



## Maddenin evrimi

Kerem Cankoçak (İTÜ Fizik)

23.03.2012

## İçindekiler

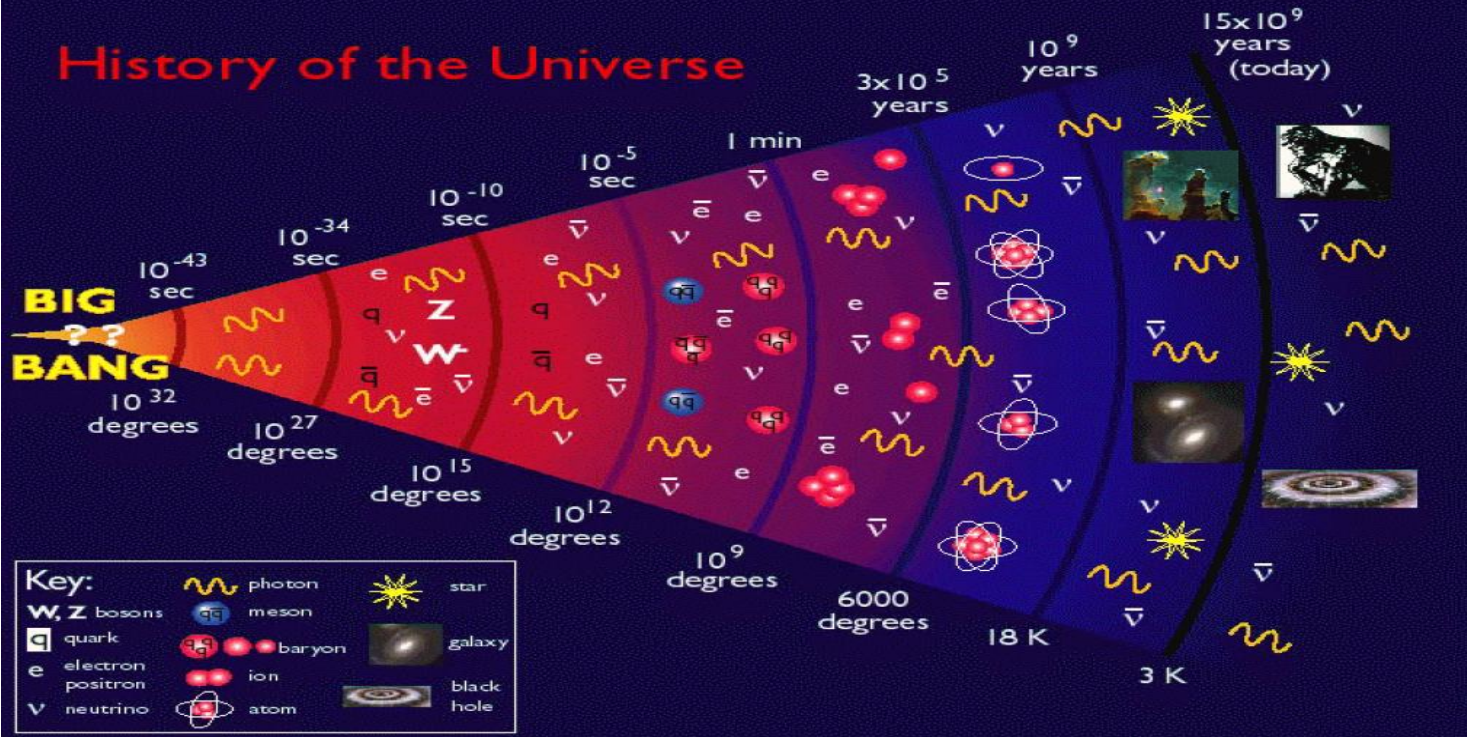
- Bilim/ Dogma farkı
- Bilimselliğin tanımı
- - Bilimlerin birbirleri ile uyumu
- Farklı Evrim'ler
- - Evrenin kısa tarihi
- - "Kendiliğinden" kavramının doğa bilimlerindeki önemi

# Bilim / Dogma ayrımı



Turhan Selçuk'un "Uzay Katları" adlı çizgi romanından (günümüz Türkiye'sinde piyasada satılan dini kitaplardan derlenmiştir..!)

## History of the Universe

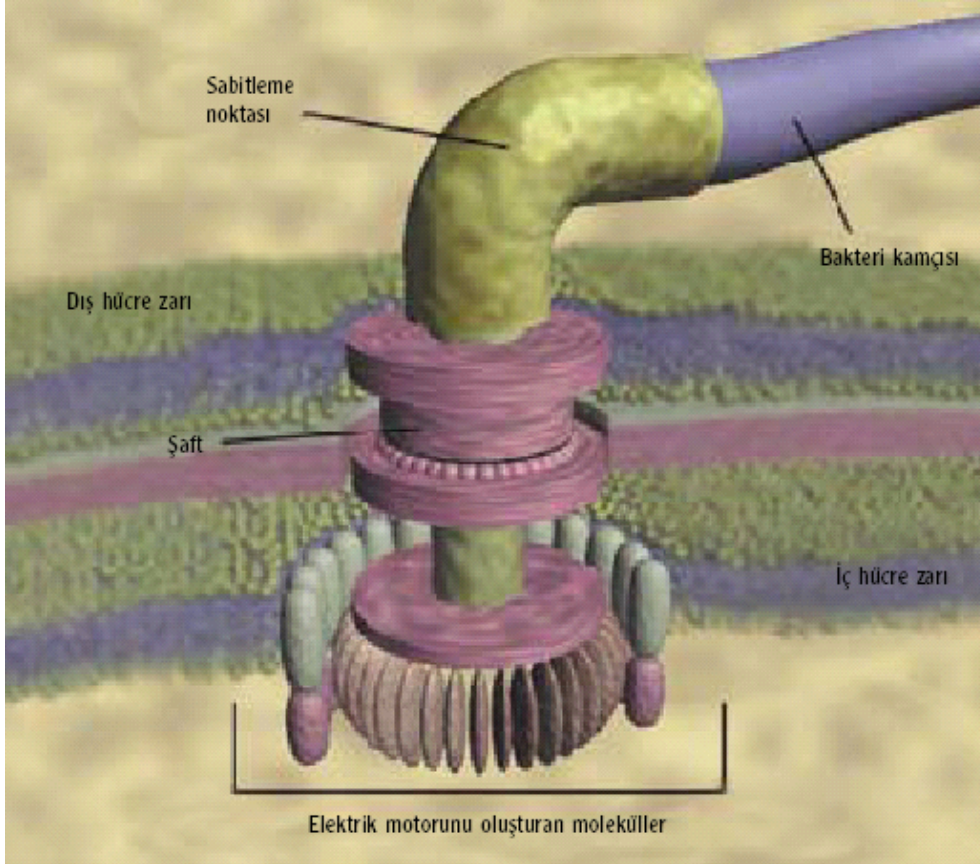


Yaklaşık 500 yıllık bilimsel çalışmaların ürünü.

İspatlanabilir / Yanlışlanabilir kuramlar.

Bütün doğa bilimleri birbirleri ile uyum içindedir.

## Bir başka bilimsel olmayan kuram örneği: Bilinçli tasarım modeli



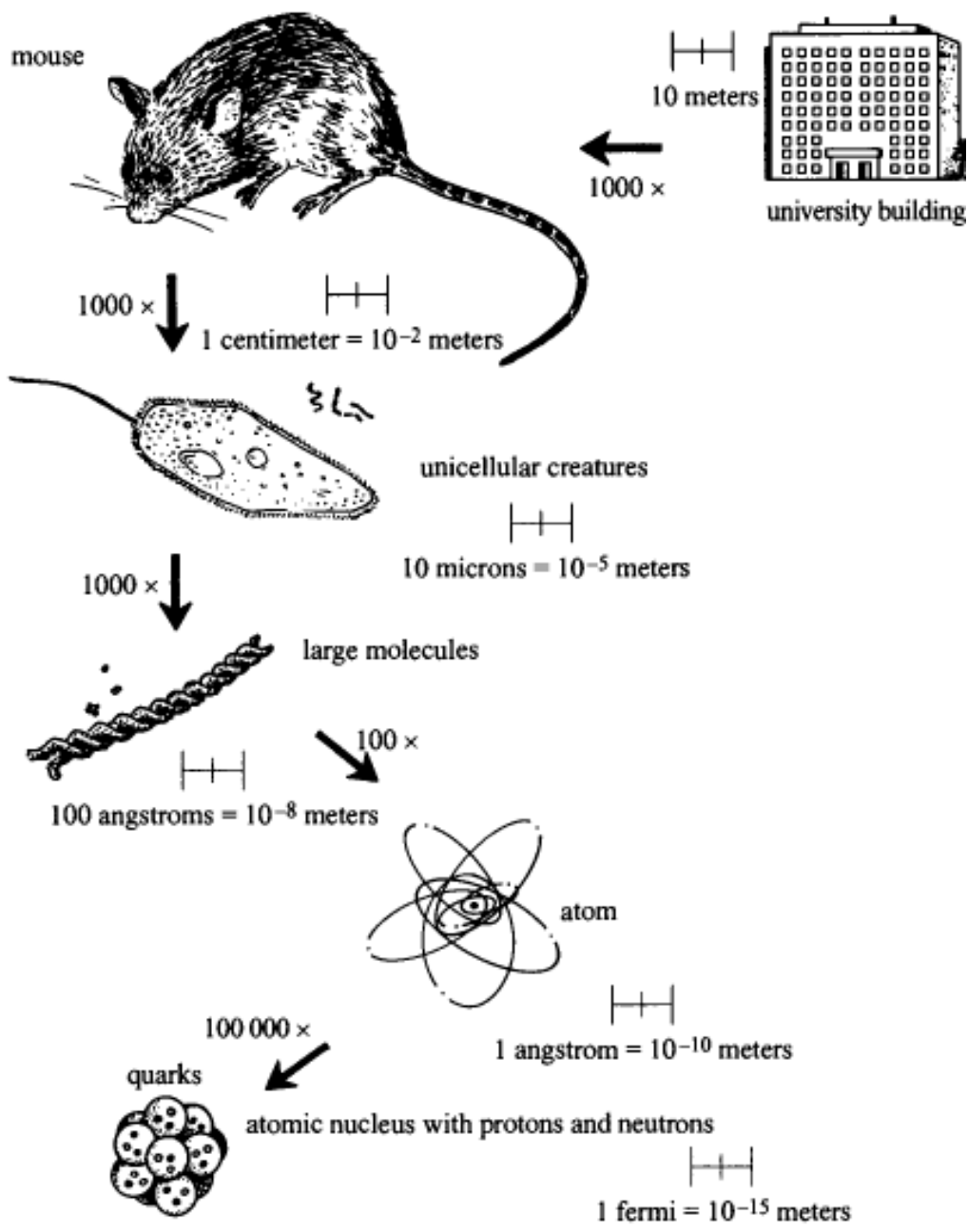
Bilinçli tasarım modelinin argümanı:

doğada "kademe kademe" evrimleşemeyecek, çok karmaşık yapılar vardır. O nedenle evrim teorisi yanlıştır!

Örnek: Bakteri kamçısı

Evrin modeli, diğer tüm bilimsel modeller gibi bütünü açıklamaktan uzaktır. Her bilimsel modelin açıkları vardır.

Oysa bilinçli tasarım modeli daha çok sayıda bilimsel olguyla çelişmektedir. Ayrıca ortaya daha çok sayıda açıklanamaz faktör çıkartmaktadır: Tasarımcıyı kim tasarladı gibi..



G.T'Hoof, 'Maddenin Son Yapıtaşları'ndan

**Farklı boyutlarda farklı doğa yasaları geçerlidir**

Figure 2. Relative sizes.



# Özel Görelilik ve Kuantum Fiziği

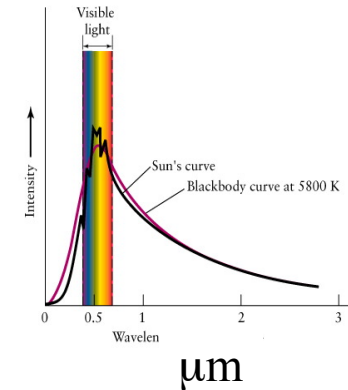
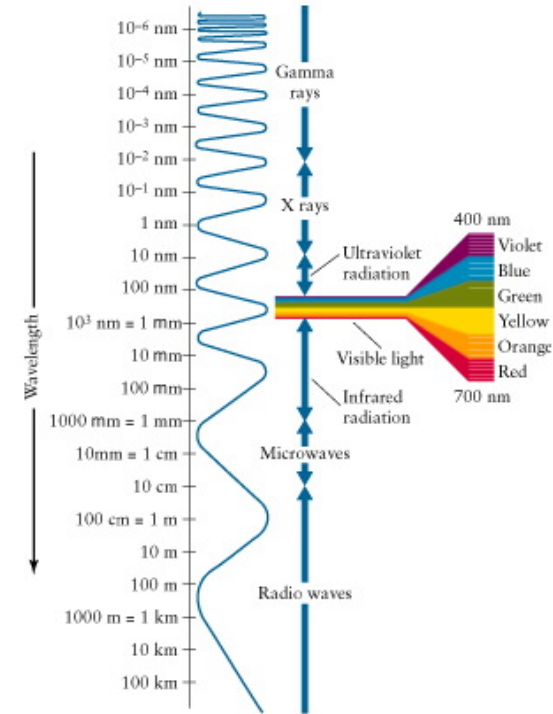
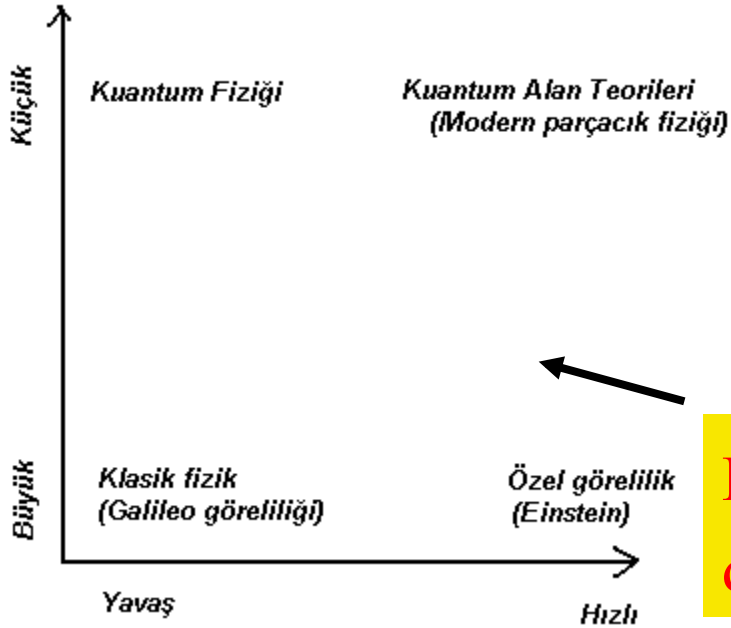
## 1-) Atom ve atom altı dünyası:

- 1900 Planck (kuanta'nın keşfi)
- 1905 ışığın parçacık yapısı (Einstein)
- 1920'ler atom modelleri (Rutherford, Bohr, ..)
- 1920-1930'lar: Kuantum mekaniğinin doğuşu (Heisenberg, Schrödinger, Dirac, ...)

## 2-) 1905 Özel Görelilik

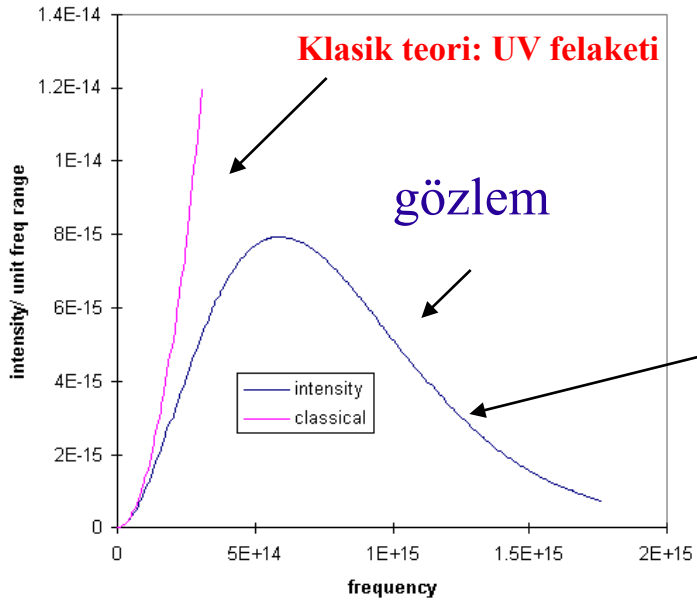
(Poincare-Einstein, Minkovski)

1915 Genel Görelilik (Einstein)

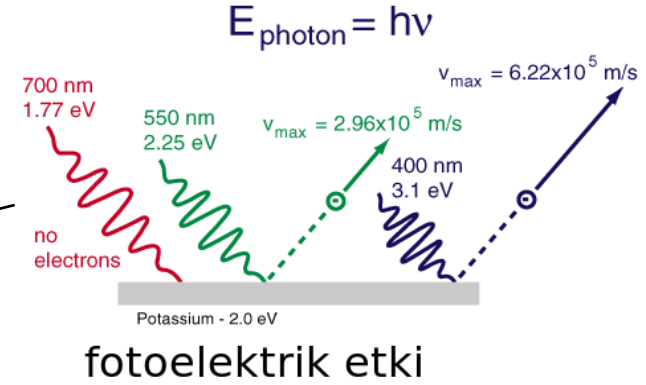


Bunlar farklı fizikler değil !

# Kuantum yüzyılı



Çözüm: ışık kuantası (Planck, 1900)



## Quantum Tunneling

### Classical Picture

electron electric field

The classical picture shows a red dot representing an electron moving towards a yellow bar representing an electric field barrier. The electron is reflected back.

in classical physics, the electron is repelled by an electric field as long as energy of electron is below energy level of the field

### Quantum Picture

electron wave

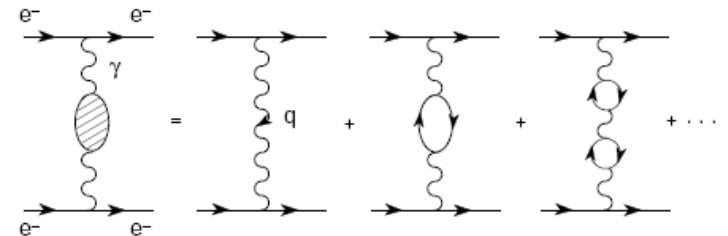
The quantum picture shows a blue wave representing an electron wave function moving towards the yellow bar. Part of the wave passes through the barrier.

in quantum physics, the wave function of the electron encounters the electric field, but has some finite probability of tunneling through

**Olasılık dağılım fonksiyonu**

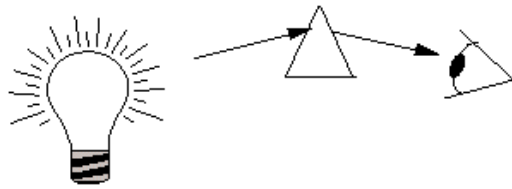
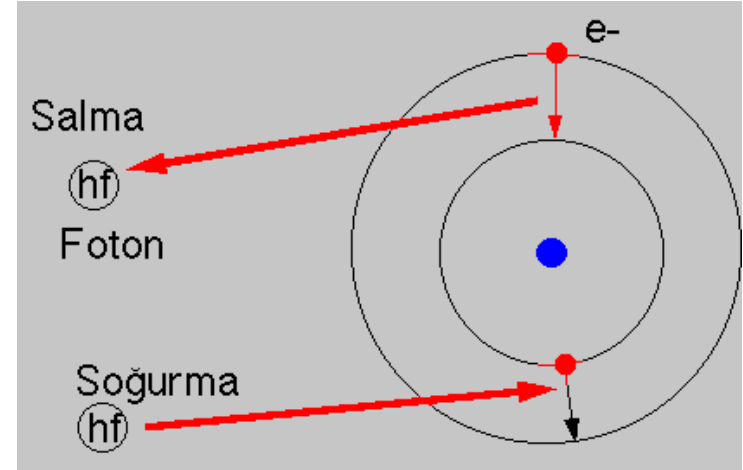
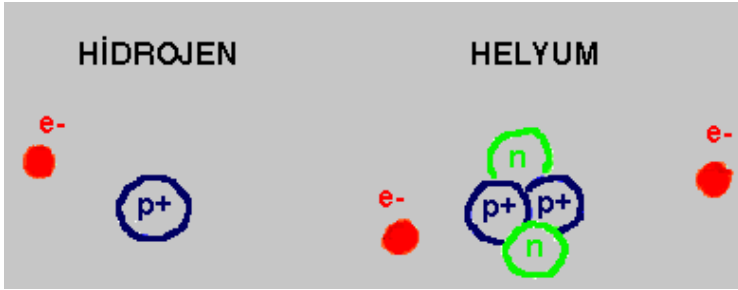
this is the basis for transistors

Benzer bir şekilde günümüzde de UV felaketleri aşmakta aynı yöntem kullanılmakta --> **Fenomenoloji**

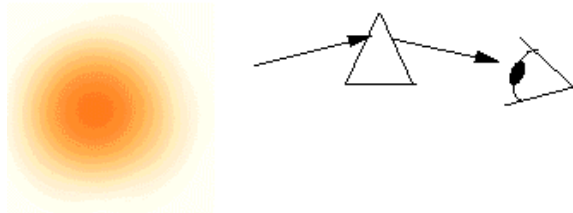


Kuantum Alan teorilerinde renormalizasyon, regularizasyon

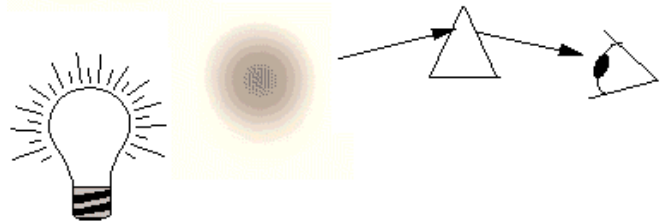




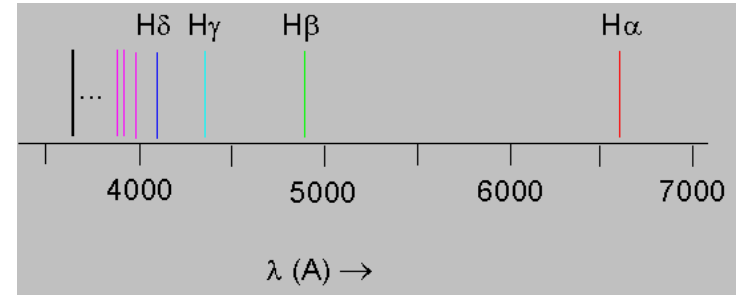
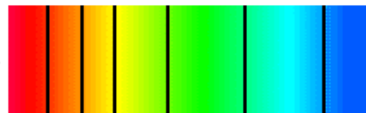
Sürekli Tayf



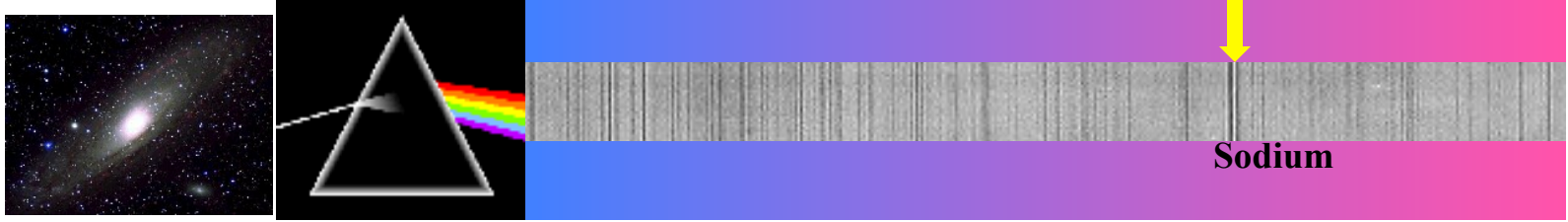
Salma Çizgi tayfı



Soğurma Çizgi tayfı



# Yıldızların tayf analizi

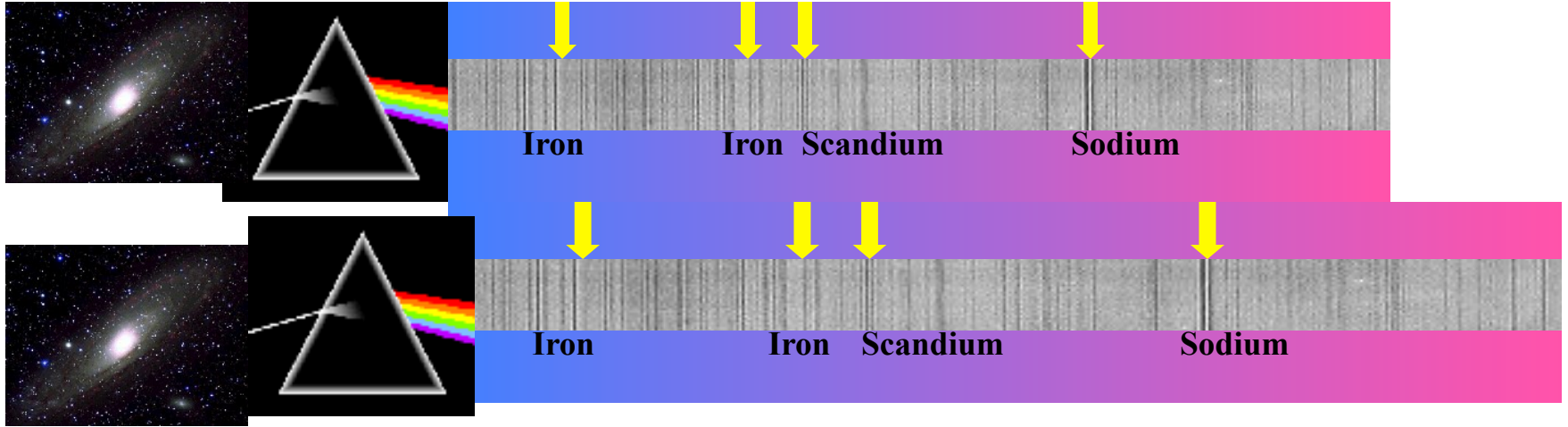


## Uzayda soda...

Güneşte ya da diğer yıldızlardaki gazları, elementleri onların bıraktığı parmak izlerinden anlarız.

Örneğin sodyum spektrumunda kavuniçi-sarı çizgiye denk gelir.  
(portakaldaki Sodyum D gibi...)





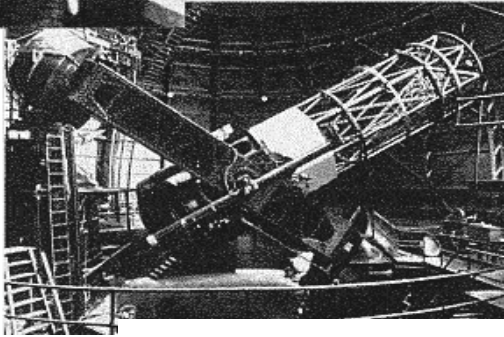
Doppler etkisi dediğimiz bir fizik olayı bize galaksilerin yakınlaşıp uzaklaştıklarını gösterir. Tıpkı bize doğru yaklaşan bir ambulansın sesini uzaklaşan ambulandan farklı duymamız gibi..

