

SM Ötesi kuramlar & işaretler



HPFBU 2012 - Gökhan Ünel / *U.C.Irvine*

- "Piyasa"daki SM Ötesi kuramlara bir bakış
- En önde gidem kuramların özgün işaretleri
 - $\sqrt{s} = 14\text{TeV}$ için ATLAS'ta beklenen sonuçlar, (CMS yaklaşık aynı)

SM içeriđi

- ▶ *Fermionlar*: madde parçacığı
 - Kuvarklar & Leptonlar
- ▶ *Ayar kümesi yapısı*
 - ayar bosonlar: kuvvet taşıyıcılar

*SM aynı eski arabanız gibidir:
seversiniz ama sorunları da vardır...*

- ▶ *EZ Bakışım Kırılması*
 - Higgs bosonu ile kütle kazanımı

- ▶ **3+1 uzay-zaman**

▶ **SM en doğru kuram olamaz:**

- Hierarchy sorunu: $\delta H \sim M_H$
- EZ ve Güçlü kuvvetler birleşmiyor
- Gelişigüzel fermion kütleleri & karışımları
- Gelişigüzel aile sayısı
- Bilinmeyen baryon çıkış kaynağı

SMÖ Kuramlar: Yabancılar (Exotics)

► En yaygın kuramların kısa özeti:

• Büyük Birleşim Kuramları (BBK):

- SM ayar kümesi, ElektroZayıf ve Kuvantum Renk Dinamiğini birleştirebilmek için, $SO(10)$ gibi daha geniş kümelerin içine gömülür.
- ek fermiyonlar ve bosonlar öngörülür.

• Küçük Higgs modelleri:

- Aniden kırılan küresel bakışım ile yaklaşık 10 TeV'de kesim konur.
- ek bosonlar ve kuvarklar ile sıradüzen(hierarchy) sorunu çözülür.

• Ek Boyutlar:

- b boyutlu kuramlardaki düşük Planck ölçeği, EZ ve Çekim etkileşimlerin bağlaşım sabitleri arasındaki sıradüzen(hierarchy) sorununu çözer.
- SM boson ve fermiyonlarının uyarımları öngörülür.

• Ve bir çok başkaları: Dördüncü Aile, Gizli Vadi, tenkirenk

► Bu modellerin çoğu üstün bakışım (supersymmetry) kuramını dışlamaz.

SM'den SM ötesine

4.Aile

- ▶ *Fermionlar*: madde parçacığı
 - Kuvarklar & Leptonlar

yeni kuvarklar

yeni leptonlar

lepto-kuvarklar

yeni bileşenler

bileşik modeller

BBK

- ▶ *Ayar kümesi yapısı*

Ayar Kümesi K

yeni ayar bosonları

- ayar bosonlar: kuvvet taşıyıcılar

Küçük Higgs

- ▶ *EZ Bakışım Kırılması*

- Higgs bosonu ile kütle kazanımı

Dinamik Bakışım Kırılması

Teknirenk

2HÇM

yeni sayılar

yeni EZBK yöntemleri

- ▶ $3+1$ uzay-zaman

yeni boyutlar

RS modelleri

ADD modelleri

SM'den SM ötesine

4.Aile

► *Fermionlar*: madde parçacığı

- Kuvarklar & Leptonlar

yeni kuvarklar

yeni leptonlar

lepto-kuvarklar

yeni bileşenler

bileşik modeller

BBK

► *Ayar kümesi yapısı*

- ayar bosonlar: kuvvet taşıyıcılar

yeni ayar bosonları

Ayar Kümesi K

Küçük Higgs

► *EZ Bakışım Kırılması*

- Higgs bosonu ile kütle kazanımı

Dinamik Bakışım Kırılması

Teknirenk

2HÇM

yeni sayıllar

yeni EZBK yöntemleri

► *3+1 uzay-zaman*

yeni boyutlar

RS modelleri

ADD modelleri

Yeni bileşenler uyarılmış ν^*

SN-ATLAS-2004-047

Öngören: bileşik (preonic) modeller

Üretimi: γ, Z, W yoluyla tekli ($\nu\nu^* / \nu^*e$)

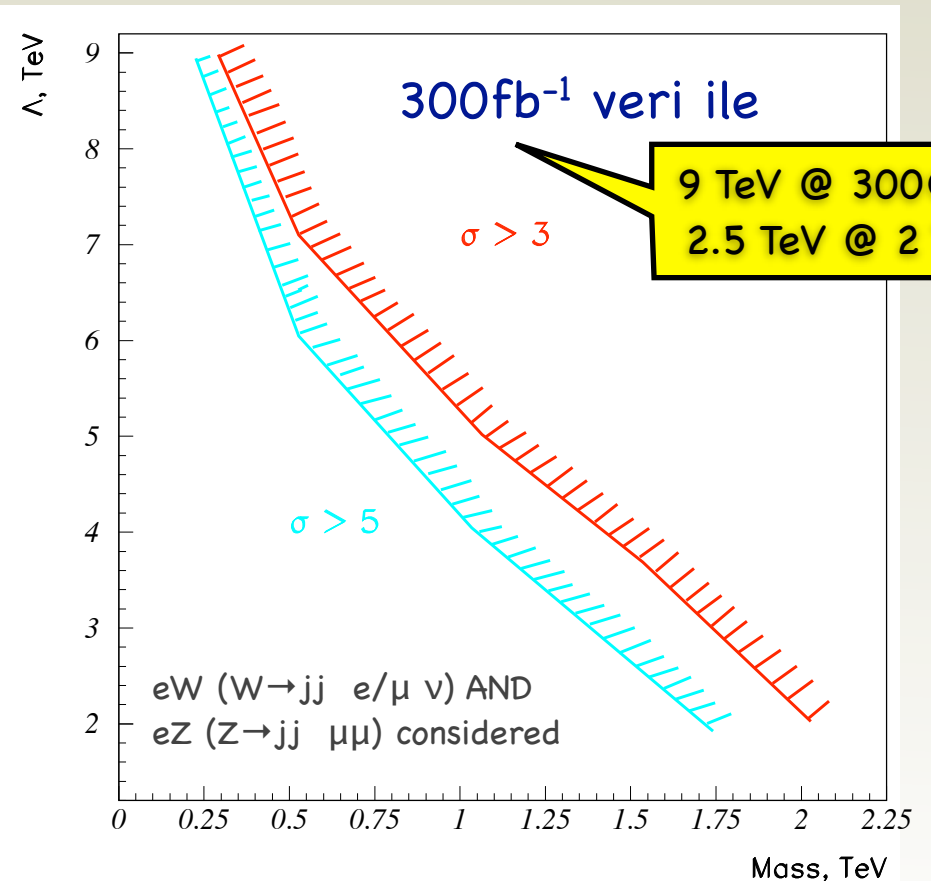
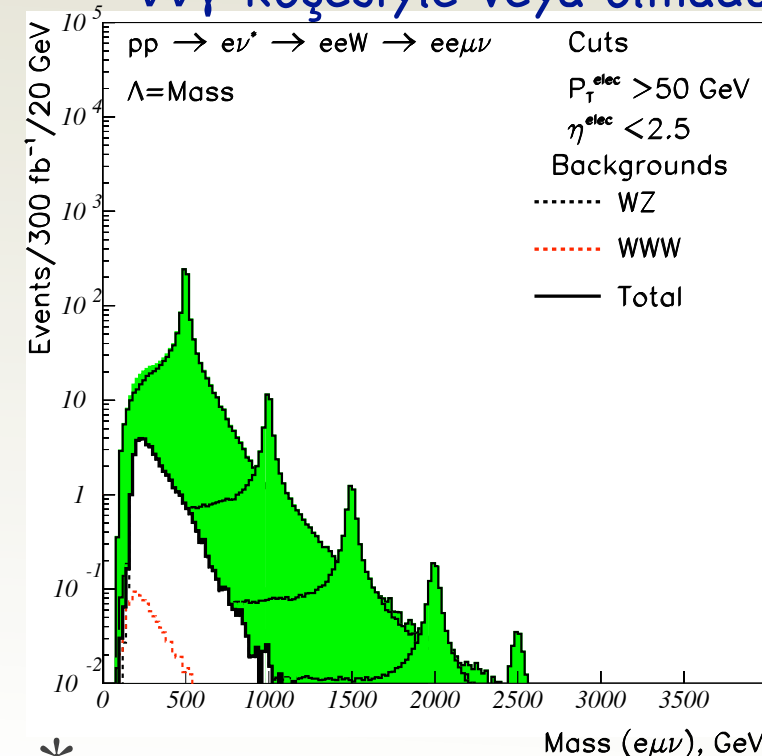
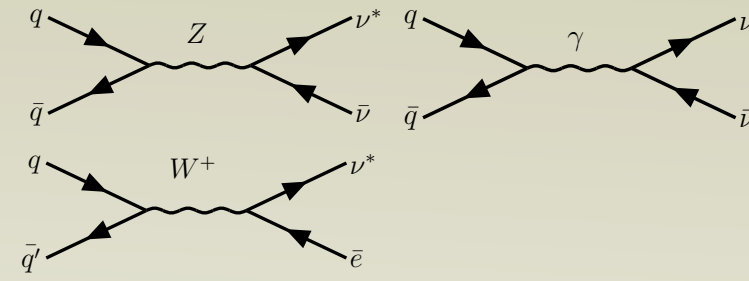
Bozunması: boson + lepton: $\nu\gamma, \nu Z, eW$

- Hızlı MC temelli çalışma

- nötrino kütleleri taranmış: [500,...,2500]

- 2 bağlaşım olasılığı var:

- $\nu\nu\gamma$ köşesiyle veya olmadan

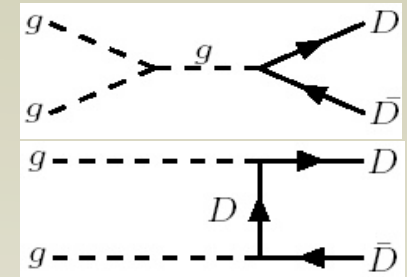


* diğer uyarılmış fermionlar (e^*, q^*) da çalışılmış, ama burada tartışılmıyor.

Yeni Kuvarklar: $q=-1/3$ tekliler

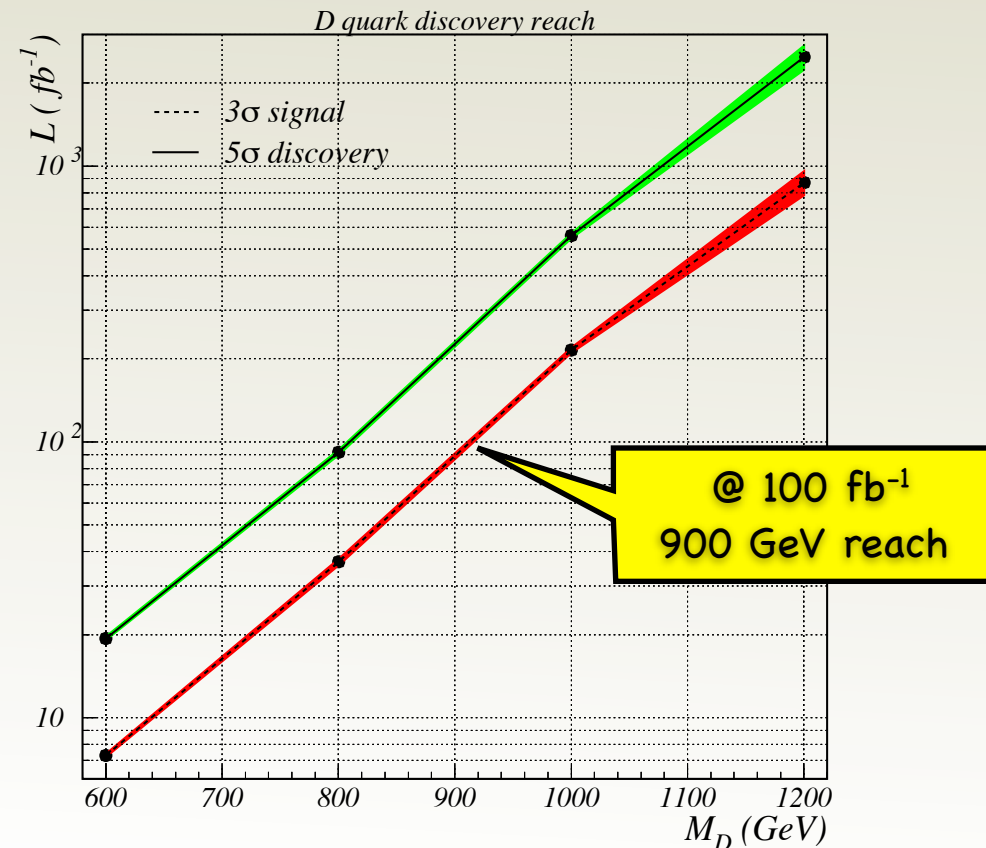
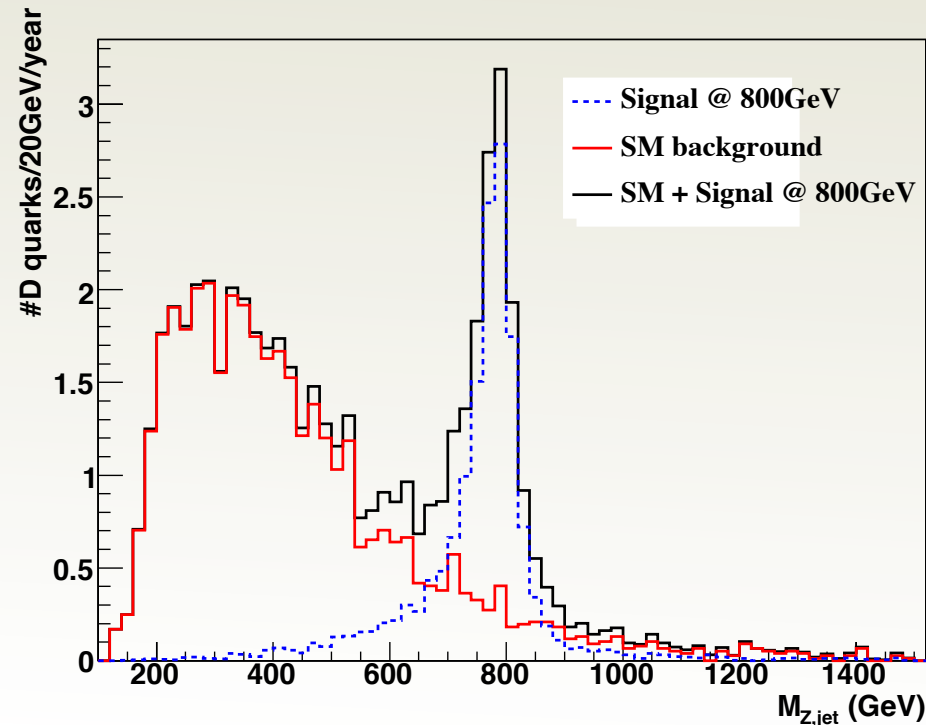
SN-ATLAS-2006-056

- Öngören: E_6 GUT
- Üretilmesi: gluon (kuvark) kaynaşmasından çift
- Bozunması: boson + hafif jet



- Hızlı MC temelli çalışma
- yeni kuvark kütleleri tarandı
- çift üretimi karışım açısından bağımsızdır.

$$D\bar{D} \rightarrow ZjZj \rightarrow 4\ell 2j$$



$q = -1/3$ tekliler hakkında

► E_6 model yeni parçacıklar önerir:

$$SU_C(3) \times SU_W(2) \times U_Y(1) \subset E_6$$

• aile başına bir iso-tek kuvark: D, S, B

$$\begin{pmatrix} u_L \\ d_L \end{pmatrix}, u_R, d_R, D_L, D_R \quad \begin{pmatrix} c_L \\ s_L \end{pmatrix}, c_R, s_R, S_L, S_R \quad \begin{pmatrix} t_L \\ b_L \end{pmatrix}, t_R, b_R, B_L, B_R$$

Varsayımlar:

