

# ANALİZ YAPISI

Aytül ADIGÜZEL

PFBU - 2020

# İÇERİK

## ✓ Kuantım Alan Kuramı

### ✓ Feynman Çizimleri

#### ✓ Kuantum Elektrodinamiği (KED)

#### ✓ Kuantum Renk Dinamiği (KRD)

#### ✓ Zayıf Etkileşmeler

#### ✓ Korunum Yasaları

## ✓ Parçacık Olayları

## ✓ Veri Çözümleme Bileşenleri

### ✓ Sinyali tanımak ve arama yöntemi tasarlamak

### ✓ Tetikleyici tasarlayıp kullanılacak veriyi belirlemek

### ✓ Nesneleri yapılandırmak ve tanımlamak

### ✓ Sinyali ardalandan ayıran olay seçimi

#### ✓ Tetikleme

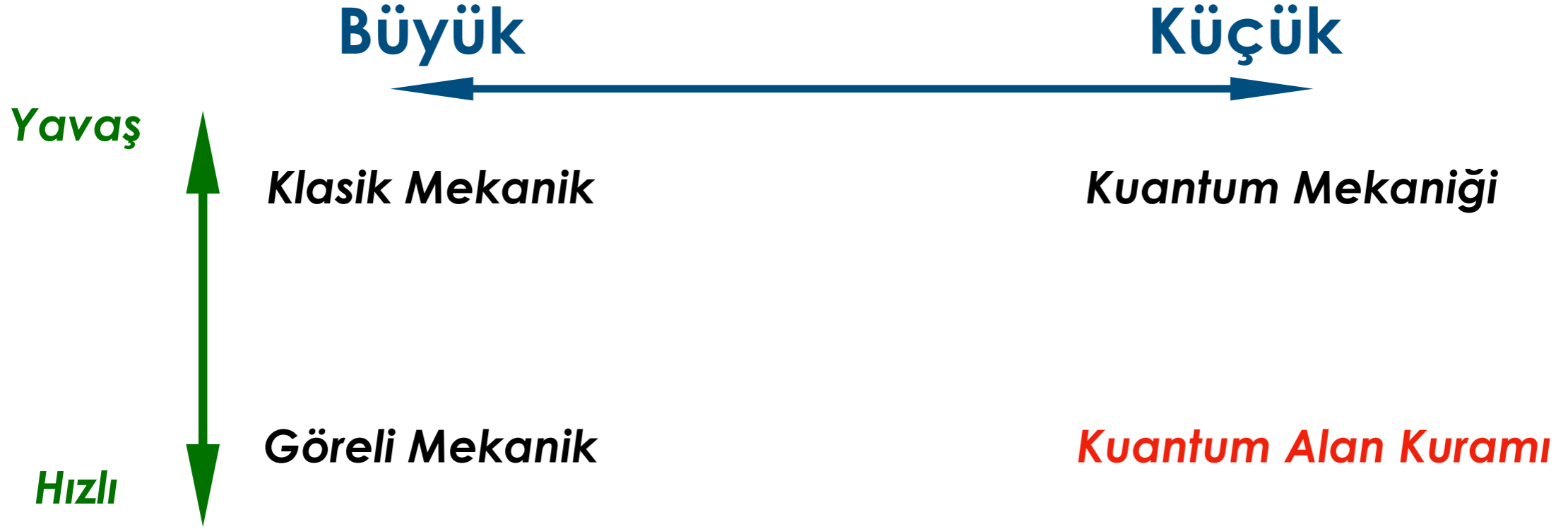
### ✓ Ardalan kestirimi

### ✓ Sistemik bilinmezler

### ✓ İstatistiksel çözümleme

### ✓ Deney Sonuçları &Yorumlama

# Kuantum Alan Kuramı



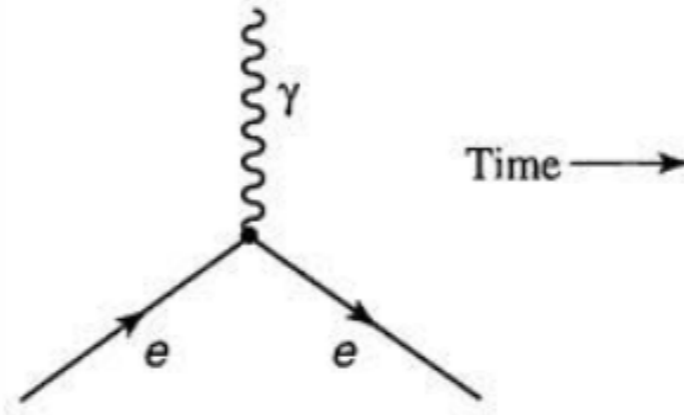
- Kuantum Alan Kuramı atom altı parçacıkların birbirleriyle olan etkileşimlerini anlatan kuramsal bir sistemdir.
- Bu kurama göre parçacıkların birbirleriyle olan etkileşimleri onların temelini oluşturan alanların birbirleriyle olan etkileşimleri üzerinden açıklanır.
- Bu etkileşimler Feynman Çizimleri olarak adlandırılan şekillerle gösterilir ve bu çizimlerin kendi kuralları (Feynman kuralları) vardır.



# KUANTUM ELEKTRODİNAMIĞI (KEDİ)

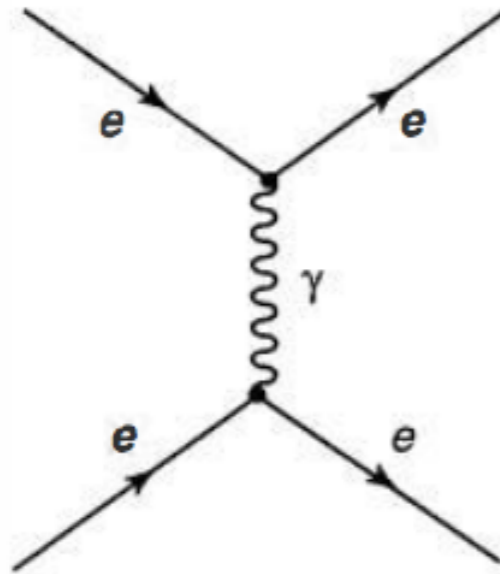
Dimanik kuramların en eskisi, en basiti, en başarılısı  
Elektromanyetik kuvvetleri tanımlar

En temel süreç

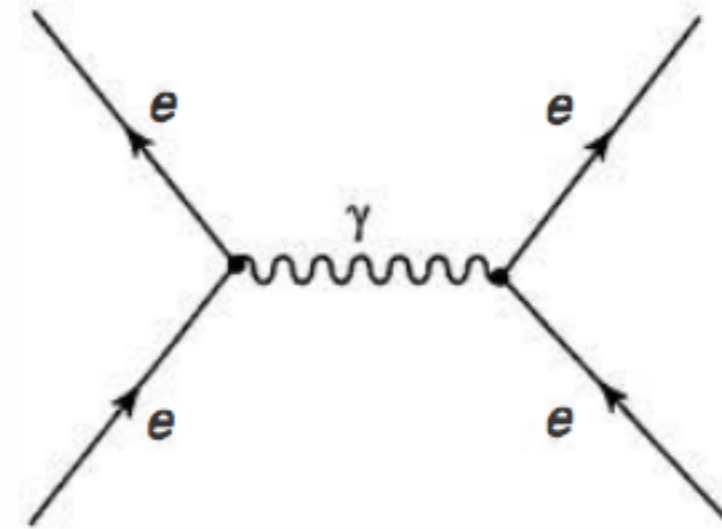


Daha karmaşık süreçler için bu köşeden iki veya daha fazlasını birleştirebiliriz

Moller Saçılması



Bhabba Saçılması

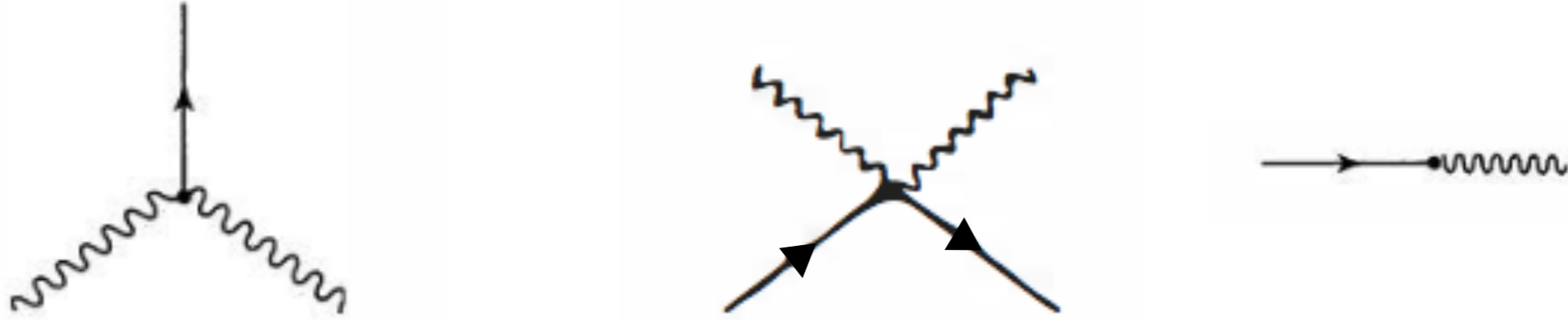


Çevir



Zamanda geriye giden (sola yönelmiş ok) bir parçacık çizgisi -> ileri giden bir antiparçacık olarak yorumlanır

