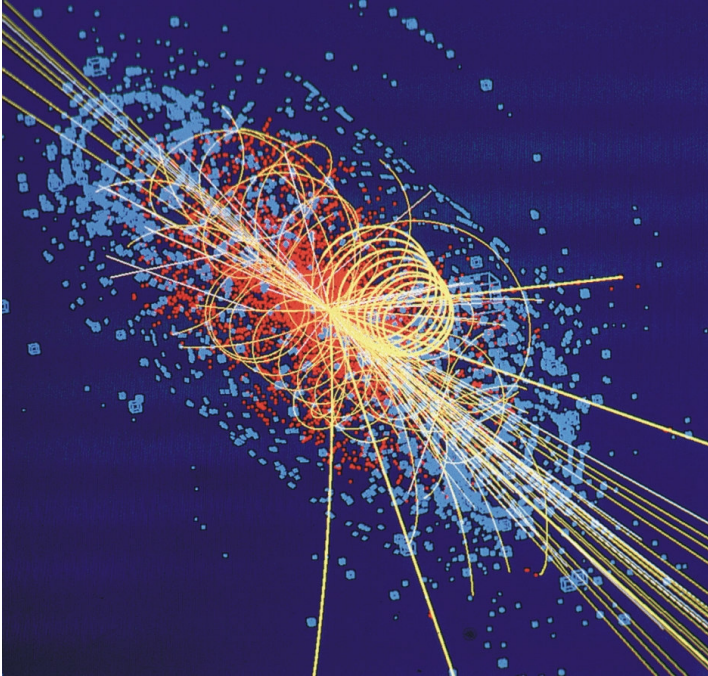




YENİ FİZİĞE DOĞRU

- *Yüksek Enerji Fiziği'ndeki son gelişmeler*
- *Fizik Bilimi'nin geleceği*



Öğr.Gör.Dr. Ahmet BİNGÜL
Gaziantep Üniversitesi
Fizik Mühendisliği Bölümü
02 Ocak 2008

İçerik

- **Parçacık Fiziği Kısa Tarihçesi**
- **Kuram** → *Standart Model ve Ötesi*
- **Deney** → *Hızlandırıcılar ve Detektörler*
- **Veri Analizi** → *Bilgisayarla son tahlil*
- **Gelecek** → ?

Bu seminer aşağıdaki adreste yeniden izlenebilir:

<http://www1.gantep.edu.tr/~bingul/seminar/yef>

Fizik

Madde ve Enerjinin doğasını inceler!

- 1600-1900

- Mekanik
- Elektrik ve Manyetizma
- Termodinamik

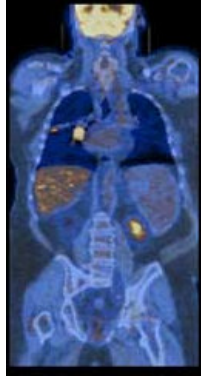
- 1900-

- Atom ve Molekül Fiziği
- Yoğun Madde Fiziği
- Çekirdek Fiziği (Nuclear Physics)
- Yüksek Enerji Fiziği ≡ Parçacık Fiziği
- Astrofizik

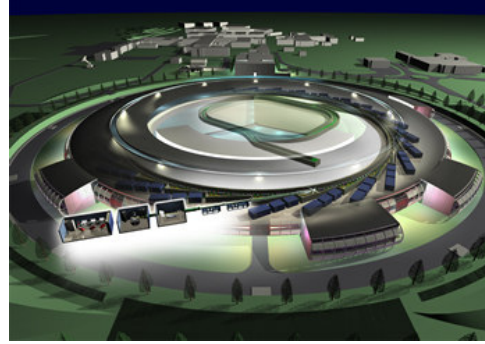
Parçacık Fiziği'nin Kısa Tarihçesi

■	M.Ö. 450	İlk atom kavramı	<i>Democritus</i>
■	1807	Elementler ve Atom	<i>J. Dalton</i>
■	1895	X-ışınları	<i>W.C. Röntgen</i>
■	1896	Radyoaktivite	<i>H. Becquerel, M.Curie</i>
■	1898	Atom: üzümlü kek modeli	<i>J. J. Thompson</i>
■	1899	Elektron	<i>J. J. Thompson</i>
■	1911	Atom Çekirdeği	<i>E. Rutherford</i>
■	1913	Bohr Atom Modeli	<i>N.Bohr</i>
■	1920	Isotoplar	<i>E.W. Aston</i>
■	1932	Nötron	<i>J. Chadwick</i>
■	1932	Pozitron	<i>C.D. Anderson</i>
■	1947	Muon ve Pion	<i>C. Powell</i>
■	1947	Kaon	<i>Rochester</i>
■	1955-1995	Diğer Parçacıklar	...
■	????		

Parçacık Fiziği Uygulamaları



Tıp



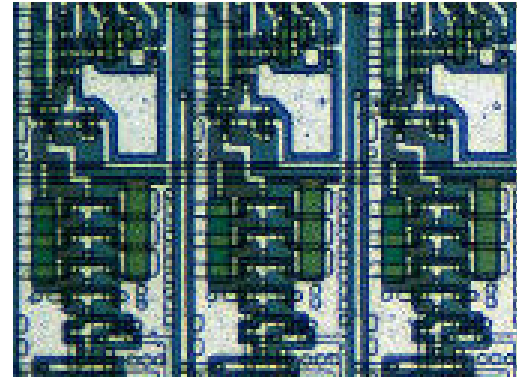
Araştırma



Eğitim



Bilgisayar



Teknoloji

Parçacık Fiziğindeki Birimler

■ Enerji, E

- SI birim sisteminde, Joule, $1\text{ J} = 1\text{ kg.m}^2/\text{s}^2$
- elektron-volt, eV: $1\text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{ J}$
 - $1\text{ MeV} = 10^6\text{ eV}$
 - $1\text{ GeV} = 10^9\text{ eV}$
 - $1\text{ TeV} = 10^{12}\text{ eV}$

$$E = mc^2$$

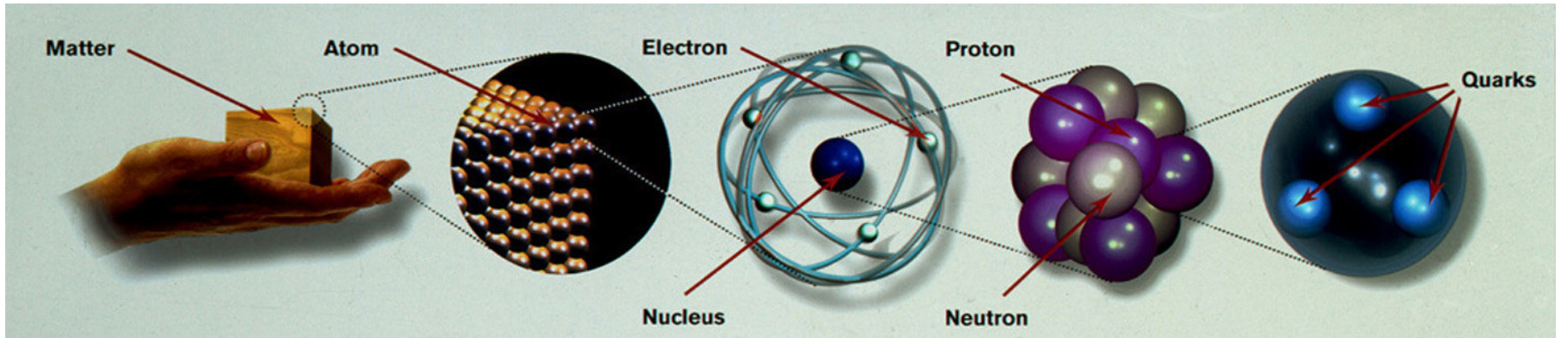
■ Kütle, m

- SI birim sisteminde, kg.
- Doğal birim sisteminde: $c = 1$
 - $m = 1\text{ eV} \equiv 1.8 \times 10^{-36}\text{ kg}$
 - $m = 1\text{ GeV} \equiv 1.8 \times 10^{-27}\text{ kg}$

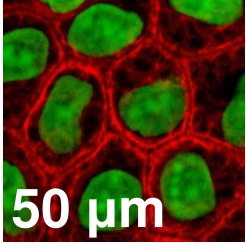


Atom

- Maddeyi oluşturan temel parçacıklar:
Elektron – Proton – Nötron ?



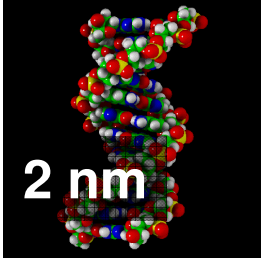
En Küçüğü Görmek



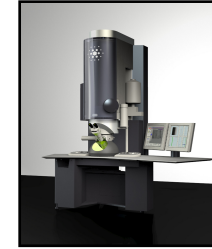
HÜCRE



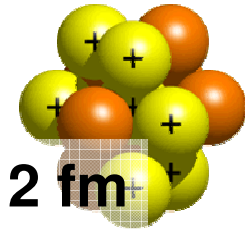
Mikroskop



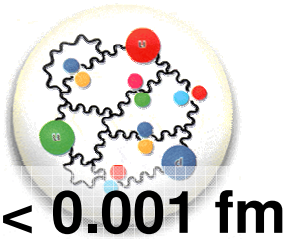
DNA



**Elektron
mikroskopi**



Atom Çekirdeği



Kuarklar

Parçacık Hızlandırıcıları

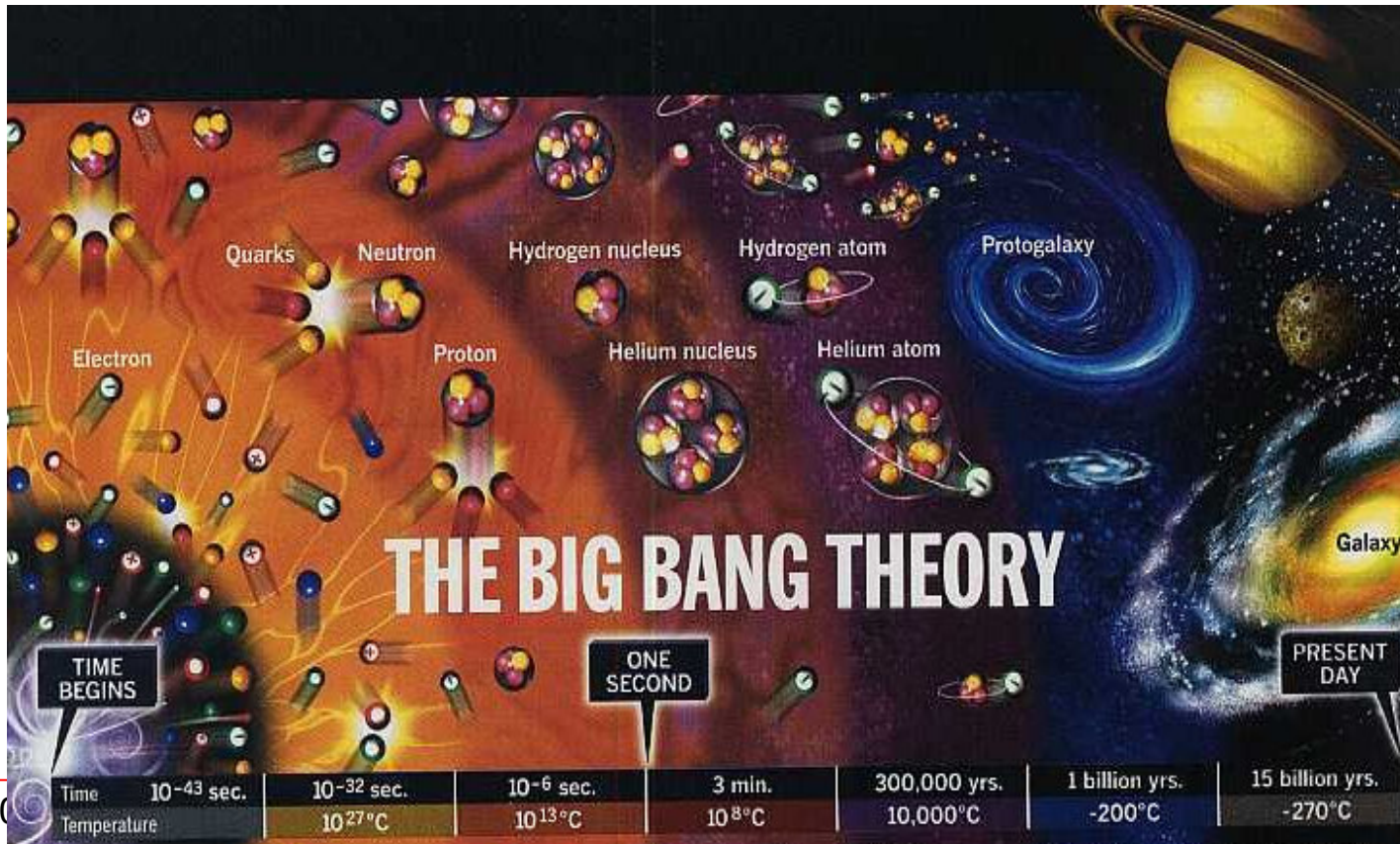


Büyük Patlama

- Evrenin bugünkü duruma nasıl geldiğini açıklayan kozmolojik model
- Genişleyen evren ...
 - 1924: Hubble kırmızıya kayma (red shift) yasası
 - 1964: Kozmik artalan gözlemleri

