
BÖLÜM BİR

GÜNEŞ SİSTEMİ ve GEZEĞENLERİN OLUŞUMU

1.1 GÜNEŞ SİSTEMİNİN OLUŞUMU

Evreni oluşturan birimleri büyüğünden küçüğüne doğru şöyle sıralayabiliriz:

- Galaksiler (Gökadalar)
- Gaz–Toz Bulutları
- Yıldızlar
- Gezegenler
- Uydular

Galaksiler çeşitli görünümlere sahiptirler. Şekli nasıl olursa olsun dönme hareketi yaparlar. Galaksilerin milyonlarca sayıda yıldızdan oluşan kolları içinde koyu renkli opak zonları (ki bunlara GAZ-TOZ Bulutu denir) vardır. Bu zonların boyutları ışık yılı mertebesindedir. (İyonize gaz topluluklarıdır. Yoğunlukları $(10^{-33} - 10^{-37} \text{ kg / m}^3)$)

Bir ışık yılı= $300.000 \text{ (km/s)} \times 86.400 \text{ (s)} \times 365 \text{ (gün)} = 9.464.800.000.000 \text{ km}$

Tipik bir galaksinin çapı $10^4 - 10^5$ ışık yılı derecesindedir. Bu tür galaksi içinde yer alan yıldız sayısı $10^{13} - 10^{14}$ kadardır. Bize en uzak galaksi 150×10^6 ışık yılı ötededir. İçinde bulunduğumuz galaksinin adı Samanyolu Galaksisidir.

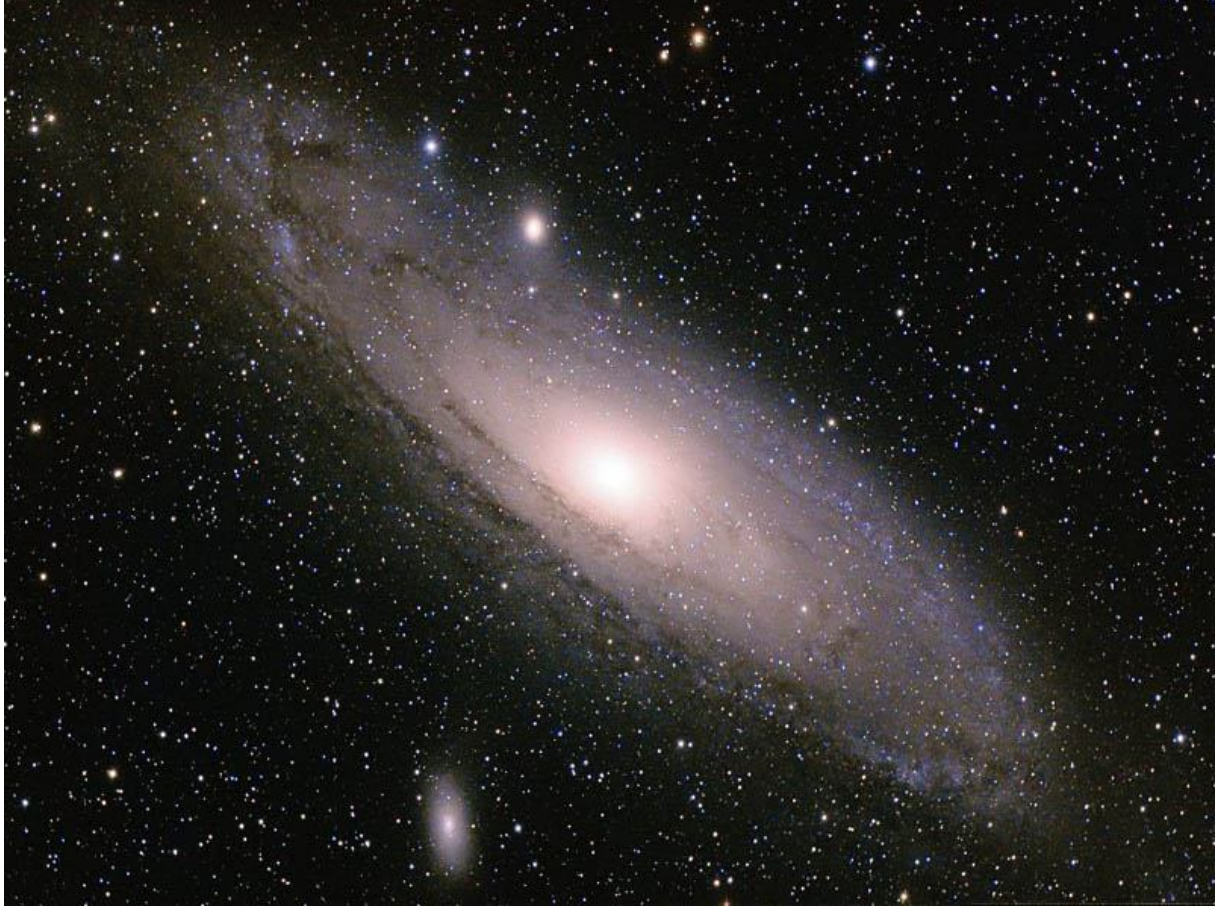


Şekil 1. M77 – Sarmal Galaktik sistem. (<http://astom.omu.edu.tr/images1/1e.jpg>)

Galaksinin bir ucundan öbür ucuna olan uzaklık 100.000 ışık yılı mertebesindedir. Bulduğumuz Samanyolu Galaksisinin yıldızlarından biri güneştir. Her yıldızın kendine bağlı gezegenleri vardır. Güneşin gezegen sayısı 9 dur. Yerküre güneşe yakınlık bakımından 3. gezegendir. Güneşe en yakın yıldız olan Alfa Centauri 4.25 ışık yılı mesafededir.



Şekil-2. Galaktik Disk. (<http://astom.omu.edu.tr/images1/1m.jpg>)

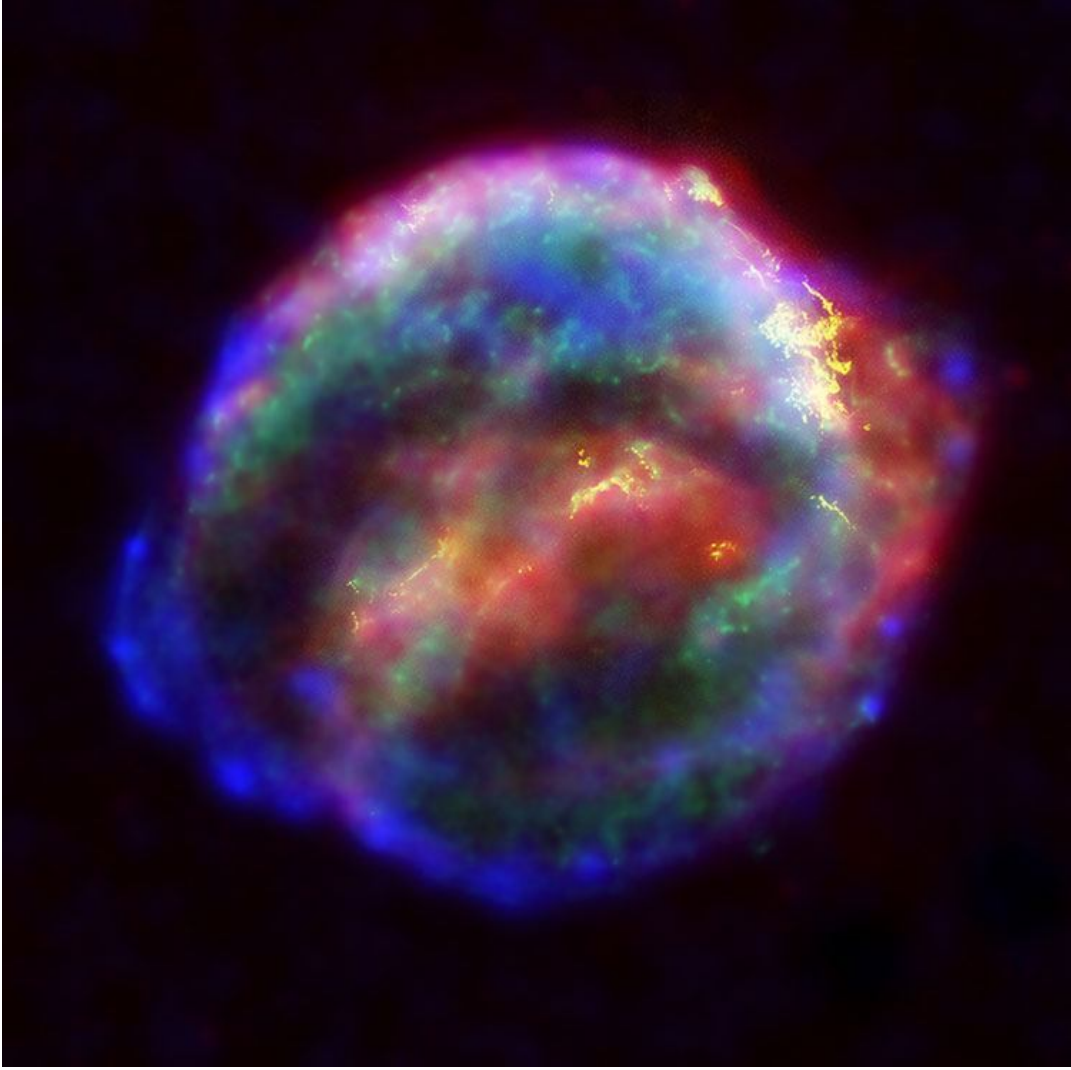


Şekil-3. Andromeda – M31 Sarmal Galaksi. (<http://astom.omu.edu.tr/images1/1a.jpg>)