# Yanlışlıkla kuralları çiğnemeyin! Aşağıdakileri çizerseniz hata yaparsınız :)



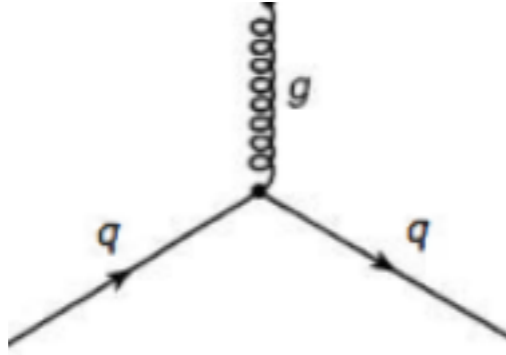
**Diyagramınız başka bir etkileşmeyi betimleyebilir ama bu elektrodinamik değildir**

## NOTLAR:

- Feynman diyagramları sadece **simgesel** gösterimlerdir, **parçacık yörüngelerini temsil etmezler.**
- Yatay boyut zamanı gösterir, ama düşeydeki aralıklar fiziksel mesafelere karşılık gelmez.
- Feynman diyagramı Feynman kurallarını kullanarak hesaplayacağımız belli bir sayıyı gösterir.
  - İlk olarak uygun dış çizgilere sahip tüm diyagramlar çizilir.
  - Sonra Feynman kuralları kullanarak hepsinin katkısını hesaplar ve toplarız, verilen dış çizgilere sahip tüm Feynman diyagramlarının toplamı fiziksel süreci temsil eder.
- Herhangi bir tepkime için sonsuz sayıda Feynman diyagramı olabilir, her köşe ince yapı sabiti adını verdiğimiz  $\alpha = 1/137$  faktörünü hesaba katar. Bu sayı küçük old. için diyagrama eklenen köşelerin katkısı giderek azalır.
- **Feynman kuralları her köşede enerji ve momentum korunumunu şart koşar:**
  - $e \rightarrow e + \gamma$  veya  $e^- + e^+ \rightarrow \gamma$  kinematik olarak olası değildir.
  - Ancak bu şekiller daha büyük diyagramlar içinde yer alabilir, çünkü her köşede enerji ve momentum korunmak şartıyla sanal bir parçacık serbest olduğu durumdaki kütleyi taşıyamaz.

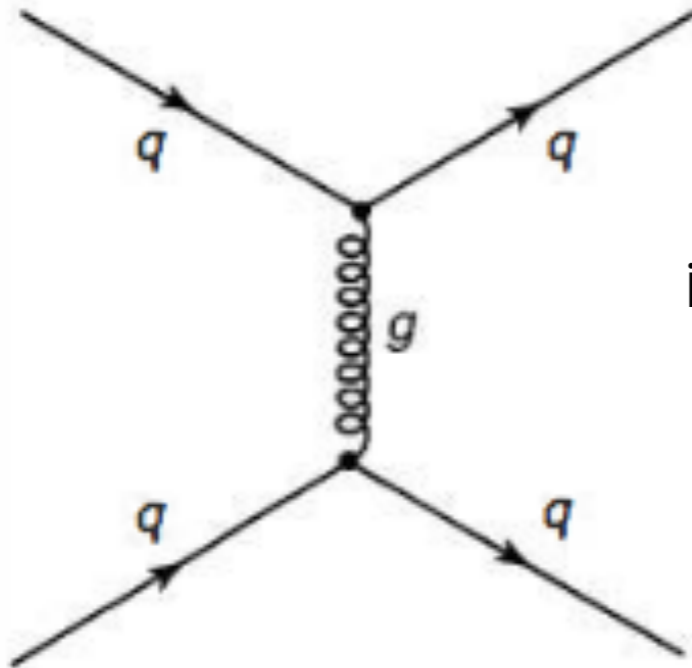
# KUANTUM RENK DİNAMIĞI (KRD)

- ✓ Hadronların kendi içlerinde ve birbirleriyle olan etkileşimini açıklar .
- ✓ Kuantum renk dinamiğinde renk yükün rolünü üstlenir.



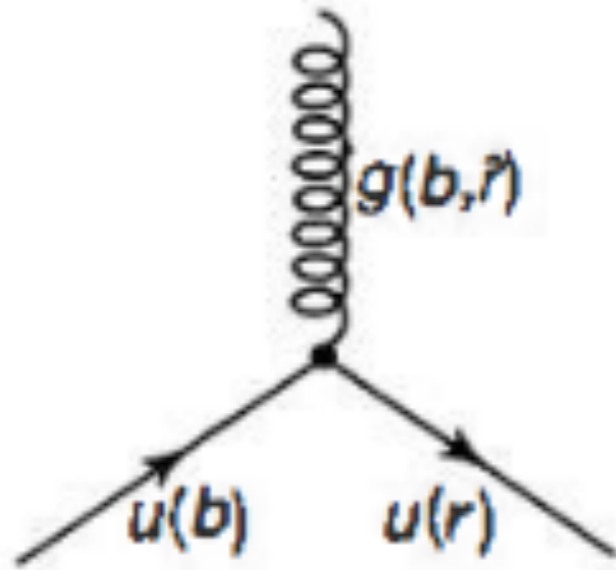
Temel KRD köşesi :  $q \rightarrow q+g$   
Kuarkın rengi değişir, fakat çeşni değişmez

Daha karmaşık süreçler için bu köşeden iki veya daha fazlasını birleştirebiliriz



İki quark arasındaki kuvvet gluonların değiş tokuşu ile taşınıyor

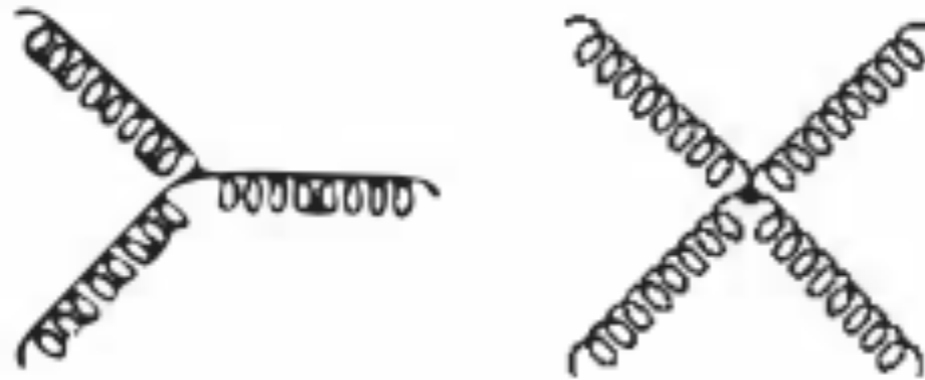
# Renk yükü her zaman korunur!



$q$  mavi  $\rightarrow$   $q$  kırmızı +  $g$  mavi-antıkırmızı

- Gluonlar renk yükü taşır (bir birim pozitif bir birim negatif), dolayısıyla gluonlar iki renklidir

- Gluonların kendileri renk yükü taşıdıkları için birbirleriyle etkileşirler, kuark-gluon köşesine ilaveten, gluon-gluon köşesinde vardır.



- Gluon-gluon çiftlenimi KRD'yi KEDİ'ye göre çok daha karmaşık ve zengin kılar, etrafta kuark yok iken etkileşen gluonların bağlı durumları bulunmasına izin verir.

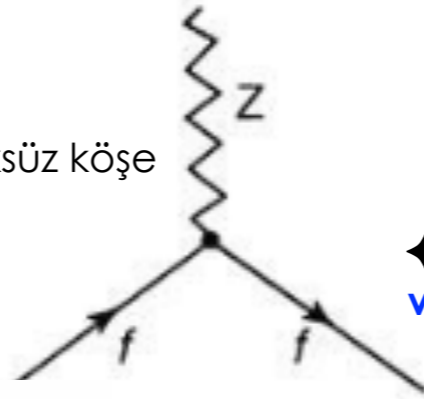
# ZAYIF ETKİLEŞMELER

Zayıf yük : Zayıf kuvvetleri ürettiği şey  
Tüm kuark ve leptonlar taşımaktadır

**İki tür** : W'ların aracılık ettiği **ve** Z'in aracılık ettiği

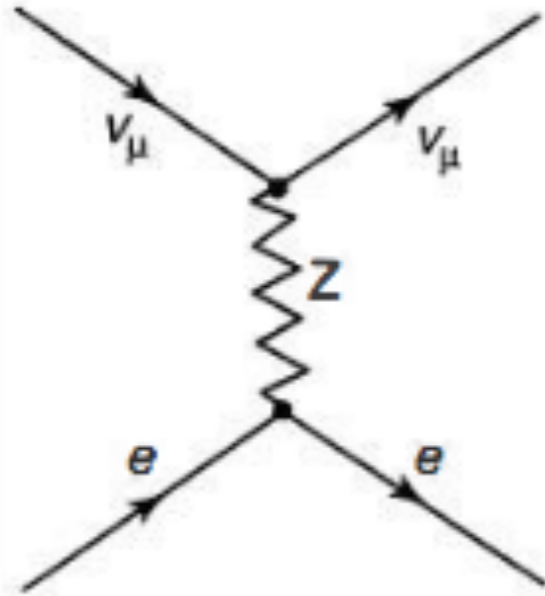
## Yüksüz Köşe:

