüzeye çıkması sonucu oluşmakla birlikte, gezegenin tarihi boyunca Dünya dışı kaynaklardan da beslenmiş ve etkilenmiştir. Dünya'nın atmosferi, basınç ve yoğunluk açısından diğer yer benzeri gezegenlerden Mars'a göre yaklaşık 100 kat daha büyük, Venüs'e göre ise yaklaşık 100 kat daha küçük bir gaz kütesini ifade eder. Ancak bileşim açısından bu iki gezegenin atmosferlerinden çok farklı olduğu gibi, Güneş Sistemi içinde de eşsizdir. Atmosferin katmanları, yeryüzünü çevreleyen ve her biri farklı görevler üstlenen gaz katmanlarıdır. Toplamda 5 ana katmandan oluşur. Ozonosfer ve iyonosfer ara katmanlardır. Temel katmanlar (alçaktan yükseğe) aşağıdaki şekilde sıralanırlar:

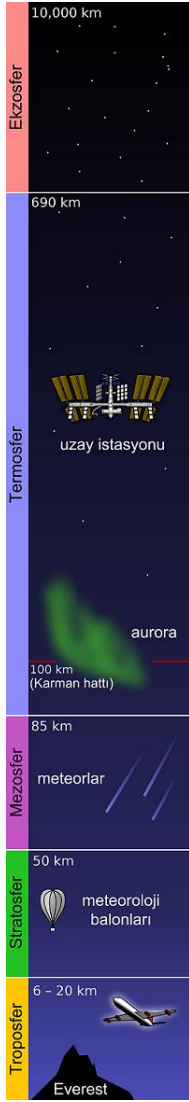
1. Troposfer: Atmosferin yere temas eden en alt katmanıdır. Gazların en yoğun olduğu katmandır. Ekvator üzerindeki kalınlığı 16–17 km, 45° enlemlerinde 12 km, kutuplardaki kalınlığı ise 9–10 km'dir. Katman kalınlığının ekvator da ve kutuplarda farklılık göstermesinin nedeni, ekvator da ısınan havanın hafifleyerek yükselmesi ve merkezkaç kuvvetinin bulunması, kutuplarda ise havanın soğuyarak çökmesi ve merkezkaç kuvvetinin bulunmamasıdır. Yani bu değişikliklerin sebebi sıcaklık farklılıkları ve merkezkaç kuvvetinin etkisidir.

Troposfer atmosferin en önemli katmanıdır diyebiliriz çünkü gazların %75'i su buharının ise tamamı bu katmanda bulunur. Buna bağlı olarak hava akımları, bulutluluk, nem, yağışlar, basınç

değişiklikleri gibi bilinen bütün meteorolojik olaylar bu katmanda meydana gelir, güçlü yatay ve dikey hava hareketleri de bu katmanda oluşur. Troposfer genellikle yerden yansıyan güneş ışınlarıyla ısınır bu nedenle alt kısmı daha sıcaktır ve yerden yükseldikçe sıcaklık 100 metrede 0.5°C (tam olarak 0.65°C) azalır ve tabakanın sonunda -56.5°C'ye kadar düşer.

2. Stratosfer: Troposferden itibaren 50 km. yükseliğe kadar uzanır. Yatay hava hareketleri (rüzgarlar) görülür. Su buharı bulunmadığı için dikey hava hareketleri oluşmaz. Yalnızca yatay hareketlerin oluşması da diğer tabakalar ile stratosfer arasında bu katmandan kaynaklanan bir taşınım olmamasına sebep olur. Bu durum çok tehlikeli olabilir çünkü diyelim ki bir yanardağın patlamasından ortaya çıkan küller troposferi aşır stratosfere ulaşırsa burada birikir ve kalıcı bir kirlilik oluşturur. Sıcaklık değişimi olmayan yer 11-25km arasındadır. Stratosferin sıcaklığı -55 ile -3 derece arasında değişir. Stratosferde yerçekimi azaldığı için cisimler gerçek ağırlıklarını kaybederler. Bu katmanın üst kısımlarında ozon gazları bulunur ve güneş ışınlarını çeken bu gazlar katmanın ısınmasına nedendir.

3. Mezosfer: Stratosferden itibaren 80 km. yüksekliğe kadar uzanır. Küçük boyutlu gök taşları bu katmanda sürtünmenin etkisiyle buharlaşarak kaybolur. Ozonosfer ve Kemosfer olarak iki kısımdan oluşmaktadır: **Ozonosfer:** Bu tabakada ozon gazları bulunur. Güneşten gelen zararlı ultraviyole ışınlar, ozon gazları tarafından tutulur. Bundan dolayı canlılar için koruyucu katmandır. **Kemosfer:** Zararlı ışınların tutulması az miktarda burada da görülür. Ayrıca gazların iyonlara ayrılmaya başladığı yerdir.



