

Parçacık Algıçları

Cenk YILDIZ
University of California Irvine

Türk Öğretmen Çalıştayı-8

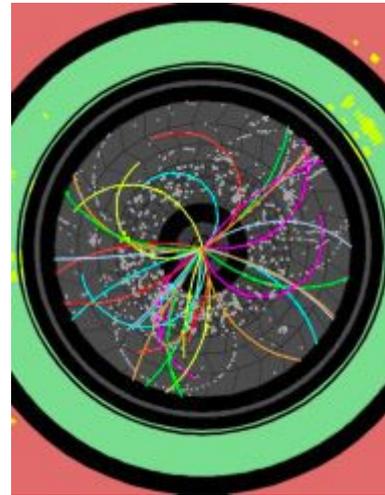


Önemli Terimler

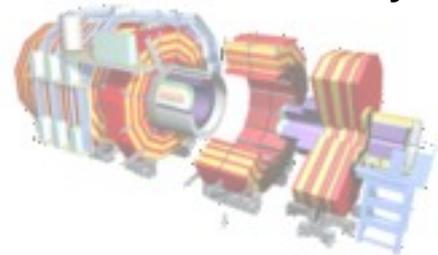
- algıç : dedektör (ing: detector)
- olay: atom altı parçacıkların etkileşiminin sonucu (ing: event)
- veri alımı: (ing. data acquisition, daq)
- tetikleme: (ing. trigger)
- ayar: (ing. calibration)

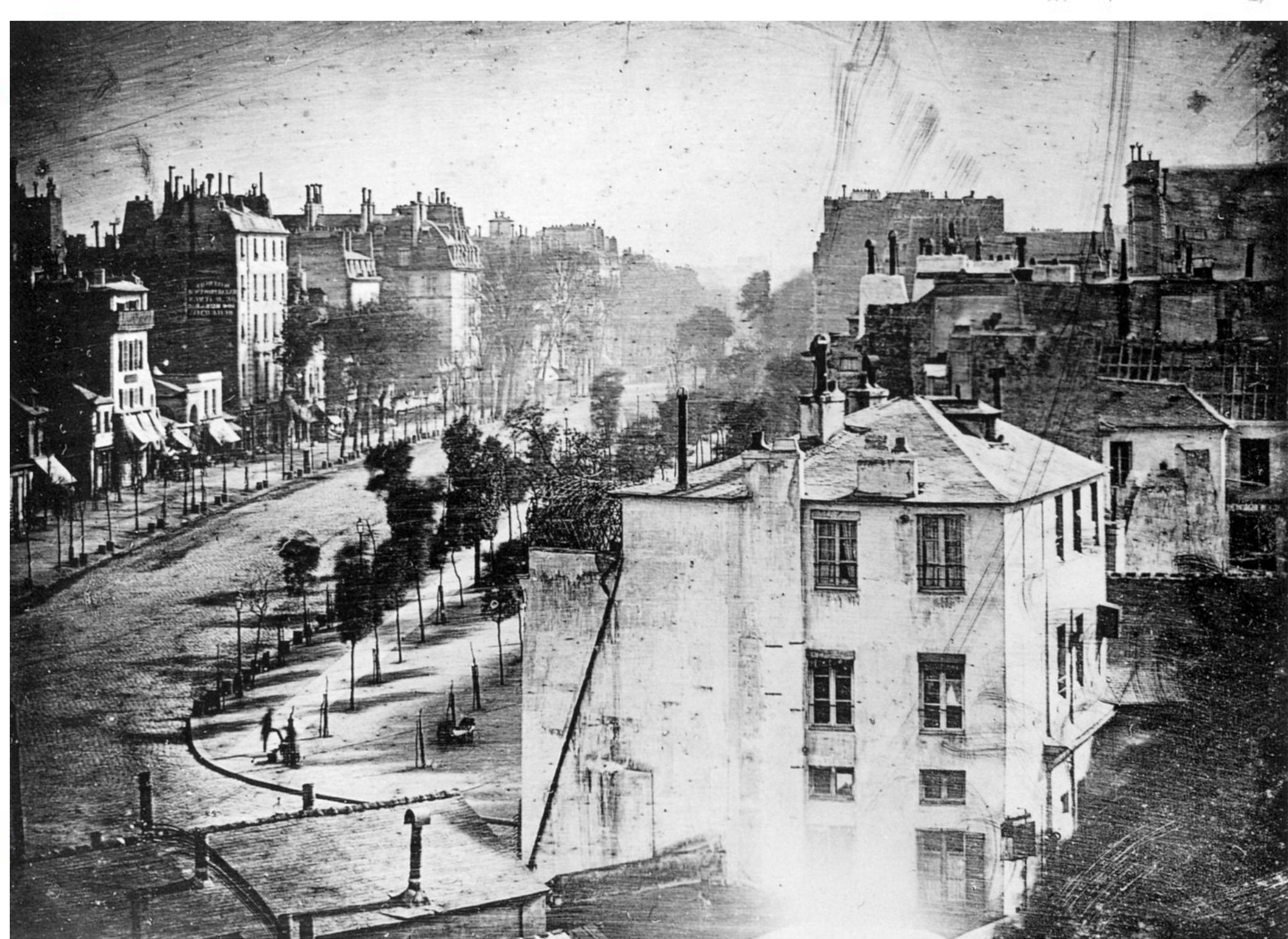


Kozmik olay

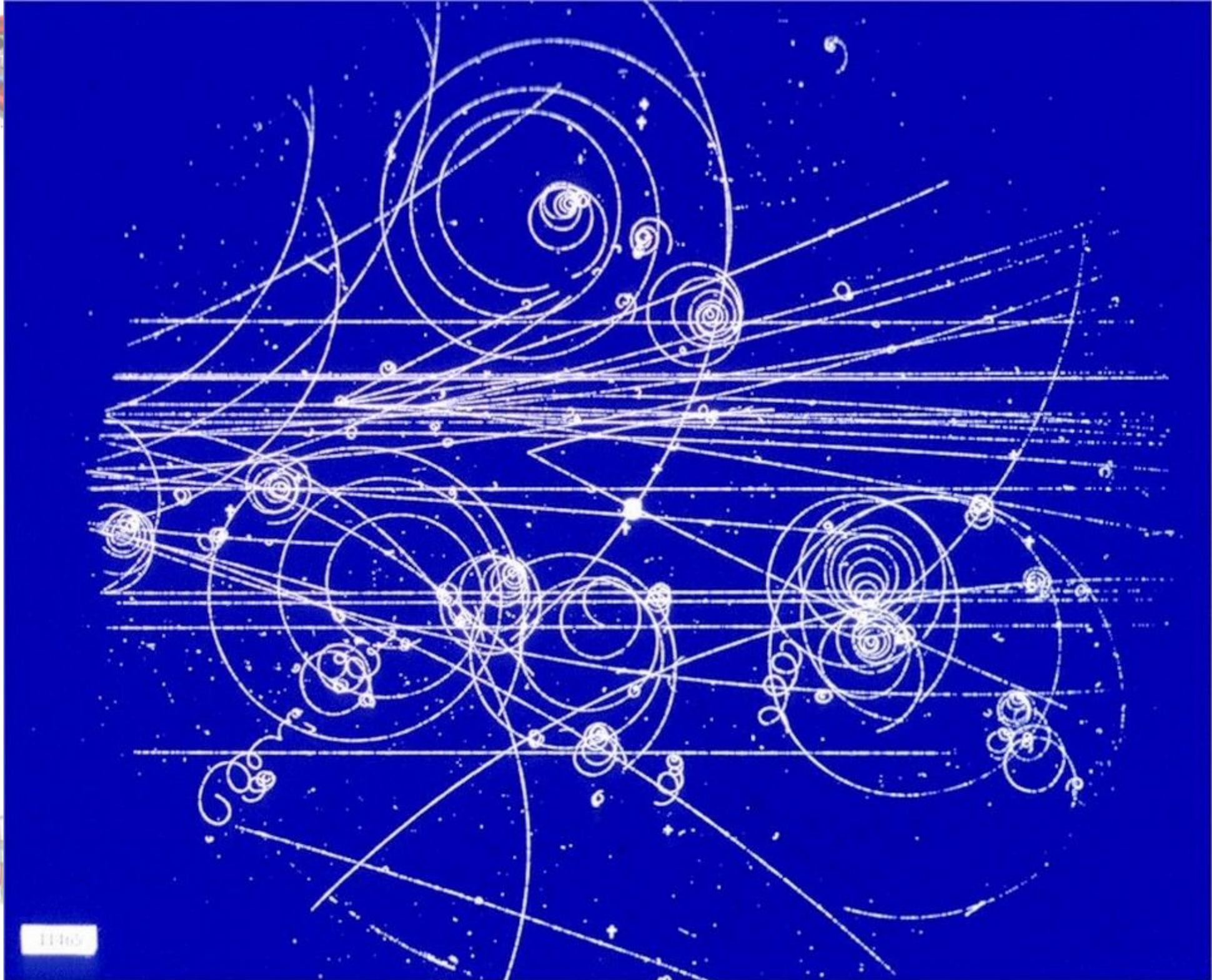


Proton-proton
çarpışma olayı

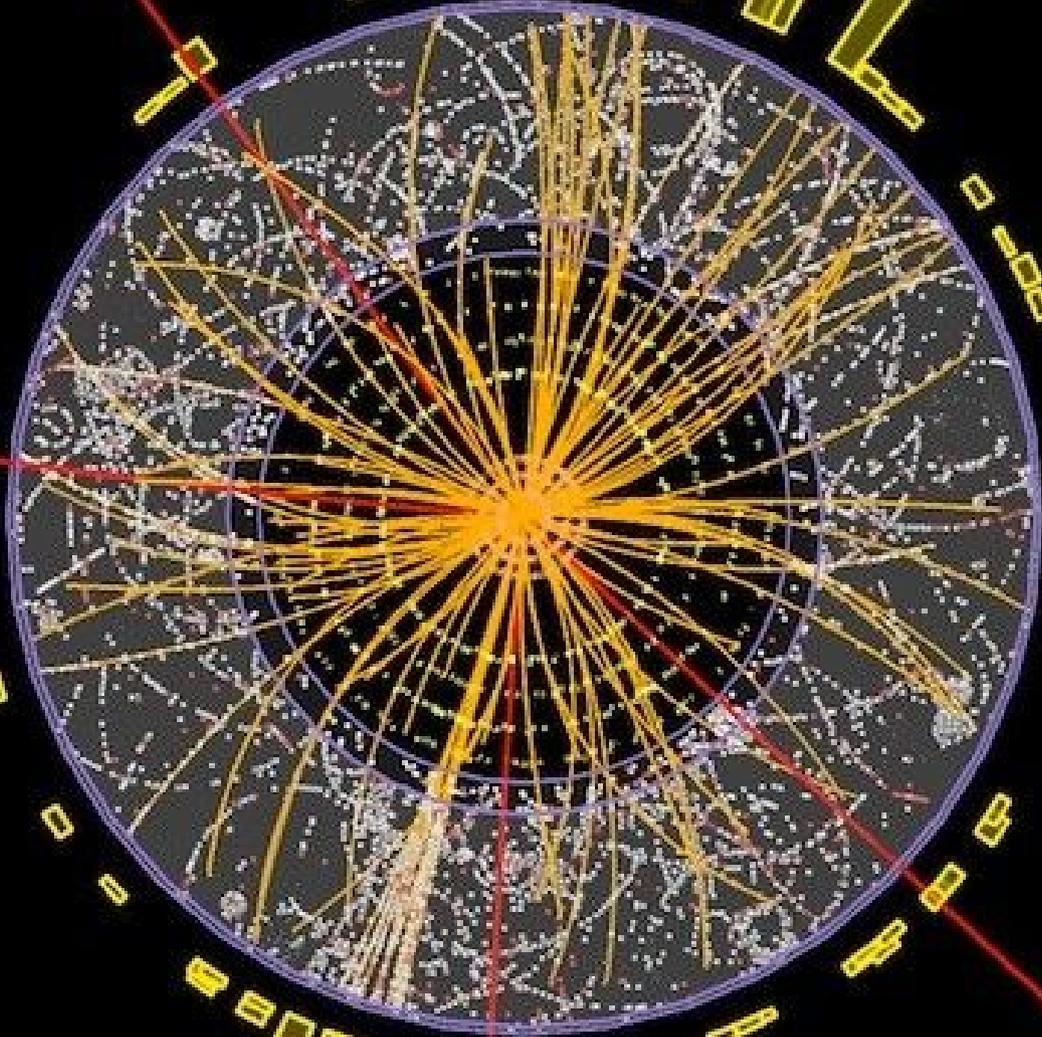




CERN TTP8 22 - 26 Ocak 2018

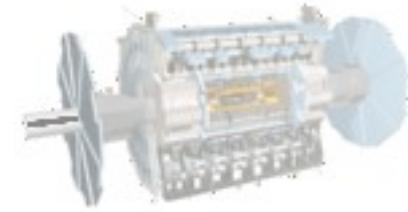


1165



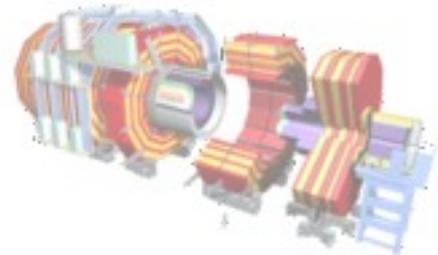
 **ATLAS**
EXPERIMENT
<http://atlas.ch>

Run: 189280
Event: 143576946
2011-09-14 12:37:11 CEST



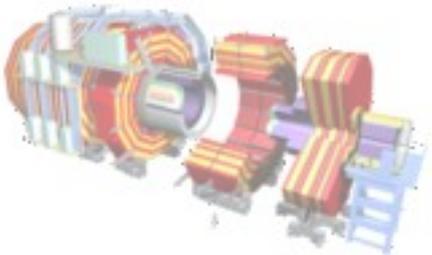
Algıç Nedir?

- Algılamak için görmek gerekli midir?
 - HAYIR
 - Rüzgarı algılıyoruz, ama göremiyoruz
 - Parçacıkları doğrudan göremiyoruz
 - Görmek, algılamanın alt kümesi
- Algıç olmak için algılamak yeterli midir?
 - HAYIR
 - Sonuçlar kaydedilebilir ve tekrarlanabilir olmalıdır



Bu sayfada ne görünüyor?

- **Fotoğraf çekmek:**
 - Fotonları algılamak
 - Kaydetmek
- **Fotografda fotonları değil, bıraktıkları izleri görüyoruz**

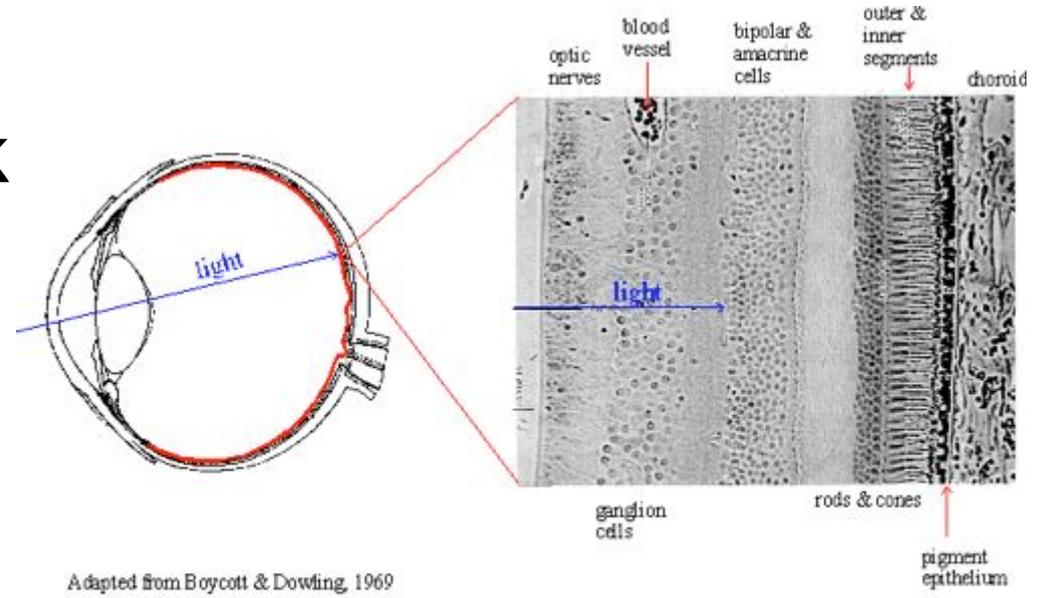




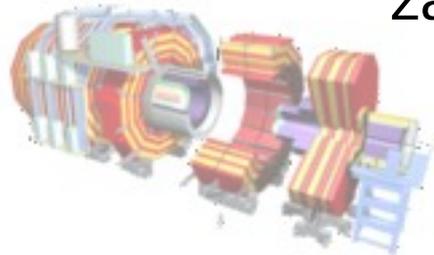
En Eski Algıçlardan Biri



- Göz: Foton algıcı
- İyi uzaysal çözünürlük
- Kendinden uyum sağlama
- Geniş parlaklık aralığı
- Yüksek veri akış hızı

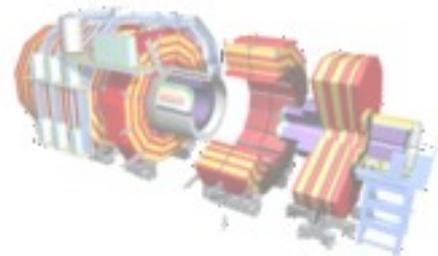


Sorun: Kayıt ortamı çok güvenli değil, sonuçlar zamanla unutulabiliyor veya yanlış hatırlanabiliyor.





1800'lerden 2000'lere parçacık algıçları





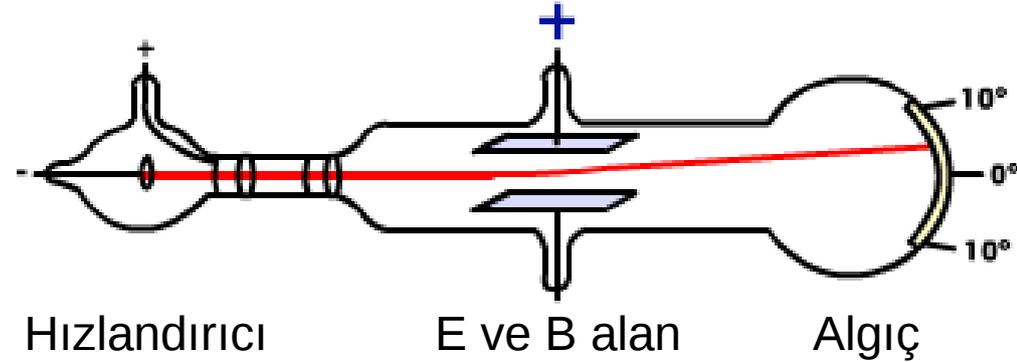
Elektronun Keşfi



- Katot ışını tüpü

Thompson, katottan çıkan ışınları elektrik ve manyetik alanlardan geçirdi. Büküldükleri yöne bakarak eksi yüklü parçacıklar olduğuna karar verdi.