Evrenin yaşı: $t \approx 10\text{-}15$ milyar yıl

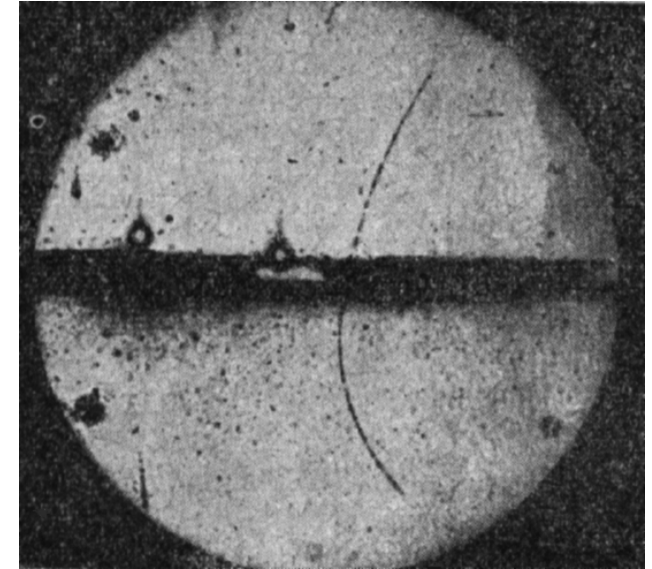
Evrenin sıcaklığı: $T \approx 3\text{ K}$



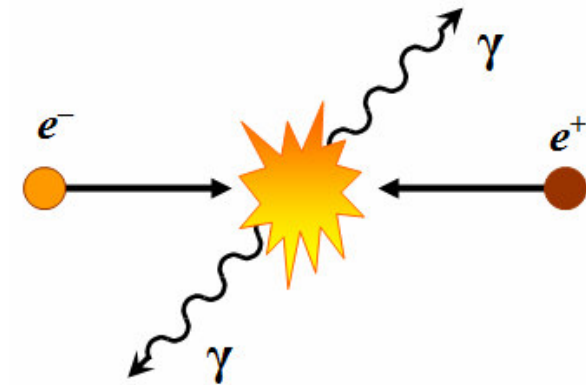
Karşı-Madde

- 1928 Dirac pozitif elektron (pozitron) önerisi
- 1932 Anderson gözlem: Kozmik ışınlar
- Her parçacık kendi karşı-parçacığına sahiptir.
Yüklü paçacıklar: **proton (+)** **karşı-proton (-)**
Yüksüz paçacıklar: **foton** = **karşı-foton**
- Madde ve karşı-madde birbirleri ile karşılaşıncı madde enerjiye dönüşür.

$$E = mc^2$$



$$e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$$



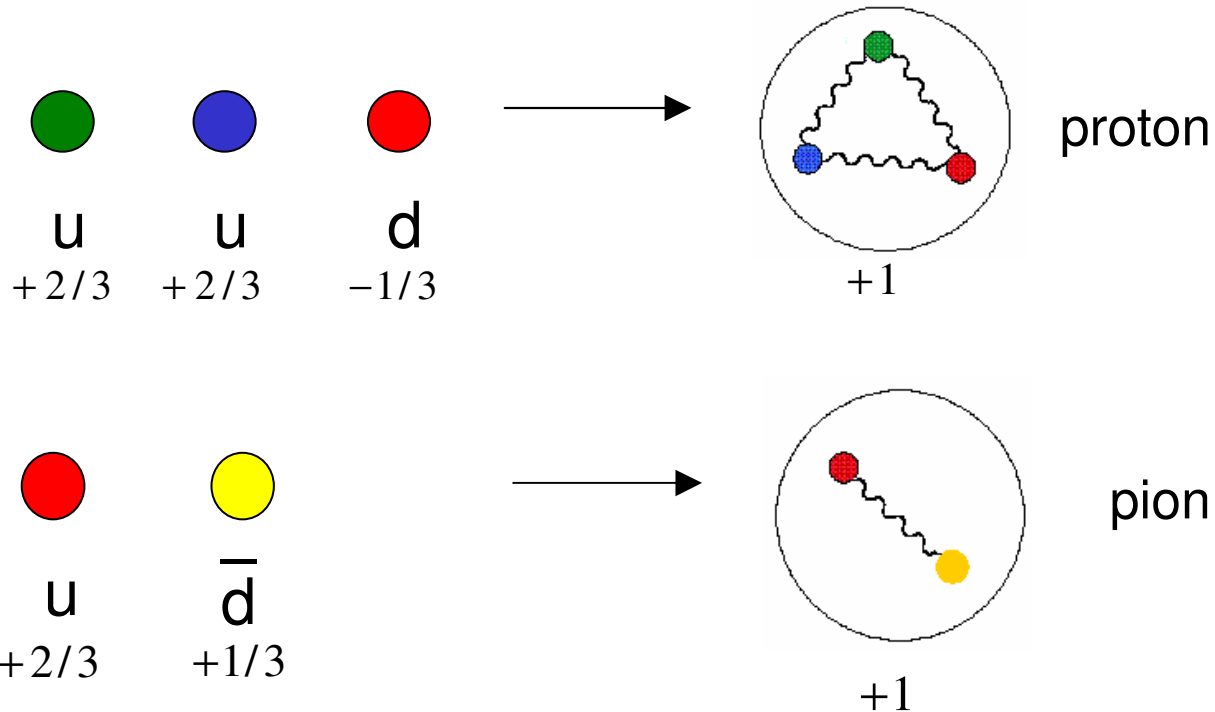
- Tıp uygulaması: **PET**

Parçacık Çiftliği

Parçacık Ailesi	Liste	Kütle (MeV)
Foton	γ	0
Leptonlar	$e^-(e^+) \quad \mu^-(\mu^+) \quad \tau^-(\tau^+)$ $\nu_e(\bar{\nu}_e) \quad \nu_\mu(\bar{\nu}_\mu) \quad \nu_\tau(\bar{\nu}_\tau)$	0 – 1800
Mezonlar	$\pi^0, \pi^-, \pi^+, K^0, K^+, K^-,$ $\rho^0, \rho^+, \rho^-, B, D, \dots$	140 – 2000
Baryonlar	$p, n, \Sigma, \Lambda, \Xi, \Omega, \dots$	1000-2000

Standart Model

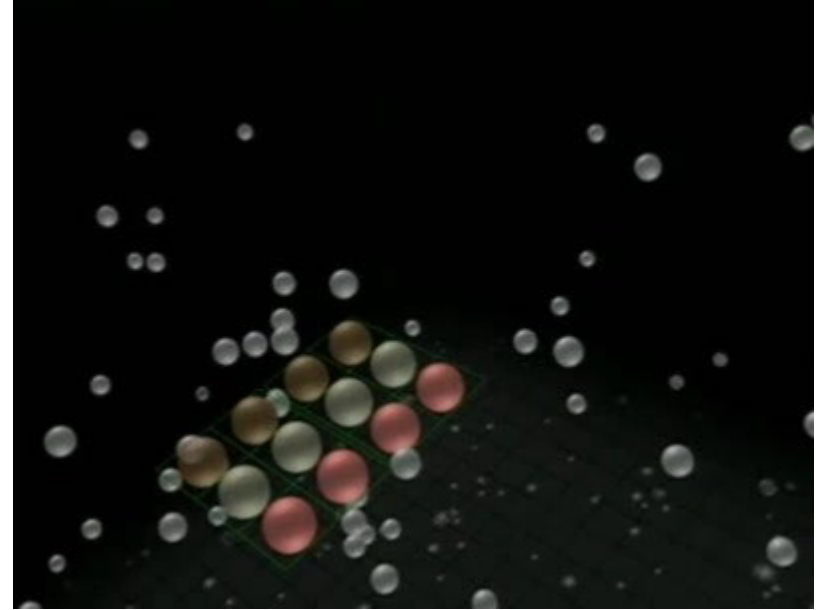
- Parçacıkları ve temel etkileşimleri açıklayan *şimdilik* en iyi kuram.
- Kararlı maddeyi oluşturan parçacıklar u ve d kuarkları ve elektronlar



Dört Temel Kuvvet

Kuvvet	Geçerlilik	Menzil	Şiddet
Kütle çekim	Düşen cisimler Gezegenler Gökadalar	∞	1
Zayıf	Beta bozunumu Güneş füzyon	10^{-17} m	10^{25}
Elektro-manyetik	Atomlar Moleküller Optik Elektronik Sürtünme	∞	10^{36}
Güçlü	Nükleonlar Kuarklar	10^{-15} m	10^{38}

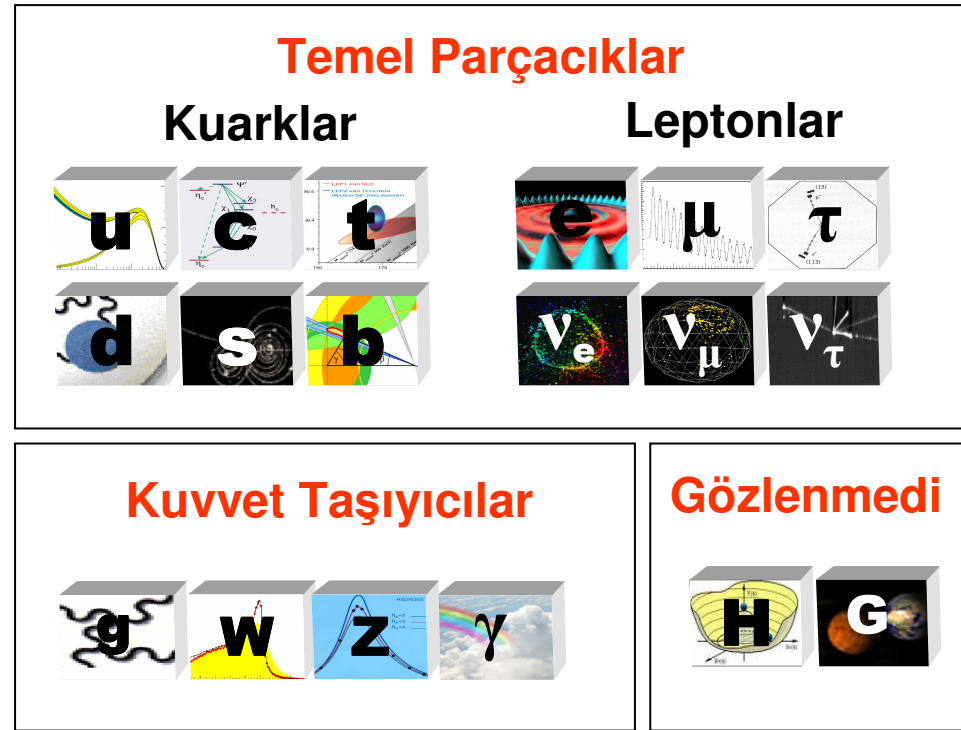
kuvvet-tasiyicilari.mpg



Standart Model

- Deneylerle örtüşüyor
- 3 kuvveti ve temel etkileşimleri açıklıyor
- Cevaplayamadığı sorular var
- Tabloda delikler tıkanmalı

Yeni Periyodik Tablo



Yeni Parçacıklar

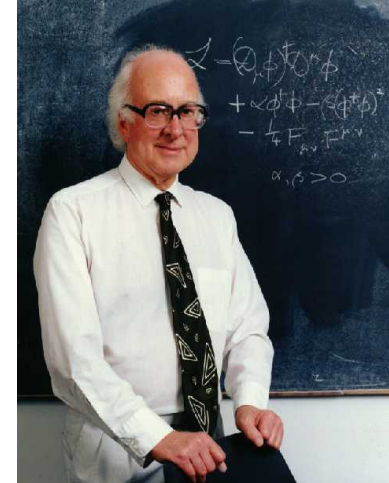
Higgs Bozonu (*Higgs Boson*)

■ *Elektrozayıf Kuvvet*

- 1960larda elektromanyetik ve zayıf kuvvet kuramsal olarak birleştirildi.
(A.Salam, S.Weinberg, S.Glashow)
- 1983'de W ve Z bozonları bulundu.
- Bu kurama göre, bütün parçacıkların çıplak kütlesi sıfırdır.
- *Sual:* Parçacıklar nasıl kütle kazanıyor?
Cevap: P. Higgs: "*Higgs mekanizması*"

