

ELEMENTLER: Giriş

- ❑ M.Ö. 5. Y.Y'da Yunanlı Filozof Empedocles'e göre her şey dört unsurdan yaratılmıştır: Hava, toprak, ateş ve su.
- ❑ Aristo da benzer görüştedir. Orta Çağ Avrupasında benimsenen görüşe göre de her şey bu dört unsurun karışımından oluşmuştur.
- ❑ 16. ve 17. YY'da deneysel verilerle bu görüşlere karşı çıkılmaya başlandı ve **modern anlamda element** kavramı ortaya konuldu.

Modern görüşe göre element ve bileşikler arasındaki fark, bileşiklerin uygun kimyasal reaksiyonlarla kendilerini oluşturan elementlere çözülebileceği, fakat elementlerin daha basit maddelere ayrılamayacağıdır.

ELEMENTLER: Giriş

Elementlerin Gelişimi

- ✓ 1789 yılında **Lavoisier** 30 elementi doğru olarak tanımlamış ve ortaya çıkarmıştır.
- ✓ 19. YY sonunda bu elementlerin listesi 80'i aşmıştır.
- ✓ **Dalton**, bütün kimyasal maddelerin atomlardan yapıldığını, elementlerin tek bir çeşit atom içerirken, bileşiklerin birden fazla farklı atom içerdiğini iddia etti.
- ✓ Bu görüş 20. YY'ın başlarında kısmen değiştirildi. İzotopların keşfi ile birlikte, birçok elementin farklı ağırlıkta, fakat çok yakın kimyasal özelliklere sahip atomların karışımından yapıldıkları anlaşıldı. Sonuç olarak, her element bir atom numarası ve ağırlığıyla karakterize olur.
- ✓ Şu andaki bilgilere göre **evrenin %99'unun H ve He'dan** oluştuğu bilinmektedir. Buna karşın, **yer kütlelerinin % 99'u Fe, O, Si, Mg, S, Ni, Ca ve Al' dan** oluşmaktadır.

ELEMENTLER: Giriş

Günümüzde bilinen elementlerin çoğu yeryuvarında ve tüm evrende çok az miktarlarda bulunur. Hatta bir çoğunun bolluk miktarları o derece azdır ki, bunlar önemsiz kirleticiler (impürte) olarak kabul edilirler. Ancak, bolluk derecelerine bakılmaksızın bütün elementler bizler için önemlidir.

ÖRNEK:

- ✓ Se insan hayatı için çok önemlidir
- ✓ Fe, Si ve Al yapı teknolojisinde
- ✓ Li gibi diğer bazı elementler ise daha az oranlarda fakat tıp ve pil sanayii gibi çok daha özel alanlarda
- ✓ Platin katalist olarak !!!; Kemiklerin yerine bağlayıcı olarak
- ✓ Uranyum ve toryum gibi az bulunan iki nadir element nükleer enerji elde etmede kullanılır.
- ✓ Altın mücevher olarak kullanılır
- ✓ Bakır elektrik sanayiinde kullanılır.

ELEMENTLER: Giriş

PERYODİK TABLO

IA		IIA												IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H 1																	He 2	
2	Li 3	Be 4	G E Ç İ Ş M E T A L L E R İ										B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10	
3	Na 11	Mg 12	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII B			IB	IIB	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18	
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36	
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54	
6	Cs 55	Ba 56	* 57-	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86	
7	Fr 87	Ra 88	** 89-	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Uun 110	Uuu 111	Uub 112							

* Lantanitler
(Nadir Top.)

**
Aktinitler

La 57	Ce 58	Pr 59	Nd 60	(Pm) 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92	(Np) 93	(Pu) 94	(Am) 95	(Cm) 96	(Bk) 97	(Cf) 98	(E) 99	(Fm) 100	(Md) 101	(No) 102	(Lw) 103

ELEMENTLER: Giriş

❑ IA grubu elementler **Alkali Metaller** olarak bilinirler. Bunlar son derece reaktif metaller olup, doğada element halinde bulunmazlar. Buna karşın bu metalleri içeren bileşikler doğada son derece yaygındır. Bu elementler 1+ yüklü iyonlar oluştururlar. **Örnek: ?**

❑ Buna karşın IB grubu elementleri (Bakır, Gümüş ve Altın) aktif değildirler. Doğal olarak oluşmuş bileşiklerinden kolaylıkla elde edilebildiklerinden, insanlar tarafından bilinen en eski metallerdendirler. Alkali metallerde olduğu gibi 1+ yüklü iyonlar oluşturmalarına karşın, geçiş metallerindeki gibi farklı yüklü iyonlar da yaparlar.

❑ IIA grubu elementleri **toprak alkali metallerdir** ve 2+ yüklü iyonlar oluştururlar. Bu metaller, özellikle grubun son iki üyesi (Ba ve Ra) alkali metaller kadar reaktif davranırlar. **Örnek: ?**

❑ IIB grubu elementleri (Zn, Cd ve Hg) IIA grubu elementlerine göre daha az reaktif olup, komşu IB grubu elementlerinden daha reaktiftirler.

ELEMENTLER: Giriş

□ Boron dışında kalan IIIA grubu elementleri de oldukça reaktiftirler. Al havayla reaksiyona karşı duyarsızdır, fakat bu durum Al metalinin en üst kısmında görülmeyen *çok ince bir Alüminyum oksit filminin oluşması ve bu filmin, metalin geri kalan kısmının havayla reaksiyonunu engellemesinden kaynaklanmaktadır*. Bu gruba ait elementler 3+ yüklü iyonlar oluştururlar.

□ IIIB grubu elementleri Sc, Y, La ve Ac' dur. Bu nedenle Y özellikle lantanidlerle birlikte ele alınır.

□ IVA grubu elementlerinden karbon (C) ve silisyum (Si) **ametal**, Germanyum (Ge), kalay (Sn) ve kurşun (Pb) ise **metaldir**. Bu elementler oluşturdukları bileşiklerinde komşu atomlara dört bağla bağlanırlar. Örnek olarak karbon tetraklorür (CCl_4).

□ VA grubunda üç ametal (azot, fosfor ve arsenik) ile iki metal (antimon ve bismut) bulunur. Bu elementler 5+ yüklü iyonlar (N_2O_5 , PCl_5 , AsCl_5) oluşturdukları gibi, 3- yüklü iyonlar halinde bulundukları nitrit, fosforid ve arsenürler (Ba_3As_2) de oluştururlar.

ELEMENTLER: Giriş

- ❑ Polonyum dışında kalan VIA grubu elementleri tipik olarak ametaldirler. Bunlar *kül oluşturan elementler* (Yunanca *kalkojen*) olarak bilinirler. Metallerle oluşturdukları ikili bileşiklerinde 2- değerlikli iyonlar oluştururlar.
- ❑ VIIA grubu elementlerinin tümü ametaldir ve bunlar *tuz oluşturunucular* anlamına gelen *halojenler* olarak bilinirler. Bu elementler *en reaktif ametallerdir* ve bütün metallerle, kendilerini de içeren birçok ametallerle reaksiyon yaparlar. Metallerle oluşturdukları ikili bileşiklerinde 1- yüklü iyonlar oluştururlar.
- ❑ 0 grubu elementleri (VIIIA) *soy gazlar* olarak bilinirler. Çoğunlukla bileşik yapmaya karşı duyarsız oldukları bilinen bu elementlerden özellikle ksenon, kripton, ve radonun bileşikleri hazırlanabilmiştir.
- ❑ VIB, VIIB ve VIIIB grubu elementlerinin tümü metaldir.

ELEMENTLERİN KÖKENİ

Elementler nereden kaynaklanmaktadır?

- ✓ Evrenin başlangıcında oluşmuş olabilirler,
- ✓ Kainatın oluşumunun ilk safhalarında da oluşmuş olabilirler.
- ✓ Çok daha sonraları, bugün de devam etmekte olan işlemler sonucunda da oluşmuş olabilirler.

Bilinen elementlerin çoğu ilksel evrende yoktur (teorik ve gözlemsel nedenler). Çünkü, **büyük patlama** teorisine göre kainatın oluşumu o kadar yüksek bir sıcaklık altında başlamıştır ki, bu sıcaklıkta hiç bir çekirdeğin duraylı olması mümkün değildir.

Hidrojenin bileşimini oluşturan elektron ve protonlar, evrende oluşan maddelerin ilk duraylı bileşenleridir.