J.J.Thompson: Cathode Rays
Philosophical Magazine, 44, 293 (1897)



Aynı ilkeyle çalışır

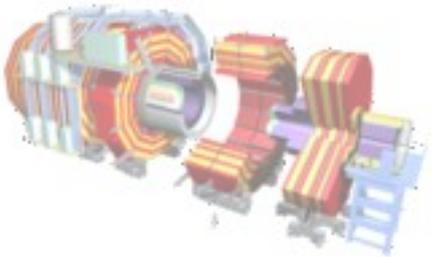
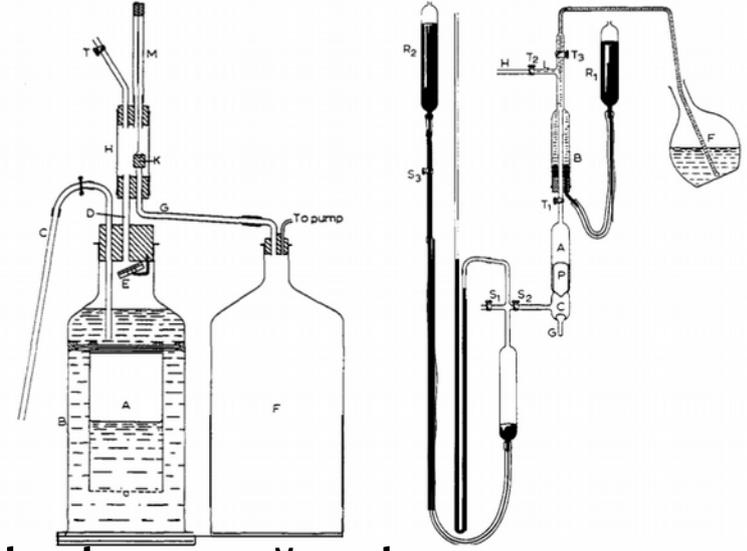


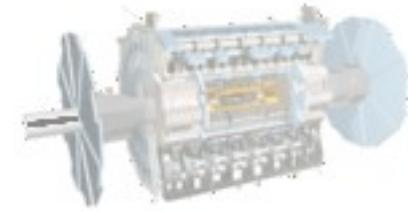
http://www-outreach.phy.cam.ac.uk/camphy/electron/electron_exp.htm



Bulut Odası (Cloud Chamber)

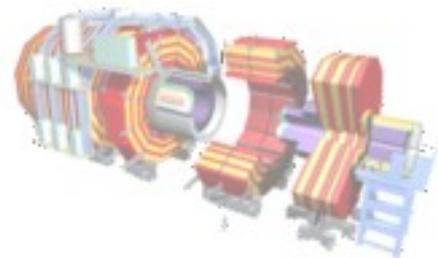
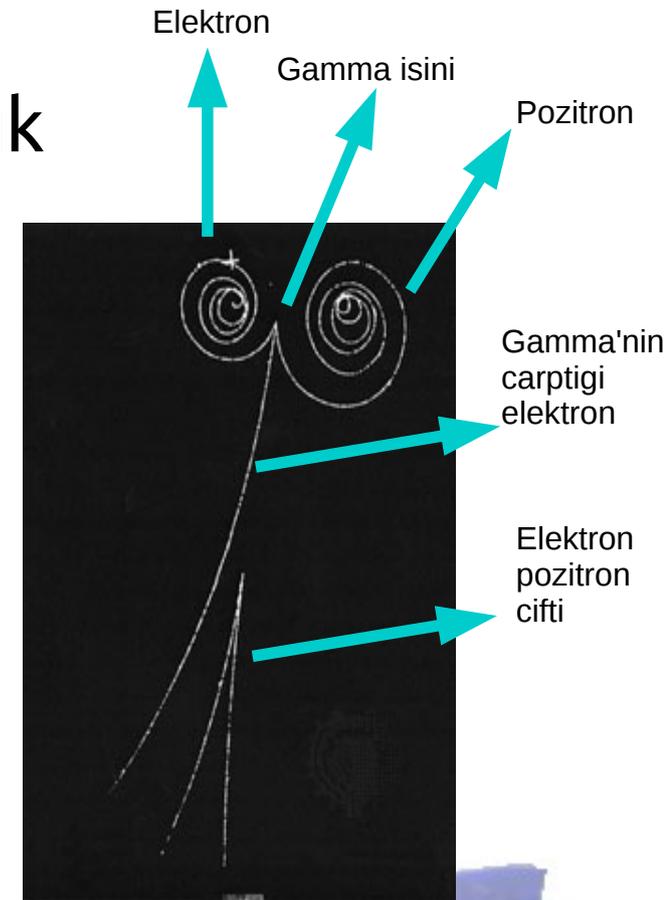
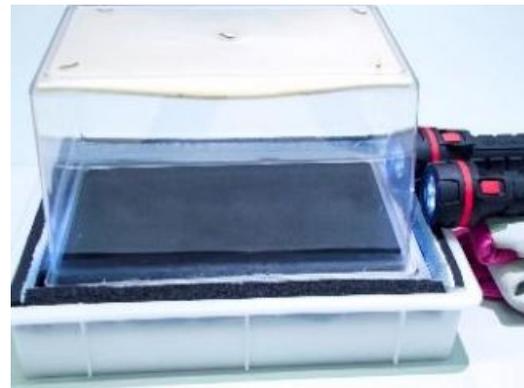
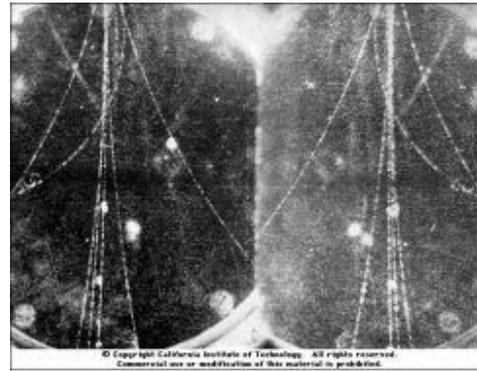
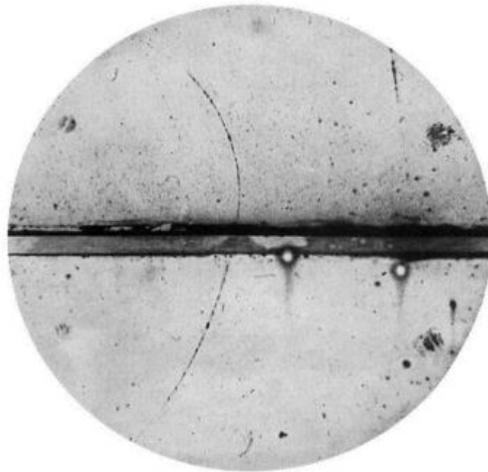
- 1911 Wilson
 - 1920-1950 arasında kullanıldı
 - İz sürebilen ilk algıç
- Aşırı doymuş alkol buharı içeren ortam
- Yüklü parçacıklar ortamı iyonlaştırırlar, buhar yoğunlaşır ve bulut gibi izler bırakır
- Oluşan izlerin fotoğrafı çekilir
- Manyetik alan kullanılarak parçacıklar hakkında ek bilgiler elde edilir





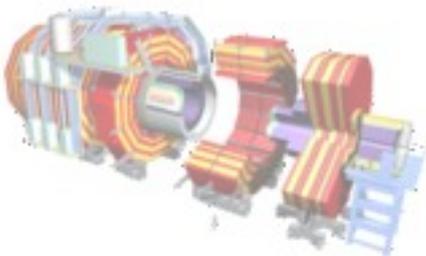
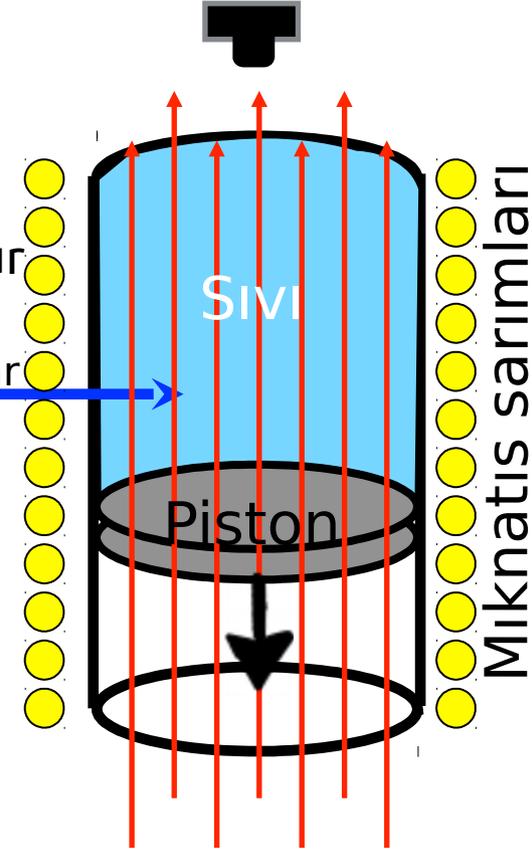
Bulut Odası

- Pozitron(1932), Muon(1936) ve Kaon(1947) bulut odasında bulunmuştur
 - Pozitron: Gözlenen ilk karşı-parçacık



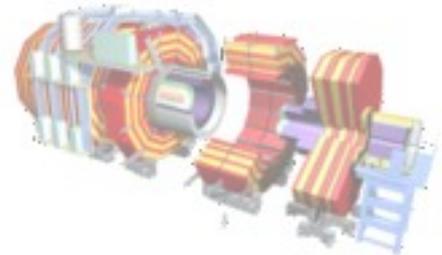
Köpük Odası (Bubble Chamber)

- 1950'lerde Glaser tarafından ortaya atıldı
 - 1960 Nobel 
- Sıvı belli bir basınçta kaynama sıcaklığının hemen altında tutulur (Ör: 27K, 5ATM, sıvı H). Parçacıklar geldiğinde basınç aniden düşürülür ve sıvı üstünısıtılmış olur.
- Yüksüz parçacıklar iyonlaştırdıkları dengesiz sıvıyı buharlaştırıp baloncuklar oluşturur.
- 1-2 ms içinde birden fazla kamera ile çok açılı fotoğraf çekilir. (Çözünürlük $\sim 10\mu\text{m}$)
- Bulut odasından daha geniş hacimli ve daha yoğun bir ortam olduğundan daha yüksek enerjili parçacıklar algılanabilir
- Yüksüz akımların keşfine yol açmıştır.
 - <https://home.cern/about/updates/2013/07/forty-years-neutral-currents>





Gargamelle

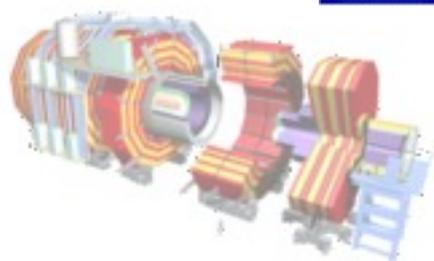
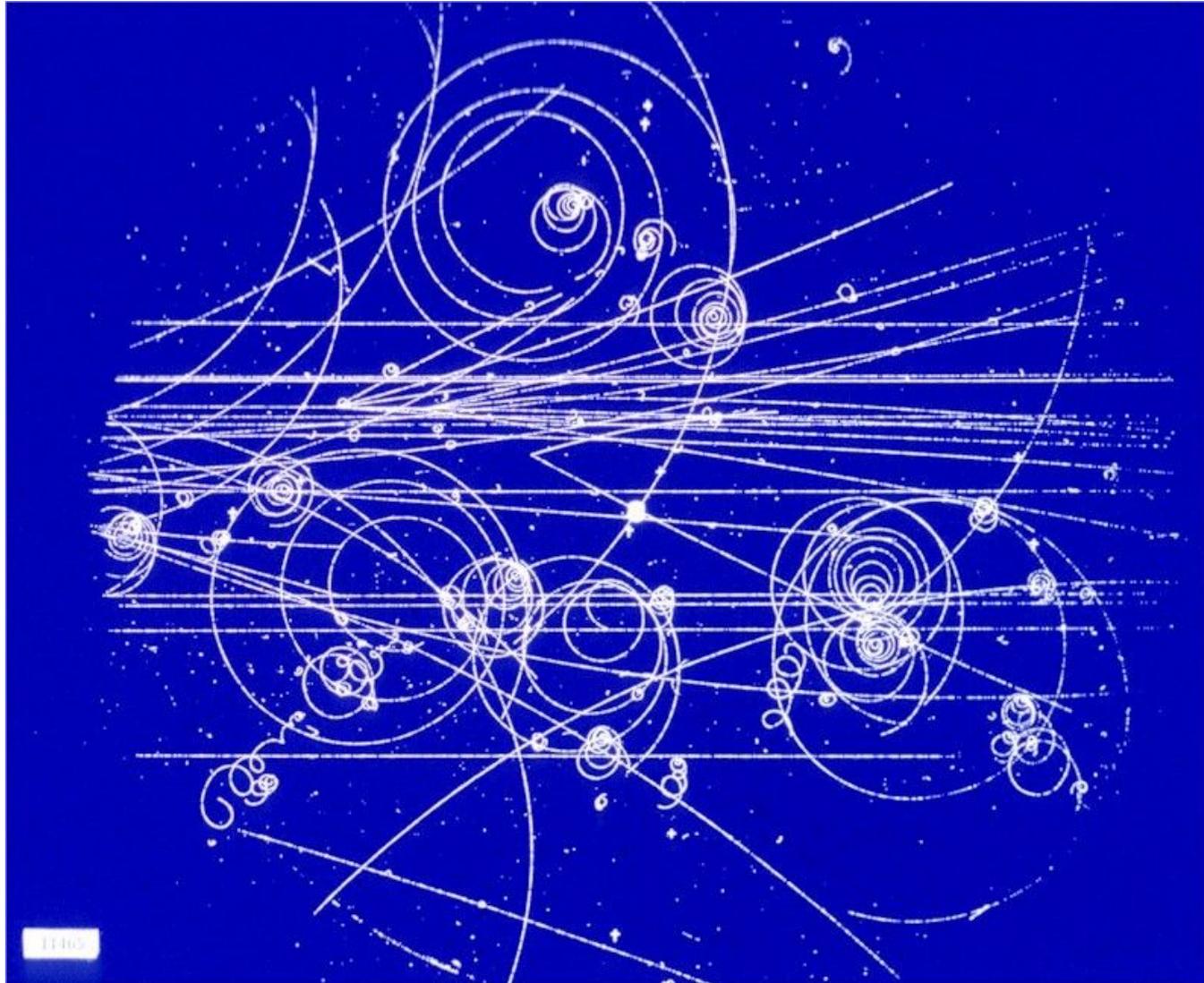


Köpük Odası

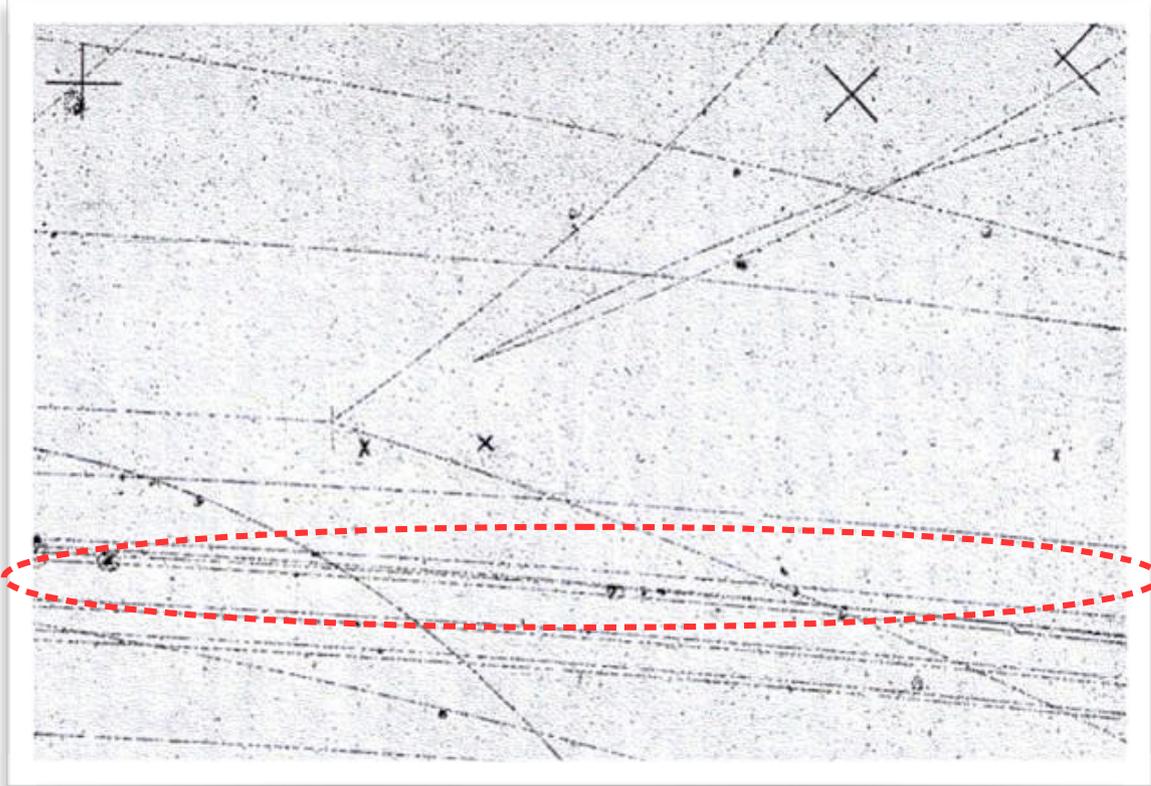


Big European Bubble Chamber (BEBC)





İlginç Olayların Seçilmesi

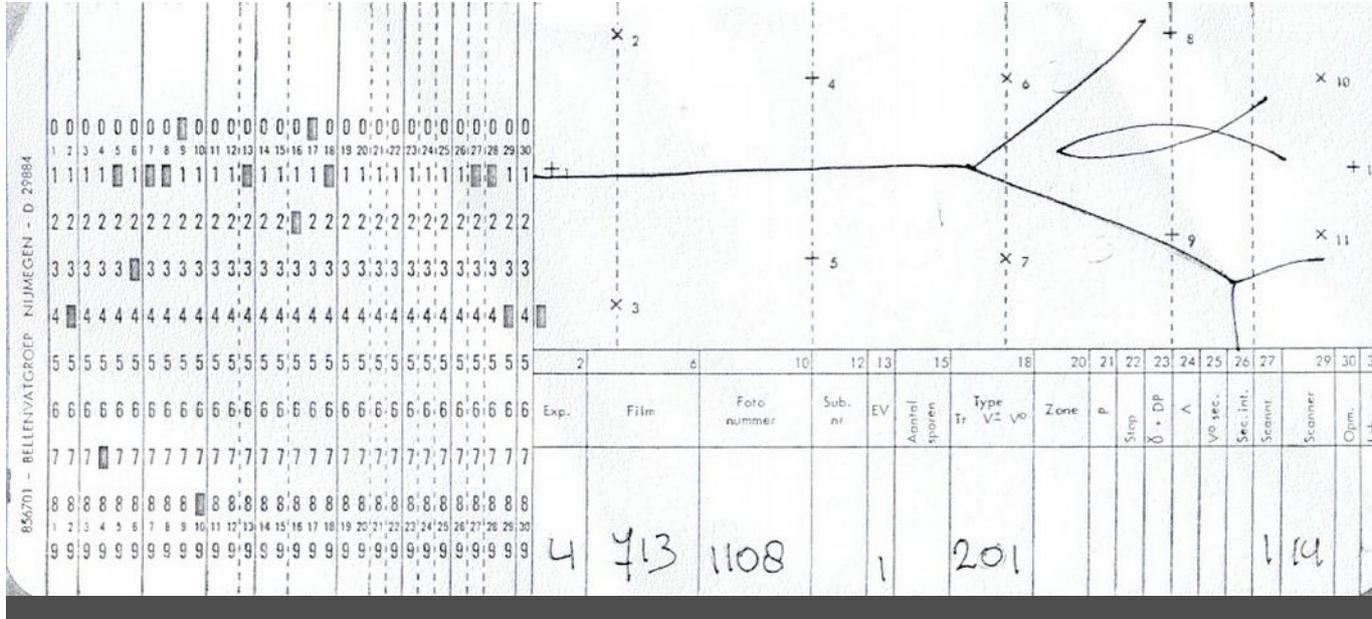


- Aynı olay sırasında algıçtan geçen, ama ilginç olmayan izlerin ayıklanması gerekir
- Eski zamanlarda bunu insanlar resimlere tek tek bakarak yapıyordu

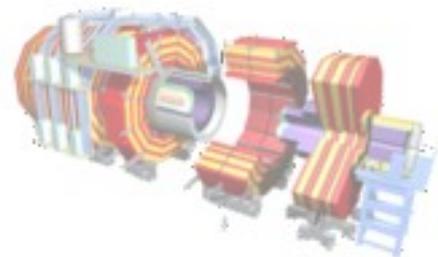


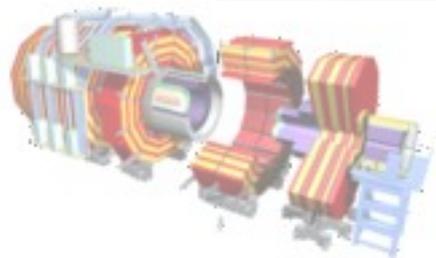
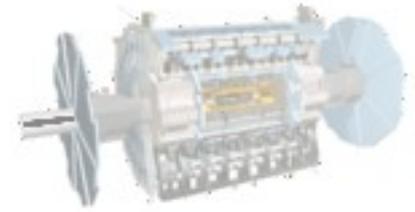


Ham Verinin Kaydı / Sayısallaştırılması



- Ham veri: Ayrıntılı inceleme ve çözümleme yapılmamış veri.
- Eski günlerde sayısallaştırma ham verileri elle ölçüp kartlara delmekle ve bu kartları bilgisayara okutmakla yapılıyordu

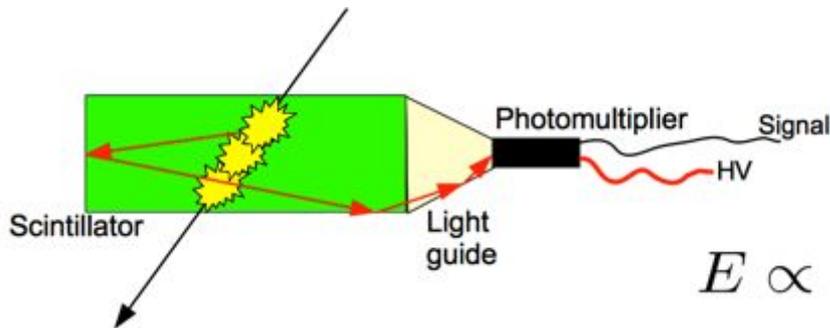




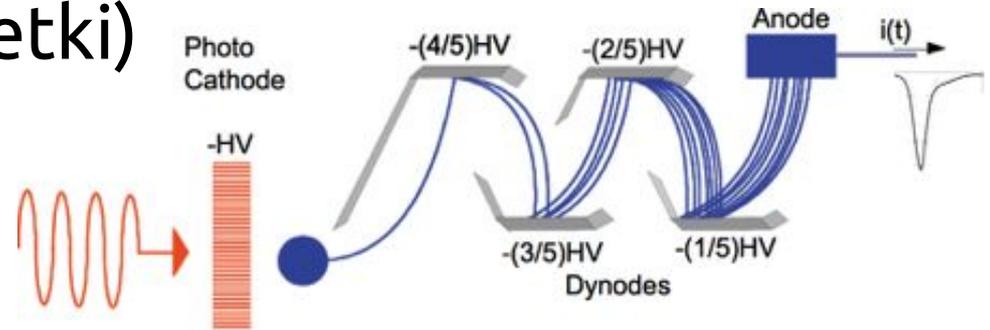


Parıldak(Scintillator)

- Plastik veya kristal parıldak – W. Crookes 1903
 - Parçacıkların bıraktığı enerjiyi ışığa çevirir: parıltı
 - ≈ 40 foton/keV NaI(Tl), ~ 10 foton/keV plastik parıldak, ~ 4 foton/keV BGO
 - Kendi ürettiği ışık için saydam
 - Fotoçoğaltıcı tüp: Fotonları elektrik sinyale çevirip çoğaltır (Fotoelektrik etki)



$$E \propto N_{\gamma}$$





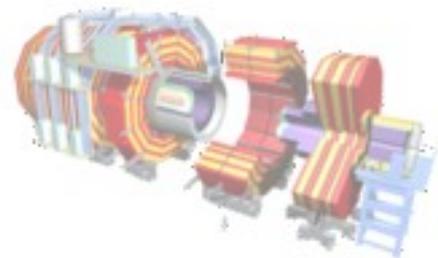
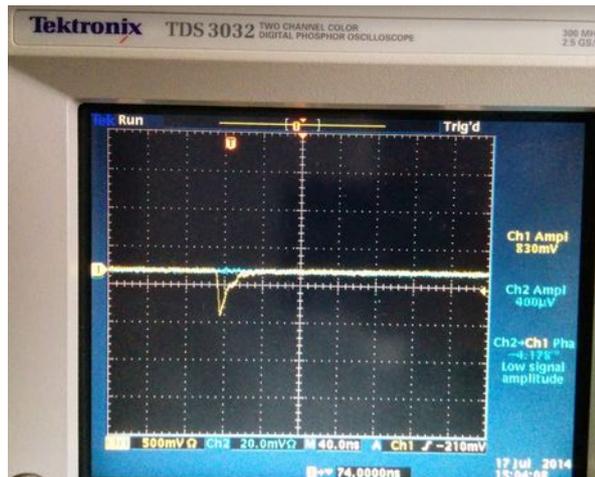
Parıldak