■ *Higgs Alanı*

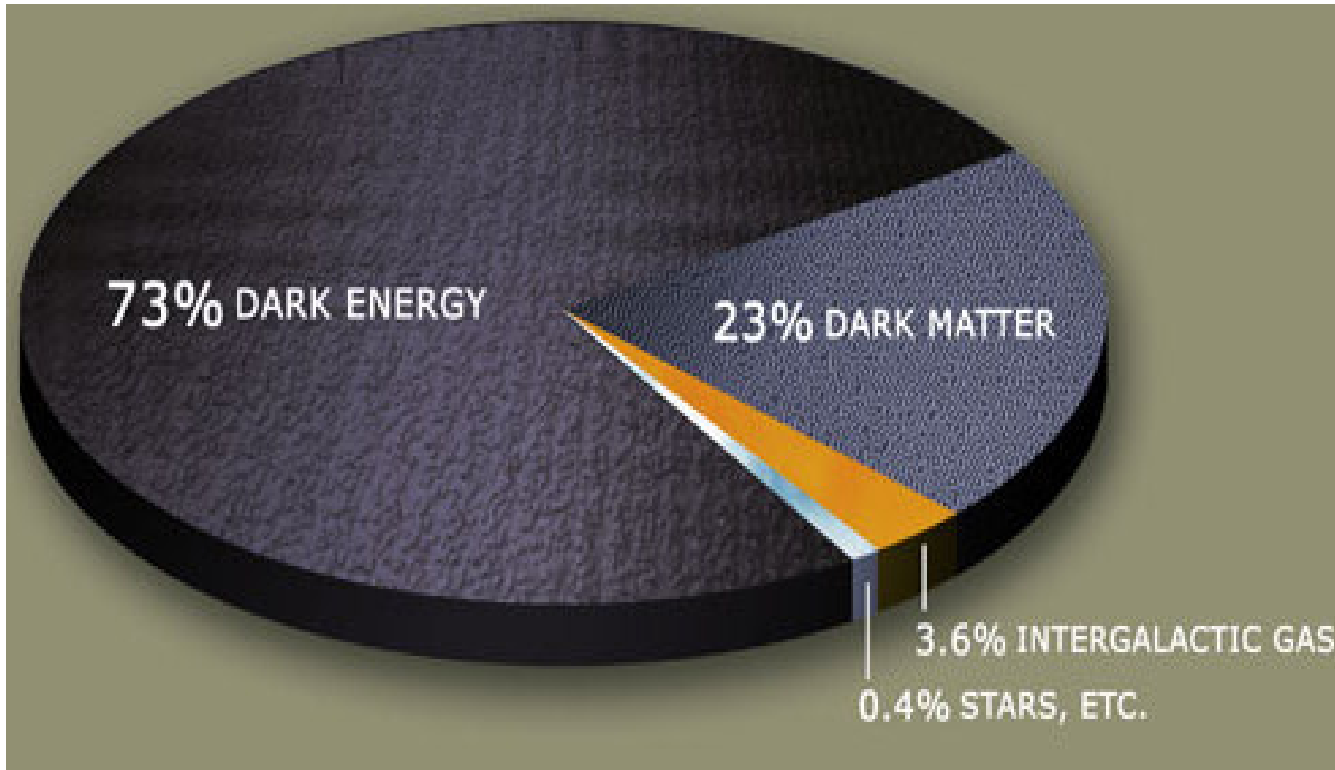
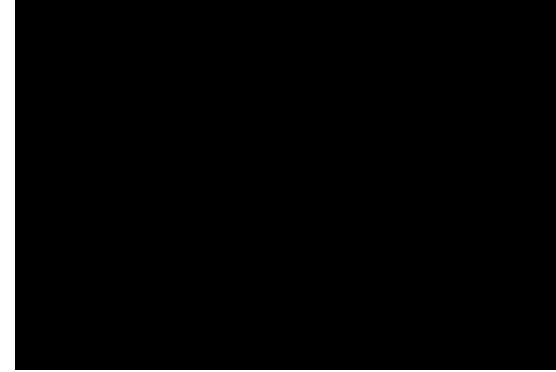
- Büyük patlamadan hemen sonra oluşan ve parçacıklara kütle kazandıran alan.
- Alan taşıyıcısı: Higgs Bozonu (H)
- Kütle: $m(H) > 114 \text{ GeV}$



SM Ötesi

Karanlık Madde (*Dark Matter*)

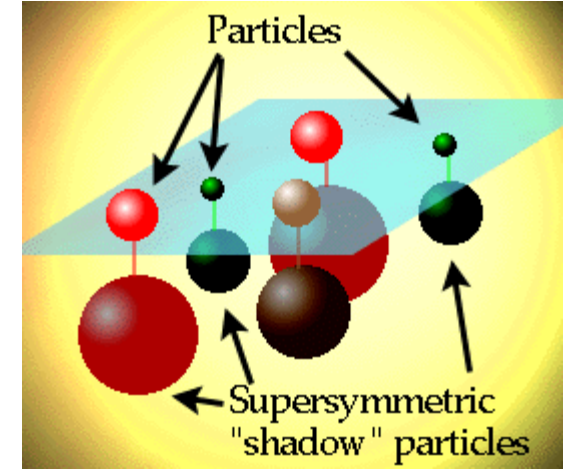
- em radyasyon yaymıyor ve yansıtmıyor
- Görünür madde ile kütle-çekim etkileşmesine girebiliyor
- Gözlemler var olduğunu gösteriyor!



SM Ötesi Yeni Parçacıklar

Süpersimetri (*Supersymmetry = SUSY*)

- 3 temel kuvveti açıklıyor.
- Normalden ağır, **süper parçacık eşlerini** öngörüyor.
- En hafifleri, karanlık maddeyi açıklıyor.
- “Yanlış olmayacak kadar güzel” bir kuram.



<i>Parçacık</i>	<i>Spin</i>	<i>Sparçacık</i>	<i>Spin</i>
quark(6 tane), q	$\frac{1}{2}$	skuark, $\tilde{q}$	0
lepton(6 tane), l	$\frac{1}{2}$	slepton, $\tilde{l}$	0
photon, γ	1	photino, $\tilde{\gamma}$	$\frac{1}{2}$
gluon, g	1	gluino, $\tilde{g}$	$\frac{1}{2}$
$W^{\pm}$	1	wino, $\tilde{W}^{\pm}$	$\frac{1}{2}$
Z^0	1	zino, $\tilde{Z}^0$	$\frac{1}{2}$
H	0	Higgsino, $H^0_{12}, H^{\pm}$	$\frac{1}{2}$

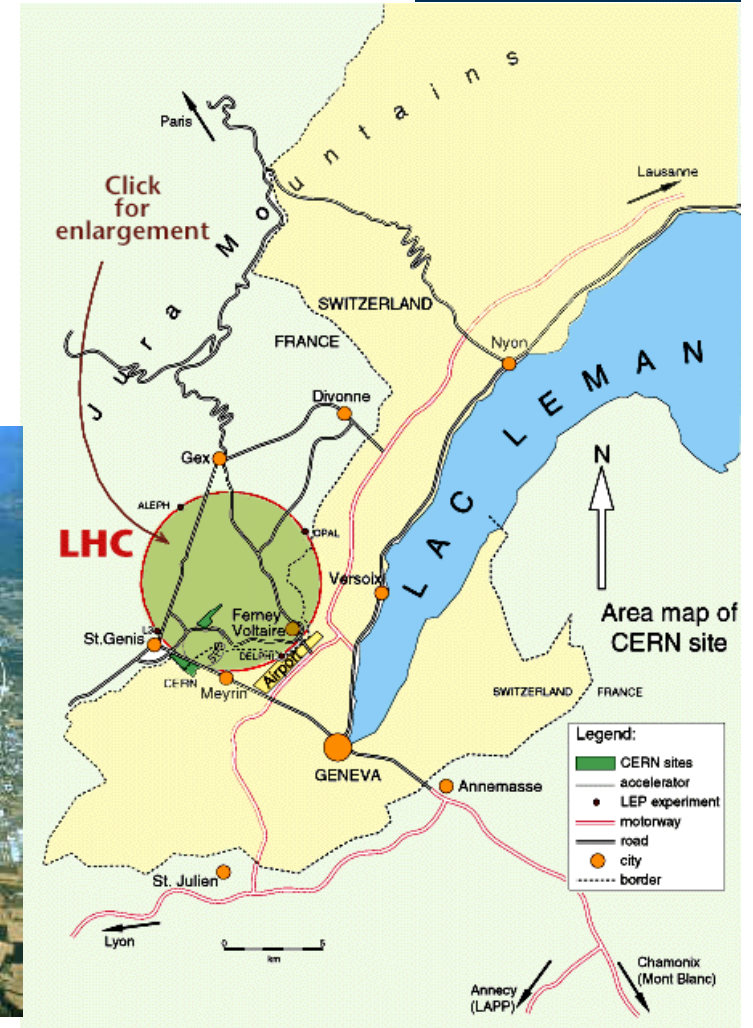
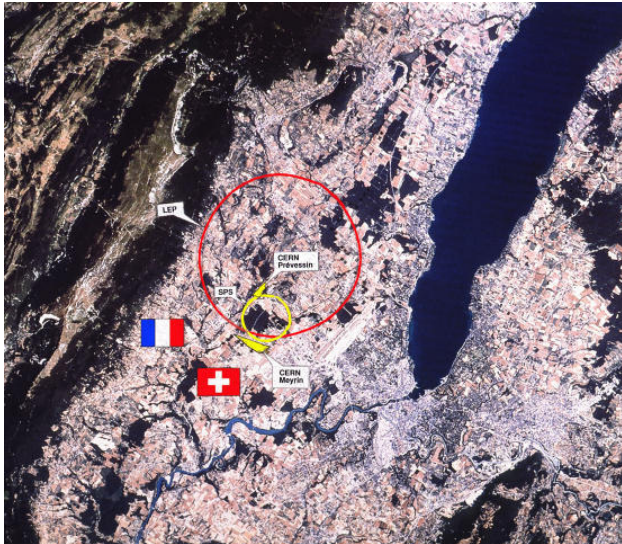
Cevap Bekleyen Sorular

- *Neden temel parçacıkların kütlesi var?*
- *Bu kütleler neden farklı?*
- *Madde karşı-madde neden dengesiz?*
- *Karanlık madde ve karanlık enerji nedir?*
- *Süpersimetrik parçacık eşleri*
- *Ek boyutlar mevcut mu?*

CERN



- *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*
European Council for Nuclear Research
European Laboratory for Particle Physics
Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi
- İsviçre-Fransa sınırı, Cenevre kentinde
kurulu dünyanın en büyük
Parçacık Fiziği Araştırma Laboratuvarı



CERN



- 1949: L. De Broglie tarafından teklif edildi.
- 1952: 11 kurucu ülke ile kuruldu.
- 1959-1999: 9 ülke daha katıldı.
- 2007: 20 tam üye ülke

- 8 gözlemci

Türkiye

Hindistan

Japonya

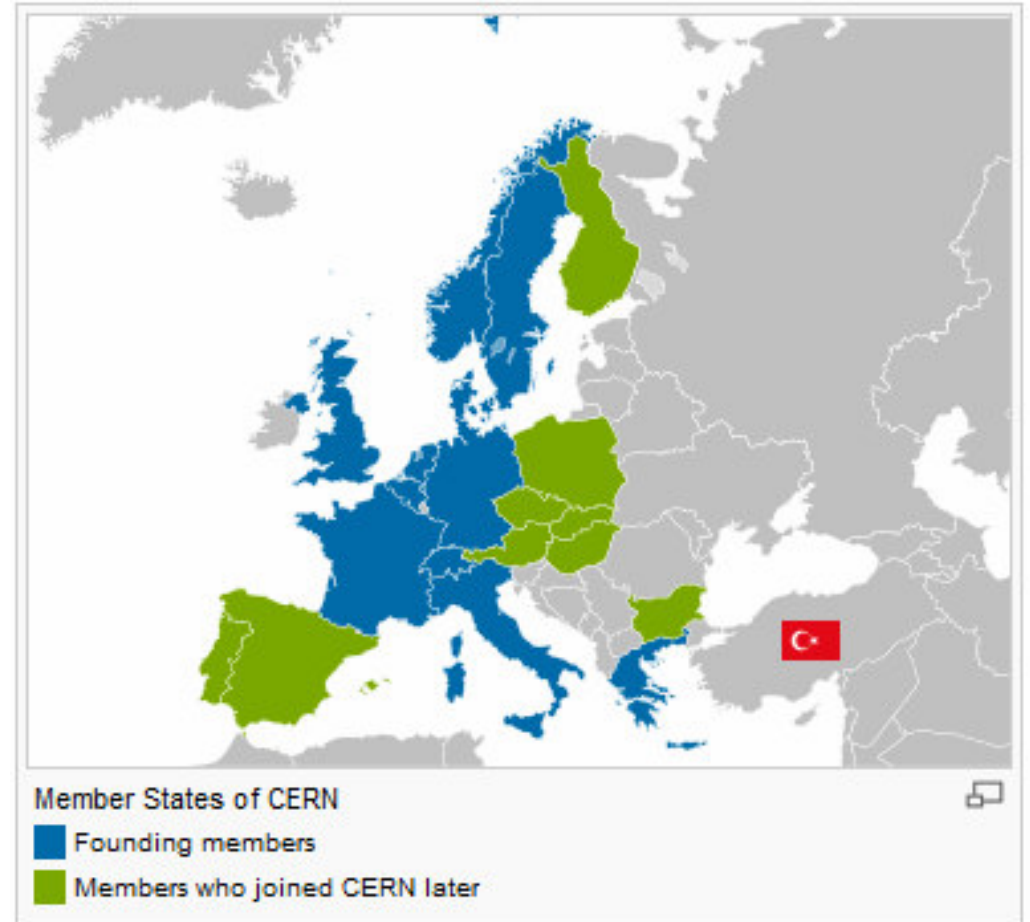
ABD

UNESCO

AB

İsrail

Rusya



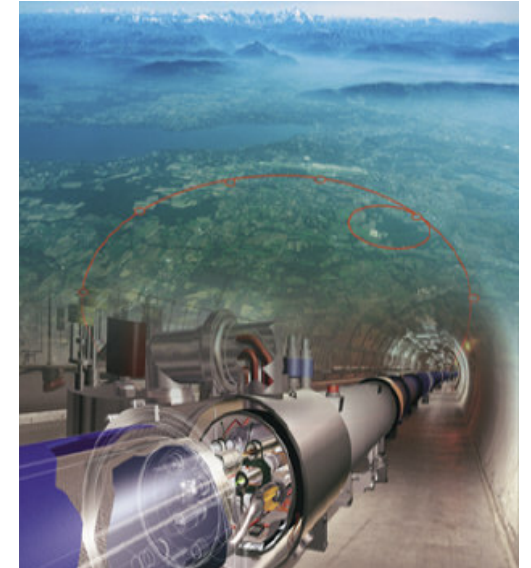
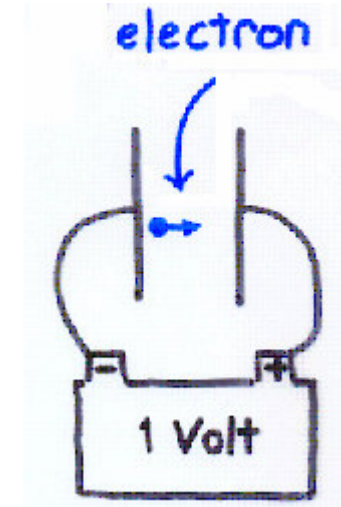
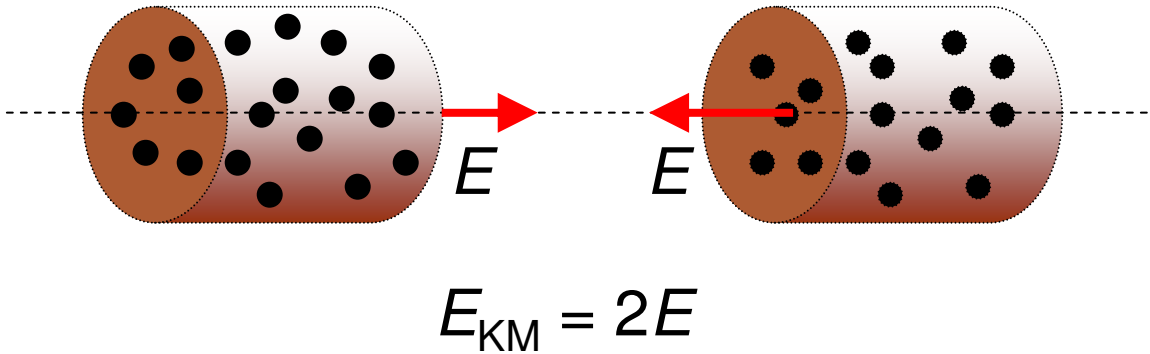
Parçacık Hızlandırıcıları

- **Hızlandırıcı (Accelerator)**

Temel yüklü parçacıkları **elektrik alan** ile hızlandıran (ivmelendiren) donanımlardır.