# Büyük Patlama Kuramı ve Modern Kozmolojinin doğuşu

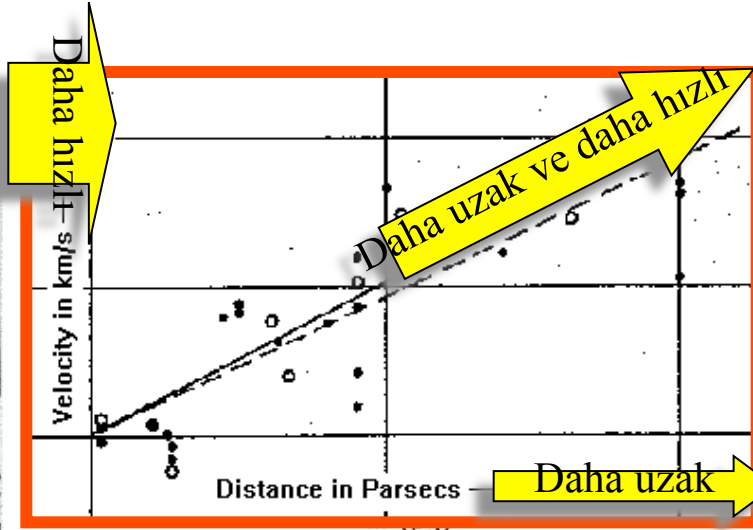
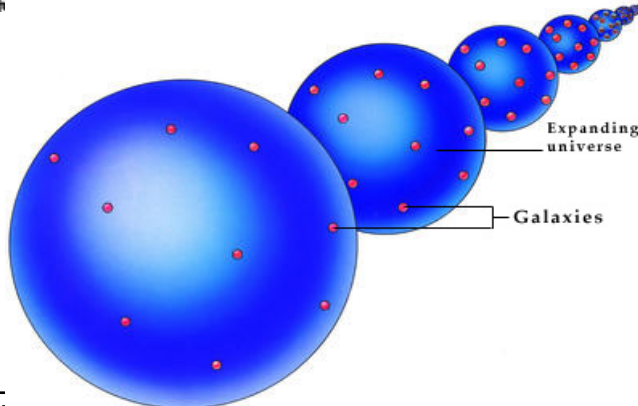


Edwin Hubble

1929



Mt. Wilson  
100 Inch  
Telescope



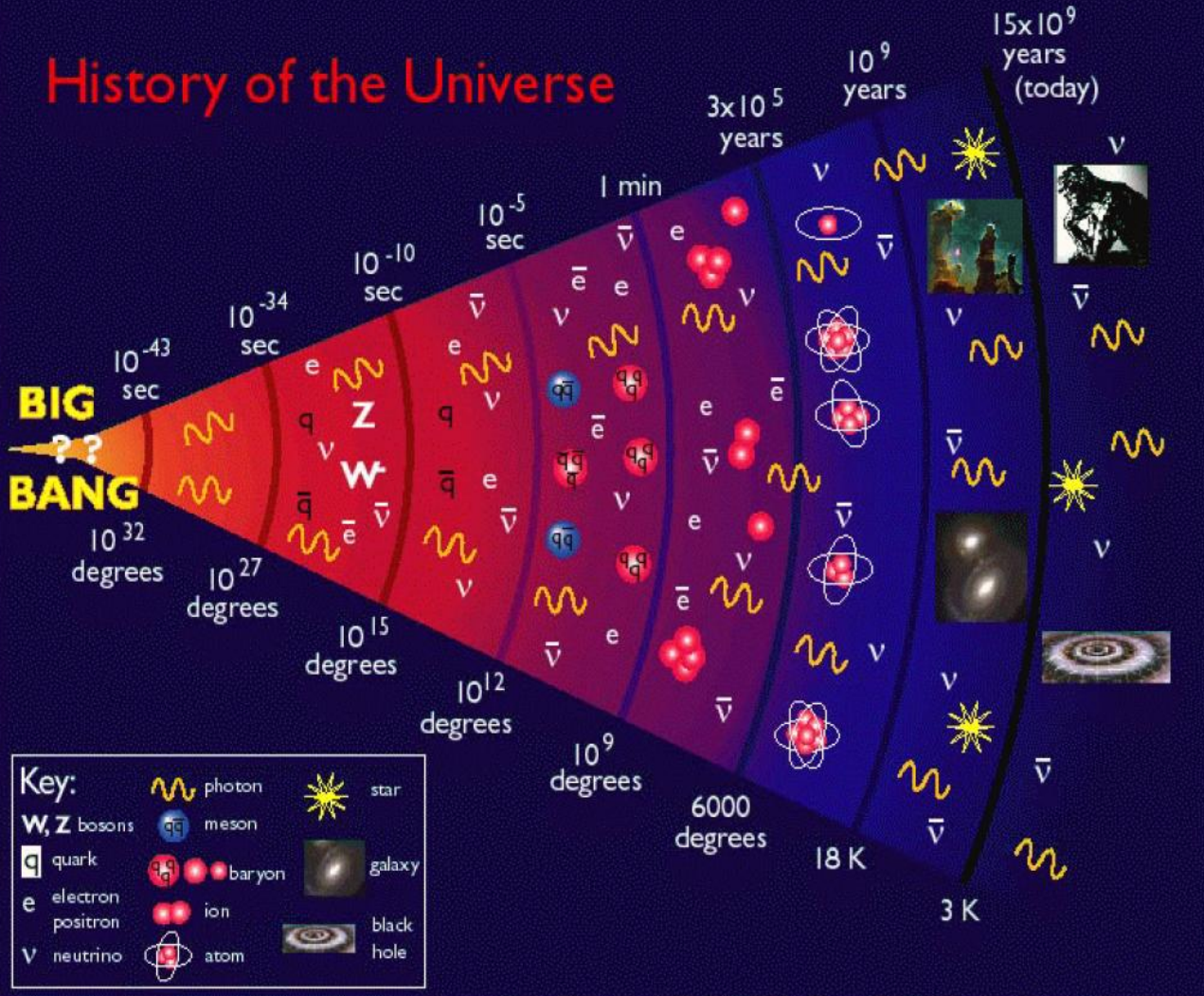
Doppler Etkisi ve Yıldızların Tayf çizgileri

**Sonuç: evren genişliyor !**  
**Dolayısıyla bir başlangıcı vardı**  
**(Büyük Patlama -Big Bang)**

# Evrenin kısa tarihi

Uzay ve zaman ~ 13.7 milyar yıl önce başladı

## History of the Universe



dört temel kuvvet

kütle çekim kuvveti,

elektro-manyetik kuvvet,

zayıf (yeğni) kuvvet

nükleer (yeğni) kuvvet

ilk nano saniyelerde hep bir aradaydılar. Evren hızla soğudukça bu kuvvetler ayrıştılar

Zamanın başlangıcında evren soğurken enerji maddeye dönüştü

--> atom-altı parçacıklar --> Madde-anti madde simetri kırınımı

--> enflasyonist genişleme

--> baryonlar, mezonlar

--> Çekirdek sentezi

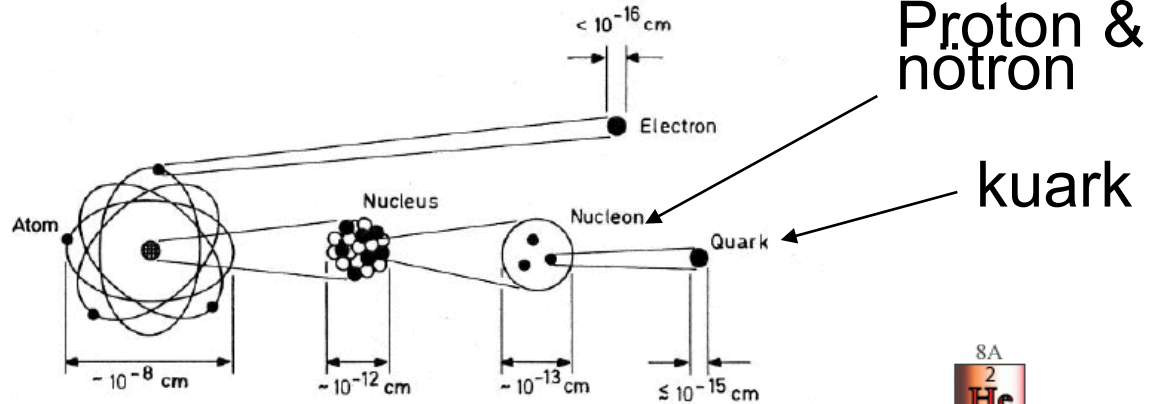
--> Şeffaf evren (CMB)

Elektron, proton --> hidrojen atomu --->yıldızlar -> daha ağır atomlar

Süpernova --> güneşimiz --> dünya --> canlı yaşam (bizler yıldızlardan geldik)

# Kendisi üstüne düşünen kuarklara doğru...

Evrendeki her şey atomlardan meydana gelir



## Elementler tablosu

1A	1 <b>H</b> hydrogen 1.008	2A	2 <b>He</b> helium 4.003																	8A
	3 <b>Li</b> lithium 6.941	4 <b>Be</b> beryllium 9.012																	10 <b>Ne</b> neon 20.18	
	11 <b>Na</b> sodium 22.99	12 <b>Mg</b> magnesium 24.31																	18 <b>Ar</b> argon 39.95	
	19 <b>K</b> potassium 39.10	20 <b>Ca</b> calcium 40.08	3B	4B	5B	6B	7B	8B		11B	12B	3A	4A	5A	6A	7A	8A			
	37 <b>Rb</b> rubidium 85.47	38 <b>Sr</b> strontium 87.62	21 <b>Sc</b> scandium 44.96	22 <b>Ti</b> titanium 47.88	23 <b>V</b> vanadium 50.94	24 <b>Cr</b> chromium 52.00	25 <b>Mn</b> manganese 54.94	26 <b>Fe</b> iron 55.85	27 <b>Co</b> cobalt 58.93	28 <b>Ni</b> nickel 58.69	29 <b>Cu</b> copper 63.55	30 <b>Zn</b> zinc 65.39	5 <b>B</b> boron 10.81	6 <b>C</b> carbon 12.01	7 <b>N</b> nitrogen 14.01	8 <b>O</b> oxygen 16.00	9 <b>F</b> fluorine 19.00			
	55 <b>Cs</b> cesium 132.9	56 <b>Ba</b> barium 137.3	39 <b>Y</b> yttrium 88.91	40 <b>Zr</b> zirconium 91.22	41 <b>Nb</b> niobium 92.91	42 <b>Mo</b> molybdenum 95.94	43 <b>Tc</b> technetium (98)	44 <b>Ru</b> ruthenium 101.1	45 <b>Rh</b> rhodium 102.9	46 <b>Pd</b> palladium 106.4	47 <b>Ag</b> silver 107.9	48 <b>Cd</b> cadmium 112.4	13 <b>Al</b> aluminum 26.98	14 <b>Si</b> silicon 28.09	15 <b>P</b> phosphorus 30.97	16 <b>S</b> sulfur 32.07	17 <b>Cl</b> chlorine 35.45			
	87 <b>Fr</b> francium (223)	88 <b>Ra</b> radium (226)	57 <b>La*</b> lanthanum 138.9	72 <b>Hf</b> hafnium 178.5	73 <b>Ta</b> tantalum 180.9	74 <b>W</b> tungsten 183.9	75 <b>Re</b> rhenium 186.2	76 <b>Os</b> osmium 190.2	77 <b>Ir</b> iridium 192.2	78 <b>Pt</b> platinum 195.1	79 <b>Au</b> gold 197.0	80 <b>Hg</b> mercury 200.5	31 <b>Ga</b> gallium 69.72	32 <b>Ge</b> germanium 72.58	33 <b>As</b> arsenic 74.92	34 <b>Se</b> selenium 78.96	35 <b>Br</b> bromine 79.90			
		89 <b>Ac~</b> actinium (227)	104 <b>Rf</b> rutherfordium (261)	105 <b>Db</b> dubnium (260)	106 <b>Sg</b> seaborgium (263)	107 <b>Bh</b> bohrium (262)	108 <b>Hs</b> hassium (265)	109 <b>Mt</b> meitnerium (266)	110 <b>Ds</b> darmstadtium (271)	111 <b>Uuu</b> (272)	112 <b>Uub</b> (277)	81 <b>Tl</b> thallium 204.4	82 <b>Pb</b> lead 207.2	83 <b>Bi</b> bismuth 208.9	84 <b>Po</b> polonium (209)	85 <b>At</b> astatine (210)	53 <b>I</b> iodine 126.9			
													114 <b>Uuq</b> (296)		116 <b>Uuh</b> (298)		54 <b>Xe</b> xenon 131.3			
																	86 <b>Rn</b> radon (222)			
																	118 <b>Uuo</b> (?)			

# Madde ve boyutlar



~1 [m]

~ $5 \times 10^{-6}$   
[m]



hücre

~ $2 \times 10^{-9}$   
[m]



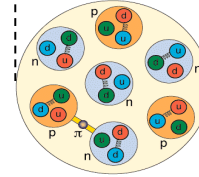
DNA

~ $2 \times 10^{-10}$   
[m]



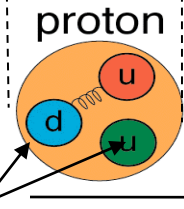
atom

~ $5 \times 10^{-15}$   
[m]



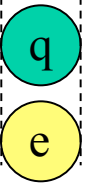
çekirdek

~ $1.5 \times 10^{-15}$   
[m]



proton

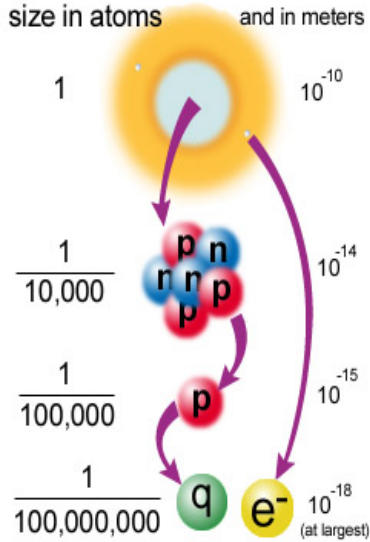
< $1 \times 10^{-18}$   
[m]



kuark

lepton

15



En temel parçacıklar  
Kuarklar ve leptonlar'dır

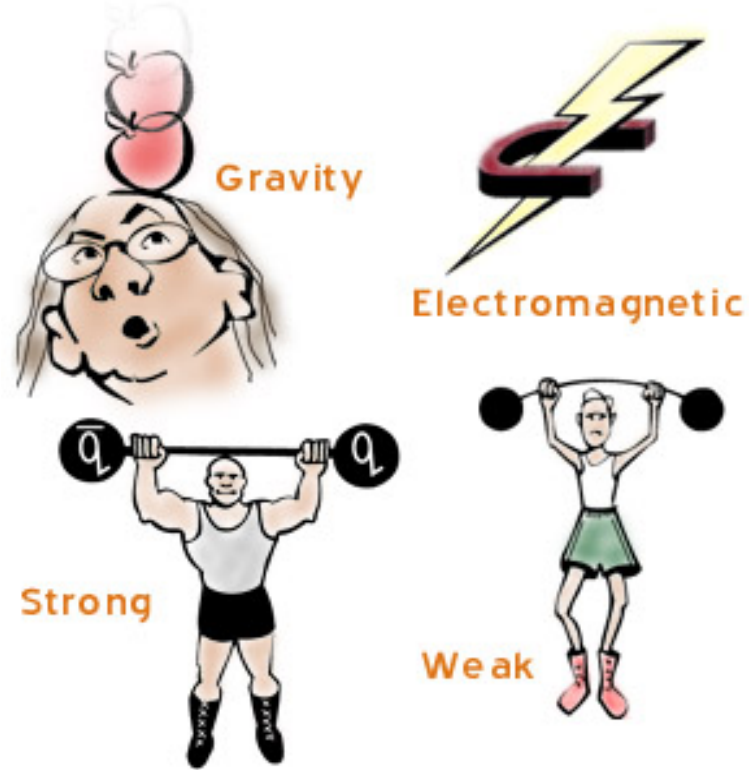
# Dört Temel Kuvvet

## Yerçekimi

**Zayıf kuvvet:  $Z, W^\pm$  bozonları**  
(örn. Beta radyasyonu)

**Elektromanyetik kuvvet: foton**  
(örn. Işık, TV, radyo,...)

**Güçlü (yeğın) kuvvet:  $g$  Gluon**  
(örn. güneş)



Bilinen bütün diğer kuvvetler bu yukarıdakilerden meydana gelir



# Standart Model'de Kuark & lepton aileleri

atom:  
proton,  
nötron  
& elektron

aile	Kuark (kütle GeV)		Antikuark (kuarklarla aynı kütle)	
	Q = +2/3	Q = -1/3	Q = -2/3	Q = +1/3
<b>1</b>	u (0.003 GeV)	d (0.006 GeV)	$\bar{u}$	$\bar{d}$
<b>2</b>	c (1.3 GeV)	s (0.1 GeV)	$\bar{c}$	$\bar{s}$
<b>3</b>	t (175 GeV)	b (4.4 GeV)	$\bar{t}$	$\bar{b}$

hadronlar:

proton: uud

nötron: udd

Kuvvet taşıyıcıları:

$\gamma$  Foton

(0 GeV)

g Gluon

(0 GeV)

Z bozon

(91.2 GeV)

$W^\pm$  bozon

(80.4 GeV)

Kuarklar bağımsız olarak var olamazlar

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$$

$$L_e 0 \rightarrow 0 + 1 + (-1)$$

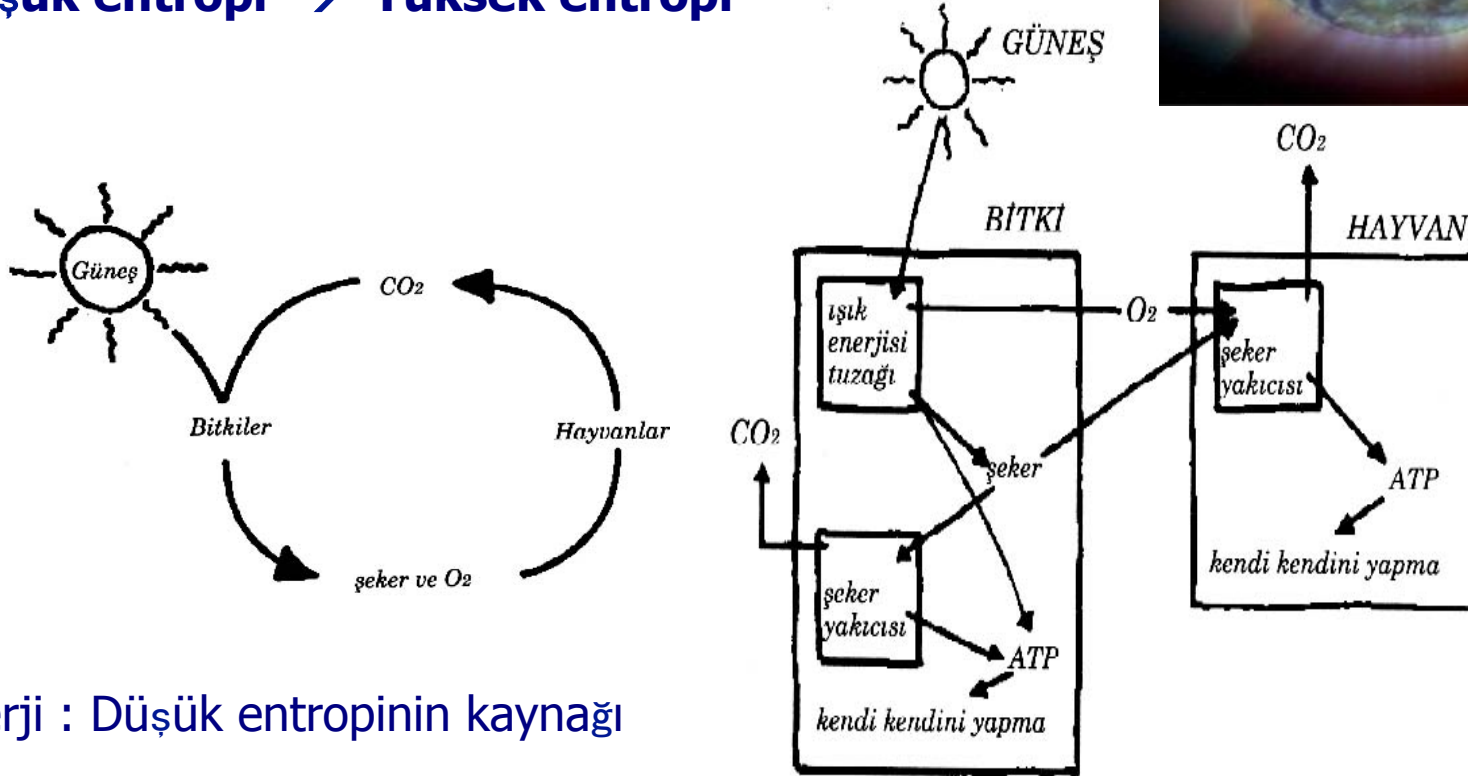
Neutrino lar neredeyse kütesiz (Sol-elliler) Lepton sayıları ayrı ayrı korunmakta Reaksiyona giren ve çıkan  $L_e, L_\mu, L_\tau$  sayıları aynı olmalı

aile	Lepton (kütle GeV)		Antilepton (leptonlarla aynı kütle)	
	Q = -1	Q = 0	Q = +1	Q = 0
<b>1</b>	$e^-$ (0.0005 GeV)	$\nu_e$ (~0 GeV)	$e^+$	$\bar{\nu}_e$
<b>2</b>	$\mu^-$ (0.1 GeV)	$\nu_\mu$ (~0 GeV)	$\mu^+$	$\bar{\nu}_\mu$
<b>3</b>	$\tau^-$ (1.78 GeV)	$\nu_\tau$ (~0 GeV)	$\tau^+$	$\bar{\nu}_\tau$

# Termodinamiğin 2 yasası

- 1. yasa Enerji korunumu
- 2. Yasa: Entropi her zaman artar  
Entropi = düzensizlik ölçüsü

Düşük entropi → Yüksek entropi



Enerji : Düşük entropinin kaynağı

(ama yenilenebilir enerji kaynakları araştırmalarından para kazanan çok insan vardır)

**“Yenilenebilir enerji” yoktur**

# Düzen-Düzensizlik

Asıl büyük “mucize” evrenimizde canlı yaşamın ortaya çıkışı değil, düzenli yapıların (maddenin) ortaya çıkışıdır

Hydroxyl R- OH, Carbonyl R=O ,Carboxyl R=O ve OH organic acids (carboxylic acids: formic, acetic,..), Amino R- N + 1 , Sulfhydal R- S-H thiols, protein moleculer yapıları,... bütün bunlar düzenli yapılardır.

**Madde bir kere ortaya çıktıktan sonra milyarlarca gezegen içinde bir gezegende DNA'nın ortaya çıkması yalnızca bir istatistik sorundur**

Enerjiyi **düşük entropi** biçiminde alırız (gıda, oksijen) ve **Yüksek Entropi** biçiminde (ısı,karbondioksit) harcarız.

**Entropi korunmaz.**

Kendimizi canlı tutabilmek için entropi içeriğimizi **düşük** tutmalıyız.

**Yüksek entropi** biçiminde çıkan **enerjiyi** atarız. Entropinin bedenimizde artmasına izin vermeyerek, **düzenimizi** sürdürürüz.



## Kararlı yapılar

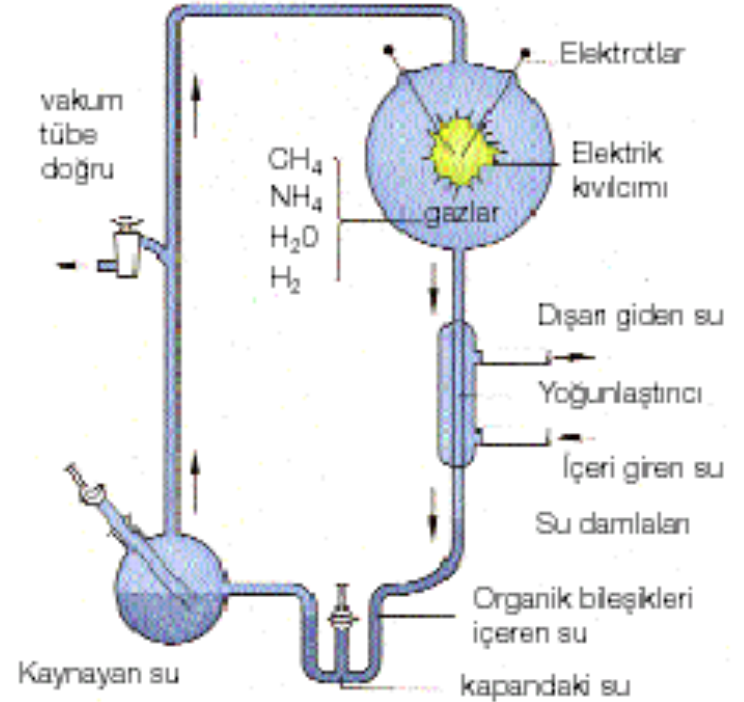
- **Bir kararlı yapı olarak madde en ilksel doğal seçim**, kararlı yapıların seçilip, kararsızların reddedilmesi  
elektron-proton-nötron → atom  
→ elementler → moleküller → madde

### ilksel çorba :

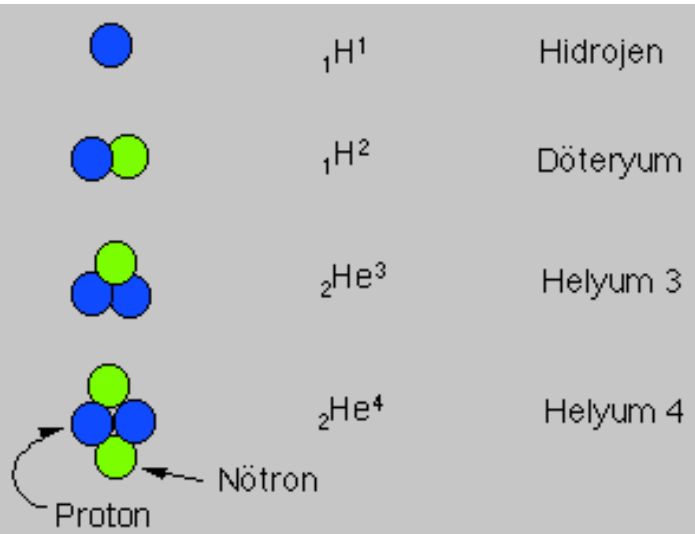
Enerji + madde → amino-asitler (proteinlerin yapı taşları)

Eşleyici molekül (kendi kopyasını çıkartabilen): örnek kristaller

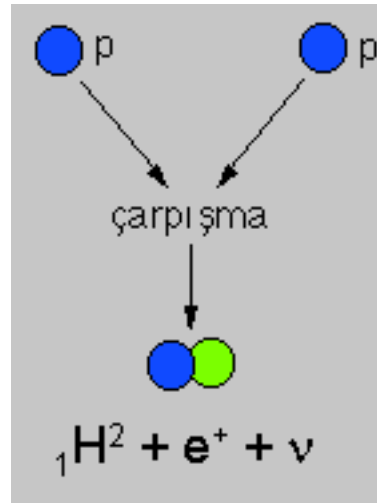
Yaşamın başlangıcı: aminoasitler



*İkinci jeolojik zamandan günümüze kıtaların hareketleri (solda). Miller'in öğrenciyken yaptığı, Dünya'nın ilkel atmosferinde bulunan gazlardan temel amino asitlerin oluşabileceğini gösteren deneyin şeması (Üstte).*



## Atom çekirdeği

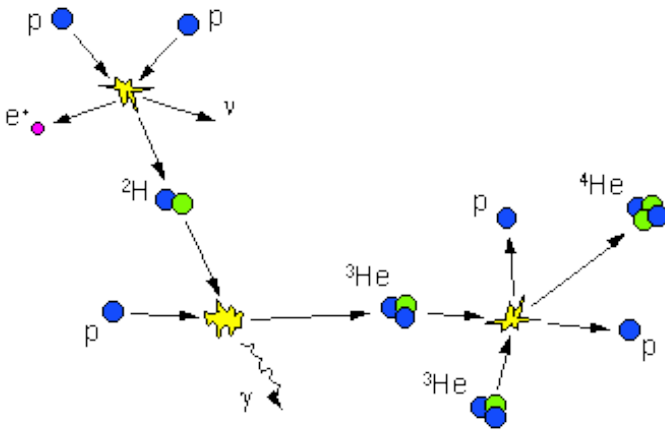


$T_{\text{çekirdek}} \sim 15 \times 10^6 \text{ K}$   
Döteryum + Pozitron + Nötrino + Enerji

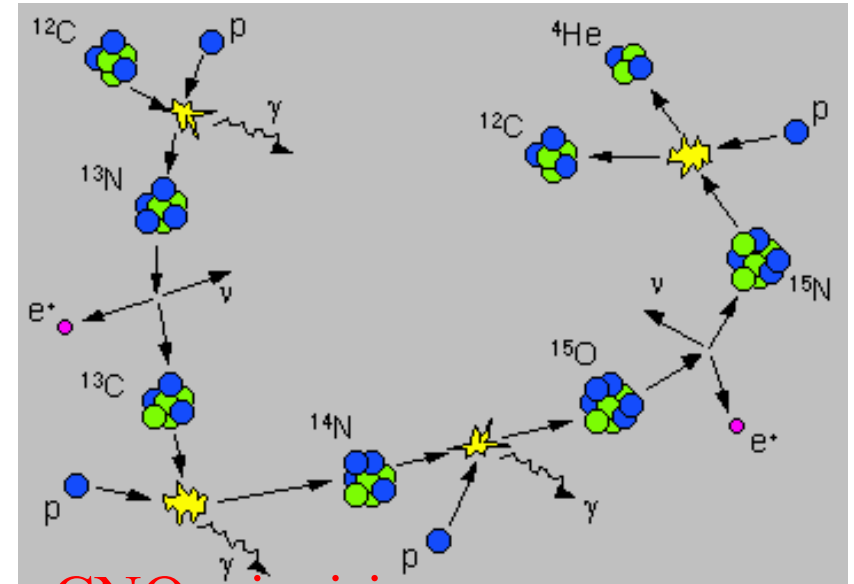
$T > 10,000,000 \text{ K}$   
Düşük kütleli yıldızlarda  
Proton-Proton Zinciri