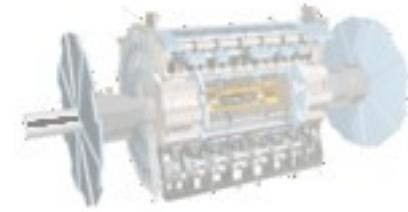


- Parıldak parçaları:



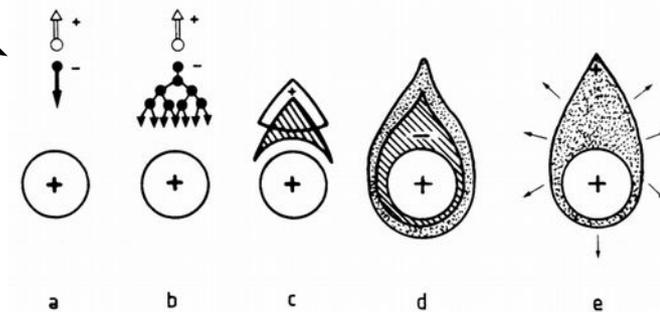
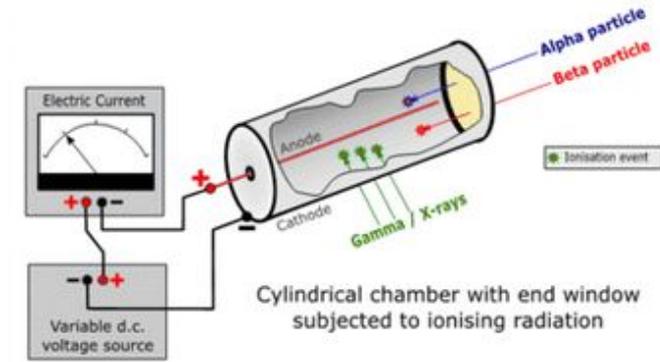
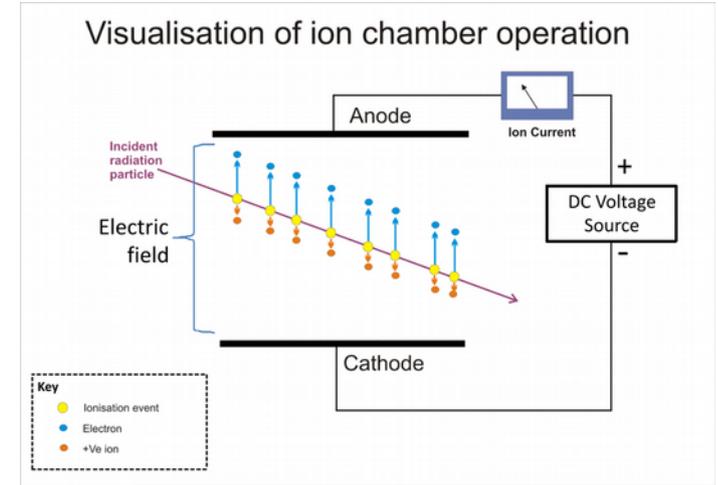
- Osiloksopta parıldak sinyali





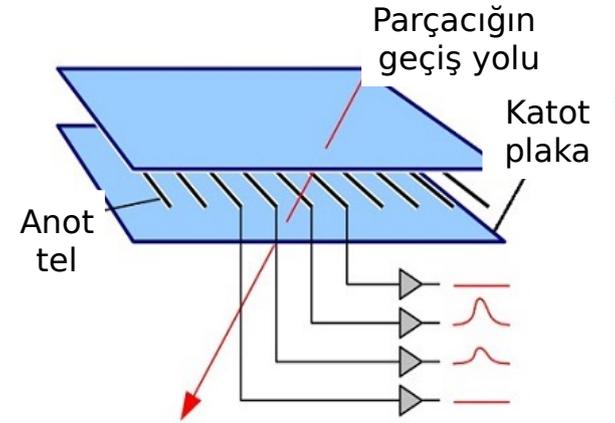
Gazlı Algıçlar

- İonizasyon odası: Anod ve katot levhalar arası gazla dolu
 - Voltaj düşük, toplanan yük düşük
 - Parçacıkları ayırt etmek zor
- Orantılı Oda: İçinden voltaj yüklü tel geçen gaz odası
 - Voltaj yüksek, telin yakınında çığ etkisi oluşur
 - Farklı parçacıkları ayırd edebilir



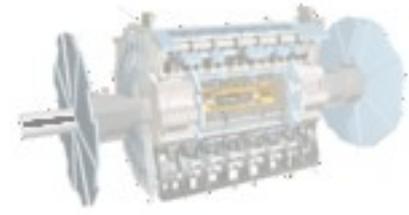
Tel Odası(Wire Chamber)

- 1968 de Charpak tarafından geliştirildi (1992 nobeli)
- Yüksek voltajlı birçok telin topraklanmış iletken duvarlar arasından geçtiği ortam.
- Oda gaz ile doludur
 - Ör: Argon/Karbondiyoksit
- Ortamdan geçen parçacıklar gaz atomlarını iyonlaştırırlar, elektron ve iyonlar elektrik alanda hızlanırlar. Anodun etrafındaki yükler tellerde sinyal oluşturur
 - Çok fazla tel sayesinde yer bilgisi verir

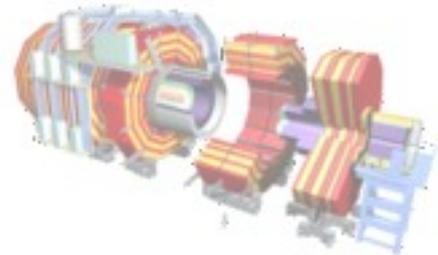
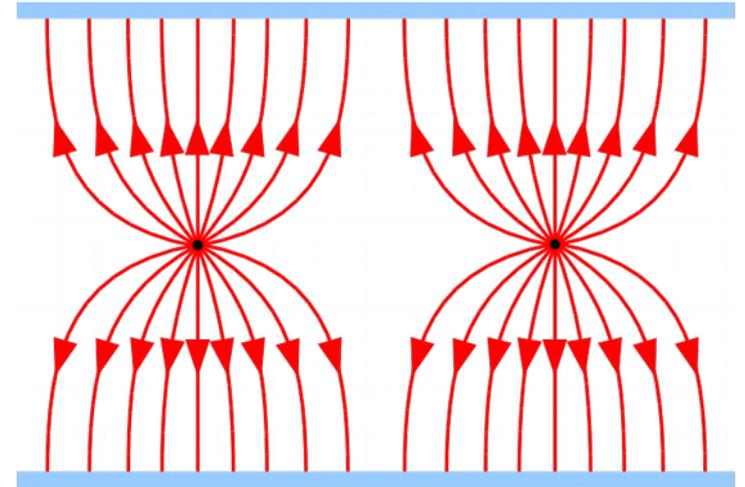




Tel Odası



- Bulut ve köpük odasının aksine, parçacıklar görünür izler bırakmaz.
- Parçacıkların indüklediği elektrik sinyaller bilgisayara kaydedilebilir.
- Kendisinden önceki parçacık algıçlarına göre çok daha hızlıdır.
 - Köpük odası 1Hz
 - Tel odası: 1000 Hz



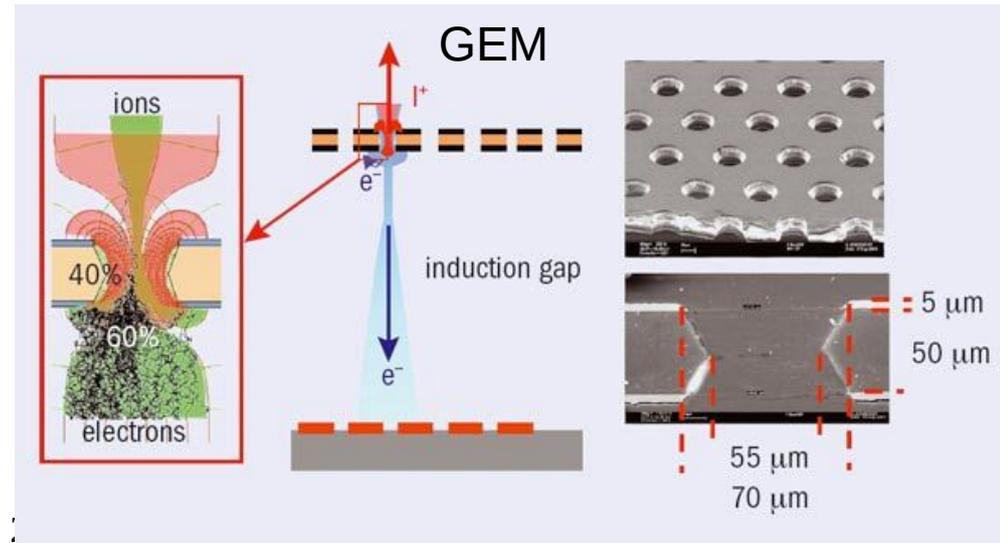
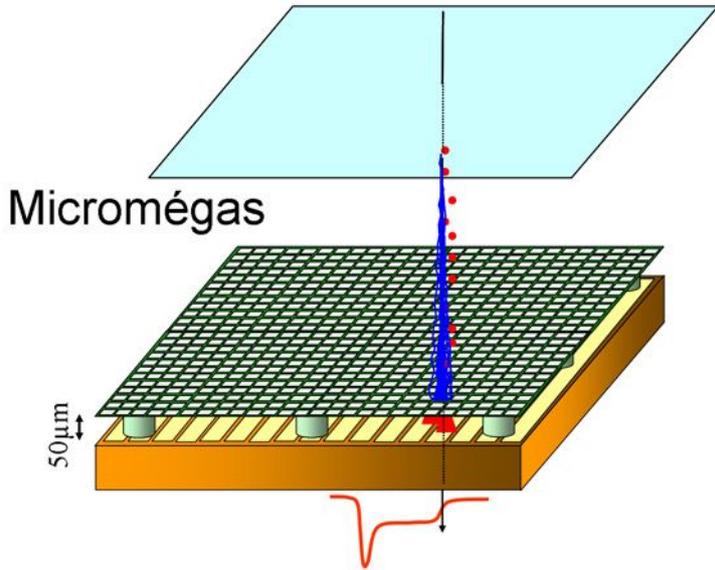


Mikro Şerit Gaz Algıçları

(Microstrip gaseous detectors)

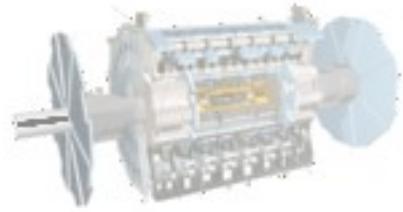


- Teller yerine PCB üzerine basılı şeritler veya kutularda okuma yapılır
- Tel odasına göre:
 - Daha hızlı (çığ boşluğu çok ufak, iyonlardan daha hızlı kurtulur)
 - Daha sağlam (Teller hassas ve kırılğan)
 - Daha iyi uzay çözünürlüğü (Telleri çok yakın yapmak zor)

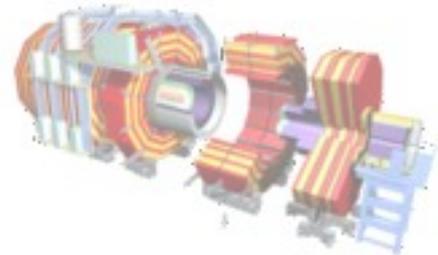
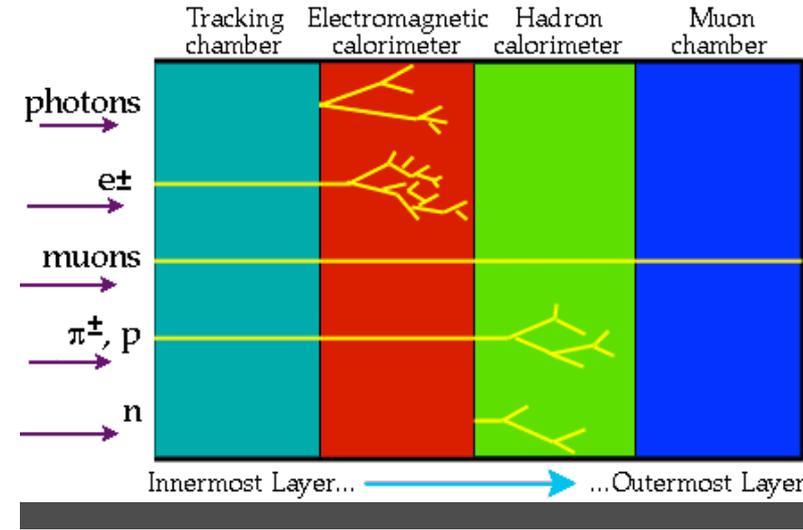




Günümüz Deneylelerinde Algiçlar



- Günümüz deneylerinin çoğunda tek bir algıç ile tüm parçacıkları gözlemlemek ve ayırd etmek olası değil.
- Farklı parçacıklar, farklı malzemelerde daha çok iz bırakırlar.
- Farklı malzemelerden yapılmış özel amaçlı algıçlar birleştirilerek tümleşik algıçlar yapılır
- Enerji Ölçümü:
 - Elektromagnetik kalorimetre
 - Hadronik kalorimetre
- Momentum ölçümü:
 - Manyetik alan altında bırakılan izlerin takibi
 - izlere bakılarak parçacıkların tanınması





Örnek: Liseler için Demet Hattı

- 2014 kazanan okulunun deneysel düzeneği:

Parıldak (Müon ölçümü)

Demir blok(hadronları durdurur)

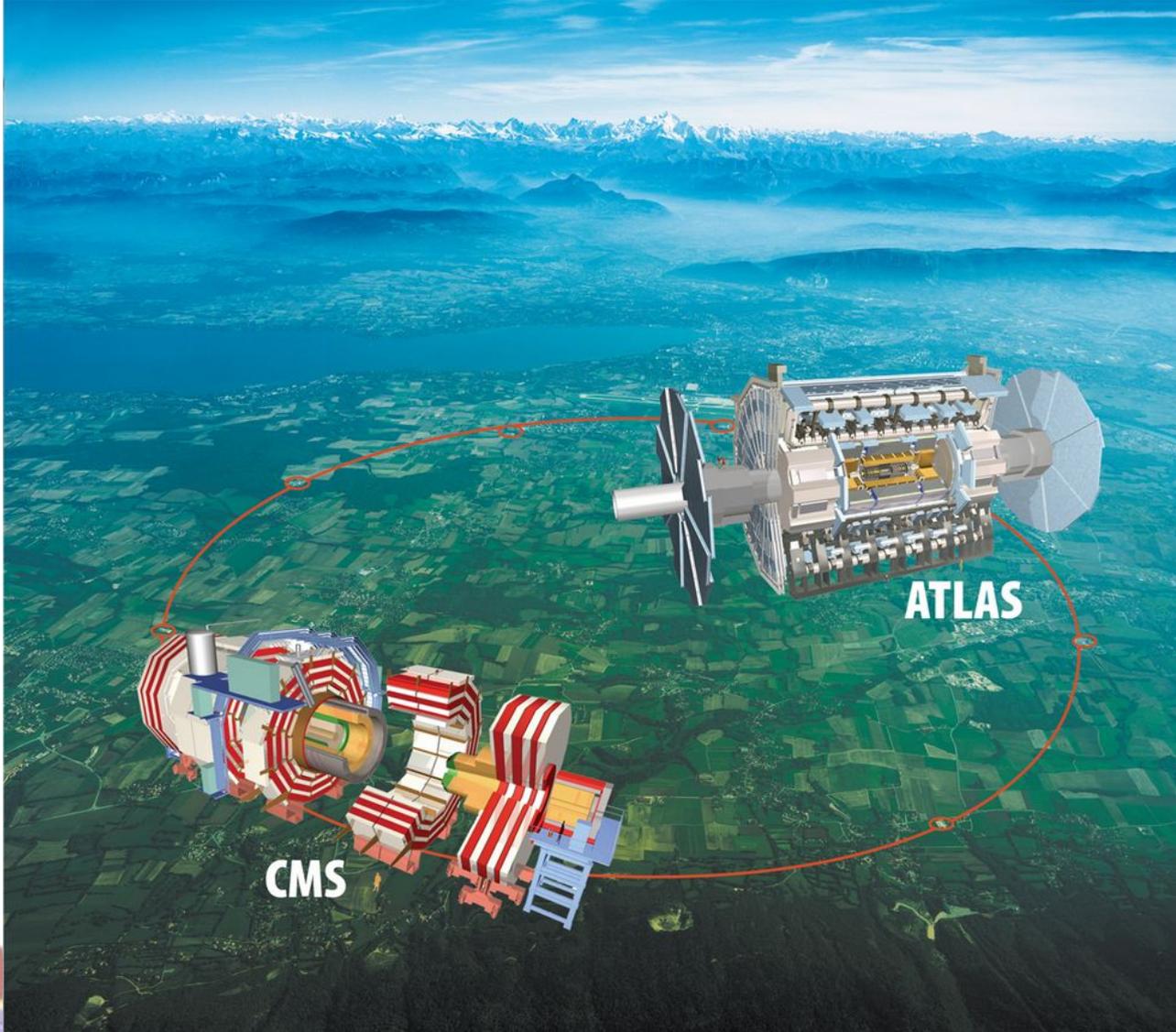
Parıldak (Hadron ve müon ölçümü)