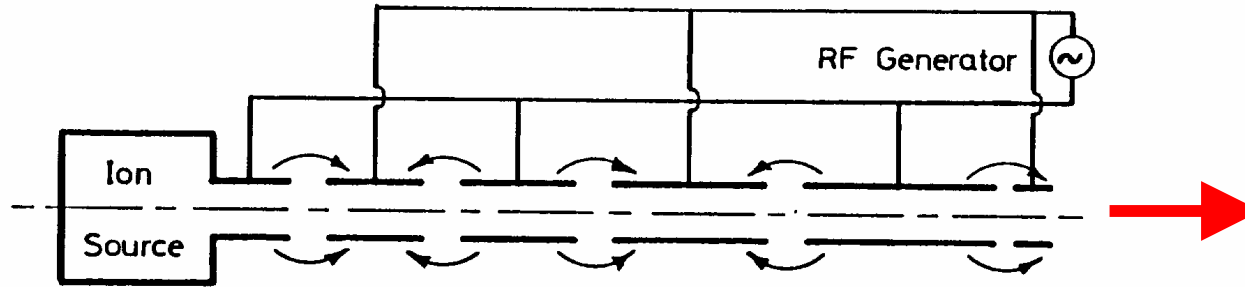
- **Çarpıştırıcı (Collider)**

Parçacık demetlerini belli bir **kütle merkezi (KM)** enerjisi çarpıştıran hızlandırıcılar.



Parçacık Hızlandırıcıları

■ Doğrusal Hızlandırıcı (Linear Accelerator: LINAC)



■ SLAC - Stanford Linear Accelerator Center

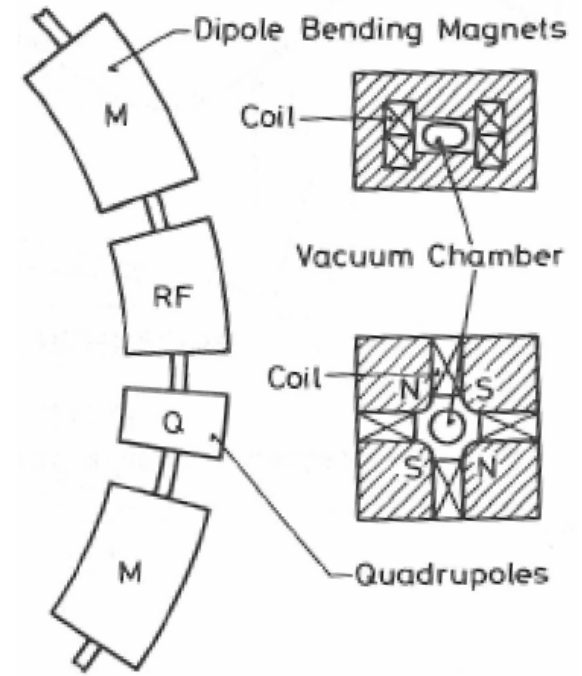
- 1966 yılında kuruldu
- 3.2 km uzunluk
- 50 GeV elektron-pozitron hızlandırıcısı



Parçacık Hızlandırıcıları

■ Dairesel Hızlandırıcı (Circular Accelerator)

Parçacıklar, eğici mıknatıslar aracılığı ile kapalı bir yörüngede defalarca geçirilerek hızlandırılırlar.



■ LEP (Large Electron Positron Collider)

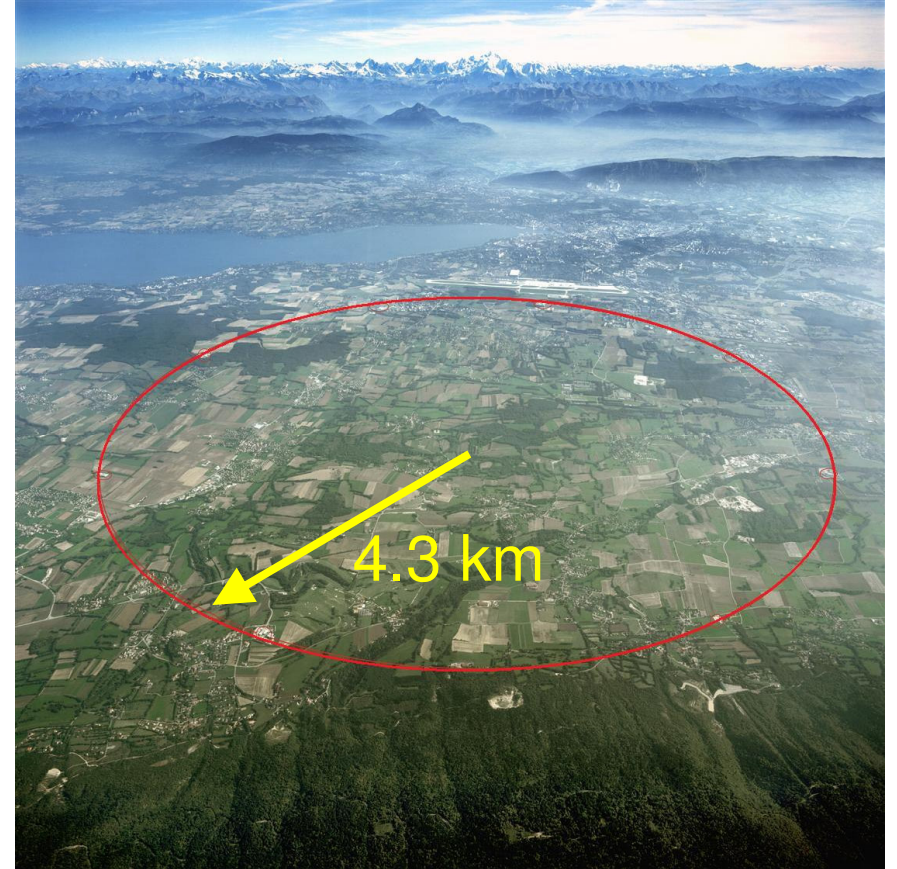
- 27 km çevre uzunluğu
- yaklaşık 100 m toprak altında
- 1989-2000 yıllarında $W^\pm$ ve Z bozonları incelendi.



Büyük Hadron Çarpıştırıcısı

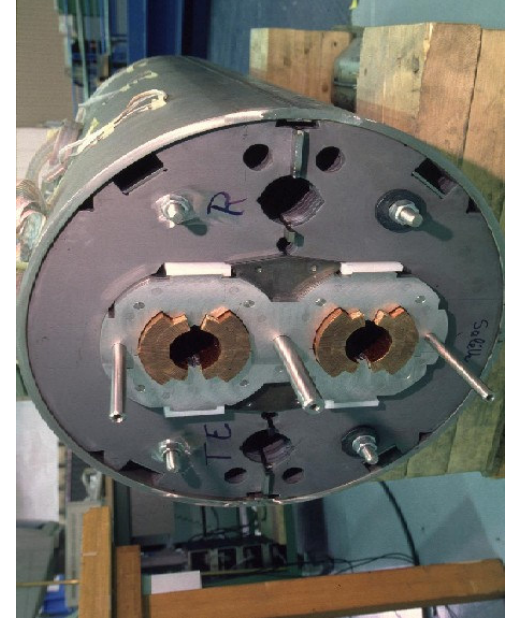
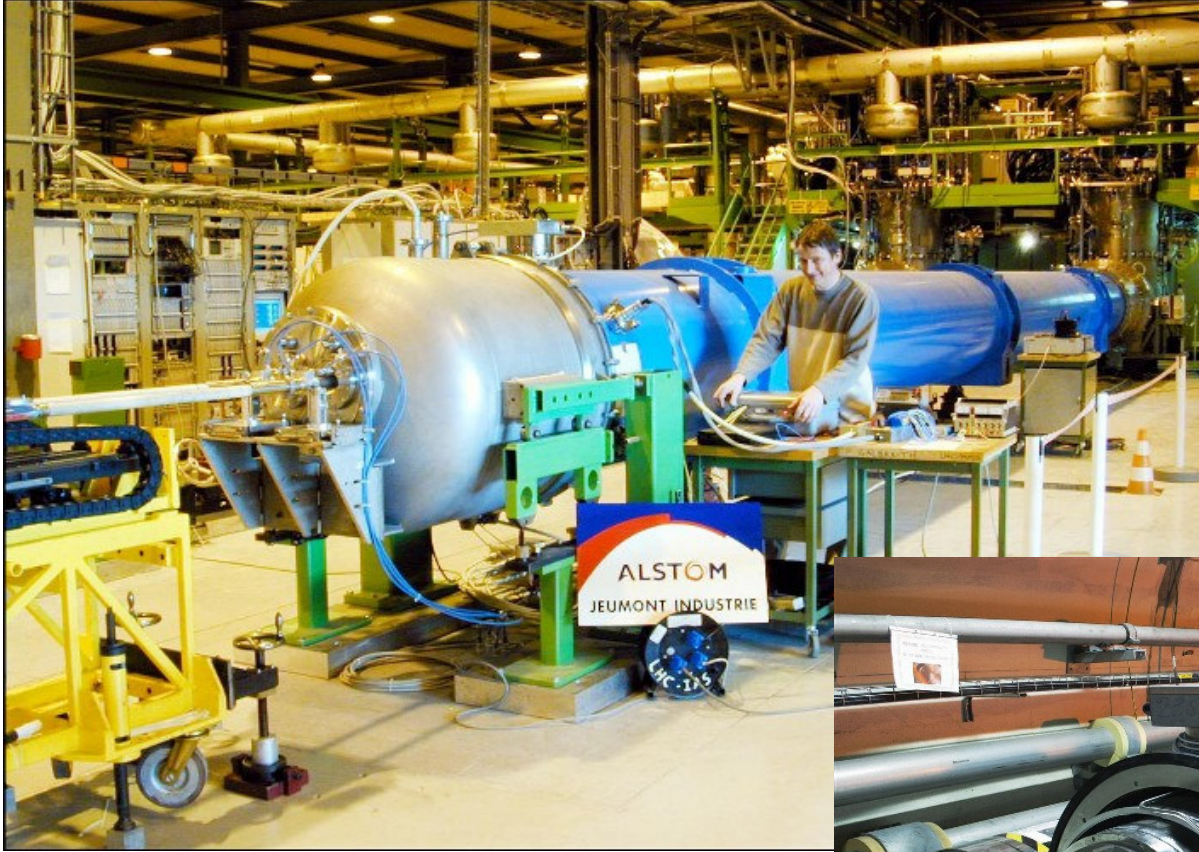
(LHC: Large Hadron Collider)

- **Büyük** : çarpıştırıcı çevre uzunluğu yaklaşık 27 km
Hadron: çarpıştırılacak parçacıklar:
 - $E_{KM} = 14$ TeV enerjili protonlar
 - $E_{KM} = 1150$ TeV enerjili kurşun (Pb) çekirdekleri
- LHC projesi:
 - Fikir Aralık 1994 yılında başladı.
 - LEP tüneli LHC'ye devredildi.
 - Mayıs 2008'de hizmete girecek ?
 - Maliyet: 3 milyar € (5.5 milyar YTL)