$T > 16,000,000 \text{ K}$   
Yüksek kütleli yıldızlarda  
CNO Zinciri

## Yıldız çekirdeği

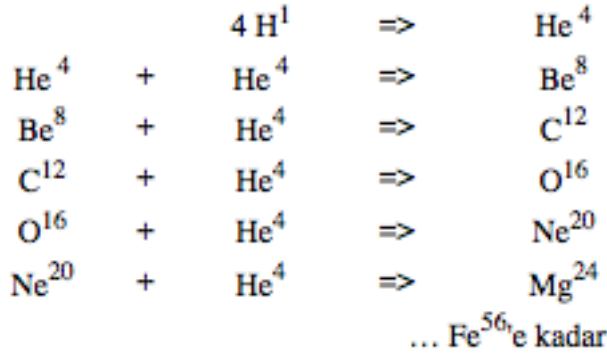


## Pp zinciri



## CNO zinciri

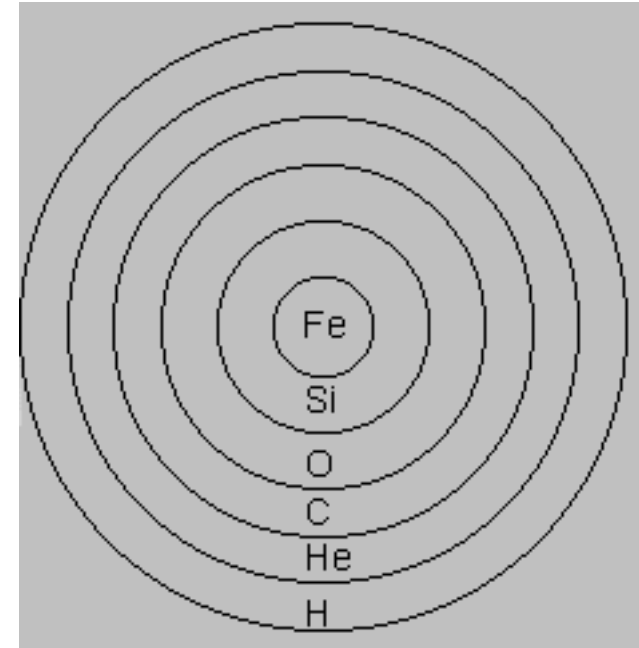
# Nükleosentez



- **Füzyon** hafif elementlerden ağır elementlerin üretilme sürecidir.
- Örn.  $4 \text{H}^1 \Rightarrow \text{He}^4 + \text{enerji}$
- **Fisyon** ağır çekirdeklerin parçalanarak daha hafif çekirdeklere dönüşme sürecidir.
- Örn.  $\text{U}^{235} + n \Rightarrow \text{Ba}^{141} + \text{Kr}^{92} + 3n + \text{enerji}$

## Yıldızların Ölümü

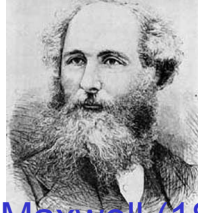
Yıldız Kütle	Çökmenin Biçimi	Yarıçap Boyutu (km)	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Son ürün
$M_{\text{Yıldız}} < 1 M_{\text{Güneş}}$	Yavaş çekimsel büzülme	---	---	Kahverengi veya Kara Cüce
$1 M_{\text{Güneş}} \text{ ile } \sim 5 M_{\text{Güneş}}$ arası	Orta çekirdek büzülmesi	7000	$10^7$	Beyaz Cüce
$\sim 5 M_{\text{Güneş}} \text{ ile } 15 M_{\text{Güneş}}$ arası	Hızlı çekirdek büzülmesi	20	$3 \times 10^{14}$	Nötron Yıldızı
$M_{\text{Yıldız}} > 15 M_{\text{Güneş}}$	Çok hızlı çekirdek büzülmesi	4	$10^{16}$	Kara Delik



# Birleşme kuramlarının çok kısa tarihi



Newton (1680)



J.C. Maxwell (1864)

Standart Model

Gök cisimleri

elma

elektrik

magnetizma

atomlar

elektromagnetizma

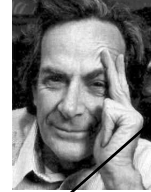
Kuantum mekaniği

1900'ler Planck, Heisenberg, Bohr, Pauli,..

yerçekimi mekanik



Dirac (1930)



Feynman (1960'lar)

$\gamma$ -bozunumu

$\beta$ -bozunumu

Zayıf kuvvet

Genel görelilik



Einstein (1916)

Özel görelilik

Kuantum ElektroDinamiği

1962-1973: Glashow, Salam, Weinberg

Elektrozayıf kuram

$\alpha$ -bozunumu

Güçlü kuvvet

Kuantum Renk Dinamiği

Sicim teorileri

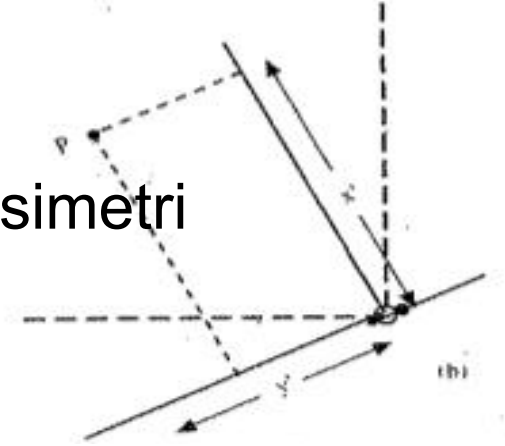
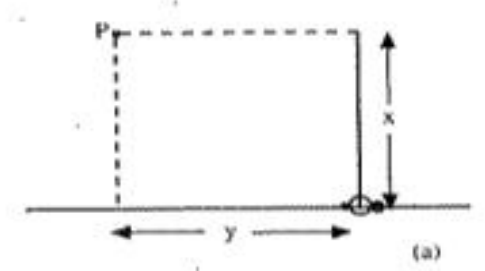
Büyük Birleşme ?

# Simetri - korunum yasaları

doğada



Fizik yasalarında simetri





*Simetri*



*Korunum yasaları*

1. öteleme

2. dönme

3. Zamanda öteleme

$R^3$

1. momentum

2. açısal momentum

3. enerji



değişmezlik

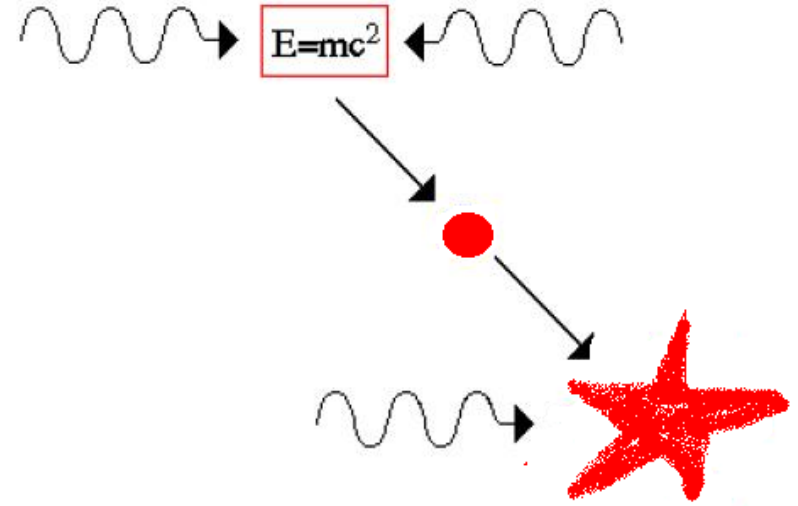
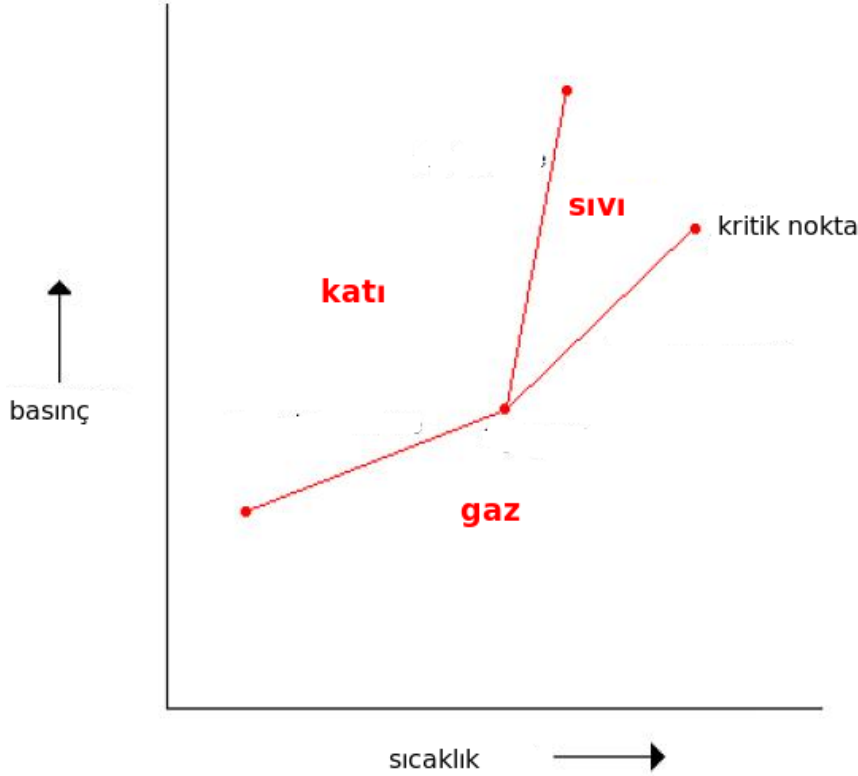


korunum

*Ayar simetrisi – «iç» uzaydaki dönüşümler altında  
değişmezlik*

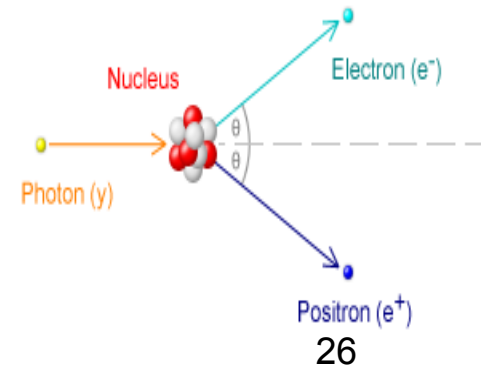
*Bu uzayda SM'in gurup yapısı  $U(1) \times SU(2) \times SU(3)$*

# Simetri ve simetrinin kırınımı

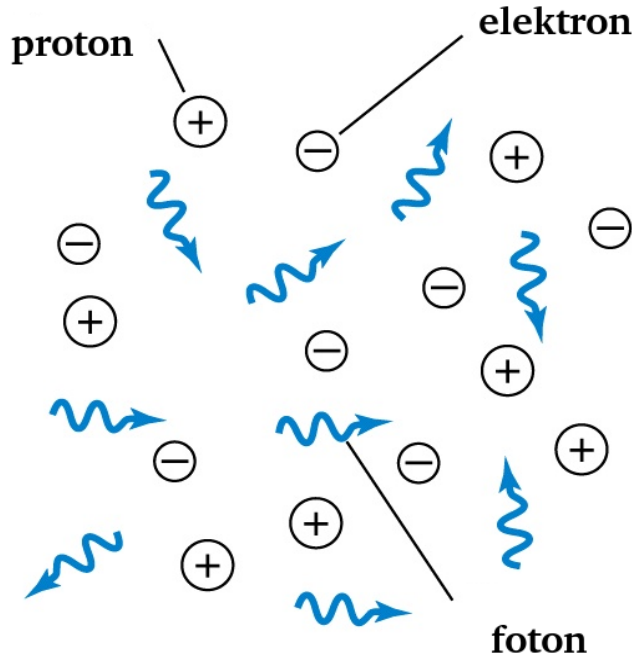


**Simetri korunduğu sürece parçacıklar oluşamaz**

Evrenin ilk başlangıcında meydana gelen faz değişikliği ile gerçekleşen **simetri kırınımının** radikal sonuçları olmuş ve uzay-zaman ile kütle ayrıışmıştır. Açığa çıkan enerji, parçacıkların meydana gelmesine neden olmuştur

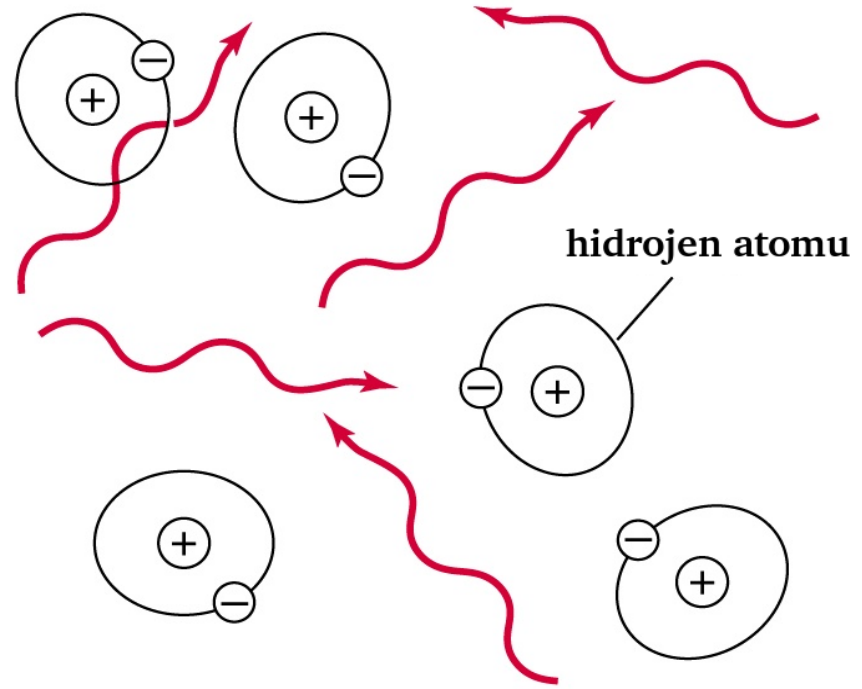


# Maddenin ortaya çıkışı: kırılmış simetri



## Opak evren

Başlangıçta evrende radyasyon (ışınım) hakimdi. Elektron, proton gibi maddenin temel yapı taşları yüksek sıcaklıklarda bir araya gelip atomu oluşturamıyorlardı.



## Şeffaf Evren (başlangıçtan 400 bin yıl sonra)

Evren yaklaşık 400 bin yıl yaşındayken, sıcaklığı 4000 kelvine kadar düştü (günümüzdeki sıcaklığın bin katı) ve protonlar hidrojen atomları oluşturmak üzere elektronlarla bağlandı.

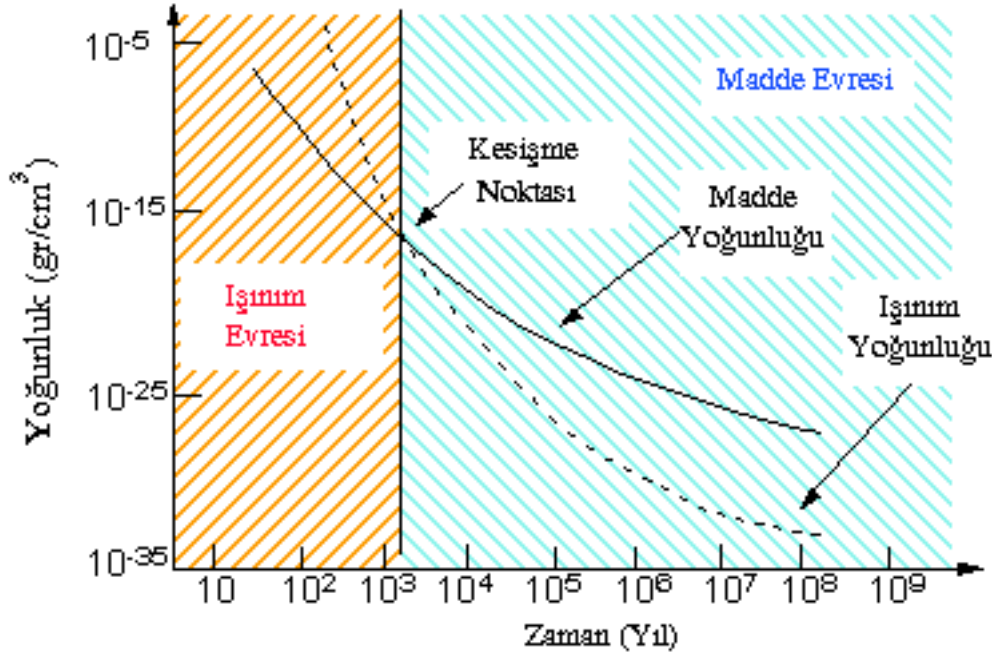
→ **CMB**

# Evrenin Evriminin farklı aşamaları

Evren geliştikçe hem madde hemde ışınım yoğunlukları azalmıştır

Işınım yoğunluğu daha hızlı değişmiştir!

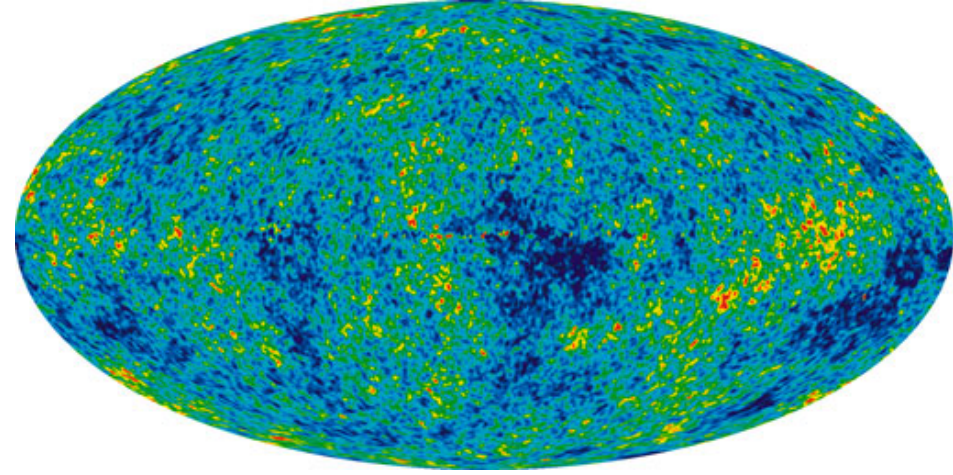
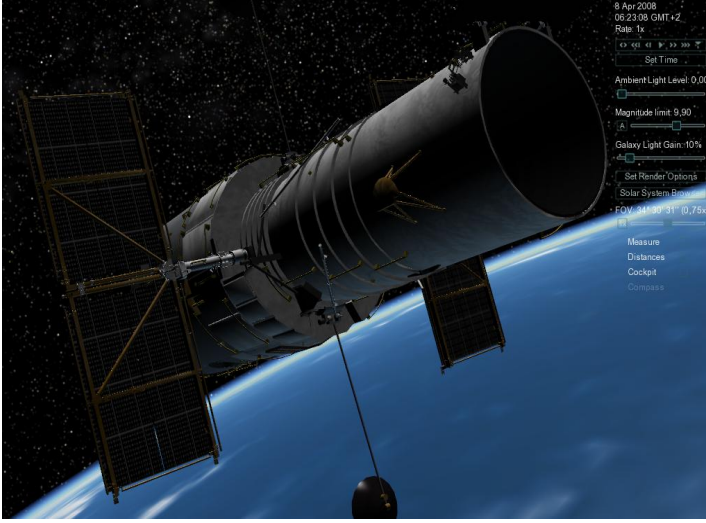
Bu nedenle, geçmişteki ışınım yoğunluğu madde yoğunluğuna göre çok daha fazlaydı.



Sıcaklık (K)	Parçacık «ifti
$\sim 10^{13}$	proton, anti-proton
$\sim 6 \times 10^9$	elektron, pozitron
$< 10^9$	çift parçacık üretilmez

Dönem	t (s)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	T (K)	Temel Olay
Planck	0	$\infty$	$\infty$	bilinmeyen fizik
GUT	$10^{-43}$	$10^{92}$	$10^{32}$	
Hadron	$10^{-35}$	$10^{72}$	$10^{27}$	Ağır ve hafif parti-küllerin ısısal dengede olması
	$10^{-4}$	$10^{13}$	$10^{12}$	

# Kozmik Ardan Işınımı (CBM)



Erken evren:

Sıcak

Yoğun

Hızla genişliyordu

Homojenli ve İzotropi → termal denge

Yüksek  $T$  ⇒ yüksek enerji ⇒ Kuantum Alan Teorileri

CMB ilk koşulları gösteriyor

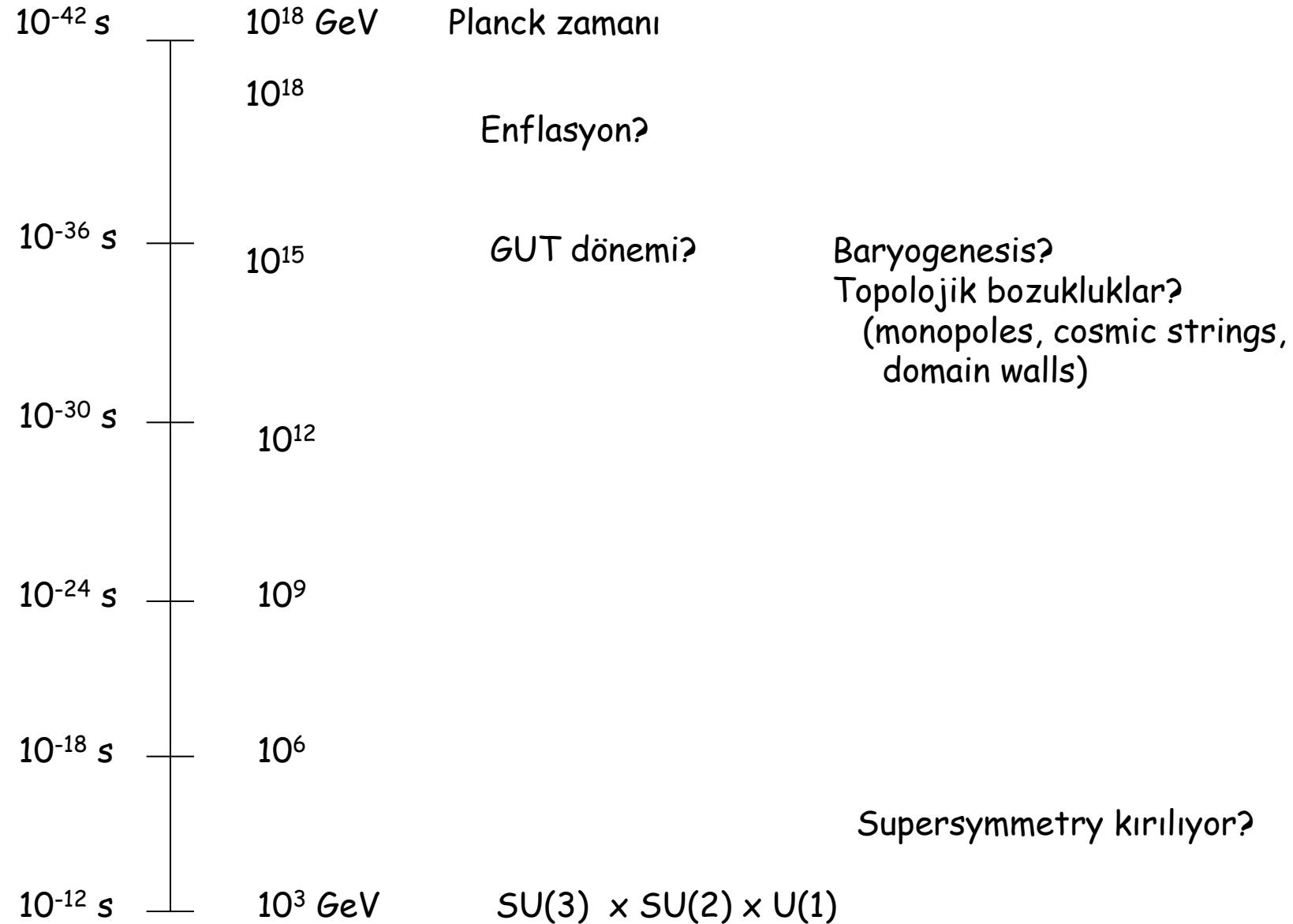
Erken evrenin homojenliğindeki salınımlar  $10^{-5}$  --  $10^{-3}$