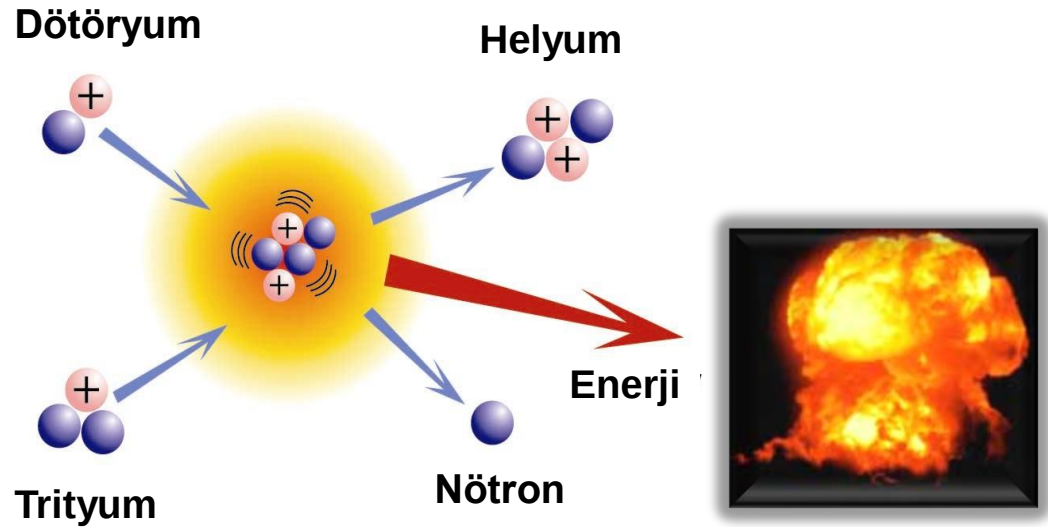
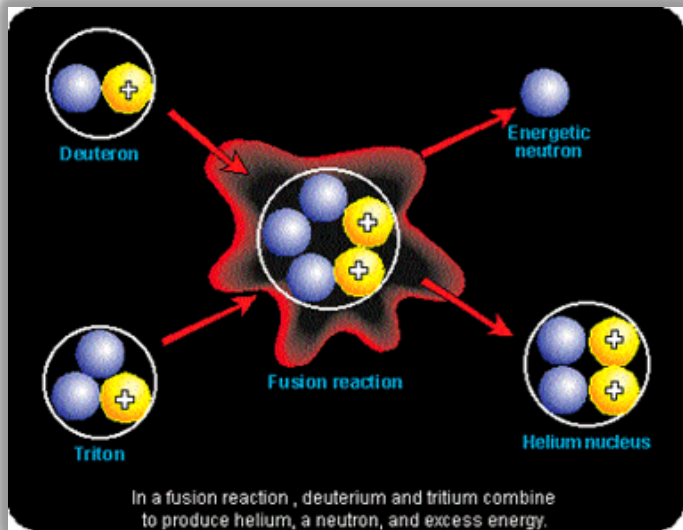
Çünkü, 10 milyar yıldan daha fazla bir zaman önce oluşan yıldızlarda hidrojen ve helyum dışındaki bir çok element eksiktir.

Dolayısıyla, evrenin oluşumunun ilk aşamalarında sadece bu iki element oluşmuş, diğer elementlerin oluşumu o zamandan beri devam etmektedir.

ELEMENTLERİN KÖKENİ

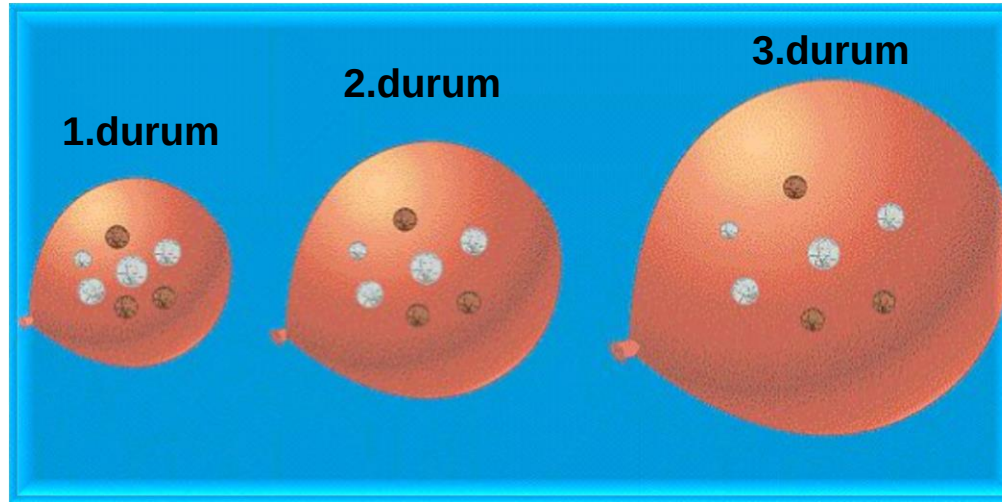
Yıldızlardaki aşırı enerji birikimleri nükleer reaksiyonlara bağlıdır. Yani, hafif elementlerin birleşmesi ile daha ağır elementler oluşurken muazzam bir enerji çıkışı gerçekleşir. Örnek: Güneş

Ancak doğada elementlerin farklı bolluk derecelerinde olmaları, elementlerin farklı ortamlarda oluşmuş olabileceğinin göstergesidir.



ELEMENTLERİN KÖKENİ: **Evrenin erken devresi**

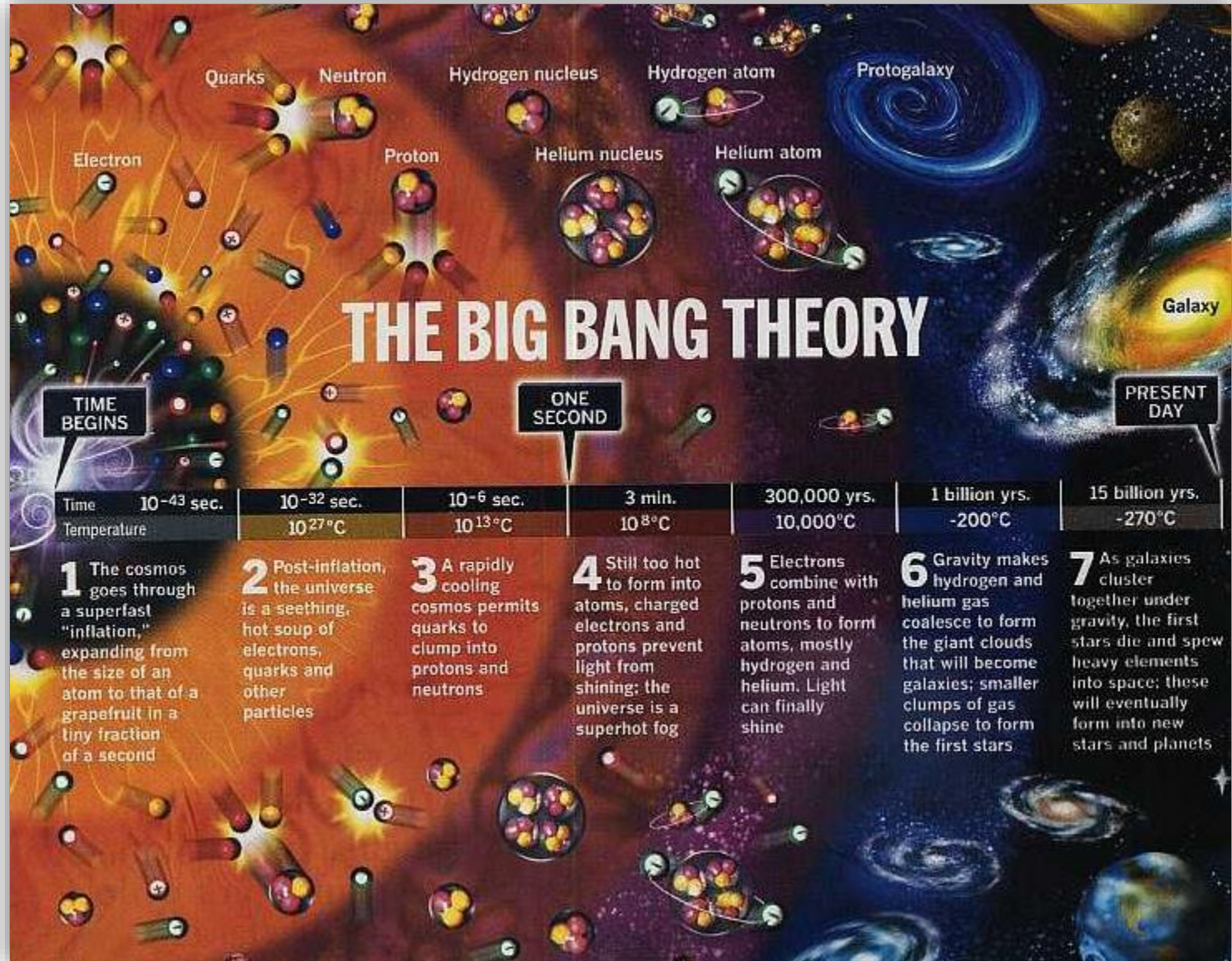
Hubble Kanunu: Galaksilerin birbirlerinden uzaklaşma hızı, galaksiler arasındaki uzaklıkla doğru orantılıdır. Yani Evren genişlemekte ve Samanyolundan uzaktaki galaksiler daha da uzaklaşmaktadırlar.



Yani, evrenin başlangıçtaki yoğunluğu bugünkünden daha fazladır. Hatta çok öncelerde yoğunluğun sonsuz olduğu bir an olabilir. **Bu da evrenin kesin bir başlangıcı olacağını düşündürmektedir.** Hubble kanunu ile bu başlangıcın yaklaşık olarak 10-20 milyar yıl arasında olduğu hesap edilmektedir.

ELEMENTLERİN KÖKENİ: Evrenin erken devresi

Big bang (Büyük Patlama) teorisine göre evrenin oluşumu tahmin edilemeyecek kadar yüksek bir yoğunluk ve sıcaklık altında başlamıştır.