4. Termosfer: Mezosferden itibaren 400 km. yüksekliğe kadar uzanan katmandır. Bu katmanda güneş ışınları yoğun olarak hissedilir. Sıcaklığı güneşin etkisiyle 200 ile 1600°C'dir. Bu katmanda gazlar iyon halinde bulunur ve iyonlar arasında elektron alışverişi oldukça fazladır. Bu nedenle haberleşme sinyalleri ve radyo dalgaları çok iyi iletilir.

5. Ekzosfer: Atmosferin en üst katıdır. Az miktarda hidrojen ve helyum atomlarından oluşur. Kesin sınırı bilinmemekle birlikte üst sınırının yerden yaklaşık 10.000 km yükseklikte olduğu kabul edilmiştir. Bu katmandan sonra artık bir sınır olmadığı için boşluğa geçiş başlar. Yapay uydular bu katmanda bulunurlar, yerçekimi çok düşüktür ve gazlar çok seyrek.

Atmosferde Bulunan Gazlar: Atmosferde bulunan gazların % 75'i ve su buharının tamamı troposferde bulunur. İklim yönünden daha çok atmosferin alt katları önemli olduğundan burada troposfer ve stratosferin alt katlarının bileşimi incelenecektir.

* Her zaman bulunan ve oranı değişmeyen gazlar; % 78 oranında azot, % 21 oranında oksijen, %1 oranında asal gazlar (Hidrojen, Helyum, Argon, Kripton, Ksenon, Neon) dır.

* Her zaman bulunan ve oranı değişen gazlar; su buharı ve karbondioksittir.

* Her zaman bulunmayan gazlar; ozon ve tozlardır.

Su buharı: Yere ve zaman göre oranı en çok değişen gazdır. Yeryüzünün aşırı ısınıp, soğumasını engeller. Yağış, bulut, sis gibi hava olaylarının doğuşunu sağlar.

Karbondioksit: Atmosferin güneş ışınlarını emme ve saklama yeteneğini artırır. Havada karbondioksit (CO₂) miktarının artması sıcaklığı artırıcı, azalması ise sıcaklığı düşürücü etki yapar.

Ozon: Hava içindeki oksijen (O₂) mor ötesi (ultraviyole) ışınlarının etkisi altında ozon (O₃) haline geçer. Ozon gazı, içinde hayatın gelişmesine olanak vermez ancak atmosferin üst katmanlarında ultraviyole ışınlarını emerek yeryüzündeki yaşam üzerinde olumlu bir etki yapar. Yeryüzünden 19 – 45 kilometre yükseklikler arasında bulunan ozon katının son yıllarda incelendiği hatta yer yer delindiği belirlenmiştir. Özellikle buzdolabı, soğutucu, araba ve spreylere çıkan gazların (kloroflorokarbon) neden olduğu anlaşılmış ve bu gazların kullanımına kısıtlamalar getirilmiştir. Yeryüzüne ulaşan mor ötesi ışınlardaki artış, sıcaklıkların artmasına, buna bağlı olarak buzulların erimesine, bitki örtülerinde değişimlere neden olabilecektir.

HİDROSFER

Hidrosfer (Yunanca ὕδωρ - hudōr, 'su' ve σφαῖρα - sphaira, 'küre'), su küre demektir. Dünya'daki bütün sular hidrosfere girer. Hidrosfer'in %97'sini denizler ve okyanuslar oluşturur. Hidrosfer, canlıların yaşam kaynağıdır. Hidrosferin kalınlığı deniz seviyesine göre +3810 m (Titikaka Gölü) ile -11033 m (Mariana Çukuru) arasında değişir. Ayrıca Hidrosfer sayesinde Güney Yarım Küre, Kuzey Yarım Küre'den serindir.

Dünya'nın %71'ini Hidrosfer, %29'unu karalar oluşturur. Bu oran Kuzey Yarım Kürede %61