1. Aile içi karışım, aileler arası karışımdan büyük olmalı
2. D kuvark en hafifi, SM gibi: BHÇ de kolay ulaşılmalı
3. E_6 ayar bosonları ağır & SM bosonları ile etkileşmez

$$D \rightarrow Zd$$

$$D \rightarrow Wu$$

BR 33%

66%

Higgs yoksa

25%

50%

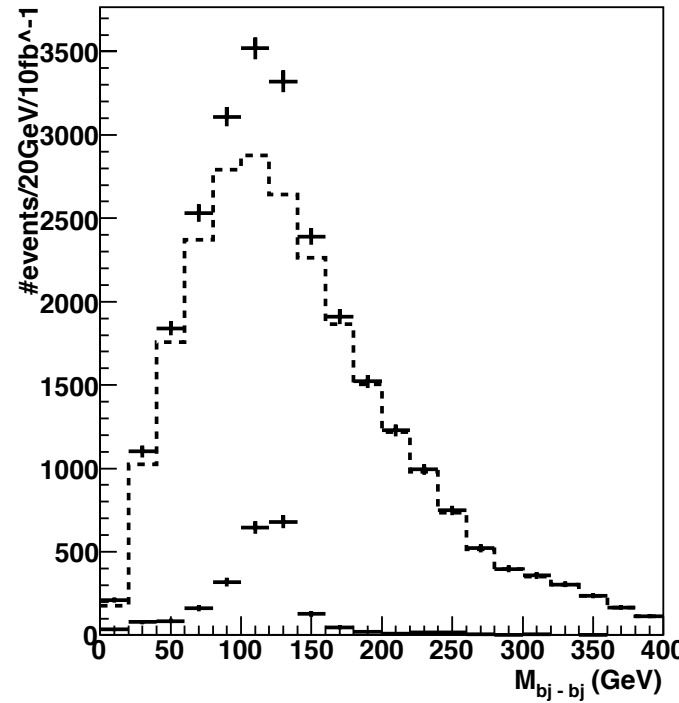
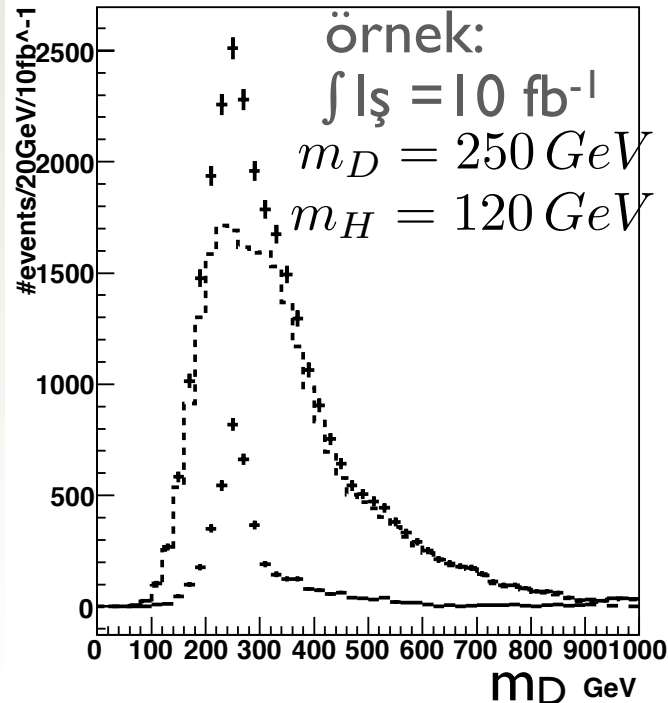
Higgs hafifse

Higgs ve $q=-\frac{1}{3}$ kuvarklar

- d-D karışımı ağaç seviyesinde dDh köşesine yol açar
- bu özelliği çift keşif için kullanabiliriz: hafif H & D
- Hızlı MC kullanarak çift üretimine ATLAS için bakıldı
 - $m_D = 250 - 1000$ GeV arası taranmış

$m_D = 250$ (500) GeV		BR	expected final state
D_1	D_2		
$D \rightarrow h j$	$D \rightarrow h j$	0.029 (0.053)	$2j 4j_b$
$D \rightarrow h j$	$D \rightarrow Z j$	0.092 (0.120)	$2j 2j_b 2l$
$D \rightarrow h j$	$D \rightarrow W j$	0.190 (0.235)	$2j 2j_b l E_{T,miss}$

sinyal: $1 \ell + 2j + 2b_j + E_{T,miss}^T$



- DD \rightarrow Whjj kanalında 5σ Higgs keşfi eğer $m_D < 700$ GeV ise 100 fb^{-1} kullanarak yapılabilir
- Eğer $m_D < 630$ GeV, bu kanal $h \rightarrow \gamma\gamma$ kadar etkin olur. (yani 100 fb^{-1} de 8σ)

Yeni kuvarks $q=2/3$ tekliler

SN-ATLAS-2004-038

• Öngören: Küçük Higgs

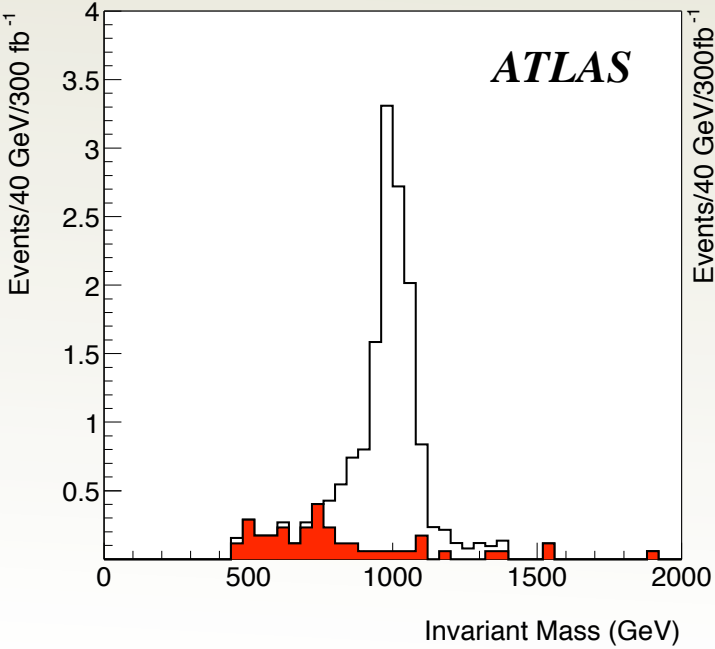
• Üretilmesi: W değiş tokuşundan tek olarak

• Bozunması: boson + (t veya b) jet

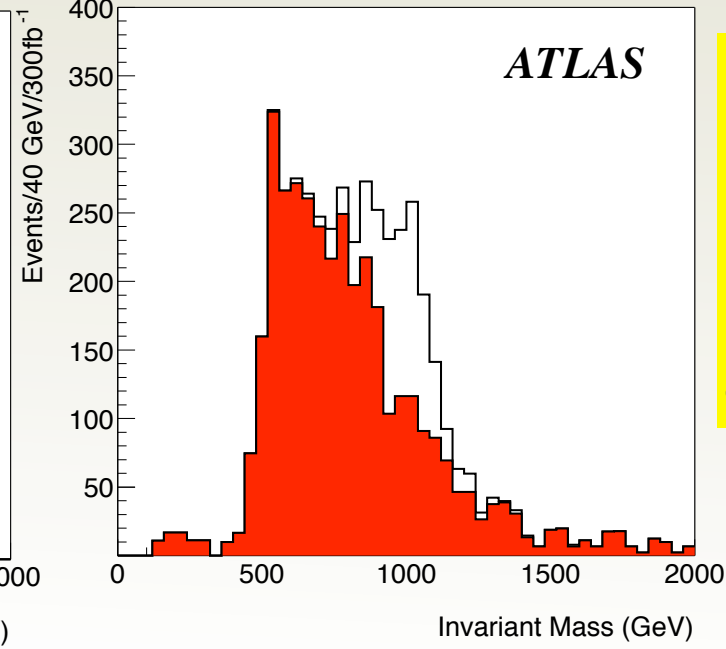
$$qb \rightarrow q'T \rightarrow q' Wb \quad (ht, Zt)$$

- Hızlı MC temelli çalışma
- T kuvark kütesine ve t-T karışımına bağlı
- 3 bozunma kanalı da çalışılmış.

$$Zt \rightarrow \ell\ell\nu j_b$$



$$Wb \rightarrow \ell\nu j_b$$



300 fb⁻¹ ile T gözlenebilir:

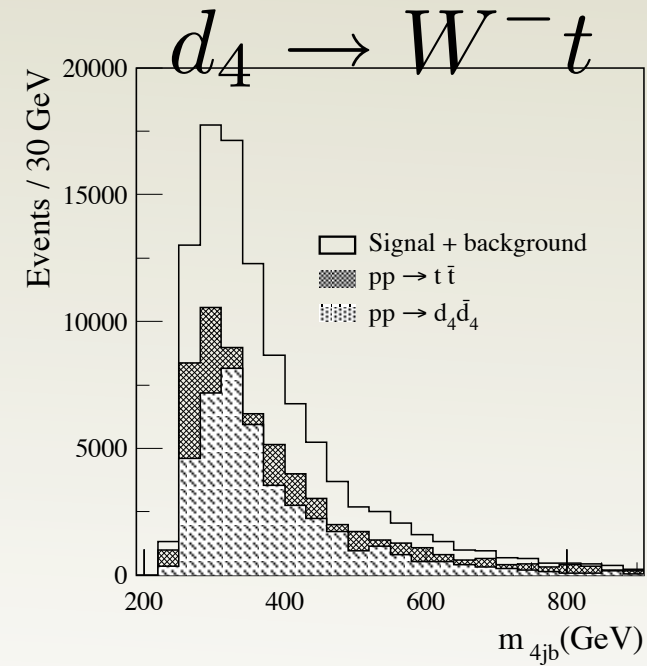
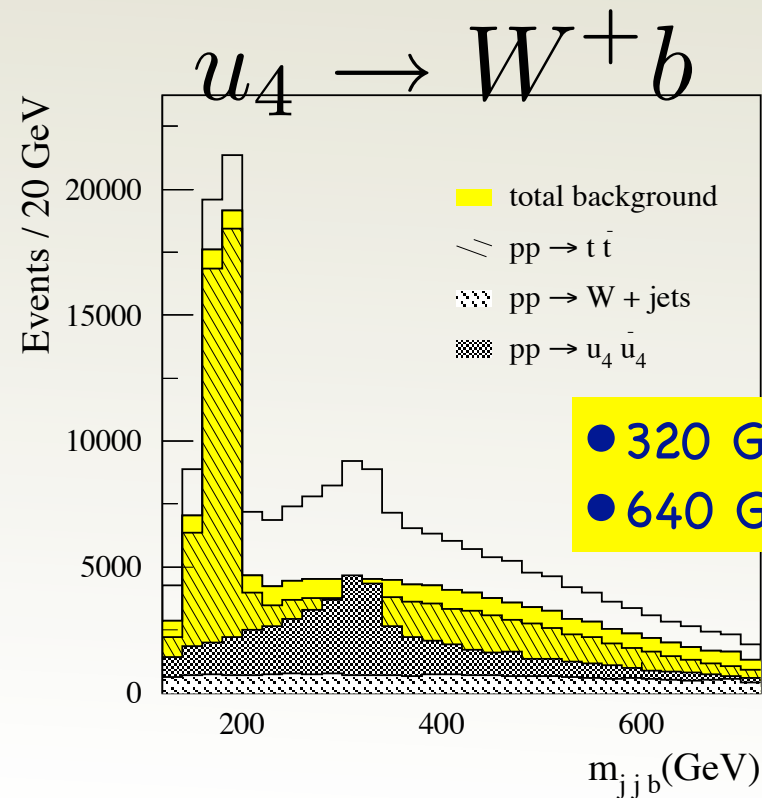
- ~2.5 TeV'e kadar Wb ile,
- ~1.4 TeV'e kadar Zt ile.

eger t-T karışımı en yüksek değerinde ise

Yeni kuvarks çiftliler

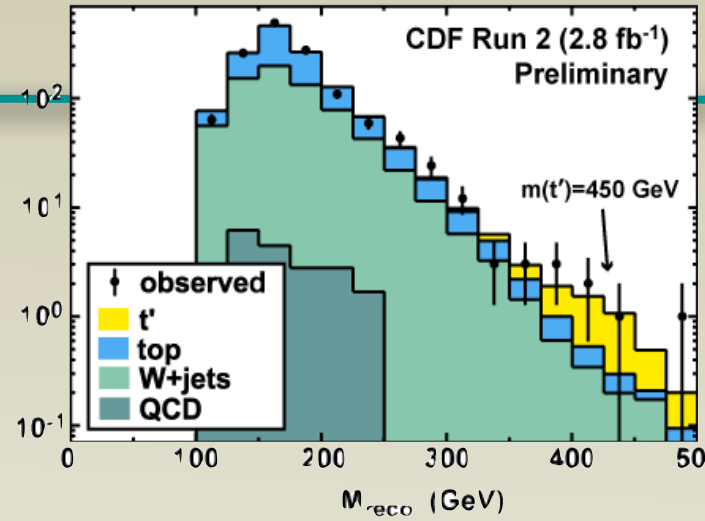
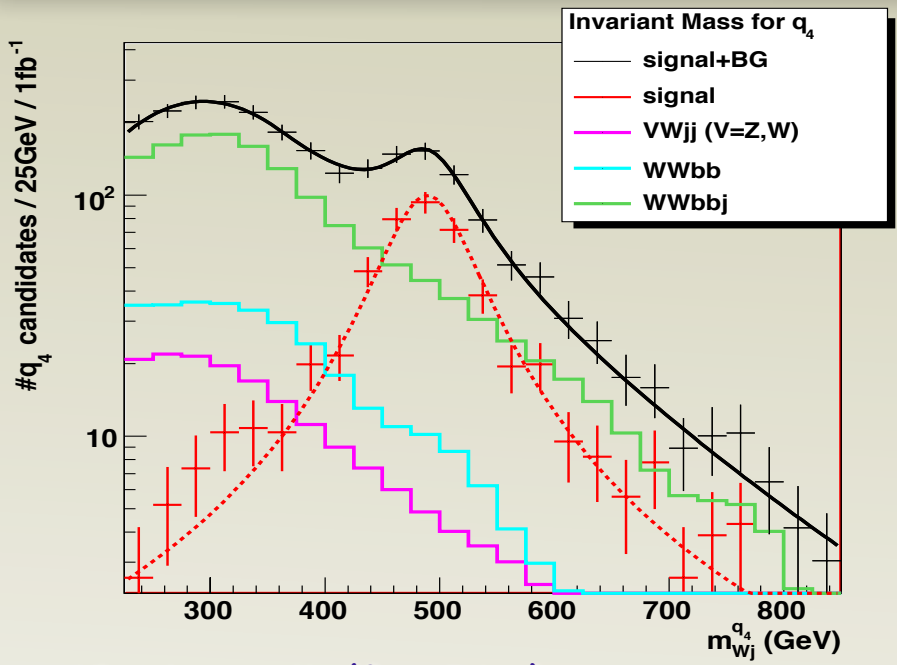
- Öngören: DMM
- Üretilmesi: gluon (kuvark) kaynaşmasından çift
- Bozunması: $W + \text{jet}$ (FCNC yok)
 - Hızlı MC temelli çalışma
 - yeni kuvark kütlesini tara
 - 100 fb⁻¹ sonuçları verilmiş

$$pp \rightarrow u_4 \bar{u}_4 \text{ or } d_4 \bar{d}_4$$



- d_4 geniş sinyal 320 GeV de
- Ardalan şeklinin kesin bilgisi gerekli

Eğlencelik



OPUCEM [User:erkcan, Host:pb-d-128-141-140-78.cern.ch] Compiled GUI

OPUCEM Inputs

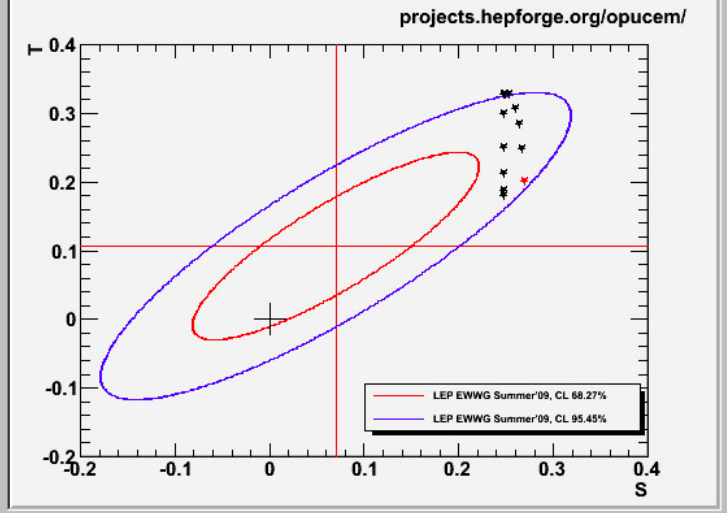
4th gen. parameters	
u4 [GeV]	490
d4 [GeV]	550
v4 [GeV]	550
e4 [GeV]	550
h [GeV]	150
N4 [GeV]	850
sin_34	0.10
Constants	
mZ [GeV]	91.1875
s2w	0.23122
mhref [GeV]	115
mtref [GeV]	173.1