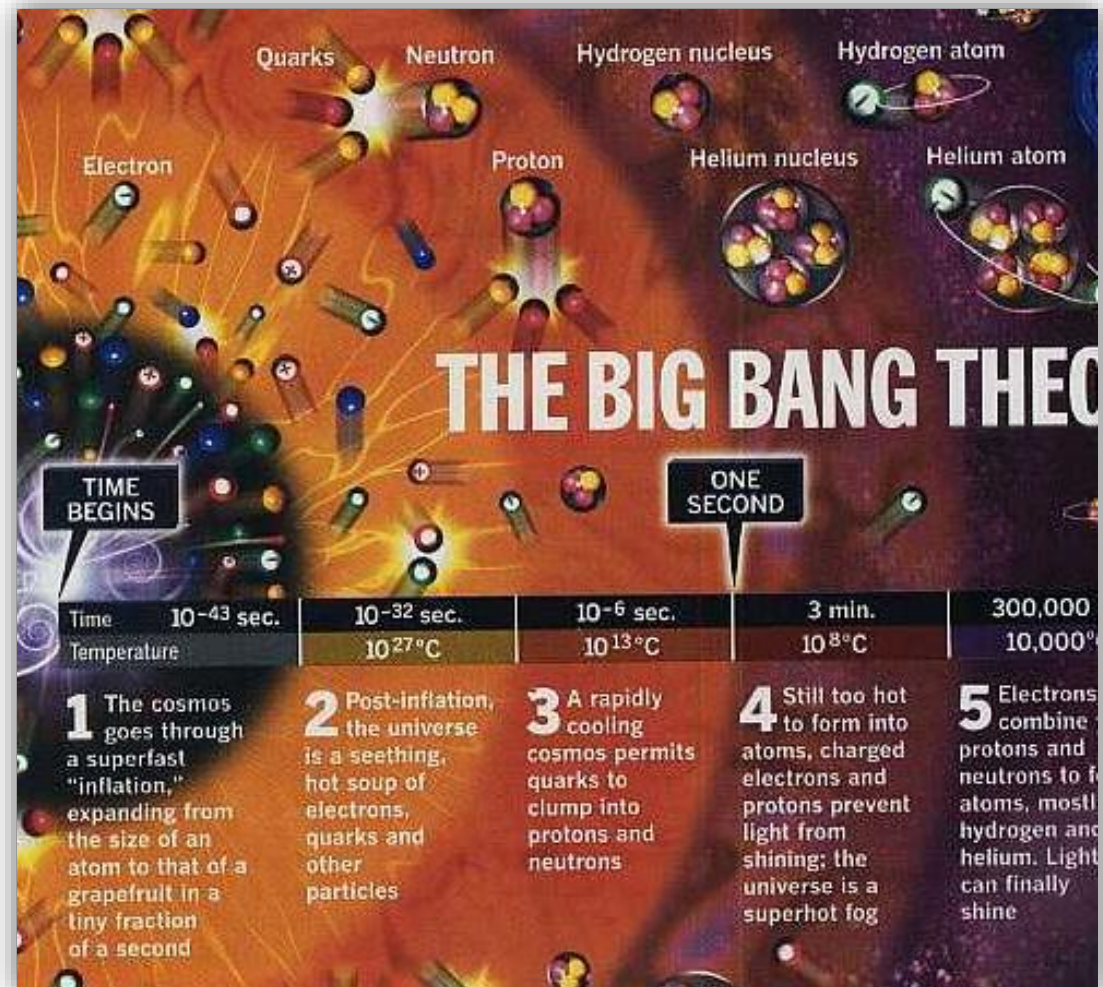
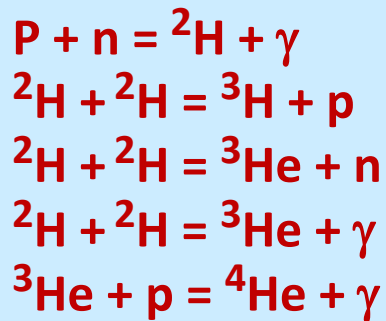
ELEMENTLERİN KÖKENİ: Evrenin erken devresi

- Başlangıcın hemen akabinde sıcaklık yaklaşık 10^{10} °K dir. Bu sıcaklıkta mevcut parçacıkların kinetik enerjileri çok yüksektir. Bu nedenle, oluşan çekirdekler anında ayrılacağından, bu başlangıç anında hidrojen dışında hiç bir element mevcut olamaz.
- **Başlangıçtan 1 sn sonra proton, elektron, nötron, neutrino ve foton gibi elemanlar yoğunlaşmıştır.**
- Sıcaklık yaklaşık 10^9 °K seviyesine düştüğünde atomik parçacıkların birleşmesi (füsyon) ve nötron kapma işlemine bağlı olarak daha kompleks çekirdekler oluşabilmeye başladı.



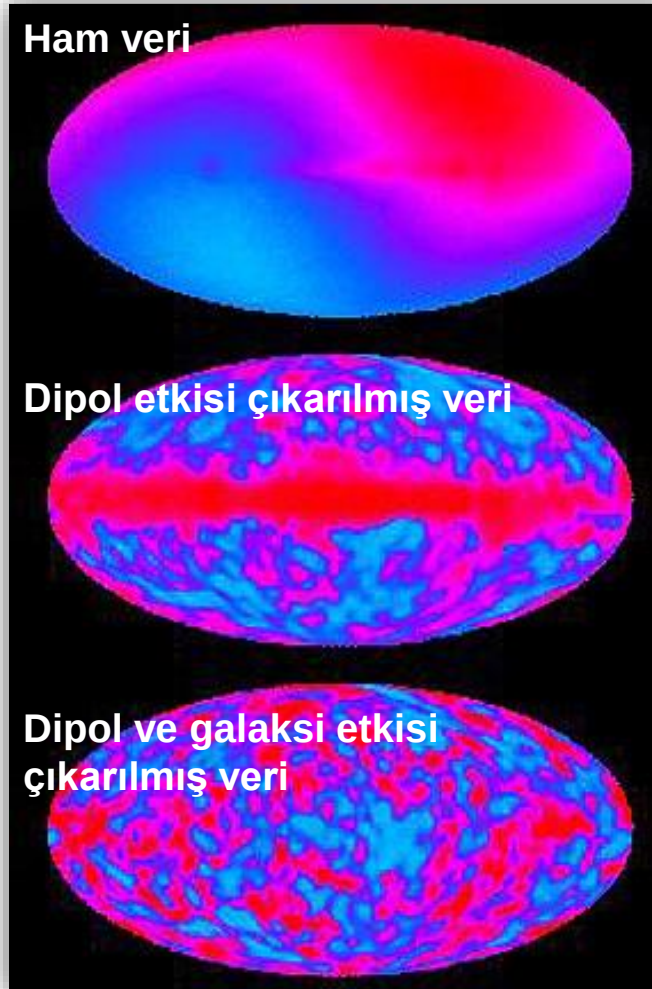
ELEMENTLERİN KÖKENİ: Evrenin erken devresi

Bir kaç dakika içerisinde gelişebilen reaksiyonlar şunlardır:



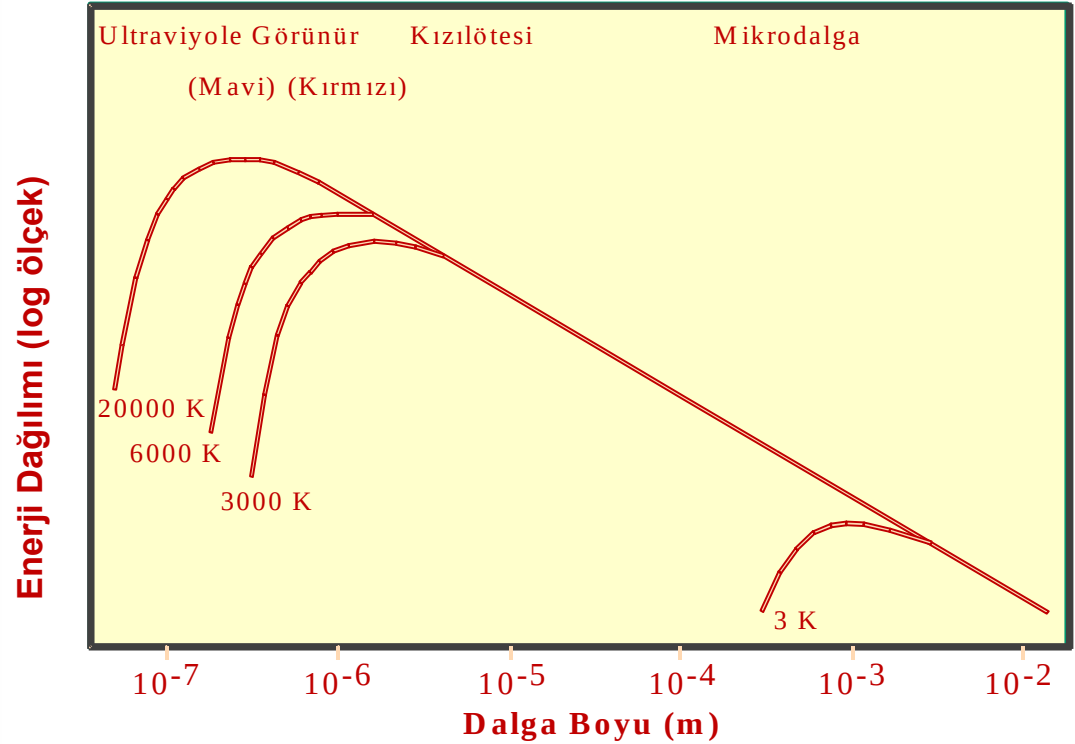
ELEMENTLERİN KÖKENİ: Evrenin erken devresi

Başlangıçtan yaklaşık 1 milyon yıl sonra, madde çekim kuvvetleri altında sıkışıp yıldızları oluşturdu. **Radyasyon** uzayda kalmaya devam etti ve evren genişledikçe **elektromanyetik dalgalar** uzaklardaki galaksilerden ışık gibi yayıldı.