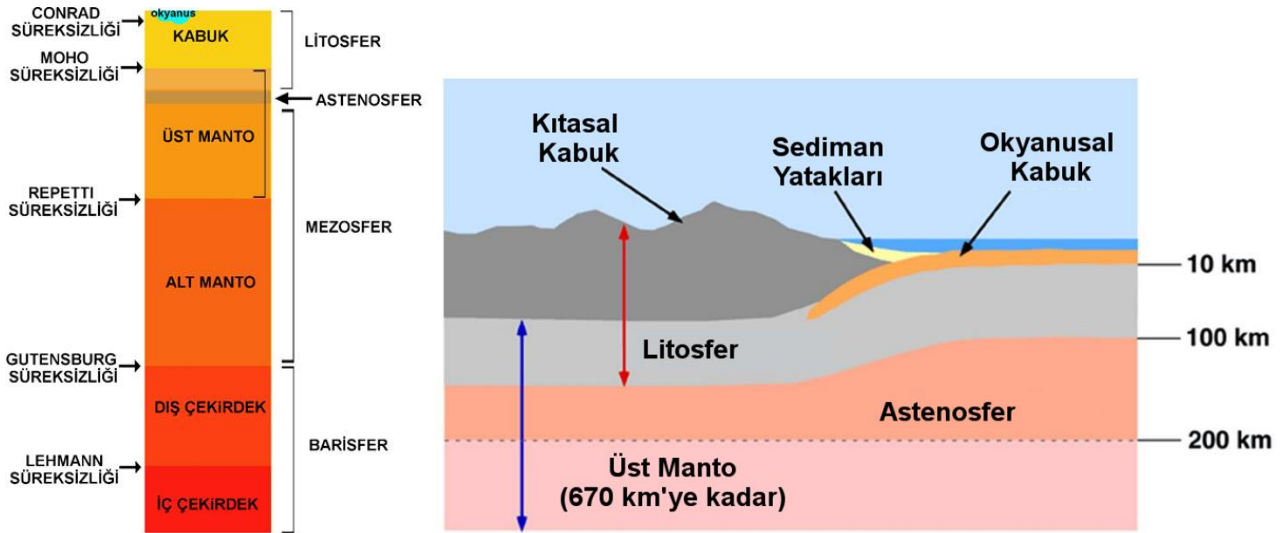
Hidrosfer, %39 karalar iken, Güney Yarım Kürede %81 Hidrosfer, %19 karalar şeklindedir. Hidrosfer üzerinde birçok okyanus akıntıları yer almaktadır. Bunlardan en bilinenleri Gulf stream okyanus akıntısı ve Labrador okyanus akıntısıdır. Hidrosfer'in Dünya üzerindeki yüzölçümü: 361.000.000 kilometrekaredir. Bunun 350.170.000'ı tuzlu sudur. Hidrosfer üzerindeki 3 büyük okyanusun yüzölçümü: Büyük Okyanus (Pasifik): 180.000.000 km²; Atlas Okyanusu (Atlantik): 106.000.000 km²; Hint Okyanusu: 75.000.000 km².

BİYOSFER

(Yunanca βίος - bíos, 'yaşam' ve σφαῖρα - sphaira 'küre') Dünyada canlıların yaşadığı 16–20 km kalınlığında tabaka. Biyosferin atmosfer içindeki yüksekliği 10000 m'ye ulaşır. Bu yükseklikten öte bakteri ve mantar sporlarına rastlanmamıştır. Yerde yaşayan kara hayvanları için biyosfer 6500–6800 m, yeşil bitkiler için 6200 m, yüksekliğe kadar çıkabilir. Denizin altında 5000 m derinlikte canlıların yaşadığı saptandığından bu da biyosferin alt sınırını oluşturur. Biyosfer, bir gezegenin dış kabuğunun; hava, toprak,

kaya ve su (atmosfer, Kriyosfer{Dünya yüzeyinde suyun kar ve buz gibi katı formda bulunduğu; deniz buzu, göl buzu, nehir buzu, kar örtüsü, buzullar ve diğer buz tabakaları ve donmuş toprak bölümlerinin hepsine birden verilen isim}, hidrosfer ve litosfer) içeren, içinde yaşam bulunan, biyotik dönüşümler ve çevirimler gerçekleşen bir bölümdür. Biyosferin yaklaşık 3,5 milyar yıl önce bazı aşamalardan geçerek evrim geçirdiği düşünülür.

DÜNYANIN İÇ KATMANLARI



Mekanik özelliklerine göre sınıflandırma

LİTOSFER

(Yunanca λίθος – lithos, ‘kaya/taş’ ve σφαίρα – sphaira ‘küre’) Yerkürenin katı dış katmanıdır. Kabuk ve üst mantonun bir kısmından oluşmaktadır. Litosfer tektonik levhalara ayrılmıştır. Atmosfer, hidrosfer ve biyosferle toprak oluşum süreci ile kimyasal reaksiyon gösteren, litosferin en üst kısmına pedosfer adı verilir. Litosferin hemen altında üst mantonun zayıf, sıcak ve en derin bölümü olan astenosfer bulunur. Litosfer-astenosfer sınırı (Lithosphere-Asthenosphere Boundary, LAB) gerilmeye verdiği tepki farkı ile tanımlanır: litosfer elastik ve kırılarak deformasyona uğradığı çok uzun jeolojik zamanlar boyunca katılığını korur, astenosfer ise viskoz deformasyona uğrar ve plastik deformasyonla gerilmeye uyum sağlar.

Litosfer okyanusal ve kıtasal litosfer olmak üzere ikiye ayrılır. Okyanusal litosfer okyanusal kabuk ile ilişkilidir ve okyanus tabanlarında bulunur (yaklaşık yoğunluğu 2.9 g/cm^3). Kıtasal litosfer ise kıtasal

ASTENOSFER

Üst mantonun yüksek viskoziteli, mekanik olarak zayıf ve sünümlü deformasyona uğrayan bölgesidir. Litosferin altında, yüzeyden yaklaşık 80-200 km derinliklerde yer alır. Bazı bölgeleri erimiş olsa da (ör. Okyanus ortası sırtı altı) neredeyse katıdır. Astenosferin alt sınırı iyi tanımlanmamıştır. Kalınlığı esas olarak sıcaklığa bağlıdır. Genellikle 1300°C izoterm Litosfer-astenosfer sınırı olarak alınır. Manto bu seviye üzerinde katı, altında ise sünümlü davranır. Sismik dalgalar astenosferde litosfere göre daha yavaş hızla seyahat ederler, bu sebeple düşük-hız zonu (Low-Velocity Zone, LVZ) denir. Astenosferin

kabukla ilişkilidir ve yoğunluğu yaklaşık 2.7 g/cm^3 dür.