EM Kalorimetre:
Kurşunlu cam

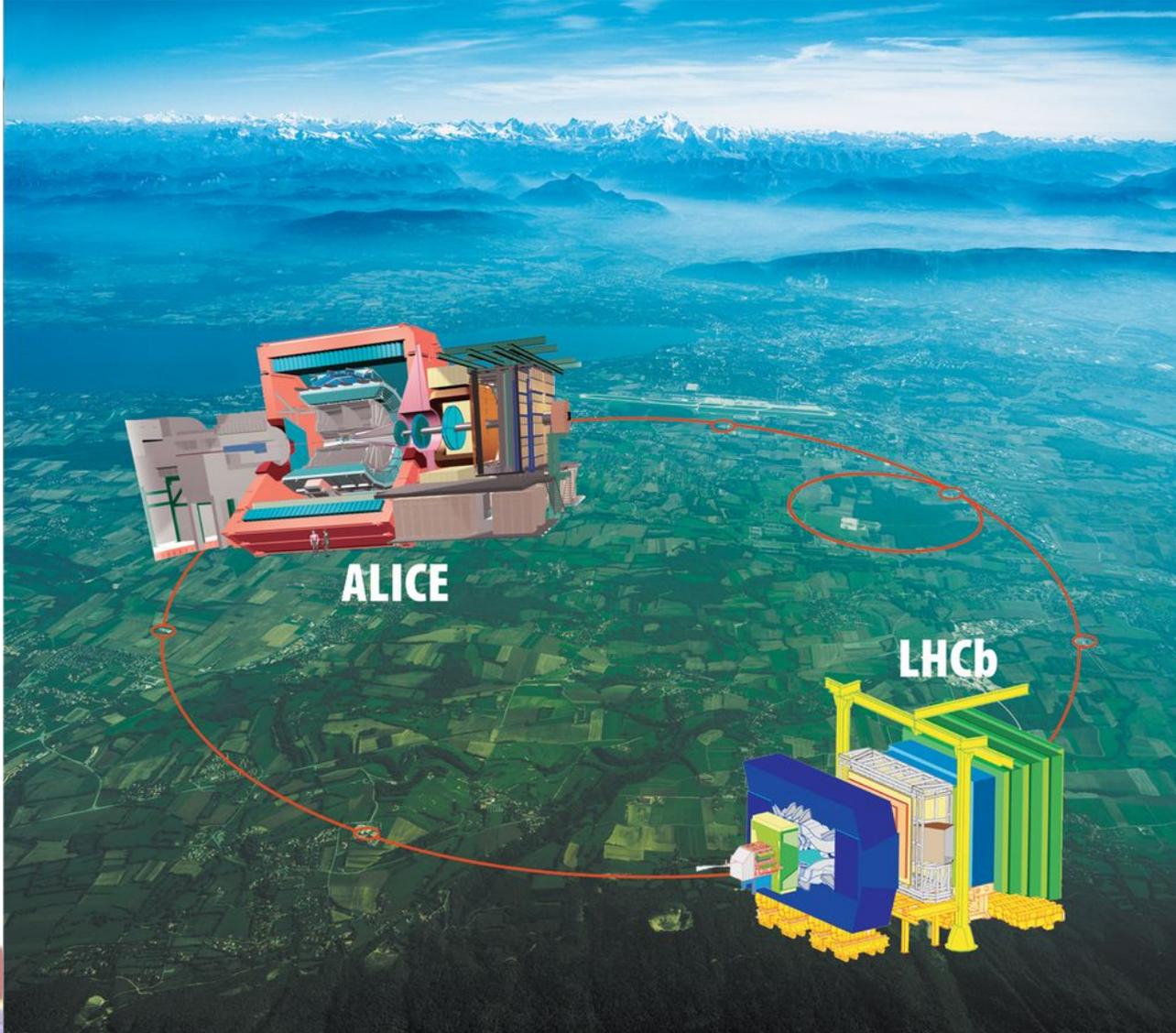
İz sürücü
GETO: Gecikmeli
Tel odası

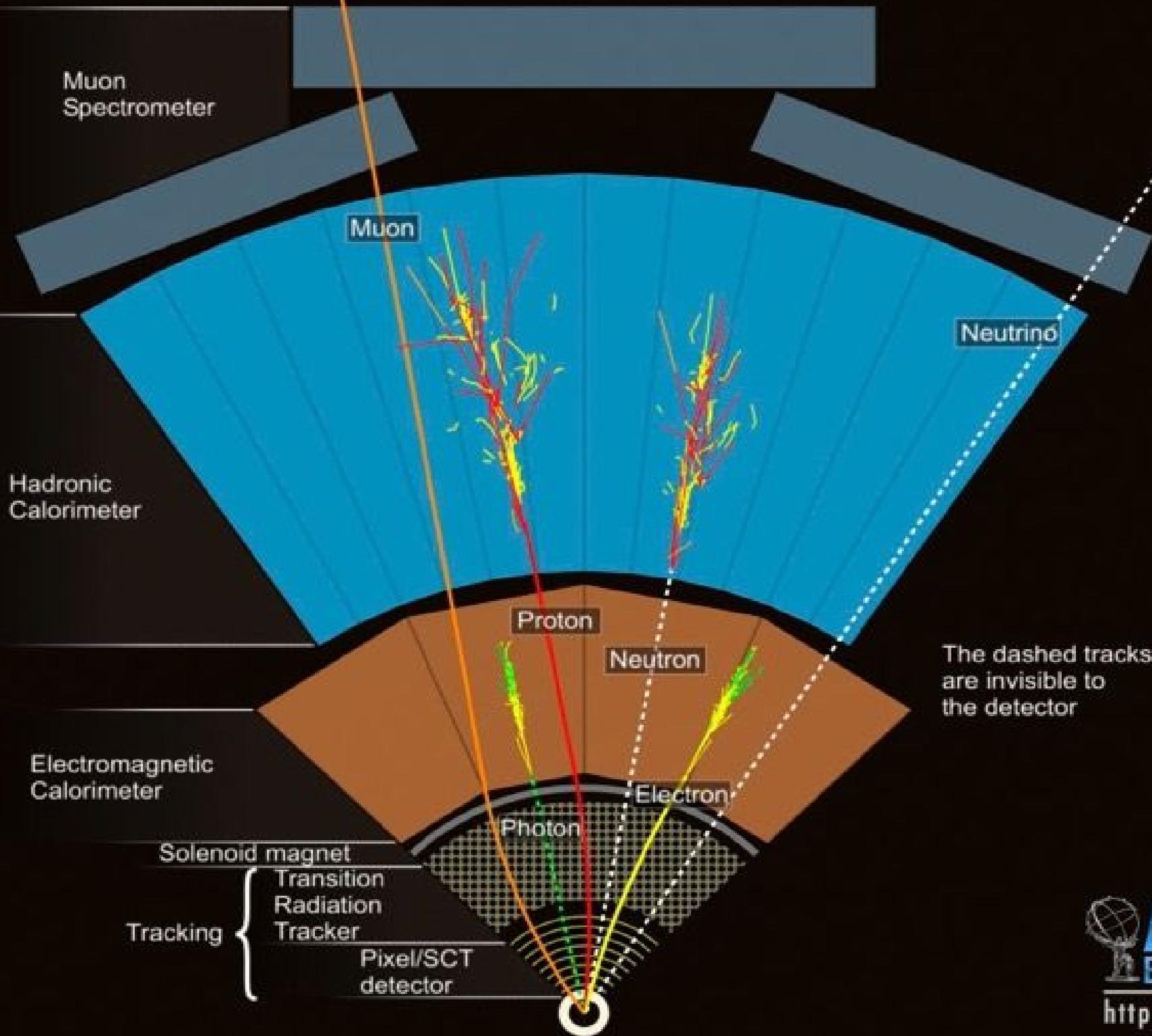


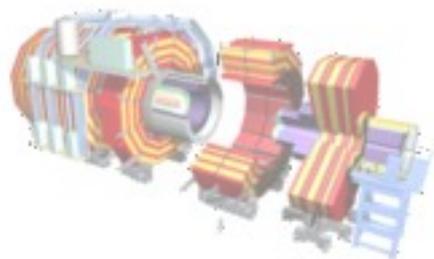
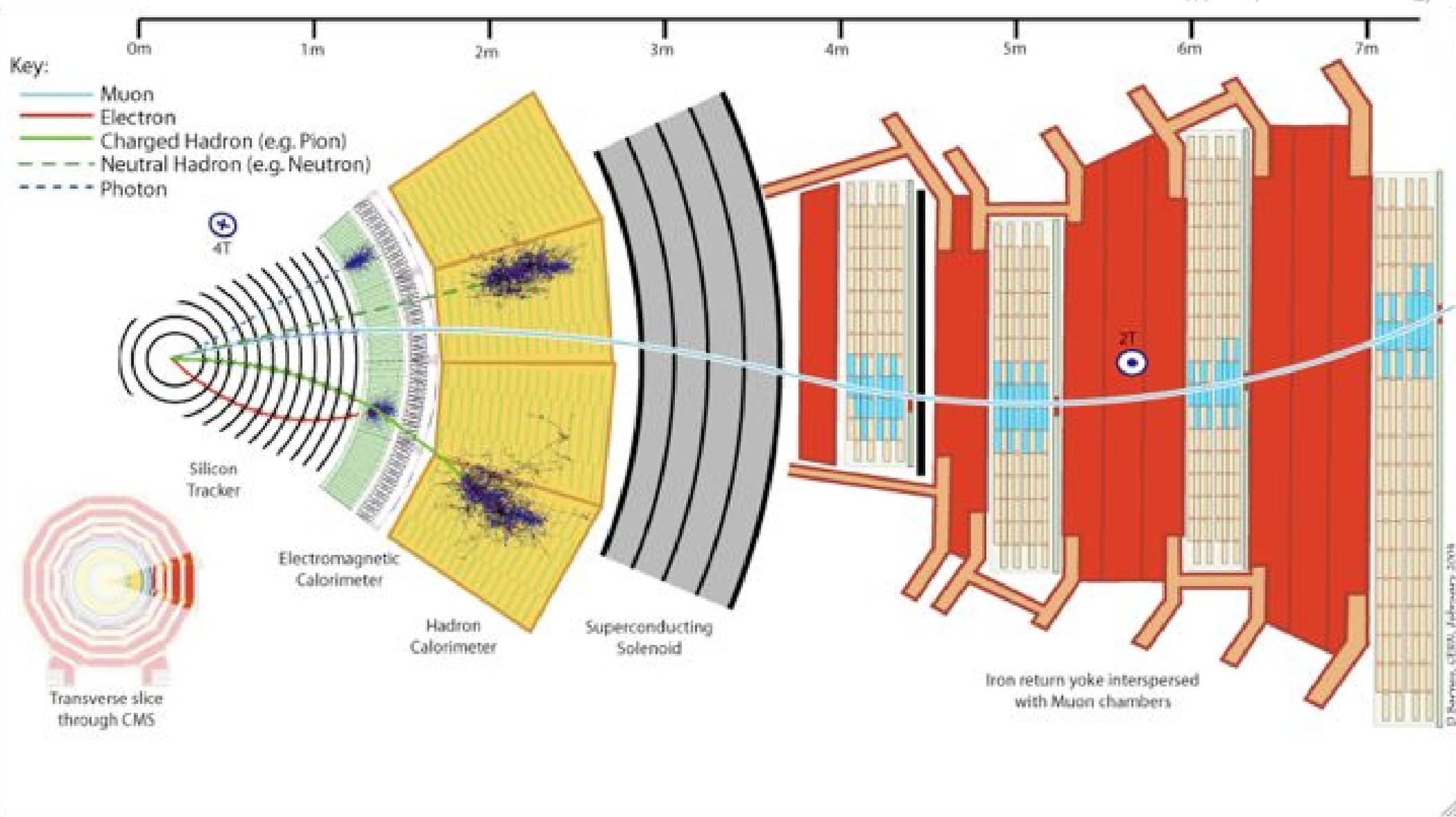
LHC'deki Algıçlar



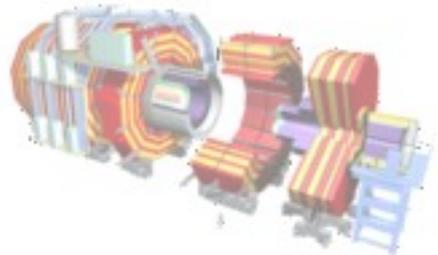
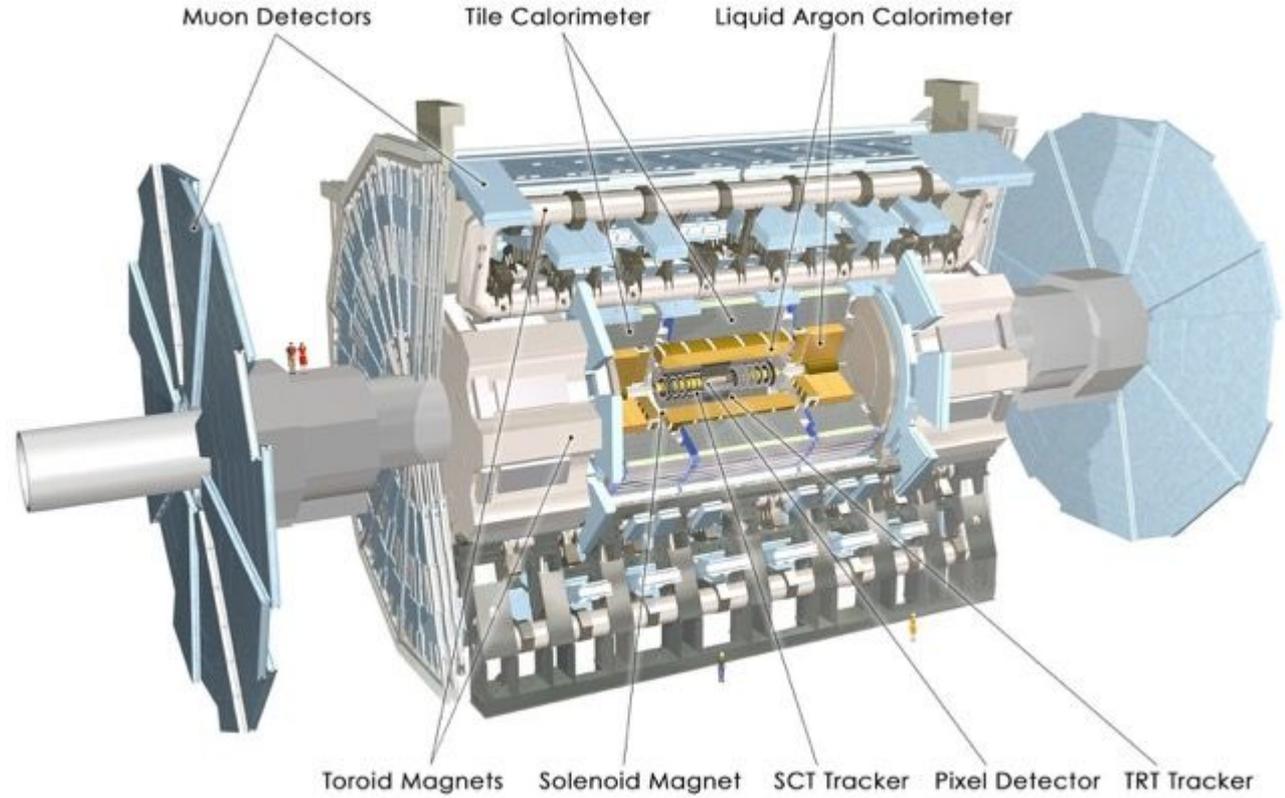
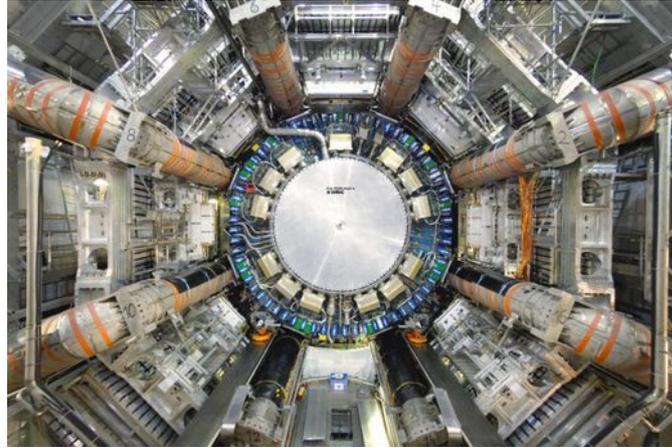
LHC'deki Algıçlar

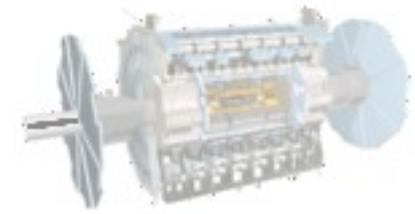




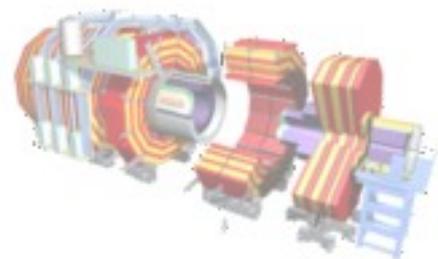
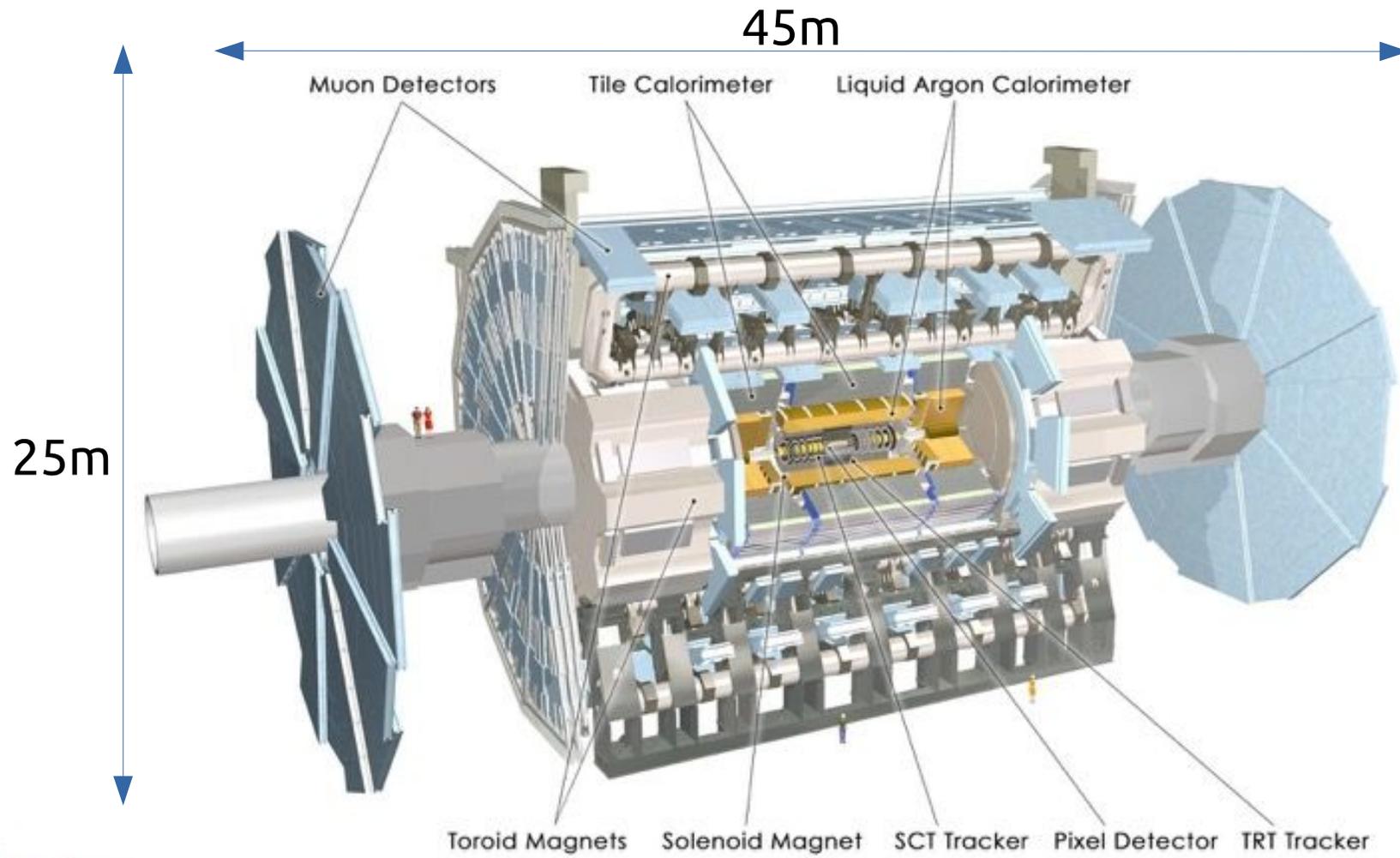


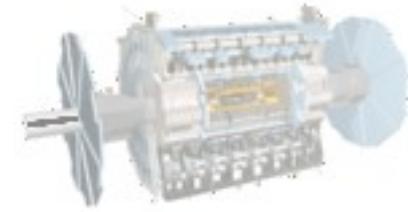
Örnek: ATLAS Algıcı





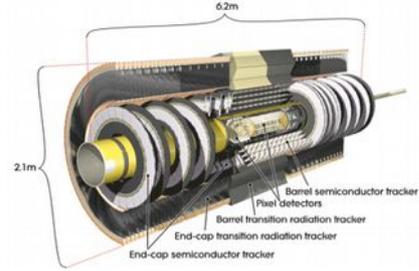
ATLAS Algıcı



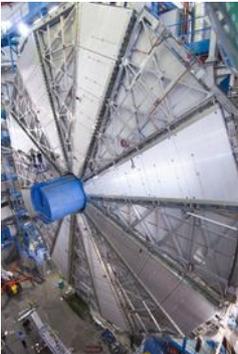
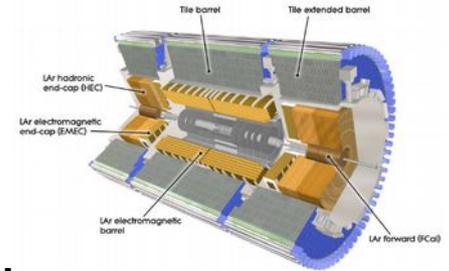


ATLAS'ın Parçaları

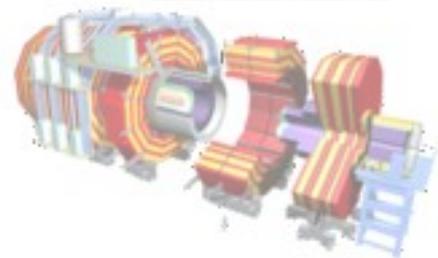
- İz sürme (İç Algıç)
 - 2T solenoid (yükü parçacıklar)
 - Silicon (pixel + strip) iz sürücü
 - Geçiş Işınımı izsürücüsü (TRT) (e/n ayrışımı)