OPUCEM Outputs

```

OPUCEM Analysis Started on Tue May 11 11:36:23 2010
Dirac type -> S = 0.248096 T=0.179915RR= 4.6829 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Dirac type -> S = 0.248096 T=0.187666RR= 4.2967 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Dirac type -> S = 0.248096 T=0.212470RR= 3.4152 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Dirac type -> S = 0.248096 T=0.249676RR= 3.1049 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Dirac type -> S = 0.248096 T=0.299285RR= 4.5800 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Dirac type -> S = 0.248096 T=0.328739RR= 6.4772 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Majonara type -> S = 0.249052 T=0.328731RR= 6.4540 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Majonara type -> S = 0.253121 T=0.327521RR= 6.2765 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Majonara type -> S = 0.260610 T=0.308056RR= 4.9936 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Majonara type -> S = 0.264054 T=0.283908RR= 4.0761 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Majonara type -> S = 0.267209 T=0.248452RR= 3.7886 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Majonara type -> S = 0.270106 T=0.201198RR= 5.2614 (when: u4=490.00 GeV, d4=550.00 GeV)
Directory out/Tue May 11 11:41:49 2010 is created.
Printing...
T-S plot has been saved as PNG.
T-S plot has been saved as PDF.
T-S plot has been saved as ROOT.
T-S plot has been saved as EPS.
Logging content is printed.
Done.
    
```

- CPV kaynağı (for BAU)
 - ➔ 3x3 CKM is 10^{10} too short to match WMAP data
 - ➔ yeni kuvarks of (300) 600 GeV would give $(10^{13}) 10^{15}$ more CPV
- Başka EZ bakışım kırılması
 - ➔ 4th generation fermion condensate can play the Higgs role
 - ➔ 5D AdS, K.K. excitations of gauge bosons interacting w/ 4th generation fermions => Yukawa bağlaşıms & kütle hierarchy
- Fermiyon kütle hierarchy
 - ➔ gözlenen fermiyon kütle of in the first 3 families arise from perturbations to a flavour-blind 4x4 kütle matrisi.
- Kara Madde adayı
 - ➔ hadrons from kararlı t' , v' , additional fermions of spin-charge unification models



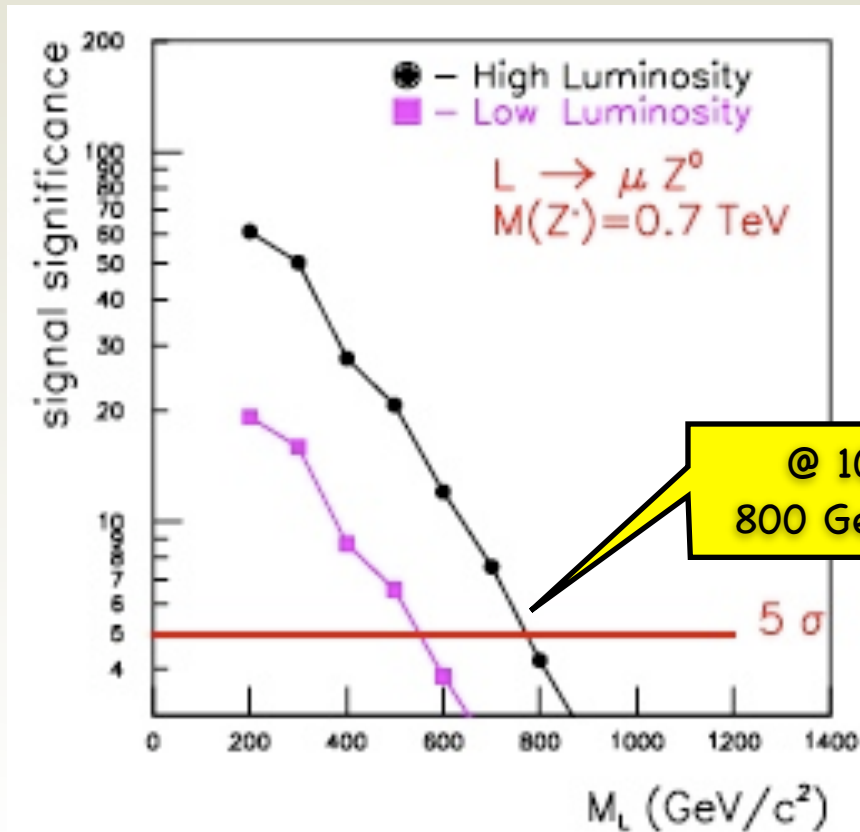
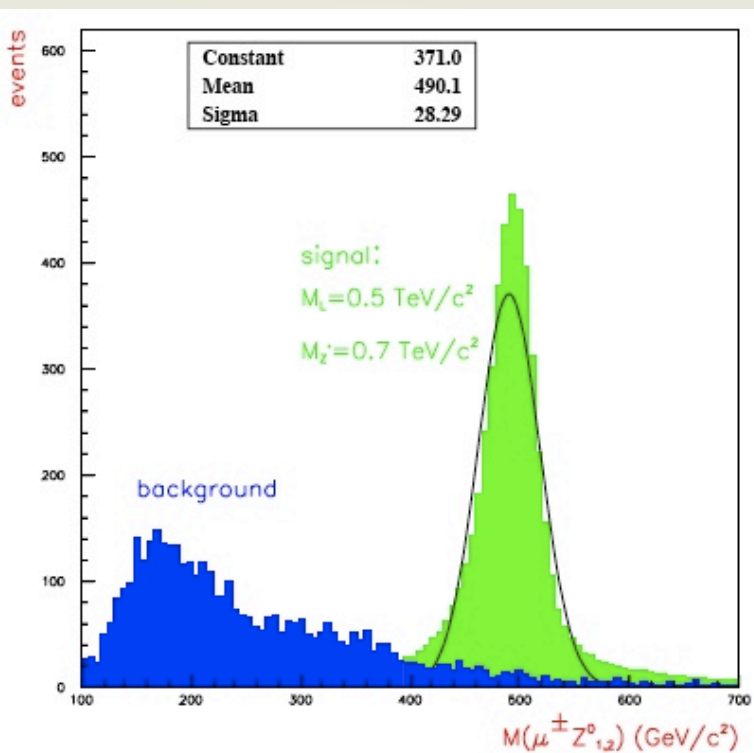
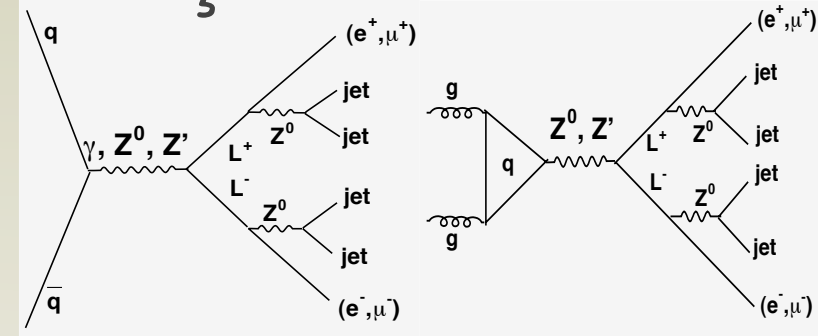
Yeni Leptonlar

Öngören: Dördüncü aile, E_6 BBK, tekniyenk.

Üretilmesi: gluon/kuvark kaynaşmasından çiftler

Bozunması: boson + lepton

- Hızlı MC temelli çalışma
- L ve Z' kütesine bağlı

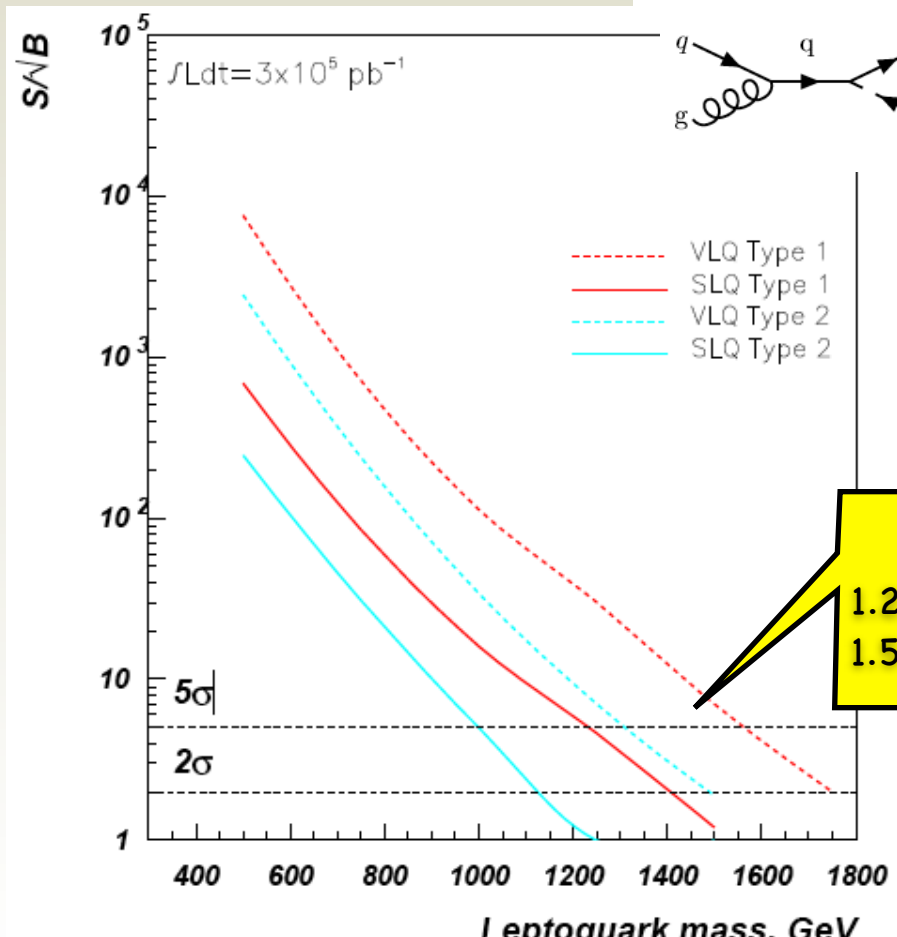
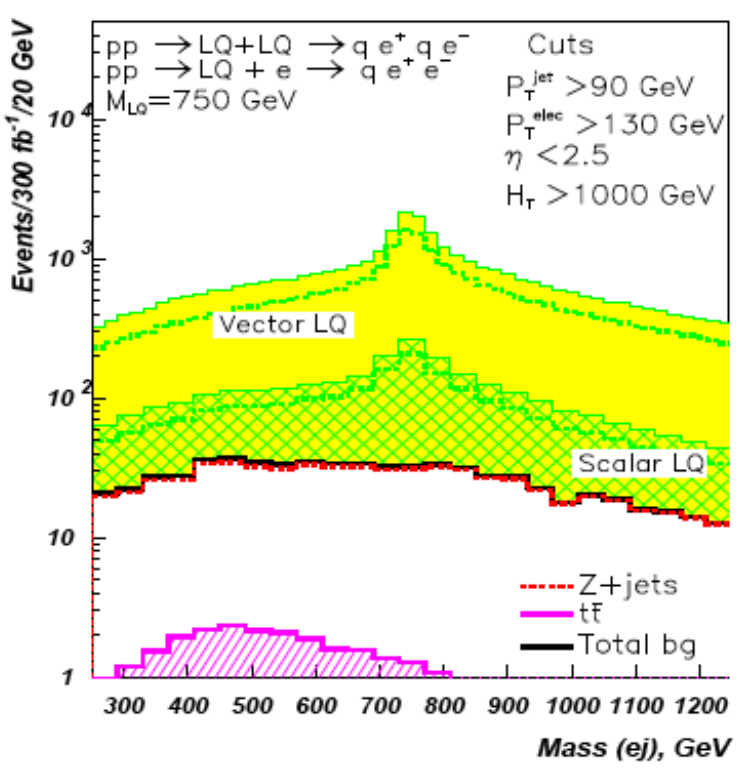
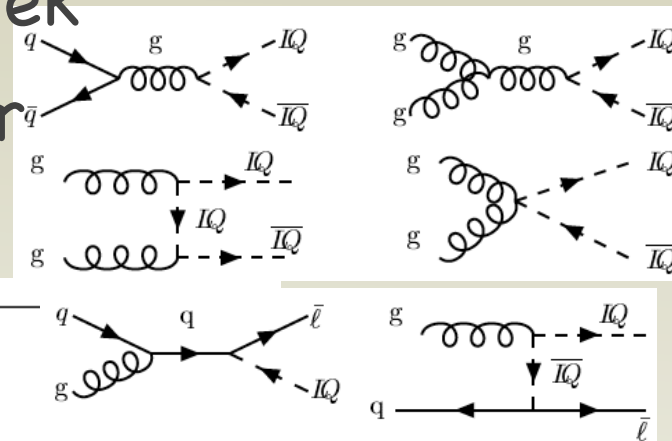


Yüksek Z' kütesi L kütle erişimini arttırır: $Z' = 2 \text{ TeV}$ de $L = 1 \text{ TeV}$ erişilebilir.