ELEMENTLERİN KÖKENİ: Evrenin erken devresi

Patlamadan beri evren binlerce kat genişlemiş olduğundan, uzaydaki radyasyon şu anda spektrumun mm bölgesinde yer almakta ve 2,7 °K'lık sıcaklığa karşılık gelmektedir. Uzayda galaksiler arasındaki boşlukta bulunan **bu radyasyon miktarı büyük patlamanın bir çeşit kozmik ekosunu olup, teorisinin doğruluğunu ispat eden diğer bir delildir.**



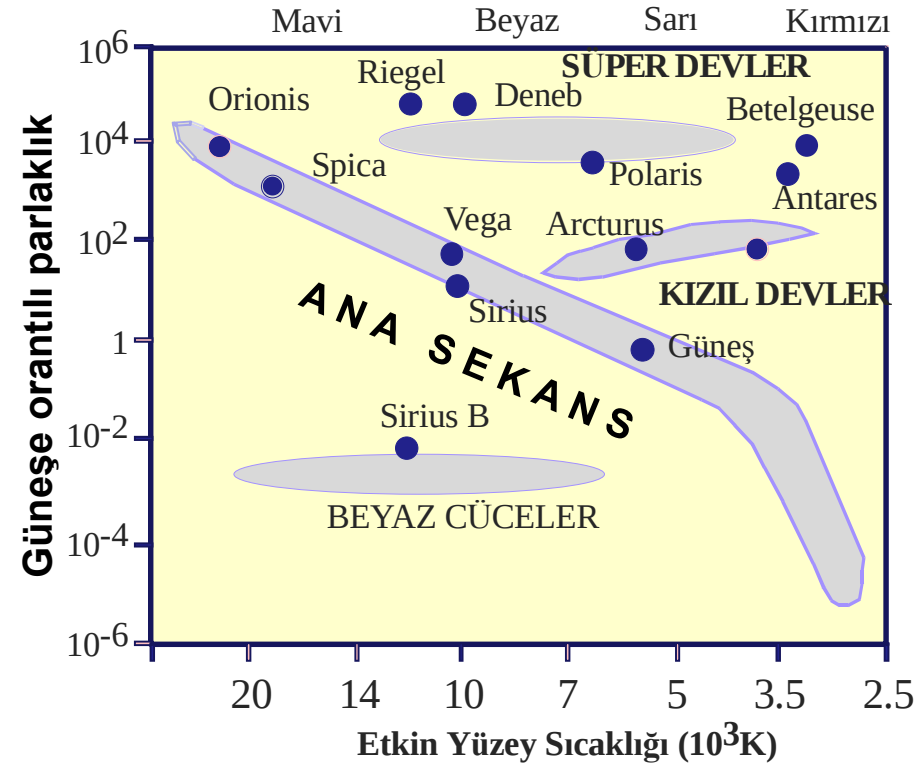
ELEMENTLERİN KÖKENİ: Yıldızların Gelişimi

Güneşten yayılan radyasyon 6000 °K'lık sıcaklığa karşılık gelir. Diğer yıldızların yüzeyindeki sıcaklık değerleri 3000 - >20000 °K.

Bu sıcaklıklar yıldızların renklerine yansır. **Örnek: Güneşten yayılan radyasyon, spektrumun görülebilen kısmında olup bir miktarı da mavi kısma düşer.**

Yüzey sıcaklığı 3000-4000 K olanlar kırmızı, daha yüksek olanlar (10000 °K) beyaz veya mavimsi görünür.

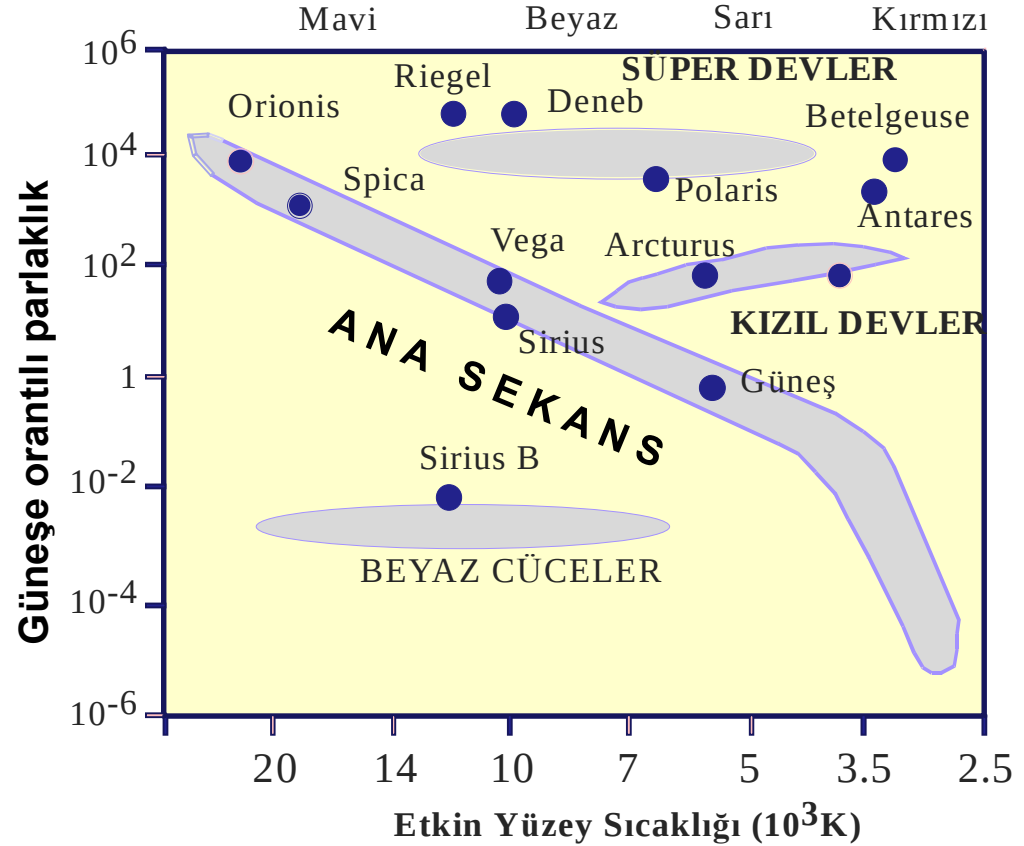
Bu renkler sadece yüzey sıcaklıklarıdır. Yıldızların merkezlerindeki sıcaklıklarsa çok daha yüksektir (10^7 - 10^9 °K).



ELEMENTLERİN KÖKENİ: Yıldızların Gelişimi

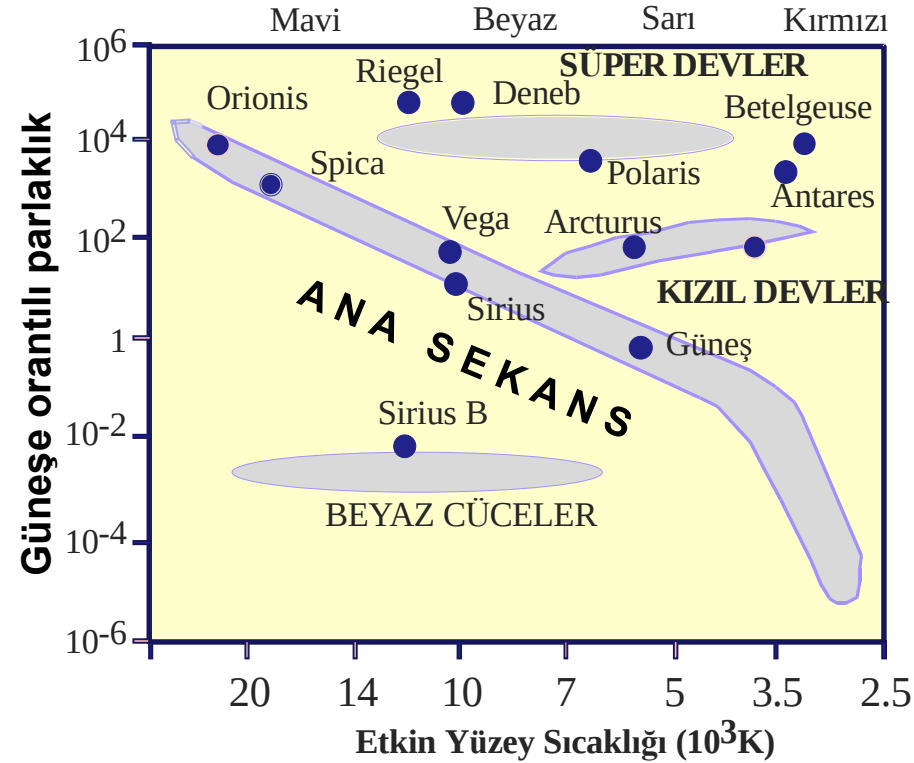
Yıldızların dış görünüşlerindeki bir diğer farklılık ta dünyadan uzaklıklarına bağlı olan **parlaklıklarıdır**.

Buna göre yüksek parlaklıktaki soğuk yıldızlar çok büyük; mat görünümlü sıcak yıldızlarsa küçük olmalıdır. Çünkü herhangi bir kütlenin parlaklığı o kütlenin yüzey alanına ve yüzey sıcaklığına bağlıdır ($L=4\pi R^2 T^4$)



ELEMENTLERİN KÖKENİ: Yıldızların Gelişimi

Güneş büyüklüğünde bir yıldız, çekirdeğindeki hidrojen tamamen yanıp helyum yanma işi başladığında genişler ve yakınında bulunan gezegenleri kaplayıp buharlaştırır ve kırmızı dev aşamasını yakalar. Güneş için bu işlem yaklaşık 5 milyon yıl daha sürecektir. Daha sonra yıldızın dış katmanları atılarak, yıldız yüksek yoğunluklu, küçük yarıçaplı mat yıldız görünümüne beyaz cüce haline dönüşür ve gittikçe soğuyarak görünüşten kaybolur.