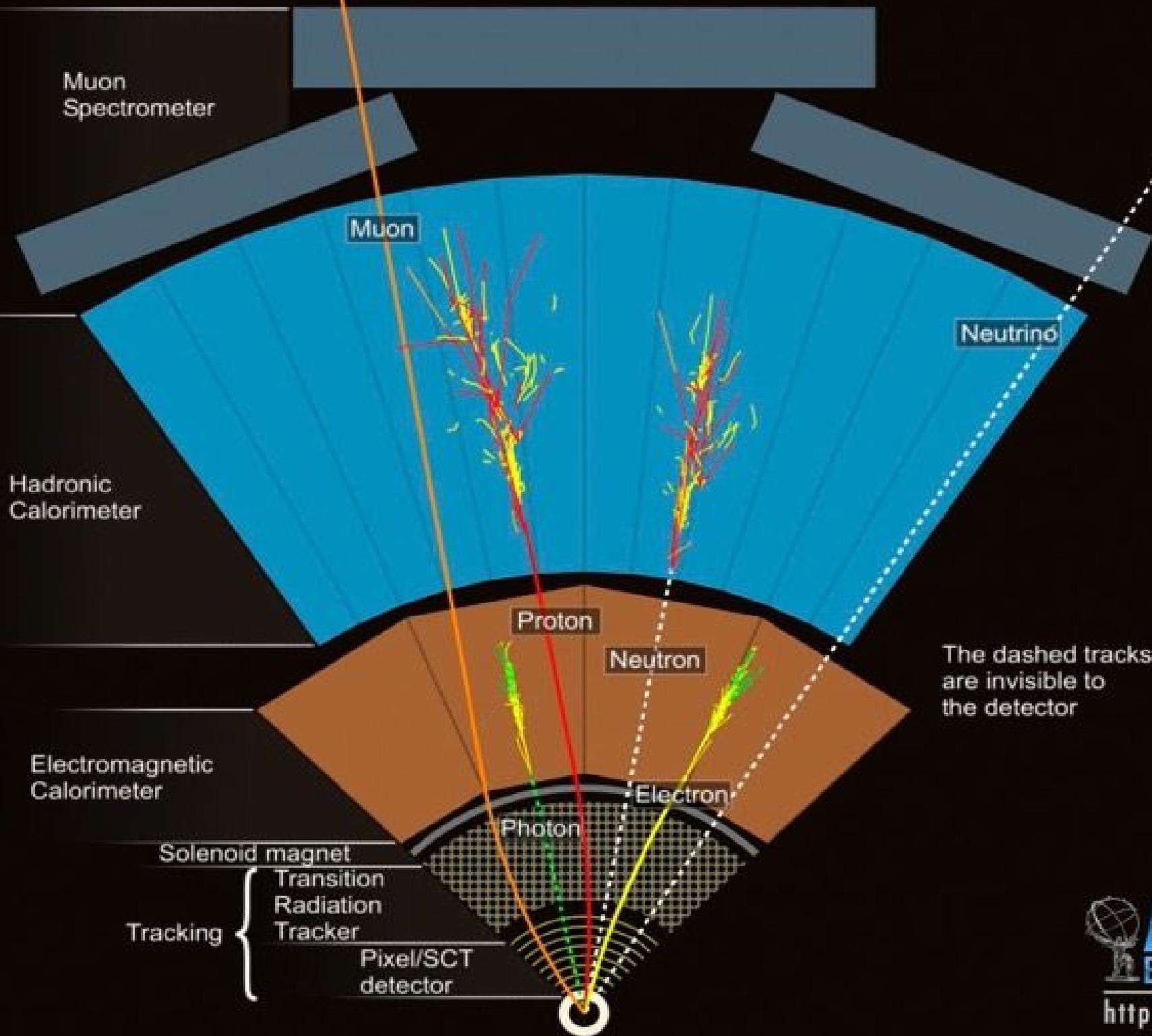


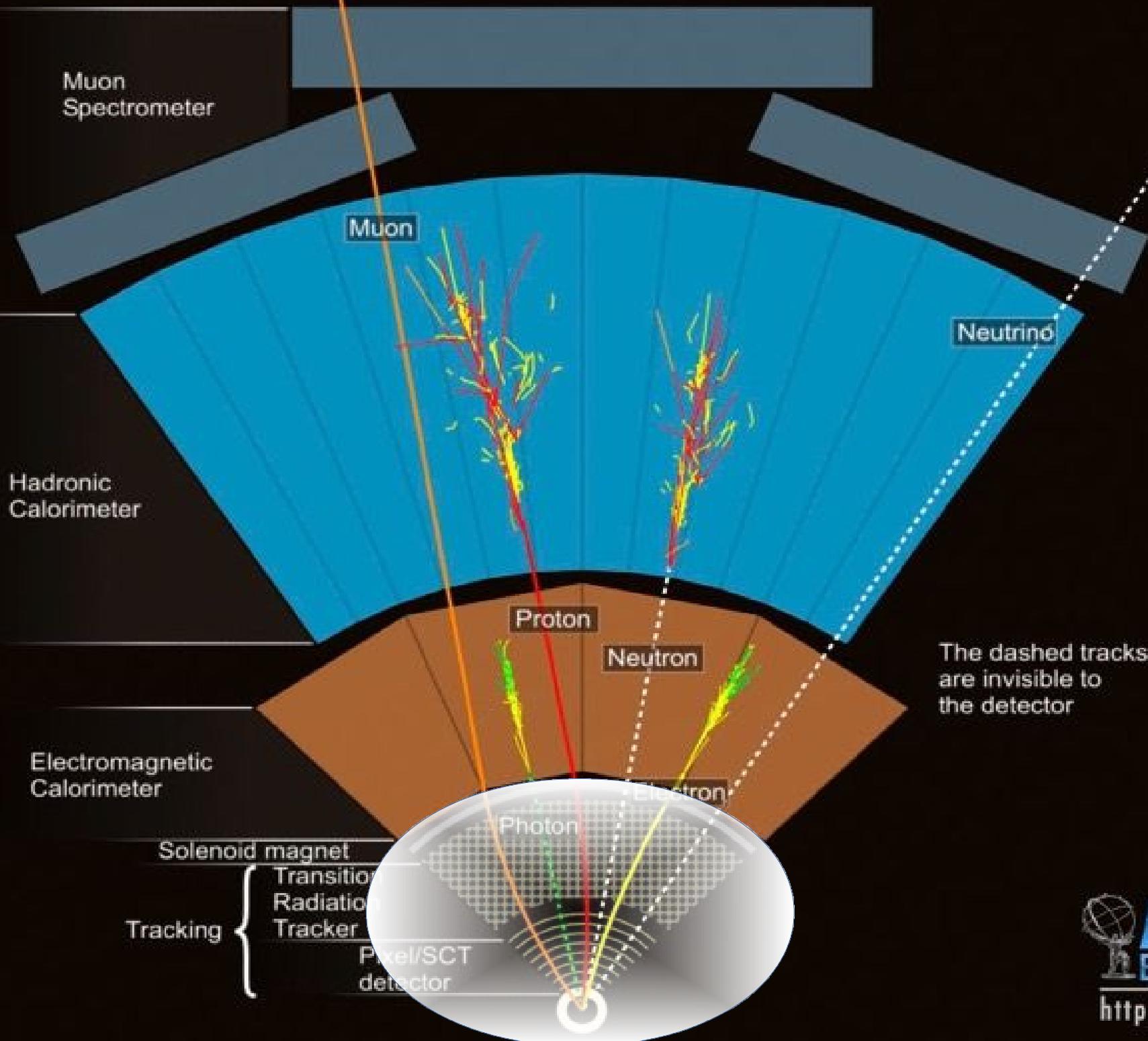
- Enerji Ölçümü
 - EM Kalorimetre (Pb-Lar)
 - Hadronik Kalorimetre (Fe/Sci ve Cu/W-Lar)

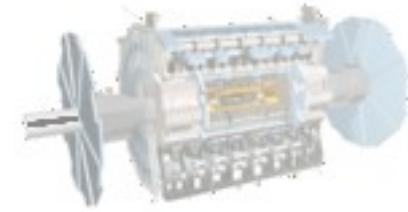


- Müon Ölçümü
 - 4T Toroid spektrometre
 - MDT ve CSC: Yüksek çözünürlükte iz sürmek
 - RPC ve TGC: Hızlı tetikleme









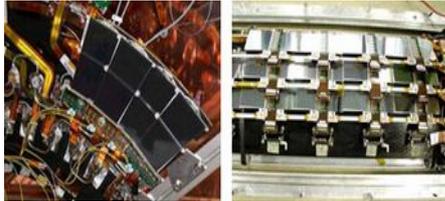
İz Sürücü/ İç Algıç

- Yüklü parçacıkların çarpışmanın hemen sonrasındaki izlerini ölçer. Alan başına geçen parçacık sayısı yüksek
- 3 farklı teknoloji. İçten dışa:

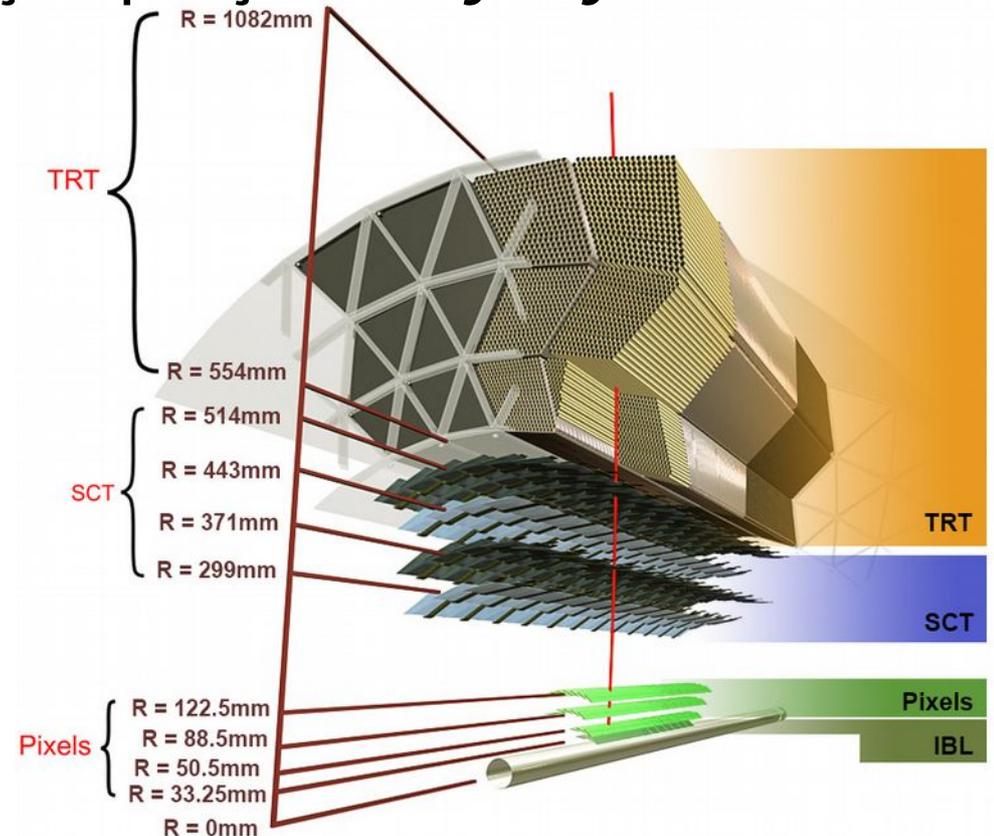
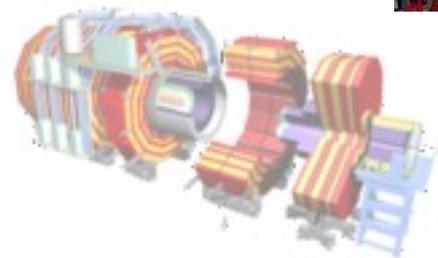
- Pixel



- SCT



- TRT

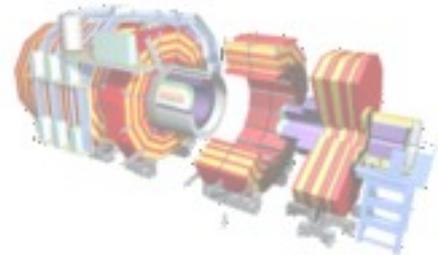
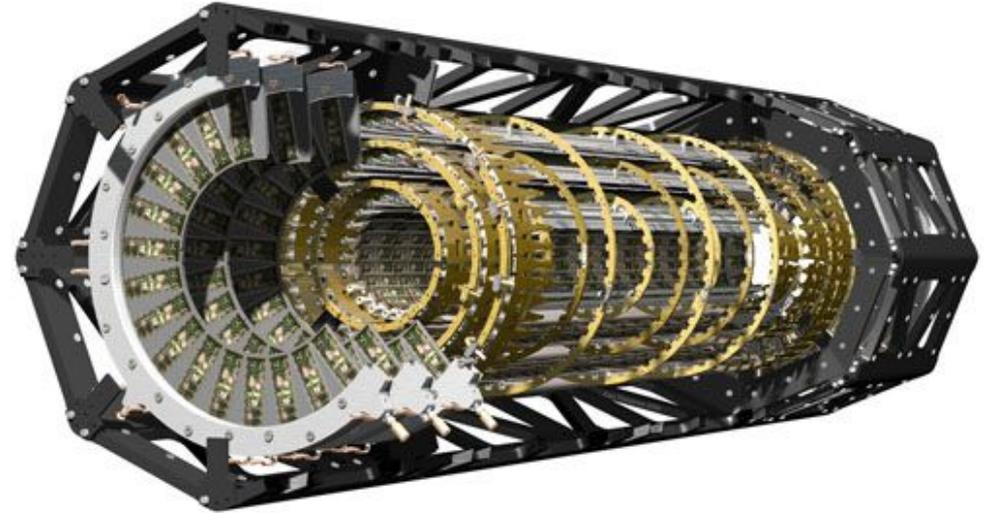




İz Sürücü/ İç Algıç



- Pixel + SCT : Silikon algıçlar
- Çalışma prensipleri gaz algıçlarına benzer, ama çok daha az gerilim gerekir.
- Pixel: En hassas parça
 - R = 12.3cm
 - Hassaslık: 16 μ m
- SCT:
 - R = 51.4cm
 - Hassaslık: 24 μ m

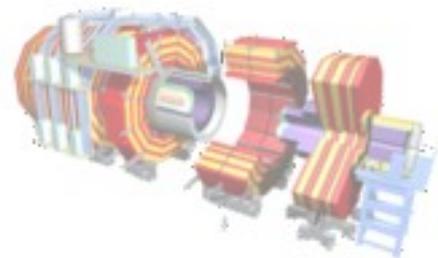
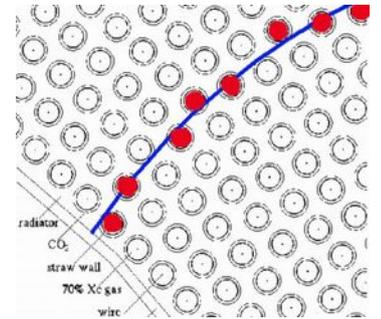




İz Sürücü/ İç Algıç

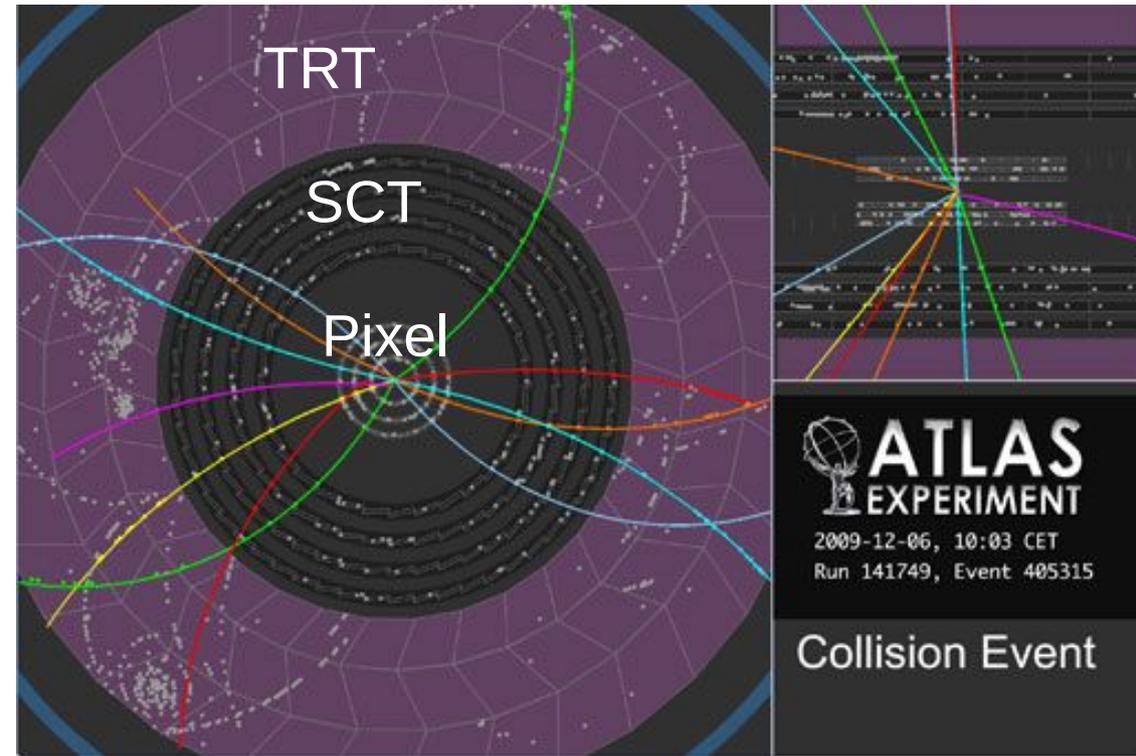


- TRT: Gaz dolu ince kamışlardan oluşur. Her kamışın içinden bir tel geçer
 - $R = 108.cm$
 - Hassaslık: $187\mu m$
- Geçiş ışıması:
 - Parçacıkların ortam değiştirirken yaptığı ışıma.
 - Elektronların bu ışımayı yapması çok daha olasıdır, bu sayede ağır parçacıklardan ayırd edilirler.

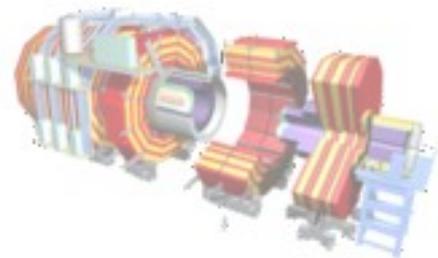


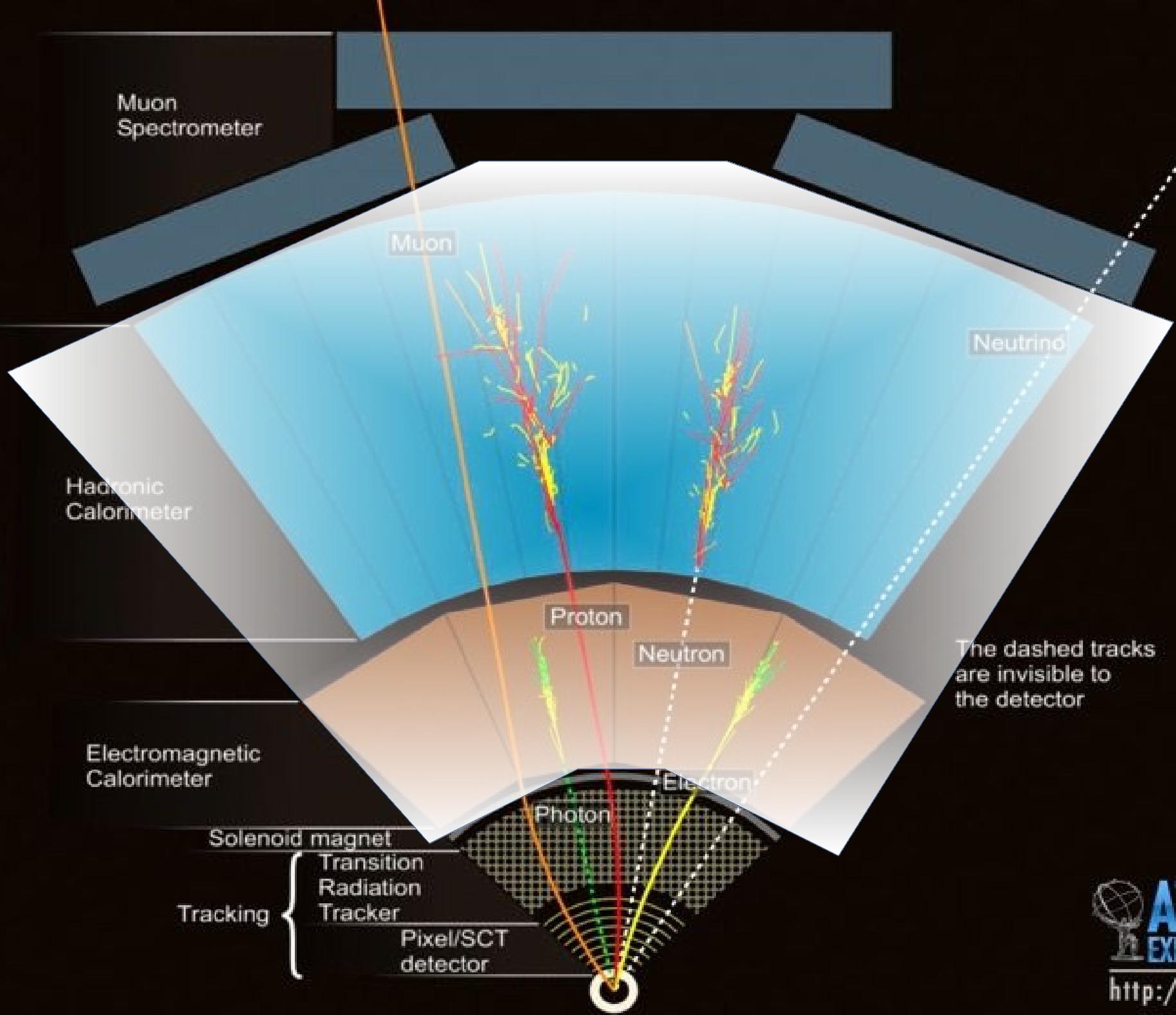


İz Sürücü/ İç Algıç



- ATLAS'taki ilk çarpışmalardan birinin iz sürücüdeki izleri
- Farklı algıçlardaki izler birbiri ile tutarlı





Muon Spectrometer

Muon

Neutrino

Hadronic Calorimeter

Proton

Neutron

The dashed tracks are invisible to the detector

Electromagnetic Calorimeter

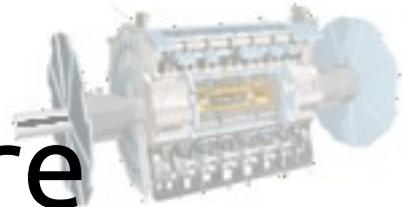
Electron

Photon

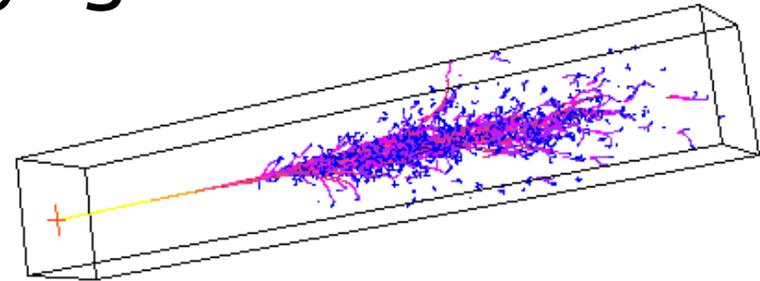
Solenoid magnet
 Tracking { Transition Radiation Tracker
 Pixel/SCT detector



Enerji Ölçümü/Kalorimetre

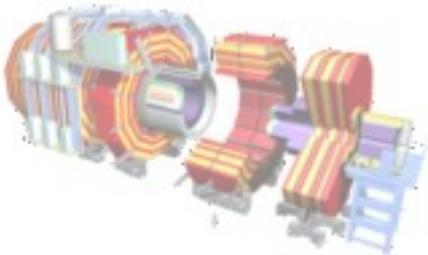
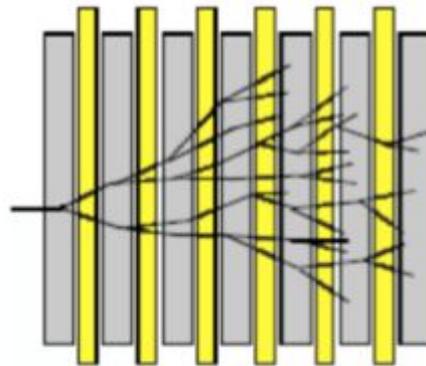


- Yoğun ortamlarda parçacıklar sağnak oluşturur ve tüm enerjilerini ortama bırakırlar.
- Ya algıçın hassas ortamı yoğun bir maddeden yapılır (Kurşun-cam gibi)