Lepto-kuvarklar

- Öngören: BBT & bileşik modeller
- Üretilmesi: g-g (q) kaynaşmasından çift+tek
- Bozunması: e(tür1) veya V(tür2) + hafif jetler

- Sayı & Yöney LKlar için hızlı MC temelli çalışma
- Bağlaşım κ , $\lambda=e$ (for V)
- LK kütlesi taranmış



SM'den SM ötesine

4.Aile

- ▶ *Fermionlar*: madde parçacığı
- Kuvarklar & Leptonlar

yeni kuvarklar

yeni leptonlar

lepto-kuvarklar

yeni bileşenler

bileşik modeller

BBK

- ▶ *Ayar kümesi yapısı*

Ayar Kümesi K

yeni ayar bosonları

- ayar bosonlar: kuvvet taşıyıcılar

Küçük Higgs

- ▶ *EZ Bakışım Kırılması*

- Higgs bosonu ile kütle kazanımı

Dinamik Bakışım Kırılması

Teknirenk

2HÇM

yeni sayıllar

yeni EZBK yöntemleri

- ▶ *3+1 uzay-zaman*

yeni boyutlar

RS modelleri

ADD modelleri

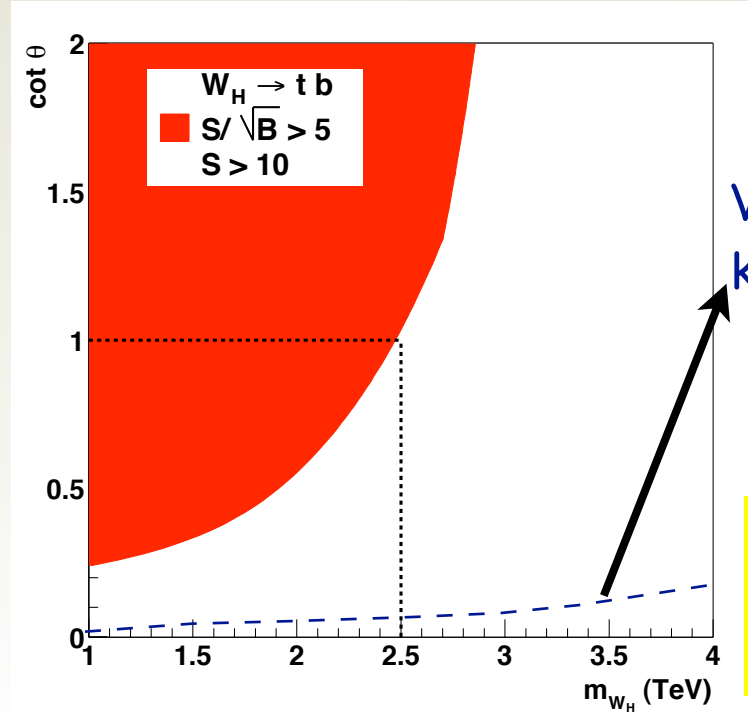
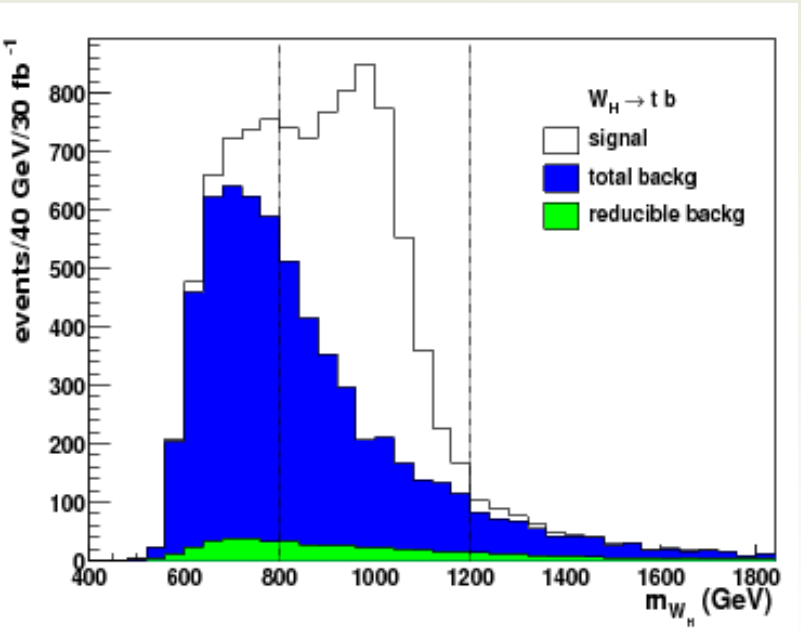
Yeni bosonlar W' / W_H

ATLAS-PHYS-PUB-2006-003

- Öngören: $SO(10)$, E_6 , BBK, Küçük Higgs, EB,...
- Üretilmesi: $q-q'$ yokolmasından s kanalıyla
- Bozunması: $top-b \ q\bar{q}' \rightarrow W' \rightarrow tb \rightarrow \ell\nu bb$

- Hızlı MC temelli çalışma
- $W-W_H$ bağlaşımı $\cot\theta$ üzerinden
- 1 & 2 TeV W_H kütlesi çalışılmış

300fb⁻¹ veride keşif düzlemi



$W_H \rightarrow e\nu$ sonucuyla karşılaştıralım

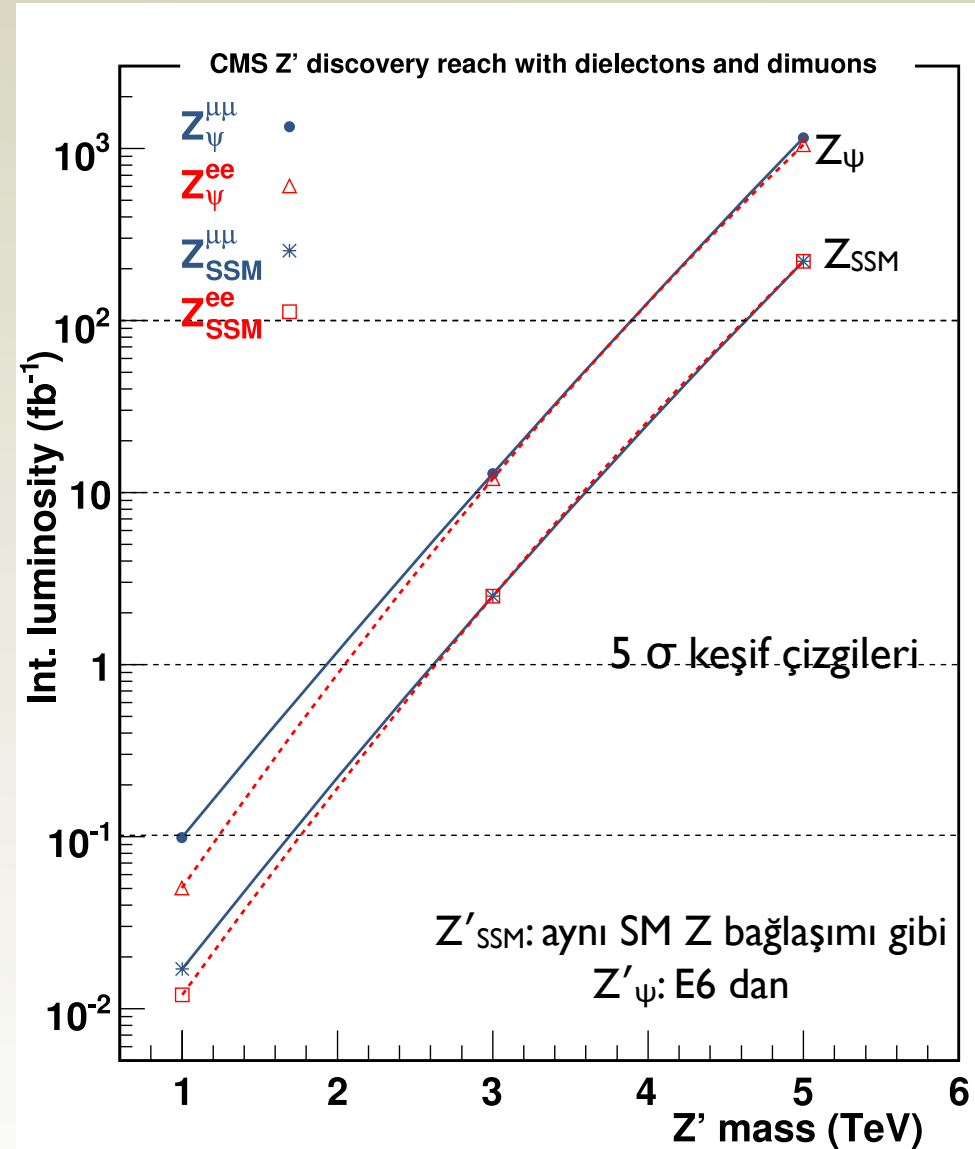
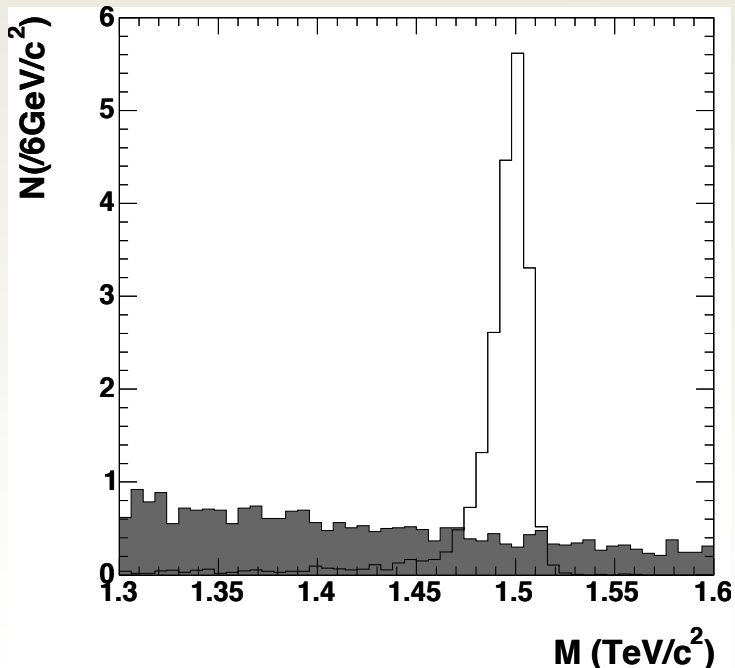
SN-ATLAS-2004-038

$W-W_H$ karışımına bağlı olarak, keşif erişimi 6.5 TeV olabilir.

Yeni bosonlar: Z'

- Öngören: $SO(10)$, E_6 .. GUTs, Little Higgs, EDs
- Üretilmesi: q - q yokolmasından
- Bozunması: fermiyon çiftlerine

- İki lepton (ee , $\mu\mu$) kanalı temizdir.
- Tevatron alt sınırları: 700-800 GeV
- CMS'den 1.5 TeV Z' örneği elektronlardan (temiz sinyal)

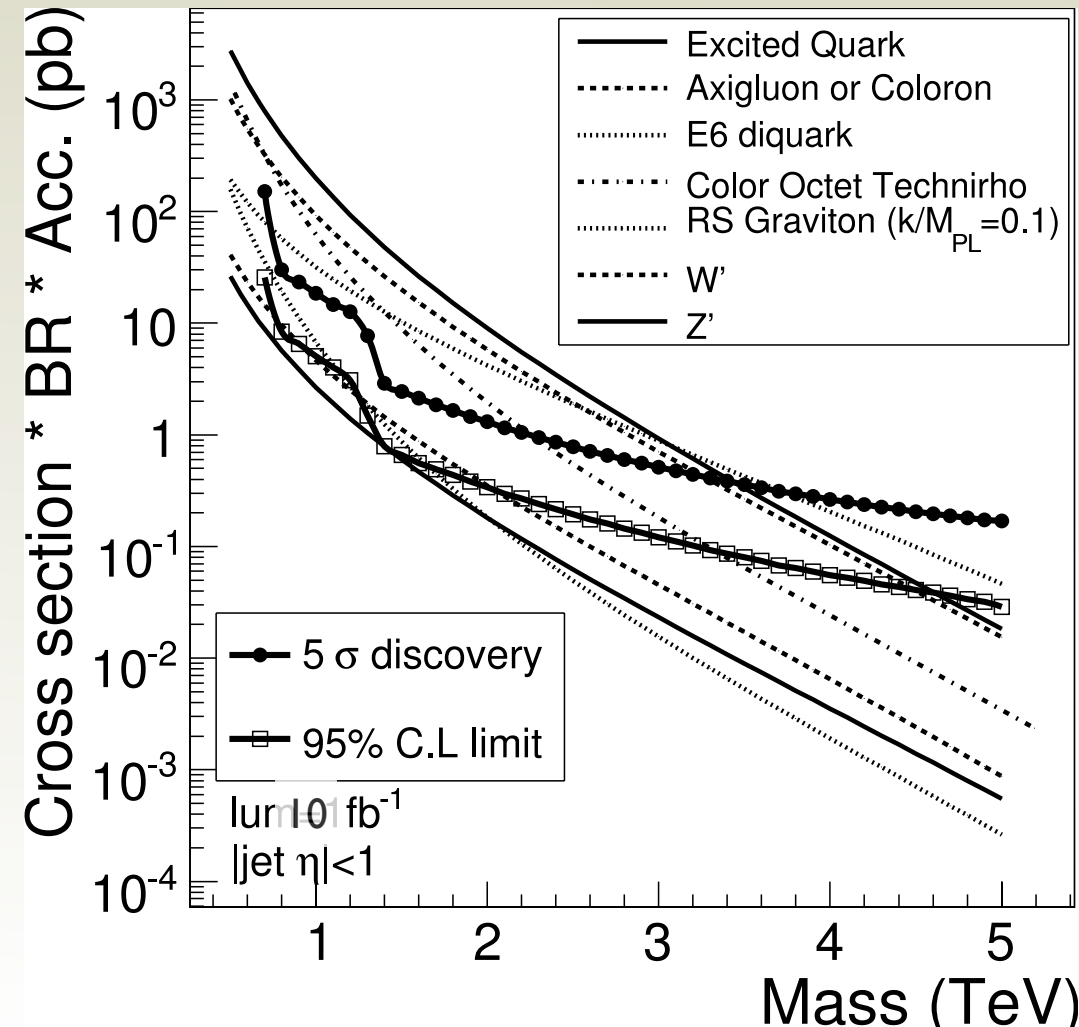


BHÇ ~4.5 TeV $m_{Z'}$ erişimi sağlayacak

- ▶ Sadece hadronlara bağlanan Z' : hadronsever
- ▶ A_{FB}^b (dünya ortalaması) deki 2.8σ çelişkiyi açıklayabilir
- ▶ CMS'de tam benzetim ile $Z' \rightarrow$ iki jet araması

- $Z^{(1)} = 2 \dots 3$ TeV
- Model'den bağımsız arama

$\int \text{Lumi} = 10 \text{fb}^{-1}$ ile ~ 3.5 TeV'e kadar keşif imkanı var.



Hangi Z' ?

► Eğer bulunursa(!) hangi parçacık / model olduğunu anlamak için

① spin=dönü dağılımları ile parçacığı tanımak “kolay”

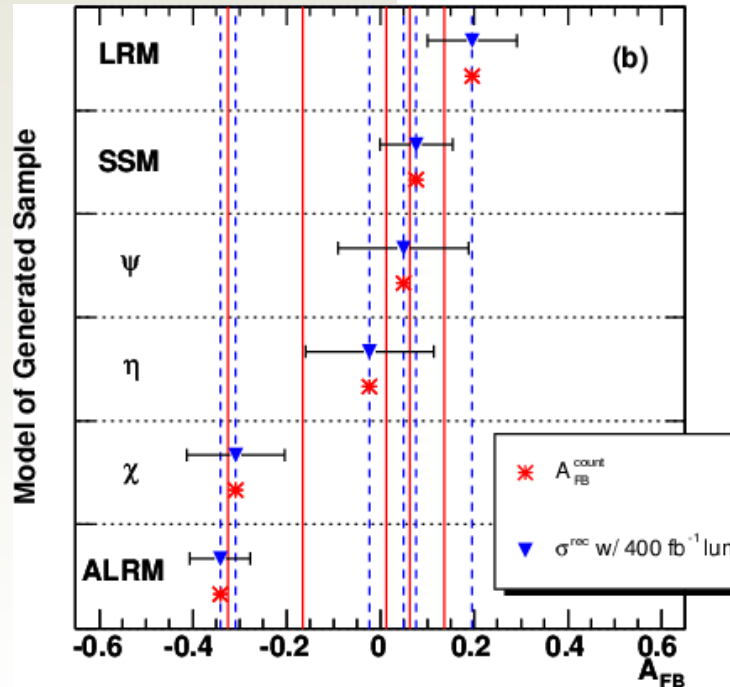
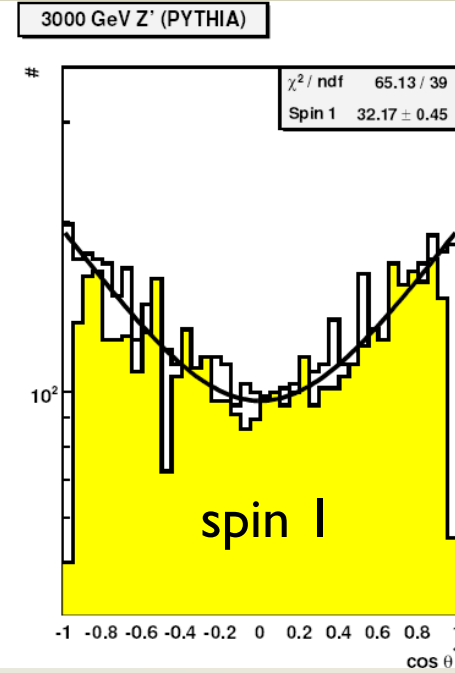
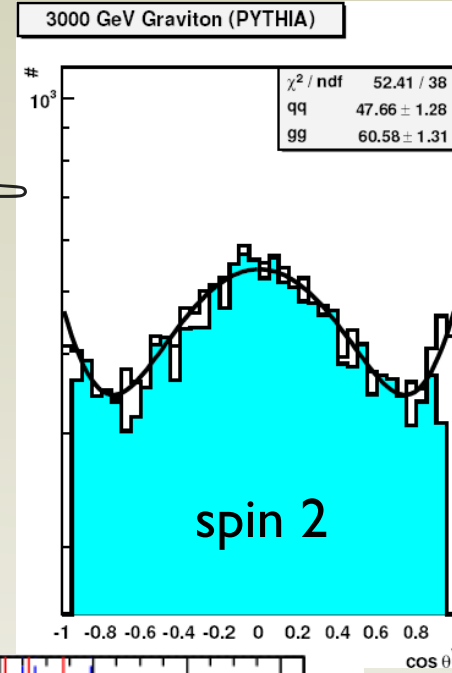
② Kuramı tanımak ise A_{FB} ile mümkün olabilir

$$\frac{d\sigma}{d\cos\theta} = \frac{3}{8}(1 + \cos^2\theta) + A_{FB}\cos\theta$$

$$\theta = \frac{\vec{\ell} \cdot \vec{q}}{|\vec{p}| \cdot |\vec{q}|}$$

$$A_{FB} = \frac{\ell_F - \ell_B}{\ell_F + \ell_B}$$

A_{FB} : kuramın öngördüğü şekilde bağlaşıma bağlı



$$Z' = 3\text{TeV}, \int L = 400 \text{ fb}^{-1}$$

bazı modeller için çok zor olabilir.