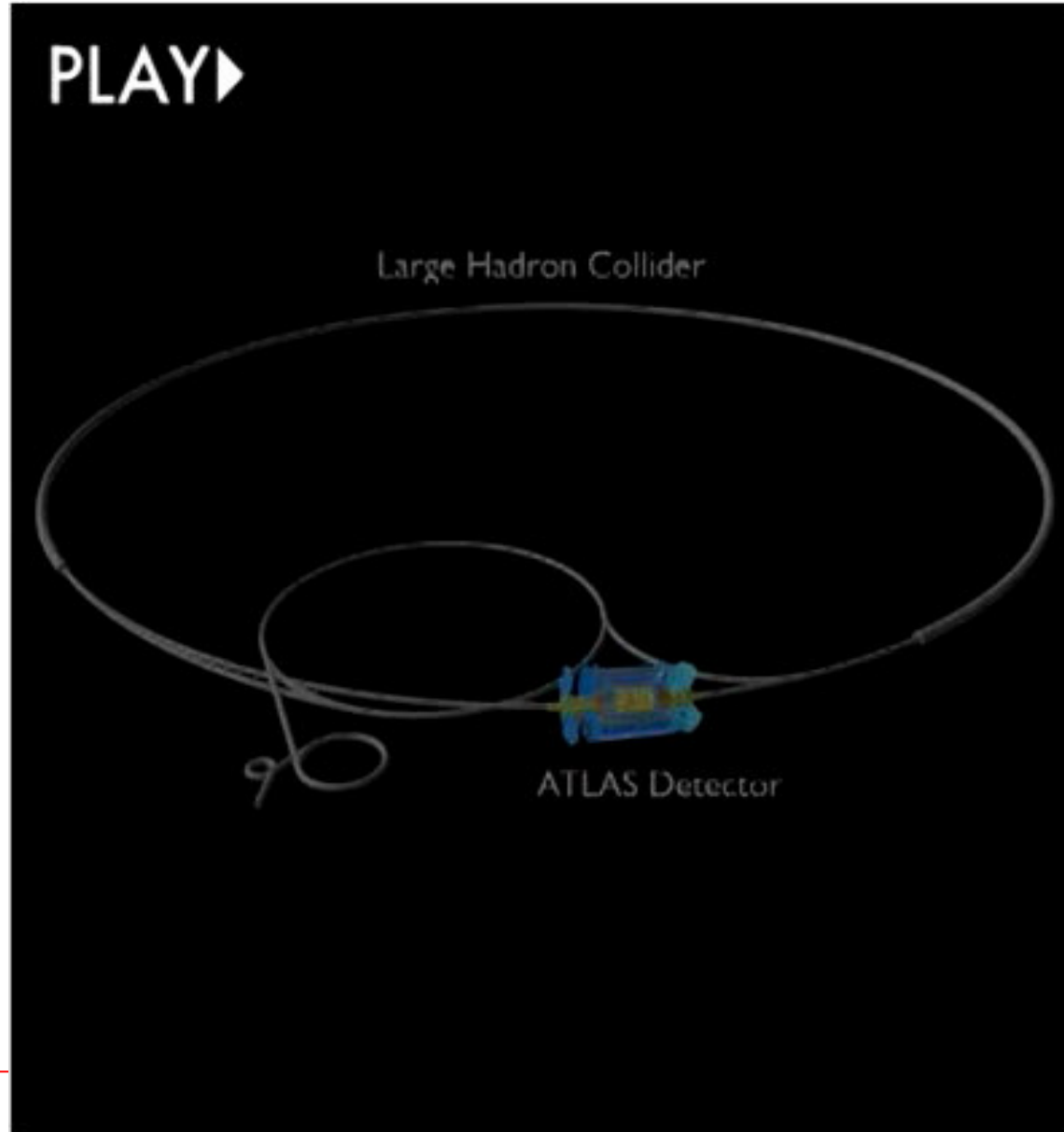


Büyük Hadron  arp t r c s 



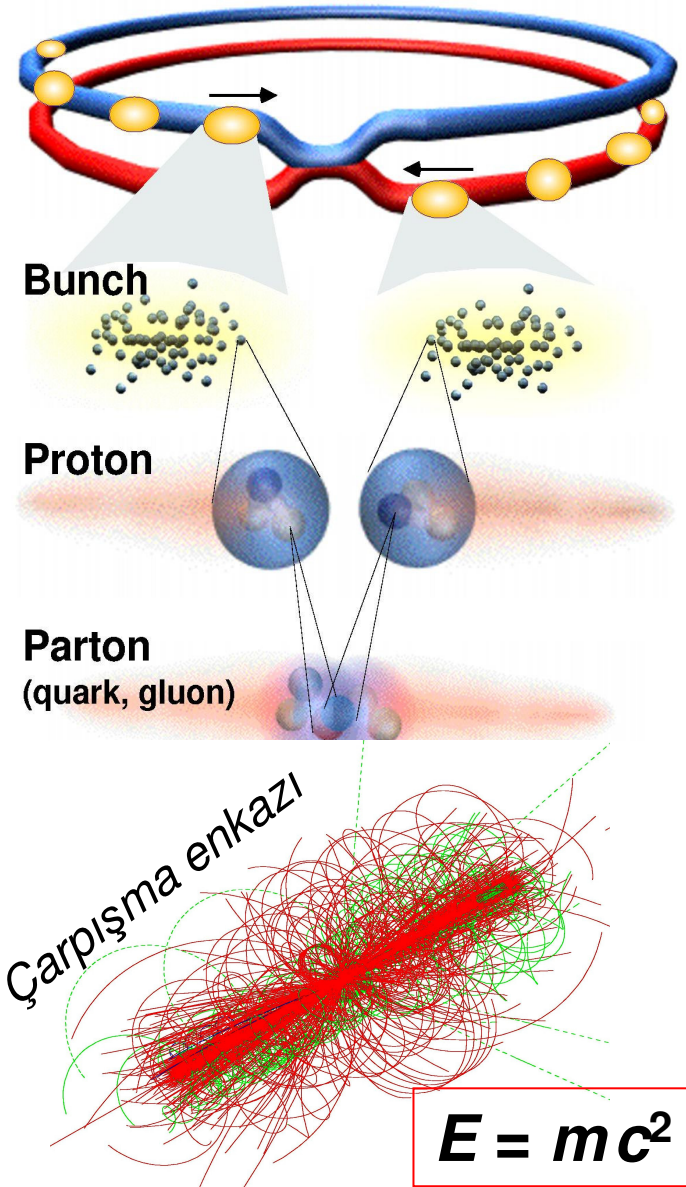
B y k Hadron  arp t r c s 

[lh -olay.mpg](#)



Büyük Hadron Çarpıştırıcısı

p-p çarpışması hakkında

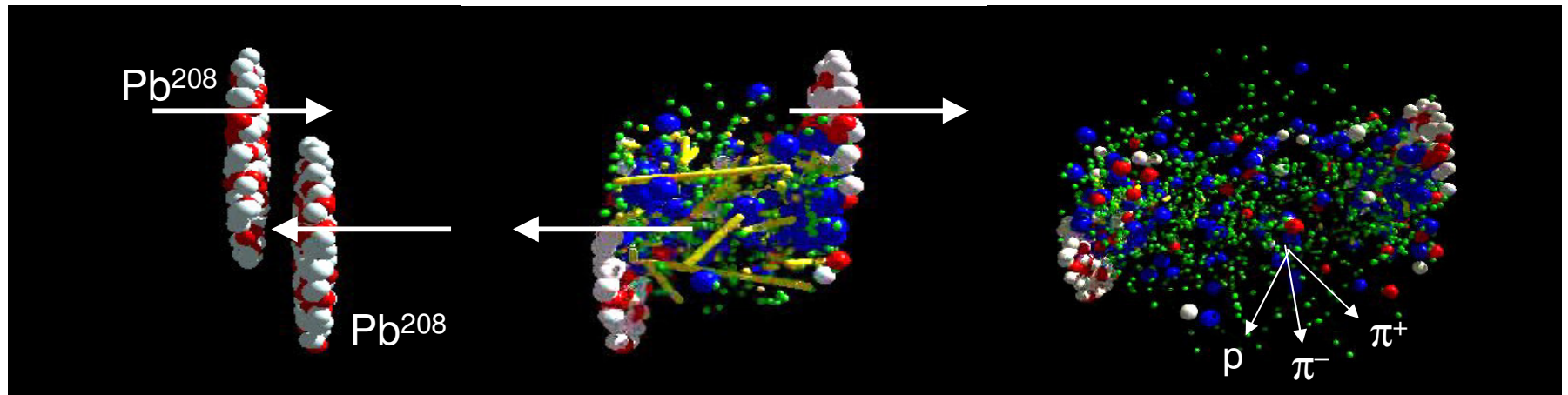


- Enerji: $E = 7 \text{ TeV}$
Hız: $v = 0.999999991 c \sim 300,000 \text{ km/sn}$
- 2808 x 2808 küme (bunch)
- Proton sayısı, $N = 10^{11}/\text{küme}$
- Küme çapı = $16 \mu\text{m}$ (saç teli $50 \mu\text{m}$)
- Parlaklık, $L = 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
- Komşu iki küme arası uzaklık:
 7.5 m (25 ns)
- Küme çarpışma frekansı
 $f = 1/25 \text{ ns} = 40,000,000 \text{ Hz} = 40 \text{ MHz}$
- Proton çarpışma frekansı
 $f = 10^9 \text{ çarpışma/s}$
küme başına 20 kafa-kafaya/s

Büyük Hadron Çarpıştırıcısı

Pb-Pb çarpışması

- $E_{\text{KM}} = 1150 \text{ TeV}$
- $E = 2.76 \text{ TeV/u}$
- Kuark-gluon plazması

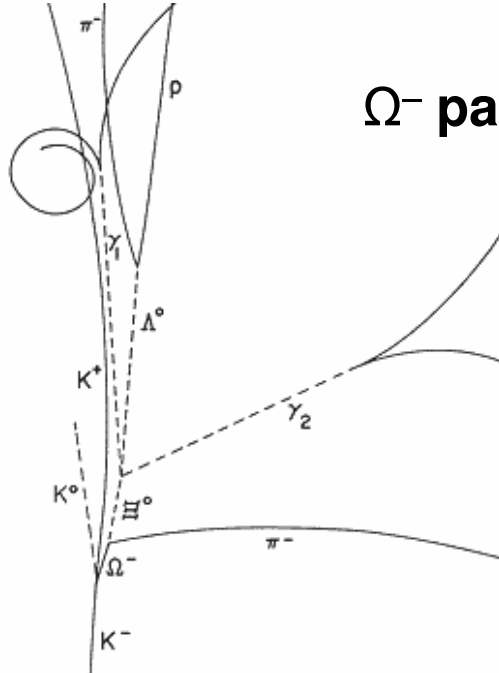
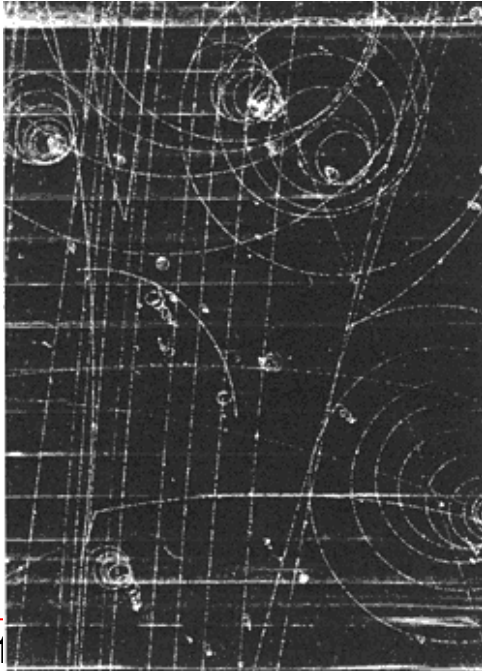