Güneş Sistemi'nin yani güneş ve gezegenlerin oluşumu ile ilgili ilk teori Emanuel Swedenborg^[7] tarafından 1734 yılında öne sürülmüş, daha sonra Immanuel Kant tarafından 1755 yılında genişletilen bulutsu varsayımına uygun olarak oluştuğu düşünülmektedir. Benzer bir teori Pierre-Simon Laplace tarafından bağımsız olarak 1796'da üretilmiştir.^[8] Bu teoriye göre Güneş Sistemi 4,6 milyar yıl önce dev bir moleküler bulutun çökmesi sonucu oluşmuştur (Şekil 4). Bu ilk bulutun birkaç ışık yılı genişliğinde olduğu ve birkaç yıldızın doğumuna sebep olduğu sanılmaktadır.^[9] Çok eski göktaşlarının incelenmesi sonucunda, ancak çok büyük patlayan yıldızların merkezinde oluşabilecek kimyasal elementlere rastlanması Güneş'in bir yıldız kümesi içinde ve birkaç süpernova patlamasının yakınında oluştuğuna işaret eder (Şekil 5). Bu süpernovalardan gelen şok dalgası çevrede bulunan bulutun içinde yüksek yoğunluk bölgeleri oluşturarak iç gaz basıncını yenecek ve içe çöküşe neden olacak kütleçekimsel kuvvetlerin oluşmasına izin vererek Güneş'in oluşmasını tetiklemiş olabilir.^[10]



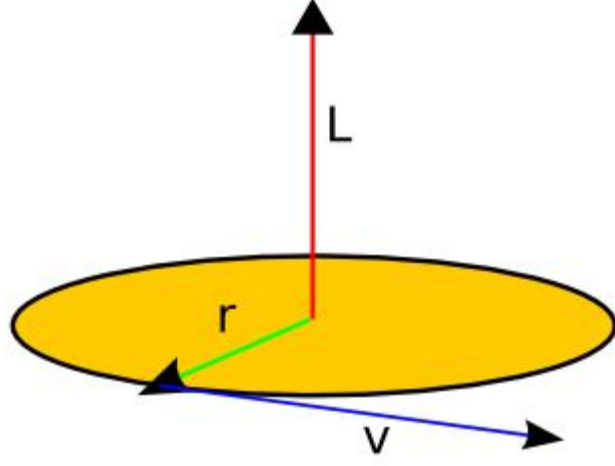
Şekil 4. Bir kaç milyon yıl içinde parlak yıldızların ışığı gaz ve tozdan oluşan bu moleküler bulutu kaynatacaktır. Bulut **Carina Bulutsusu**'ndan ayrılmıştır. Yakınlarda yeni oluşmuş olan yıldızlar görünmektedir. Tozun saçtığı mavi ışık ile görüntüleri kızılarmıştır. Bu görsel iki ışık yılı uzaklığı kapsar ve 1999 yılında Hubble Uzay Teleskobu tarafından çekilmiştir.
(http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)



Şekil 5. Kepler Süpernovası.

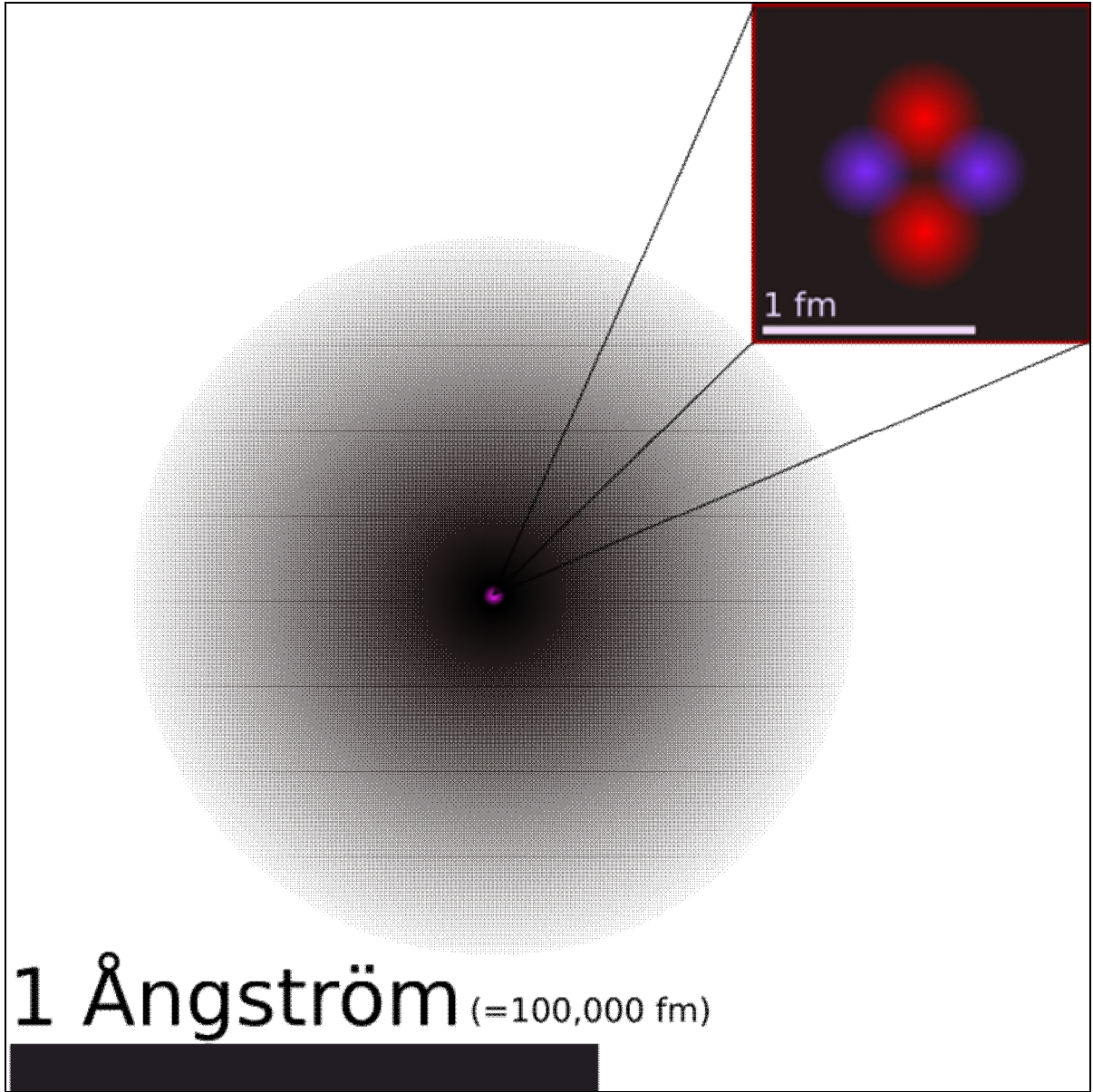
(http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)

Sonradan Güneş Sistemi olacak olan ve *güneş öncesi bulutsu* olarak bilinen bölge^[11] 7.000 ile 20.000 GB çapında^{[9][12]} ve Güneş'in kütlesinden biraz daha fazla bir kütleye sahipti (0,1 ile 0,001 güneş kütlesi kadar).^[13] Bulutsu içe doğru çöktükçe açısız momentumun korunması nedeniyle daha da hızlı dönmeye başladı (Şekil 6). Bulutsunun içindeki maddeler yoğunlaştıkça içindeki atomlar artan frekanslarla çarpışmaya başladı (Şekil 7). Hemen hemen kütlenin tamamının toplandığı merkezin sıcaklığı etrafındaki diske göre giderek daha da arttı.^[9] Kütleçekimi, gaz basıncı, manyetik alanlar ve dönüş küçülen bulutsuyu etkiledikçe kabaca 200 GB çapında^[9], kendi etrafında dönen gezegen öncesi bir diske dönüştü ve merkezde sıcak ve yoğun bir önyıldız oluştu.^{[14][15]}



Şekil 6 . Açısal momentum.