yapıtaşlarının tohumları

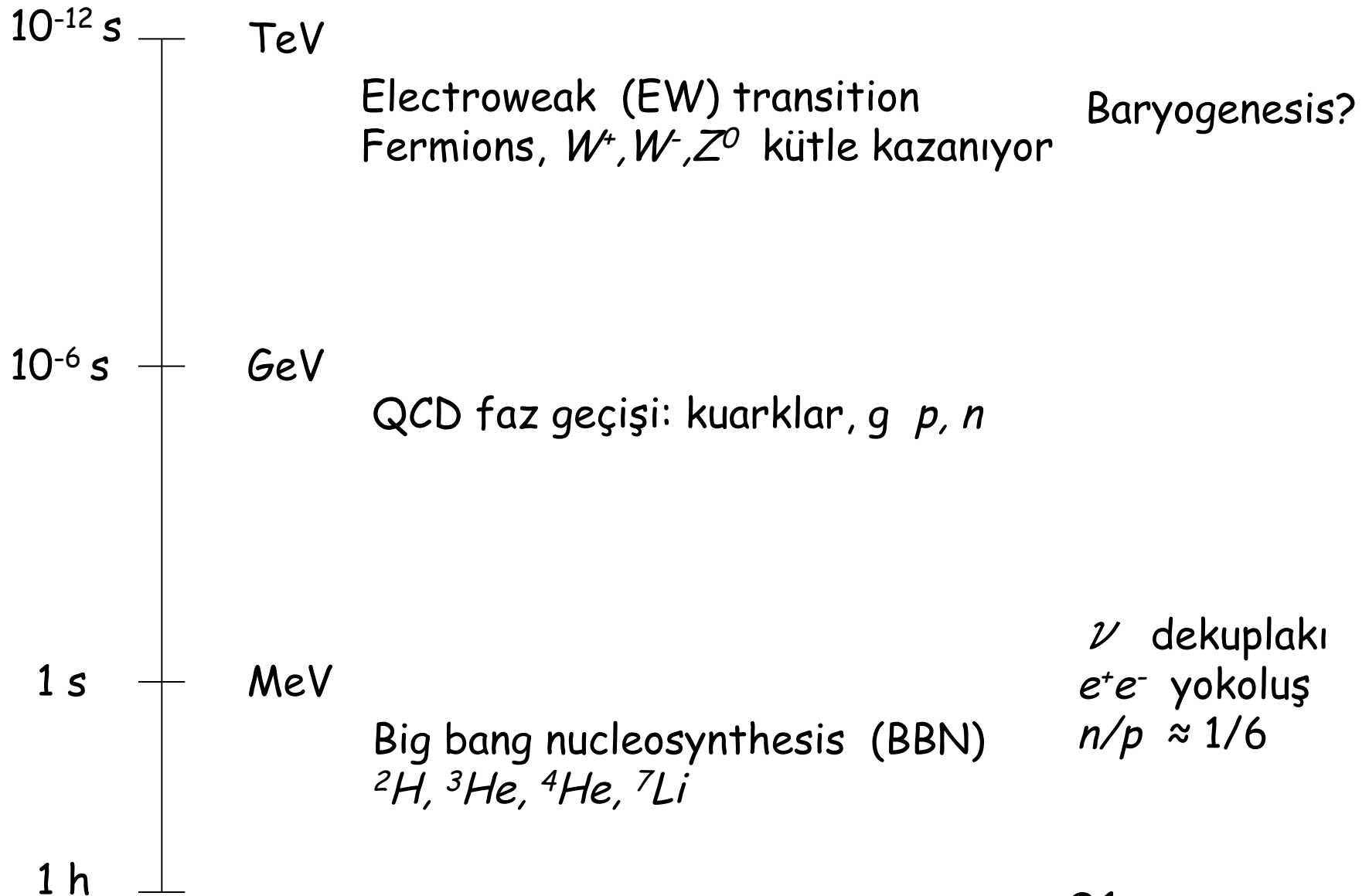
Kütleçekim "çekici" bir kuvvet

⇒ dalgalanmalar galaksilere, galaksi topluluklarına yol açıyor

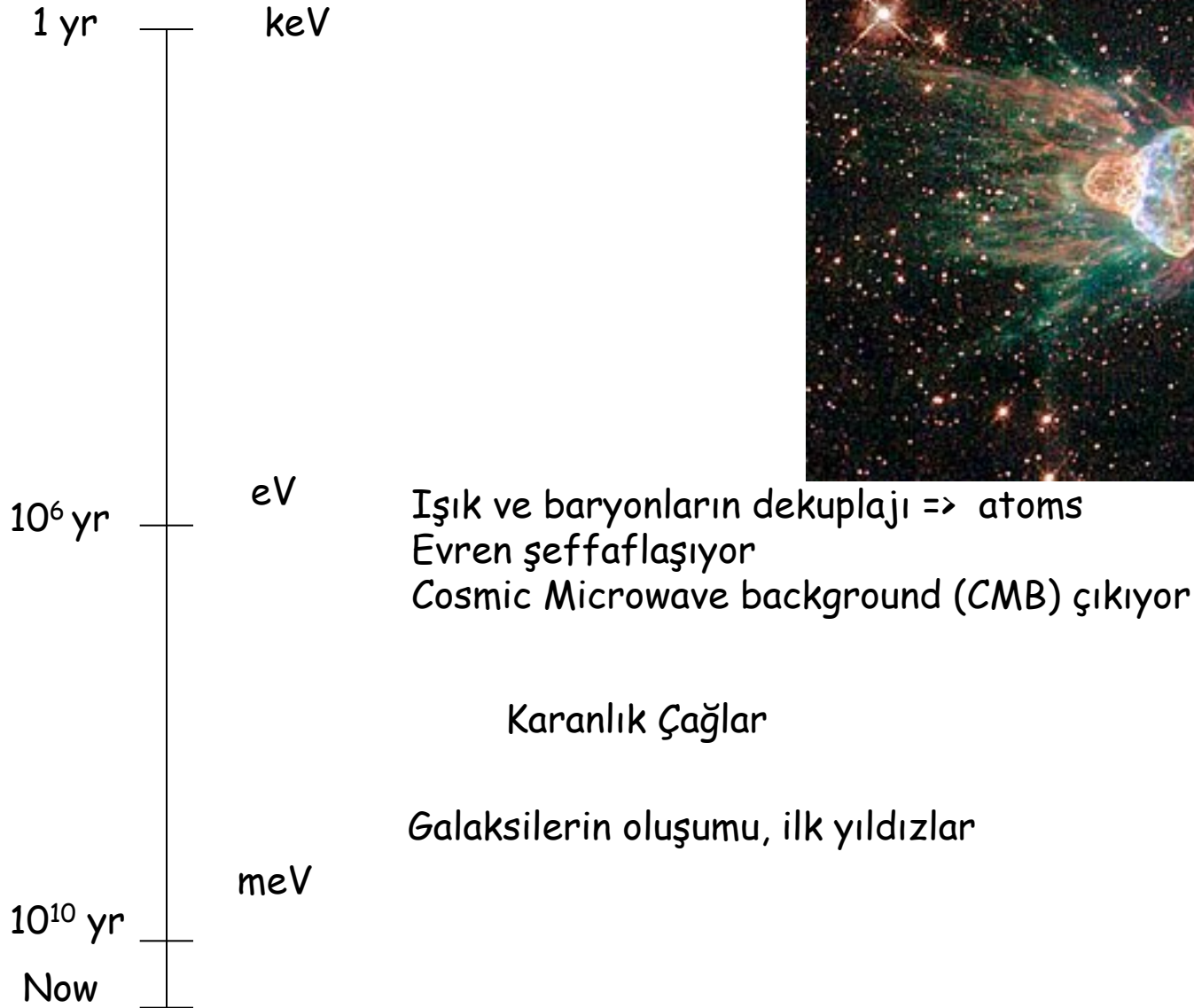
# Evrenin tarihi I



# Evrenin tarihi II



# Evrenin tarihi III





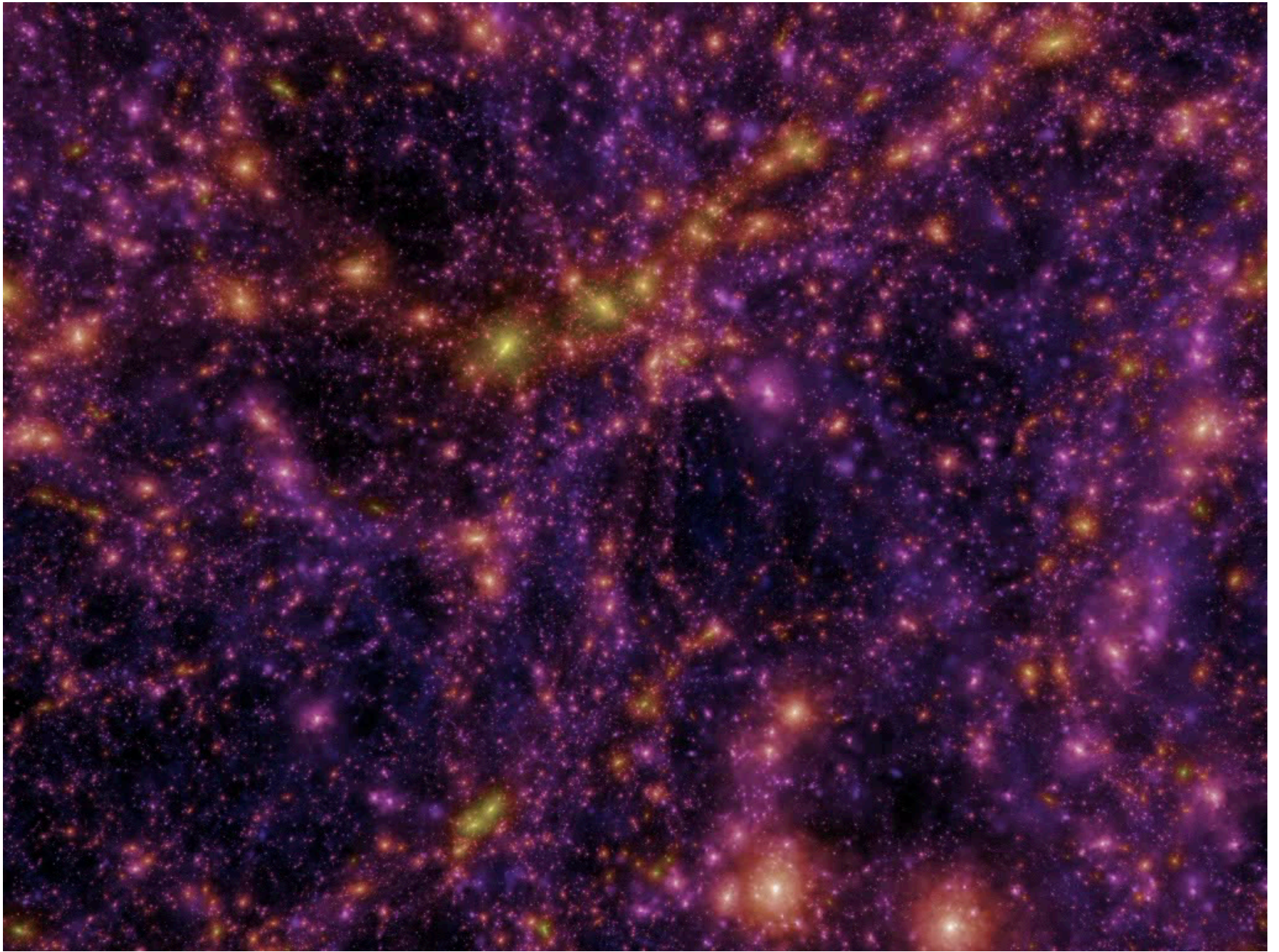
A visualization of the Millennium Simulation, showing a dense network of dark purple and blue filaments and nodes representing the cosmic web. The background is a deep purple color. A white horizontal line with arrows at both ends is positioned at the top, indicating a scale of 1 Gpc/h. Text is overlaid on the image: '1 Gpc/h' at the top, 'Millennium Simulation' in yellow, '10.077.696.000 particles' in white, and '(z = 0)' in white at the bottom left.

1 Gpc/h

Millennium Simulation

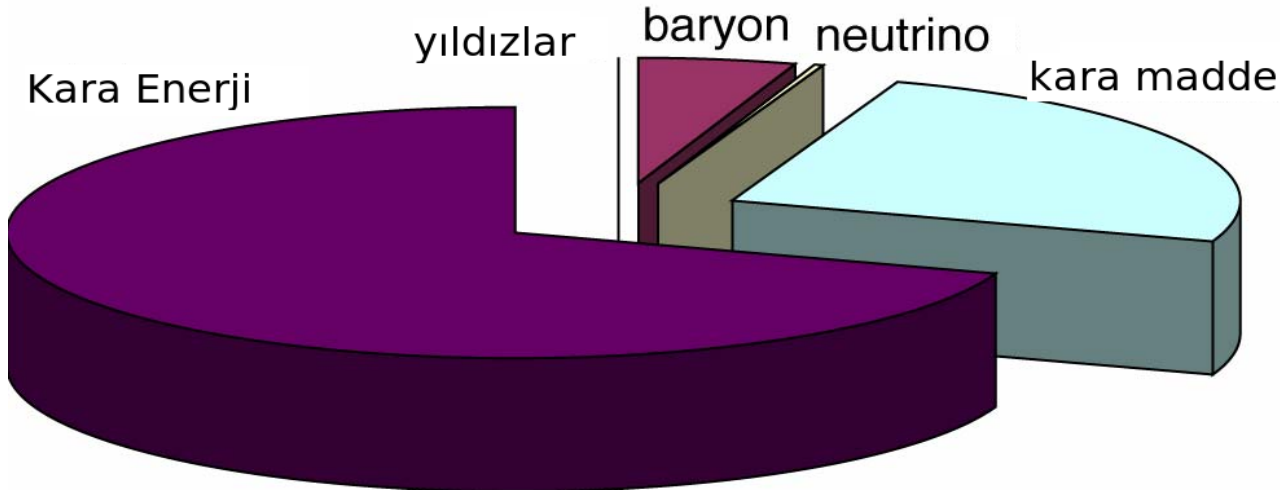
10.077.696.000 particles

( $z = 0$ )



# Güncel Kozmolojik problemler

## Evrenin tüm enerjisi



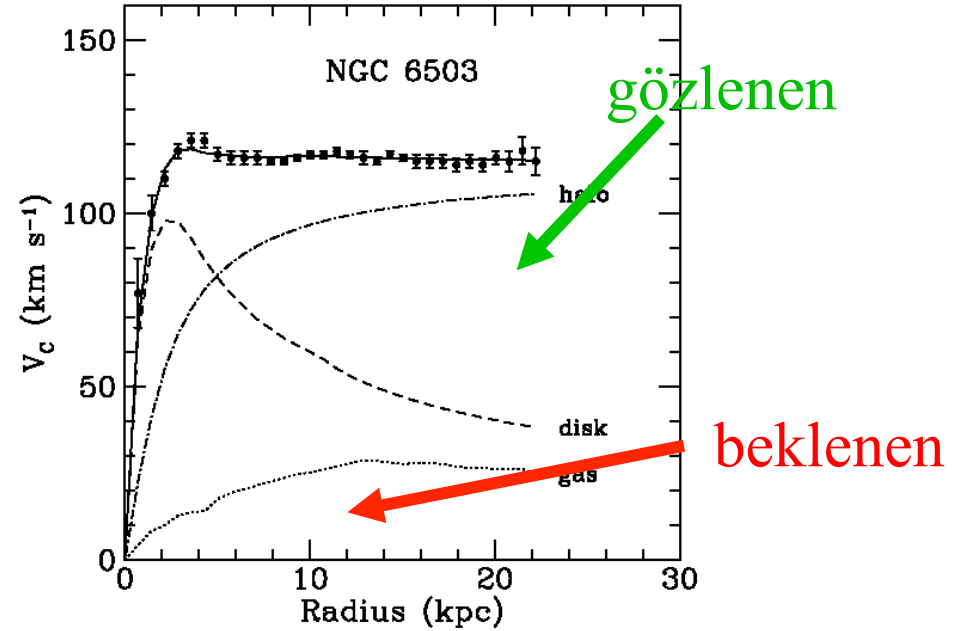
- Yıldızlar ve galaksiler ~0.5%
- Nötrinolar ~0.3–10%
- Geri kalan bildik madde (elektron ve protonlar) ~4%
- **Kara Madde** ~23% -> adaylar hızlandırıcı fiziği ile incelenmekte
- **Kara Enerji** ~73%
- Anti-Madde 0%
- Higgs yoğunlaşması ~10<sup>62</sup>%??

Standart  
model  
(bilinen fizik)

Standart  
model ötesi  
(yeni fizik)

# Karanlık Madde

galaksileri birlikte tutmak  
için karanlık madde gerekli



Begeman, Broeils, Sanders (1991)

$$\frac{Mv^2}{r} = \frac{GM_{\text{tot}}}{r^2} \Rightarrow v \sim r^{-1/2}$$

# Enflasyon ve Karanlık Enerji

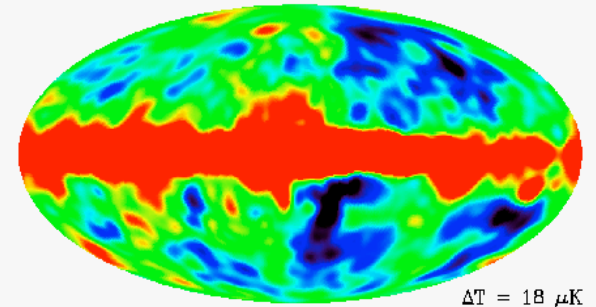
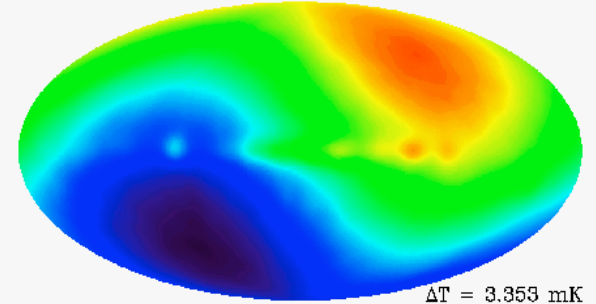
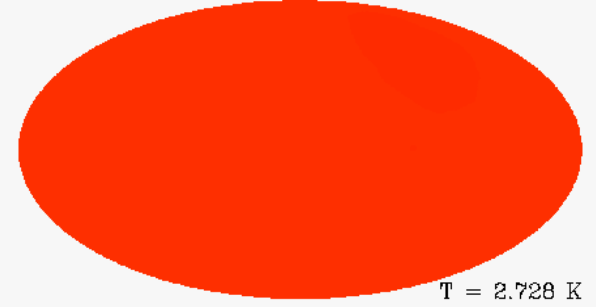
Evrenin başlangıcındaki kuark çorbası vakum enerjisinden geldi. Kuantum dalgalanmaları ise bu çorbadaki öbeklenmelere neden oldu



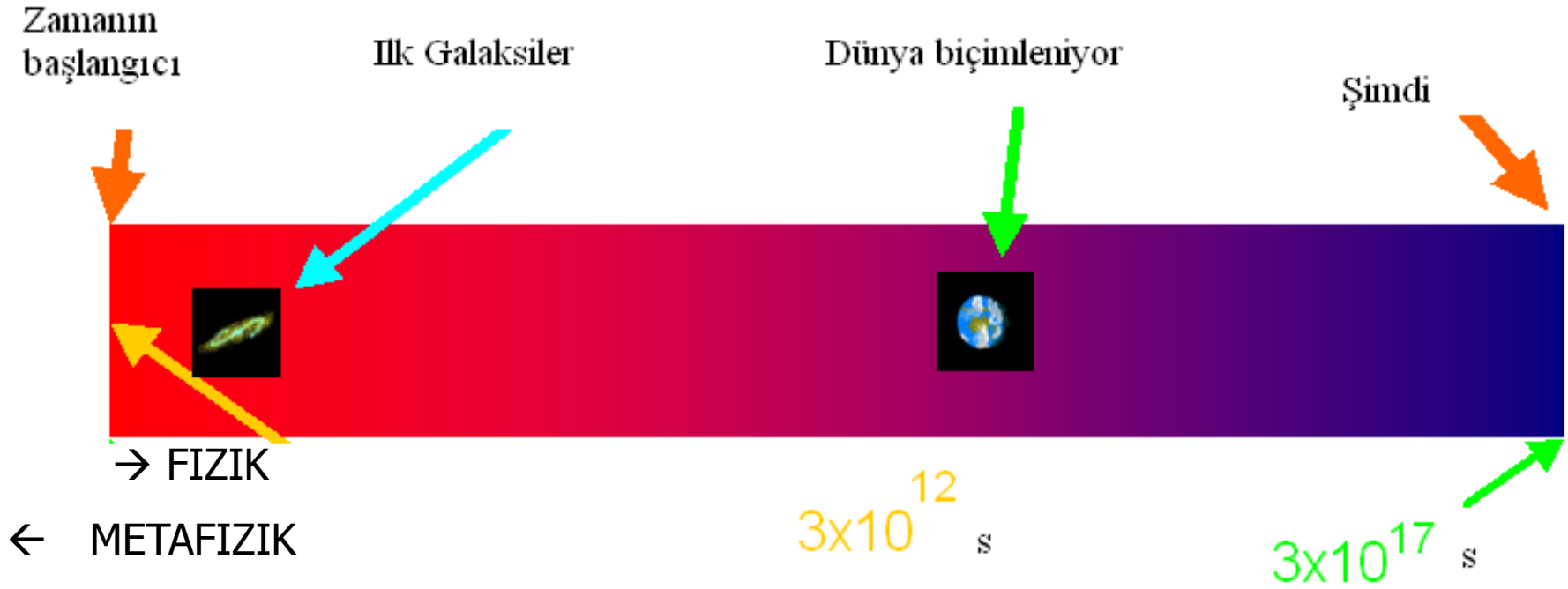
Evrenin yoğunluğu zaman içinde değişim göstermekte

**Evren hızlanarak genişlemekte**

COBE



# Evrenin sonu?



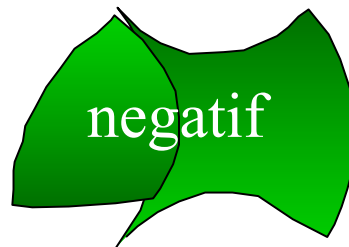
Evrenin genişleme hızına (kara madde ile kara enerji oranı) göre 3 farklı senaryo:

1)



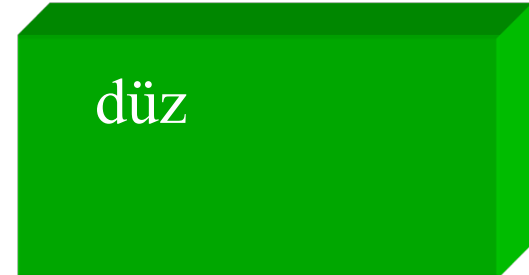
Ağır evren

2)



Hafif evren

3)



“düz evren”

# Açıklanması gereken sorular:

Büyük çöl

Kuarkların kütleleri?

Higgs ?

Süpersimetri?

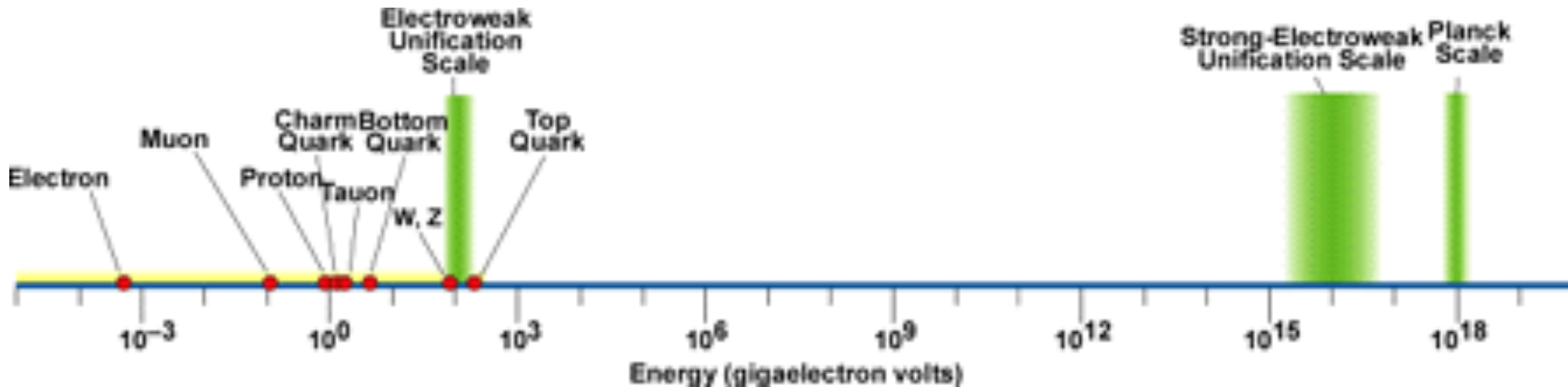
CP kırınımı



# Evrenin enerji spektrumu

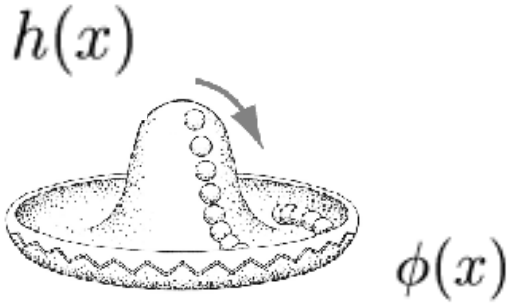
- Parçacık fiziğindeki hızlandırıcılar en son 100-1000 GeV düzeyine ulaşabilmişlerdir

( 1Gev =  $10^9$  eV; eV = elektron volt)

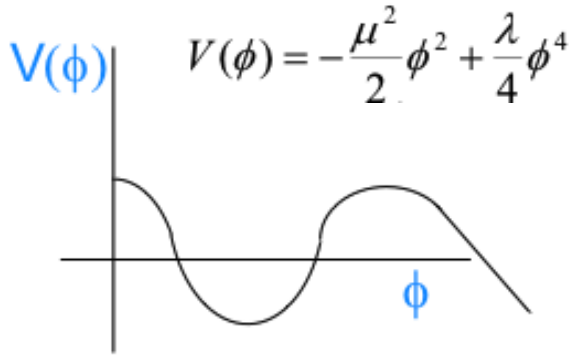




# Biraz Higgs'den bahsedelim



Parçacıklar evreni dolduran Higgs alanı içinde 'yüzerken' maruz kaldıkları direnç (inertia) kütleyi ortaya çıkarıyor.  
(1962 yılında Philip Warren Anderson)



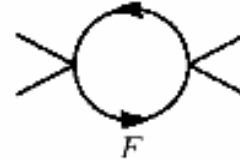
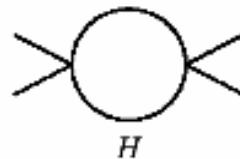
Minimumda vakum beklenti değeri sıfırdan farklı!!

Kendiliğinden Simetri kırınımı !

$\lambda\phi^4$  vs  $\sim - (m_f/v)^4$

**Bu parametreler hakkında hiç bir şey bilmiyoruz; ancak:**

Radyatif düzeltmeler:



$$M_H^2 \sim \lambda v^2 \longrightarrow 130 \text{ GeV}$$

# Bildiğimiz evrenin temel yapıtaşları

The Standard Model 4

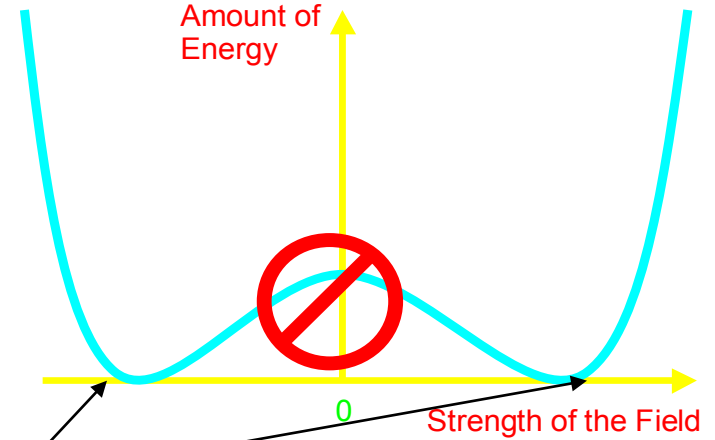
	Fermions			Bosons	
Quarks	$u$ up	$c$ charm	$t$ top	$\gamma$ photon	Force carriers
	$d$ down	$s$ strange	$b$ bottom	$Z$ Z boson	
	$V_e$ electron neutrino	$V_\mu$ muon neutrino	$V_\tau$ tau neutrino	$W$ W boson	
$e$ electron	$\mu$ muon	$\tau$ tau	$g$ gluon		
Higgs* boson					

Source: AAAS \*Yet to be confirmed

## Dört temel kuvvet

- Kütleçekim
- Zayıf
- Elektromanyetik
- Güçlü

Bu durum kırılmış bir simetrinin sonucu



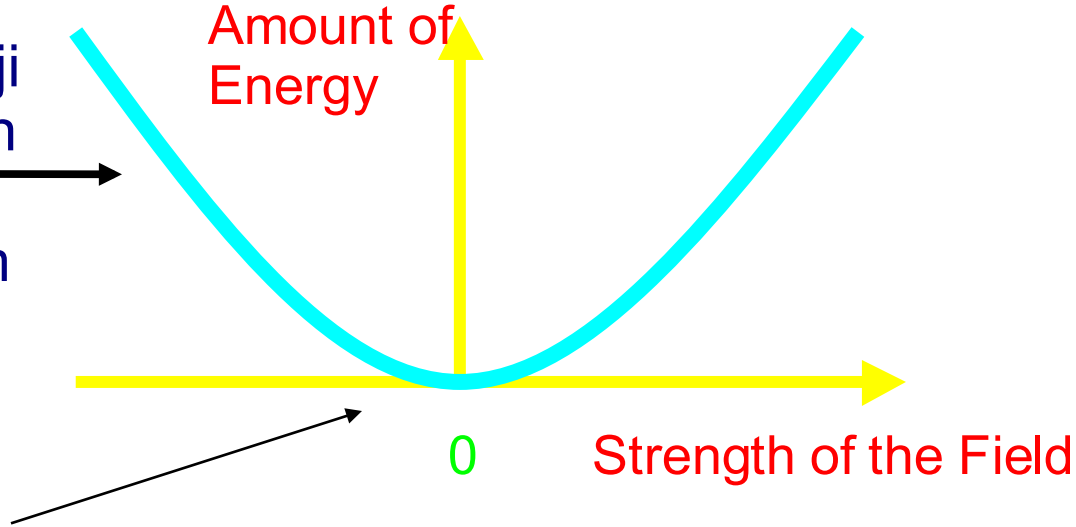
Evren pozitif veya negatif Higgs alanlı duruma yerleşmiş...

**Higgs parçacığı henüz saptanmamıştır**

## Evren ve Simetri

Bütün alanlar (kütleçekim, elektromanyetik,...vs) enerjiye sahiptir. Boş bir hacimin elektrik alanı ile dolduğunu düşünelim. Burada bir parçacık mevcut olmasa bile enerji vardır. Enerji, elektrik alanının gücüne (strength) bağlıdır.

Bir alanın enerji diyagramı: Alan sıfır olduğunda enerji minimum değerinde



**Evren mümkün olan en düşük enerji değerine yerleşir.**

**Bu simetrik bir evrendir ve bu evrende hiçbir şey gerçekleşmez.**

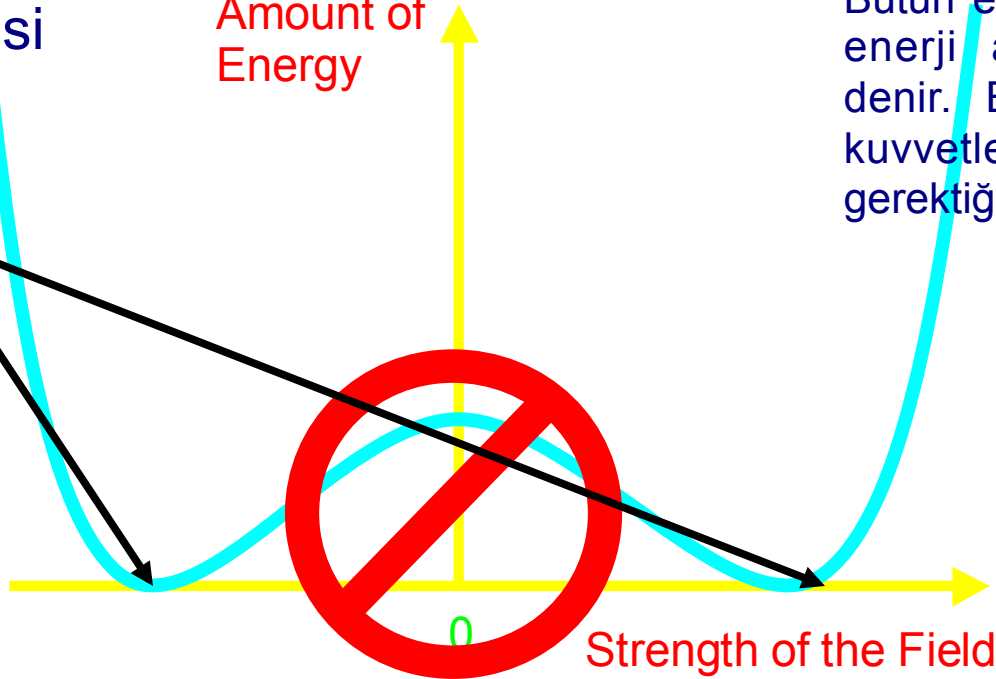
## Kendiliğinden Simetri Kırınımı

Enerji - Alan grafiği bir Meksika şapkasına benzerse ne olur?

Vakum enerjisi  
2 en düşük  
enerji düzeyi  
durumuna  
sahip

Amount of  
Energy

Bütün evreni dolduran görünmez  
enerji alanlarına Higgs alanı  
denir. Bunlar parçacıkların ve  
kuvvetlerin nasıl davranmaları  
gerektiğini belirtir.



Evren pozitif  
veya negatif  
Higgs alanı  
durumuna  
yerleşir.

Dört temel kuvvet yerine, bir kuvvet ve bir çok görünmez Higgs alanı var ki, bu alanlar bu kuvveti 4 ayrı kuvvet gibi gösteriyorlar. Bu çözüm aynı zamanda Büyük Patlamanın ilk anlarındaki enflasyon sorununa da cevap veriyor.