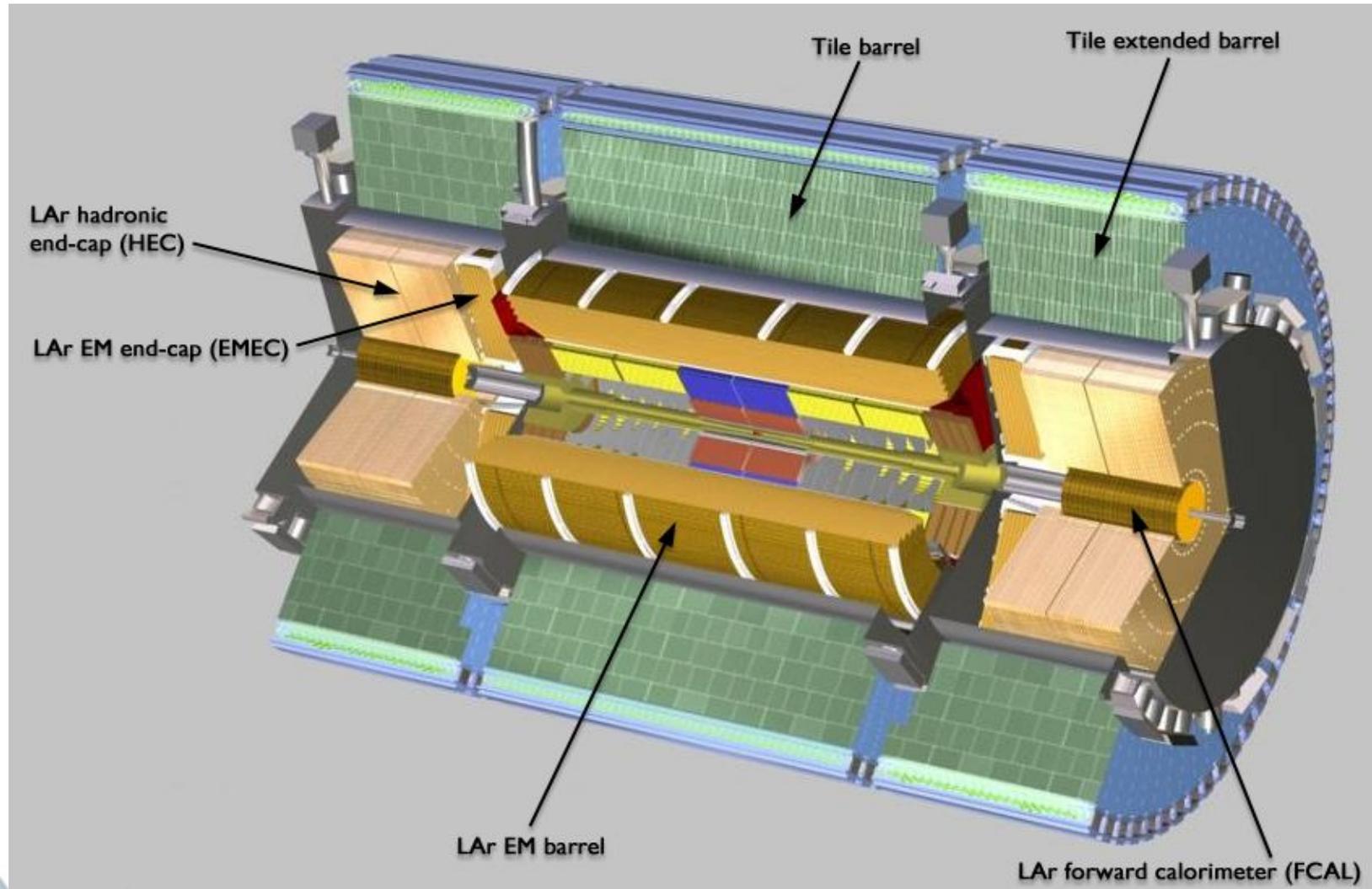


- Ya da araya çok yoğun bir madde konur

Hassas ortam



Enerji Ölçümü/Kalorimetre

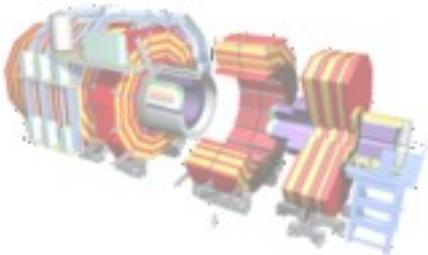




Enerji Ölçümü/Kalorimetre

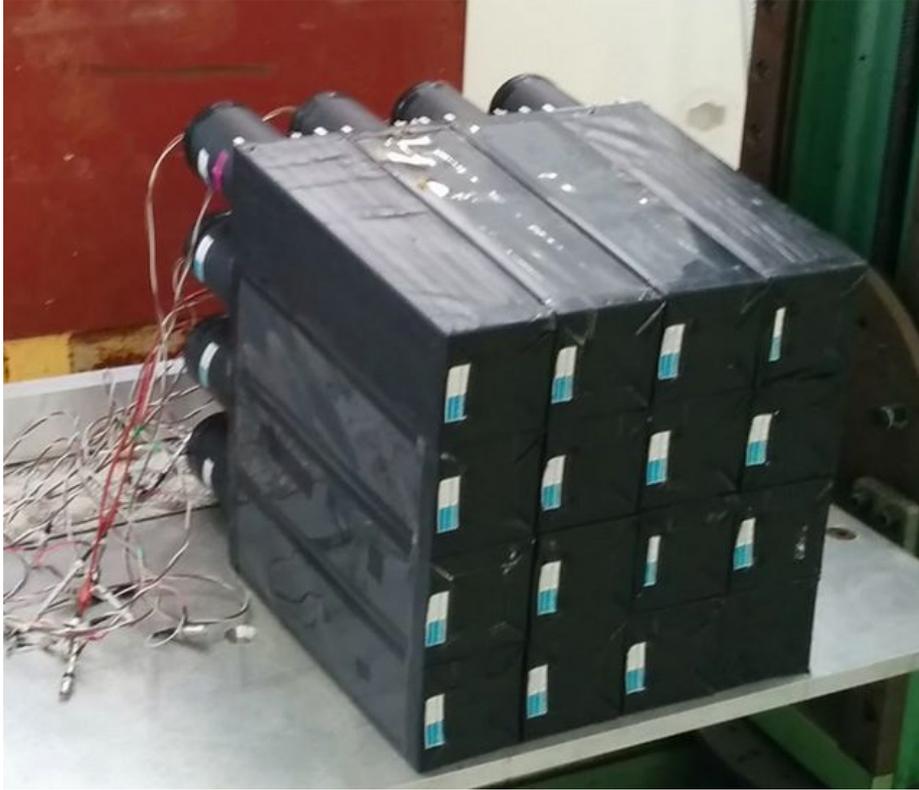


- Elektromanyetik kalorimetre:
 - Elektron/pozitron ve fotonların enerjisini ölçer
 - Cu/Pb ve Sıvı Argon (LAr) karışımı
- Hadronik Kalorimetre:
 - İçinde kuark olan parçacıkların(proton,nötron, pi mezonu vs.) enerjisini ölçer
 - Çelik + Parıltıcı karışımı

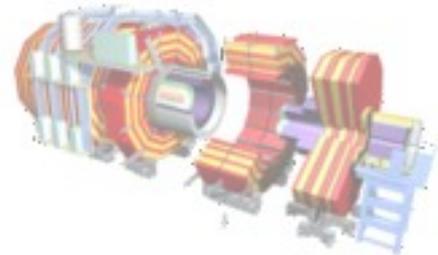
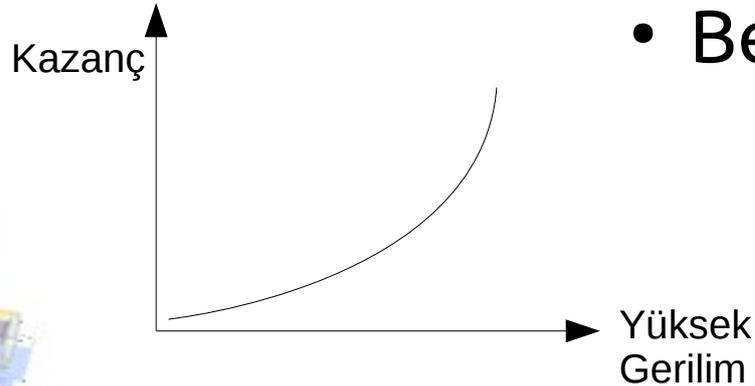




Algıç Ayarı



- Algıç çıktısı:
 - Elektrik sinyal
 - Bilgisayara yazılan: ADC sayısı
- ADC-Enerji ile ilişkisi ne?
- Test demeti (deney)
- Benzetim

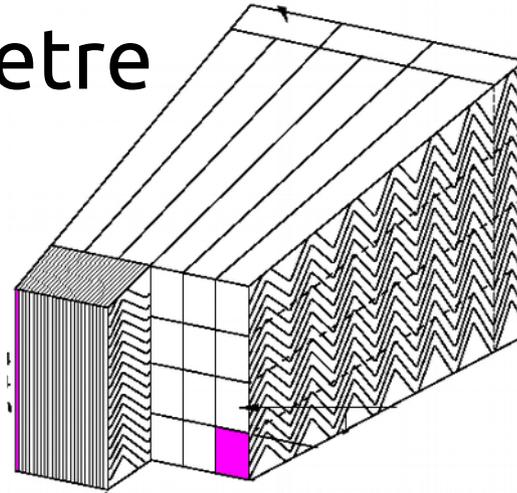
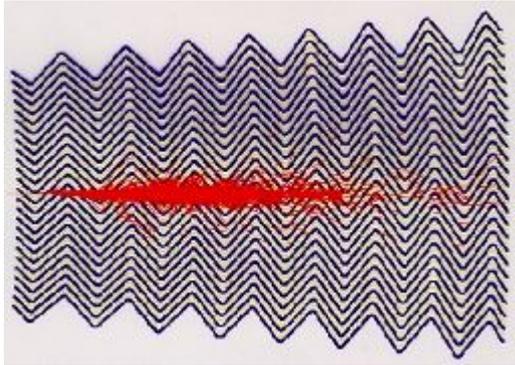




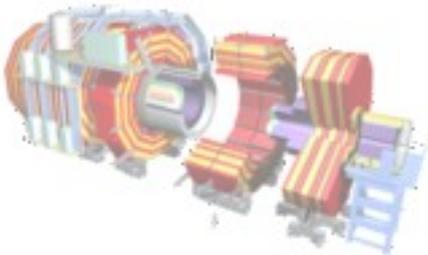
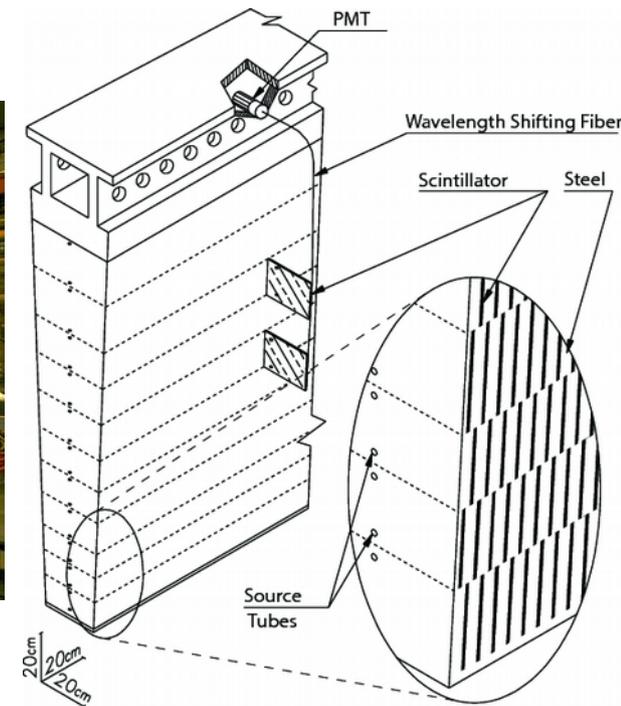
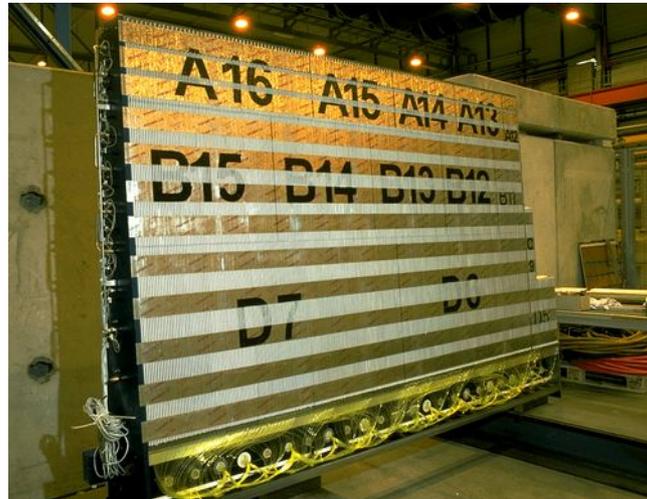
Enerji Ölçümü/Kalorimetre

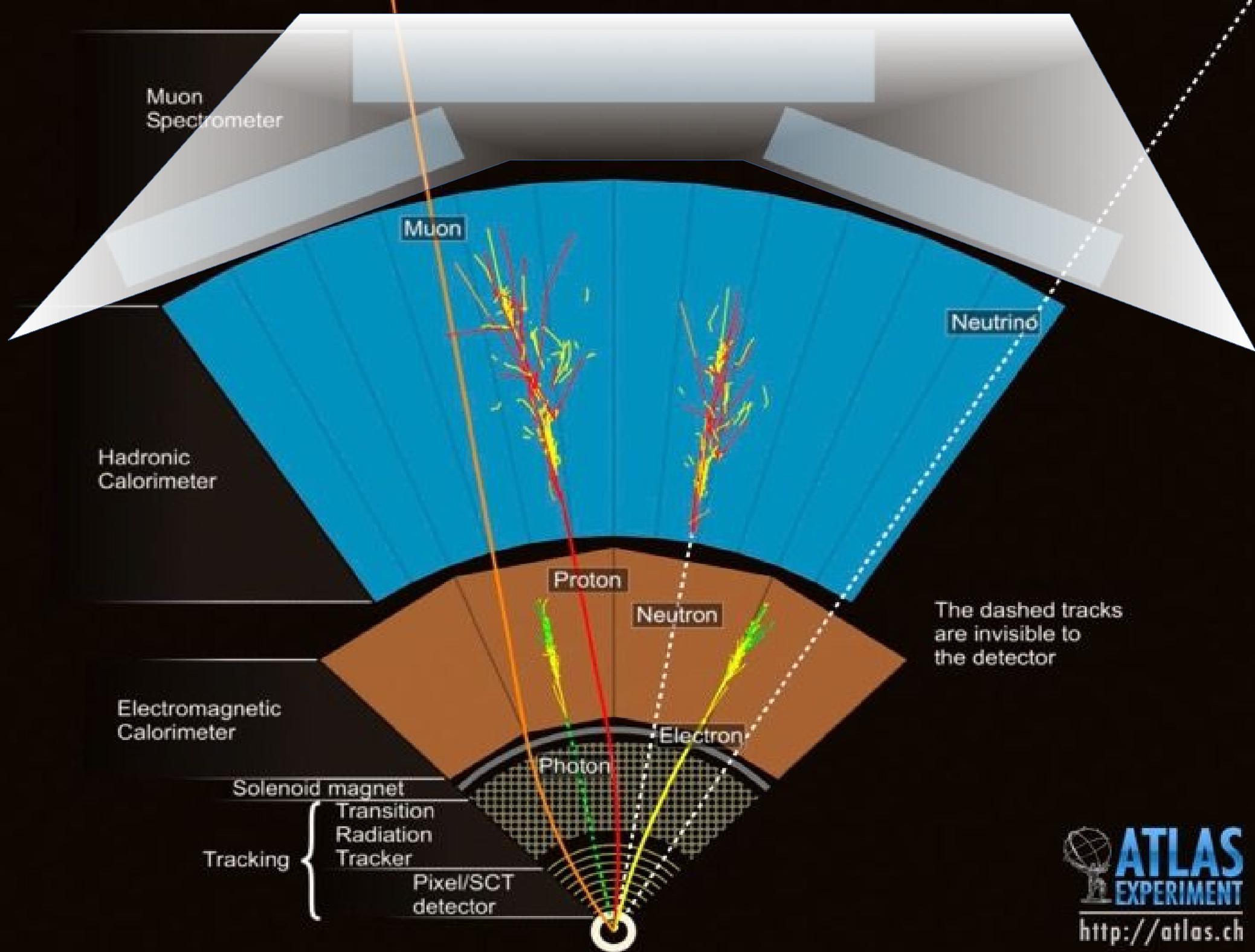


- Sıvı Argon Kalorimetre



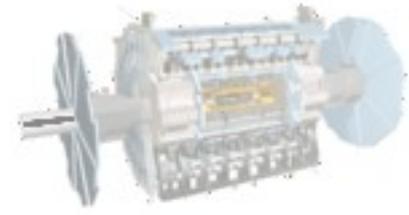
- Tile kalorimetre



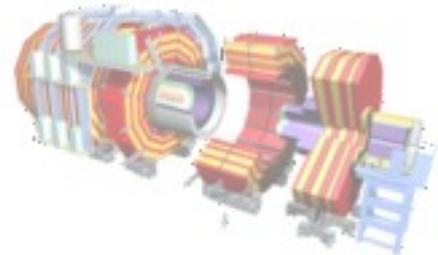
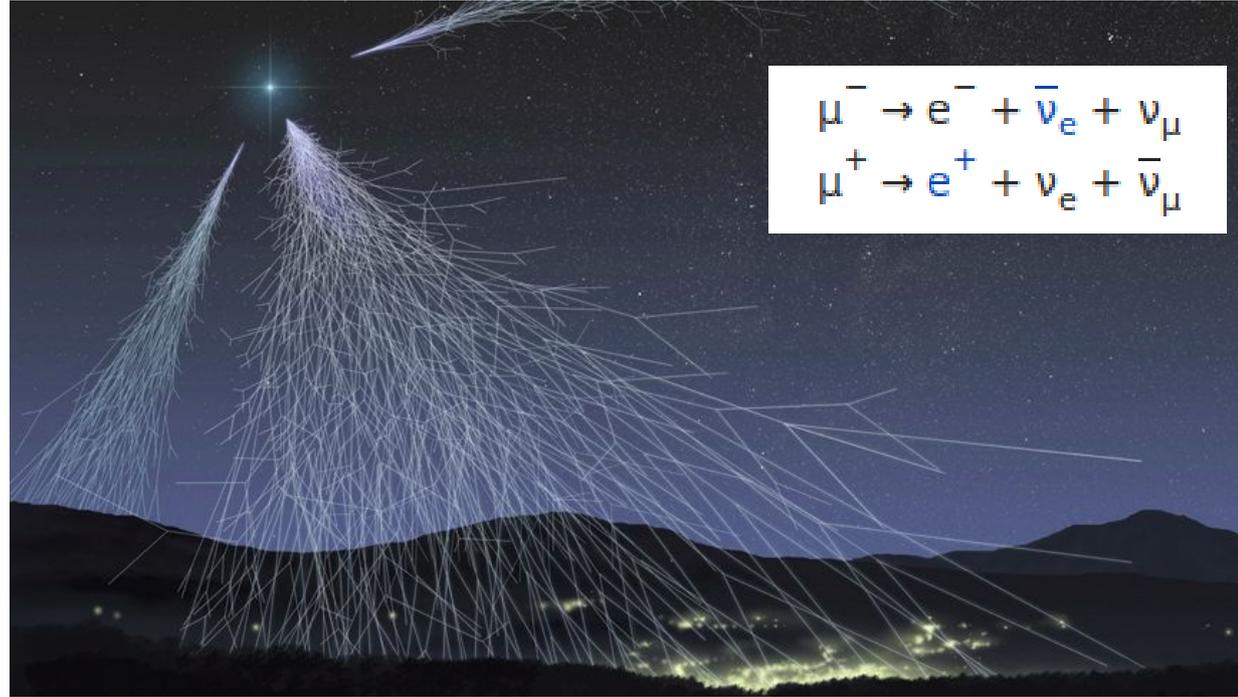


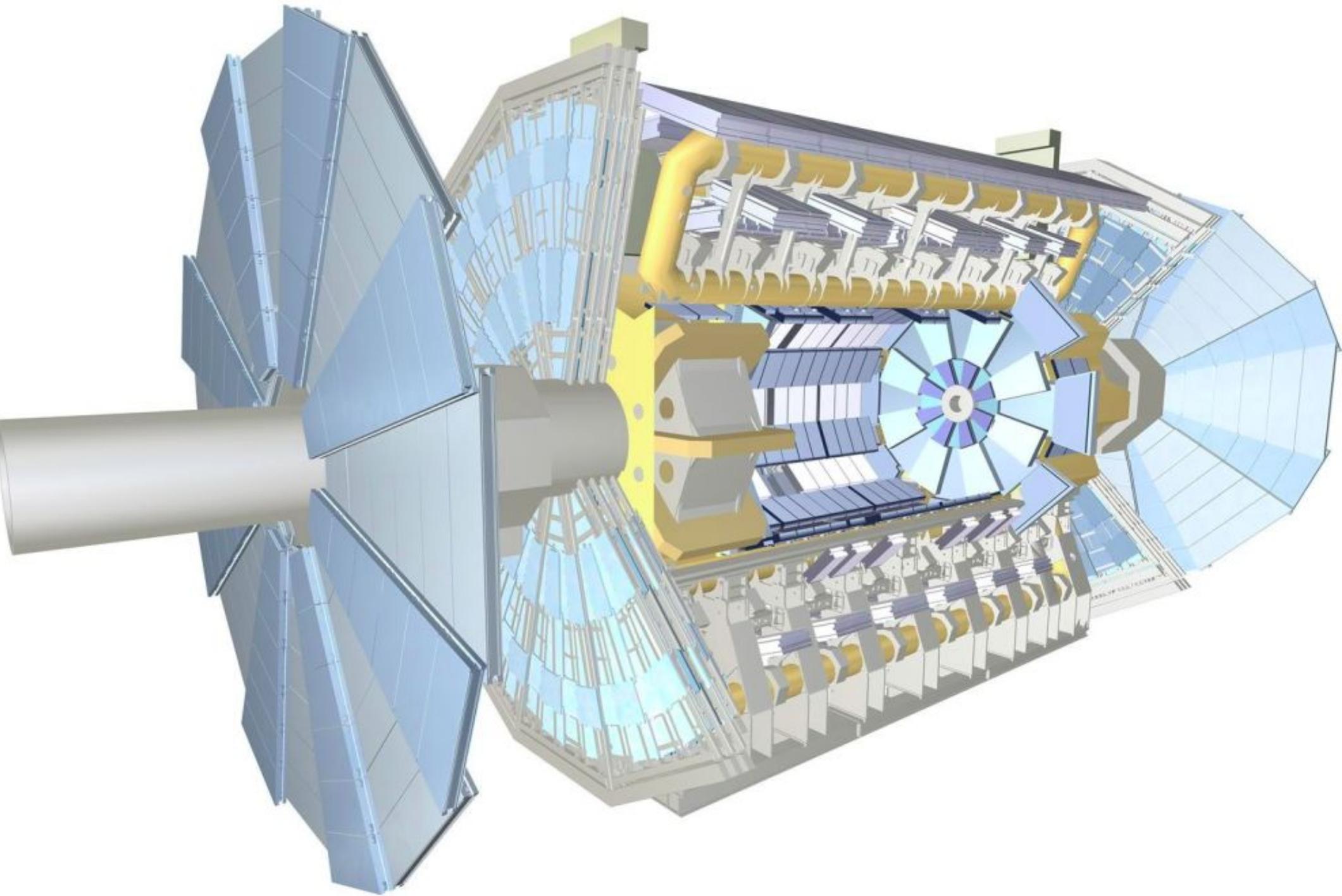


Müon Algıçları



- Müon:
 - Hardonik olarak etkileşmez
 - Elektronlardan daha az enerji kaybeder
 - İç katmanları neredeyse görünmeden geçer
 - Yarı ömrü tüm ATLAS'ı geçecek kadar uzun
- Müon algıçları:
 - ATLAS'ın en dıştaki parçası
 - 4 teknoloji: CSC, MDT, RPC, TGC
 - Hepsi gazlı algıç teknolojileri