Litosferin kalınlığı, kırılmalı ve viskoz davranış arasındaki geçişle ilişkili izoterm derinliği olarak kabul edilmektedir. Genellikle üst mantodaki en zayıf mineral olivin olduğu için bu izoterm belirlenmesinde olivinin viskoz deformasyona uğradığı sıcaklık ($\sim 1000^\circ\text{C}$) kullanılır.

Okyanusal litosfer yaklaşık 50-140 km kalınlığındadır, kıtasal litosferin kalınlığı 40-280 km aralığındadır; kıtasal litosferin en üst ~ 30 -50 km’si kabuktur. Litosferin manto kısmında bol miktarda peridotit bulunur. Kabuk üst mantodan kimyasal bileşimindeki değişimle ayırt edilir, ikisi arasındaki sınıra **Moho süreksizliği** denir. Bazı bölgelerde 700 km derinliğe kadar uzanabilir. Okyanus ortası sırt bazaltının kaynak bölgesi olarak kabul edilir.

üst kısmında, büyük katı ve kırılmalı litosferik yer kabuğu levhalarının hareket ettiği varsayılmaktadır. Astenosferdeki sıcaklık ve basınç koşullarından dolayı kayalar sünümlü davranış gösterirler, cm/yıl mertebesinde harekete neden olan konveksiyon akımları oluşur. Astenosfer üzerinde, aynı deformasyon hızı ile, kayalar elastik davranış gösterirler, kırılarak faylara neden olabilirler. Katı litosferin yavaşça akan astenosfer üzerinde yüzdüğü ve tektonik levha hareketlerine neden olduğu düşünülmektedir.

MEZOSFER

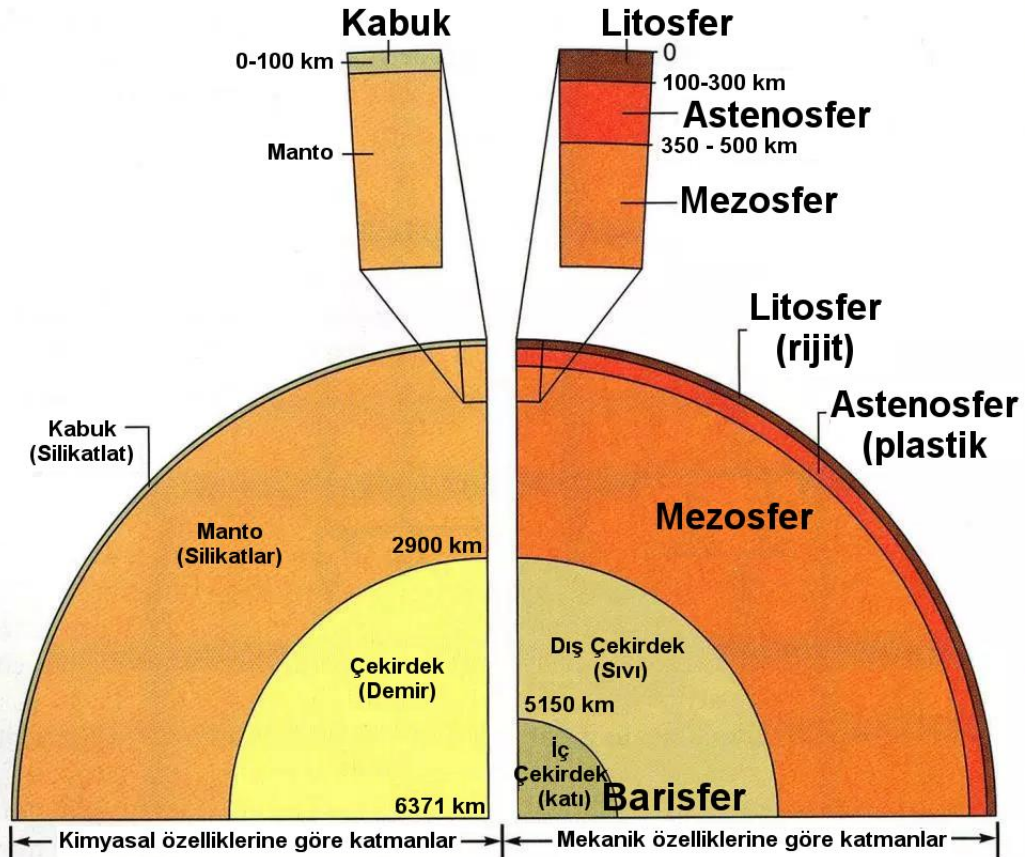
Dış çekirdeğin üzerinde, astenosferin altındaki manto tabakasıdır. Üst sınırı sismik dalga hızlarındaki ve yoğunluktaki ani artış ile tanımlanmıştır, yaklaşık 660 km derinliktedir. Mezosterin tabanında, çekirdek-manto sınırının hemen üzerinde, yaklaşık

2700-2890 km derinliklerde D" zonu yer alır. Bu zon yaklaşık 200 km kalınlığındadır, kısmen erimiş vaziyettedir ve sismik dalga hızlarındaki değişimlerin gözlemlenmesi ile belirlenmiştir.