# Higgs parçacığını bulmak yetmiyor (quantum divergencies of Higgs)

- Elektronun kendisini itmesi gibi Higgs de kendini itmekte ve noktasal bir parçacık olması için çok büyük enerjilere ihtiyaç duymakta

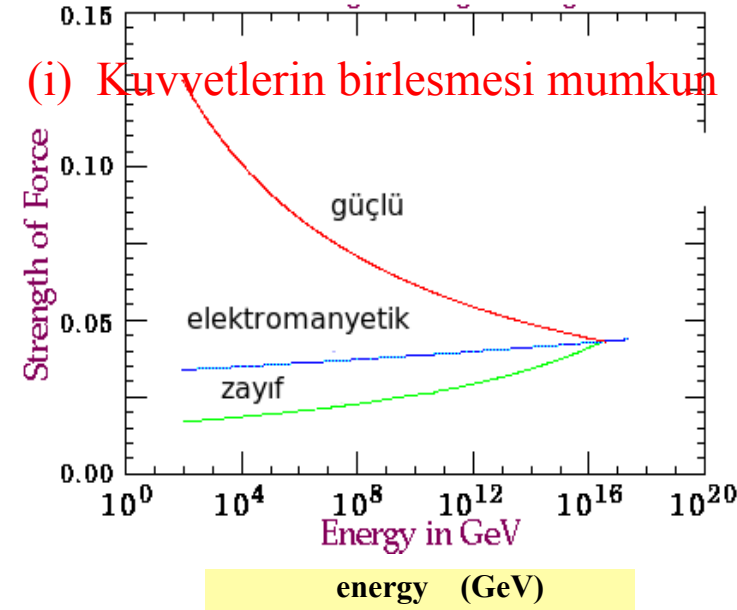
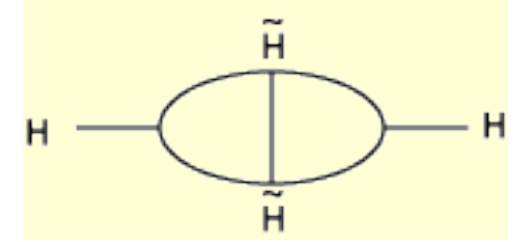
Elektroweak kuramın çöküşü ..(naturalness problem)

## Fermiyon – bozon simetrisi

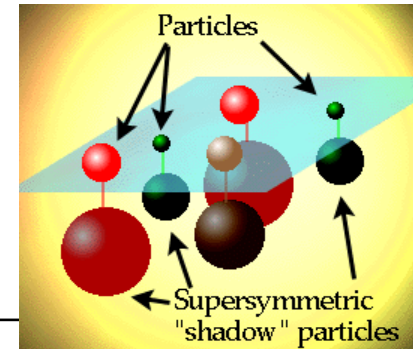
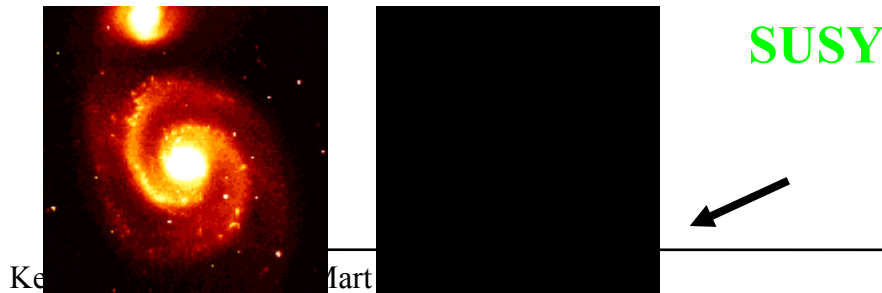
Standart Modelin ötesinde yeni fizik arayışları:

süpersimetri (SUSY) → kuantum ırsamalarını düzeltir

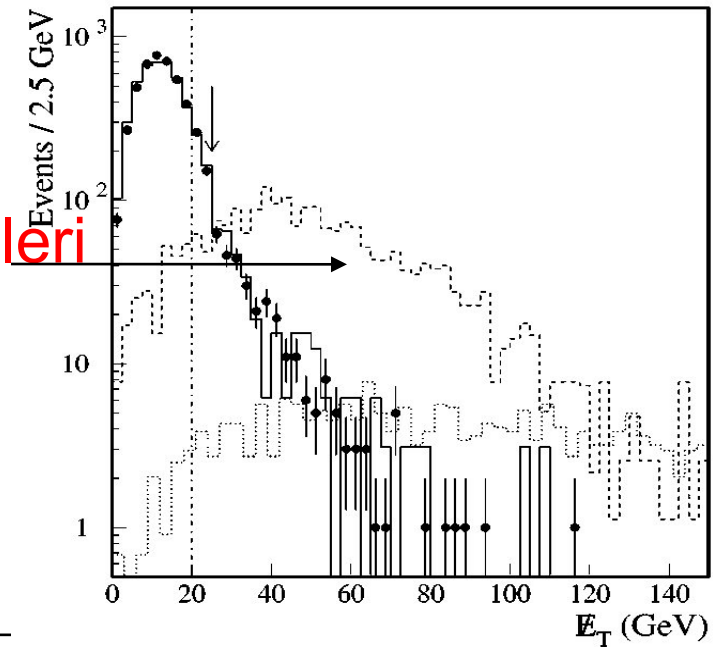
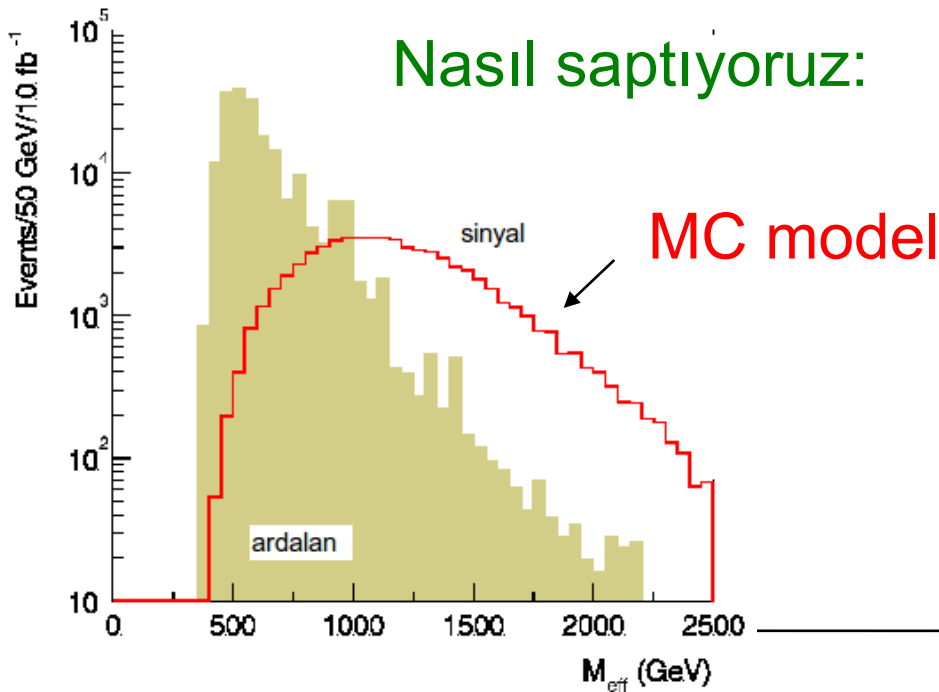
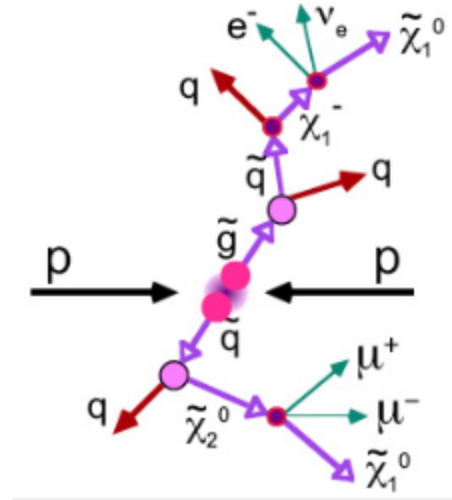
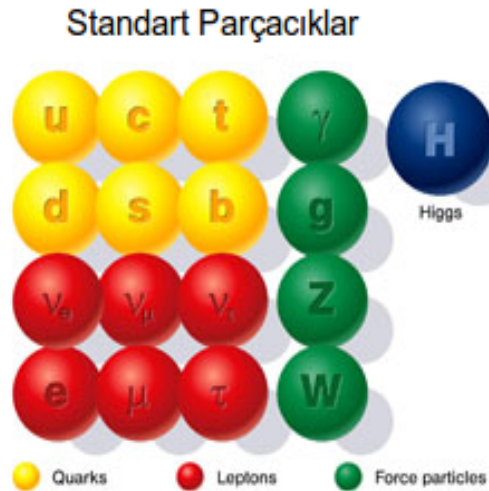
Quark	↔	Squark	spin=0
Top		Stop	
Electron		Selectron	
Wino		W	spin=1/2
Higgsino		H	



(ii) Supersimetri evrendeki **karanlık madde** iyi bir aday



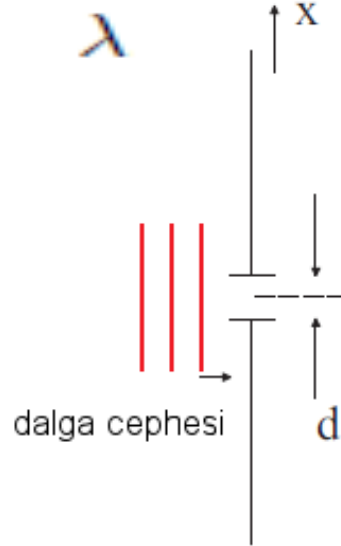
# Süpersimetrik Parçacıklar (Henüz gözlenmedi)



# Klasik ve kuantum “belirsizlikleri”

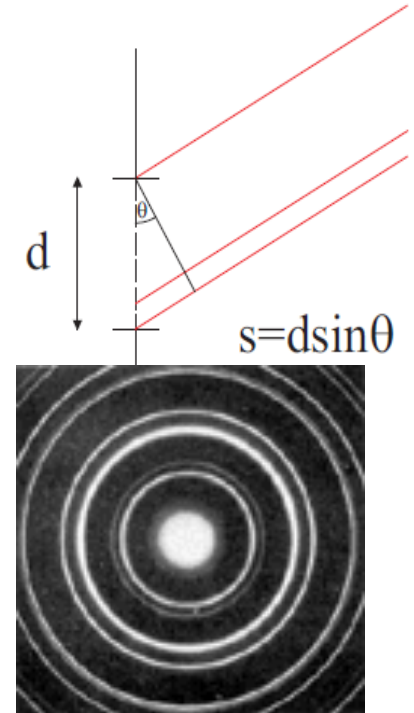
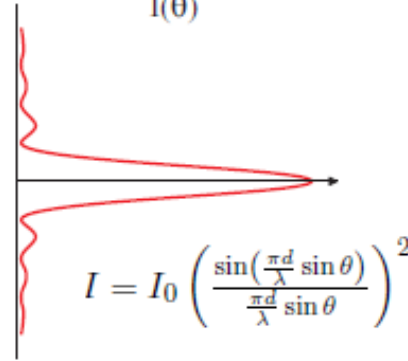
## Klasik fizik:

dalga boyu:



Kırınım koşulu:

$$d \gg \lambda$$



## Kuantum fiziği:

momentum  $p = \frac{h}{\lambda}$

Elektromanyetik dalga ya da temel parçacık (elektron,..vb)

**Momentumdaki belirsizlik**

$$\Delta p_x \gtrsim p \sin \theta_{\min} = \frac{h}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{d} = \frac{h}{d}$$

Planck sabiti

**Konumdaki belirsizlik**

$$\Delta x = d$$

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi} = \frac{\hbar}{2}$$

**Heisenberg belirsizlik ilkesi**

# Klasik fizikte ve kuantum fiziğinde benzerlikler / farklılıklar

## Klasik fizikte belirsizlik

$$\Delta p_x \gtrsim p \sin \theta_{\min}$$

$$\Delta x = d$$

$$\Delta p \Delta x \gg h \quad \iff \quad \text{Klasik boyut}$$

$$\Delta p \Delta x \sim h \quad \iff \quad \text{Kuantum boyutu}$$

$$\Delta p \Delta x \ll h \quad \iff \quad \text{yasak boyut}$$

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \rightarrow \text{Planck sabiti}$$

**Sonuç:**

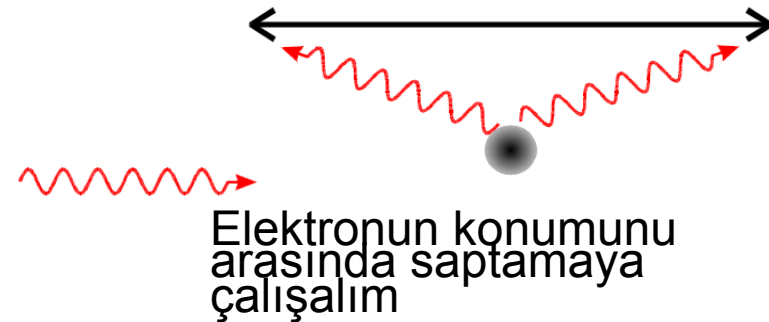
*"klasik fizik belirlenmecidir kuantum fiziği belirlenemezcidir"*

önermesi doğru değildir.

## Kuantum boyutlarda belirsizlik

$$\Delta p_x \gtrsim p \sin \theta_{\min}$$

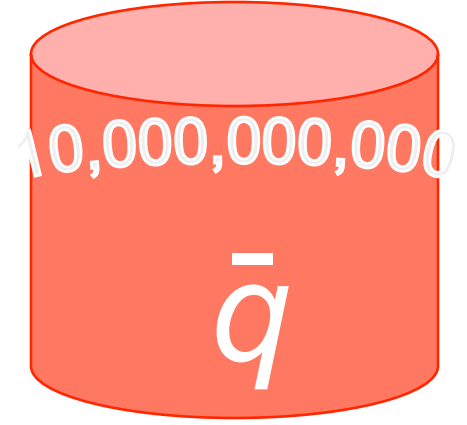
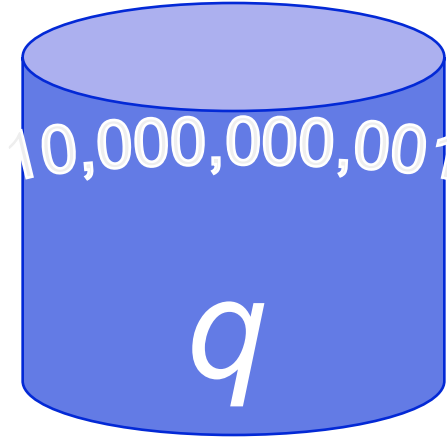
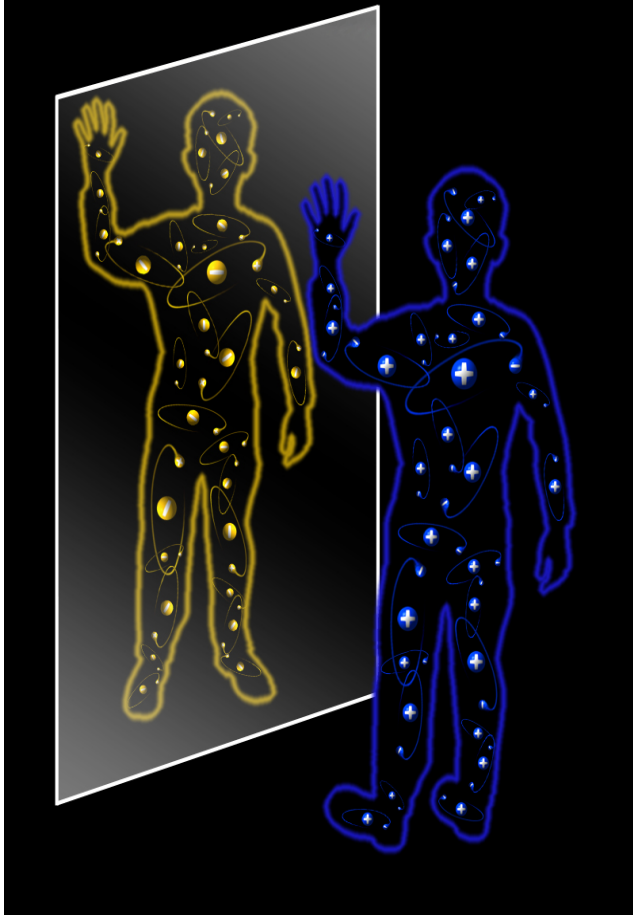
$$\Delta x = d$$



$$\Delta p \sim h/\Delta x$$

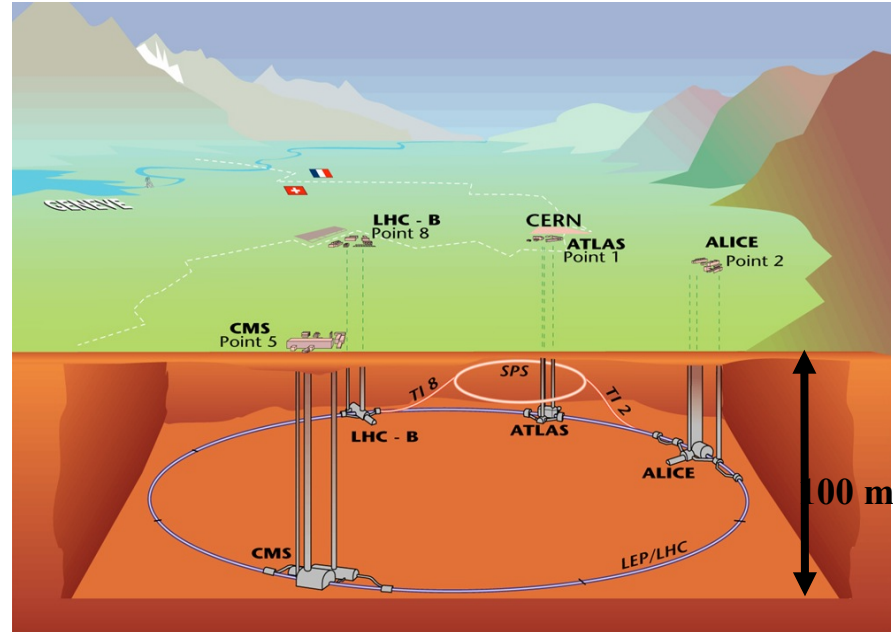


# Aynadan bakmak: Madde ve Antimadde ?



+1

Madde-antimadde simetrisinin yokluğu



CERN'deki deneylerde  
çözüm aranan sorulardan biri

# Küçük nesneleri "görmek"

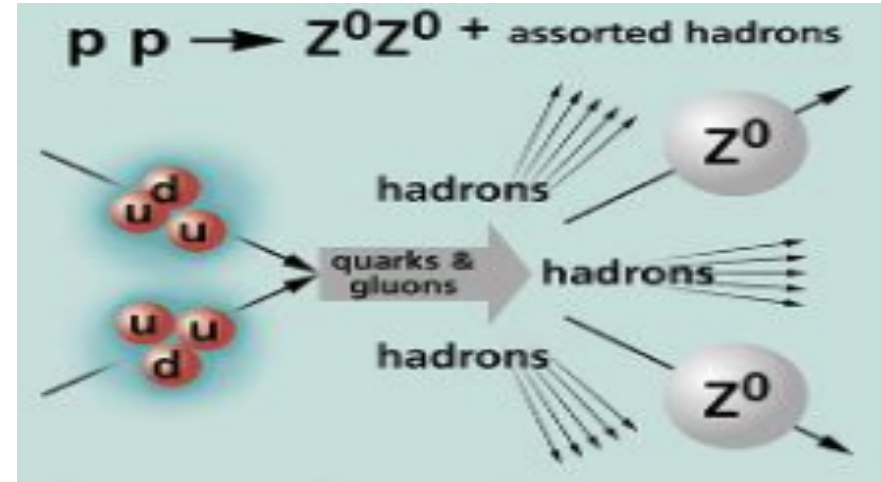
Dalga boyu  $\sim 1/\text{enerji}$

Kuarkları görmek için  $\sim 1 \text{ GeV}$  enerji gerekir (yoğunlaşmış enerji)

Protonun kütlesi  $\sim 1 \text{ GeV}/c^2 = 1.783 \times 10^{-27} \text{ kg}$   
1 TeV = bir sivrisineğin kanat çırpışı

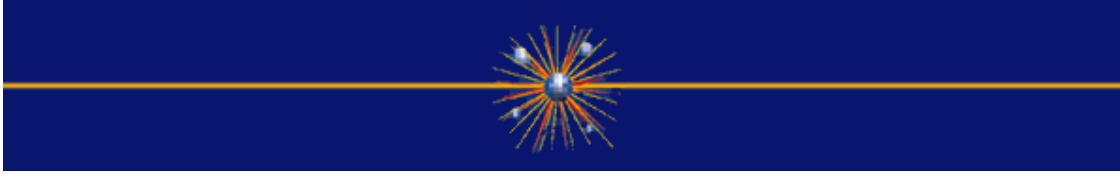


Arşimed Romalılara karşı  
Siraküza savaşı (213 -211 MÖ).

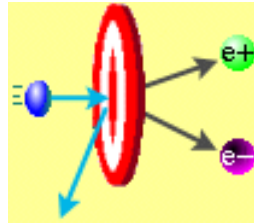


Bir sivrisineğin enerjisini atom çekirdeği boyutlarına indirdiğimizde çok yoğun bir enerji elde ederiz (parçacık hızlandırıcıları)

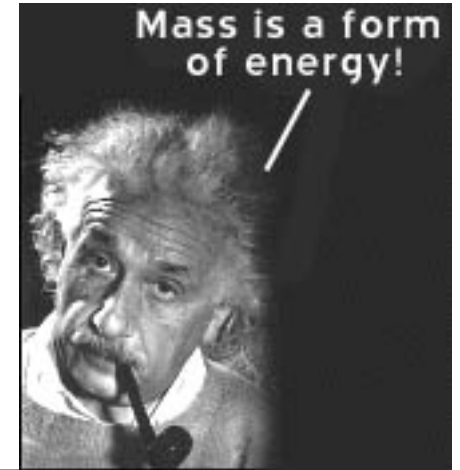
# Neden hızlandırıcı kullanıyoruz?



- ✓ Temel Parçacıklar aynı zamanda dalga oldukları için atom altı parçacıkları görmemizi sağlar (ışığın dalga boyundan çok daha küçük nesnelere görmemiz için)
- ✓ yoğunlaşmış enerjiden başka parçacıklar üretmek için hızlandırıcıda parçacıklar çarpıştırılır



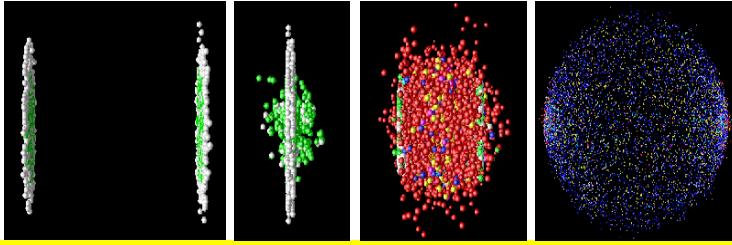
$$E=Mc^2 !$$



Enerjinin yoğunlaşması:

**25 Milyar kilowat-saat enerji = bir gram madde.**

# Enerji=madde



**Çevremizde gördüğümüz her şey şu 3 temel parçacığın kombinasyonlarından oluşur:**

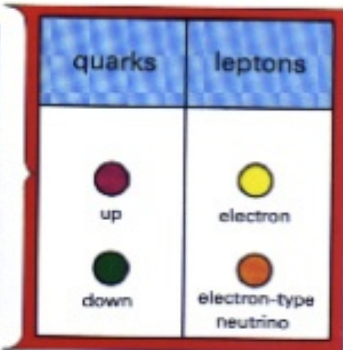
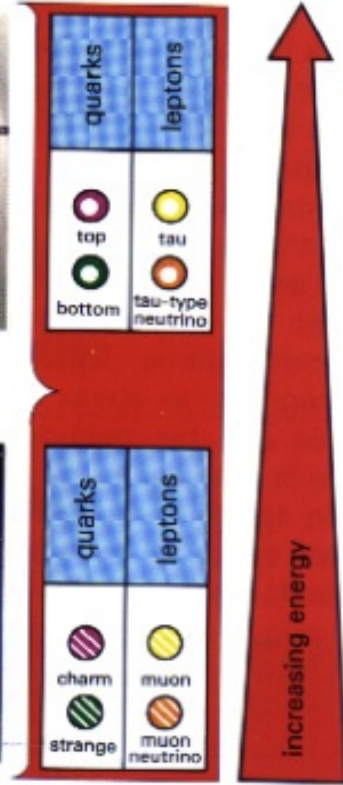
**elektron**  
**u kuark**  
**d kuark**

Bunların dışında başka parçacıklar da vardır, ama onlar saniyenin trilyonlarca kez küçük bir anında yok olurlar.

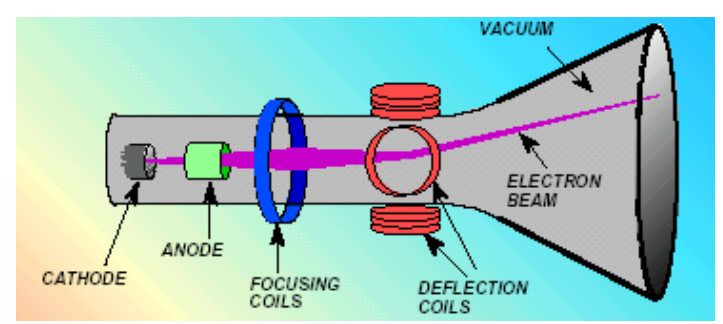
**Ayrıca her parçacığın, bir de karşıt parçacığı vardır (zıt elektrik yüküne sahip).**

**Toplam 6 kuark (ve 6 anti-kuark) ile 6 lepton (ve 6 anti-lepton) temel parçacık vardır.**

**Peki bu parçacıkları nasıl görürüz?**



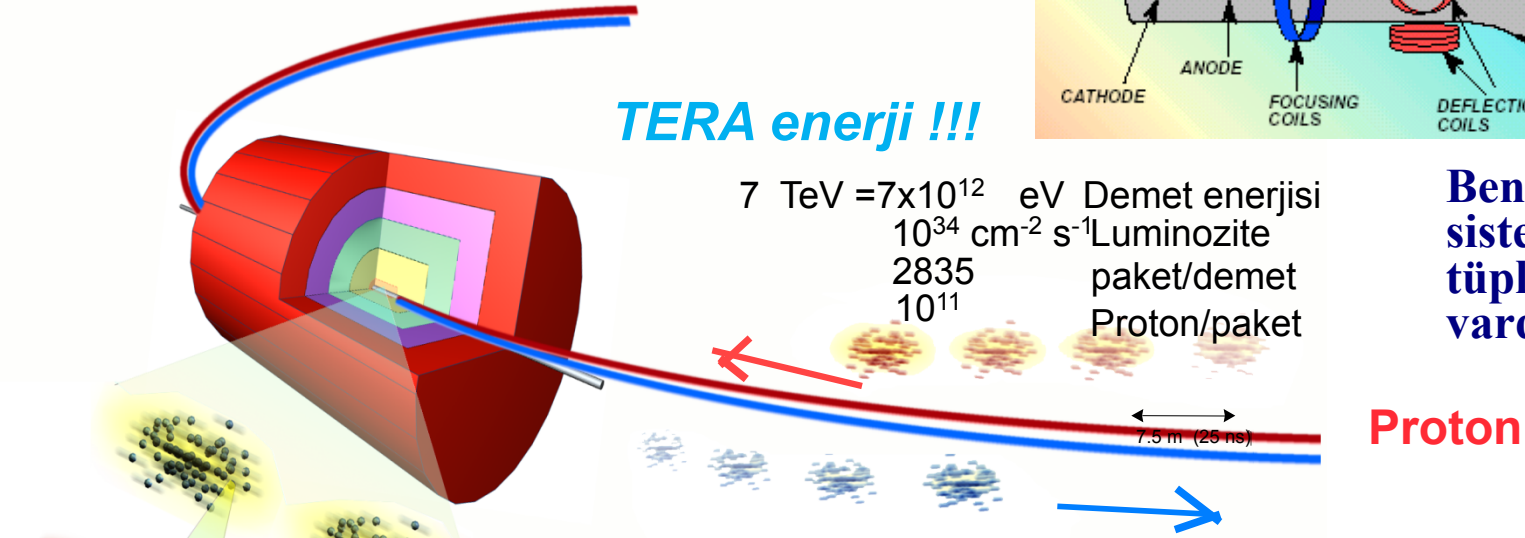
# CERN'deki Büyük Hadron Hızlandırıcısındaki (LHC) çarpışmasında maddenin temel varlıklarını görmekteyiz.



**TERA enerji !!!**

7 TeV =  $7 \times 10^{12}$  eV Demet enerjisi  
 $10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  Luminozite  
2835 paket/demet  
 $10^{11}$  Proton/paket

**Benzer bir sistem TV tüplerinde vardır**



**Proton**

**7 TeV**

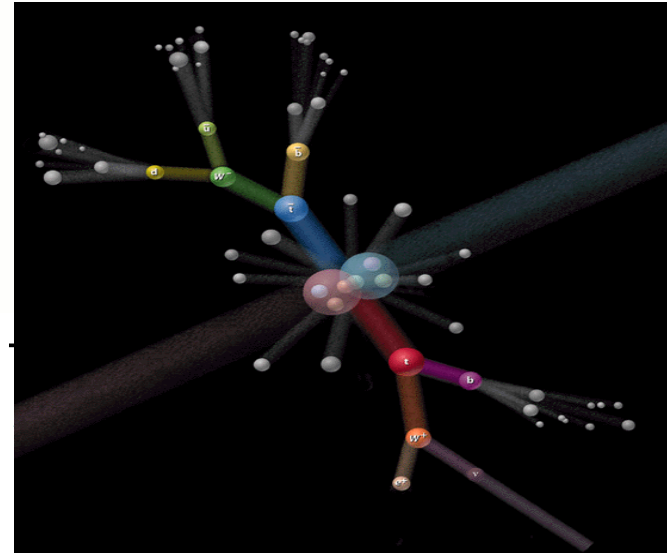
**Proton**

Çarpışan demetler  $4 \times 10^7 \text{ Hz}$

Proton çarpışmaları  $10^9 \text{ Hz}$

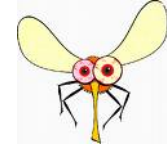
Parton çarpışmaları

Yeni parçacık üretimi  $10^5 \text{ Hz}$   
(Higgs, SUSY, ....)