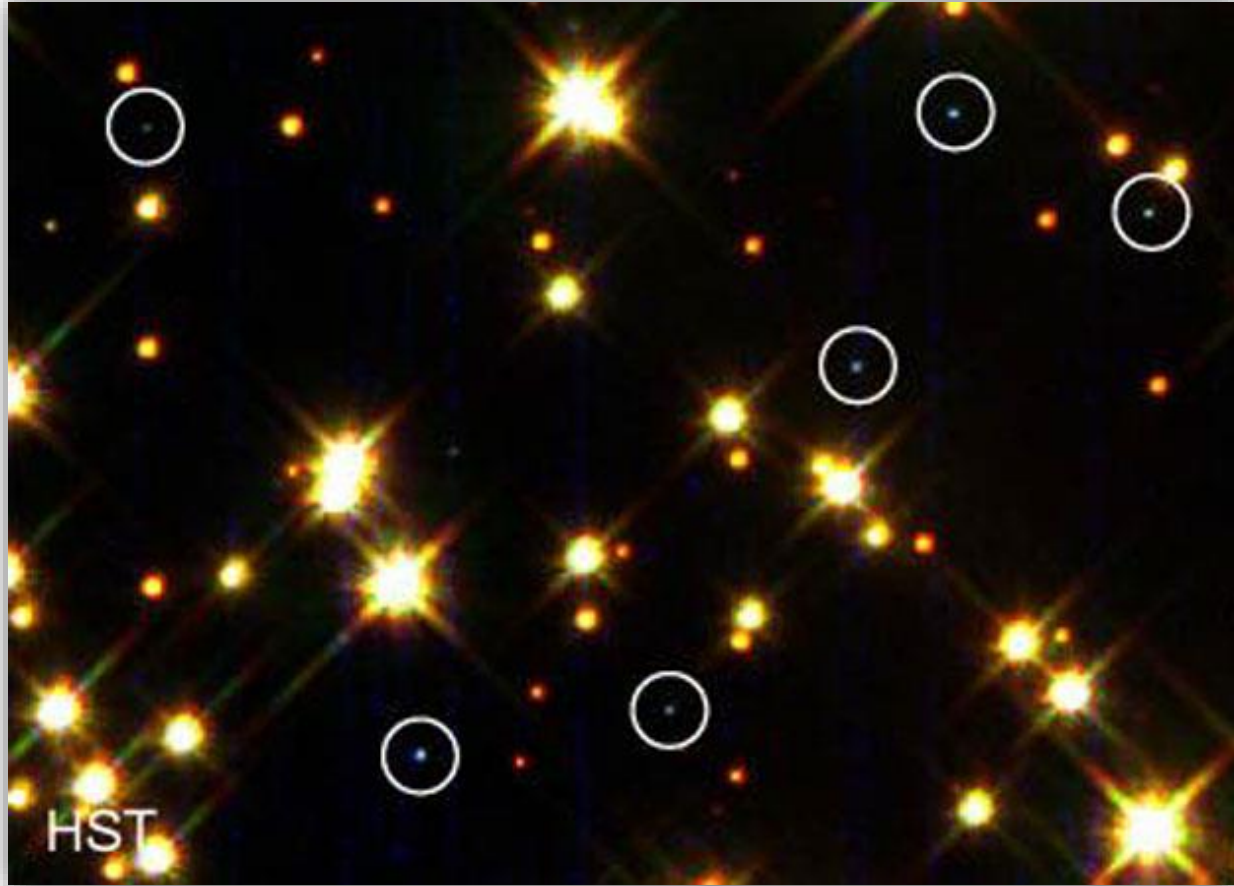


ELEMENTLERİN KÖKENİ: Yıldızların Gelişimi



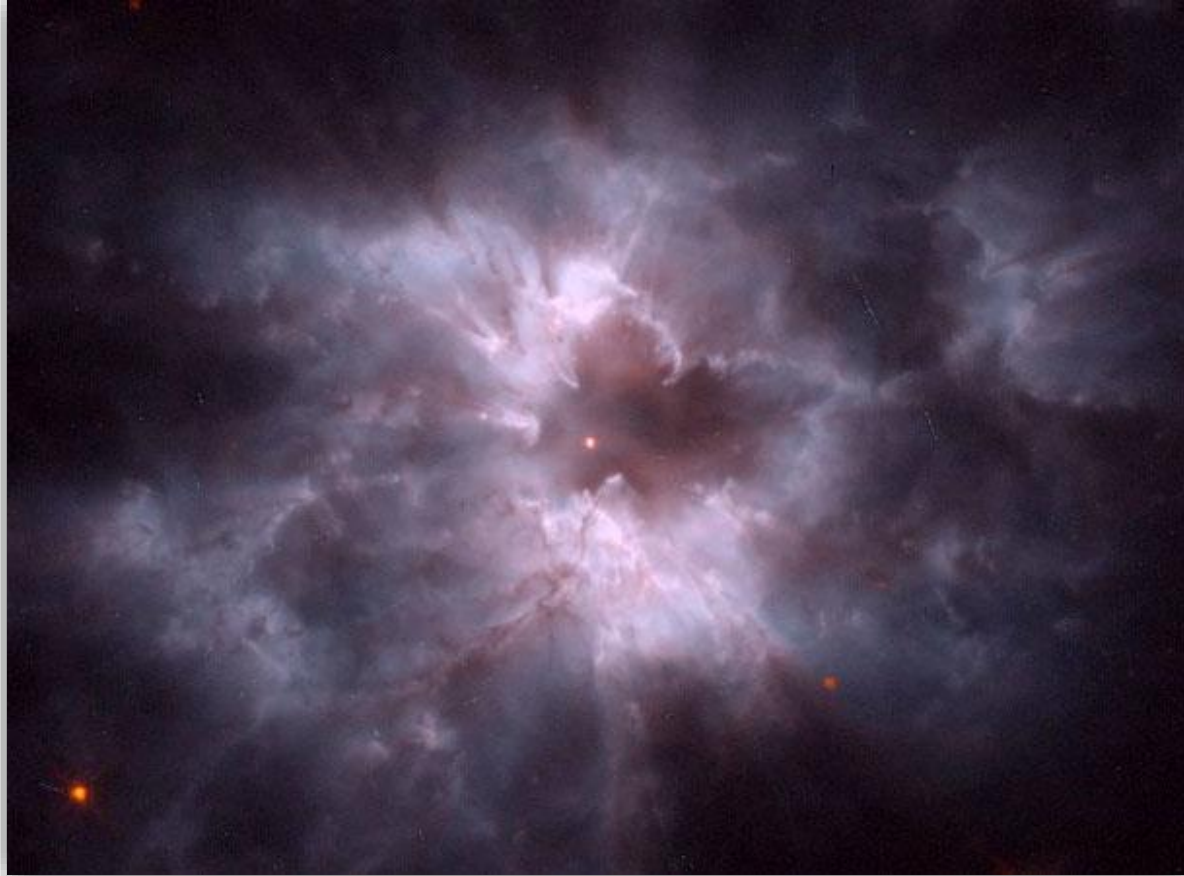
Dünyadan 3 bin ışık yılı uzakta bulunan ve oluşumunu tamamlayıp kaybolma aşamasına girmiş olan Kedi gözü nebulasının Hubble uzay teleskopu ile 31.10.1999 tarihinde çekilmiş bir görüntüsü. Resimde en dış zonda görülen açık renkli halkalar uzaya bırakılmak üzere olan elementlerdir (Nasa, 1999).

ELEMENTLERİN KÖKENİ: Yıldızların Gelişimi



Yüzey sıcaklığı hala çok yüksek olan, fakat şu anda soğuma aşamasında olan beyaz cüce aşamasına gelmiş yıldızların (dairelerin merkezindeki noktalar) Hubble uzay teleskopu ile 10.10.2000 tarihinde çekilmiş görüntüsü. Soğuma yıldız önce matlaşıp, en sonunda tamamen kayboluncaya kadar devam eder (Nasa, 2000a).

ELEMENTLERİN KÖKENİ: Yıldızların Gelişimi



Beyaz cüce aşamasına gelmiş olan bir yıldızın (NGC 2440) Hubble teleskopu ile 30.08.2000 tarihinde çekilmiş bir görüntüsü. Artık yıldızın çekirdeğinin çekim gücünün azalması nedeniyle, etrafındaki kabuklar merkezden uzaklaşıp bir örümcek ağı görüntüsüne bürünmüş durumdadır. Hala kısmen parlak bir nokta olarak merkezde yer alan beyaz cüce halindeki yıldız yavaş yavaş soğuyarak matlaşacak ve görüntüden kaybolacaktır (Nasa, 2000b).

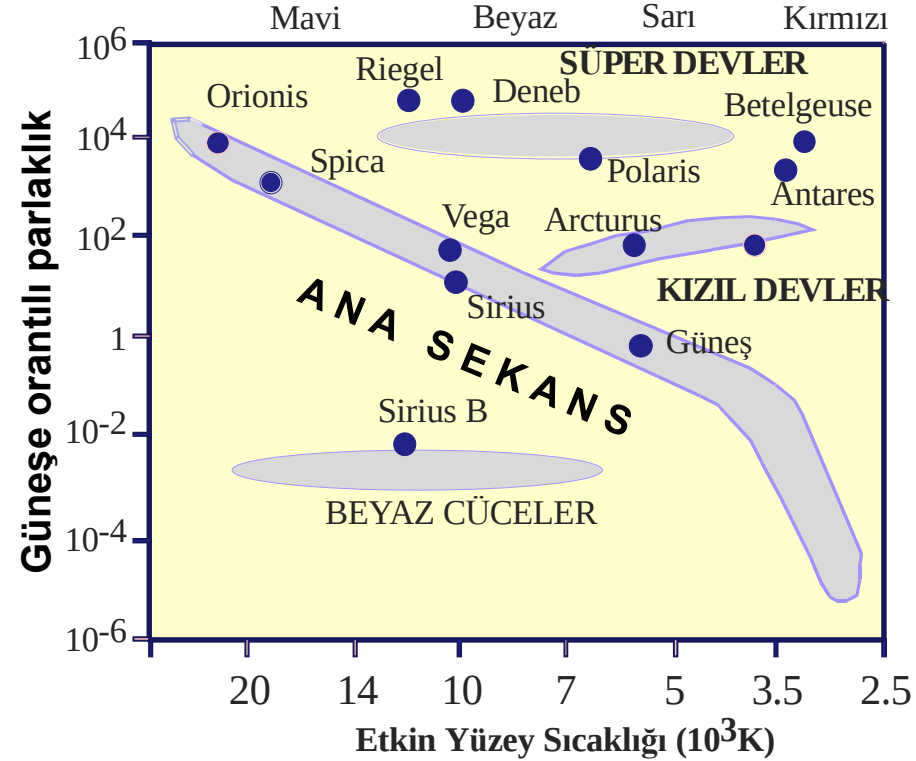
ELEMENTLERİN KÖKENİ: Yıldızların Gelişimi

Daha ağır yıldızlar ise süper devler haline dönüşür.