(http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)



Şekil 7. Helyum atomunun orantılı bir gösterimi. Elektron bulutunun koyuluğu 1s elektron orbitalinin olasılık fonksiyonu üzerinden alınmış bir "görüş çizgisi" integraline karşılık gelmektedir. (http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)

Güneş'in evriminin bu dönemine benzeyen, genç, birleşme öncesi güneş kütesine sahip Tauri yıldızları üzerine yapılan incelemeler sıklıkla gezegen oluşumu öncesi disklerin bu tür yıldızlarla bir arada bulunduğunu gösterir.^[13] Bu diskler birkaç yüz gök birimi genişliğe ve en sıcak oldukları noktada ancak bin kelvin (bir sıcaklık birimi) sıcaklığa ulaşırlar.^[16]

Yaklaşık 100 milyon yıl sonra içeri çöken bulutsunun merkezinde bulunan hidrojenin yoğunluğu ve basıncı önyıldızın nükleer füzyona başlamasına yetecek miktara gelmişti.

Termal enerjinin kütleçekimsel daralmaya karşı durabildiği hidrostatik dengeye ulaşana kadar bu artış devam etti. İşte bu noktada güneş artık tam bir yıldız olmuştu (Şekil 8).^[17]



Şekil 8. Boğa takımıyıldızında yer alan Ülker yıldız kümesi bir açık yıldız kümesidir (NASA fotoğrafı).
(http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)

Geride kalan gaz ve tozdan ibaret güneş bulutsusundan çeşitli gezegenler oluşmuştur. Bu oluşumun kaynaşma süreciyle olduğuna inanılmaktadır. Kaynaşma; gezegenlerin merkezde yer alan önyıldız çevresinde dönen toz taneleri olarak başlamaları, yavaş yavaş bir ile on metre çapında topraklar hâline gelmeleri, daha sonra çarpışarak 5 km çapında gezegencilere dönüşmeleri, ve sonraki birkaç milyon yıl boyunca çarpışmalara devam ederek her yıl kabaca 15 cm kadar büyümeleri sürecidir(Şekil 9).^[18]



Şekil 9. Işık yılları genişliğinde, güneşin oluştuğu öncül bulutsuya benzeyen, Orion Bulutsusu'nda gezegen öncesi disklerin Hubble tarafından çekilmiş görseli.
(http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)



Şekil 10. Orion Bulutsusu'nun Hubble Uzay Teleskobu tarafından çekilmiş fotoğrafı.
(http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)



Şekil 11. Hubble Uzay Teleskobunun, Uzay Mekiği Discovery'den ikinci servis görevi STS-82'yi yaparken çekilmiş görüntüsü. (http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)

İç Güneş Sistemi, su ve metan gibi uçucu moleküllerin yoğunlaşmasına izin vermeyecek kadar çok sıcaktı, dolayısıyla oluşan gezegencikler gezegen öncesi diskin yalnızca 0,6% kütlelerinden^[2] ibaretti ve genel olarak silikatlar ve metaller gibi yüksek erime noktasına sahip olan kimyasal bileşiklerden oluşmuşlardı. Bu kayasal gök cisimleri sonunda yerbenzeri gezegenler oldu. Daha ötede Jüpiter'in kütleçekimsel etkisi gezegen öncesi gök cisimlerinin biraraya gelmesini engelledi ve geride asteroit kuşağı kaldı.^[19]

Daha da ötede, donma hattının gerisinde, daha uçucu olan buzlu bileşiklerin katı kalabileceği yerde, Jüpiter ve Satürn gaz dev hâline geldi. Uranüs ve Neptün daha az madde yakalayabildi ve çekirdeklerinin hidrojen bileşiklerinden oluşan buzdan meydana geldiğine inanıldığı için buz dev olarak bilinirler.^{[20][21]}

Hazırlayan:

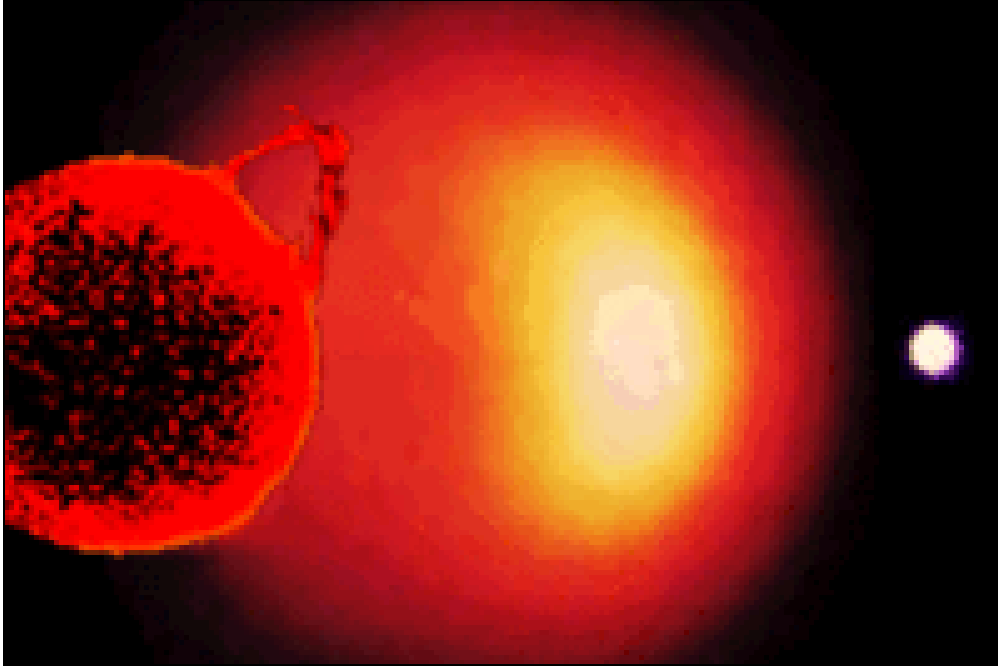
Arş. Gör. **Özlem KARAGÖZ**, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü
ozlemkaragoz@comu.edu.tr

Genç Güneş enerji üretmeye başladıktan sonra güneş rüzgârı gezegen öncesi diskte bulunan gaz ve tozu yıldızlararası uzaya doğru gönderdi ve böylece gezegenlerin oluşumunu durdurdu. T Tauri yıldızları daha kararlı ve eski yıldızlara nazaran daha güçlü yıldız rüzgârlarına sahiptir.^{[22][23]}

Gökbilimciler Güneş Sisteminin güneş ana diziden uzaklaşmaya başlayıncaya kadar bugünkü hâliyle kalacağını tahmin etmektedir. Güneş hidrojen yakıtını yaktıkça geride kalan yakıtı yakabilmek için giderek ısınır, dolayısıyla da daha hızlı yakmaya devam eder. Sonuç olarak kabaca her 1,1 milyar yılda bir yüzde on oranında parlaklığı artmaktadır.^[24]

Tahminlere göre bugünden yaklaşık 6,4 milyar yıl sonra Güneş'in çekirdeği o kadar sıcak olacak ki daha az yoğun olan üst katmanlarda da hidrojen kaynaşması oluşmaya başlayacak. Bunun sonunda Güneş şu anki çapının kabaca 100 katı kadar genişleyecek ve bir kızıl dev olacaktır.^[25] Sonra da oldukça artmış olan yüzey alanı nedeniyle soğumaya başlayacak ve parlaklığını yitirecektir.

En sonunda Güneş'in dış katmanları ayrılacak ve geride olağanüstü derecede yoğun bir gökcismi olan beyaz cüce kalacaktır. Bu beyaz cüce Güneş'in ilk kütlelerinin yarısına sahip olacak ancak büyüklüğü dünya kadar olacaktır.^[26]



Şekil 12. Güneş'in gelecekteki evrimi. Solda ana dizi, ortada kızıl dev, sağda beyaz cüce.