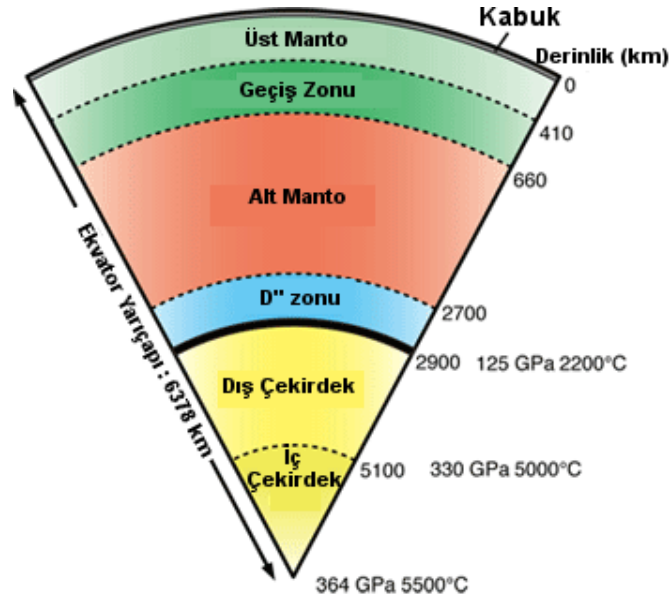
BARİSFER

Barisfer dünyanın en iç tabakasını oluşturmaktadır. Yapısında çeşitli metaller içeren barisfer yüksek basınç altındadır. Dünya'nın derinliklerinde, ağır madenlerden meydana gelmiş bir tabakadır. Çekirdek de denir. Barisferi meydana getiren madenler, demirle nikel karışımıdır. Bu tabakanın her santimetrekaresi, binlerce tonluk basınç altındadır. Yaklaşık 4000 km çapında olan bu katmanın sıcaklığı yaklaşık, 4500 derece dolayındadır. İç ve dış çekirdek olmak üzere iki

bölümden oluşur. Nikel ve demirden oluştuğu düşünülen iç çekirdek, yüksek basınç nedeniyle katı hâldedir. Bunu çevreleyen dış çekirdekse, içerdiği kükürt ve oksijen nedeniyle ergime noktası düştüğü için sıvı hâldedir. 4,5 milyar yıldan bu yana soğumasına karşın hâlâ çok sıcak olan çekirdeğin, yerkürenin manyetik alanının oluşmasında da etkili olduğu düşünülmektedir.



Kimyasal özelliklerine göre/bileşime göre sınıflandırma:



Kabuk

Karalarda daha kalın (0–100 km) deniz ve okyanus tabanlarında ise daha ince (8–12 km) olan yer kabuğunun ortalama kalınlığı 33 km kadardır. Kimyasal bileşimi ve yoğunluğu birbirinden farklı iki kısımdan meydana gelir. Bunlardan biri granit bileşimindeki kayalardan oluşan granitik yer kabuğu; diğeri ise bazalt bileşimindeki kayalardan oluşan bazaltik yer kabuğudur.

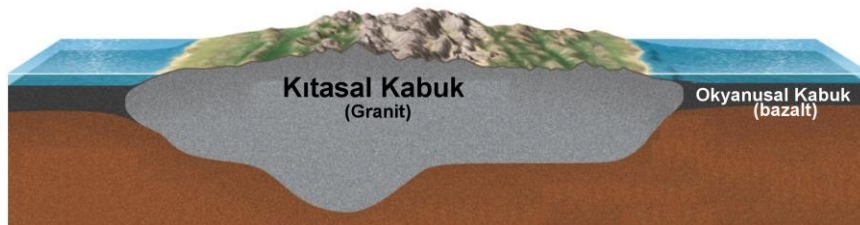
Granitik yer kabuğunda (“*kıtasal kabuk*”) silisyum ve alüminyum elementleri hakimdir (“Sial”). Bu nedenle daha hafiftir; yoğunluğu 2,7-2,8 g/cm³ arasında bulunur. Yer kabuğunun üst kısmını teşkil eder.

Bazaltik yer kabuğunda ise silisyum ve magnezyumlu unsurlar hakimdir (“Sima”).

Dolayısıyla granitik kabuktan daha ağırdır; yoğunluğu 3-3,5 g/cm³ arasında değişir. Granitik yer kabuğunun altında ve okyanus tabanlarında yer alır. Bu nedenle bazaltik yer kabuğuna “*okyanusal kabuk*” adı da verilir.