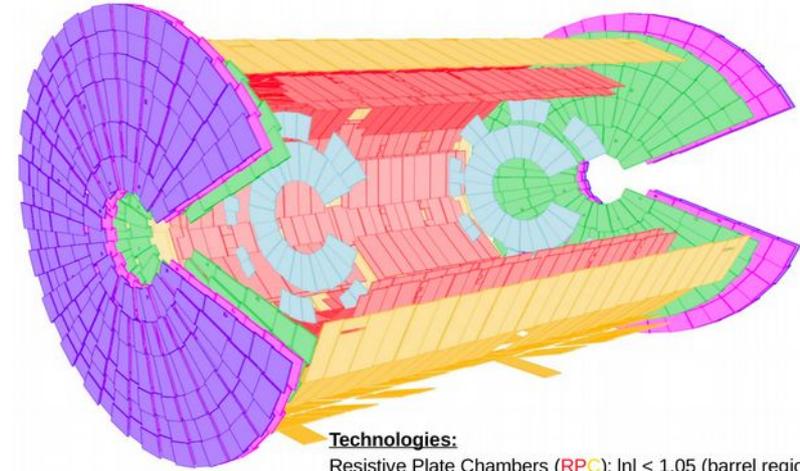


CERN TTP8 22 - 26 Ocak 2018



Müon Algıçları

- RPC, TGC:
 - Hızlı tepki
 - Tetikleme için iyi

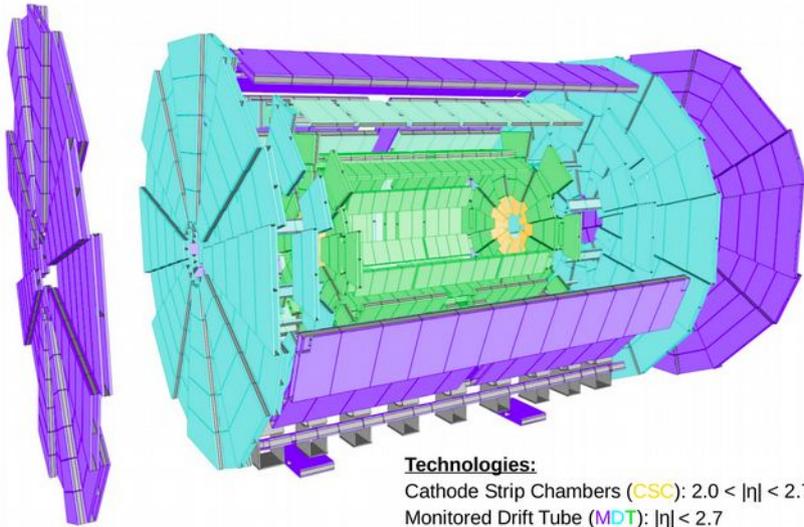


Technologies:

Resistive Plate Chambers (RPC): $|\eta| < 1.05$ (barrel region)
Thin Gap Chambers (TGC): $1.05 < |\eta| < 2.4$ (end-cap region)

- CSC, MDT

- Uzaysal çözünürlük yüksek
- İz sürmek için iyi



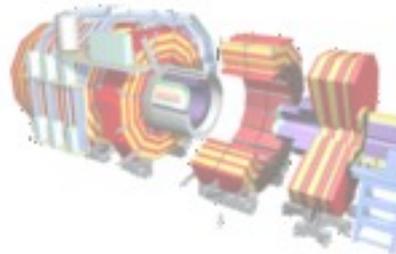
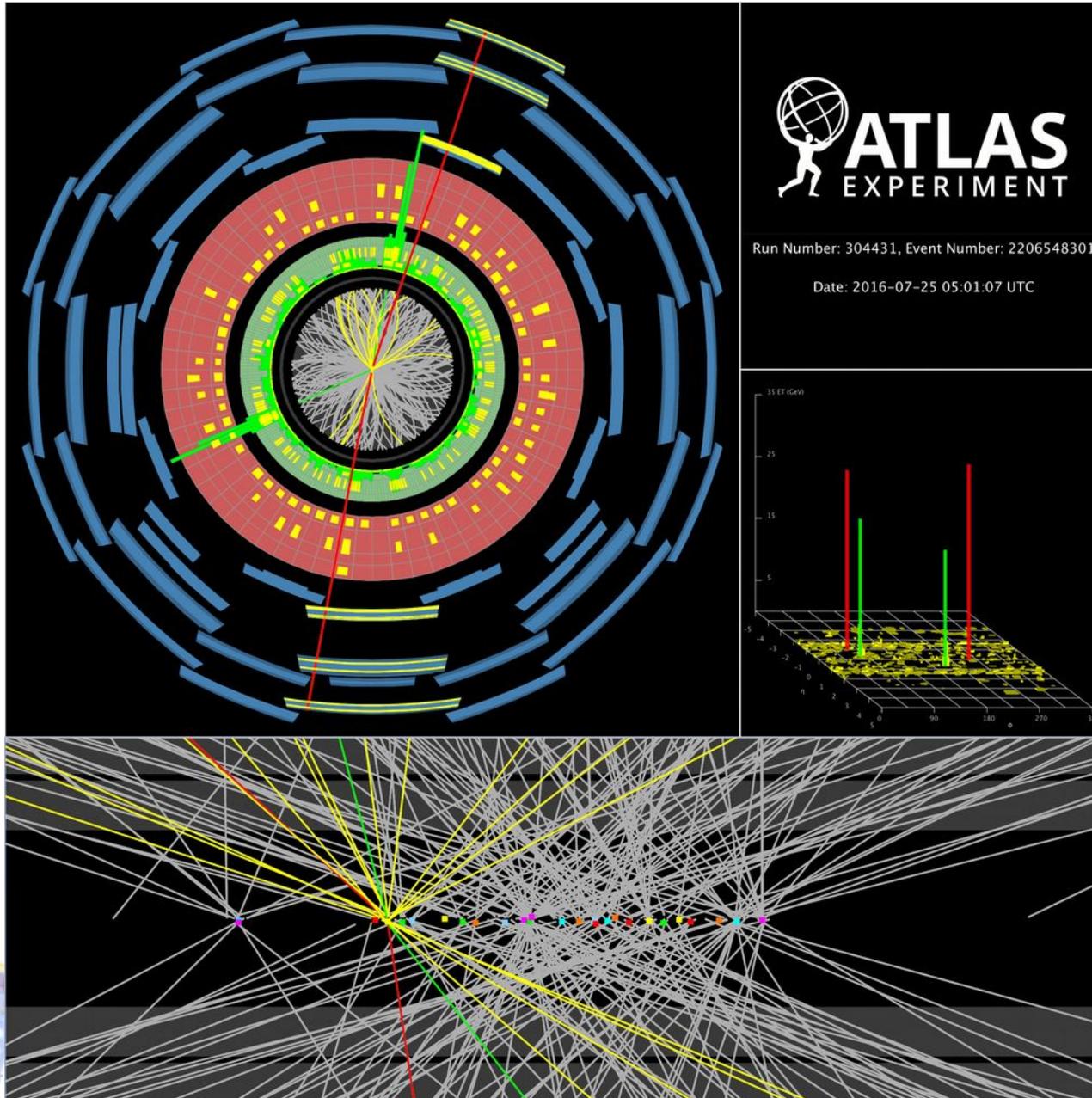
Technologies:

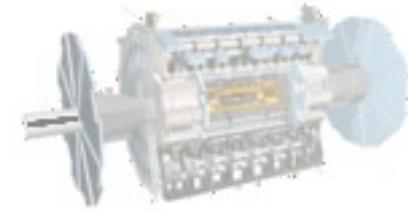
Cathode Strip Chambers (CSC): $2.0 < |\eta| < 2.7$
Monitored Drift Tube (MDT): $|\eta| < 2.7$





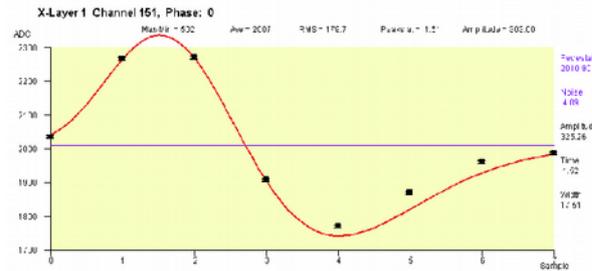
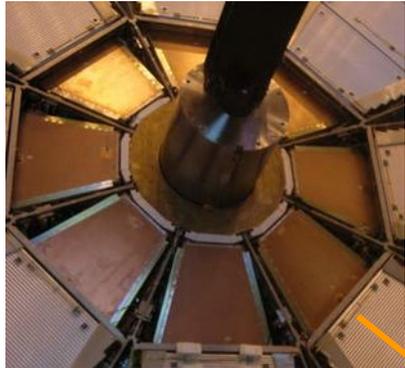
Veri Alımı ve Tetikleleme





Veri Alımı

- Algıçlarda oluşan elektrik sinyalleri bir ortama kaydetmek gerekir
- Algıçların genel veri alımı ilkesi benzerdir

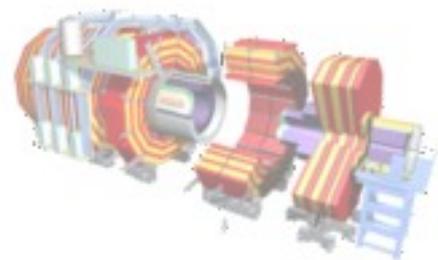


- Hızlı olmalı



- Bilgi kaybı az olmalı

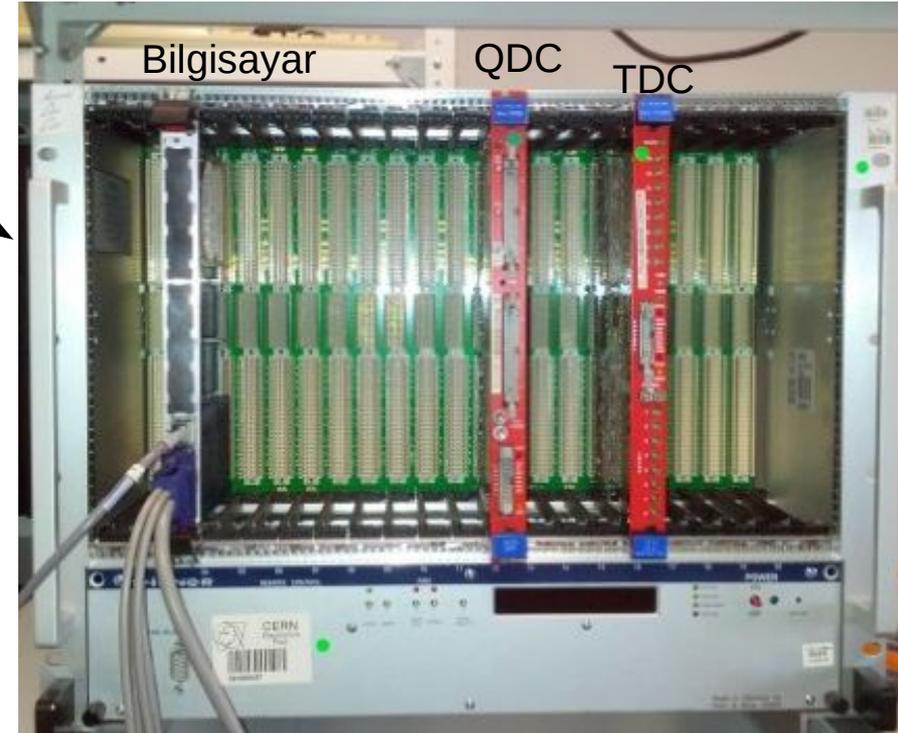
- Sinyali güçlendir
- Şekillendir
- Gürültüden kurtul
- Örnekle
- Sayısallaştır
- Ön eleme yap
- Kaydet



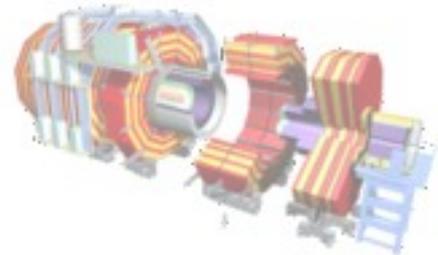


Veri Alımı

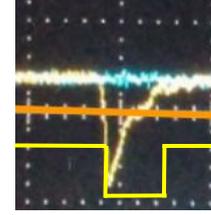
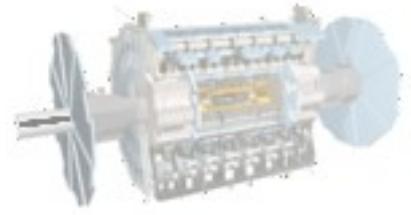
- Basit bir veri alım sistemi(VME)
- Sayısallaştırmak: Fiziksel bir veriyi (zaman, yük, potansiyel) sayısal bir değere çevirmek
- TDC: Zaman sayısallaştırıcı
 - Zaman ölçümü
- QDC: Yük sayısallaştırıcı
 - Enerji ölçümü



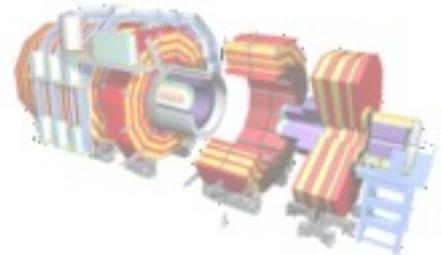
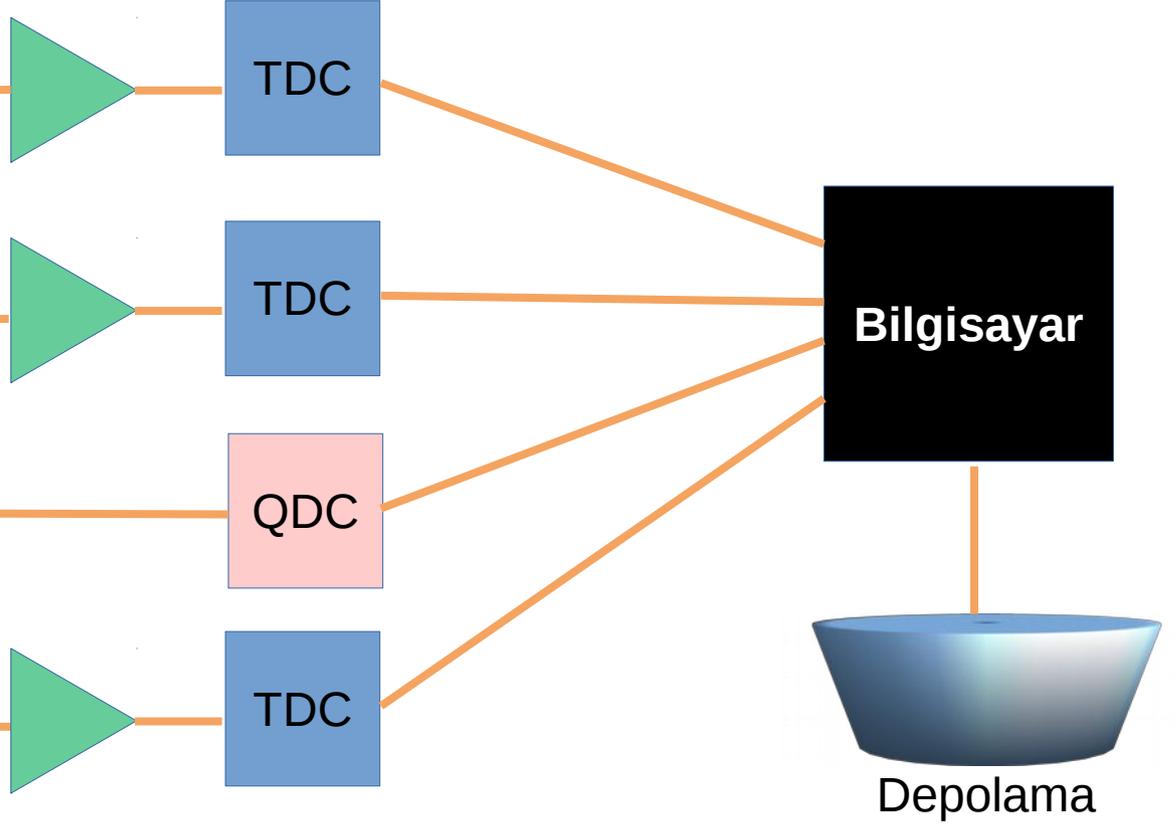
- QDC ve TDC'nin bir çözünürlüğü var
 - Örnek: 12 bit QDC: 0-4095 arası değerler
- Sayısallaştırılan veriler. bilgisayara ham veri olarak kaydedilir

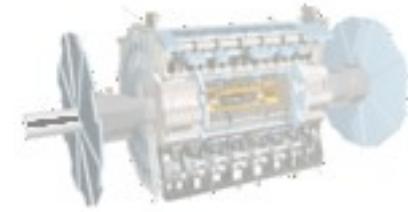


Veri Alımı



Ayırıcı (Discriminator)
Analog sinyal eşikten
büyükse, dijital bir
sinyal verir





Ham Verinin Kaydı

ATLAS ham veri dosyasinin icerigi

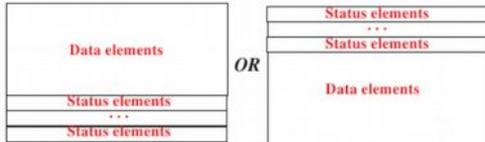
Bu dosyanin icerigini anlamak icin nasil cozulecegini bilmemiz gerek.

```

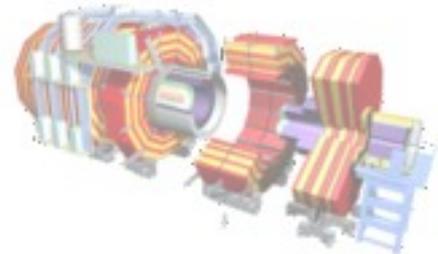
10101010 10101010 00110100 00010010 00001000 00000000 00000000 00000000
00000110 00000000 00000000 00000000 00000001 00000000 00000000 00000000
11000000 00101110 10101000 00000000 10100101 01111011 00000010 00000000
00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000
10111011 10101010 00110100 00010010 00000101 00000000 00000000 00000000
01010011 01000110 01001111 00101101 00110001 00100000 00100000 00100000
00111101 00000000 00000000 00000000 01100100 01100001 01110100 01100001
01011111 01110100 01100101 01110011 01110100 00101110 00110000 00110000
00110010 00111000 00111001 00110110 00111001 00110110 00101110 01100011
01100001 01101100 01101001 01100010 01110010 01100001 01110100 01101001
01101111 01101110 01011111 01110000 01100101 01100100 01110100 01100101
01110011 01110100 00101110 01100100 01100001 01110001 00101110 01010010
01000001 01010111 00101110 01011111 01101100 01100010 00110000 00110000
00110000 00110000 00101110 01011111 01010011 01000110 01001111 00101101
00110001 00100000 00100000 00100000 10111100 10101010 00110100 00010010
00000100 00000000 00000000 00000000 00101001 00000000 00000000 00000000
01000111 01010101 01001001 01000100 00111101 01000011 00110010 00110010
00111000 00110010 01000010 01000110 00110100 00101101 01000100 00110011
01000100 00110000 00101101 01000101 00110101 00110001 00110001 00101101
00111000 00110010 01000100 00110000 00101101 00110111 00111000 00110010
01000010 01000011 01000010 00110010 00110011 00110100 00110101 00110110
0
0
0
0

```

| |
|------------------------|
| Start of Header Marker |
| Header size |
| Format version number |
| Source identifier |
| Run number |
| Extended Level 1 ID |
| Bunch crossing ID |
| Level 1 trigger type |
| Detector event type |



| |
|---------------------------|
| Number of status elements |
| Number of data elements |
| Status block position |



<https://hexed.it> : Dosyaların ham içeriğini gösteren site

```

01110011 01110100 00100000 00100000 00010001 00000000 00000000 00000000
01010000 01110010 01101111 01101010 01100101 01100011 01110100 00111101

```



Ham Verinin Kaydı

1 bit [0-1]

10101010 10101010 00110100 00010010 00001000 00000000 00000000 00000000

1 byte, 8 bit, [0-255]

00000110 00000000 00000000 00000000 00000001 00000000 00000000 00000000

11000000 00101110 10101000 00000000 10100101 01111011 00000010 00000000

00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000

10111011 10101010 00110100 00010010 00000101 00000000 00000000 00000000

01010011 01000110 01001111 00101101 00110001 00100000 00100000 00100000

00111101 00000000 00000000 00000000 01100100 01100001 01110100 01100001

4 byte, 32 bit, [0-4294967296]

111 01110100 01100101 01110011 01110100 00101110 00110000 00110000

00110010 00111000 00111001 00110110 00111001 00110110 00101110 01100011

01100001 01101100 01101001 01100010 01110010 01100001 01110100 01101001

01101111 01101110 01011111 01110000 01100101 01100100 01110100 01100101

01110011 01110100 00101110 01100100 01100001 01110001 00101110 01010010

01000001 01010111 00101110 01011111 01101100 01100010 00110000 00110000

00110000 00110000 00101110 01011111 01010011 01000110 01001111 00101101

00110001 00100000 00100000 00100000 10111100 10101010 00110100 00010010

00000100 00000000 00000000 00000000 00101001 00000000 00000000 00000000

01000111 01010101 01001001 01000100 00111101 01000011 00110010 00110010

00111000 00110010 01000010 01000110 00110100 00101101 01000100 00110011

01000100 00110000 00101101 01000101 00110101 00110001 00110001 00101101

00111000 00110010 01000100 00110000 00101101 00110111 00111000 00110010

01000010 01000011 01000010 00110010 00110011 00110100 00110101 00110110

01000101 00100000 00100000 00100000 00011010 00000000 00000000 00000000

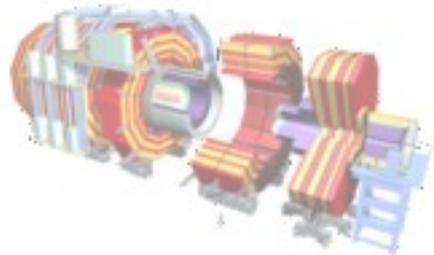
01010011 01110100 01110010 01100101 01100001 01101101 00111101 01100011

01100001 01101100 01101001 01100010 01110010 01100001 01110100 01101001

01101111 01101110 01011111 01110000 01100101 01100100 01110100 01100101

01110011 01110100 00100000 00100000 00010001 00000000 00000000 00000000

01010000 01110010 01101111 01101010 01100101 01100011 01110100 00111101





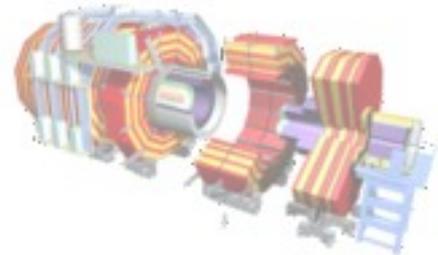
Ham Verinin Kaydı

ATLAS'taki tüm algıçların çıktıları bu dosyada saklı.