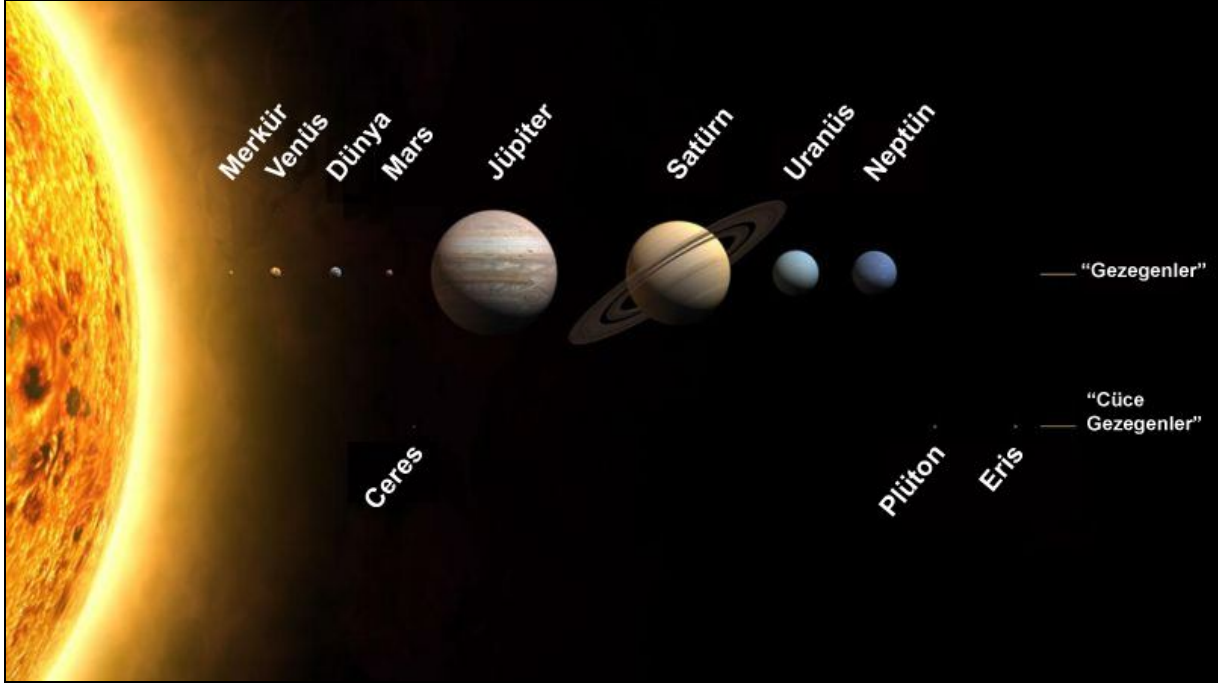
(http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)

1.2. GÜNEŞ SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

Güneş Sistemi; Güneş'ten ve onun çekim etkisi altında kalan sekiz gezegen ve onların bilinen 166 uydusundan^[1], üç cüce gezegenden (Ceres, Plüton, Eris ile onların bilinen dört uydusu), ve milyarlarca küçük gökcisminden oluşur. Küçük cisimler kategorisine asteroitler, Kuiper kuşağı nesnelere, kuyruklu yıldızlar, göktaşları ve gezegenlerarası toz girer.

Güneş Sistemi; Güneş, dört yerbenzeri iç gezegen, küçük taş asteroitlerden oluşan bir asteroit kuşağı, dört gaz devisi dış gezegen, ve Kuiper kuşağı denen buzlu cisimlerden oluşan ikinci bir kuşaktan ibarettir. Kuiper kuşağının ötesinde ise seyrek disk, gündurgun (*heliopause*) ve en son olarak da varsayımsal Oort bulutu bulunur.

Güneş'ten olan uzaklıklarına göre gezegenler sırasıyla Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs, ve Neptün'dür. Bu sekiz gezegenin altısının çevresinde doğal uydular döner. Ayrıca dış gezegenlerin her birinin toz ve diğer parçacıklardan oluşan bir gezegen kuşağı vardır. Dünya dışındaki tüm gezegenler adlarını Yunan-Roma mitolojisi tanrılarından alır. Üç cüce gezegen Kuiper kuşağında en büyük cisim olan Plüton, asteroid kuşağında en büyük cisim olan Ceres ve seyrek diskte yer alan ve diğer ikisinden daha büyük olan Eris'tir (Şekil 13).



Şekil 13. Güneş Sistemi'ndeki gezegenler ve cüce gezegenler (24 Ağustos 2006'dan sonraki durum). Büyüklükler ölçekli olmakla birlikte Güneş'e olan uzaklıklar ölçekli değildir.

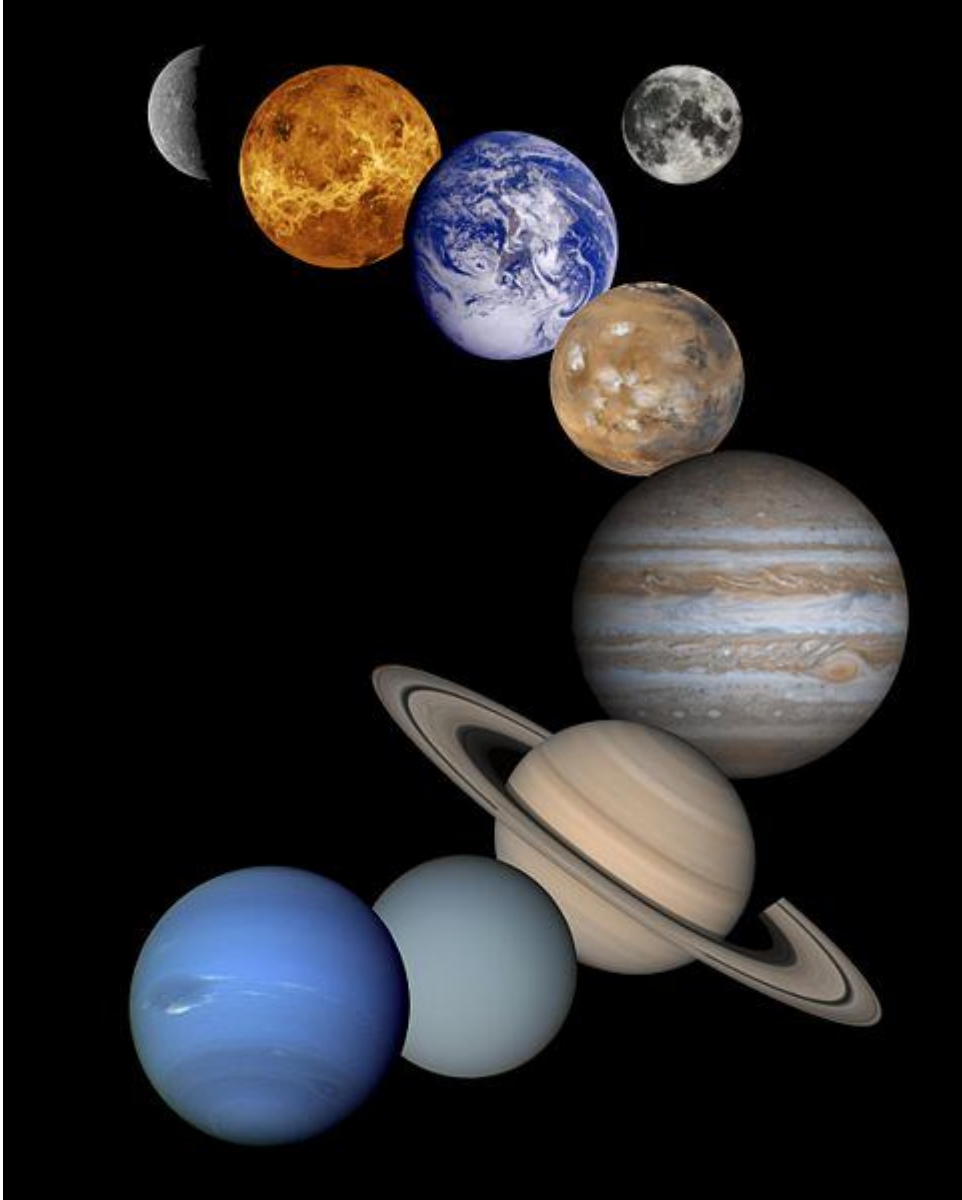
(http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)

Güneş sisteminin özellikleri;

- i. Gezegenlerin güneş etrafında dönme sonucu çizdikleri yörünge elipstir. Bu elipsler çok basıktır. Merkür ve Plüton dışında diğer gezegenlerin yörünge düzlemine **Ortak Yörünge Düzlemi** denir. Merkür bu ortak düzlemle 7° , Plüton ise 17° açı yapar.
- ii. Uranüs ve Venüs hariç bütün gezegenler, kendi eksenleri etrafında saat ibresinin tersi yönünde dönerler.
- iii. Gezegenlerin güneşe olan uzaklıkları incelendiğinde şu sonuç çıkar. Bir gezegenin Güneşe olan uzaklığı, kendinden daha önceki gezegenin güneşe olan uzaklığının yaklaşık 2 katı kadardır. Bu saptamayı Bode yapmıştır. Bu duruma **Titus–Bode** kuralı denir.
- iv. Güneş toplam kütle olarak sistemin %98'ini açısal momentum olarak sistemin %2'sini, tüm gezegenler kütle olarak sistemin %2'sini açısal momentum olarak sistemin %98'ini oluştururlar.