Bu iki kısım bütün kıtaların altında bulunmaktadır. Buna karşılık okyanusların altında durum farklıdır. Burada bazaltik kabuk birkaç kilometre kalınlıkta ince bir tabaka halinde uzanır. Buna karşılık granitik kabuk ya hiç yoktur (örneğin Büyük Okyanus) ya da çok incedir (Atlas ve Hint Okyanusları).

Kabuk ile manto arasındaki sınıra Mohorovicic Süreksizliği (Moho) denilir. Bu kesimde yoğunluğa bağlı olarak sismik P dalgalarının hızı litosferde 7,2 km/s iken, mantonun üst kısmında 8,1 km/s'ye çıkar.



MANTO

Dünya'nın en büyük katmanıdır. Kütleli 4.01×10^{24} kg'dır ve Dünya'nın toplam kütleli %67'sini oluşturur. Mantonun kalınlığı en az 700 km, en fazla 2900 km civarındadır, Dünya'nın toplam hacminin %84'ünü oluşturur. İçerisindeki kayalar 1000-2000°C sıcaklıktadır ve viskoz bir sıvı gibi akar (creep). Sıcak kayalar yükselir ve soğuk kayalar batır. Viskozitesi suyunkinin 20 katından fazladır, dolayısıyla mantodaki konveksiyon akımlarının hızı yılda birkaç santimetredir.

Manto sismik hızlardaki ani değişimler baz alınarak üç kısma ayrılmıştır:

- 1- Üst Manto: Kabuk tabanından başlar 410 km derinliğe kadar iner. Üst manto-kabuk sınırı *Moho süreksizliği*dir.
- 2- Geçiş Zonu: Yaklaşık 400-1000 km arasındaki geçiş zonunda 410 ve 660 km yakınlarında iki adet süreksizlik yer alır. 900 km yakınlarında *Repetti süreksizliği* yer alır. Bu, önemli bir jeodinamik sınırdır ve üst manto ile alt manto arasındaki kimyasal ara yüzey olabileceği düşünülmektedir.
- 3- Alt Manto: Yaklaşık 2900 km derinliğe kadar uzanan homojen katmandır. Alt mantonun en alt ~200 km'si D" zonedur. Bu zonda anormal sismik özellikler gözlenmektedir. Alt manto ile çekirdek arasındaki sınır *Gutenberg-Wiechert süreksizliği*dir.

DIŞ ÇEKİRDEK

Yerkürenin dış çekirdeği yaklaşık 2260 km kalınlığında demir ve nikelten oluşmuş katı olan iç çekirdeğin üstünde ve mantonun altında yer alan bir tabakadır. Üst sınırı yeryüzünün yaklaşık 2890 km altında yer alırken, iç çekirdekle geçiş bölgesi ise yeryüzünün yaklaşık 5150 km altındadır. Bu katmanda P dalgalarının hızı 13,6 km/sn'den 8,1 km/sn'ye düşer. Enine deprem dalgaları (S dalgaları) bu katmana giremediklerinden dış çekirdeğin sıvı olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni olarak, dış çekirdekteki demir ve nikel ek olarak oksijen ve kükürt içeriğinin, bu katmanın yoğunluğunu düşürürken (en dışta 10 g/cm³, en içte 12 g/cm³) aynı zamanda metallerin ergime sıcaklığını düşürerek, iç çekirdeğe göre daha düşük basınç ve sıcaklık altında sıvı bir ortam yaratması olarak açıklanmaktadır.

Dış çekirdek sıvı gibi davranan katmandır. Oldukça sıcaktır ve çok büyük basınç altındadır. Aslında dış çekirdek 'Süperkritik Akışkan' davranışı sergilemektedir. Sıvı ve gazların sıcaklık ve

basınçları eş zamanlı olarak artırılırsa, sıvı veya gazdan farklı, yeni fiziksel ve kimyasal prensiplere uygun yeni bir hale geçerler. Maddenin bu haline *Süperkritik Akışkan* denir. Süperkritik akışkanlar - gazlar gibi- katılara nüfuz edebilirler ve -sıvılar gibi- malzemelerin çözünmesine neden olabilirler.

Dış çekirdekte meydana gelen sıcaklık, bileşim ve basınç farklılıkları sıvının konvektif hareketine neden olur. Ek olarak, sıvıya etki eden Coriolis kuvveti (Dönen yer kürenin yüzeyi üzerinde hareket eden hava, kuzey yarım kürede hareket yönünün sağına, güney yarım kürede soluna sapar. Bu saptırma gücüne coriolis kuvveti denir.), bu hareketi Dünya'nın dönüş eksenini ile hizalı sarmallar halinde düzenler. Manyetik alanın kaynağı olan her sarmalın içinde elektrik akımı üretilir. Bu manyetik alanlar aynı yönde hareket ettikçe, etkileri uzaya kadar uzayan ve gezegenimizin atmosferini güneş rüzgârına karşı koruyan genel jeomanyetik alanı oluşturmak için toplanır.