Temel yüksüz köşe

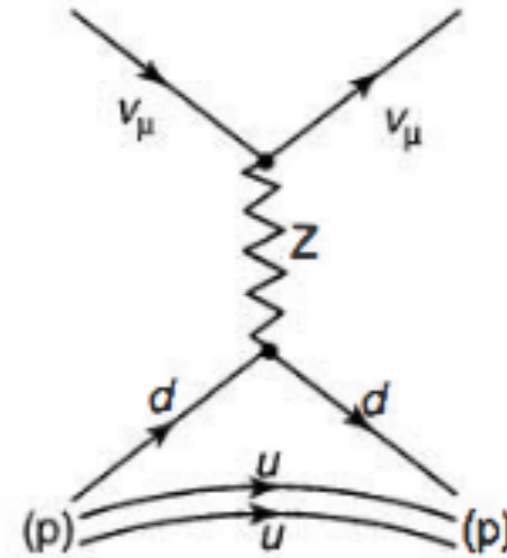


f : bir lepton veya herhangi bir kuark olabilir

◆ GWS yüksüz zayıf etkileşimleri temel bir bileşen olarak içerir ve ilk kez 1973'te CERN nötrino deneylerinde varlıkları doğrulanmıştır



nötrino-elektron saçılması



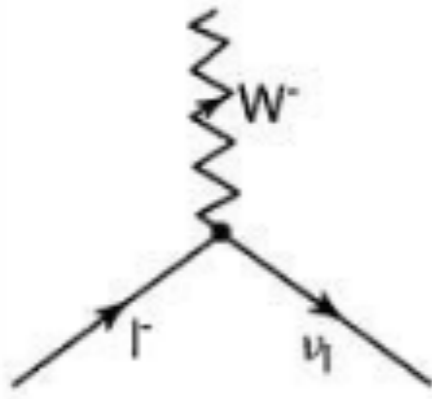
nötrino-proton saçılması



# ZAYIF ETKİLEŞMELER

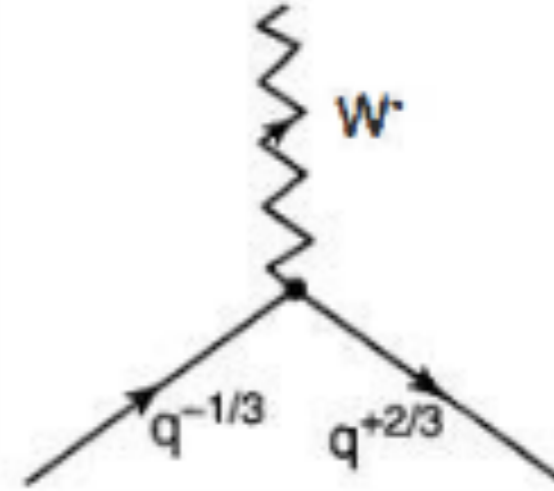
## Yüklü Köşe

### Leptonlar



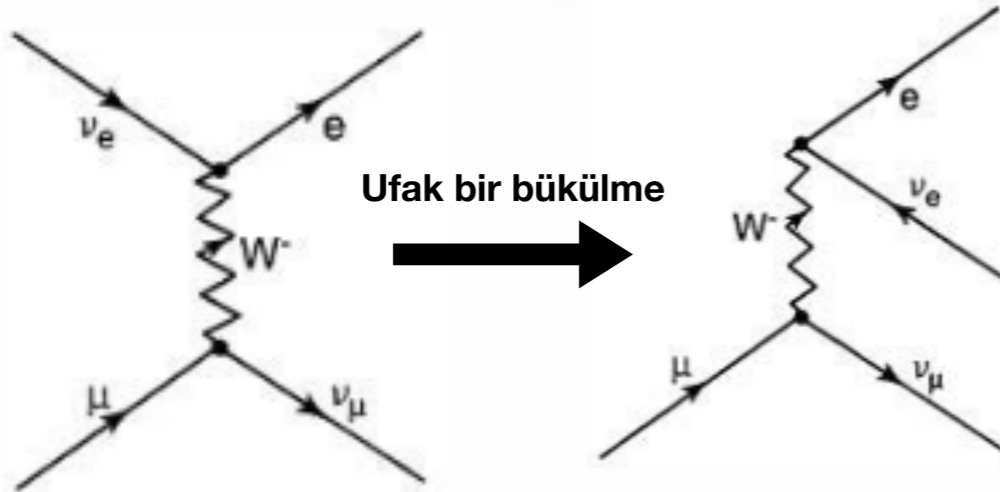
### Temel yüklü köşeler

### Kuarklar



- Çıkan kuark gelen ile aynı rengi taşır,
- Yüklü zayıf etkileşmelerde çeşni korunmaz

$$u \Leftrightarrow d$$
$$c \Leftrightarrow s$$
$$t \Leftrightarrow b$$

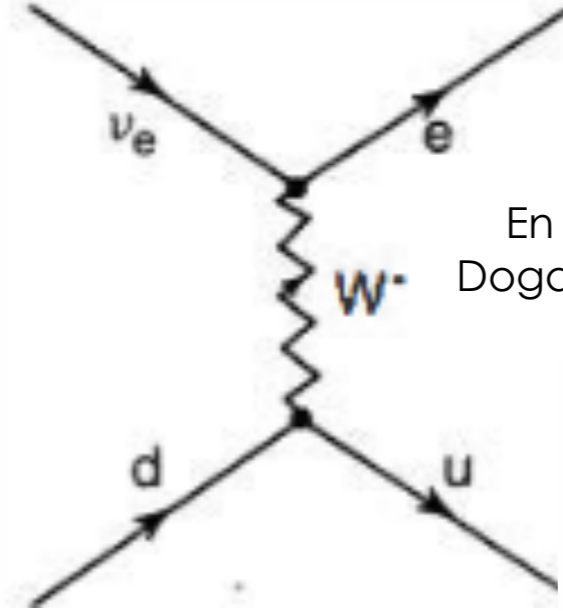


Ufak bir bükülme

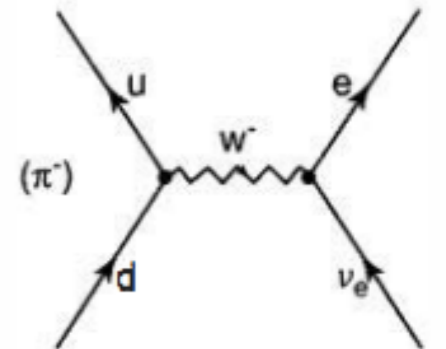


nötrino-muon saçılması  
Lab. gerçekleştirmek zor

müon bozunumu



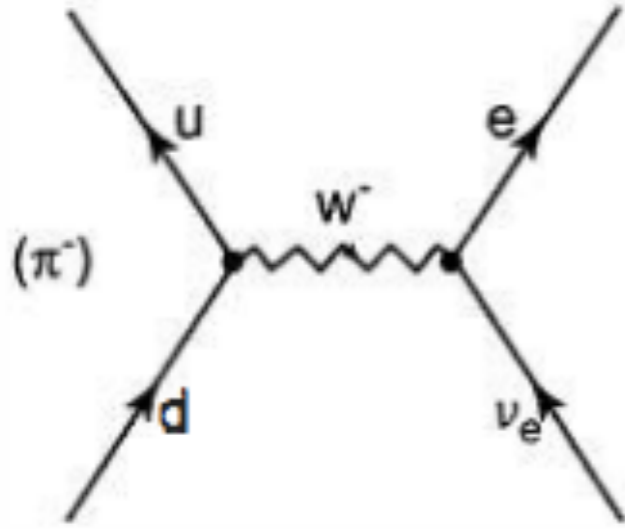
En önemli yarı leptonik süreç  
Dogada bu haliye gözleyemeyiz!