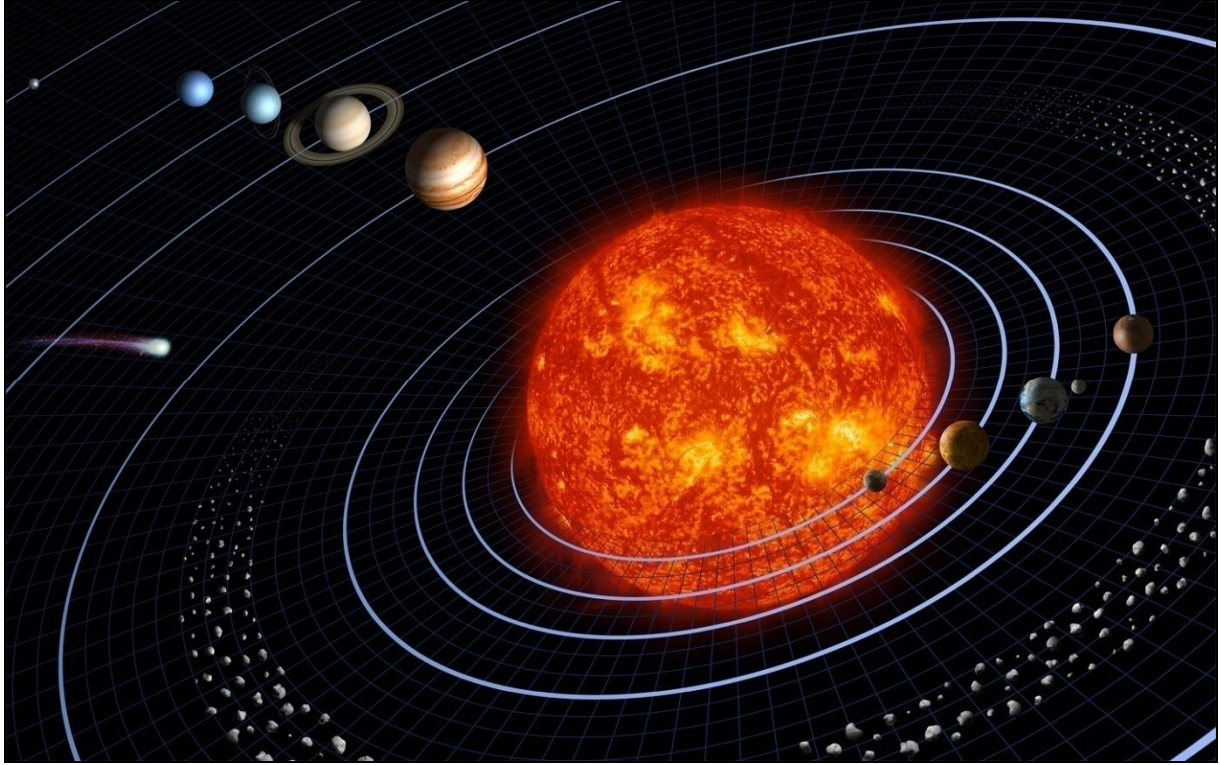
Hazırlayan:

Arş. Gör. **Özlem KARAGÖZ**, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü
ozlemkaragoz@comu.edu.tr



Şekil 14. Güneş sistemimizin sekiz gezegeni. (Büyüklikler ve uzaklıklar ölçeklenmemiştir. Bir uydusu olmasına rağmen ay resimde görülmektedir).

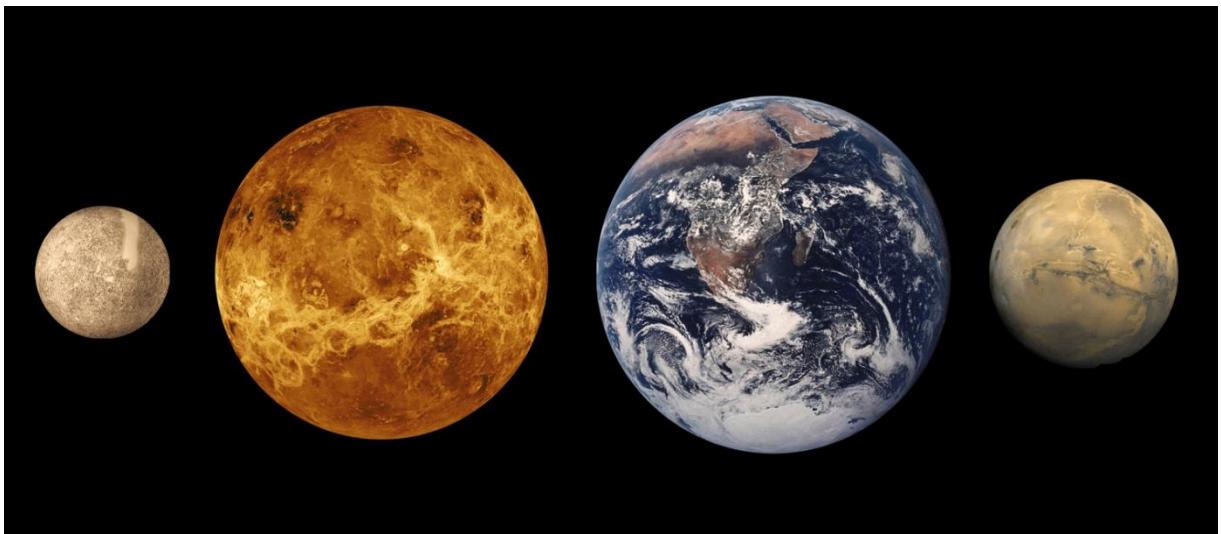
http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi



Şekil 15. Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin yörüngeleri.
(http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)

Güneş Sisteminde gezegenler iç ve dış gezegenler olarak ikiye ayrılırlar;

İÇ GEZEGENLER Merkür, Venüs, Yer, Mars, Kütleleri küçük, dönüş hızları yüksek, ortalama yoğunlukları $\rho_{ort} = 3.9 - 5.5 \text{ gr/cm}^3$ dolayındadır.

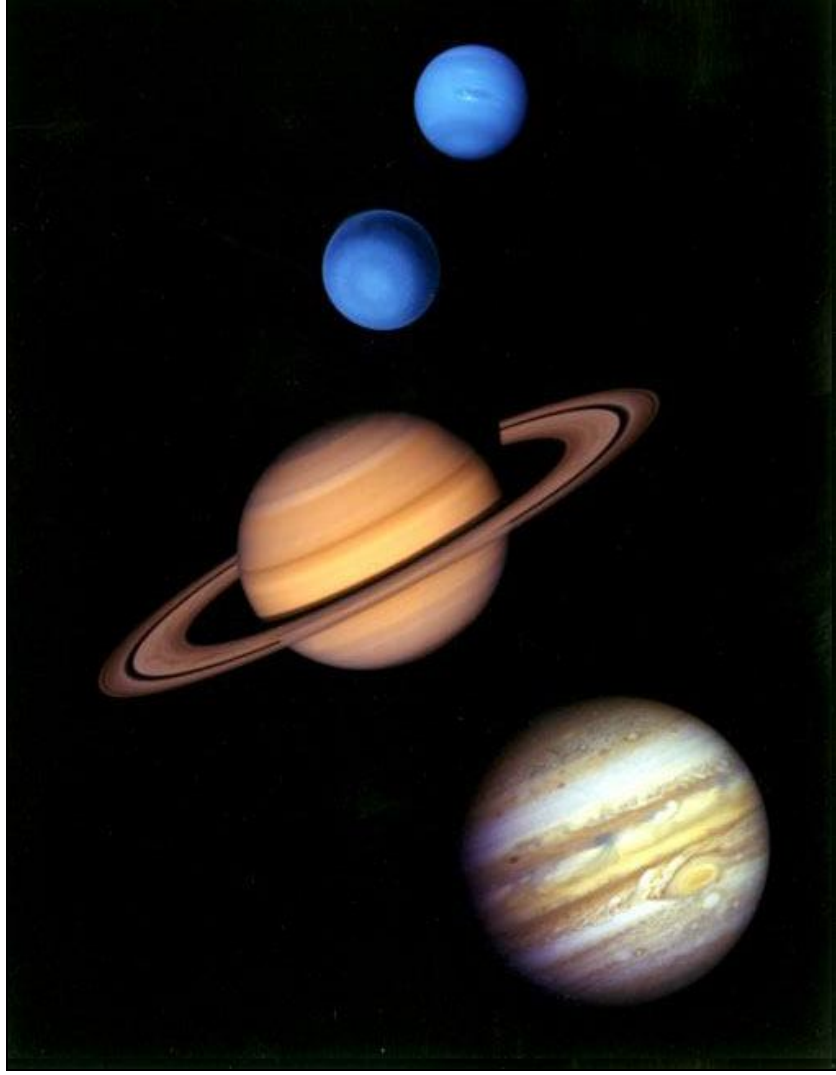


Şekil 16. İç gezegenler, soldan sağa: Merkür, Venüs, Dünya e Mars.
(http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)

Hazırlayan:

Arş. Gör. **Özlem KARAGÖZ**, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü
ozlemkaragoz@comu.edu.tr

DIŞ GEZEGENLER **Jupiter, Satürn, Uranüs, Neptün, Plütön**, kütleleri büyük, dönüş hızları düşük, ortalama yoğunlukları $\rho_{ort} = 0.7 - 1.7 \text{ gr/cm}^3$ olarak ikiye ayrılırlar.