İÇ ÇEKİRDEK

İç çekirdek, yoğunluk ve ağırlık bakımından en ağır elementlerin bulunduğu bölümdür. 5150-6371 km'ler arasında yer alır. İç çekirdekte bulunan demir-nikel karışımı çok yüksek basınç ve sıcaklık etkisiyle kristal haldedir. Dış çekirdekte ise bu karışım erimiş haldedir. Ama hala insanlar ağır kürede katı ya da katıya yakın maddeler olduğuna inanıyor. Yarıçapı yaklaşık 1220 km dir ve Ay'ın yarıçapının %70ine yakındır. Sıcaklık yaklaşık 5430 °C dir, bu değer

güneşin yüzey sıcaklığına yakındır. İç çekirdeğin ısısı dış kısımlarda 4400 °C iken iç çekirdeğe yaklaşan kesimlerde ise 6100 °C'ye kadar çıkar. İç çekirdeğin sıcaklığı, demirin 330 GPa basınç altındaki erime sıcaklığına dair yapılan teorik çalışmalar ve laboratuvar deneyleri ile belirlenmiştir.

DÜNYA'NIN İÇ ISI KAYNAĞI VE ISI AKIŞI

Dünya'nın merkezindeki ısının birkaç kaynağı vardır. Öncelikli olarak Dünya oluşumu sırasında zaten hayli ısınmıştı. Dengede olan sistemlerin toplam kinetik enerjisi ile toplam potansiyel enerjisi arasında belirli bir oran vardır. Bu durum kütleçekiminin baskın olduğu sistemlerin enerji kaybettikçe küçülmesine ve ısınmasına neden olur. Sistemin hacmi küçülürken potansiyel enerji (sistemdeki parçacıkların konumları dolayısıyla sahip olduğu enerji) azalır, kinetik enerji (sistemdeki parçacıkların hareket enerjisi) ise artar. Böylece sistem ısınır. Dünya oluşurken de büyük miktarda ısı enerjisi birikmişti. Bu enerji zaman geçtikçe uzaya dağılmaya devam ediyor.

Dünya'nın merkezindeki ısının bir diğer kaynağı sürtünmedir. Dünya ilk oluştuğu sırada kütle dağılımı çok daha düzensizdi. Ancak zaman geçtikçe kütleçekiminin etkisiyle ağır maddeler merkezde, hafif maddelerse yüzeyde birikmeye başladı. Bu süreç sırasında meydana gelen sürtünme de Dünya'daki ısının önemli miktarda artmasına sebep oldu. Bu ısı enerjisi de oluşum sürecinden kaynaklanan ısı enerjisi gibi uzaya dağılmaya devam ediyor.

Dünya'nın merkezindeki ısının en önemli kaynağı ise radyoaktif maddelerdir. Yerkürenin iç katmanlarında bulunan potasyum-40, uranyum-238, uranyum-235

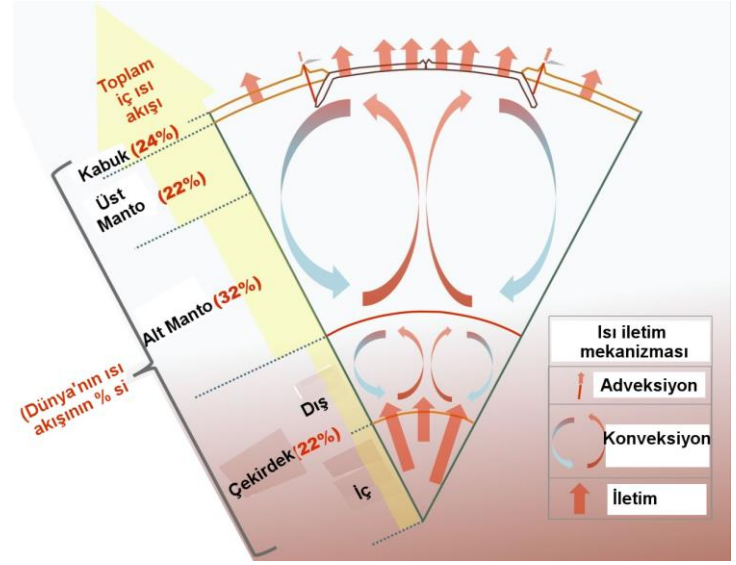
ve toryum-232 gibi radyoaktif atomlar, daha kararlı bir çekirdek yapısına ulaşmak için ışıma yapar. Yerküredeki ısının yaklaşık %90'ının kaynağının bu radyoaktif ışımlar olduğu düşünülüyor.