Evrende bulunan ağır elementlerin kaynağı işte bu süper devlerin içerisinde meydana gelen nükleer reaksiyonlardır.

Bir çok süper dev yıldızın hayatı süpernova (büyük patlama ve gaz bulutuna dönme) ile sonuçlanır.

Bu olay sadece birçok elementin sentezlenmesinde değil, aynı zamanda oluşan elementlerin uzaya yayılmasında da önemli bir rol oynar.



ELEMENTLERİN KÖKENİ: Yıldızların Gelişimi

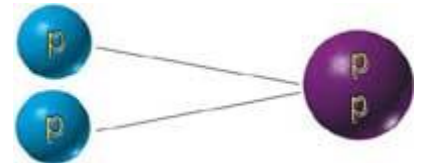
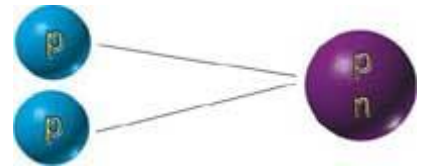
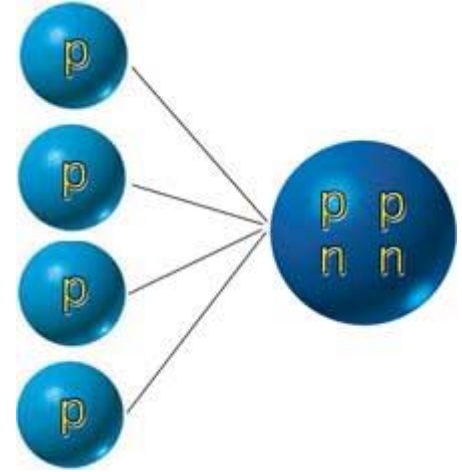


Dünyadan 3 bin ışık yılı uzakta bulunan ve oluşumunu tamamlayıp kaybolma aşamasına girmiş olan Kedi gözü nebulasının Hubble uzay teleskopu ile 31.10.1999 tarihinde çekilmiş bir görüntüsü. Resimde en dış zonda görülen açık renkli halkalar uzaya bırakılmak üzere olan elementlerdir (Nasa, 1999).

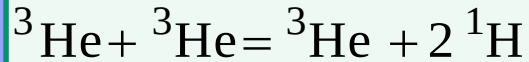
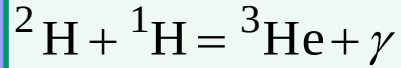
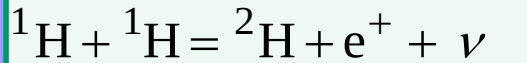
ELEMENTLERİN KÖKENİ: Hidrojenin Yanması

Helyum oluşturmak üzere 4 hidrojen atomunun birleşmesi, oluşacak her atom başına yaklaşık olarak **24 MeV** enerji verir. Sıcaklık yaklaşık 10^7 °K iken oluşacak reaksiyon **PPI zinciri** olarak bilinen iki protonun birleşmesidir.

- 1) Güneş'te dört ayrı proton çekirdeği birleşip tek bir helyum oluşturur. (yandaki şekil)
- 2) Ama bu iki aşamalı bir işlemdir. Önce iki proton birleşir ve "dötron" çekirdeği ortaya çıkar
- 3) Ancak eğer güçlü nükleer kuvvet birazcık bile daha güçlü olsa, bu kez dötron yerine "di-proton" oluşacaktır. Bu durumda ise, nükleer yapı aniden değişecek ve Güneş birkaç saniye içinde korkunç bir patlama ile havaya uçacaktır. Birkaç dakika sonra ise tüm Dünya korkunç alevlerle yanıp kömürleşecektir.

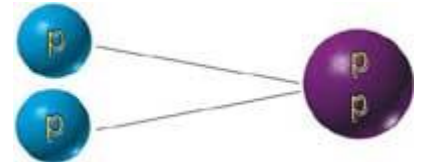
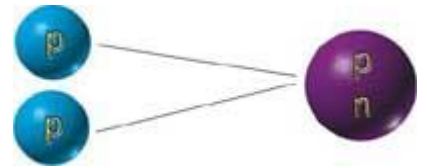
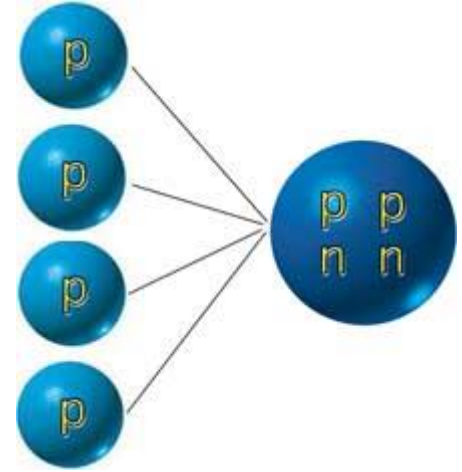
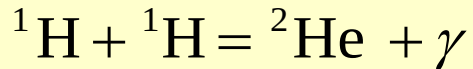


ELEMENTLERİN KÖKENİ: Hidrojenin Yanması



Birinci reaksiyon, aynı zamanda β parçalanması ile bir pozitron (e^+) ve bir neutrino (ν) çıkararak bir protonun bir nötrona dönüşmesini sağlar. Ancak bu reaksiyon (2-7) **son derece yavaş gelişen bir reaksiyondur.**

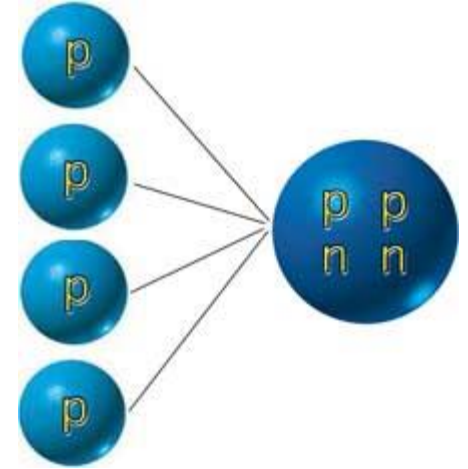
Buna karşın iki protonun bağlanarak bir helyum çekirdeğine dönüşmesi daha kolaylıkla gerçekleşebilen bir reaksiyondur:



ELEMENTLERİN KÖKENİ: Hidrojenin Yanması

Bir basamakta helyumun oluşması sağlanabilseydi, yıldızların çekirdeğindeki hidrojenin yanması çok daha kısa bir zaman alacak (bir milyon yıldan daha az bir zamanda) ve gezegenler sisteminin oluşması ve organizmaların oluşması mümkün olmayacaktı.

Dolayısıyla, bu reaksiyonlar ve onların gelişebilme şartları, evrende hiç bir şeyin rastgele olmadığını ortaya koyan bir diğer delildir.

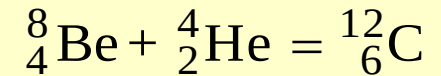
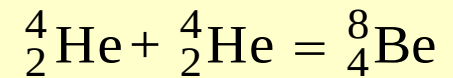


ELEMENTLERİN KÖKENİ: Hidrojenin Yanması

Bir yıldızın çekirdeğindeki hidrojenin çoğu helyuma dönüştüğünde yıldızın çekirdeği büzülür ve graviteye bağlı olarak oluşan enerji ısıya dönüşür. Bu da çekirdeğin iyice ısınmasına yol açar.

Sonunda yıldızın dış katmanları iyice genişlemeye ve yüzey sıcaklığı azalmaya başlar. Bu aşamada yıldız ana sekans içerisinde ayrılıp kırmızı devler grubuna geçer.

Daha sonra yıldızın çekirdeğinin dış katmanlarında bulunan hidrojen yanar. Buradaki hidrojen de tamamen yandığında yıldız aniden büzülür ve iç kısımlardaki sıcaklık daha da yükselir. Sıcaklık yaklaşık 10^9 K seviyesine ulaştığında, çekirdekteki He karbon oluşturmak üzere birleşir.



ELEMENTLERİN KÖKENİ: Hidrojenin Yanması

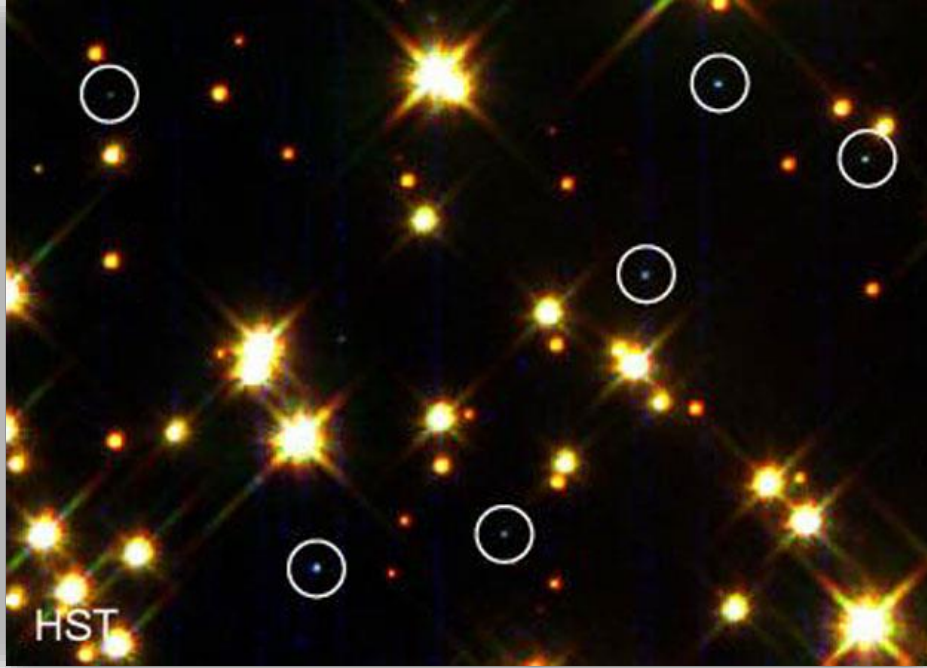
Bu işlemler çekirdekteki He bitene kadar devam eder. He tamamen tükenince, yıldız tekrar büzülür ve iç sıcaklığı daha da yükselir. Dış kesimler ise genişleyerek soğur.