7 TeV 'lik protonun enerjisi  $10^{-6}$  J

Sivrisineğin enerjisi:



Peki neden sivrisinekleri kullanamıyoruz?

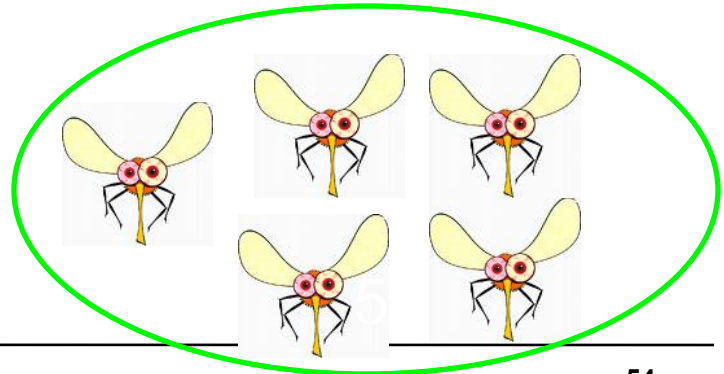
Çünkü  $N_{\text{Avogadro}} = 6.022 \times 10^{23} \text{ (mol)}^{-1}$

Sivrisineğin enerjisi  $\sim 10^{22}$  atom çekirdeği arasında dağılmıştır.

öte yandan her ışın demetinde biriken enerji:

**2808 demet  $\times 10^{11}$  proton/demet  $\times 7$  TeV/proton = 360 MJ**

$\sim 100$  kg TNT ya da bir uçak gemisinin 8 mille yol alırkenki enerjisi.

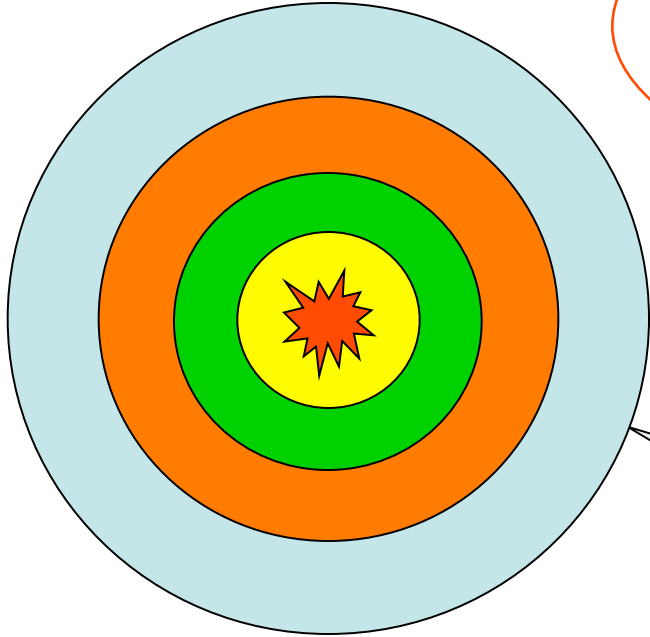
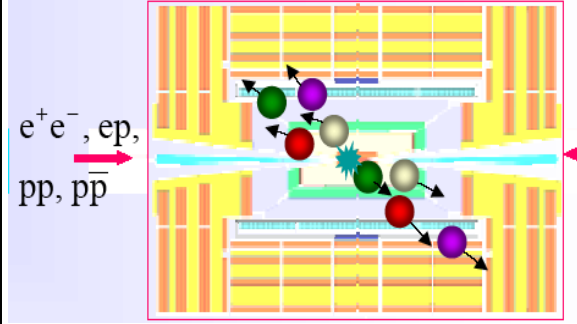


# Dedektörler



CERN'de 40 nolu ofis binası ve ATLAS dedektörünün temsili resmi

Çarpışmadan çıkan parçacıkları yakalamak için her tarafı kapalı dedektörler kullanmak gerekir



Çarpışma noktasının etrafında farklı dedektör katmanları bulunur

# Modern Dedektör Sistemleri

Superiletken Miknatıs , 4 Tesla

Muon Barrel  
Drift Tube  
Chambers (DT)  
Resistive Plate  
Chambers  
(RPC)

Merkezi Hadron  
Kalorimetresi  
(Hcal) Plastic  
scintillator/brass  
sandwich

Elektromanyetik  
Kalorimetre (Ecal)  
76k scintillating PbWO4  
crystals

İz bulucu

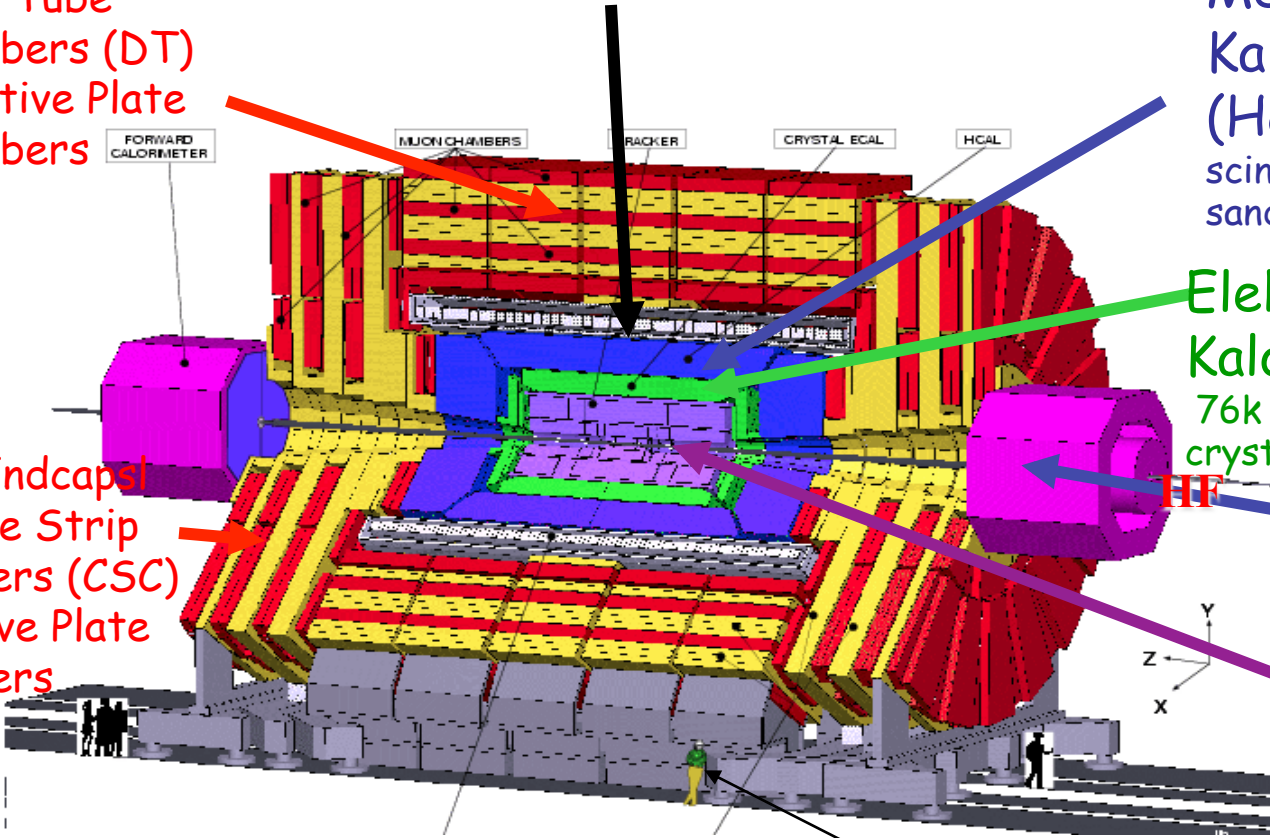
Pixels  
Silicon Microstrips  
210 m<sup>2</sup> of silicon sensors  
9.6M channels

Muon Endcaps  
Cathode Strip  
Chambers (CSC)  
Resistive Plate  
Chambers  
(RPC)

CMS dedektörü

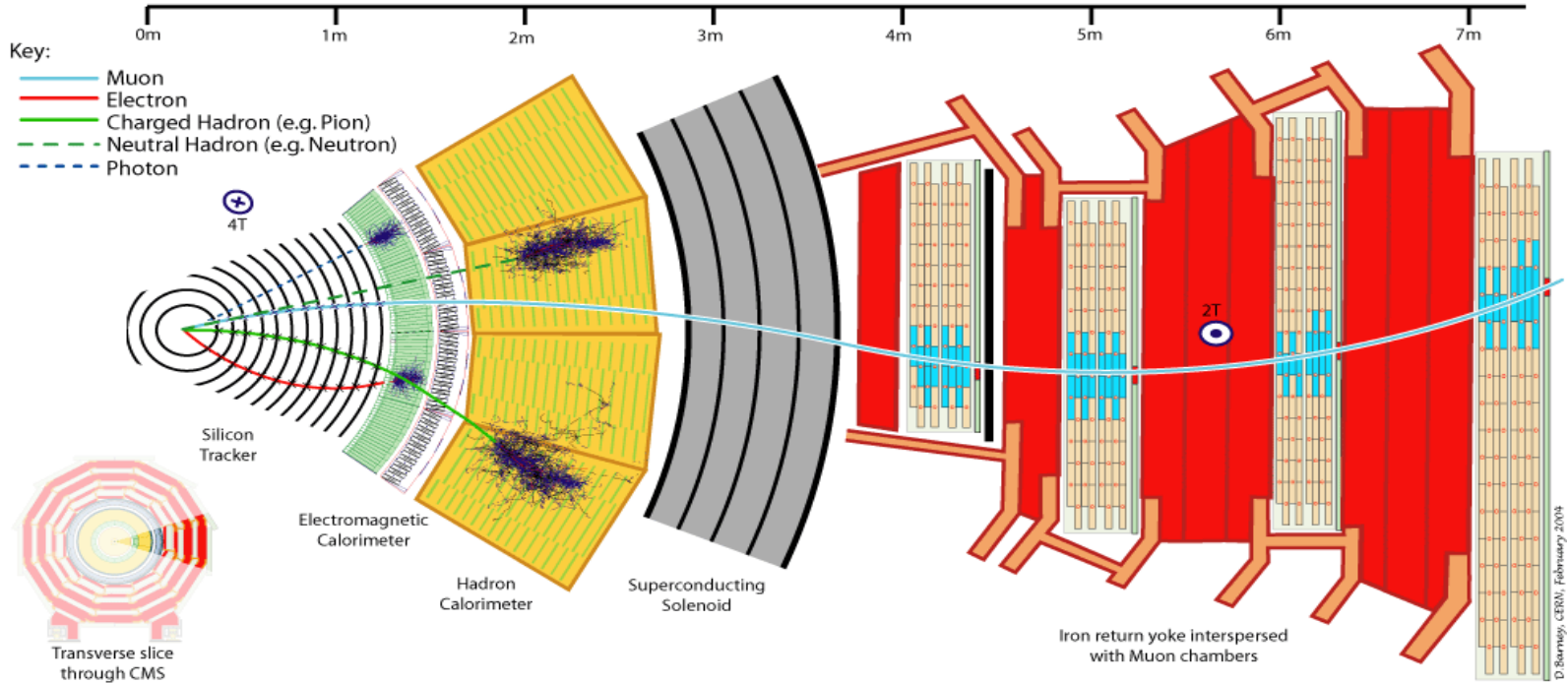
Toplam ağırlık	12500 t
Çap	15 m
Uzunluk	21.6 m

fizikçi !





# Dedektör teknikleri

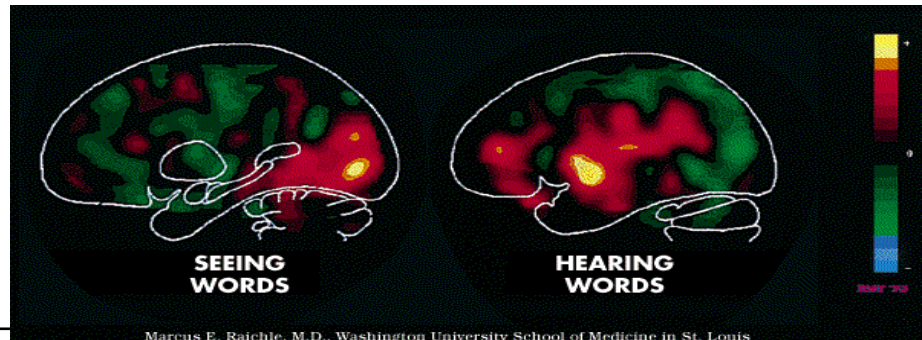


**CMS dedektörü, 21.6 metre uzunlugunda ve 14.6 metre çapında**

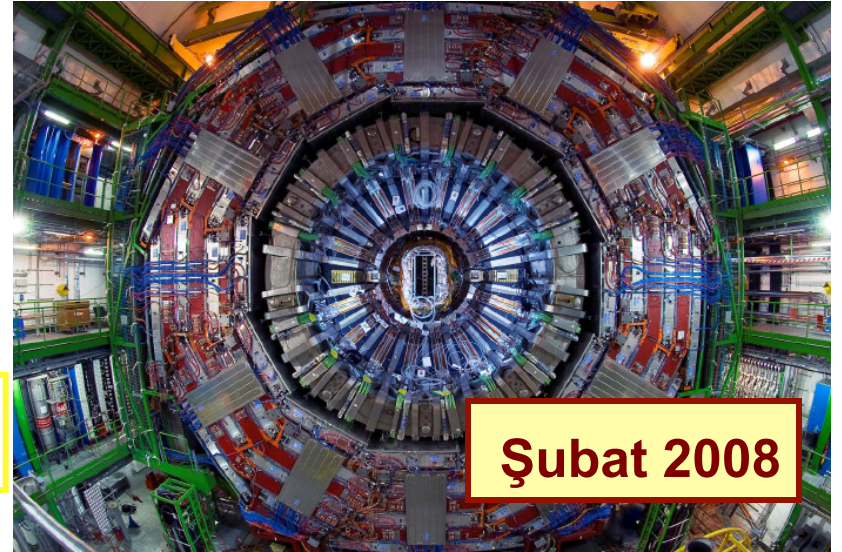
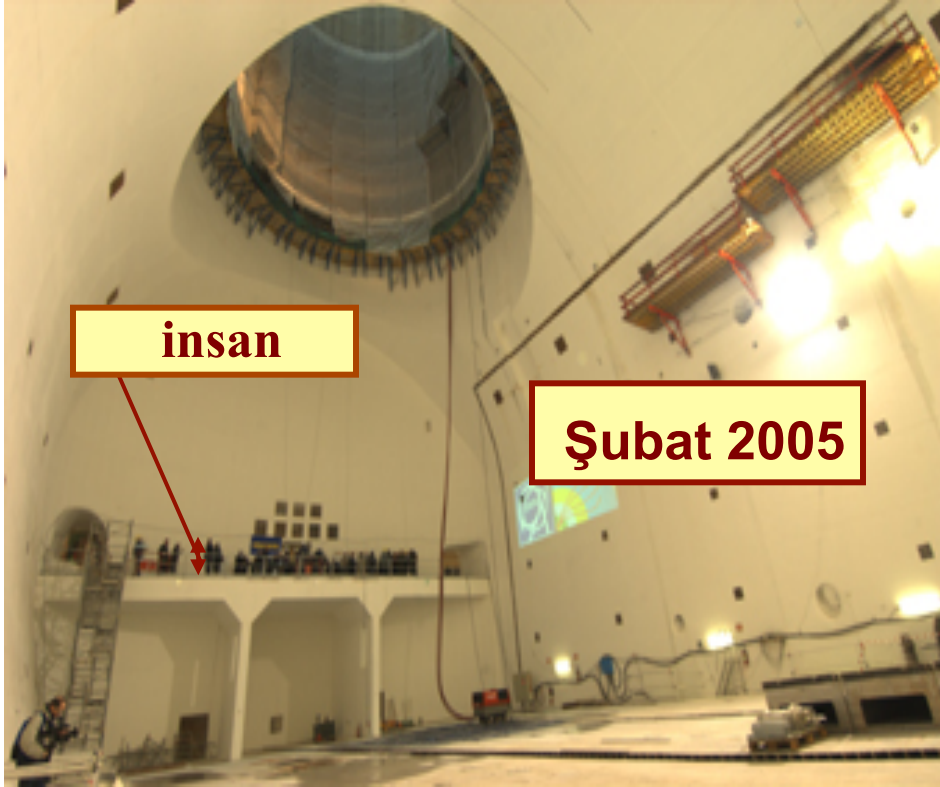
dedektor tekniklerinin tipta uygulanisi:

Tomografi yöntemleri (röntgen, MR, PET,...)

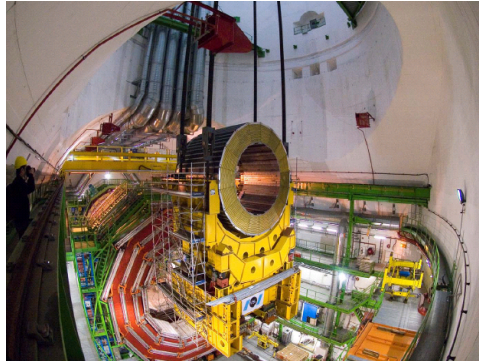
Proton terapisi, Iyon terapisi



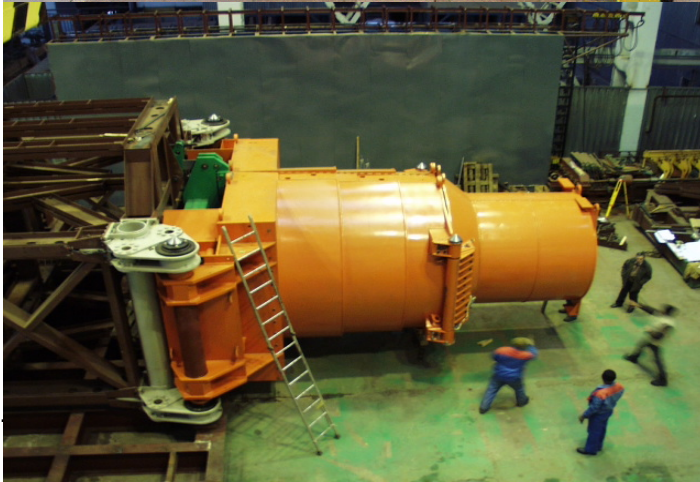
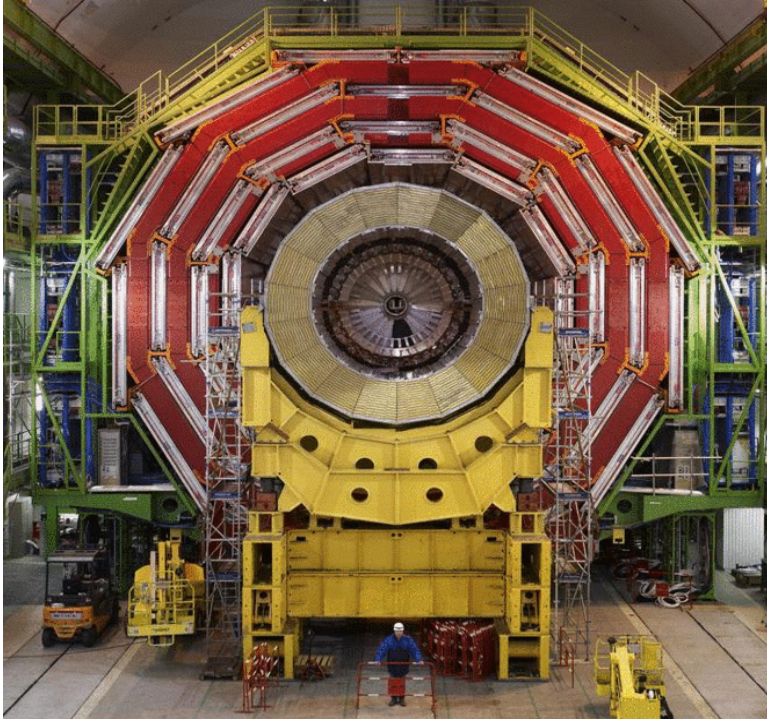
# CMS yerlestigi Deneş Mağarası



CMS dedektörü  
magaranin icinde



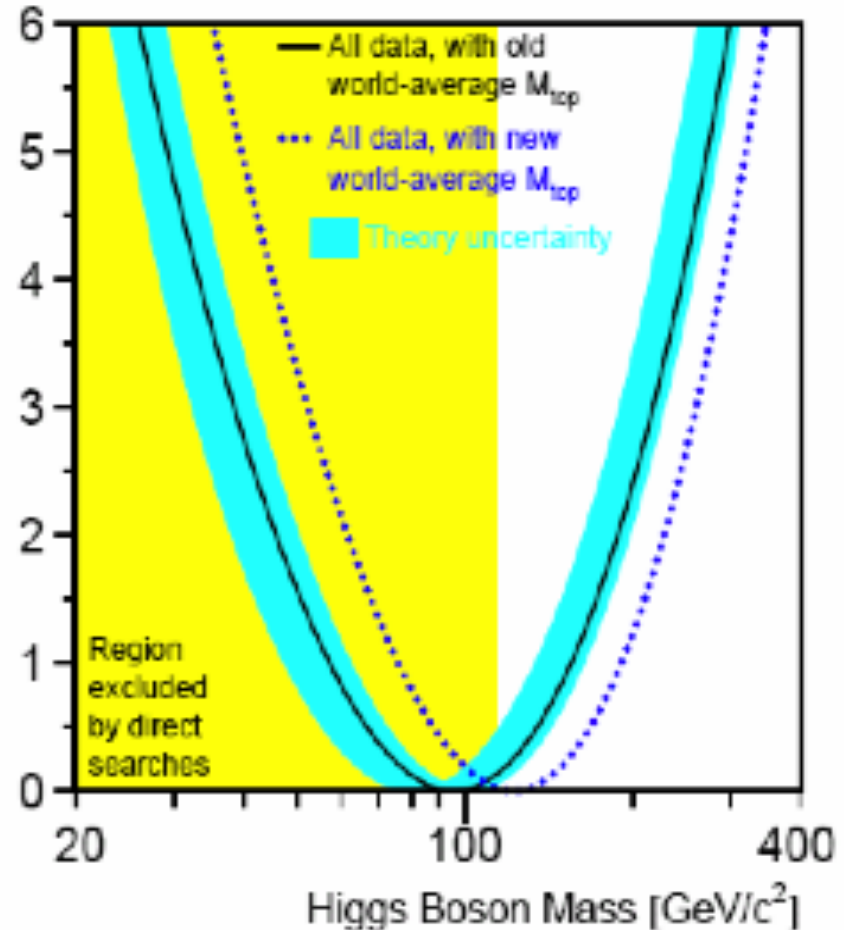
# LHC ve CMS resimleri



# Tanrının Belası Higgs

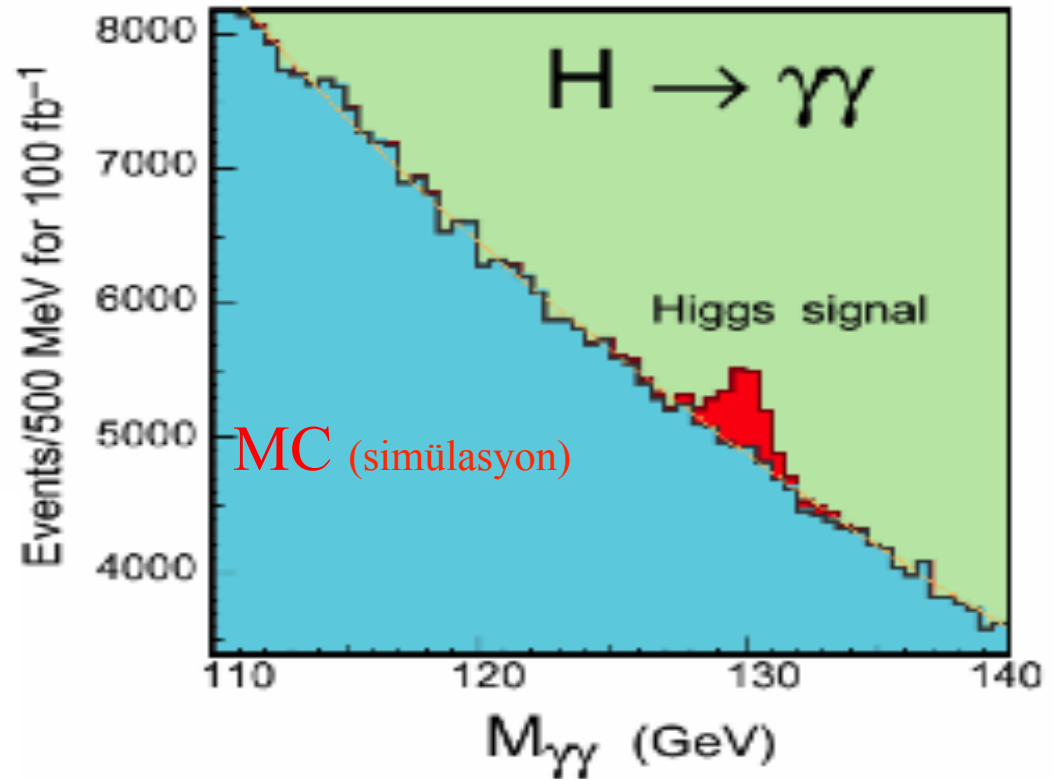
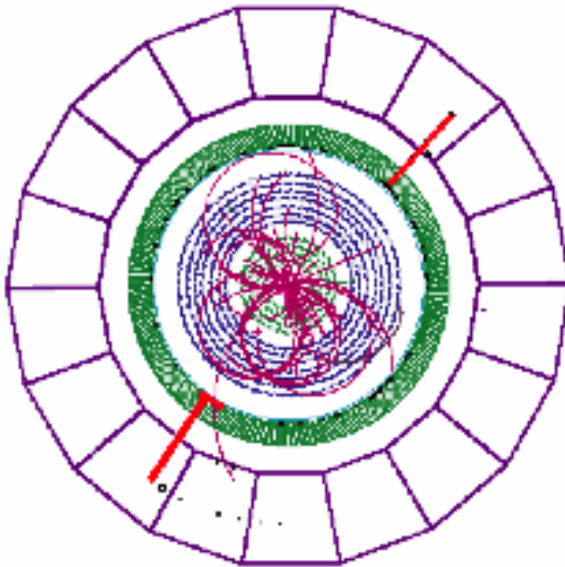
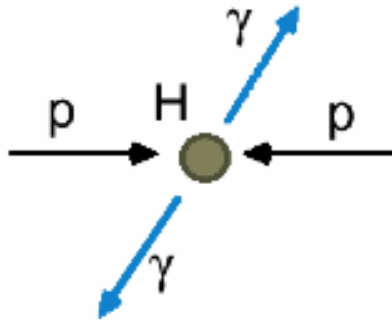
- 1964'de, birbirinden bağımsız 3 grup 'Higgs' mekanizmasını ortaya atar: Robert Brout ve Francois Englert; Peter Higgs; ve Gerald Guralnik, C. R. Hagen, ve Tom Kibble
- 2011'de tek bildiğimiz Higgs'in 115 GeV'den daha 'ağır' oluşu

	Measurement	Pull	Pull	$\Delta\chi^2$
			-3 -2 -1 0 1 2 3	
$m_Z$ [GeV]	$91.1871 \pm 0.0021$	.08		
$\Gamma_Z$ [GeV]	$2.4844 \pm 0.0024$	-.56		
$\sigma_{had}^{e^+e^-}$ [nb]	$41.544 \pm 0.037$	1.75		
$R_{had}$	$20.758 \pm 0.024$	1.16		
$A_{had}^{3\gamma}$	$0.01701 \pm 0.00095$	.80		
$A_{had}^{\gamma\gamma}$	$0.1483 \pm 0.0051$	-.21		
$A_{had}^{\gamma Z}$	$0.1425 \pm 0.0044$	-1.07		
$\sin^2\theta_{eff}^{had}$	$0.2321 \pm 0.0010$	.60		
$m_W$ [GeV]	$80.350 \pm 0.065$	-.62		
$R_b$	$0.21642 \pm 0.00073$	.81		
$R_c$	$0.1674 \pm 0.0038$	-1.27		
$A_{had}^{3\gamma}$	$0.0998 \pm 0.0020$	-2.20		
$A_{had}^{2\gamma}$	$0.0852 \pm 0.0037$	-1.23		
$A_{had}^{\gamma\gamma}$	$0.811 \pm 0.025$	-.95		
$A_{had}^{\gamma Z}$	$0.830 \pm 0.028$	-1.48		
$\sin^2\theta_{eff}^{had}$	$0.23099 \pm 0.00025$	-1.95		
$\sin^2\theta_W$	$0.2255 \pm 0.0021$	1.13		
$m_W$ [GeV]	$80.448 \pm 0.062$	1.02		
$m_t$ [GeV]	$174.3 \pm 5.1$	-.82		
$A_{had}^{2\gamma}(m_Z)$	$0.02804 \pm 0.00065$	-.05		