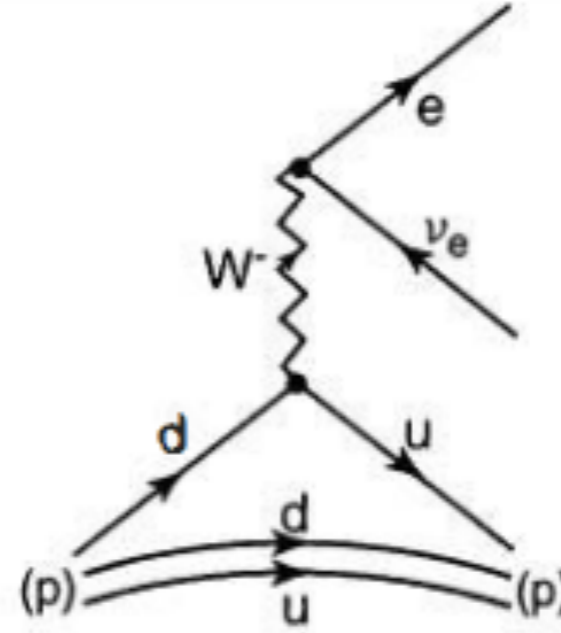
Daha çok görülen bozunum

- Leptonik zayıf köşeler aynı ailenin üyelerini birbirine bağlar 9

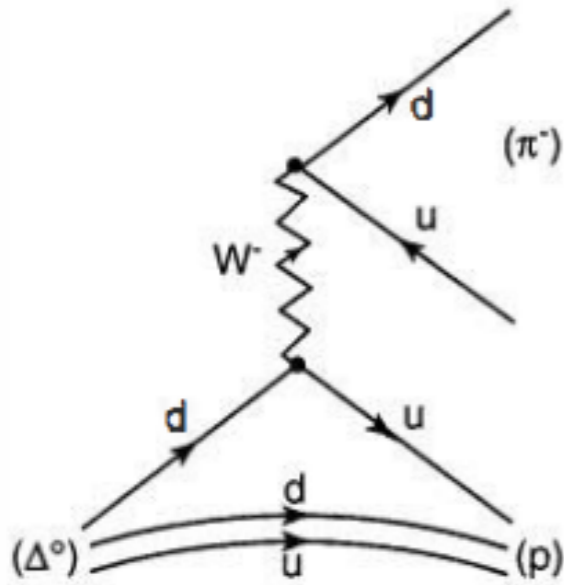
# ZAYIF ETKİLEŞMELER



Pion bozunumu

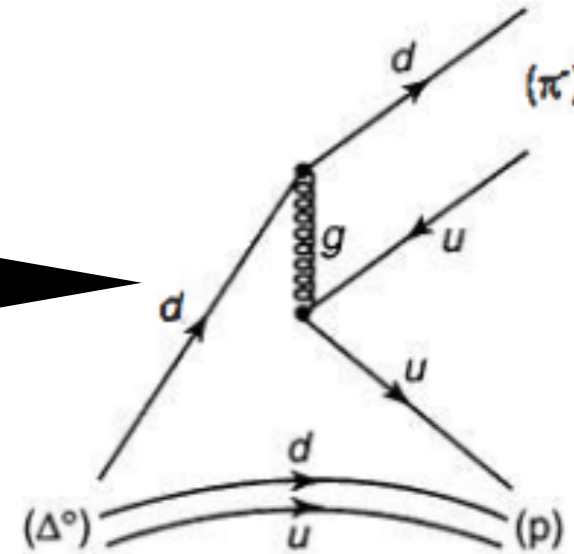


Beta bozunumu



Saf hadronik zayıf etkileşme

Aynı parçacık bozunumu güçlü etkileşme ile de olur



- Bu bozunum nötronlar için için imkansız

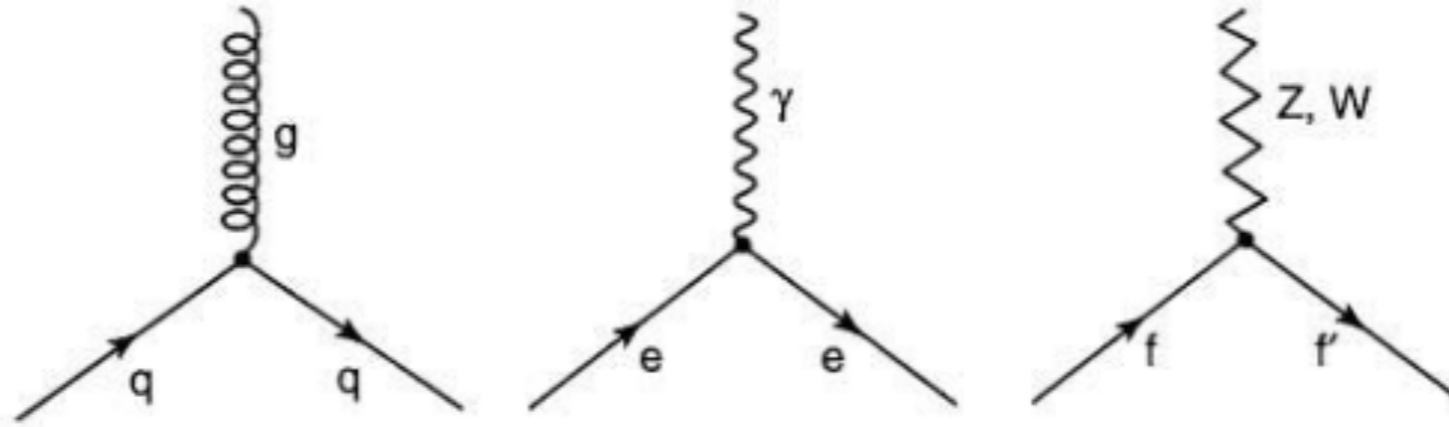
# BOZUNUMLAR ve KORUNUM YASALARI

- Temel parçacıkların en çarpıcı özelliklerinden biri parçalanmaya olan eğilimleridir.
- **Bir korunum yasası tarafından engellenmediği sürece her parçacık kendinden daha hafif parçacıklara bozunur.**
  - Foton kütsesiz, kütsesiz olduğu için bozunabileceği kendinden daha hafif parçacık yok (kararlı)
  - Elektron en hafif yüklü parçacık, yük korumunu bozunumunu engeller (kararlı)
  - Proton en hafif baryon, baryon sayısı korunumu onu kurtarır (büyük olasılıkla kararlı)
  - Nötrino, lepton sayısı korunumu en hafif nötrinoyu korur
  - Pozitron, antiproton, en hafif antinötrino lepton sayısı korunumu korur (kararlı)
- **Fakat pek çok parçacık kendiliğinden bozunur**
- Dünyamız proton, nötron, elektron, fotonlar ve nötrinolarla dolu, daha egzotik parçacıklar zaman zaman çarpışmalarda yaratılır ama fazla yaşamazlar
- Her kararsız türün bir ortamala ömrü vardır: örn; müon için  $2.2 \times 10^{-6}$  s,  $\pi^+$  için  $2.6 \times 10^{-8}$  s
- **Parçacıkların çoğu bir kaç farklı bozunum moduna sahiptir:**
  - $K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$  (%64),  $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$  (%21),  $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + \pi^-$  (%6),  $K^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \pi^0$  (%5)
  - **Temel parçacık kuramının hedeflerinden biri de bu ömür ve dallanma oranının hesaplanmasıdır**
- Herhangi bir bozunum üç temel kuvvetin birinin etkisiyle meydana gelir
  - Bozunumlar arasındaki en önemli **fark ömürleridir**
  - Verilen bir etkileşme tipi için orijinal parçacık ve bozunma ürünleri arasındaki kütle farkı ne kadar büyükse o kadar hızlı ilerler ve o kadar kısa sürede bozunur (zayıf etkileşmelerin ömürleri arasındaki büyük farkların sebebi)
  - Deneysel olarak güçlü ve e.m bozunumların ömürleri arasında (10 milyon faktör), zayıf ve em bozunumların ömürleri arasında (en azından 1000 faktör) büyük farklar vardır

# Bazı tepkimelerin gerçekleşmesine izin verirken bazılarını engelleyen korunum ilkeleri

- Saf kinematik korunum yasaları : Enerji ve momentum korunum ; açısal momentum korunumu
  - Kinematik korunum yasaları tüm etkileşme türleri için geçerli

Peki temel köşelerin yapısından çıkan dinamik korunum yasaları nelerdir?



**Köşelerin her birinde korunan şeyler tüm tepkimenin tamamında korunmalıdır!**

# KORUNUM YASALARI

- 1. Yük:** Her üç etkileşimde de korunur
- 2. Renk:** E.M ve zayıf etkileşimler rengi etkilemezler. Bir güçlü etkileşim köşesinde kuark rengi değişir, farkı gluon taşır (doğrudan gluon-gluon etkileşmelerinde de rengi korur). Parçacıklar her zaman renksiz olduğundan renk korunumunun gözlenebilen belirtisi çok basittir:
  - Tepkimeye giren toplam renk sıfır ve tepkimeden çıkan toplam renk sıfır
- 3. Baryon sayısı :**
  - Baryonlar için 1, anti-baryonlar için -1, ve başka her şey için 0
- 4. Lepton sayısı :**
  - Güçlü kuvvetler hiç bir şekilde leptonlara dokunmaz
  - EM etkileşimde giren lepton aynen çıkar (bir foton eşliğinde)
  - Zayıf etkileşmelerde tepkimeye bir lepton girerse bir lepton da çıkar (bu sefer aynı olmak zorunda değil)
- 5. Çeşni :**
  - Güçlü ve e.m köşelerde korunur
  - Zayıf köşelerde korunmaz