Dünya günümüzde 50 terawatt güçle enerji kaybediyor. Ancak yeryüzünün ortalama sıcaklığında belirgin bir düşüş gözlemlenmiyor. Bu durum Dünya'nın merkezindeki radyoaktif maddelerin hemen hemen aynı güçle ısı ürettiğini gösteriyor. Gelecekte bir gün, milyarlarca yıl sonra radyoaktif maddelerin ürettiği ısının azalmasıyla Dünya soğuyarak yaşama elverişsiz bir hale gelebilir. Ancak muhtemelen bu hiçbir zaman gerçekleşmeyecek. Çünkü o zamana kadar Güneş hidrojen yakıtını tüketecek ve şişerek Dünya'yı yutacak.

Bir malzemenin akışkanlığı sıcaklıkla orantılıdır; Bu nedenle, katı manto, sıcaklığının bir fonksiyonu olarak ve dolayısıyla Dünya'nın iç sıcaklığının akışının bir fonksiyonu olarak, uzun zamanlar boyunca hala akabilir. Manto, Dünya'nın içinden kaçan ısıya yanıt olarak, daha sıcak mantonun yükselmesi ve soğuk ve daha yoğun mantonun batması ile konveksiyon yapar. Mantodaki bu konveksiyon akımları Dünya'nın litosferik plakalarının hareket etmesini sağlar; bu nedenle, alt

mantodaki ilave bir ısı rezervuarı, levha tektoniğinin çalışması için kritiktir.

Yerkürede ısı taşınımı, iletim, manto konveksiyonu, hidrotermal konveksiyon ve volkanik adveksiyon ile gerçekleşir. Dünya'nın iç ısısının yüzeye taşınmasının %80 oranında manto konveksiyonlarına bağlı olduğu düşünülmektedir. Kalan ısının çoğu çekirdekten ve yaklaşık %1i volkanik aktiviteden, depremlerden ve dağ oluşumundan kaynaklanmaktadır. Kalın kıtasal kabuktaki ısı akımı içsel radyojenik kaynaklarla ilişkilendirilmektedir, buna karşın daha ince olan okyanusal kabukta sadece %2 içsel radyojenik ısı vardır. Isı akışı kayaç yaşı ile ters orantılıdır; okyanus ortası sırtı açılma zonlarındaki en genç kayaçlarda en yüksek ısı akışı gözlemlenir.



6- JEOFİZİĞİN UYGULAMA ALANLARI

Kayaçların fiziksel özellikleri, maden, petrol ve gaz aramalarında ve diğer jeolojik ve çevre problemlerinde jeofizik yöntemlerin tasarlanmasında kullanılmaktadır. Jeofizik yöntemler, yer içinin fiziksel özelliklerine cevap verir ve belirli bir fiziksel özelliğin diğer alanlara göre farklılık gösterdiği bölgelerde başarıyla uygulanır. Bu fiziksel özellikler ve yerküre ile ilişkileri aşağıda sıralanmaktadır.

Gravite: Yerçekimi kuvvetleri kayaları daha derin kayalara doğru bastırır ve derinlik arttıkça yoğunluklarını artırır. Yerçekimi ivmesi ve yerçekimi potansiyel enerjisinin yer yüzeyinden ve havadan ölçülmesi ile maden yatakları aranabilir. Yüzeydeki yerçekim alanı, tektonik plakaların dinamiği hakkında bilgi sağlar. Jeoid adı verilen jeopotansiyel yüzey Dünya'nın şeklinin bir tanımıdır. Okyanuslar dengede olsaydı ve kıtalar boyunca (çok dar kanallarda olduğu gibi) genişletilebilseydi jeoid küresel ortalama deniz seviyesi olurdu.

Isı akışı: Dünya soğudukça ortaya çıkan ısı akışı, Dünya'nın manyetik alanını, jeodinamo ve plaka tektoniği aracılığıyla, manto konveksiyonu yoluyla

üretmektedir. Ana ısı kaynakları, ilksel ısı ve radyoaktivitedir, ancak faz geçişlerinin de katkısı vardır. Isı yoğunlukla termal konveksiyon ile yüzeye taşınır, bununla birlikte ısının iletimle taşındığı iki termal sınır tabakası vardır: çekirdek-manto sınırı ve litosfer. Bir miktar ısı manto dibinden manto bacaları ile taşınır. Dünya yüzeyindeki ısı akışı yaklaşık $4,2 \times 10^{13}$ W'dir ve potansiyel bir jeotermal enerji kaynağıdır.

Titreşimler: Sismik dalgalar Dünya'nın içinde veya yüzeyi boyunca seyahat eden titreşimlerdir. Aynı zamanda Dünya bütün olarak da titreşebilir, buna *yerin serbest titreşimi* veya *normal mod* denir. Dalgalar veya normal mod nedeniyle oluşan yer hareketleri *sismograflar* kullanılarak ölçülür. Eğer dalga deprem veya patlatma gibi sınırlandırılmış bir kaynaktan geliyorsa, birden fazla konumda alınan ölçümler kaynağın konumunu belirlemede kullanılabilir. Depremlerin konumu levha tektoniği ve manto konveksiyonu hakkında önemli bilgi sağlar. Sismik dalga kayıtları dalgaların geçtikleri ortam hakkında bilgi sağlar. Dalgalar, geçtiği