# Düşük kütleli Higgs ( $M_H < 140 \text{ GeV}$ )

$H \rightarrow \gamma\gamma$



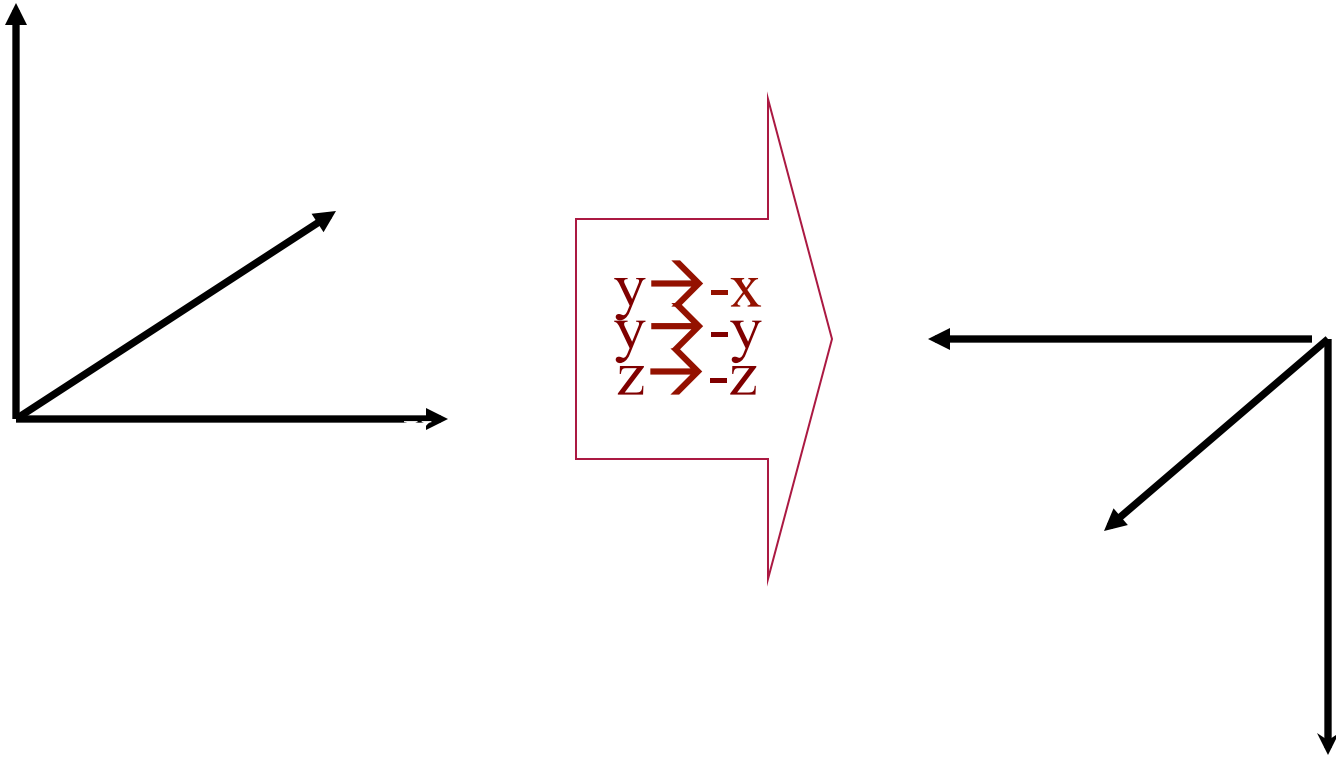
# CP simetrisi ve kırınımı

*Sürekli simetriler yanında kesikli simetriler de vardır:*

- $C$  – yük (zayıf etkileşimlerde korunmaz)
- $P$  – parite (zayıf etkileşimlerde korunmaz)
- $T$  – zaman

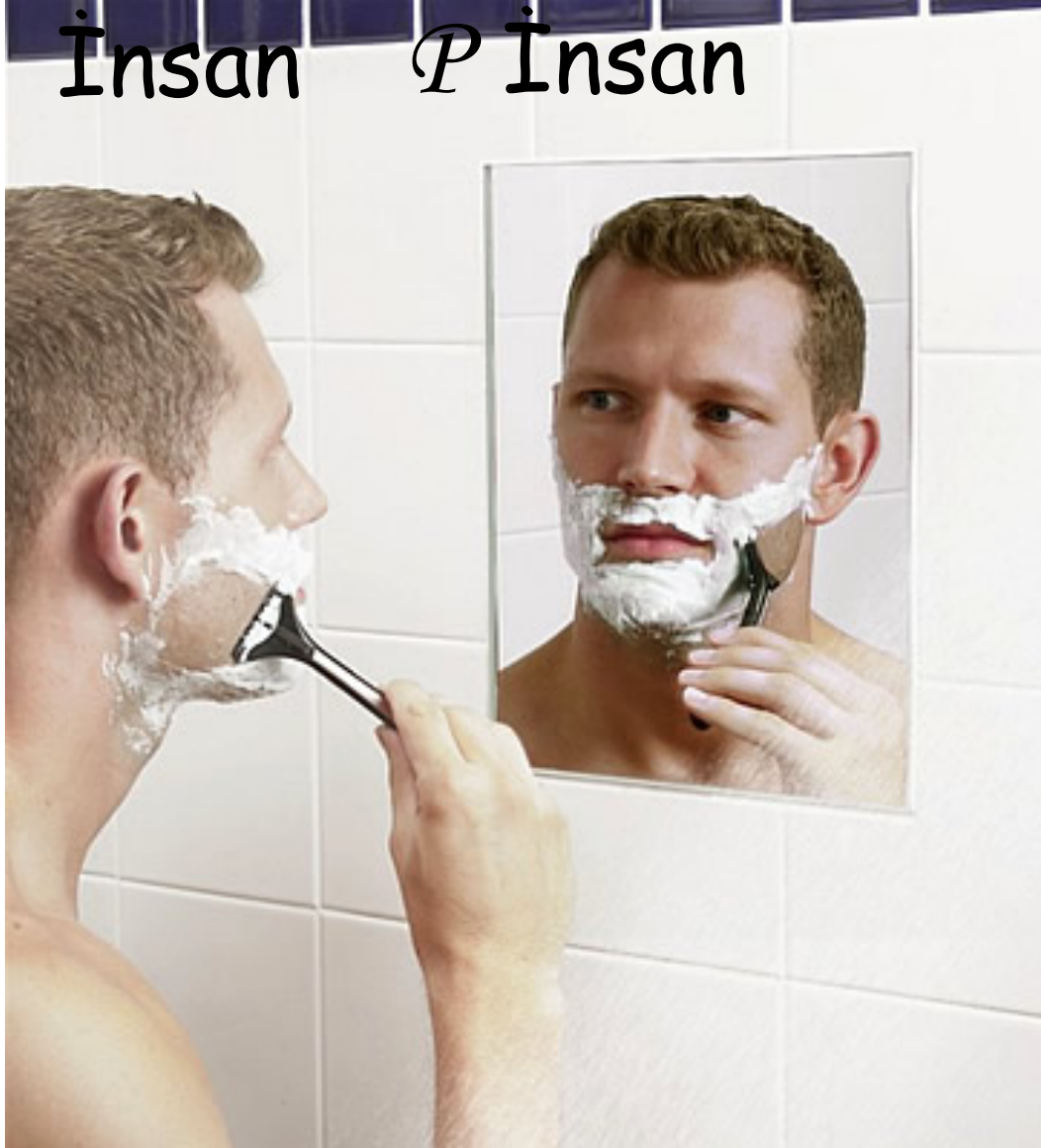
***Deneyisel olgular: SM' de*** yeğin ve elektromanyetik etkileşimler  $C$ ,  $P$ ,  $T$ ,  $CP$ ,  $CT$ ,  $PT$  ve  $CPT$  değişmezdir.

# Parite dönüşümü



Adam bıçağı sağ eliyle tutuyor  
Görüntü bıçağı sağ eliyle tutuyor

İnsan *P* İnsan





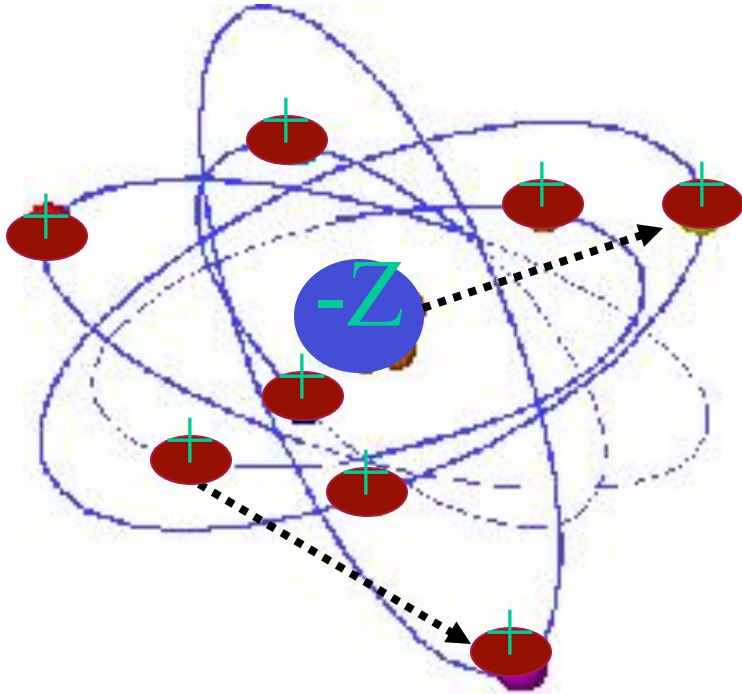
*Kusursuz bir simetri çok da ilgi çekici değildir*



*Güzellik*  *naııtçe kırılmış simetri*

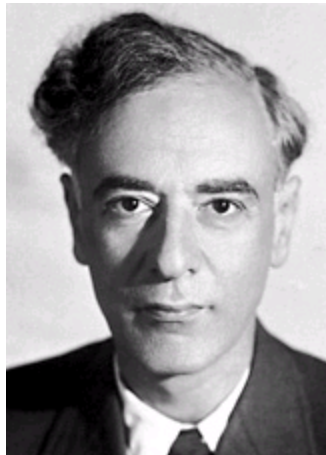
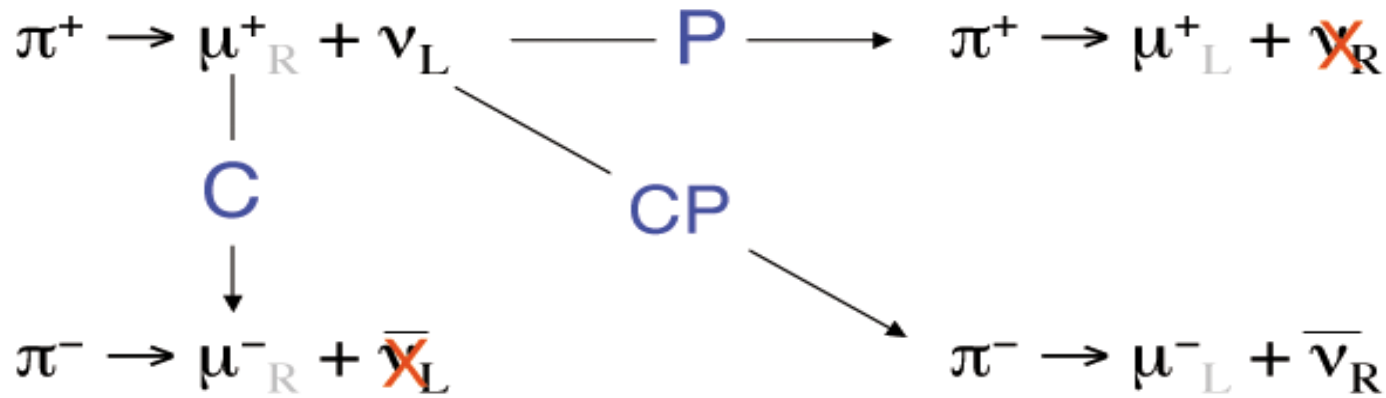


## Yük simetrisi

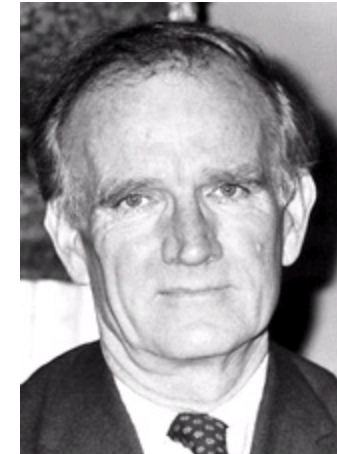


$$C: + \rightarrow - ; - \rightarrow +$$

$$C(+,-) \rightarrow (-,+)$$



*L.D.Landau, 1959:  
CP-parite korunumu  
hipotezi*

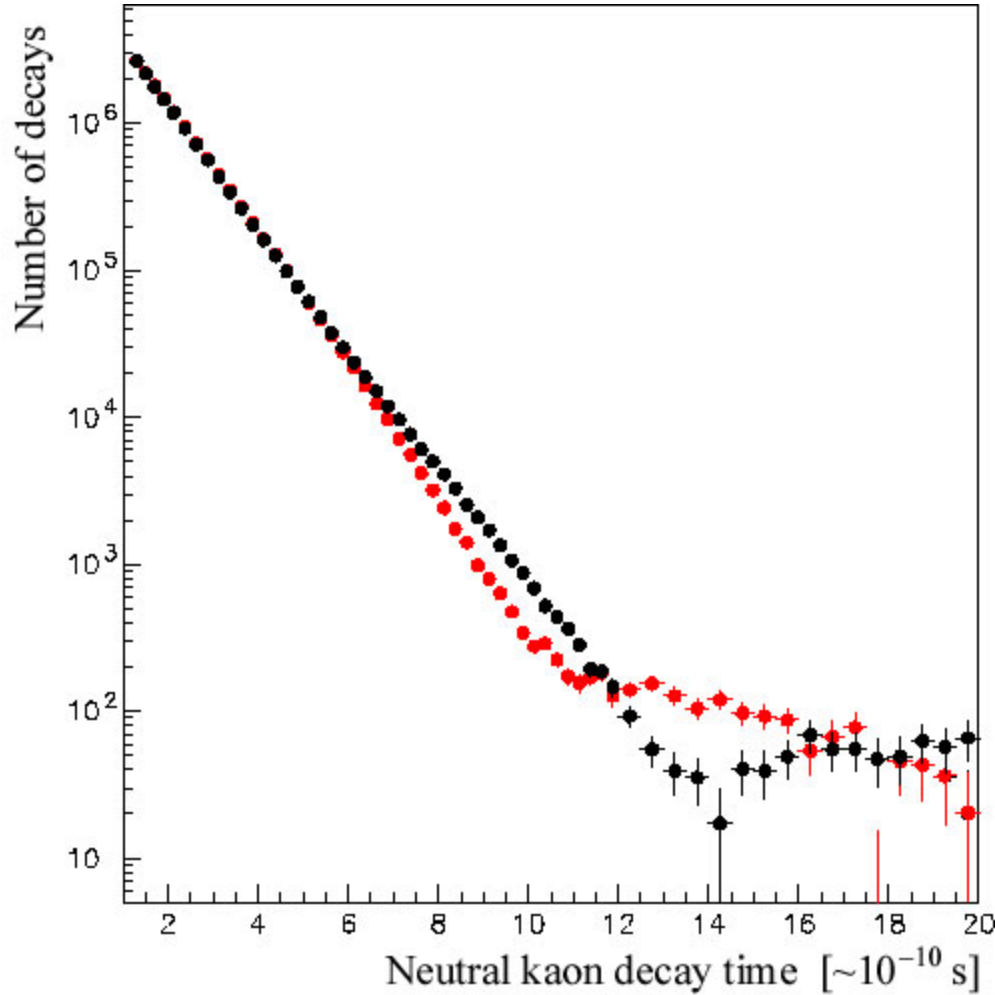


*J.Cronin, V.Fitch, 1964:  
yüksüz K-mezonlarında CP-simetrisi  
ihlalinin keşfi*

$$\Gamma(B^0 \rightarrow \psi K_S) \neq \Gamma(\bar{B}^0 \rightarrow \psi K_S)$$

$$K_S, K_L \neq K_+, K_-$$

# *Deneysel Parçacık Fiziği alanında:* (CPLEAR 1999)



*Yüksüz kaon' un  
bozunum zamanı*

*Yüksüz karşı- kaon  
bozunum zamanı*

*CP ihlali*

# CP-simetriyi ihlali üzerine BaBar ve BELLE gibi deneylerde çok daha hassas ölçümler yapıldı

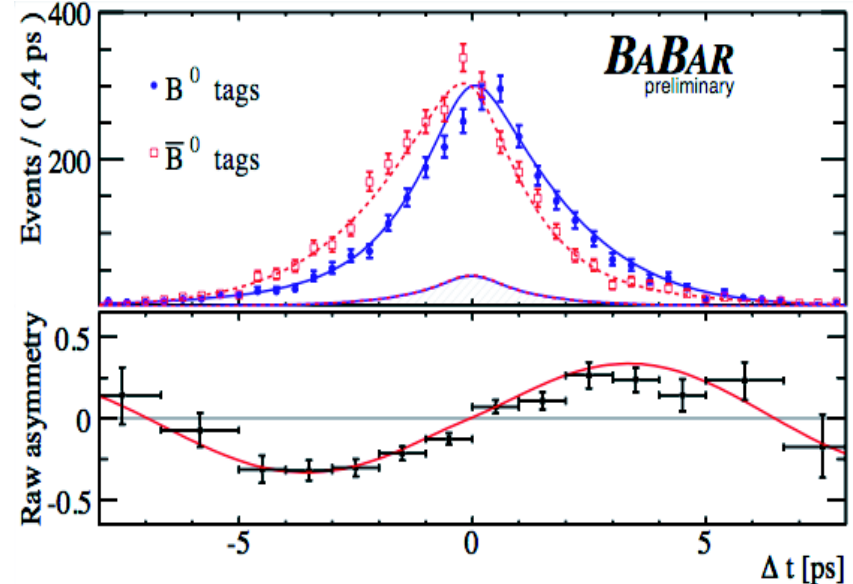
*US ve Japonya'da yürütülen bu deneylerde  $\Upsilon(4S)$  rezonansı ölçüldü:*

$$e^+e^- \rightarrow \Upsilon(4S) \rightarrow B^0\bar{B}^0 \text{ or } B^+B^-$$

□ The CP asymmetry  $A(t) = \frac{\Gamma(B^0 \rightarrow J/\psi K_S) - \Gamma(\bar{B}^0 \rightarrow J/\psi K_S)}{\Gamma(B^0 \rightarrow J/\psi K_S) + \Gamma(\bar{B}^0 \rightarrow J/\psi K_S)}$

$$A(t) = -\sin 2\beta \sin \Delta m t$$

□ **BABAR + BELLE :**  
 $\sin 2\beta = 0.674 \pm 0.026$





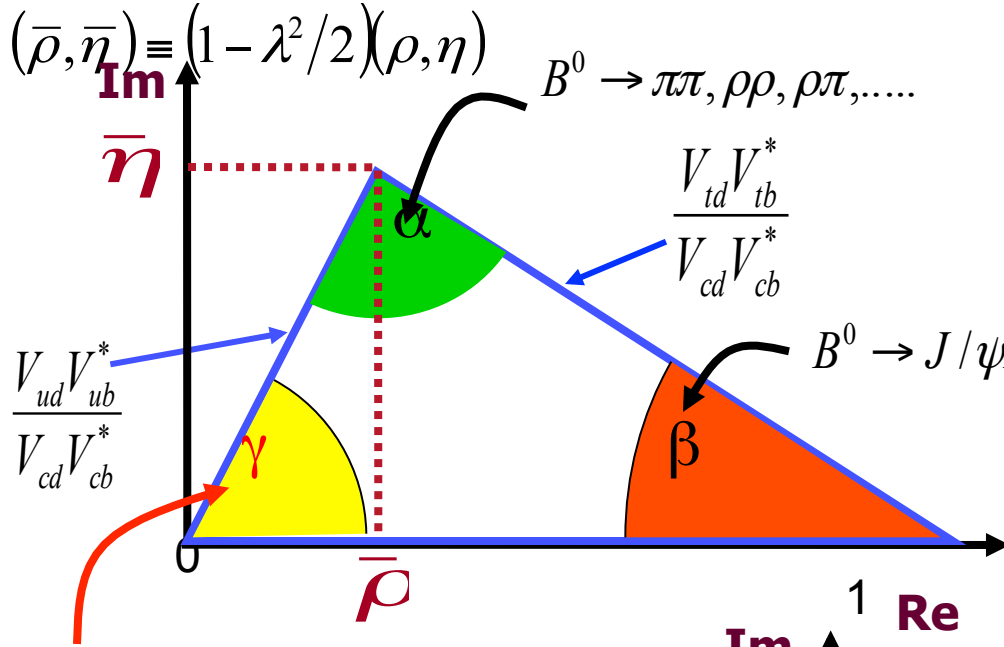
*M. Kobayashi, T.Maskawa, 1974:*  
SM' de CP-simetrisi ihlali için  
açıklama getirdiler

Fikir: etkileşmeyen parçacıkların **süperpozisyonu** zayıf etkileşimde  
çeşni **özdeğerleri** meydana getiriler

Diğer bir deyişle, kütle terimi ve yüklü akım, etkileşim teriminde aynı  
anda diyagonalize edilemez.

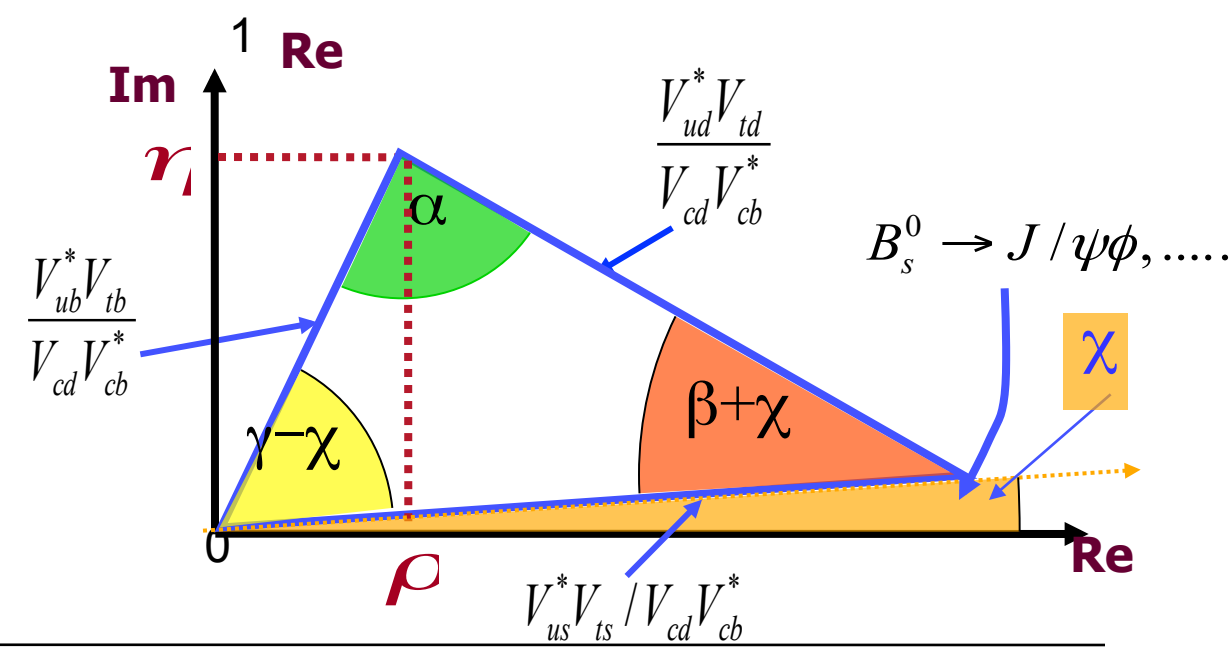
$$L_{\text{int}} = \frac{g_2}{\sqrt{2}} (\bar{u}_L, \bar{c}_L, \bar{t}_L) \gamma^\mu \hat{V}_{CKM} \begin{pmatrix} d_L \\ s_L \\ b_L \end{pmatrix} W_\mu^+ + h.c.$$

# Üniter açı



$\beta$ :  $B_d$  karışım fazı  
 $\chi$ :  $B_s$  karışım fazı  
 $\gamma$ : zayıf bozunum fazı

$B_d \rightarrow DK, DK^*$   
 $B_s \rightarrow D_s K \quad (\gamma - 2\chi)$   
 $B_d \rightarrow D^* \pi \quad (\gamma + 2\beta)$



Hassas belirlemeler  
 $B$ -bozunumları ile  
 yapılıyor

# Baryogenesis (Madde-doğumu)

- *Büyük Patlama (~ 13.7 milyar yıl önce) → madde ve karşı-madde eşit miktarlarda yaratıldı*

*yokoluş →  $n_{\text{baryon}}/n_g \sim 10^{-10}$   
neden bütün madde yok olmadı*

- *Evrende karşı-atom yok*

- *Büyük Patlamadaki madde / karşı-madde simetrisi (CP simetrisi) ihlal edilmiş olmalı) [Sakharov, 1967]*

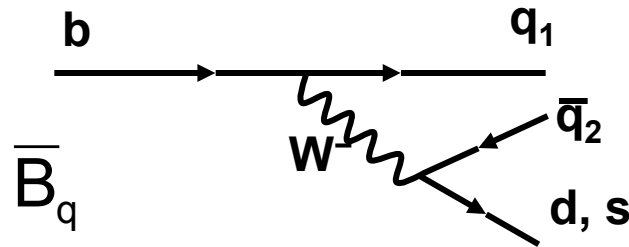
- *SM' de, kuarkların zayıf etkileşimdeki karışımlarında CP ihlal ediliyor (en az 3 aile olması koşuluyla). Dolayısıyla baryogenesis 3 aile ile ilgili olabilir. Öte yandan normal madde sadece ilk aileden meydana gelir ( $u, d, e, \nu_e$ )*

- *Ancak SM'deki CP ihlali baryogenesis için yeterli değil → başka CP ihlali nedenleri için yeni fizik gerekir*

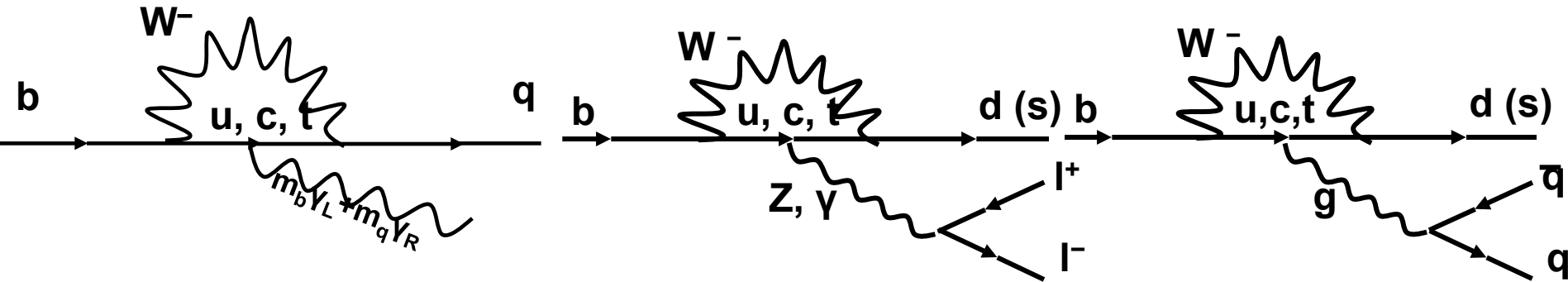


# B bozunumlarında topolojiler

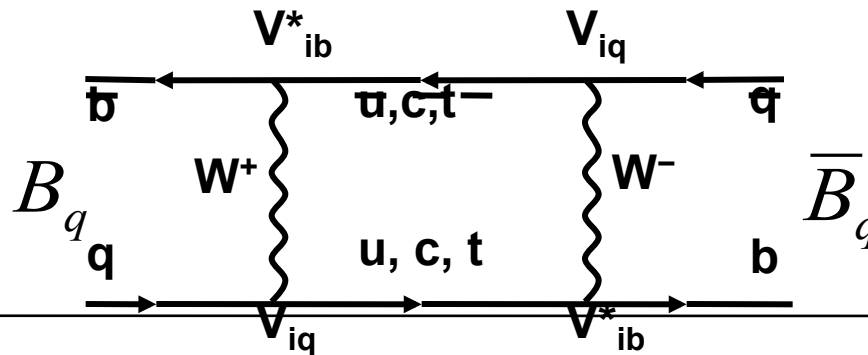
## Trees



## Penguins



## Boxes



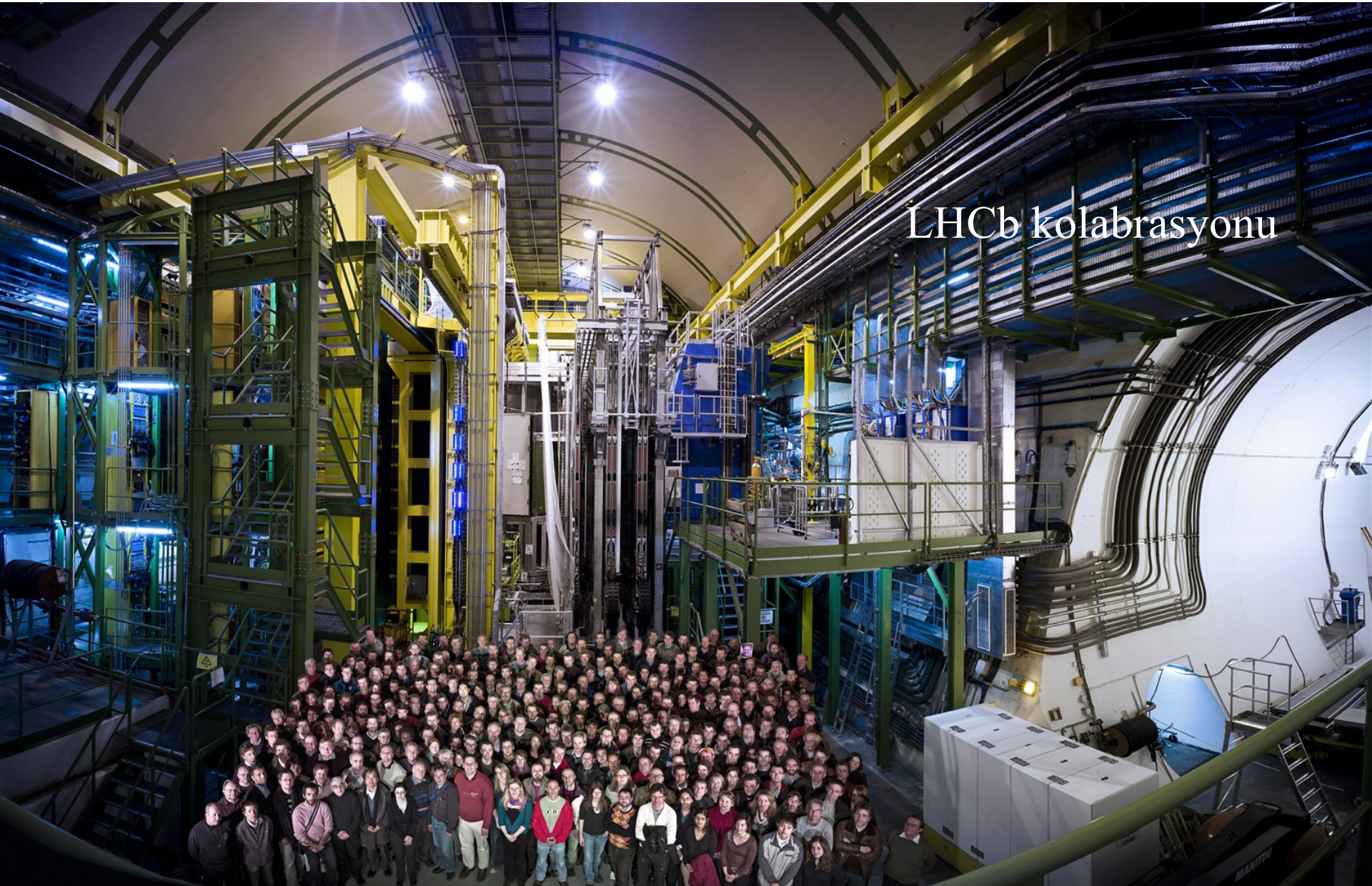
LHCb experiment:  
700 physicists  
50 institutes  
15 countries