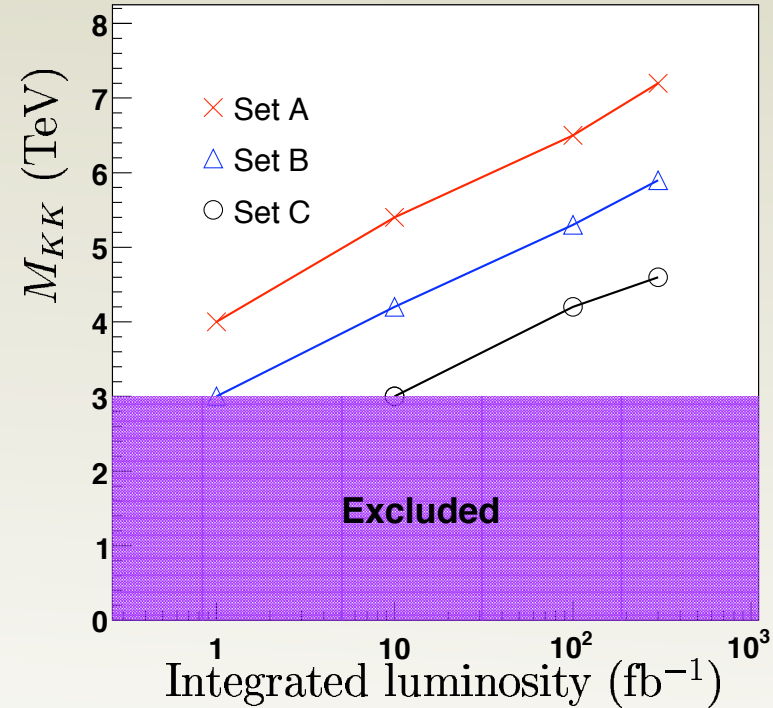
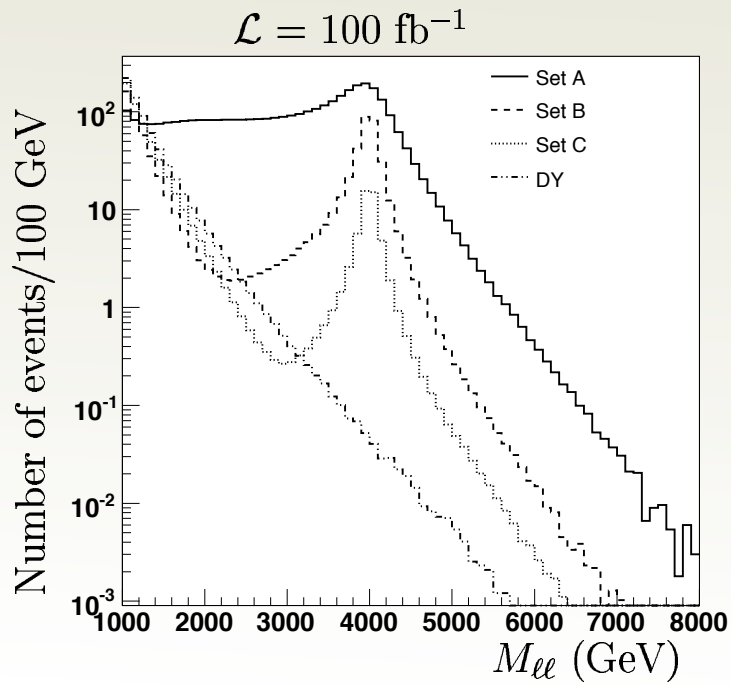
Yeni bosonlar Z^n

SN-ATLAS-2007-065

- Öngören: RS, ADD modelleri
- Üretilmesi: q-q yokolmasından
- Bozunması: lepton çiftleri

- Tam benzetim temelli çalışma
- 3 Parameter kümesi ile fermiyon kütle & karışımları (A, B, C) denenmiş
- sadece elektronlar kullanılmış

$$pp \rightarrow \gamma^n / Z^n \rightarrow l^+ l^-$$



100fb⁻¹ veri ile, modele bağlı olarak, keşif erişimi yaklaşık 6 TeVdir.

SM'den SM ötesine

4.Aile

- ▶ *Fermionlar*: madde parçacığı
- Kuvarklar & Leptonlar

yeni kuvarklar

yeni leptonlar

lepto-kuvarklar

yeni bileşenler

bileşik modeller

BBK

- ▶ *Ayar kümesi yapısı*

Ayar Kümesi K

yeni ayar bosonları

▶ *EZ Bakışım Kırılması*

- Higgs bosonu ile kütle kazanımı

Dinamik Bakışım Kırılması

Küçük Higgs

yeni sayıllar

yeni EZBK yöntemleri

Teknirenk

2HÇM

- ▶ *3+1 uzay-zaman*

yeni boyutlar

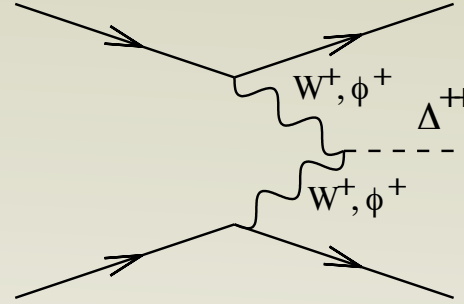
RS modelleri

ADD modelleri

Yeni Sayılar $q=\pm 2$

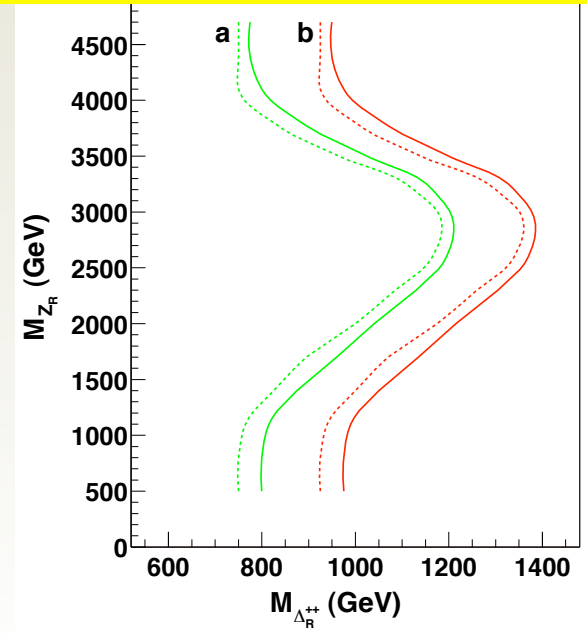
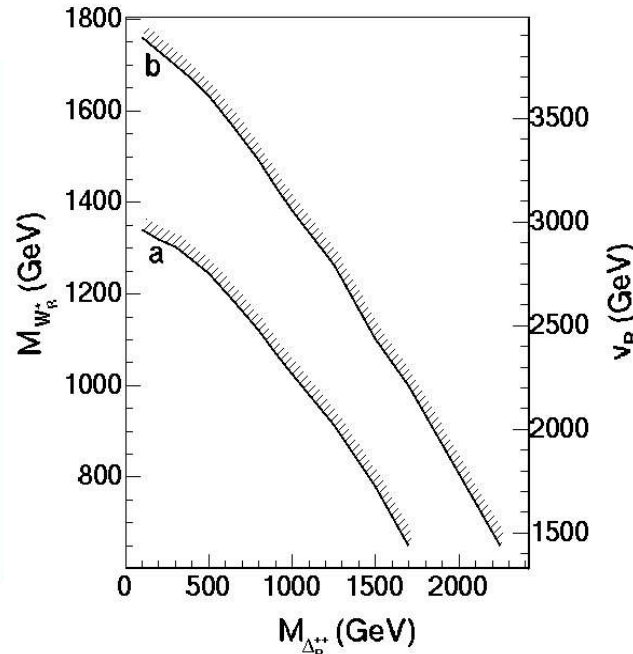
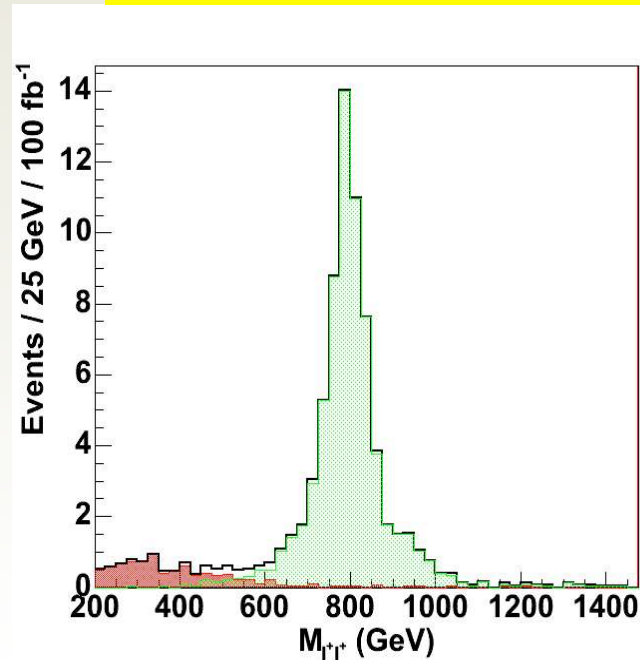
SN-ATLAS-2005-049

- Öngören: Küçük Higgs, LRSM
- Üretilmesi: q - q yokolmasında çift & W kaynaşmasından tek
- Bozunması: lepton çiftleri
 - Hızlı MC temelli çalışma
 - W^+_R & Δ^{++} kütlesi en az 10olay için tarandı
 - e, μ & τ kanalları ayrı ayrı çalışıldı
 - 100(a) & 300(b) fb^{-1} sonuçları verilmiş



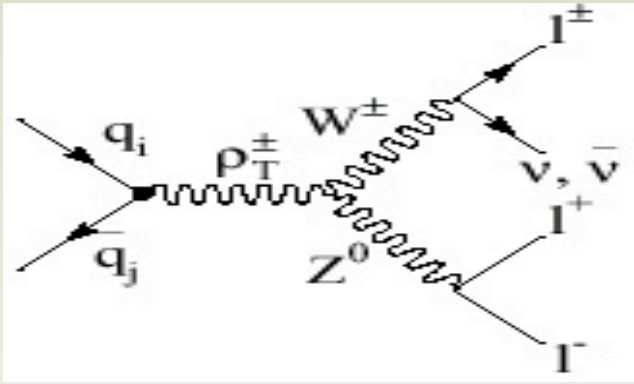
tek üretimi m_{W^+} kütlesine bağlı olarak $\sim 1.8\text{TeV}$ 'e ulaşır.

çift üretimi reach 1.1 TeV depending on m_{Z_R} with 3 and 4 leptons



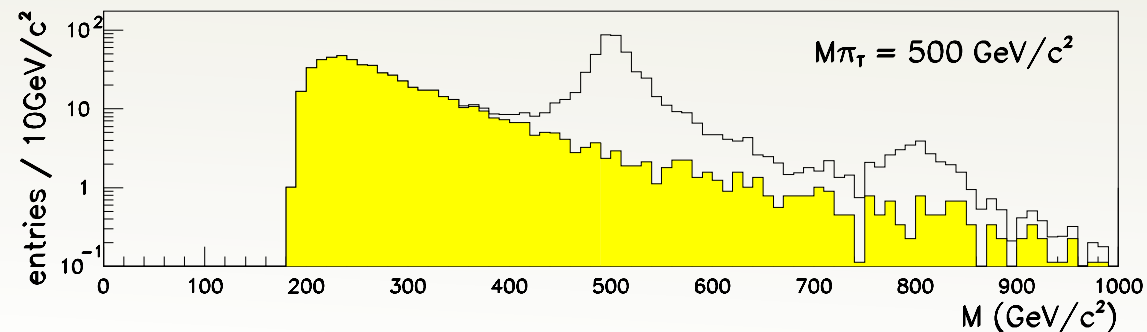
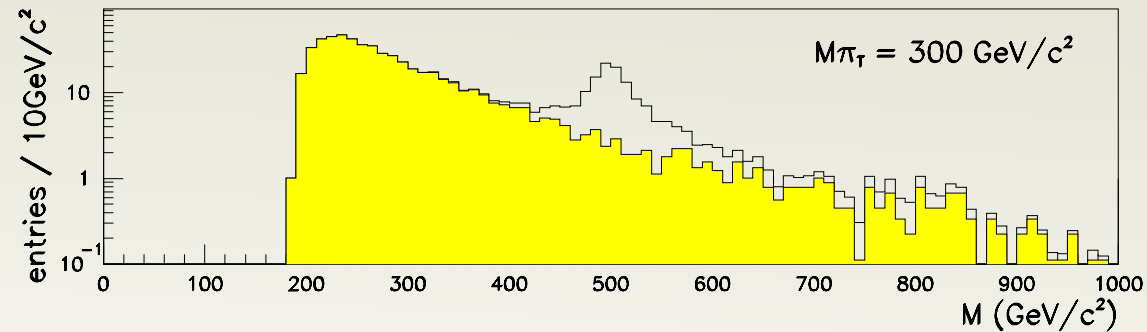
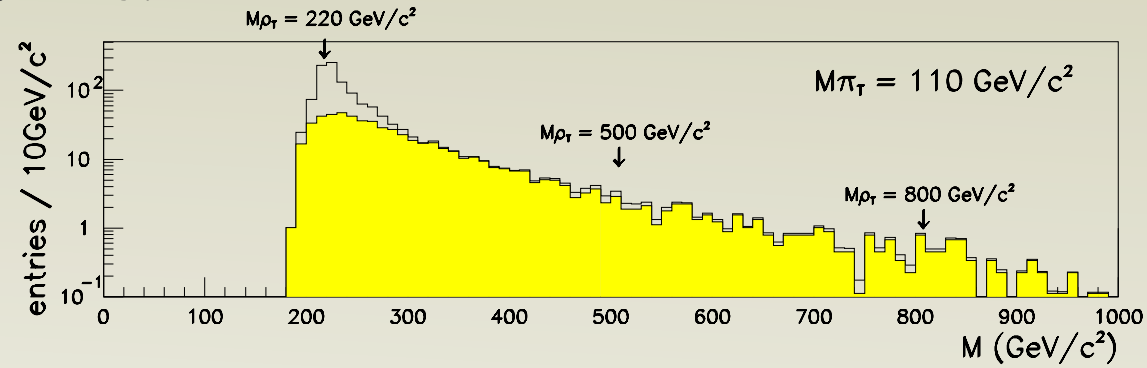
Yeni EZBK sayıl olmadan

- Öngören: Dynamical BK modelleri, teknirenk
- Üretilmesi: from q-q yokolması
- Bozunması: boson çiftleri



- Hızlı MC temelli çalışma
- farklı π_T için, ρ_T kütle taraması

Farklı model ayarlarına göre, 30fb^{-1} veri ile keşif yapmak mümkün.