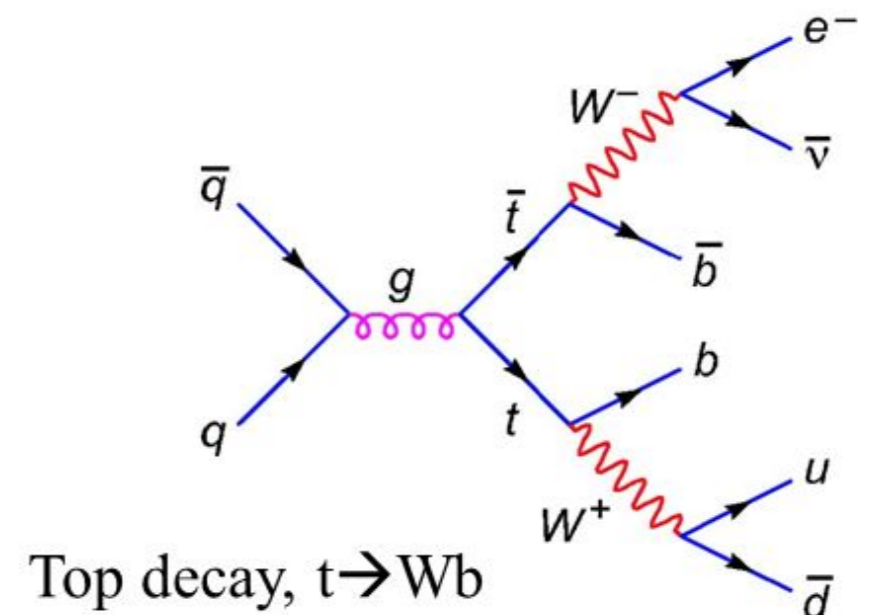
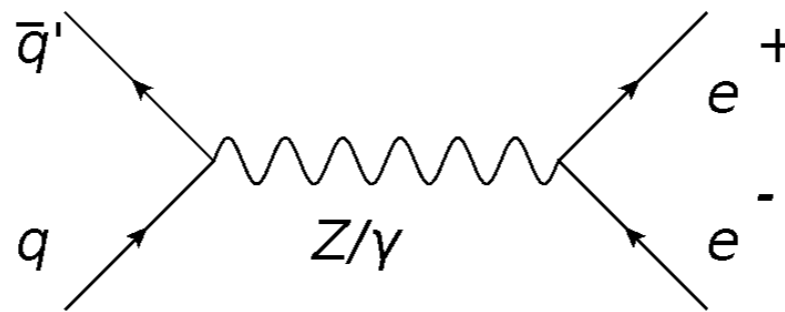
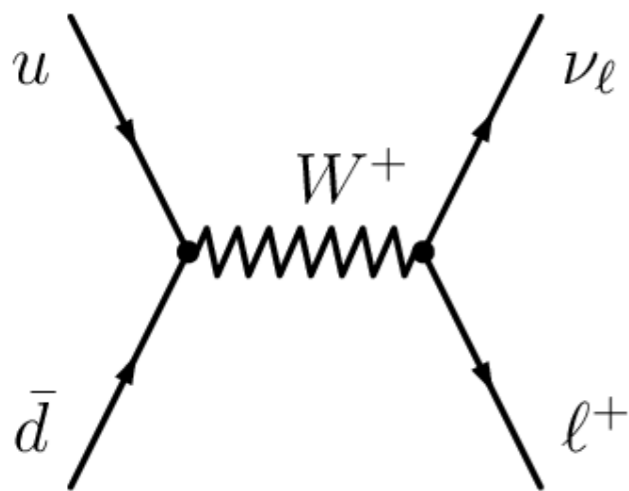


# DALLANMA ORANI ÖRNEKLER

W bozonu Bozunum Modlari	Dallanma Orani (%)
hadrons	$67.41 \pm 0.27$
$e\bar{\nu}_e$	$10.71 \pm 0.16$
$\mu\bar{\nu}_\mu$	$10.63 \pm 0.15$
$\tau\bar{\nu}_\tau$	$11.38 \pm 0.21$
invisible	$1.4 \pm 2.9$

Z bozonu Bozunum Modlari	Dallanma Orani (%)
hadrons	$69.91 \pm 0.06$
$e^-e^+$	$3.63 \pm 0.004$
$\mu^-\mu^+$	$3.366 \pm 0.007$
$\tau^-\tau^+$	$3.370 \pm 0.008$
invisible	$20 \pm 0.06$

Top quark Bozunum Modlari	Dallanma Orani (%)
Wq (q=b,s,d)	$9.4 \pm 2.4$
$e\nu_e b$	$13.3 \pm 0.6$
$\mu\nu_\mu b$	$13.4 \pm 0.6$
$q\bar{q}b$	$66.5 \pm 1.4$



# PARÇACIK OLAYLARI

- **Parçacık deneylerinde olayları inceleriz.** Parçacık fiziğinde **olay** temel parçacıklar arasında kısa bir zamanda ve belirli bir yerde gerçekleşen bir temel etkileşimden sonraki **sonuçlara** denir.
- Deney verisinde iki tür olay var:
  - **Sinyal olayları:** gözlemek istediğimiz etkileşimlere ait olaylar
  - **Ardalan olayları:** gözlemek istemediğimiz etkileşimlere ait olaylar
- **Hareket noktamız** : Deney verisi içinden sinyal olma olasılığı yüksek olayları seçmeli ve aradığımız sinyalin veride istatistiksel belirginlikte var olup olmadığını anlamaya çalışmak
  - **Bunu veriyi çözümlyerek yapacağız.**

# Veri Çözümlemesi Bileşenleri

- Veri çözümlemesi bizi **algıç çıktısından deneysel sonuca ulaştıran yoldur.**
- Deney sonucu **deneyden gelen ölçüm çıktısıdır**, örn: olay sayısı ya da fiziksel bir niceliğin ölçümü
- **Veri çözümlemesi bileşenleri:**
  1. Sinyali tanımak ve arama yöntemi tasarlamak
  2. Tetikleyici tasarlayıp kullanılacak veriyi belirlemek
  3. Nesneleri yapılandırmak ve tanımlamak -> **ayrıntılar Sezen Sekmen & Sertaç Öztürk'ün dersinde**
  4. Sinyali ardalandan ayıran olay seçimi
  5. Ardalan kestirimi
  6. Sistemik bilinmezler -> **ayrıntılar Orhan Çakır'ın dersinde**
  7. İstatistiksel çözümleme -> **ayrıntılar V.Erkcan Özcan'ın dersinde**
  8. Deney Sonuçları
  9. Yorumlama

# Sinyali tanımak ve arama yöntemi tasarlamak

- **Sinyalı tanıyalım:**

- Modelimizi bir hesaplayıcı içine yerleştireceğiz
- 1 yıl içinde ne kadar bekliyoruz ?
- Sinyal hangi izi bırakıyor, son durum parçacıkları neler? Sinyalin en belirgin özelliği ne?
- SM'den gelecek benzer son durumlu ardalanlar neler?

- **Sinyal için MC olayları üretip inceleyelim:**

- Olay üretip algıç benzetimi yapalım.
- Sinyali 'kolayca' ardalandan nasıl ayırt ederim. Bunun için sinyal özelliklerini öne çıkaracak bir olay seçimi belirleyelim.

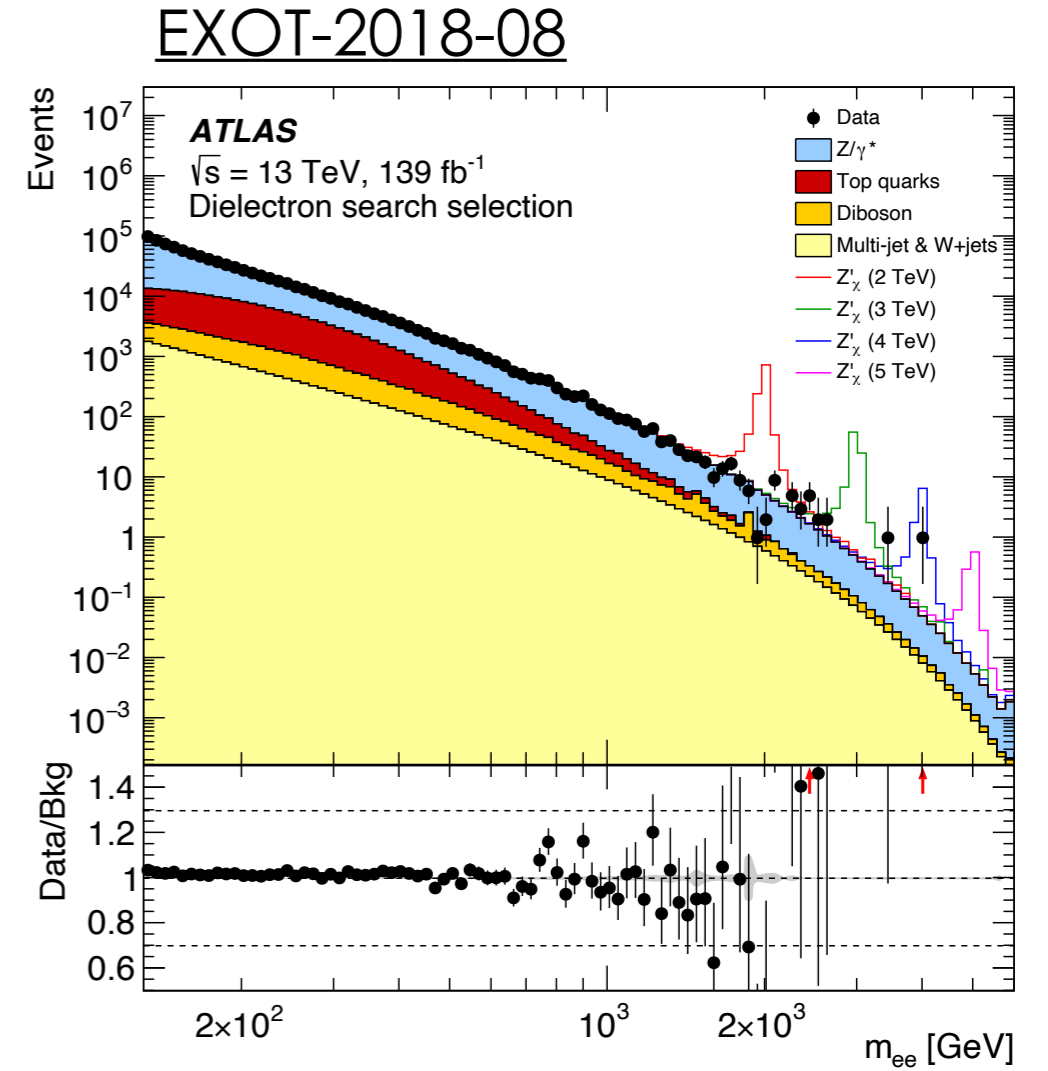
- **SM ardalan için MC olayları üretip inceleyelim:**