Bir müon algıcının 5 ayrı kanalından okunan değerler
* Her biri 12 bit (0-4095 arası)

```
10101010 10101010 00110100 00010010 00001000 00000000 00000000 00000000
00000110 00000000 00000000 00000000 00000001 00000000 00000000 00000000
11000000 00101110 10101000 00000000 10100101 01111011 00000010 00000000
00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000
10111011 10101010 00110100 00010010 00000101 00000000 00000000 00000000
01010011 01000110 01001111 00101101 00110001 00100000 00100000 00100000
00111101 00000000 00000000 00000000 01100100 01100001 01110100 01100001
01011111 01110100 01100101 01110011 01110100 00101110 00110000 00110000
00110010 00111000 00111001 00110110 00111001 00110110 00101110 01100011
01100001 01101100 01101001 01100010 01110010 01100001 01110100 01101001
01101111 01101110 01011111 01110000 01100101 01100100 01110100 01100101
01110011 01110100 00101110 01100100 01100001 01110001 00101110 01010010
01000001 01011111 00101110 01011111 01101100 01100010 00110000 00110000
00110000 00110000 00101110 01011111 01010011 01000110 01001111 00101101
00110001 00100000 00100000 00100000 10111100 10101010 00110100 00010010
00000100 00000000 00000000 00000000 00101001 00000000 00000000 00000000
01000111 01010101 01001001 01000100 00111101 01000011 00110010 00110010
00111000 00110010 01000010 01000110 00110100 00101101 01000100 00110011
01000100 00110000 00101101 01000101 00110101 00110001 00110001 00101101
00111000 00110010 01000100 00110000 00101101 00110111 00111000 00110010
01000010 01000011 01000010 00110010 00110011 00110100 00110101 00110110
01000101 00100000 00100000 00100000 00011010 00000000 00000000 00000000
01010011 01110100 01110010 01100101 01100001 01101101 00111101 01100011
01100001 01101100 01101001 01100010 01110010 01100001 01110100 01101001
01101111 01101110 01011111 01110000 01100101 01100100 01110100 01100101
01110011 01110100 00100000 00100000 00010001 00000000 00000000 00000000
01010000 01110010 01101111 01101010 01100101 01100011 01110100 00111101
```

010000010101 : 1045
011100101110 : 1838

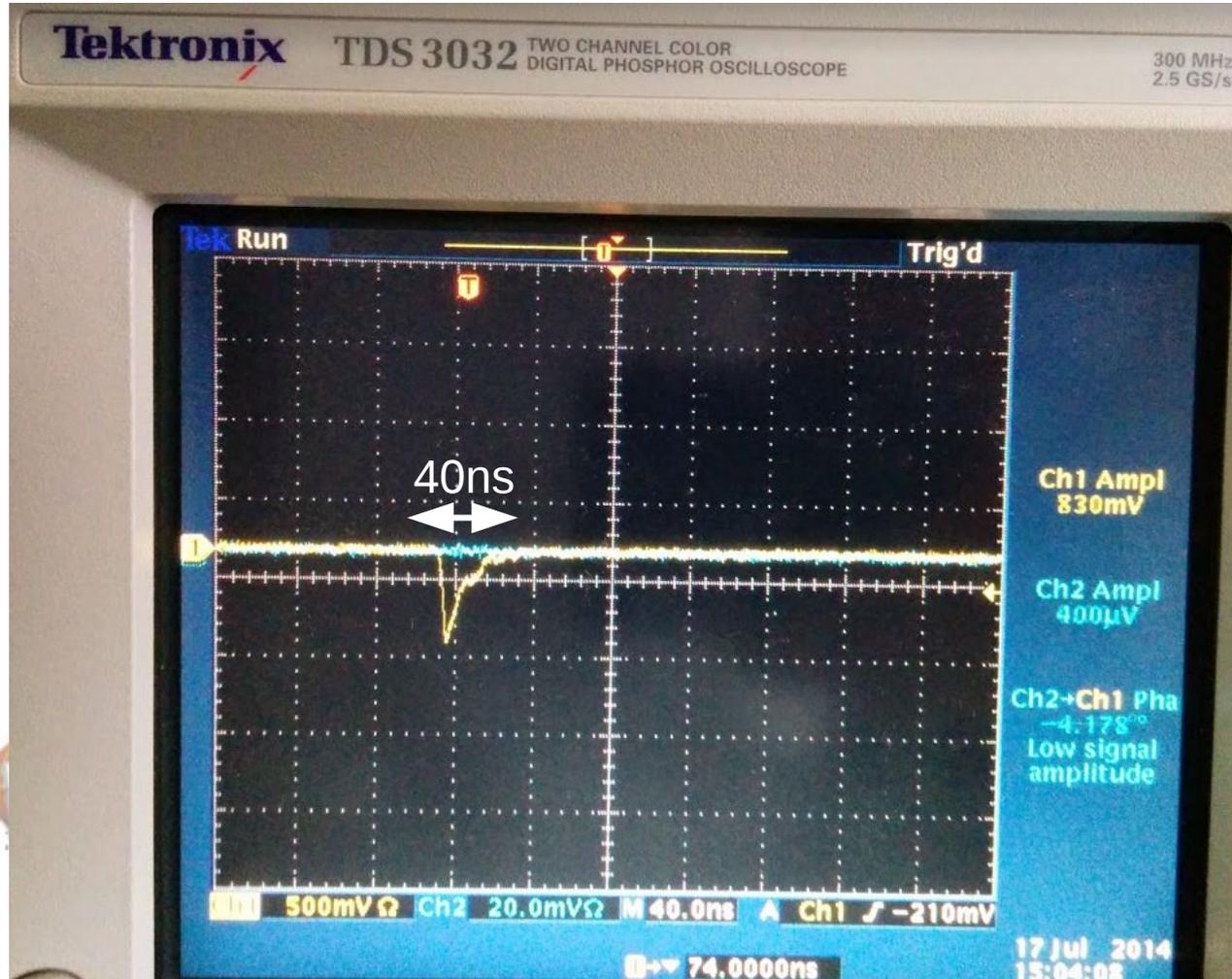




Tetikleme

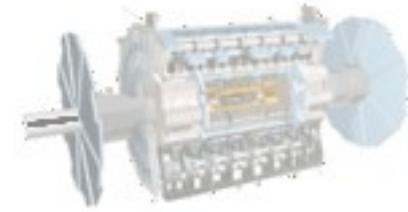


- Osiloskopta parıldaktan geçen parçacığın sinyalini nasıl yakalıyoruz



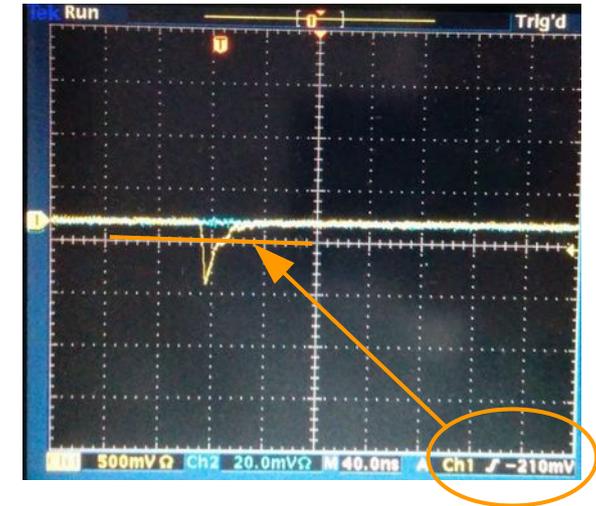
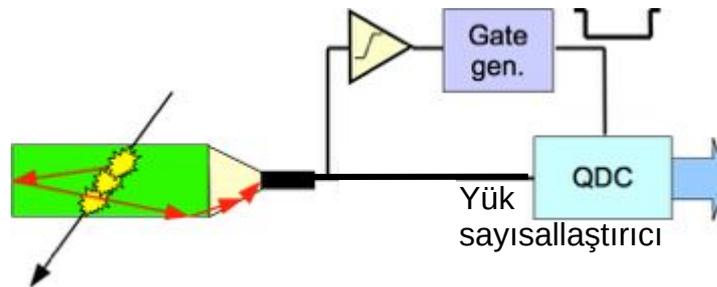
- Sinyal uzunluğu 40ns
- 100ms'de bir parçacık geçiyor (sinyal uzunluğunun 2500000 katı)



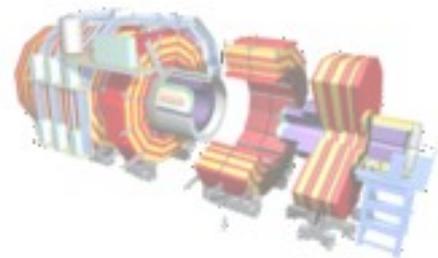


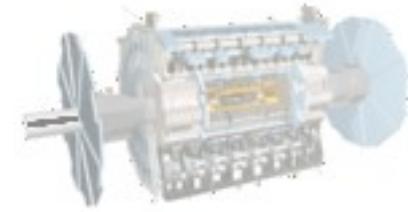
Tetikleme

- Genel ilke
 - Algıçta sadece ilginç bir olay varsa sonuçları oku, işle, kaydet
- En basit örnek: Parıldak
 - Sinyal > Eşik => Göster



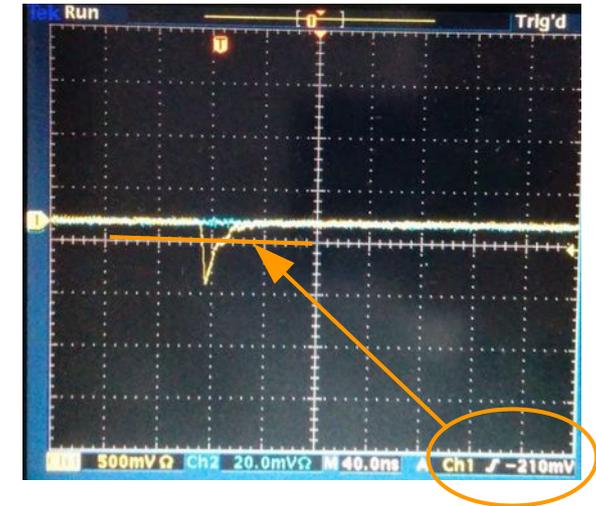
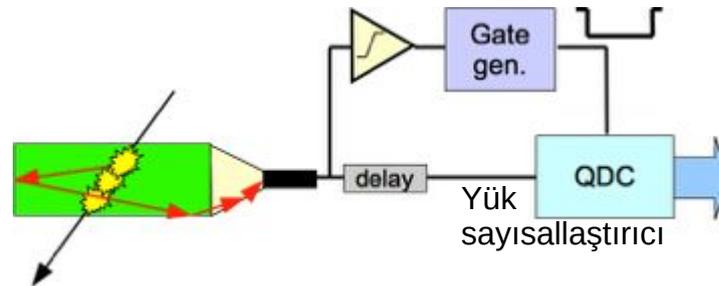
Tetikleme okumadan önce gelmeli!



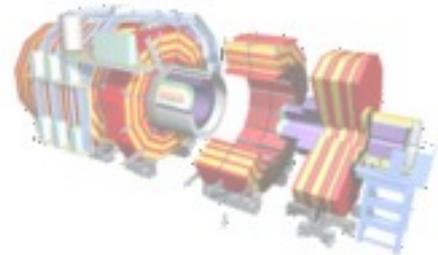


Tetikleme

- Genel ilke
 - Algıçta sadece ilginç bir olay varsa sonuçları oku, işle, kaydet
- En basit örnek: Parıldak
 - Sinyal > Eşik => Göster



Tetikleme okumadan önce gelmeli!

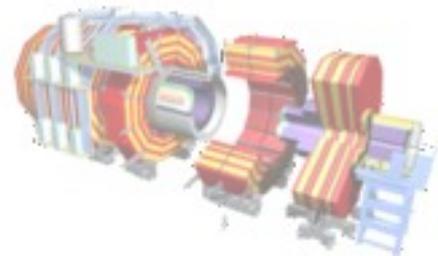


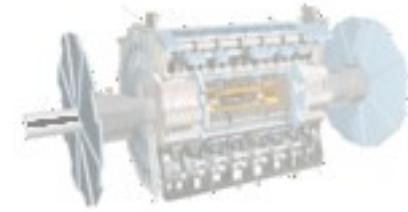


Tetikleme



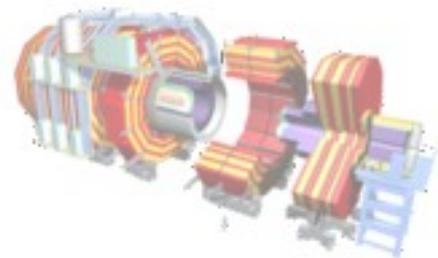
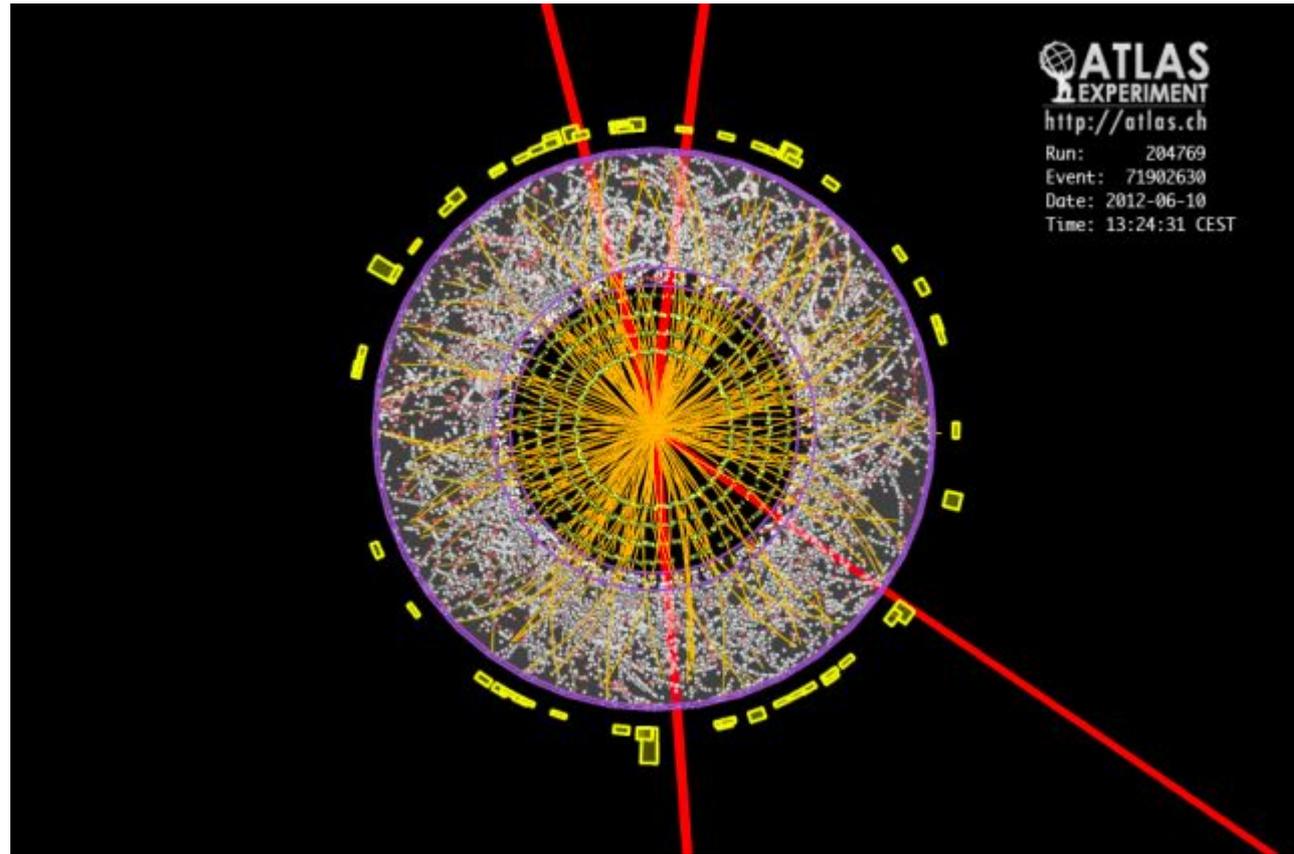
- Genelde sayısal sinyaller ile yapılır
- Sağda: Basit bir tetikleme sistemi (NIM)



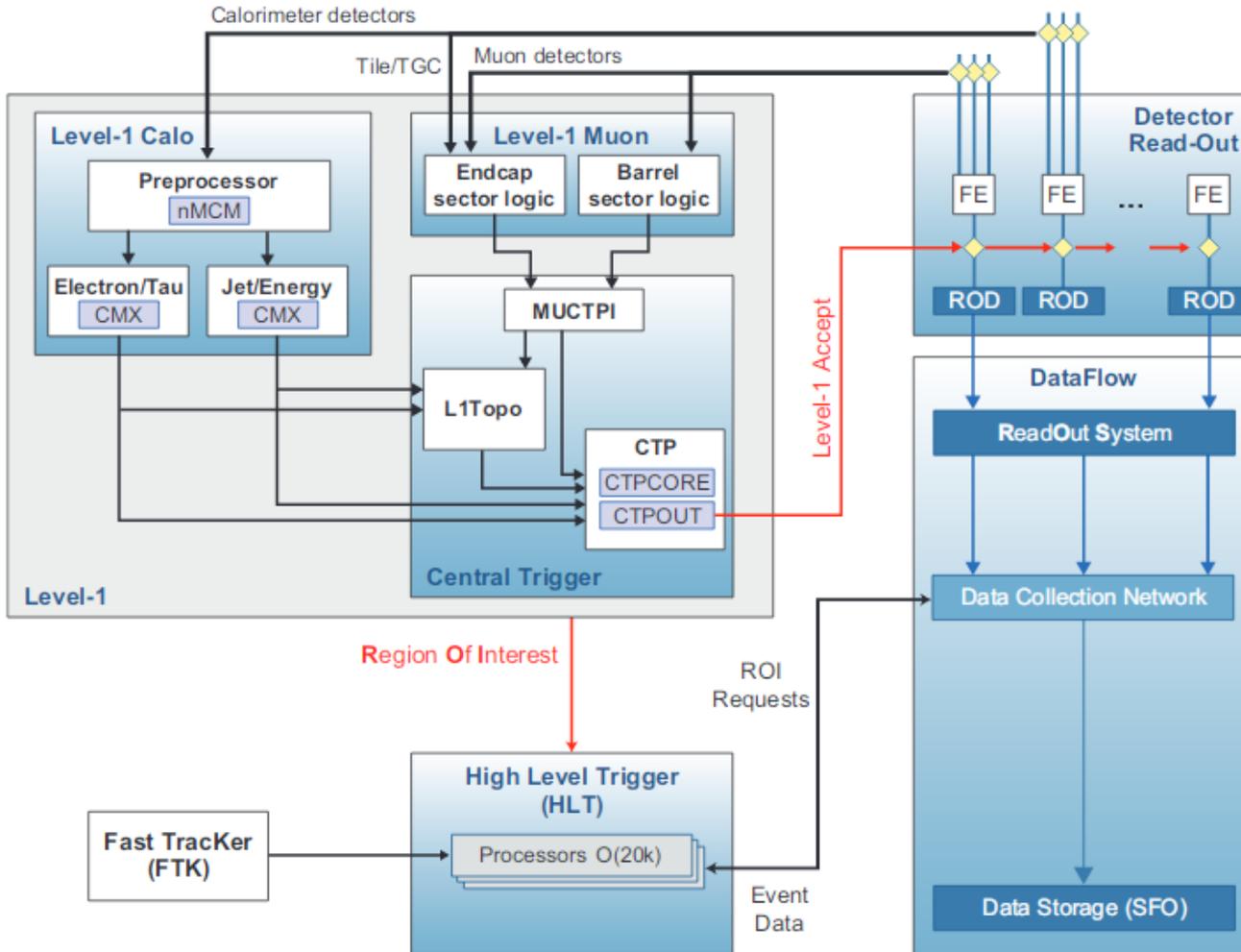


Tetikleme

- ATLAS'tan geçen tüm parçacıkları kaydetmek:
 - Gereksiz
 - İmkansız



ATLAS Tetikleme Sistemi



Her 25 ns çarpışma 40MHz
(Gerçekte ~30MHz)

L1 (Level 1)
1. seviye tetikleme: 100kHz

HLT (High Level Trigger)
Yüksek seviye: 2kHz



Teşekkürler!