Şekil 17. Dış gezegenler, yukarıdan aőađıya: Neptün, Uranüs, Satürn ve Jüpiter.
(http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi)

1.3. GÜNEŞİN İÇ YAPISI

Güneş dünyamızı, kuzey yarım küredeki en parlak yıldız SIRIUS'a göre 10^7 kat daha aydınlatır. Bunun nedeni ona olan yakınlığımızdır ($\approx 150.000.000 \text{ km}$). Dünyamız güneşteki toplam ısının $\frac{1}{2 \times 10^9}$ 'ni alır. Gezgenler ise $\frac{1}{230 \times 10^6}$ 'ni alır. Geri kalan ısı uzay arası

Hazırlayan:

Arş. Gör. Özlüm KARAGÖZ, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü
ozlemkaragoz@comu.edu.tr

ortama gider. Yeryüzüne erişebilen ısı denizlerde $600 \times 10^9 \text{ m}^3$ suyu buharlaştıracak düzeydedir. Güneşin ısı radyasyonu $1500 \text{ cal/cm}^2/\text{sn}$ dir.

Güneş merkezi etrafında saniyede 220 km hızla 250.000.000 yılda dönmektedir.

Güneşin coğrafi boyutları:

Yarıçapı: 110 x Yer Yarıçapı (6370 km)

Kütlesi: 330.000 Yer kütlesi (5.9×10^{27} gr)

Hacmi: 1.300. 000 x Yer hacmi ($1.083 \times 10^{27} \text{ m}^3$)

Çekimi: 28 x Yerçekimi ($28 \times 9.8 = 274 \text{ m/sn}^2$)



Şekil 18. Güneş' in X ışını görüntüsü.

(<http://www.istanbul.edu.tr/fen/astronomy/populer/gunes/gunes01.htm>)

Güneş merkezinden dışa doğru 3 temel tabakaya ayrılır. Bu tabakalar arası sınır düzensiz olup (kesin olmayıp) binlerce km süren kalınlıktaki güneş zonları ile birbirlerine geçerler. Güneşi tabakalara ayırma işlemi, güneşi oluşturan malzemenin,

-Yoğunluğu

- Manyetik alan şiddeti

Hazırlayan:

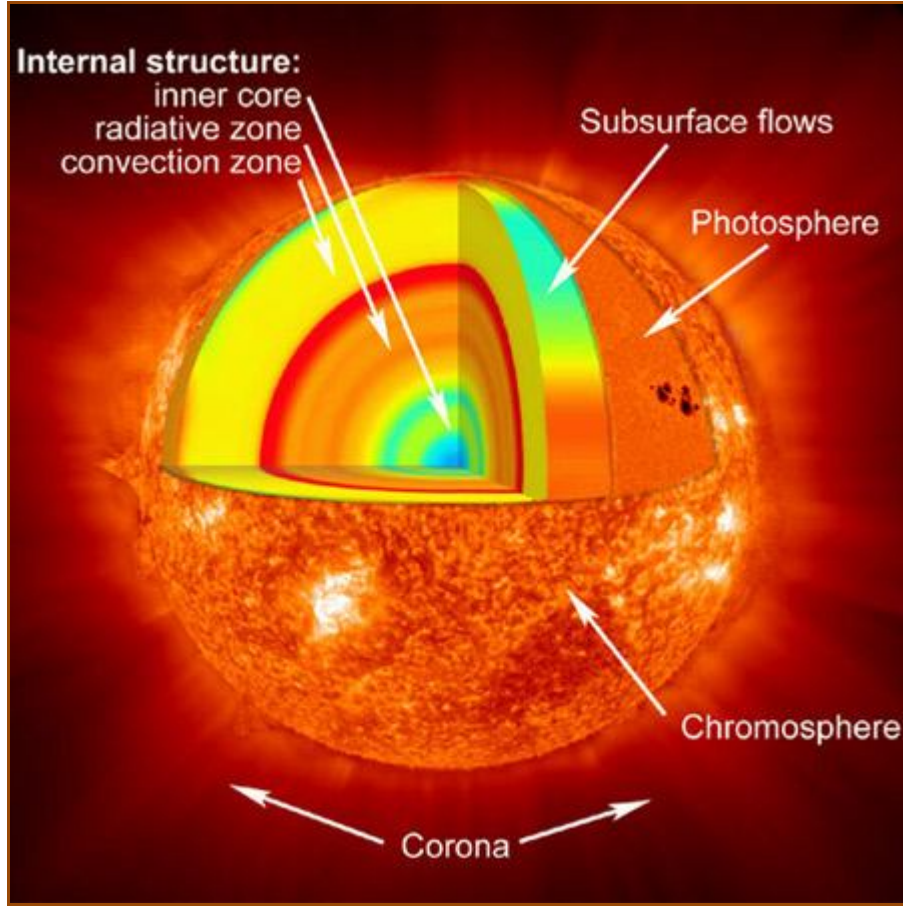
Arş. Gör. **Özlem KARAGÖZ**, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü
ozlemkaragoz@comu.edu.tr

- İyonizasyon koşulları

- Isı farkları

dikkate alınarak yapılır.

Sözü edilen bu ölçütlere göre yapılan tabakalandırma işlemi sonucu güneş **Fotosfer**, **Kromosfer**, **Taç** tabaka olarak üç tabakaya ayrılır.



Şekil 19. Güneş' in katmanları.

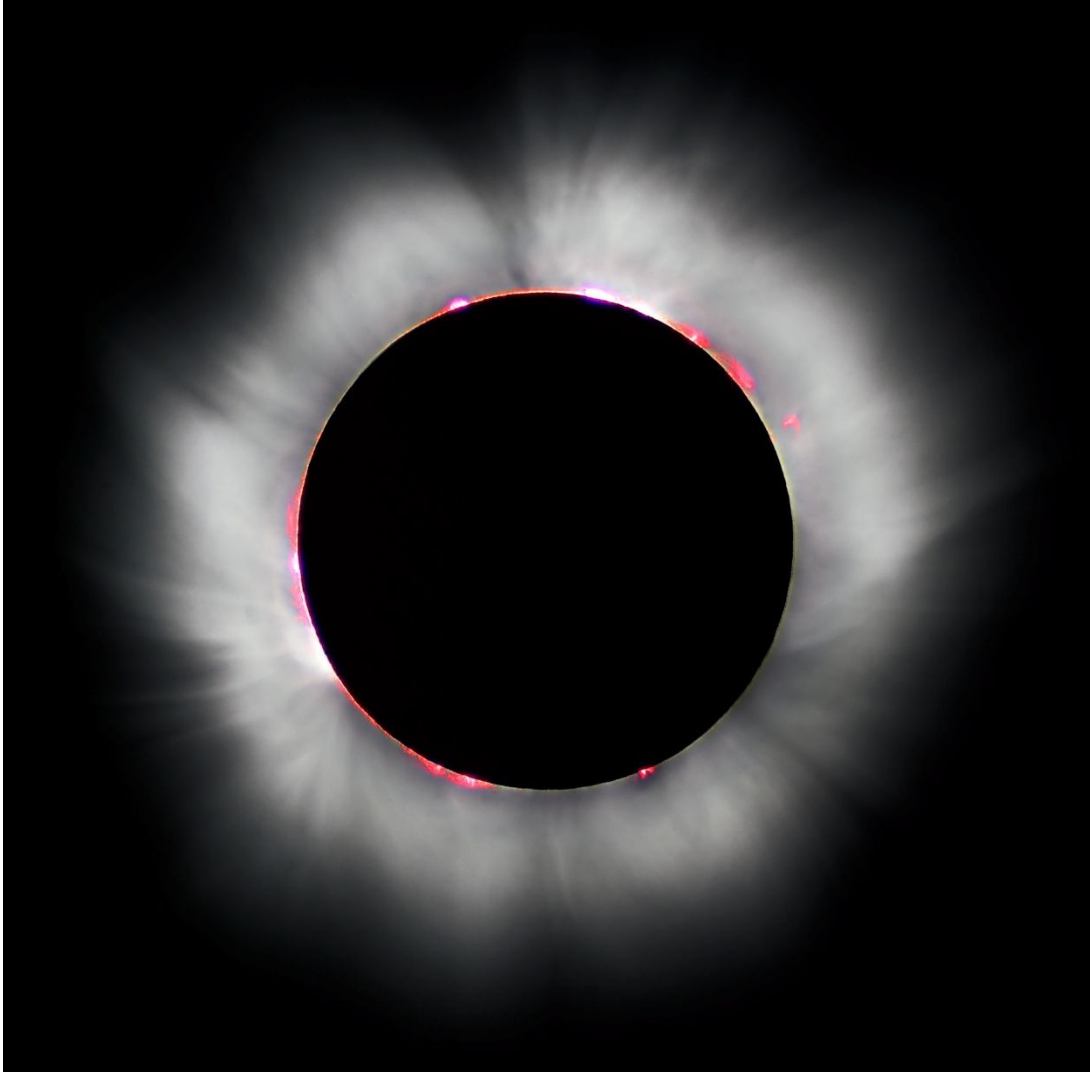
(<http://www.ktuvakfi.org.tr/images/gunes2.jpg>)