Parçacık Detektörleri

Detektörler ile çarpışma enkazında oluşan parçacıkların

- *yükü*
- *konumu*
- *uçuş zamanı*
- *momentumu*
- *enerjisi*
- *kimliği*

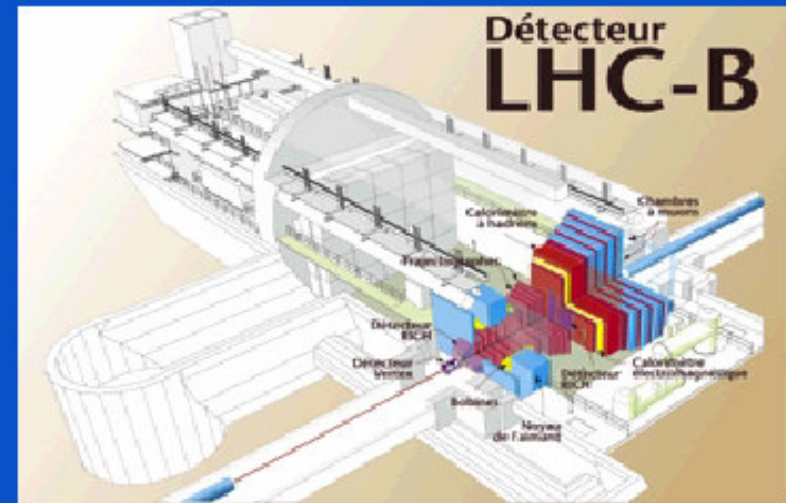
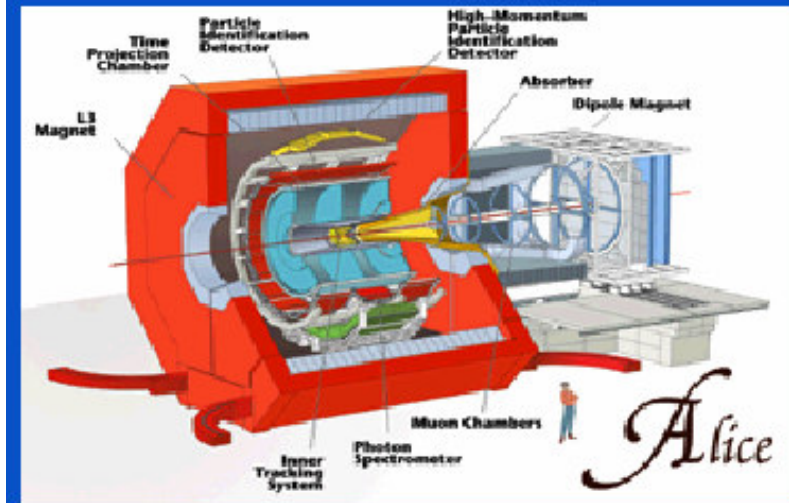
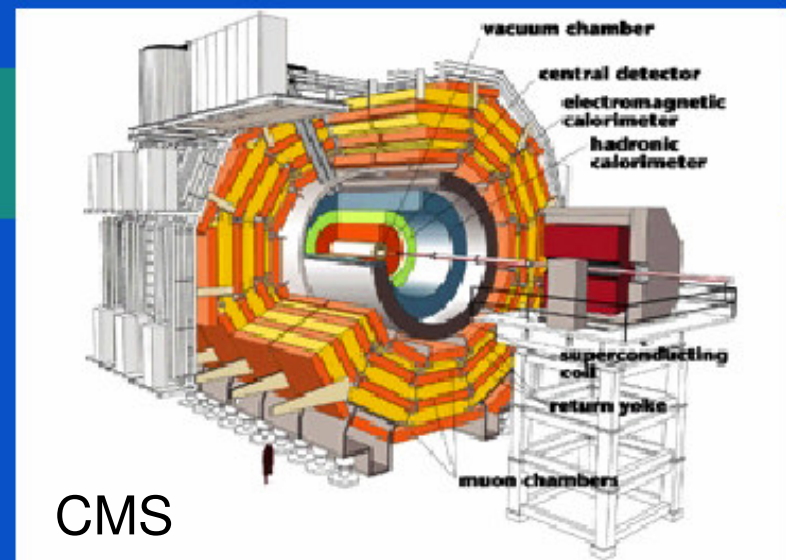
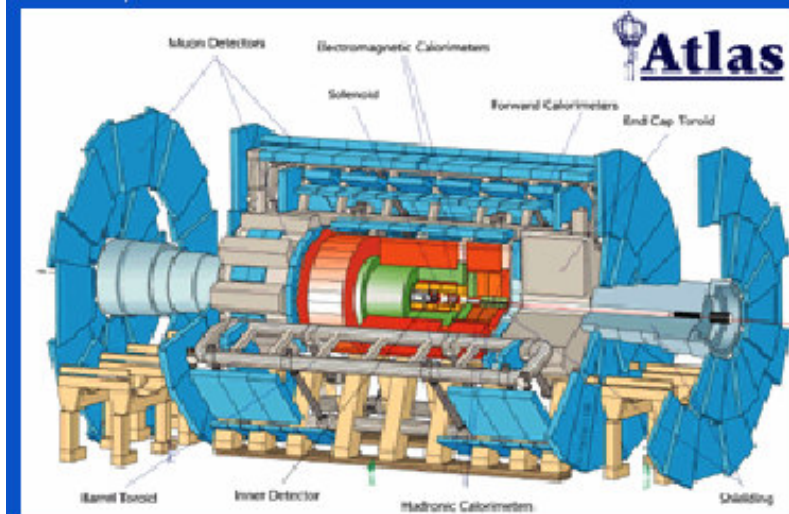
belirlenir.



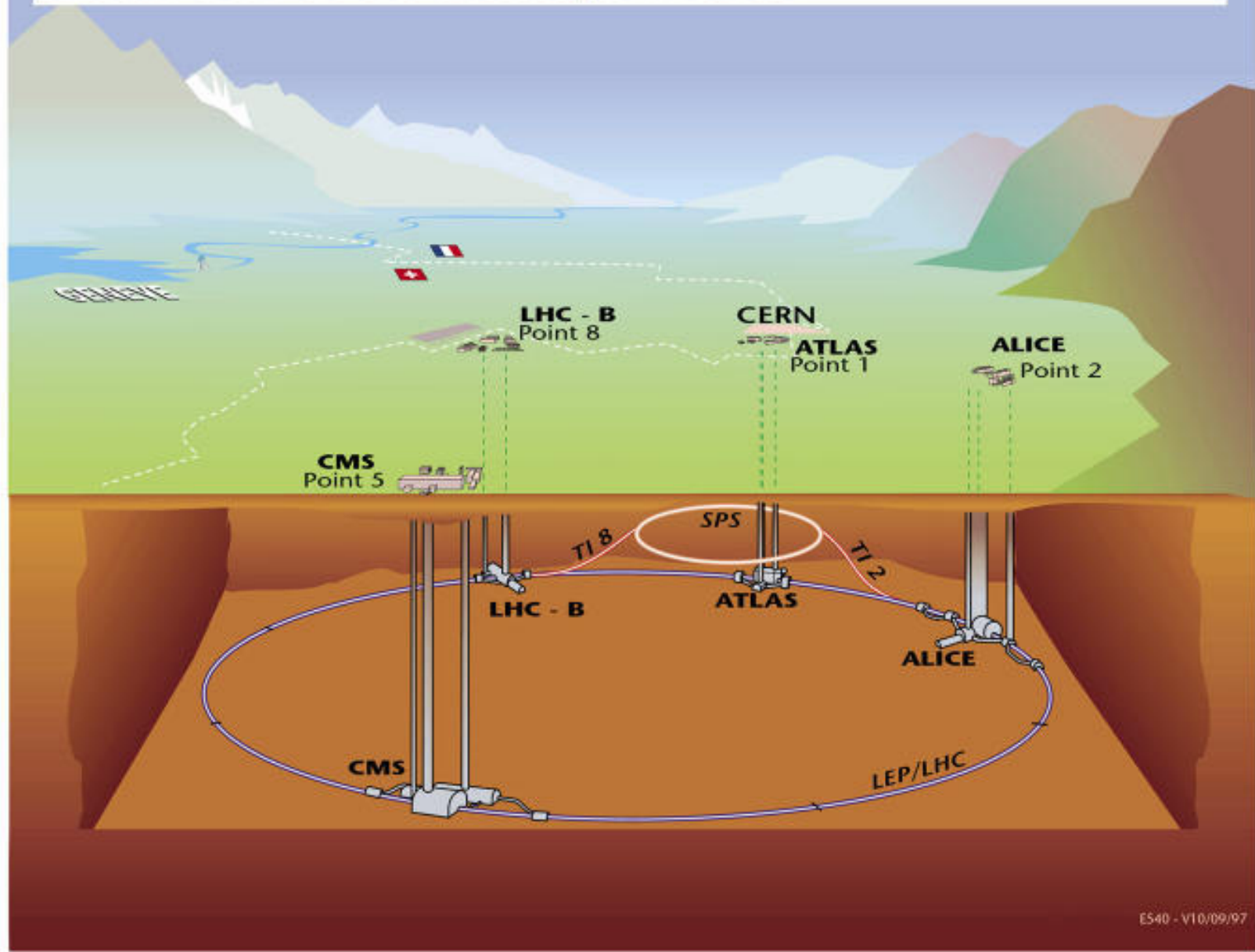
Ω^- parçacığının keşfi (1964)

Parçacık Detektörleri

LHC'de çalışacak 4 detektör



Overall view of the LHC experiments.



ES40 - V10/09/97

Paracak Detektörleri



Prof. Dr. Engin ARIK
(1948-2007)



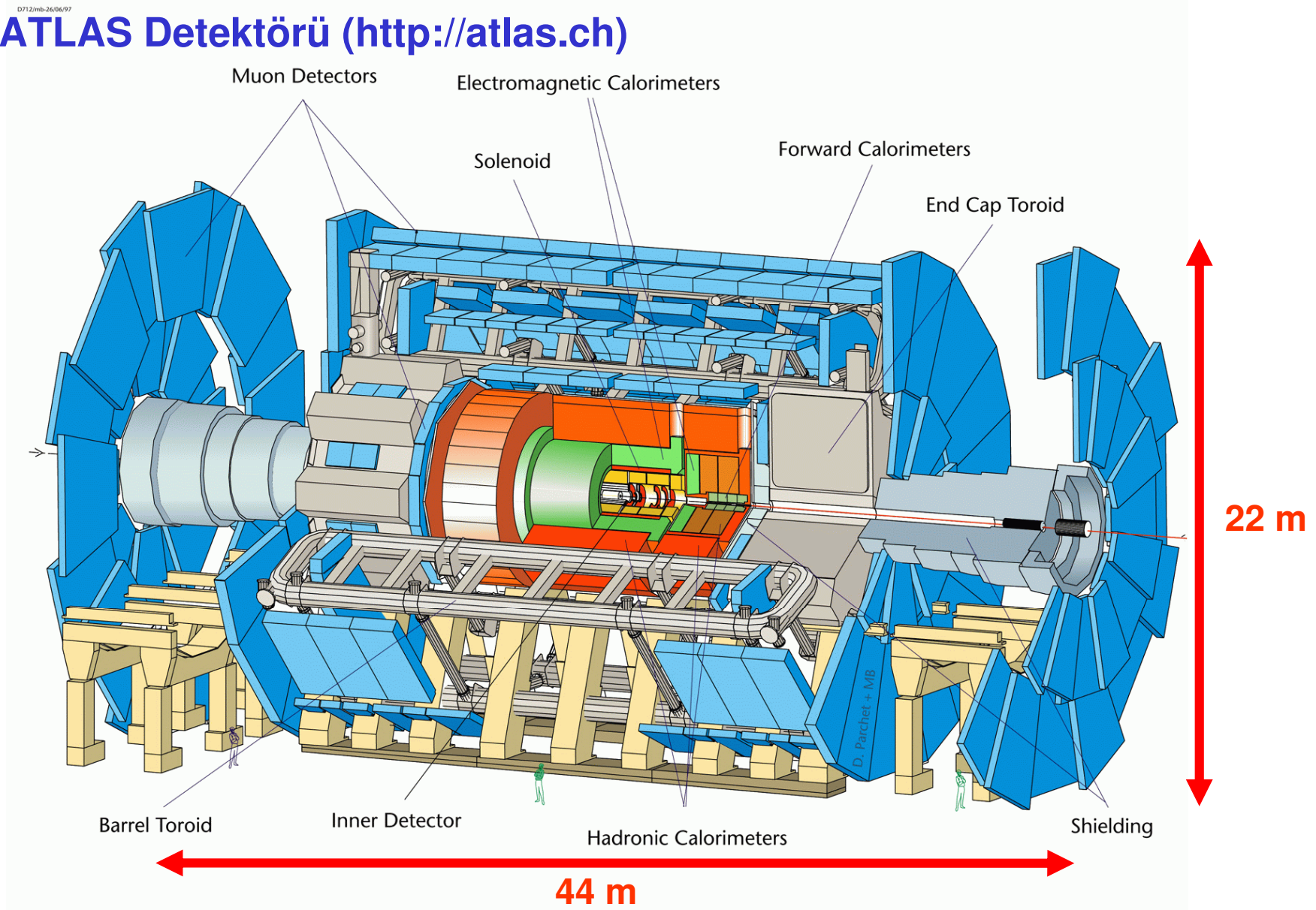
Arař. Gör.
Özgen Berkol Doęan
(1980-2007)



Engin ABAT
(1979 -2007)

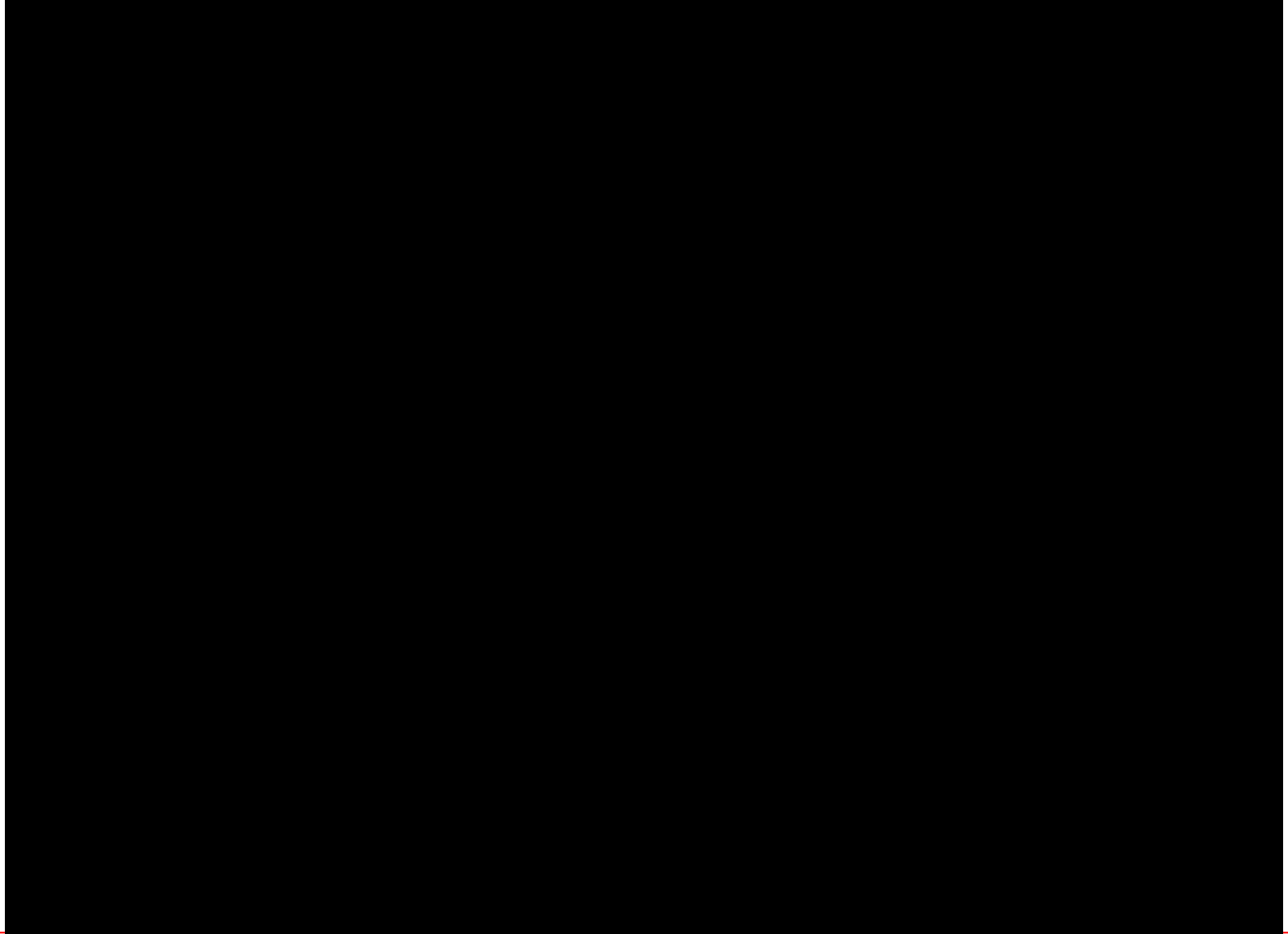
Parçacık Detektörleri

ATLAS Detektörü (<http://atlas.ch>)