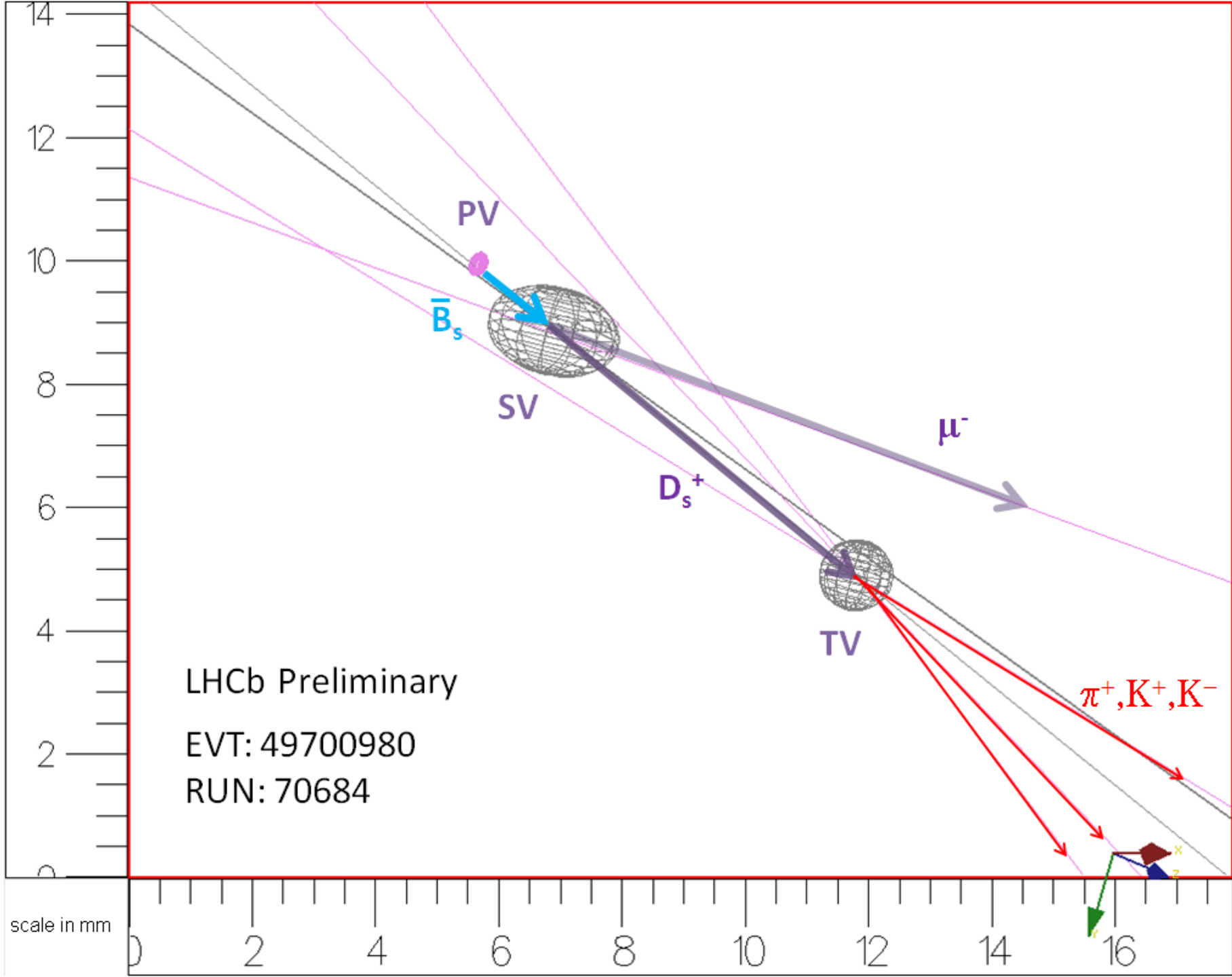
*Jet d'Eau  
140 m*

*Mont Blanc,  
4808 m*

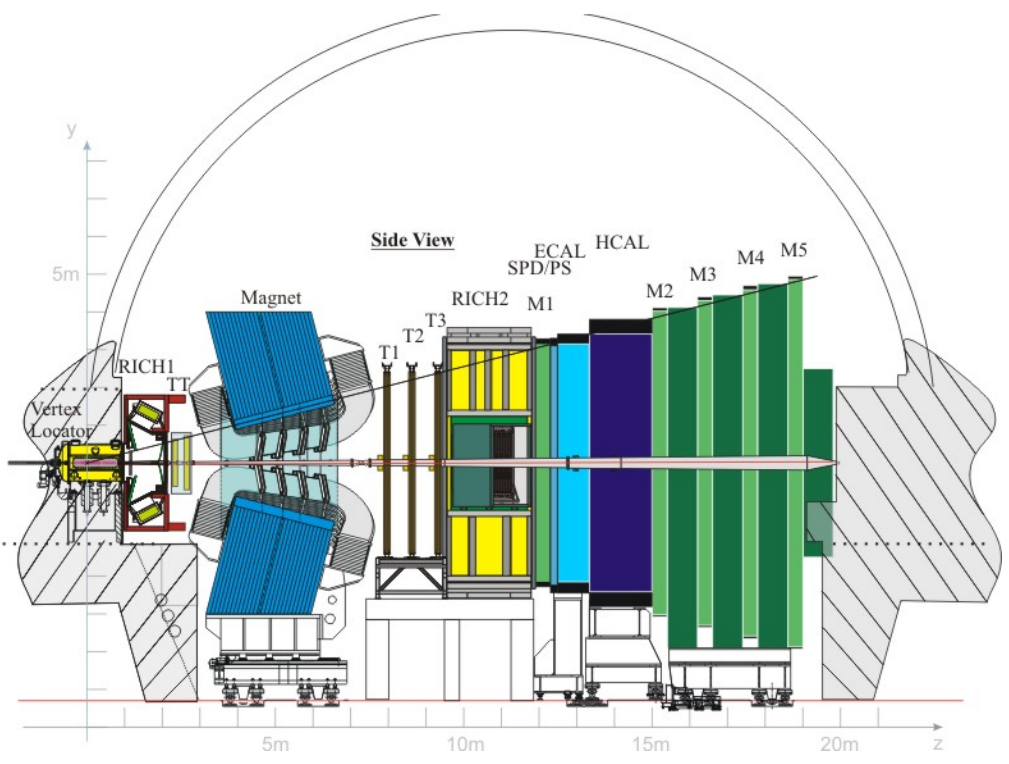
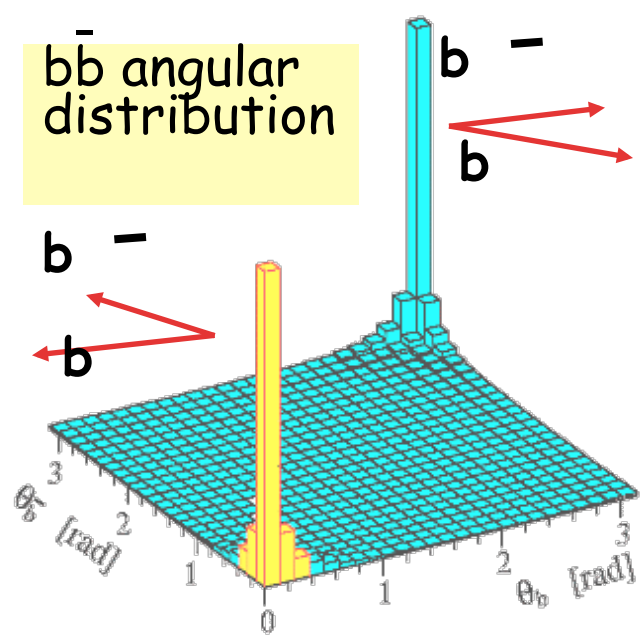
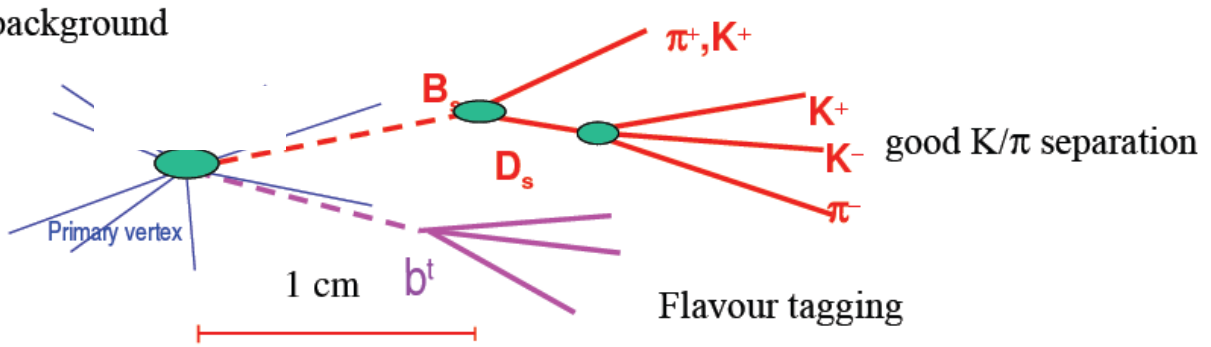


# LHCb kolabasyonu

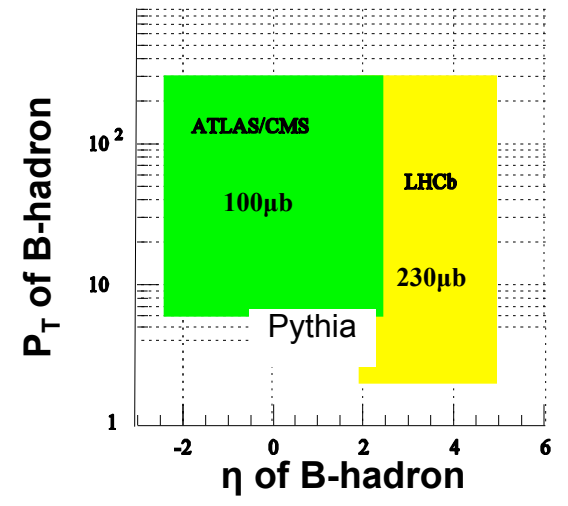




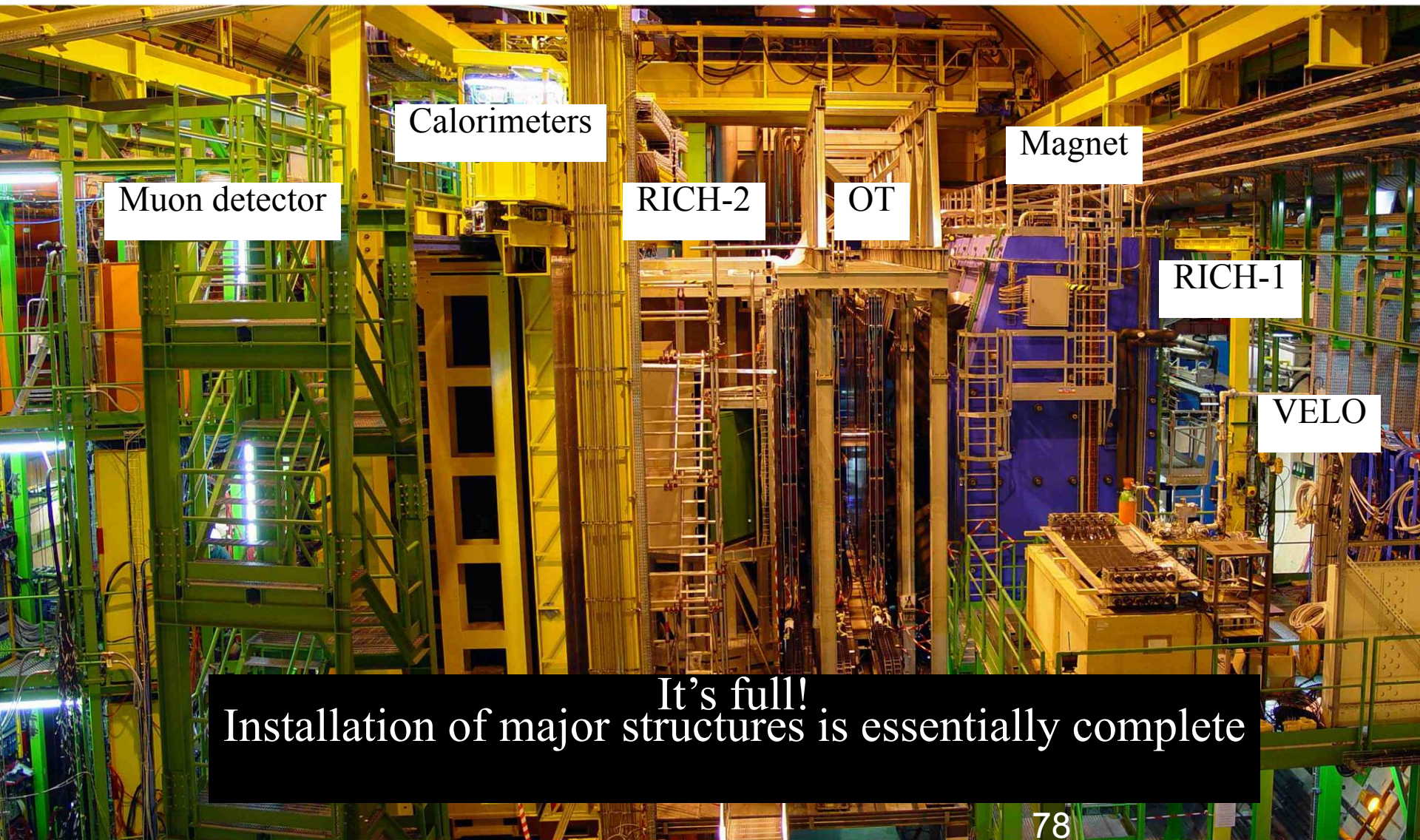
background



- vertices and momenta reconstruction
- effective particle identification ( $\pi, K, \mu, e, \gamma$ )
- triggers

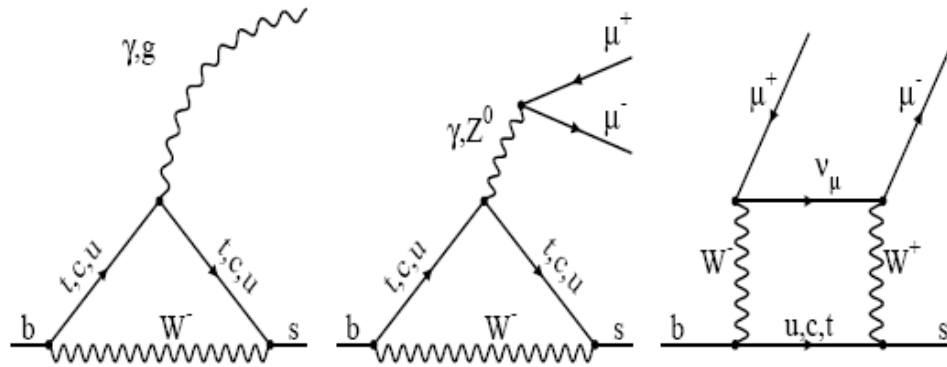


# View of the LHCb cavern

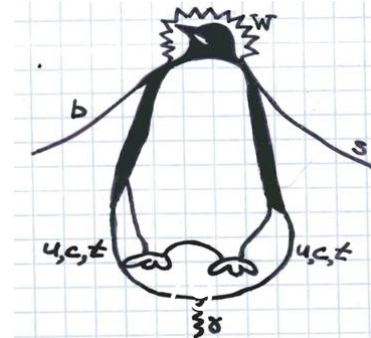
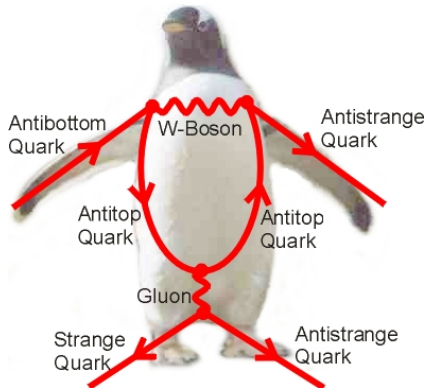


# LHCb' de nadir bozunumlar

«penguin» bozunumlar  $B \rightarrow K^* \gamma$ ,  $B_s \rightarrow \phi \gamma$ ,  $B \rightarrow K\phi\gamma$ ,  
 $B \rightarrow K^* \mu\mu$  ve «box» bozunumlar,  $B_s \rightarrow \mu\mu$



«penguin» ismi John Ellis tarafında 1977 'de ortaya atılıyor



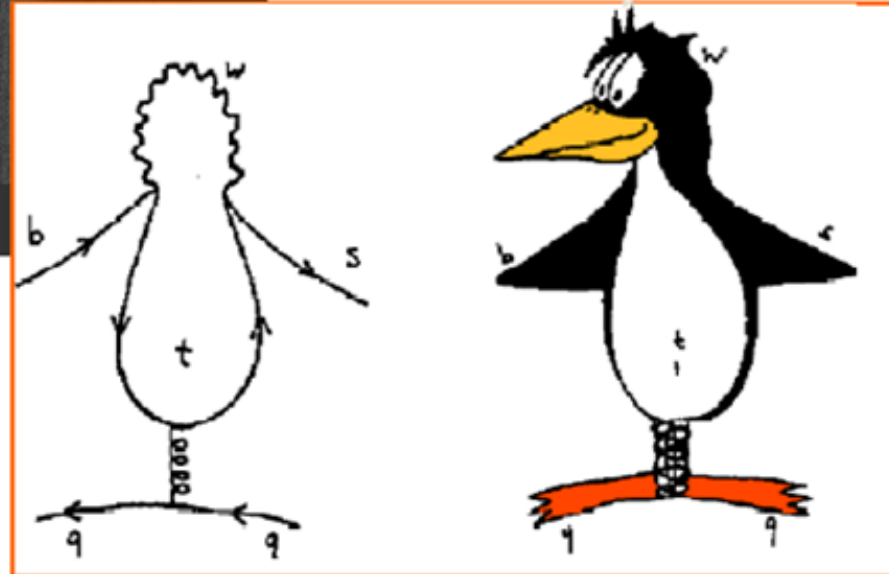
a controversy...



mirror image of Richard Feynman

neden bunlara Penguen diyagramları diyorsunuz?  
Bunlar Peguen' e benzemiyor ki!

Bende hiç size benzeyen  
bir Feynman diyagramı  
görmedim 😊





# March of the Penguins

$$B \rightarrow K^* \gamma$$

$$B \rightarrow X_s \gamma$$

$$B \rightarrow K \pi$$

$$B \rightarrow K^{(*)} 1^+ 1^-$$

$$B \rightarrow \rho \gamma$$

*Jeffrey D.  
Richman*

# Loops in B decays: probe high mass scales!

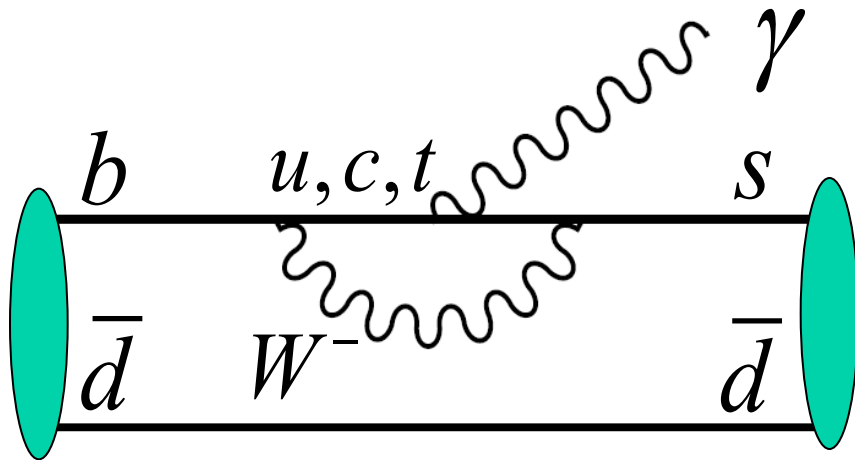
VOLUME 71, NUMBER 5

PHYSICAL REVIEW LETTERS

2 AUGUST 1993

## Evidence for Penguin-Diagram Decays: First Observation of $B \rightarrow K^*(892)\gamma$

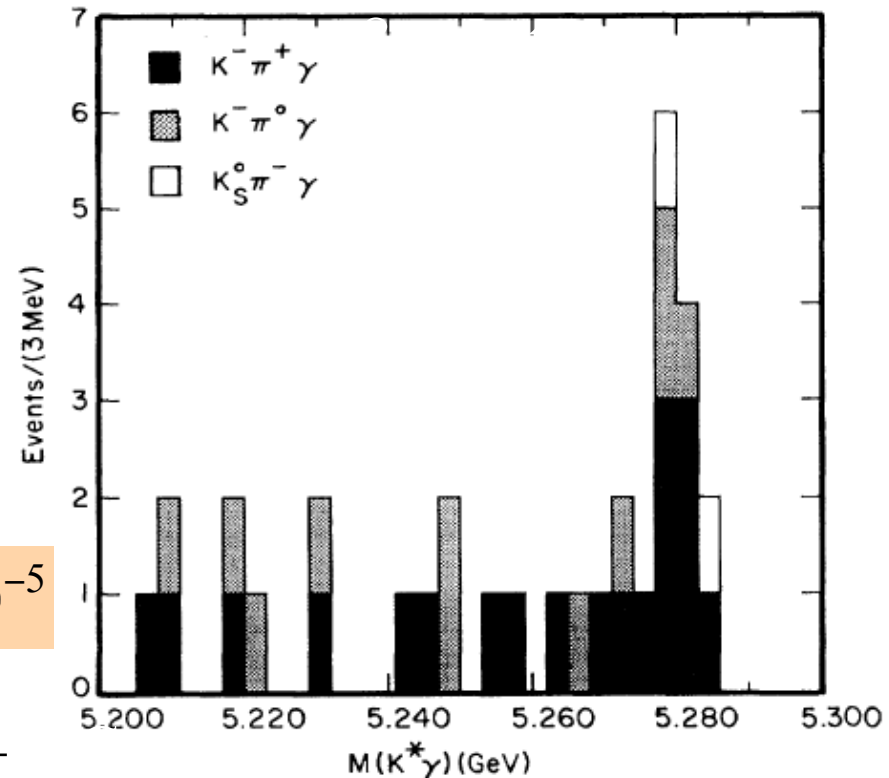
We have observed the decays  $B^0 \rightarrow K^*(892)^0\gamma$  and  $B^- \rightarrow K^*(892)^-\gamma$ , which are evidence for the quark-level process  $b \rightarrow s\gamma$ . The average branching fraction is  $(4.5 \pm 1.5 \pm 0.9) \times 10^{-5}$ . This value is consistent with standard model predictions from electromagnetic penguin diagrams.



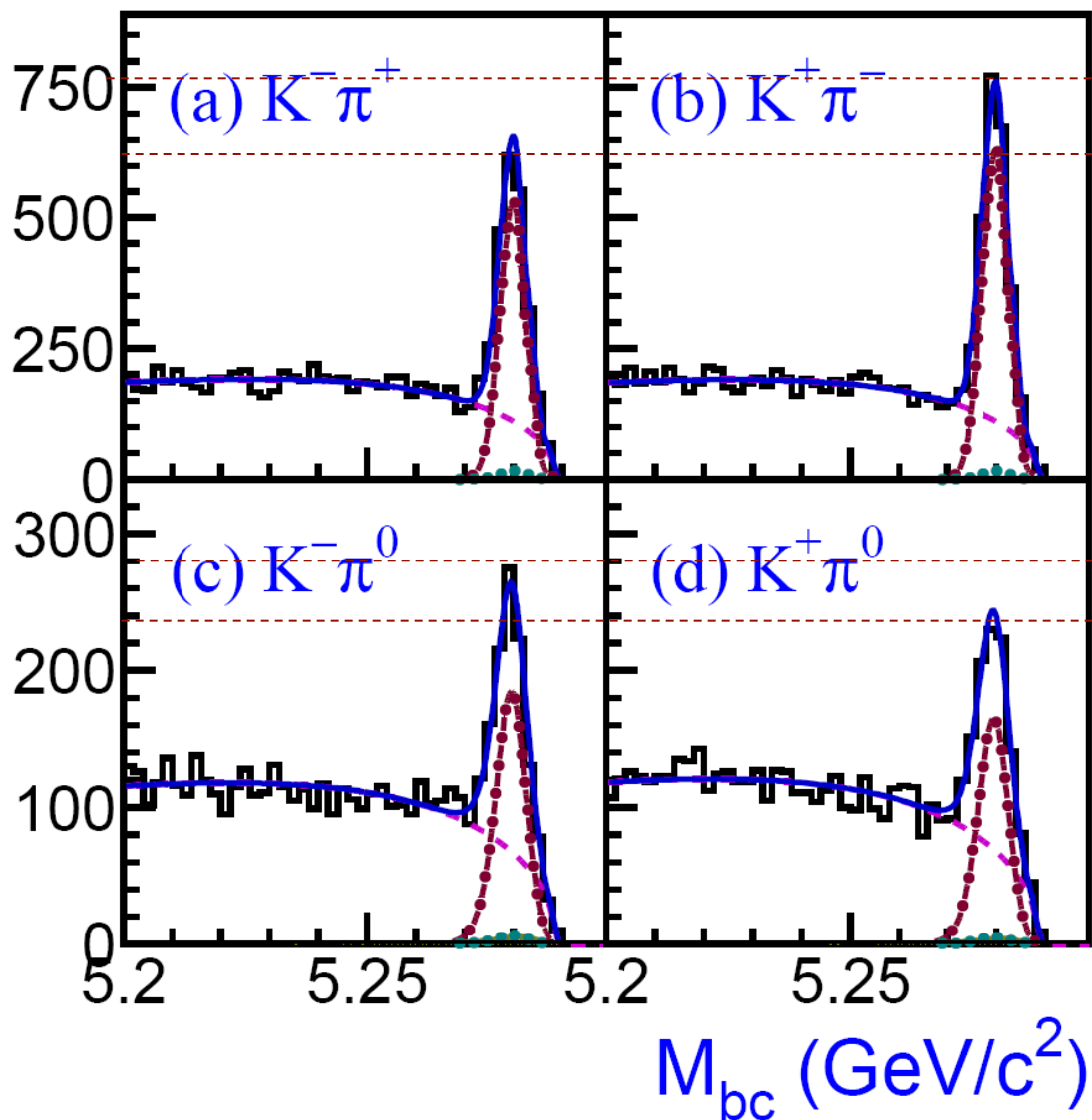
$$B(B \rightarrow K^* \gamma) = (4.5 \pm 1.5 \pm 0.9) \times 10^{-5}$$

$$B(\bar{B}^0 \rightarrow K^{*0} \gamma) = (4.01 \pm 0.2) \times 10^{-5}$$

Kerem Cankoçak, İTÜ Mart 2012



### Direct CPV in $B \rightarrow K\pi$ decays



World Averages:

$$A_{cp}(K^+\pi^-) = -0.097 \pm 0.012$$

5 $\sigma$  difference!

$$A_{cp}(K^+\pi^0) = +0.047 \pm 0.026$$