- Olayları üretip algıç benzetimi yapalım.
- Olay seçiminde sonra sinyal hala görülüyor mu?
  - **Cevap evet ise deneyi yapmaya başlayalım ..**

- **BHÇ'de bir süreç ne miktarda oluşur? İlk dersimizde anlatıldı.**

# Sinyali ardalandan nasıl ayırırız?

- Örneğin ağır rezonans parçacığı ( $Z'$ ) olsun ve bu parçacık  $Z' \rightarrow ll$  iki leptona bozunsun.
- Sinyal bize dielektron değişmez kütle dağılımında beklenen  $Z'$  kütlesi değerinde bir tepe verecektir.
- Öte yandan SM'de dielektrona bozunan biz rezonans olmadığı için SM ardalanlar aynı tepeli vermeyecektir.
- Dielektron değişmez kütle dağılımında sadece  $Z'$  kütlesi çevresindeki olayları alarak beklenen sinyal miktarını yükseltir ve ardalan miktarını düşürürüz.





# Tetikleme

- Tetikliyiciler **veri alımı anında en ilginç olayları seçip sonraki çözümlene için kaydeden elekler**dir. Veri alımı kaydedilmeyen olaylar kaybolur.
- Tetikleyiciler sonraki olay seçiminin kaba taslağı gibidir Aradığımız son durumla tutarlı olayları seçeriz.
- Tetikleme yaparken **nesneleri (jet, b-jet, elektron, foton, kayıp dikey enerji )**kullanırız.
  - Tetikleme nesneleri belirli tanım ölçütlerine uymalı (ör; izolasyon)
  - Tetikleme nesneleri üzerine eşikler koyarız (ör;  $p_T > 100$ )
  - Tetikleme nesne sayılarına bakarız (ör; 2 muon, 4 jet)
  - Olay değişkenlerini kullanırız: 2 jet değişmez kütlesi, dikey hadronik momentum vs.

# Çözümleme için Tetikleme

- Veri çözümlemesi için iki tetikleme görevimiz var:
  1. Tetikliyicileri tasarlamak ve tetikleme menüsünü oluşturmak: Gereken veriyi toplayacak tetikleyiciler var mı? Yoksa tasarlamalı mıyız?

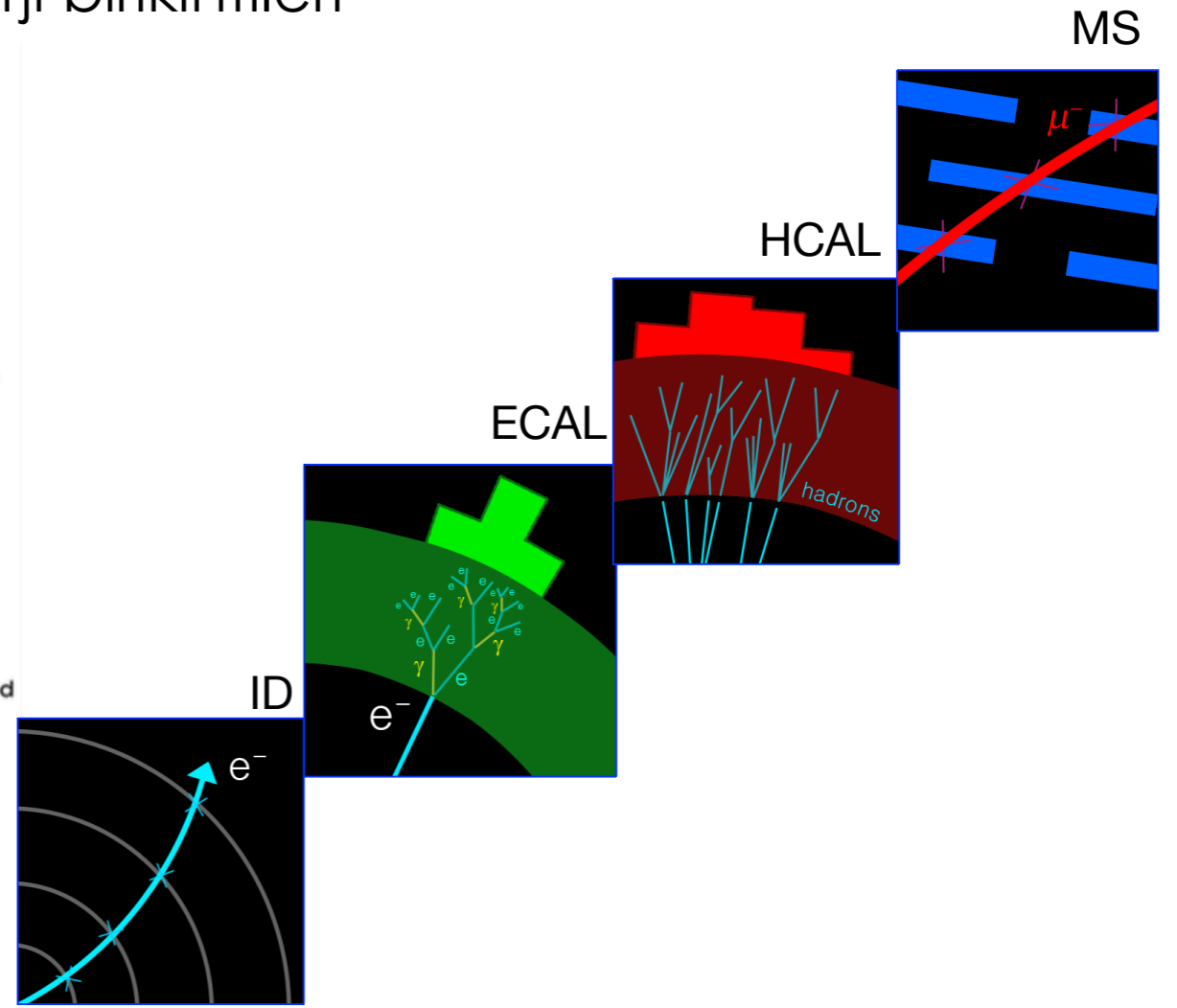
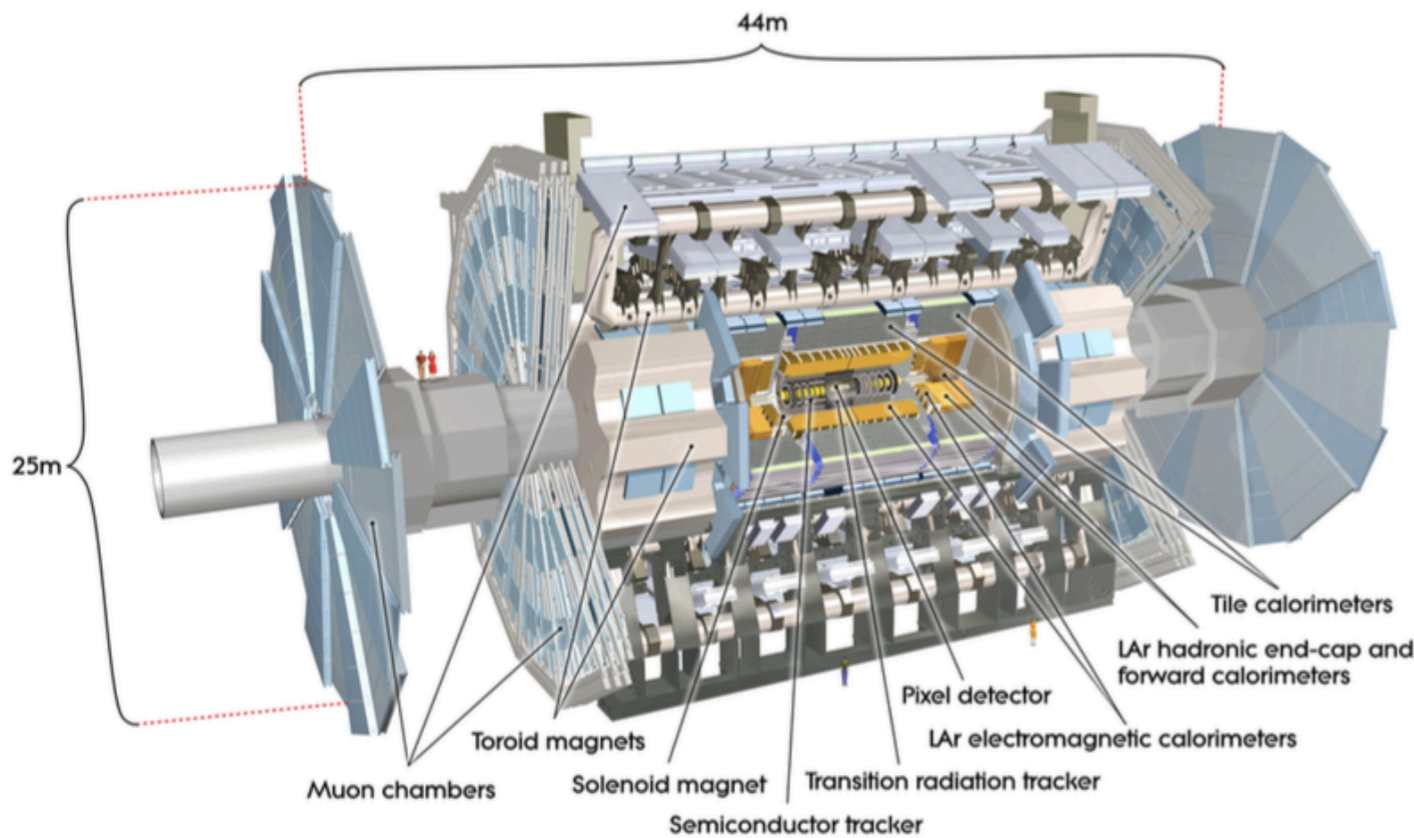
**Tetikleme menüsü:** Belli bir dönemde veri toplayan tetikliyicilerin tümü

2. Tetikleme verimliliğini ölçmek: Tetikleme verimliliği eğrisi tetikleme verimliliğinin çevrimdışı bir değişkene karşı gösterir.