Güneşin içindeki en merkezi katmana ışık küre (fotosfer) denir. Bu tabaka güneşin hemen hemen tüm kütleini içine alan 700 000 km yarıçaplı bir gaz küredir. Bu bölgede nükleer reaksiyonlara (radyasyon ve konveksiyon) izin veren zonlar mevcuttur. Bir tür güneşin çekirdeğidir. Güneşteki ısı kaynağının devamını sağlayan Füzyon olaylarının geçtiği bölgedir. Nükleer ocak adı da verilir. Bu yüzden ısının muhtemel değeri 16 milyon °C tahmin

edilmektedir. Ancak merkezden 160–500 bin km yüksekliklerde muhtemel ısı 150 bin °C tahmin edilmektedir. Buraya güneşin soğuk bölgesi denir.

Kromosfer (renk küre), Fotosferi dışı doğru izleyen ikinci tabakadır. Özellikle güneş tutulmasında, güneşin çevresini saran bir yay (hale) şeklindeki zondur. Kalınlığı 16000 km – 12.000 km sınırları arasında ortalama 14.000 km civarındadır. Üst yüzeyi (sınırı) düzensizdir. Bu tabakanın taban kısmında sıcaklığın en az 4000°C üst kısımlarda ise 500 000 °C olduğu tahmin edilmektedir.

Taç (Krona) adı verilen dıştaki en son tabakadır. Güneşin atmosferi diye de anılır. Üst sınırı gezegenler arası ortama (uzaya) akıp gider. Bu uzayış esnasında ortalama hızları 300–600 km/sn olan, çok yüksek elektrik ve manyetik alan şiddetine sahip radyasyon, kozmik ışın yağmuru (sağanağı) mevcuttur. Taç'daki ısının $\approx 1,5$ milyon kelvin olduğu tahmin edilmektedir.



Şekil 20. Tam güneş tutulması sırasında güneş koronası çıplak gözle görülebilir. 1999'daki tutulmanın Fransa'dan görünümü. (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Solar_eclipse_1999_4_NR.jpg)

Araştırmacılar güneş merkezindeki basıncın birkaç milyar atmosfer, yoğunluğun ise 100 gr/cm^3 civarında olduğunu belirtmektedirler. Fotosfer yüzeyindeki basıncın 100 milibar olduğu tahmin edilmektedir.

Güneşin, bugünkü şeklini ve parlaklığını, ayrıca yoğunluk dağılımını denetleyen birbirine zıt amaçlı iki işlem vardır. Bunlardan biri çekim kuvveti diğeri ısı enerjisidir. Isı enerjisi kütlelenin genişleyip dağılmasını amaçlarken, çekim kuvveti (dönmenin oluşturduğu merkezi ivme) kütlelenin bir noktada toplanmasını sağlamaktadır.



Şekil 21. Evrenin başlangıcından günümüze evrimin şematik temsili görünümü.
(<http://www.istanbul.edu.tr/fen/astronomy/populer/gunes/gunes01.htm>)

KAYNAKALAR

- Ezen , Ü., Aşçı M., 2003, Yer fiziği ders notları (yayınlanmamış), KOU MMF, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Kocaeli (<http://yubam.kou.edu.tr/>).
 - (<http://www.istanbul.edu.tr/fen/astronomy/populer/gunes/gunes01.htm>)
 - http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F_Sistemi
 - Dipnotlar
1. [The Jupiter Satellite Page](#). 2006-07-23 tarihinde erişildi.
 2. Akwagyiram, Alexis ([20 Ağustos 2005](#)). [Farewell Pluto?](#). BBC News. 2006-03-05 tarihinde erişildi.
 3. "[The Final IAU Resolution on the definition of "planet" ready for voting](#)", *IAU*, [24 Ağustos 2006](#). 2007-03-02 tarihinde erişilmiştir..
 4. [nineplanets.org](#). [An Overview of the Solar System](#). 2007-02-15 tarihinde erişildi.
 5. Amir Alexander (2006). [New Horizons Set to Launch on 9-Year Voyage to Pluto and the Kuiper Belt](#). 2006-11-08 tarihinde erişildi.
 6. M Woolfson. [The origin and evolution of the solar system](#). 2006-07-22 tarihinde erişildi.
 7. Swedenborg, Emanuel. 1734, (Principia) Latin: Opera Philosophica et Mineralia (İngilizcesi: Philosophical and Mineralogical Works), (Principia, Cilt 1)

Hazırlayan:

Arş. Gör. **Özlem KARAGÖZ**, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü
ozlemkaragoz@comu.edu.tr

8. [The Past History of the Earth as Inferred from the Mode of Formation of the Solar System](#) (1909). 2006-07-23 tarihinde erişildi.
9. [Lecture 13: The Nebular Theory of the origin of the Solar System](#). 2006-12-27 tarihinde erişildi.
10. Jeff Hester (2004). [New Theory Proposed for Solar System Formation](#). 2007-01-11 tarihinde erişildi.
11. [The chemical composition of the pre-solar nebula](#). 2007-02-15 tarihinde erişildi.
12. Rawal, J. J. (Ocak 1985). "Further Considerations on Contracting Solar Nebula". *Physics and Astronomy* **34** (1): 93–100. DOI:10.1007/BF00054038 [abstract](#) [tam metin](#) (PDF).
13. [Yoshimi Kitamura, Munetake Momose, Sozo Yokogawa, Ryohei Kawabe, Shigeru Ida and Motohide Tamura \(10 Aralık 2002\). "Investigation of the Physical Properties of Protoplanetary Disks around T Tauri Stars by a 1 Arcsecond Imaging Survey: Evolution and Diversity of the Disks in Their Accretion Stage". *The Astrophysical Journal* **581**: 357–380. DOI:10.1086/344223. 9 Ocak 2007 tarihinde erişildi.](#)
14. Greaves, Jane S. ([7 Ocak 2005](#)). "Disks Around Stars and the Growth of Planetary Systems". *Science* **307** (5706): 68–71. DOI:10.1126/science.1101979 [abstract](#) [tam metin](#).
15. [Present Understanding of the Origin of Planetary Systems](#). National Academy of Sciences (5 Nisan 2000). 2007-01-19 tarihinde erişildi.
16. Manfred Küker, Thomas Henning and Günther Rüdiger (2003). [Magnetic Star-Disk Coupling in Classical T Tauri Systems](#). 2006-11-16 tarihinde erişildi.
17. [Chrysostomou and Phil W Lucas The formation of stars](#). 2007-05-02 tarihinde erişildi.
18. Peter Goldreich and William R. Ward (1973). [The Formation of Planetesimals](#). 2006-11-16 tarihinde erişildi.
19. [The Primordial Excitation and Clearing of the Asteroid Belt](#) (2001). 2006-11-19 tarihinde erişildi.
20. Mummma, M. J., M. A. DiSanti, N. Dello Russo, K. Magee-Sauer, E. Gibb, and R. Novak (Haziran 2003). [Remote infrared observations of parent volatiles in comets: A window on the early solar system](#)" **31**: 2563–2575. DOI:10.1016/S0273-1177(03)00578-7. 2006-11-16 tarihinde erişildi.
21. Edward W. Thommes, Martin J. Duncan and Harold F. Levison. [The formation of Uranus and Neptune in the Jupiter–Saturn region of the Solar System](#). 2007-04-02 tarihinde erişildi.
22. Elmegreen, B. G. (Kasım 1979). [On the disruption of a protoplanetary disk nebula by a T Tauri like solar wind](#)". *Astronomy and Astrophysics* **80**: 77–78. 2007-02-11 tarihinde erişildi.
23. Heng Hao (November 1979). [Disc-Protoplanet interactions](#)". *Astronomy and Astrophysics* **80**: 77–78. 2006-11-19 tarihinde erişildi.
24. JEFF HECHT (1994). [Science: Fiery future for planet Earth](#). 2007-10-29 tarihinde erişildi.
25. [The fading: red giants and white dwarfs](#). 2006-12-29 tarihinde erişildi.
26. Pogge, Richard W.. [The Once & Future Sun](#). 2005-12-07 tarihinde erişildi.
27. Smart, R. L.; Carollo, D.; Lattanzi, M. G.; McLean, B.; Spagna, A. (2001). [The Second Guide Star Catalogue and Cool Stars](#). 2006-12-26 tarihinde erişildi.