Yeni EZBK: Üstün Bakışım (SUSY)

• Madde ve kuvvet taşıyıcılar arasında gözlemlenen “dönü” bakışımından vazgeçelim: bütün SM parçacıklarına ü-eşler önerelim.

- İnce ayar, KM gibi sorunları çözer

• ÜSBA gözlenmedi: üparçacıklar ağır: bakışım kırılmış

• Zengin olaybilim (R_{parity} ile bile):

- parameters # büyük: MSSM* durumu >100
- bol BK seçeneği: MSSM, mSUGRA, GMSB, AMSB..

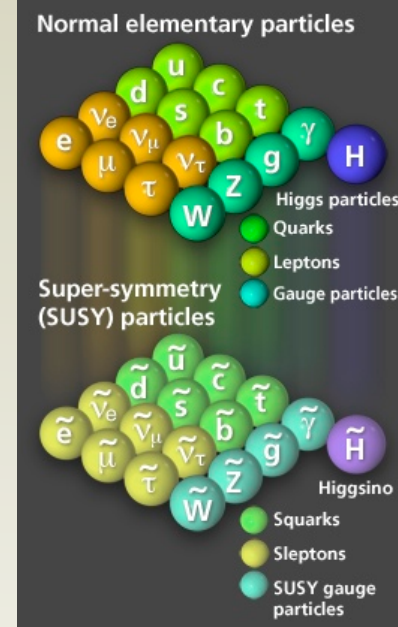
• Ortak özellikler:

5 parameters

6 parameters

- parçacıkların ardarda bozunması yüksek p_T li cisimlere yol açar,
- kararlı EHÜP algılanmadan kaçar: büyük E_T^{eksik} .

Arananlar: jetler + E_T^{eksik} ve leptonlar + jetler + E_T^{eksik}



*

#parameters=124, kaynak: SN-ATLAS-2006-058

Yeni EZBK: mSUGRA

SN-ATLAS-2007-049

mSUGRA'nın EHÜPü KM adaydır.

- model WMAP verisi ile uyumlu olmalıdır.

R-parity çift üretimini gerektirir.

- Hızlı MC temelli çalışma
- $m_{1/2}$ - m_0 parameter uzayı taranmış

$$pp \rightarrow \tilde{g}\tilde{g}$$

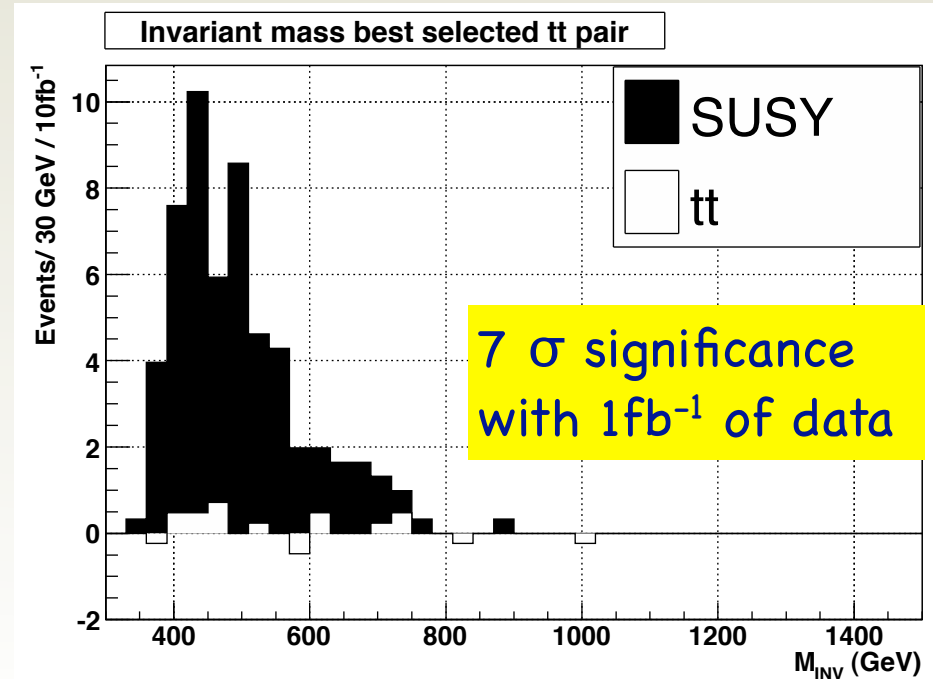
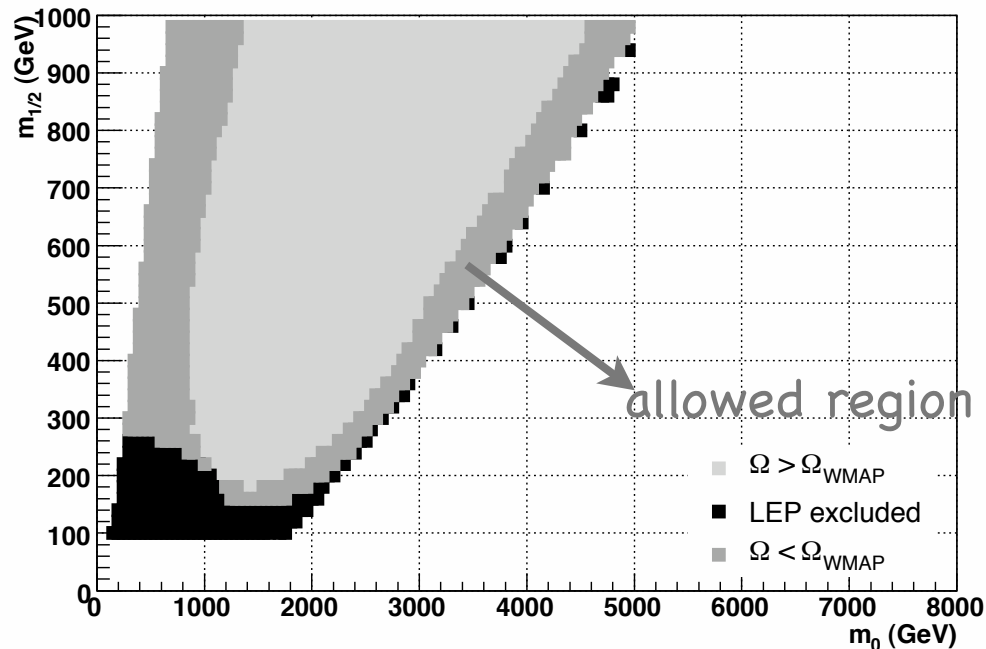
$$\tilde{g} \rightarrow \tilde{\chi}_1^+ t \bar{b}$$

$$\tilde{g} \rightarrow \tilde{\chi}_1^- \bar{t} b$$

$$\tilde{g} \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 t \bar{t}$$

jetler + E_T^{eksik}

ISAJET 7.71 $m_t = 175$ GeV, $\tan\beta = 54$ $A=0$ GeV $\mu > 0$



Yeni EZBK: GMSB

SN-ATLAS-2001-004

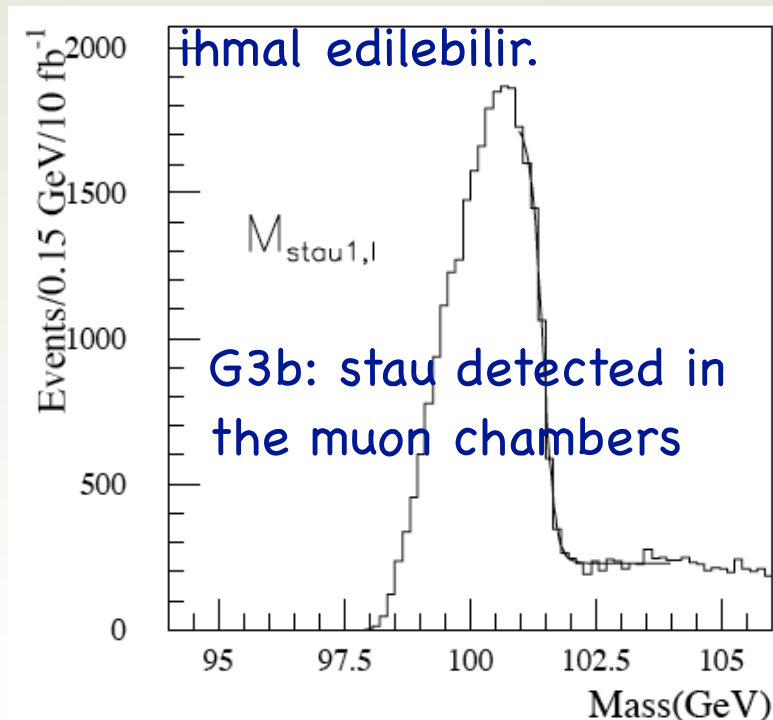
- Susy kırılma ölçeği, zayıf ölçeğe yakındır.
- EHÜP gravitino olur, ÇDYA_(FCNC) yoktur.
- Model değişkenlerin değeri & SEHÜP_(NLSP) ile mihenk noktaları belirlenir

- Hızlı MC temelli çalışma @ G3 (SEHÜP stau'dur.)
- G3b: NLSP is yarı-kararlı
- G3a: NLSP derhal bozunur

$$\tilde{q} \rightarrow \tilde{\chi}_{1,2}^0 q \rightarrow \tilde{\ell} \ell q \rightarrow \tilde{\tau}(\tau) \ell \ell q \rightarrow \tilde{G} \tau(\tau) \ell \ell q$$

leptons + jets + E_T^{eksik}

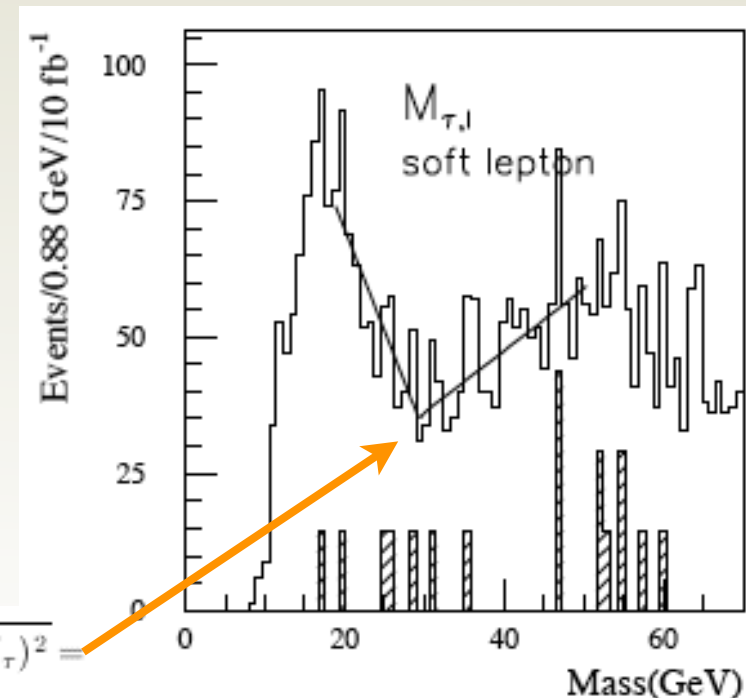
SM ardaan



Birkaç fb^{-1} ile her iki durumda da harika sinyal

G3a: stau decays before detection but dips can be calculated & fit:

$$M_{\tau l}^{\text{max}} = \sqrt{M_{lR}^2 - (M_{\tilde{\tau}_1} + M_{\tau})^2}$$



SM'den SM ötesine

4.Aile

- ▶ *Fermionlar*: madde parçacığı
- Kuvarklar & Leptonlar

yeni kuvarklar

yeni leptonlar

lepto-kuvarklar

yeni bileşenler

bileşik modeller

BBK

- ▶ *Ayar kümesi yapısı*

Ayar Kümesi K

- ayar bosonlar: kuvvet taşıyıcılar

yeni ayar bosonları

Küçük Higgs

- ▶ *EZ Bakışım Kırılması*

- Higgs bosonu ile kütle kazanımı

Dinamik Bakışım Kırılması

yeni sayılar

yeni EZBK yöntemleri

Teknirenk

2HÇM

- ▶ **3+1 uzay-zaman**

yeni boyutlar

RS modelleri

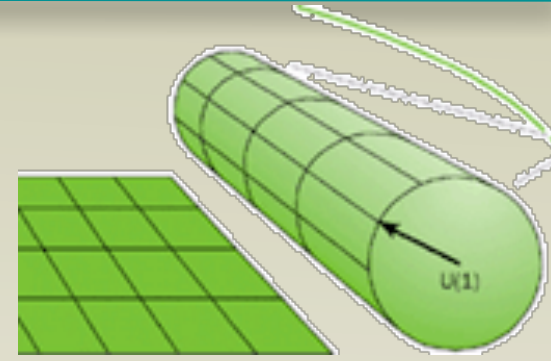
ADD modelleri

bazı EB kavramları

► Geniş Ek Boyutlar (GEB, ADD):

- tıkızlanmış, düz
- $M_{Pl}^2 \sim R_n M_S^{2+n}$, M_S : sicim ölçeği
- Graviton yığında (bulk)

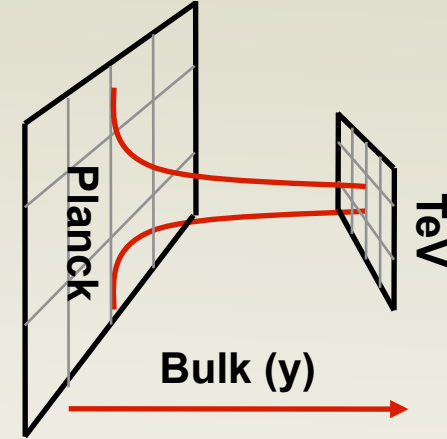
Arkani-Hamed, Dimopoulos, Dvali
Phys Lett B429 (98)



► TeV-1 Ek Boyutlar (DDG):

- M_T : tıkızlanma ölçeği
- Ayar & Higgs bosonlar da yığında

Dienes, Dudas, Gherghetta
Nucl Phys B537 (99)



► Bükülmüş Ek Boyutlar (RS):

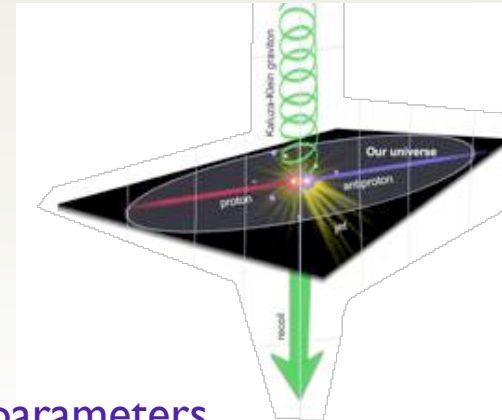
- 2-zarlı çözüm : RS tür 1
- k/M_{Pl} , k : eğrilme, bükülme çarpanı
- dar 2dönülü tınlaşım: Graviton

Randall, Sundrum
Phys Rev Lett 83 (99)

► Evrensel Ek Boyutlar (UED):

- KK-sayısı korunumu
- M_T ve kesim ölçeği Λ
- Bütün SM parçıklar yığında
- Bir çok KK spectra (ÜSBA beklentileri gibi)

Appelquist, Cheng, Dobrescu
Phys. Rev. D 64 (01)