Paracak Detektörleri

[*atlas-tanitim.mpeg*](#)



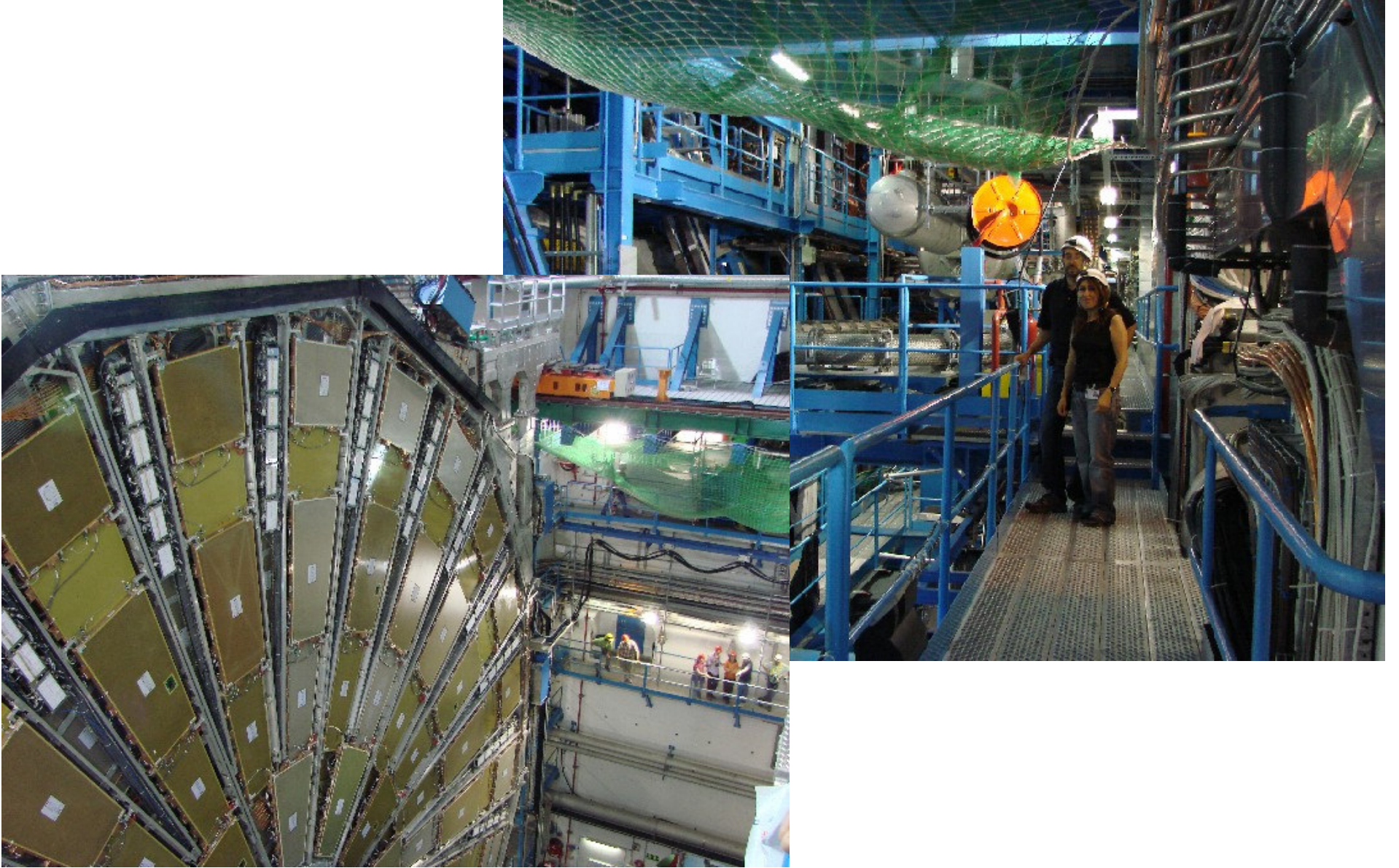
Paracak Detektörleri

ATLAS İşbirliği Platformu

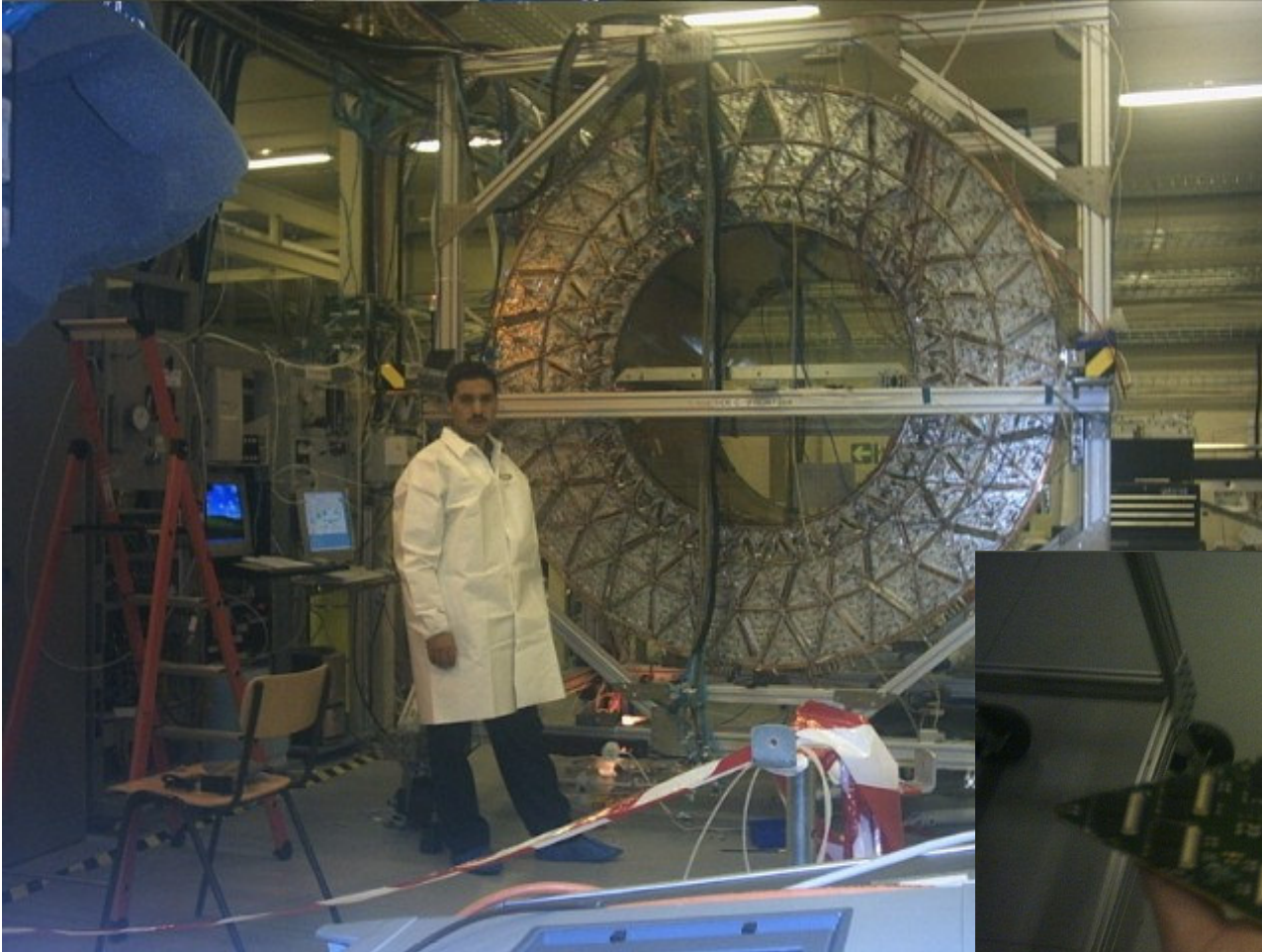
- 34 lke
- 1850 fiziki
- 175 enstit
- **Trkiye:**
Boęazii niversitesi
Doęuř niversitesi
Gaziantep niversitesi
Ankara niversitesi