28. Kasting, J.F.; Ackerman, T.P. (1986). "Climatic Consequences of Very High Carbon Dioxide Levels in the Earth's Early Atmosphere". *Science* **234**: 1383–1385.
29. Richard W. Pogge (1997). [The Once and Future Sun](#). 2006-06-23 tarihinde erişildi.

AÇIKLAMALAR

[Açısal momentum](#) : Bir cismin çizgisel momentum vektörünün her hangi bir noktaya göre dönmesine açısal momentum denir.

[Atomlar](#) : Kimya veya fizikte **atom**, bir kimyasal elementin özelliklerini koruyan en küçük parçacıdır. Sözcük Yunanca *ατομος* veya *atomos*tan gelir, 'bölünemez' demektir.

[Beyaz cüce](#) : Güneş benzeri bir yıldız, nükleer yakıtını tükettikten sonra kırmızı dev olur. Kırmızı dev aşamasında çok genişleyen yıldız, beyaz cüce olurken içe doğru çökümü, yıldızın çekirdeğinin etrafında bulunan helyumun daha çok sıkışmasına ve belli bir aşamadan sonrada patlamasına yol açar daha sonra dış katmanlarını uzaya püskürtür ve geriye kalan parçası beyaz cücedir.

[Bulutsu varsayım](#) : Nebula, Güneş Sistemi'nin oluşumu ve evrimini açıkladığı kabul gören varsayımdır.

[Gaz devri](#) : Bu terim, kayalar veya diğer katı materyaller yerine, büyük bölümü gazlardan (veya kütleçekimi sebebiyle sıvılaşmış gaz) oluşan gezegenler için kullanılır. Gaz devleri, kayasal veya metalik bir çekirdeğe sahip olabilirler.

[GB](#) : Astronomik birim, gökbilimde kullanılan bir uzaklık birimi. Bir astronomik birim Güneş'in merkeziyle Dünya'nın merkezi arasındaki uzaklık olan 149,6 milyon km. ya da 92,9 milyon mil'dir.

[Güneş rüzgârı](#) : Bir [yıldızın](#) üst atmosferinden salgılanan yüklü parçacıklar (ayrıca [plazma](#)) akımıdır. [Güneş](#) dışında yıldızlar söz konusu olduklarında *yıldız rüzgârından* söz edilir.

[Emanuel Swedenborg](#) : İsveçli bilim adamı, filozof, hristiyan mistiği ve din bilimcisi.

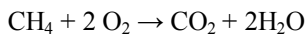
[Hidrostatik denge](#) : Kütleçekime dayalı sıkıştırmanın, bayırgı basıncı ile dengelendiği duruma denir.

[Immanuel Kant](#): Alman filozof.

[Kelvin](#) : Bir sıcaklık ölçüsü birimi.

[Kızıl dev](#) : Belirli bir kategorideki yıldızların evrimlerinin bir dönemindeki hâllerine verilen isimdir. Yıldızın ölümü büyüme ile başlar. Milyarlarca sene devam eden termonükleer reaksiyonlar neticesi enerjisini tüketmeye başlayan yıldızın hacminde büyük bir genişleme görülür.Yıldızlardaki reaksiyonlarda hidrojen gazı helyuma dönüştürülmektedir.Elde edilen helyum gazı ise enerji üreticek kapasite olmadığından, yıldızın ana çekirdeğine sıkışarak çekirdeğin büzülmesine sebep olur.Bu yüzden reaksiyonlar yıldızın çekirdeğinde değil,çevresinde devam eder.Çünkü çevrede hala hidrojen gazı vardır.İşte reaksiyonların çekirdekten çevreye doğru taşması sebebi ile yıldız genişler.

[Metan](#) : Kimyasal formülü CH₄ olan bileşiktir. Normal sıcaklık ve basınçlarda gaz halinde bulunan metan, kokusuzdur. Doğal gazın bir bileşenidir ve önemli bir yakıttır. Oksijenin varlığında bir mol metanın yanmasıyla bir mol karbondioksit ve iki mol su açığa çıkar:



[Moleküler bulutun](#) : Yoğunluğu ve boyutu özellikle moleküler hidrojen (H₂) olmak üzere, moleküllerin oluşumuna olanak tanıyan bir çeşit yıldızlararası buluttur.

[Nükleer füzyon](#) : Füzyon, Nükleer kaynaşma (füzyon), füzyonun (nükleer parçalanma) tersine, farklı iki element çekirdeğinin birleşerek daha ağır bir element atom çekirdeği oluşturmasıdır. Çekirdek Tepkimesi olarak da bilinen bu tepkimenin sonucunda çok büyük miktarda enerji açığa çıkar.

[Önyıldız](#) : Önyıldızlık, yıldız oluşumun ilk evrelerinden biridir. Güneş büyüklüğünde bir yıldız için 100.000 yıl yakınlarında sürmektedir. Özdeciksel bir bulut içerisinde, yoğunluğu artan bir merkez ile başlayıp T Tauri yıldızının oluşumu ile sonlanır.

[Pierre-Simon Laplace](#) : Fransız matematikçi ve gökbilimci.

[Silikatlar](#) : Mineral grupları arasında en ilginç ve en geniş grup silikat grubudur. Silikatlar tüm minerallerin %30'unu oluşturmakta olup, yerkabuğunda var olan minerallerin de %90'ını meydana getirmektedirler. Pratik olarak yerkabuğu silikat minerallerinden oluşmaktadır denilebilir. Dolayısıyla yer kabuğunda en bol bulunan 2 element [Si](#) ve [O](#) dir.

[Su](#) : Bilinen tüm yaşam formları için gerekli olan tatsız ve kokusuz bir madde. Su, canlıların yaşaması için hayati bir öneme sahiptir. Küçük miktarlarda çıplak gözle bakıldığında renksizdir. Dünya üzerinde farklı şekillerde bol miktarda bulunur. Birleşmiş Milletler Çevre Programı, Dünya'da 1.400 milyon km³ su olduğunu söylemektedir.

[Süpernova](#) : Enerjisi biten Büyük Yıldızların şiddetle patlaması durumuna verilen addır.

[T Tauri yıldızları](#) : Değişken yıldızlar sınıfıdır. Genelde özdeciksel bulutların yakınlarında bulunup, değişken ışıksallıkları ve güçlü renkyuvarı çizgileri ile tanınırlar.

[Yıldız](#) : Yoğun ve ışık saçan bir iyonize olmuş gaz küresidir. Biraraya toplanan yıldızların oluşturduğu gökadalara görünür evrenin hâkimidir. Günışığı dahil olmak üzere Dünya üzerindeki erkenin (enerji) çoğunun kaynağı, bize en yakın yıldız olan Güneştir. Diğer yıldızlar, Güneş'in ışığı altında kalmadıkları zaman yani geceleri gökyüzünde görünürler. Yıldızların parlamasının nedeni çekirdeklerinde meydana gelen çekirdek kaynaşması (füzyon) tepkimelerinde açığa çıkan erkenin yıldızın içinden geçtikten sonra dış uzaya ışınım (radyasyon) ile yayılmasıdır. Yıldızlar olmasaydı, ne yaşam ne de öğelerin (element) büyük bir kısmı var olabilirdi.