G^{ab}, M_C, R : model parameters

EB: graviton

SN-ATLAS-2001-005

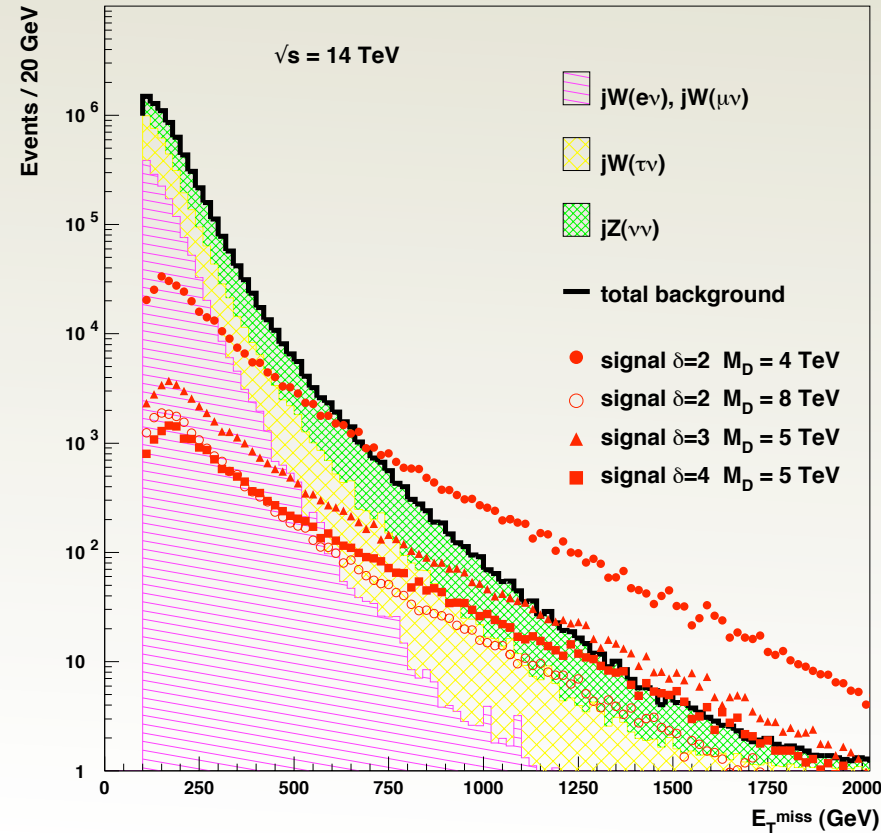
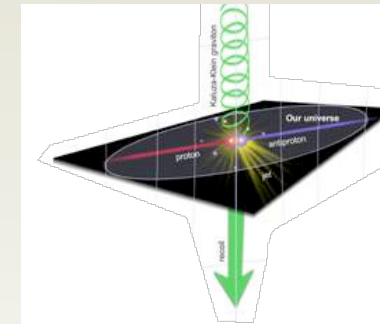
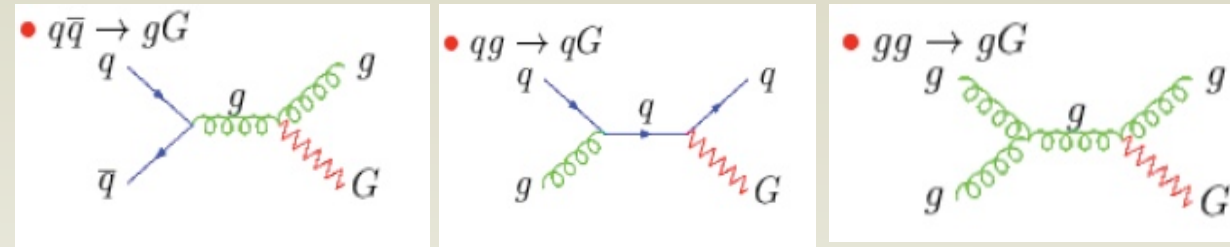
Öngören: tüm ED modelleri

Üretilmesi: q-q yokolması, q-g/g-g kaynaşması

Bozunması: - (kararlı)

$$gg/gq/q\bar{q} \rightarrow gG$$

- Hızlı MC temelli çalışma
- #EB=2,3,4 & EB ölçeği taranmış

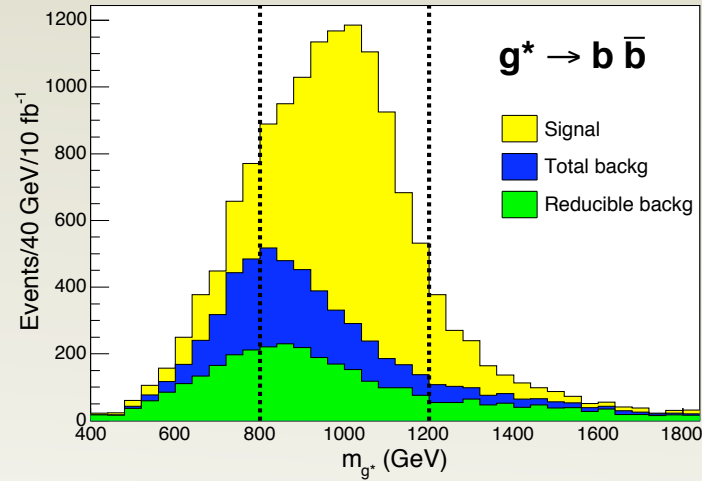


$M_{\text{Pl}(4+d)}^{\text{MAX}}(\text{TeV})$	$\delta=2$	$\delta=3$	$\delta=4$
30fb^{-1}	7.7	6.2	5.2
100fb^{-1}	9.1	7.0	6.0

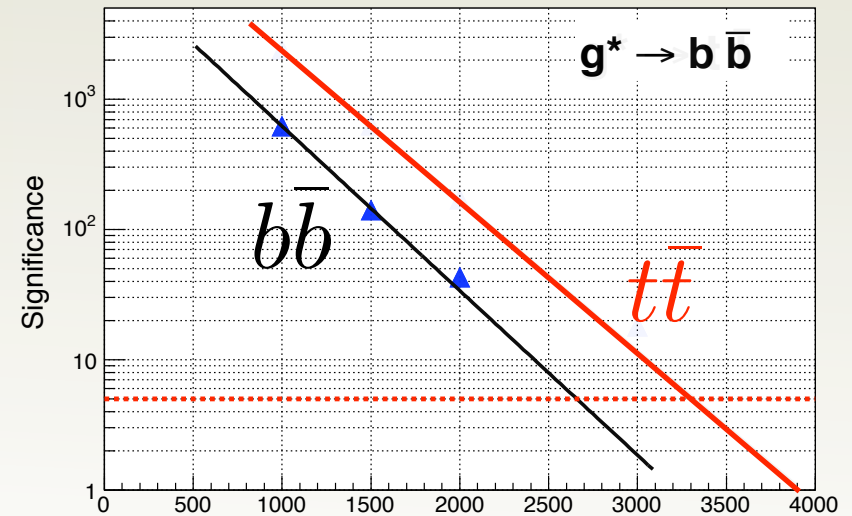
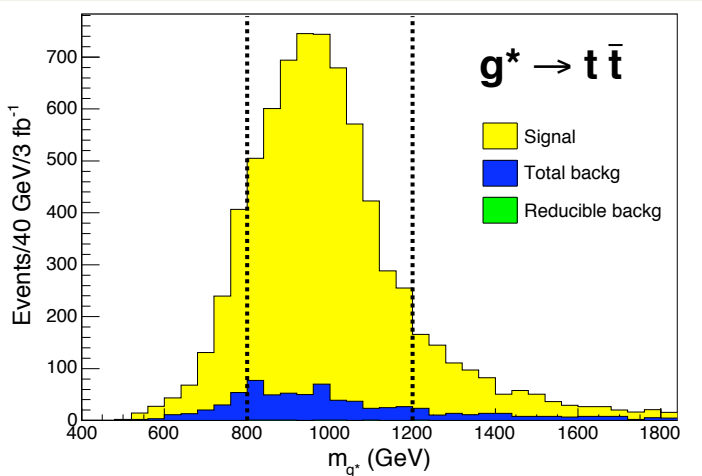
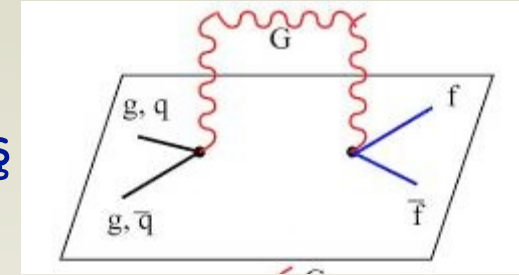
EB: uyarılmış gluonlar

- Öngören: TeV^{-1} EBlar (DDG)
- Üretilmesi: q-q yokolmasından
- Bozunması: ağır kuvark çiftleri

$$q\bar{q} \rightarrow g^* \rightarrow t\bar{t} \\ \rightarrow b\bar{b}$$



- Hızlı MC temelli çalışma
- g* kütlesi [1..3] TeV arası taranmış



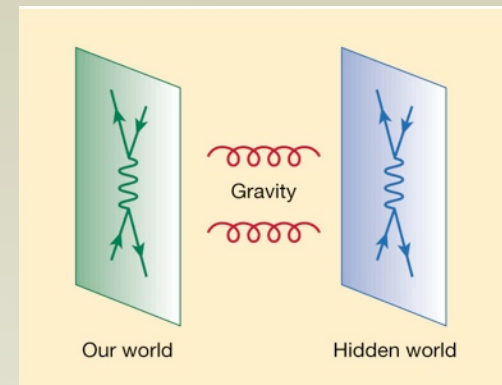
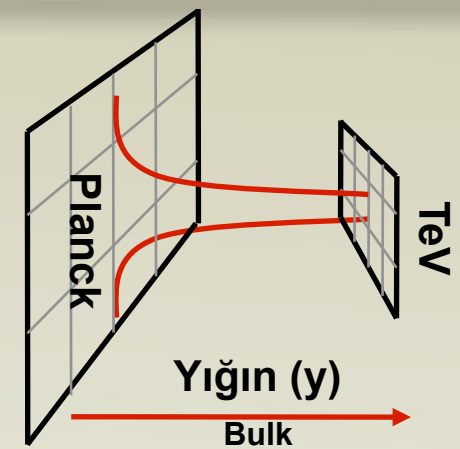
300 fb⁻¹ veri ile 3.3 TeV'e
5σ ile erişme olanağı var.

Bükük Ek Boyutlar

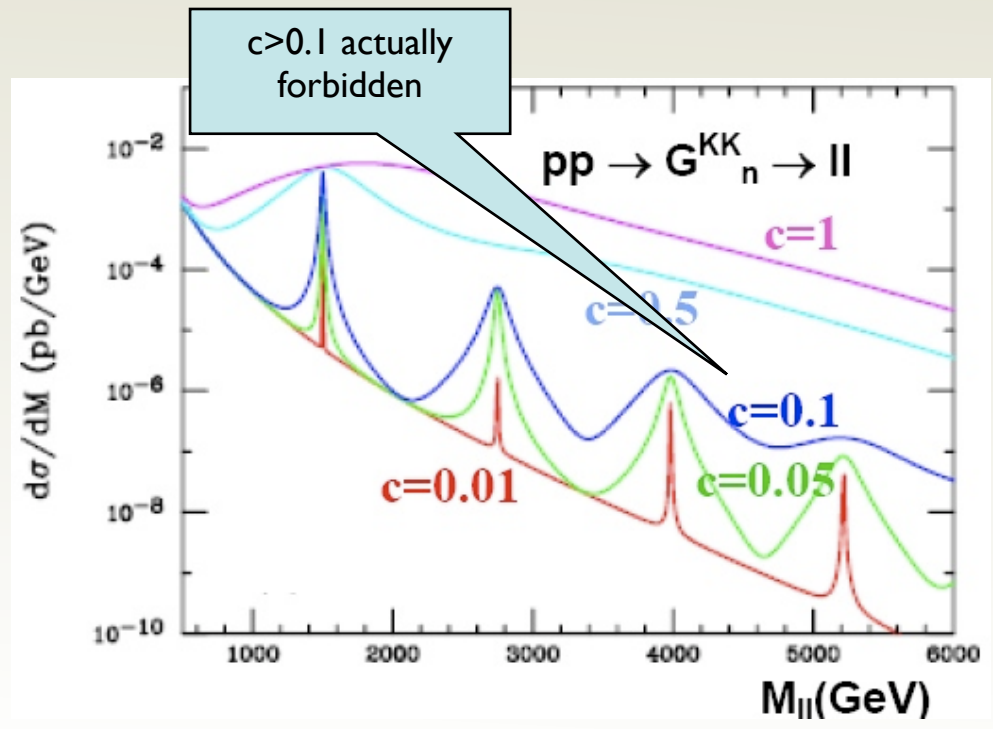
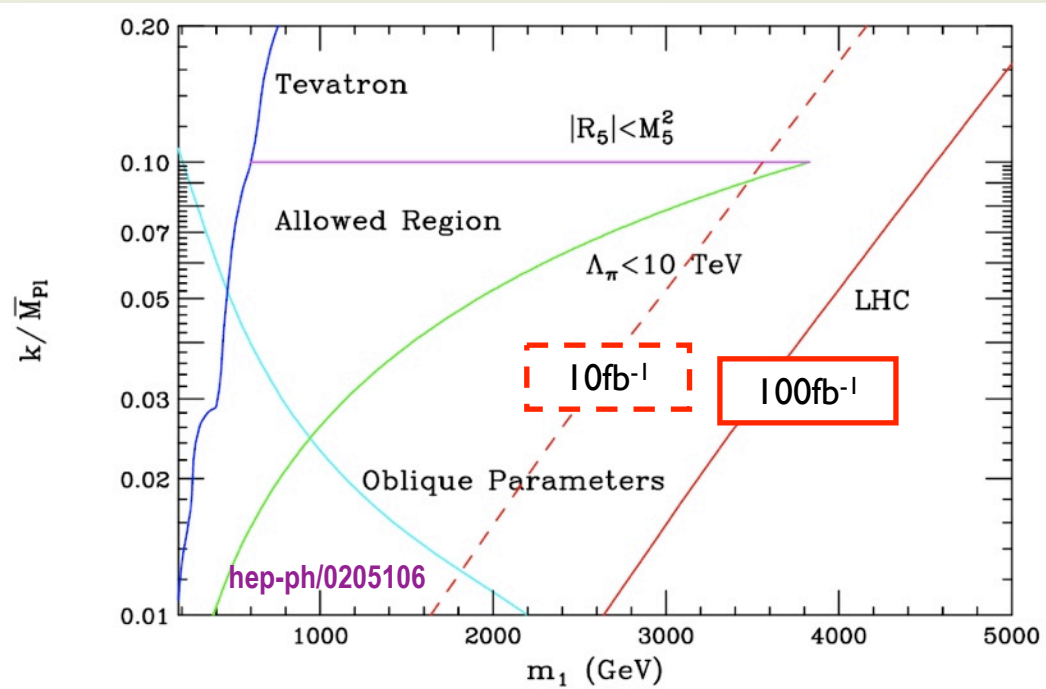
Randall Sundrum (Tür I)

- ▶ Zar metriği yığındaki konumunun işlevi olarak verilir.
- ▶ Eşleşme sabiti:
 $c = k/M_{Pl}$, k : eğrilik ölçeği
- ▶ epey ayırık, dar genişliği olan graviton kütle dizisi çıkar, kütle değeri:

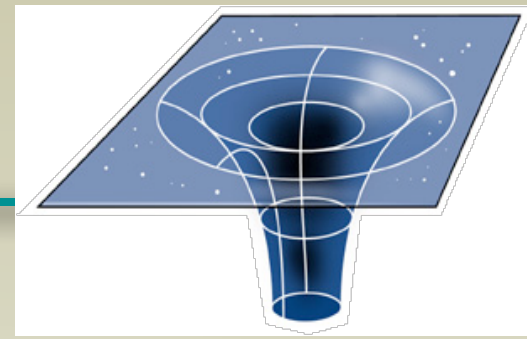
$$m_n = kx_n e^{krc\pi} \quad (J_1(x_n) = 0)$$