Yıldız oluşumunun bu aşamasında önemli oranda H, He, ve C uzaya atılır.

Bu şekilde nükleer reaksiyonlar yıldızın çekirdeğinde devam edebildiği sürece çekirdekte büzülme ve ısınma, çevresinde ise genişleme ve soğuma devam eder. Bu olayı sürdürecektür nükleer reaksiyon kalmayınca yıldız soğuyup büzülür ve bir sonraki aşama olan Beyaz Cüceler sınıfına geçer



ELEMENTLERİN KÖKENİ: **Hidrojenin Yanması**



Resim (Solda): Yüzey sıcaklığı hala çok yüksek olan, fakat şu anda soğuma aşamasında olan beyaz cüce aşamasına gelmiş yıldızların (dairelerin merkezindeki noktalar) Hubble uzay teleskopu ile 10.10.2000 tarihinde çekilmiş görüntüsü. Soğuma yıldız önce matlaşıp, en sonunda tamamen kayboluncaya kadar devam eder

Resim (Sağda): Beyaz cüce aşamasına gelmiş olan bir yıldızın (NGC 2440) Hubble teleskopu ile 30.08.2000 tarihinde çekilmiş bir görüntüsü. Artık yıldızın çekirdeğinin çekim gücünün azalması nedeniyle, etrafındaki kabuklar merkezden uzaklaşıp bir örümcek ağı görüntüsüne bürünmüş durumdadır.



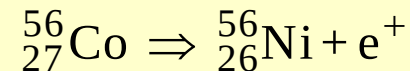
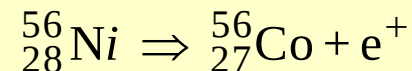
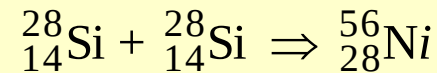
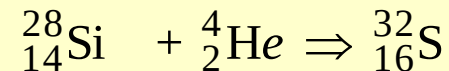
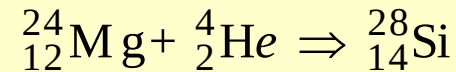
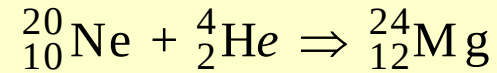
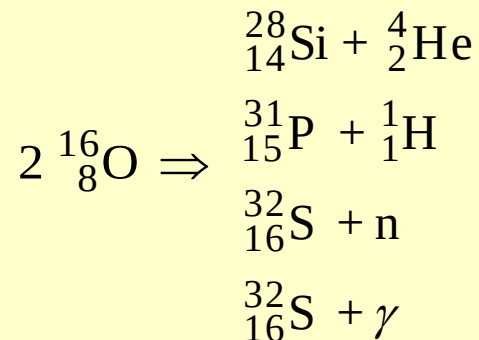
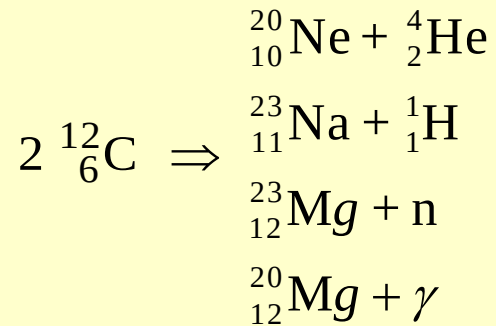
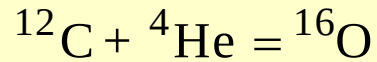
ELEMENTLERİN KÖKENİ: Hidrojenin Yanması

Eğer kırmızı devin kütlesi güneşin kütlesinin 4 ile 8 katı arasında ise yıldız, çekirdeğindeki He'un çoğu tüketildiğinde patlayıp süpernova oluşturur. Bu patlama uzaya H, He, ve C bırakır.

Eğer kırmızı devin kütlesi güneşin kütlesinin 8 katından fazla ise yıldız büzülür ve çekirdeğindeki sıcaklık yine yükselir. Bu durumda sıcaklık oksijenin oluşmasını sağlayacak kadar yükselebilir.



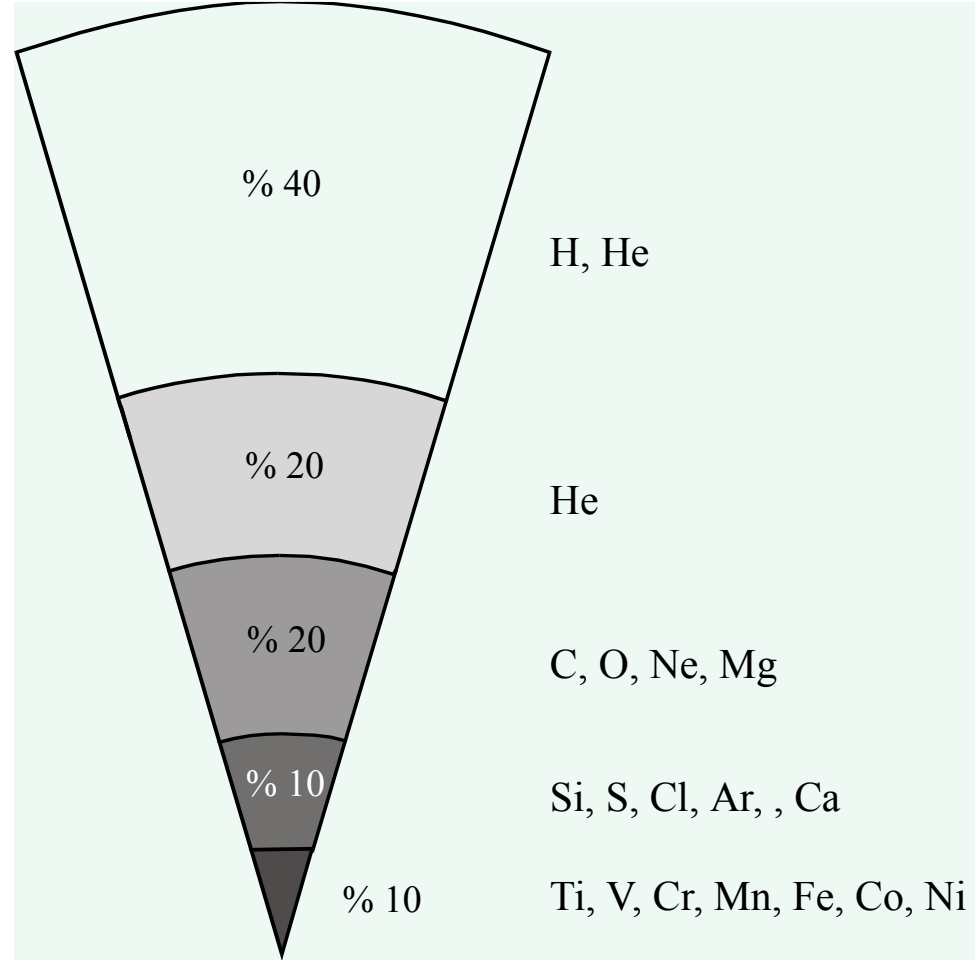
ELEMENTLERİN KÖKENİ: **Hidrojenin Yanması**



ELEMENTLERİN KÖKENİ: Hidrojenin Yanması

Bu tür reaksiyonların gerçekleşebilmesi için gereken sıcaklığa sadece yıldızın çekirdeğinde ulaşılır. Çekirdek etrafında ise daha hafif elementlerin yer aldığı katmanlar bulunur. Böylece en dışta kalan katmanlarda hala yanmamış H, daha içeride H'in yanmasıyla oluşan He katmanı, daha içeride He'un yanmasıyla oluşan C ve O katmanı bulunur.

Bu düzene Hidrostatik Yanma denir



ELEMENTLERİN KÖKENİ: Süpernova

Elementlerin oluşturulmasında şu ana kadar verilen reaksiyonların düzenli bir şekilde olduğu kabul edildi. Bu düzene **Hidrostatik Yanma veya Denge** denir. Nükleer reaksiyonlar arttıkça çekirdekteki sıcaklık hızla yükselecek, yükselen sıcaklık reaksiyonları daha da hızlandıracak, böylece sıcaklık yine artacak...

Bu dönüşüm, yıldızın bir patlama ile yok olmasına yol açar.

Bazen yıldızın gelişimindeki bu denge çeşitli nedenlerden dolayı gerçekleşmeyebilir. Bu durumda:

- 1) Yıldız, çekirdeğinin çekim gücünün azalması nedeniyle, etrafında bulunan katmanları tutamayıp uzayın boşluğuna bırakır.
- 2) Yıldızın çekirdeğinde açığa çıkan enerji miktarında periyodik değişimler görülür.
- 3) Patlayıcı bir yanma (süpernova) gerçekleşir.