**Verimlilik** = tetiklenen olay sayısı / tüm olayların sayısı

# Nesne Yapılandırma ve Tanımlama

- Alt algıçlardan nesne derlenir
- Etkileşim sonrasında ortaya çıkan parçacıkların algıçta görünen hallerine **nesnelere** denir : elektron, müon, tau, foton, jet, b-jet, kayıp dikey enerji (MET)
- Nesnelere alt algıçlardan toplanan bilgileri derleyerek oluştururuz:
  - İz sürücü ve müon odasındaki vurmalar
  - Elektron ve hadron kalorimetredeki enerji birikintileri



# Nesne Yapılandırma Yolları ve Verimliliği

• İki yöntemle nesne yapılandırabiliriz:

• **Geleneksel nesne yapılandırma:**

- Yapılandırılmış nesnelere verir.
- Jetleri doğrudan kalorimetre ve iz sürücü bilgisi ile yapılandırır.
- Kayıp dikey enerji kalorimetre birikintilerinin yöneysel toplamının tersidir (bazen iz sürücüden gelen düzeltmeler ile)

• **Parçacık akışı (particle flow) ile nesne yapılandırma:**

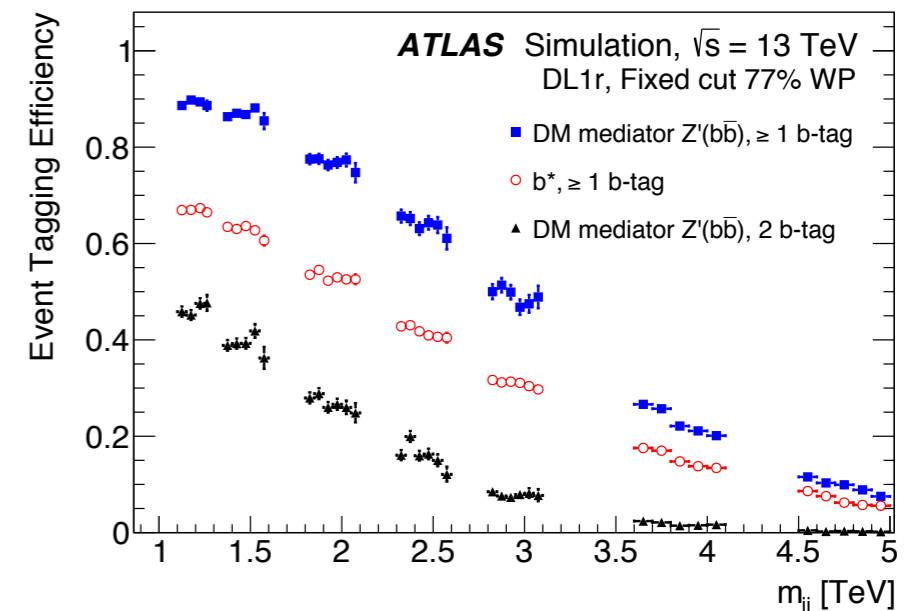
- Doğrudan parçacıkları yapılandırır - üreteç düzeyine daha yakın sonuç verir
- Klasik yapılandırma ile ana farkı jet yapılandırmasındandır. Parçacık akışı parçacıkların içindeki jetleri doğrudan bulur, jetleri o parçacıkları kullanarak yapılandırır.
- Kayıp dikey enerji parçacıkların yöneysel toplamının tersidir.

• Algıç mükemmel olmadığı için nesnelere mükemmel yapılandıramayız.

• Hızlandırıcı ve algıç koşulları değiştiğinde deneylerce nesne yapılandırma **verimliliği** ölçülür ve güncellenir.

• Deney verisindeki nesnelere çözümlemenin amacına göre tanımlama ve izolasyon seçimine tabi tutulur.

Ayrıntılar  
Sezen S. & Sertaç  
Ö.'ün sunumunda



# Olay Seçimi - Sinyal bölgesi

- **Sinyal bölgesi:** Beklenen sinyalin ardalana göre belirgin gözükceği şekilde yapılmış olay seçimi. İyi bir sinyal bölgesi bulmak için:
  - **Sinyali tanıyoruz!**
    - Sinyale özgü kinematik özellikler neler? Çok jet? Ters yüklü çift lepton? Kinematik değişkenlerde tepeler? Kuyruklar?
- **Yeterli sinyali barındıran bir olay seçimi/sinyal bölgesi adayı bul**
- **Sinyal bölgesindeki ardalanlar bak:**
  - Sinyal ardalan üzerinde yeterli belirginlikte görünüyor mu?
  - Ardalanları belirleyecek yöntemler neler olabilir?
- Sinyal bölgesini seçtiren tetikleyiciler neler? Bu tetikleyicilerin yeterince verimli olduğuna emin ol.
- Sinyal bölgesini tanımlayan nesnelerin algıçta düzgün yapılandırılabilmesine emin ol!



# ARDALAN KESTİRİMİ

- Sinyal seçiminden sonra sinyal bölgesinde kalan indirgenemez ardalanı kestirmemiz gerek.
- Bu iş için pek çok yöntem geliştirildi.
  - **MC benzetim beklentilerini kullan:**
    - Kuram ve algıç hakkındaki tüm bilgimizi içerir.
    - MC olayların hangi fiziği içerdiğini biliriz.
  - **Veri güdümlü kestirim yöntemleri bul:**
    - Kontrol bölgeleri kullan
    - **Kontrol bölgesi** : Ardalanın hakim olduğu, sinyalin göz ardı edilebilir olduğu bir olay seçimi
    - Kontrol bölgesinden ardalana dair bilgi edin ve bu bilgiyi sinyal bölgesine ulaştır.
  - Veri ve MC birlikte çalışır:
    - Veri MC üreteçleri ince ayarlama da kullanılır
    - Kinematik değişkenlerin MC şekilleri ve güdümlü yöntemlerde kullanılır.
- **Yeni fizik araştırmalarında en önemli ardalılar: QCD çok jet, top-karşı top, W+jetler, Z+jetler**

# Sistemik Hatalar

## Sonucu hangi sistemikler etkiler?

- Sistemik hatalar deney/hesap düzeneğine ait kusurlardan kaynaklanan hatanın ölçme etkisidir. Şansa bağlı hata değildir.
- BHÇ çözümlerinde görebileceğimiz sistemik hatalar:
- Deneysel (algıç kaynaklı)
  - Işınlık hesabı belirsizliği
  - Tetikleme verimliliği hataları
  - Jet enerji ölçeği, jet enerji çözünürlüğü
  - Lepton, foton, b-jet, W-jet, top-jet, vs verimliliklerindeki hata ve belirsizlik
- Kuramsal (hesabı yeterli kesinlikte yapmaktan kaynaklı):
  - Tesir kesit ve dallanma oranı hesaplarındaki hata/ belirsizlik
  - Kinematik dağılımlardaki hesap hataları
  - Parton dağılım fonksiyonlarındaki hata ve belirsizlik

Ayrıntılar  
Orhan Çakır'ın  
sunumunda

\*Özellikle çözümlenmede MC kullandığımız zaman algıç kaynaklı sistemik hataları MC'ya yansıtma gerekir.

# İstatistiksel Model

Ayrıntılar  
VEÖ'ün  
sunumunda

- Bir çözümlenmenin istatistiksel modeli o çözümlenmenin tam matematiksel anlatımıdır.
- **Olasılık yoğunluğu**  $p(x|\theta)$  gözlenen değişkenler  $x$ 'i model parametreleri  $\theta$  ile ilişkilendirir.
- **Likelihood**  $L(\theta)=p(X_0|\theta)$  olasılık yoğunluğu  $p(x|\theta)$ 'in gözlenen değerler  $X_0$  kullanılarak hesaplanması ile bulunur.
- Likelihood her ciddi yorumlama çalışmasının başlangıç noktasıdır.