Paracak Detektörleri

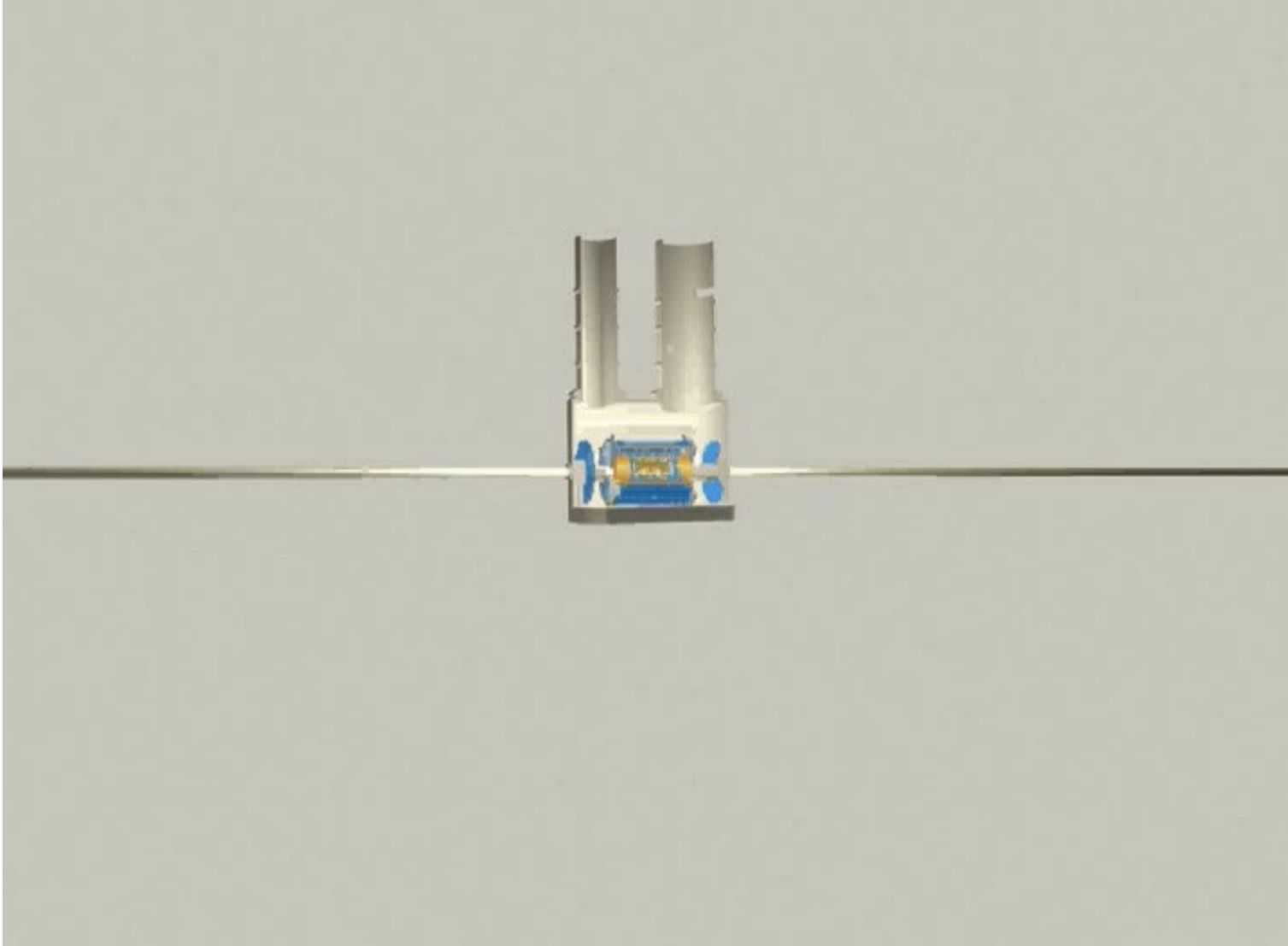


Paracak Detekt3rleri



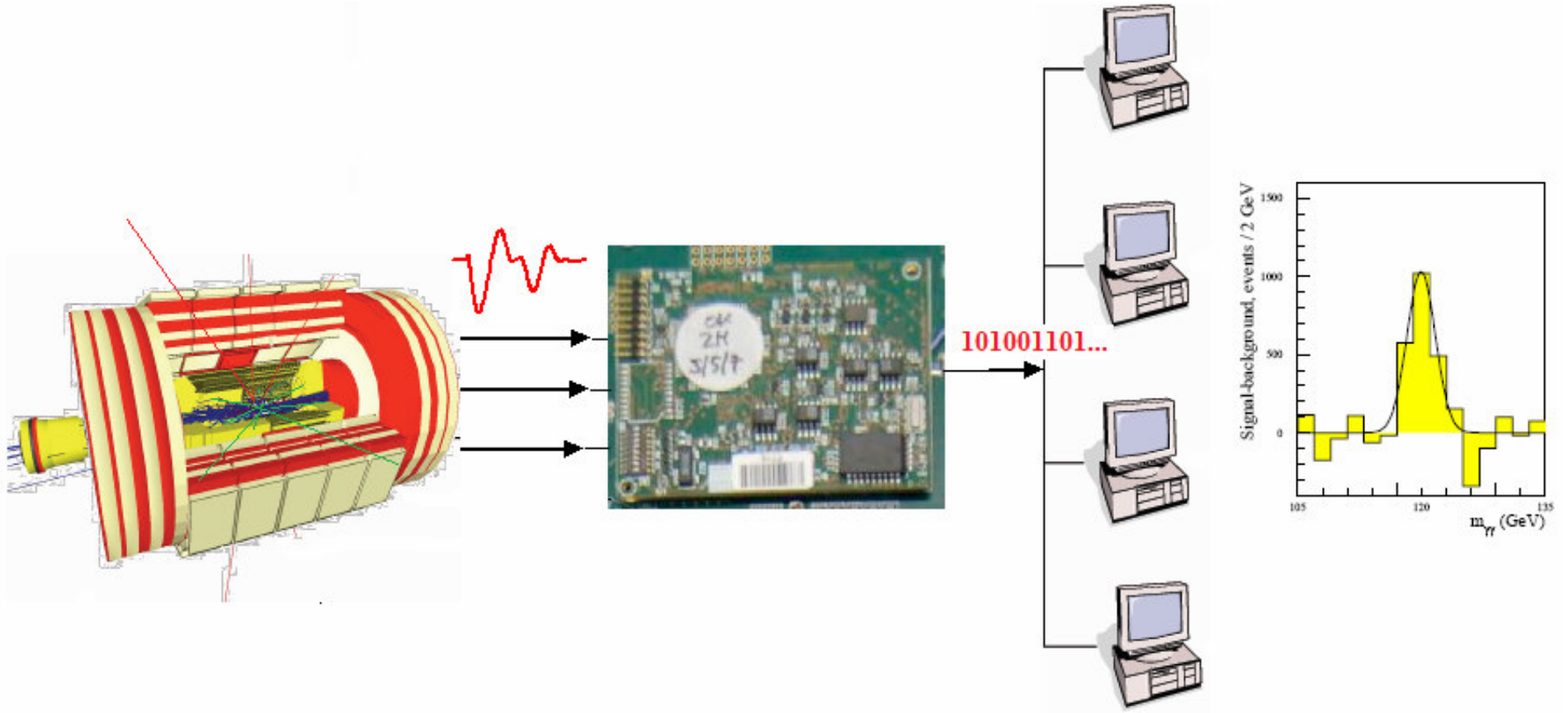
Paracak Detektörleri

[atlas-olay.mpeg](#)



Veri Analizi

■ Analiz Zinciri



Veri Analizi

Higgs Bozonu Bozunma Kanalları

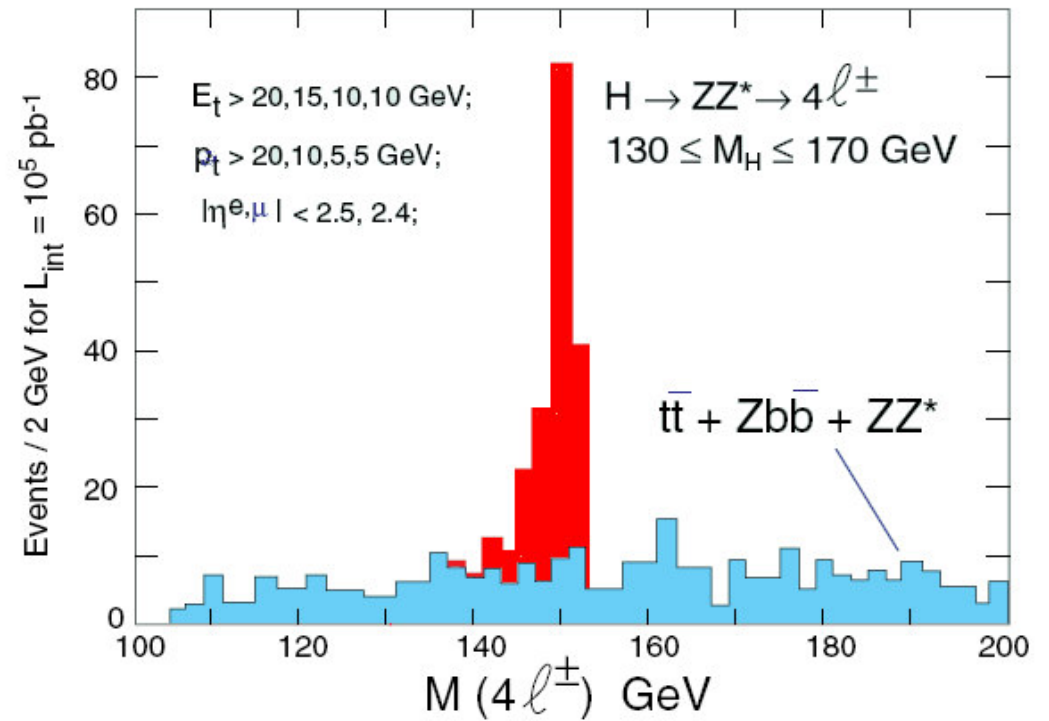
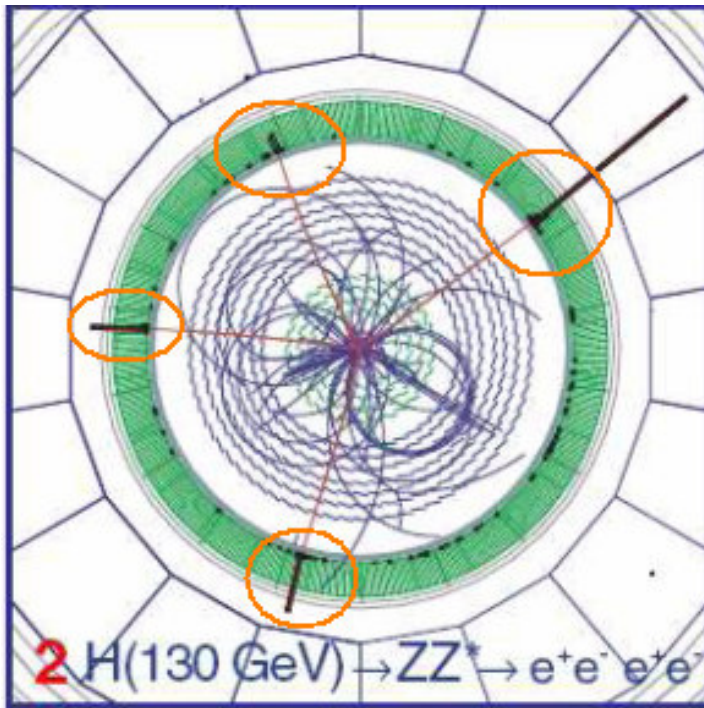
$$114 < m(H) < 130 \text{ GeV: } H \rightarrow \gamma\gamma$$

$$130 < m(H) < 600 \text{ GeV: } H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4\ell^\pm ; \ell = e, \mu$$

$$600 < m(H) < 1000 \text{ GeV: } H \rightarrow ZZ \rightarrow \ell\ell jj$$

Veri Analizi

Değişmez kütle: $M^2 = \left(\sum_k E_k \right)^2 - \left(\sum_k \mathbf{p}_k \right)^2$



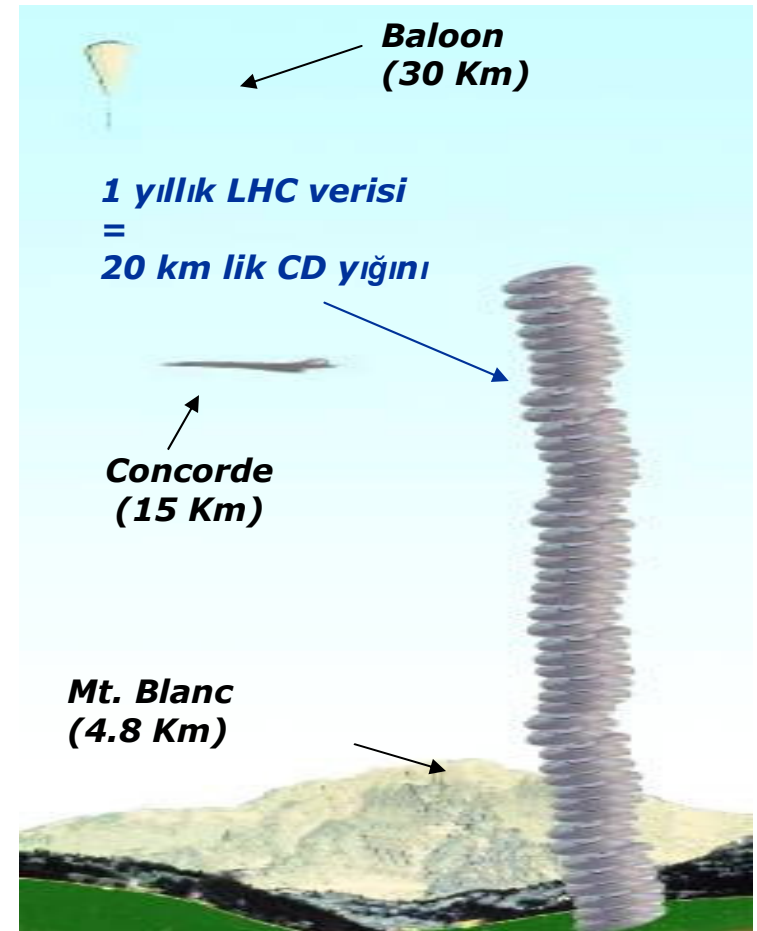
10 trilyon çarpışmada 1 Higgs gözlenmesi bekleniyor...

Veri Analizi

LHC'de toplanacak bilgi: yılda 15 PetaBayt

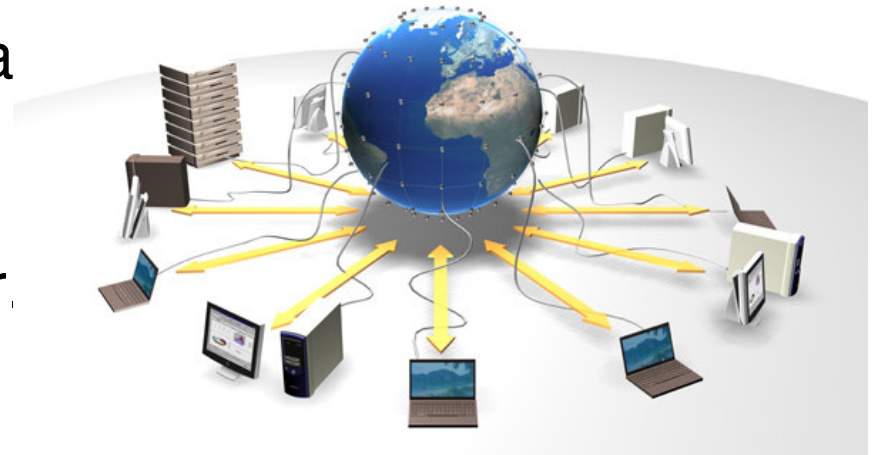
1 PB = 10^{15} B = 10^6 GB $\sim 1.5 \times 10^6$ CD
15 PB $\sim 22 \times 10^6$ CD $\equiv 20$ km CD yığını

LHC 2008'de veri alımı başlayacak
ve 10-15 yıl hizmet verecek.
Toplam veri ~ 200 PB!
Veri kontrolü çok zor!



Veri Analizi

- LHC veri analizleri, en azından 100,000 tane GHz hızında mikroişlemci içeren bilgisayarla yapılabilir.
- *CERN %20'sine sahip.*
- Çözüm: Bilgisayar kümeleri kullanmak.
Yeni teknoloji: **GRID Distributed Computing**
- **GRID**, bilgisayarların hesaplama ve veri depolama kaynaklarını Internet üzerinden paylaşmak amacı ile oluşturulan bir servistir.



Veri Analizi

■ CERN – Web'in doğduğu yer

- 1990: CERN bilim adamlarından Tim Barners- Lee (Internet) http için HTML, URL, Web sunucu ve Web tarayıcı tanımlamalarını yaptı.
- 1991: CERN (Avrupa) fizikçileri ile SLAC (Amerika) fizikçileri arasında ilk kez Web bağlantısı ile bilgiler aktarıldı.



■ Web2 – Yeni bilgi aktarım protokolü

2004: CERN → California (11,000 km)
aktarım hızı: 6.25 GB/s

Kabus Senaryoları

■ Ya Higgs bulunamazsa ...

- 20 ülke, milyarlarca dolar masraf
- Bütün yeni kuramlar yanlış
- Planck ölçeğine kadar (10^{-35} m) yeni fiziğe ihtiyaç yok

■ Sadece Higgs bulunursa ...

- Kuramcılar: “*Hiç bulunmasın daha iyi*”
- Deneyciler: “*Bu bir zafer*”

Önemli Linkler

- CERN <http://cern.ch>
- LHC <http://lhc.web.cern.ch>
ALICE <http://aliceinfo.cern.ch>
ATLAS <http://atlas.web.cern.ch>
CMS <http://cms.cern.ch>
LHCb <http://lhcb.web.cern.ch>
TOTEM <http://totem.web.cern.ch>
- CLIC <http://clic-study.web.cern.ch>
- ILC <http://www.linearcollider.org>
- GRID <http://www.gridcomputing.com>
- Faaliyetteki mevcut bütün deneylerin listesi:
http://www.slac.stanford.edu/spires/experiments/online_exp.shtml