ELEMENTLERİN KÖKENİ: Süpernova

Sıcaklık yaklaşık $3 \cdot 10^9$ °K olduğunda yıldızın çekirdeği dengeye girerek, artık nükleer reaksiyonlar oluşturmamaya hale gelir. Dolayısıyla yıldızın gelişimini sağlayan enerji kaynağı kesilmiş olur.

Yıldızın çekirdeğinde büzülme ve buna bağlı olarak da sıcaklığında yükselme devam eder. Bu daha yüksek sıcaklık şartlarında çekirdekteki denge hafif çekirdeklerin oluşumu yönünde bozulur ve (γ, α) , (γ, n) ve (γ, p) gibi endotermik reaksiyonlar gelişmeye başlar.

Bu şekilde sıcaklığın emilmesi, graviteye bağlı büzülmenin artmasına yol açarak, yıldızın çekirdeğindeki sıcaklığı daha da artırır. Bu zincir, parçalanma işini hızlandırarak milyonlarca yılda oluşan elementlerin birkaç sn içerisinde yok olup uzaya dağıtılmasına neden olur.

Patlama işlemi, daha fazla sıkıştırılamayacak kadar yoğun olan sıkışık olarak paketlenmiş nötronlardan oluşan bir çekirdeğin oluşmasıyla (*nötron yıldızı veya pulsar*) sonuçlanır.

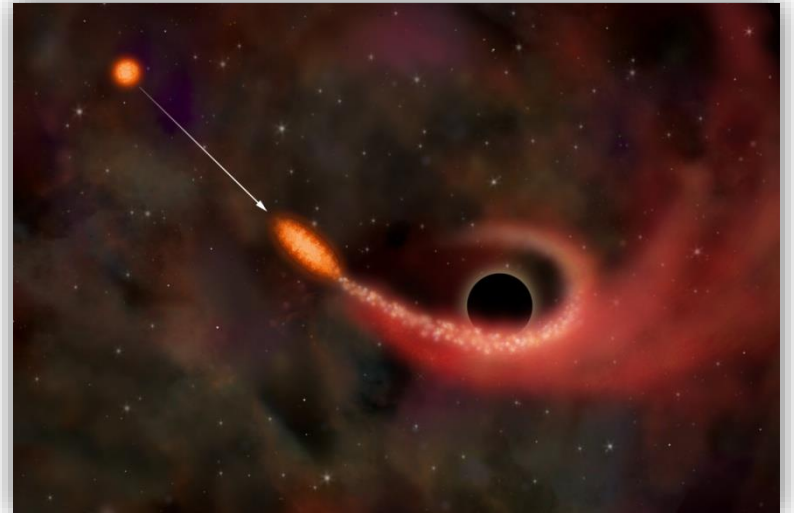
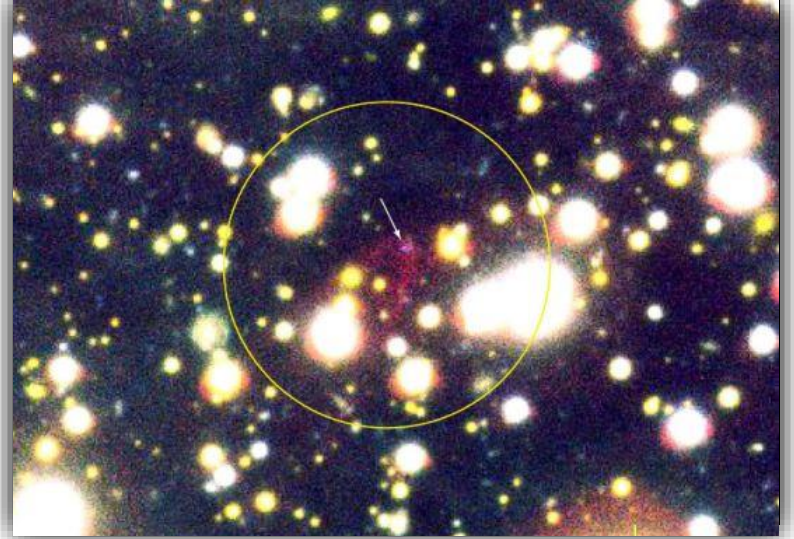
ELEMENTLERİN KÖKENİ: Süpernova

Dışta kalan katmanlar uzaya atılır.

Böylece, patlama sonucunda çekirdekte oluşmuş olan Fe, çoğunlukla ^{56}Ni olarak serbest kalır. Uzaya atılan bu ^{56}Ni önce bir β bozunması ile ^{56}Co ' a, daha sonra da ^{56}Fe ' e dönüşür.

Orta büyüklükte kütleli yıldızların patlaması (süpernova) sonucunda nötron yıldızları oluşur.

Çok daha büyük kütleli yıldızların patlaması sonucunda ise **kara delikler** oluşur. Kara delik, büyük bir yıldızın dış katmanlarının gravitesel olarak (büzüşme nedeniyle) çekirdek üzerine doğru çekilmesiyle oluşan son derece yoğun kütlelerdir. .



ELEMENTLERİN KÖKENİ: Süpernova

Sonuçta:

Yıldızların gelişimi
esnasında sentezlenen
elementler uzaya bırakılır.

Yavaş yanma ile oluşturulan
elementlerden yeni farklı
elementlerin oluşturulması
sağlanır.

Daha sonra yeni nükleer
reaksiyonların gelişmesine
yol açarak daha az duraylı
elementlerin oluşturulması
sağlanır.



ELEMENTLERİN JEOKİMYASAL SINIFLAMASI

Yeryuvarı kimyasal olarak büyük ölçüde farklılaşmış bir yapıya sahiptir.

- + Fe, Ni ve S $\pm$ O $\pm$ Si daha çok çekirdeğin yapısında bulunur.**
- + Buna karşın yeryuvarı kabuğunun >% 99'u O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, ve Ti' dan oluşur.**
- + Bütün yeryuvarı düşünüldüğünde, Na, K, Al, U ve halojenler yer yüzüne doğru yaklaşıldıkça zenginleşir.**
- + Mg, S, Fe, Cr, Co ve Ni gibi elementler derine doğru zenginleşir.**

-  Element farklılaşması yeryuvarının ilk oluşumu esnasında ?
-  yeryuvarının kendi iç dinamiğinin bir sonucu olarak ?
-  Her ikisinin bir bileşkesi olarak ?



ELEMENTLERİN JEOKİMYASAL SINIFLAMASI

Element Farklılaşması:

- + Volkanik patlamalar ve gaz çıkışları ile yeryüzüne malzeme eklenmesi**
 - + Kabuk kökenli**
 - + Manto kaynaklı**

ELEMENTLERİN JEOKİMYASAL SINIFLAMASI

Goldschmidt (1954) meteoritler üzerinde yaptığı çalışmalarla elementleri üç ana gruba ayırmıştır:

- 1. Siderofil Elementler: Meteoritler içinde nabit halde bulunan elementler,**
- 2. Kalkofil Elementler: Meteoritler içinde sülfürlü mineraller halinde bulunan elementler**
- 3. Litofil Elementler: Meteoritler içinde daha çok silikat minerallerinin yapısında bulunan elementler.**

ELEMENTLERİN JEOKİMYASAL SINIFLAMASI

Goldschmidt (1954) sınıflamayı yeryuvarına uygulamış ve beş farklı grupta yapmıştır.

- 1. Litofil Elementler:** Çoğunlukla oksit ve silikat fazlarında bulunan ve yeryuvarının ilk 100 km lik kabuk kısmında yoğunluk gösteren elementlerdir. IA (H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), IIA (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra), IIIA (B, Al, [Ga]), IVA (C, Si, Sn, [Ge]), VIIA (F, Cl, Br, I), IIIB (Sc, Y, La, Ac) ve IVB (Ti, Zr, Hf), VB (V, Nb, Ta), grubu elementleri ile Mn, Cr, W, P, [Fe], [Co], [Ni], nadir toprak elementler ve aktinitler
- 2. Kalkofil Elementler:** Kabukta bulunan ve oksitlerden ziyade S, As ve Se gibi ametallere karşı daha duyarlı olan ve sülfürlü cevher kütleleri içinde yoğun olarak bulunan elementlerdir. Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Mo, Fe, Co, Ni, [Ga], [Ge], Pb, As, Sb, Bi, S, Se, Te.

ELEMENTLERİN JEOKİMYASAL SINIFLAMASI

Goldschmidt (1954) sınıflamayı yeryuvarına uygulamış ve beş farklı grupta yapmıştır.

- 3. Siderofil Elementler:** Çoğunlukla oksit ve silikat fazlarında bulunan ve yeryuvarının ilk 100 km'lik kabuk kısmında yoğunluk gösteren elementlerdir. IA (H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), IIA (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra), IIIA (B, Al, [Ga]), IVA (C, Si, Sn, [Ge]), VIIA (F, Cl, Br, I), IIIB (Sc, Y, La, Ac) ve IVB (Ti, Zr, Hf), VB (V, Nb, Ta), grubu elementleri ile Mn, Cr, W, P, [Fe], [Co], [Ni], nadir toprak elementler ve aktinitler.
- 4. Atmosfil Elementler:** Yeryuvarı atmosferinde zenginleşen ve element halde bulunan elementler. N, O, H, C ve soygazlar (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn).
- 5. Biyofil Elementler:** Organizmaların bünyesinde bulunan elementler. H, C, N, O, P.

ELEMENTLERİN JEOKİMYASAL SINIFLAMASI

Kayaç gruplarına göre elementlerin sınıflandırılması

- 3. Ultrabazik kayalarda yoğun olan elementler: Mg, Cr, Fe, Ni, Co, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt.**
- 4. Bazik kayalarda yoğun olan elementler: Ca, Sc, Ti, V, Al, P, Mn, Cu, Zn, Ga, As, Br, Sr, Ag, Cd, Sb.**
- 5. Asidik kayalarda daha yoğun olan elementler: Li, Be, B, F, Na, Si, Sr, Rb, K, Y, Zr,**