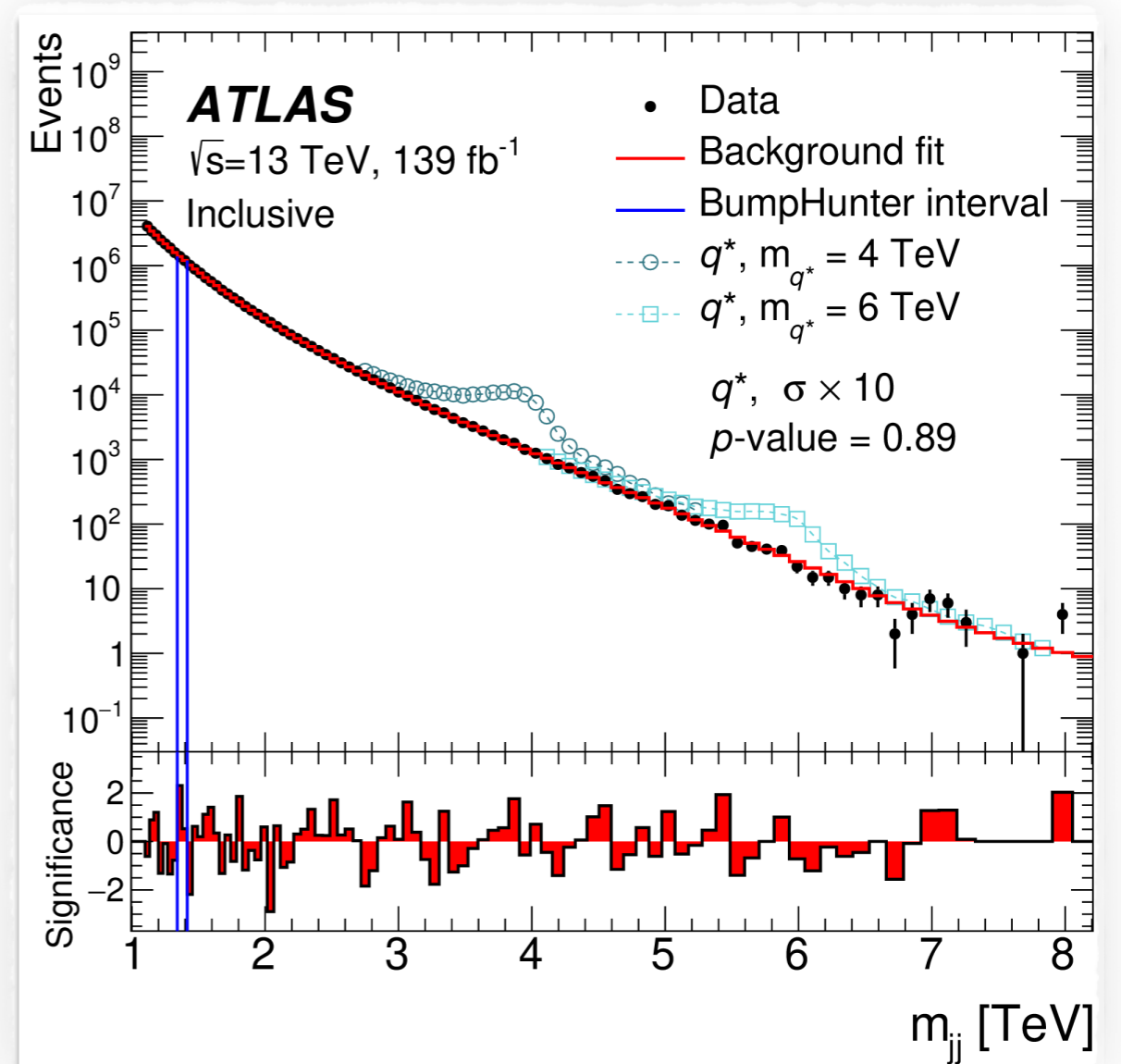
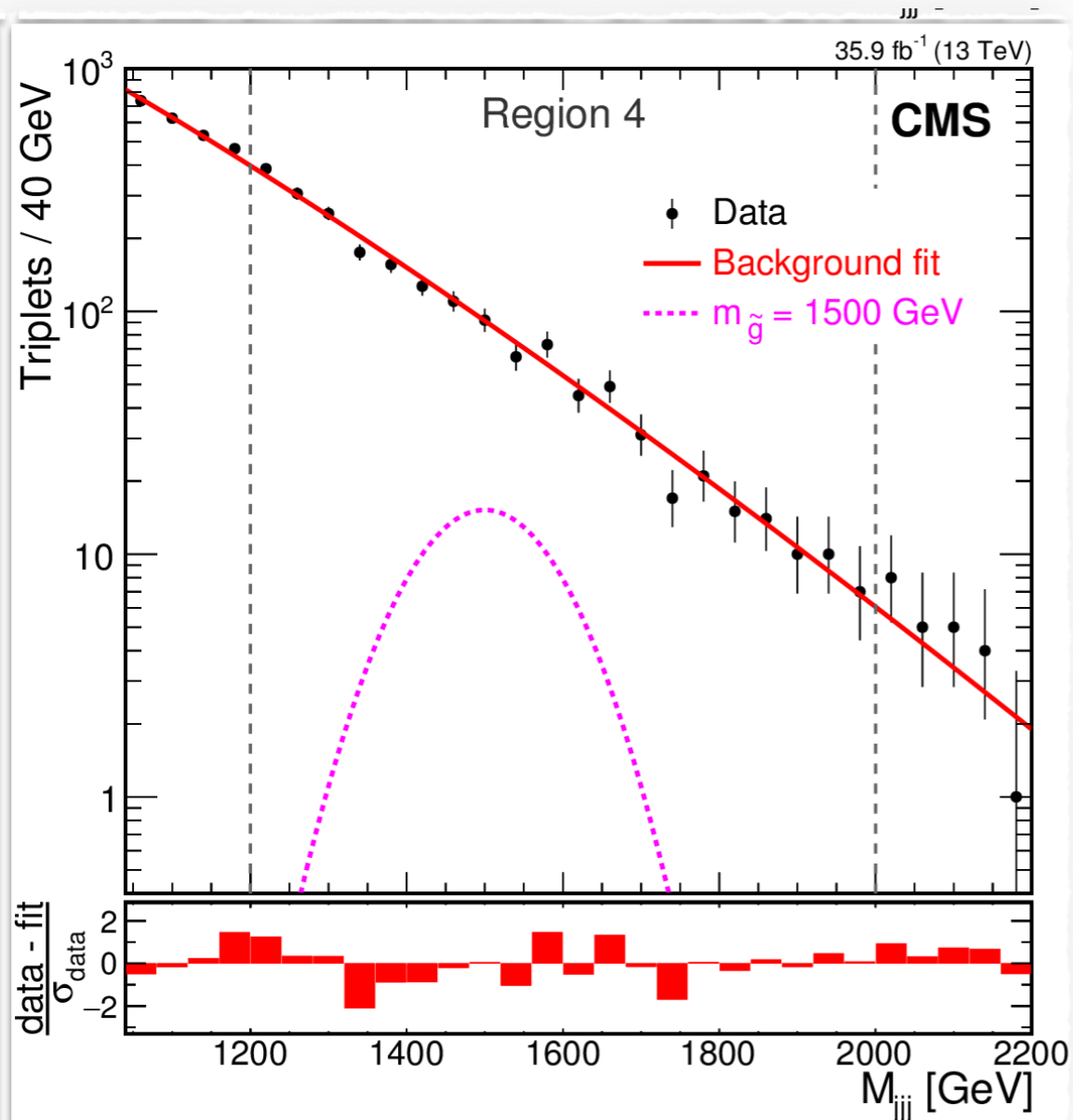
# Deney Sonuçları

## Ne ölçüyoruz?

- Bir **deneyin sonucu** o deneyde **gözlenen niceliklerdir.**
  - Olay sayıları (beklenen ardalandan sapma var mı?)
  - Kinematik dağılımlar
  - Kinematik uçların varlığı
  - Kütleler
  - Tesir kesitleri, dallanma oranları
  - vs.

# Deneý Sonuçları

## Kütle



# Deney sonuçları

## Tesir kesiti hesabı

- Bir sinyal sürecinde beklenen sinyal olay sayısı:

$$N_{sinyal}^{beklenen} = \sigma_{sinyal} \int \mathcal{L} dt \cdot \epsilon_{sinyal} = N^{gozlenen} - N^{ardalan}$$

- Burada  $\epsilon_{sinyal}$  tüm dallanma oranlarının, geometrik ve kinematik kapsama alanının ve tetikleme, nesne yapılandırma ve tanımlama verimliliklerinin çarpımıdır.
- Tesir kesiti denklemini ters çevirerek buluruz:

$$\sigma_{sinyal} = \frac{N^{gozlenen} - N^{ardalan}}{\int \mathcal{L} dt \cdot \epsilon_{sinyal}}$$

- BHÇ'de SM tesir kesitleri böyle tahmin ediliyor.



# Yorumlama

Ayrıntılar  
VEÖ'ın  
sunumunda

- **Yorumlama** deneyde gözlenen sonuçları kuramsal model beklentileri ile karşılaştırmaya denir.
- **DİKKAT!** Yorumlama deneyin sonucu değildir!
- Veriyi yorumlamak için istatistiksel modeli ve likelihood'u kullanırız. İstatistiksel model ve likelihood sinyal kuramının parametrelerini barındırır.

$$L(\text{veri} \mid \text{model}(s,b))$$

- Bu parametreleri istatistiksel yöntemlerle tahmin ederek sinyal kuramının **geçerli olup olmadığını** anlarız.
- Biz gözlem **birden çok kuram** ile yorumlanabilir.

# Yorumlama

Bir gözlemi birden çok modelle yorumlamak