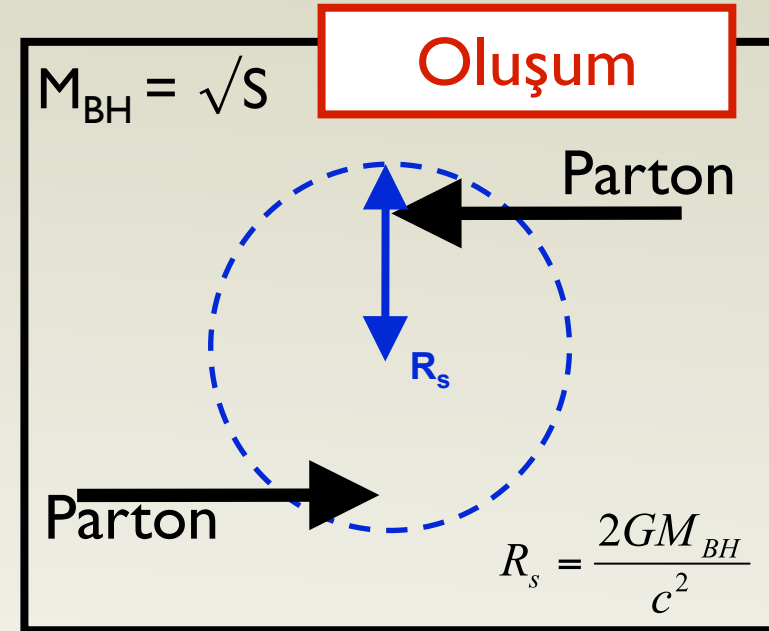
$$ds^2 = e^{-2ky} \eta_{uv} dx^u dx^v - dy^2$$



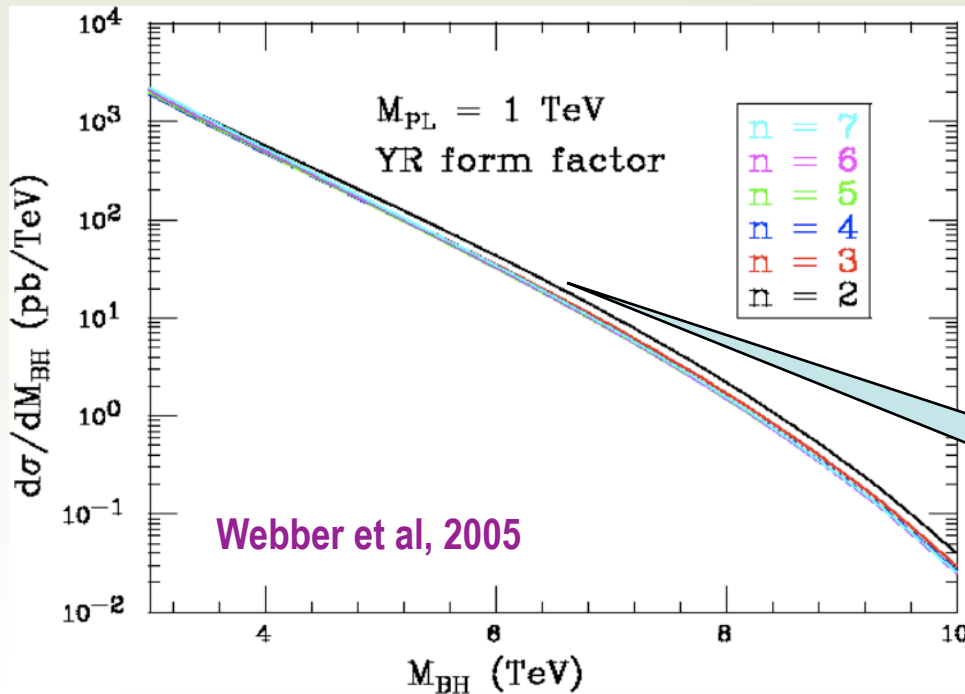
mini Kara Delikler



- EB modellerinden gelir
- $E_{KM} > M_{Pl}$ olduğunda üretilir
- M_{BH} , M_{Pl} 'e yaklaştıkça yerçekiminin Kuantum kuramı gerekir.
- $\sigma \sim \pi R_s^2 \sim 1 \text{ TeV}^{-2} \sim 10^{-38} \text{ m}^2 \sim O(100) \text{ pb}$
- BHÇ, 1 Hz sıklık ile Karadelik üretebilir.



If the impact parameter of a 2-parton collision $<$ Schwarzschild radius R_s , then a black hole with M_{BH} is formed.



BH from LED, possible from RS as well

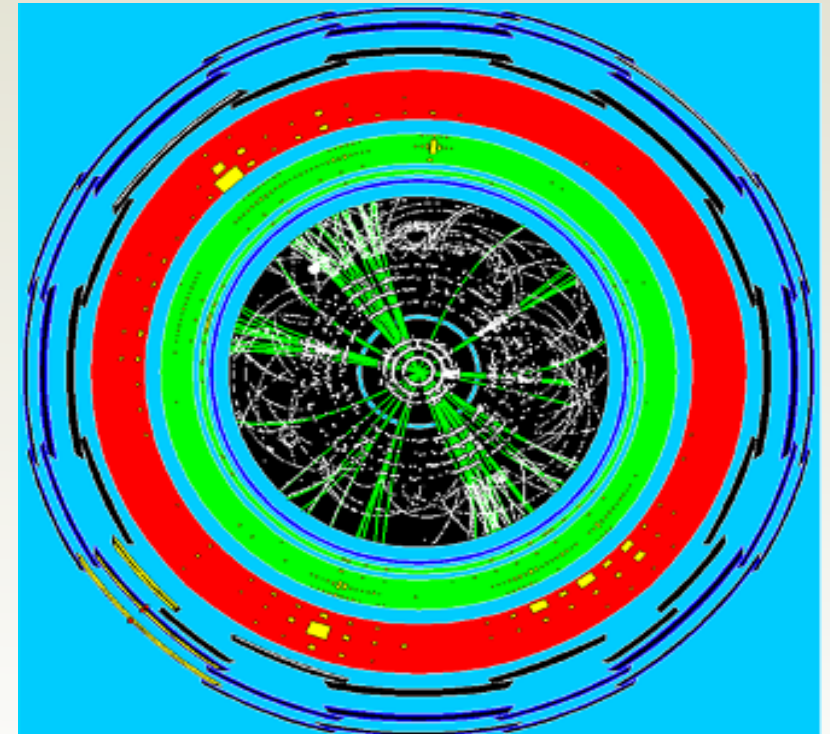
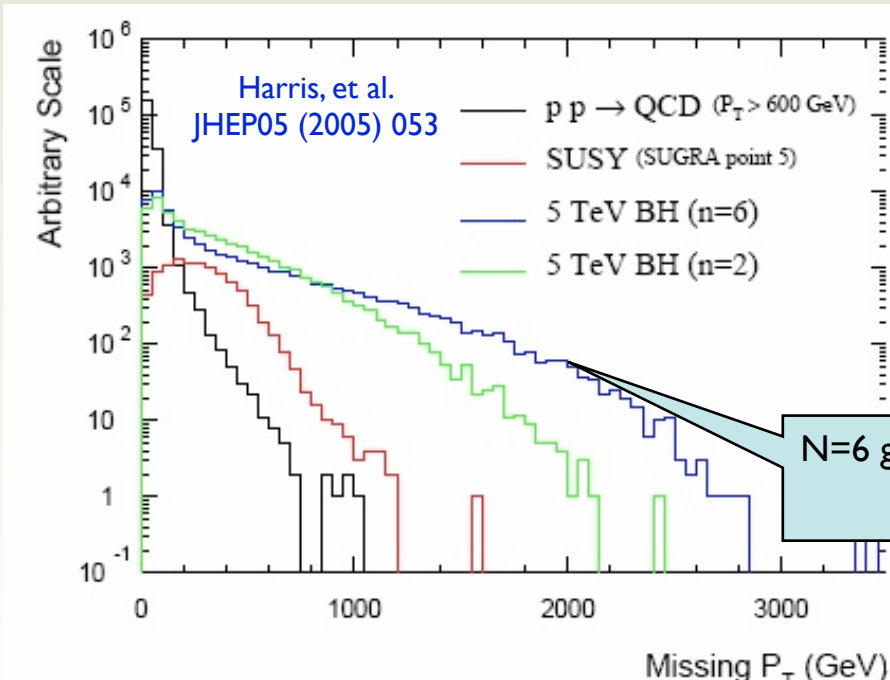
mini KD Algılanması

► Ayırt edici özellikler

- KD yarıömrü $\sim 10^{-27} - 10^{-25}$ saniye!
- Eşit olasılık ile bütün parçacıklara Hawking Yayınlamı ile bozunur (aynı bir karacisim gibi)
- t, W, Z ve H bozunumlarıyla buharlaşır: (hadron : lepton) = (5 : 1)

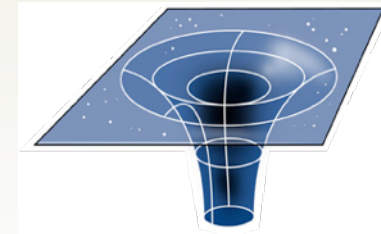
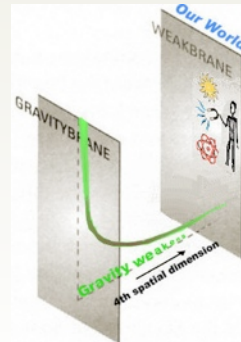
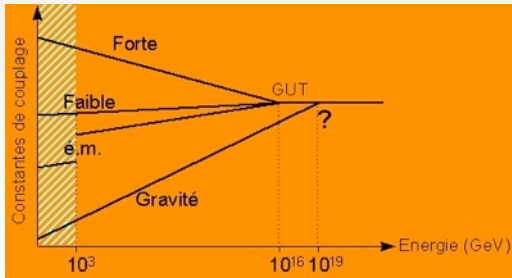
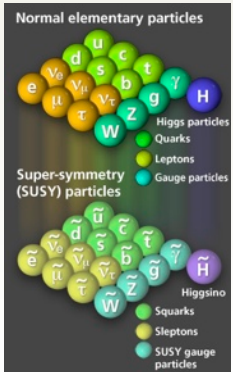
6.1 TeV M_{BH}

Bozunum



Özet

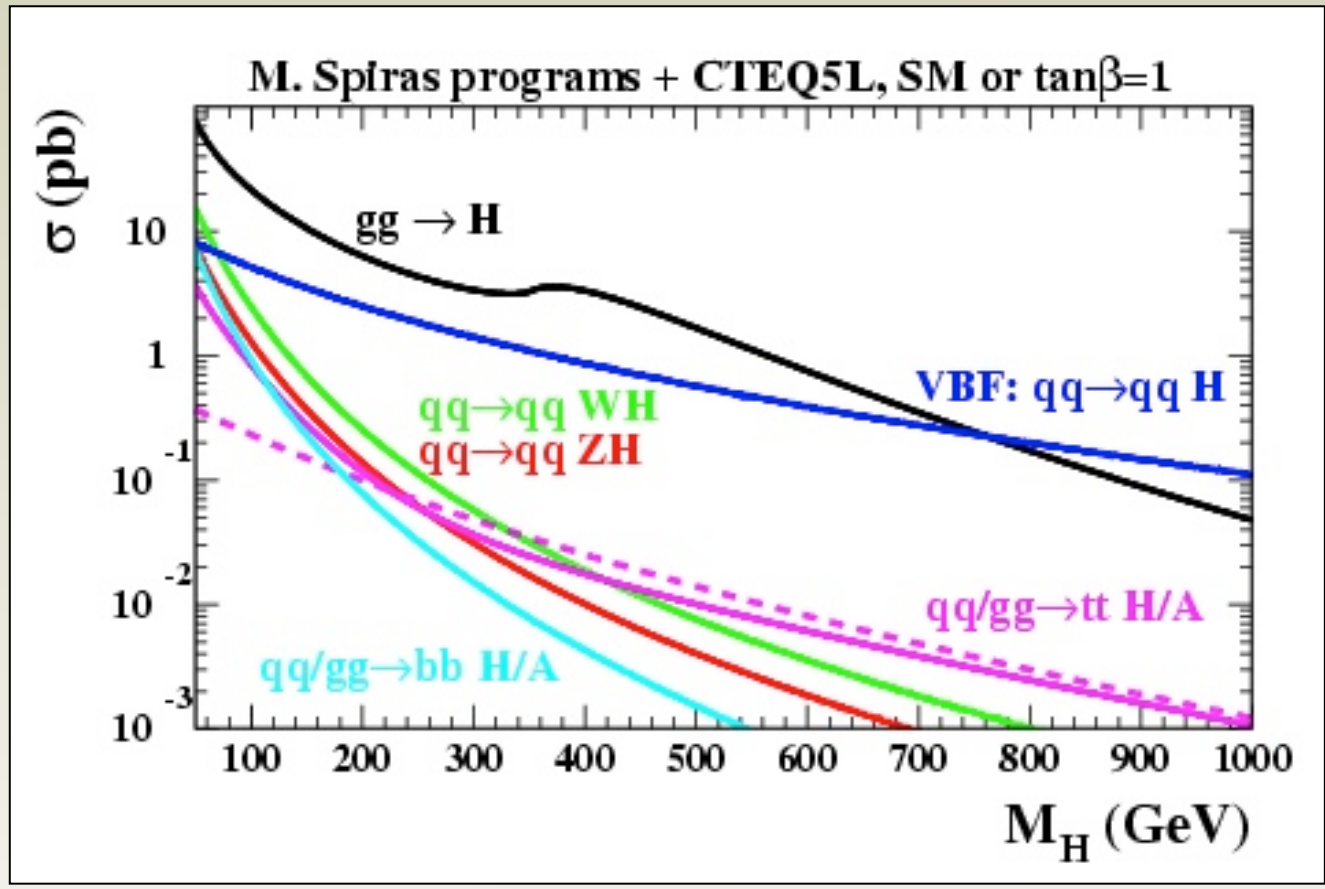
- BHÇ deneylerinin SMÖ doğayı bulma özgüçleri vardır.
- Küçük bir SMÖ olasılık kümesine baktık;
 - bazı modeller (ör: Saklı Vadi, parçacık olmayan) konuşulmadı,
 - farklı modelleri ayırt edebilmek önemli, fazla konuşulmadı
 - SMÖ modellerden SM araştırmalarına etki konuşulmadı.
- Sadece özet sonuçlar gösterildi
 - Çoğu basılmış bilimsel veya halka açık sonuçlar verildi
 - Çoğunlukla Hızlı MC benzetim sonuçları verildi.
- Hangi kuramın doğayı daha iyi açıkladığını bize deneyler gösterecek.



► Ek Sayfalar:

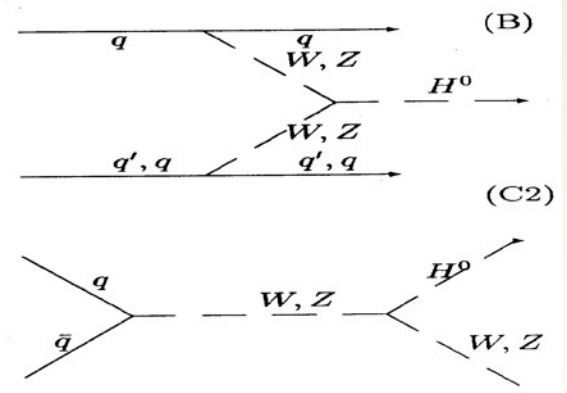
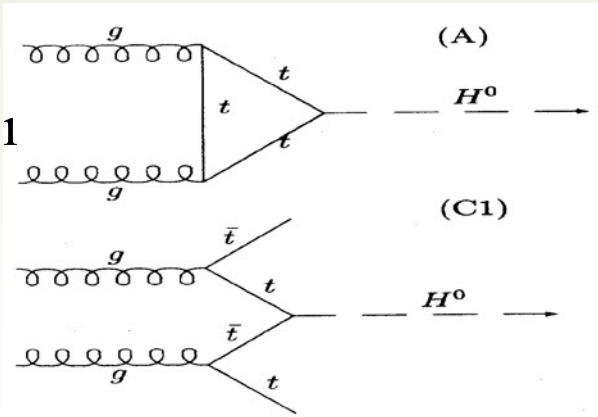
- * Higgs Araştırmaları hakkında
- * Üstün Bakışım hakkında

Higgs üretimi



gg
kaynaşması

ekli
ttH

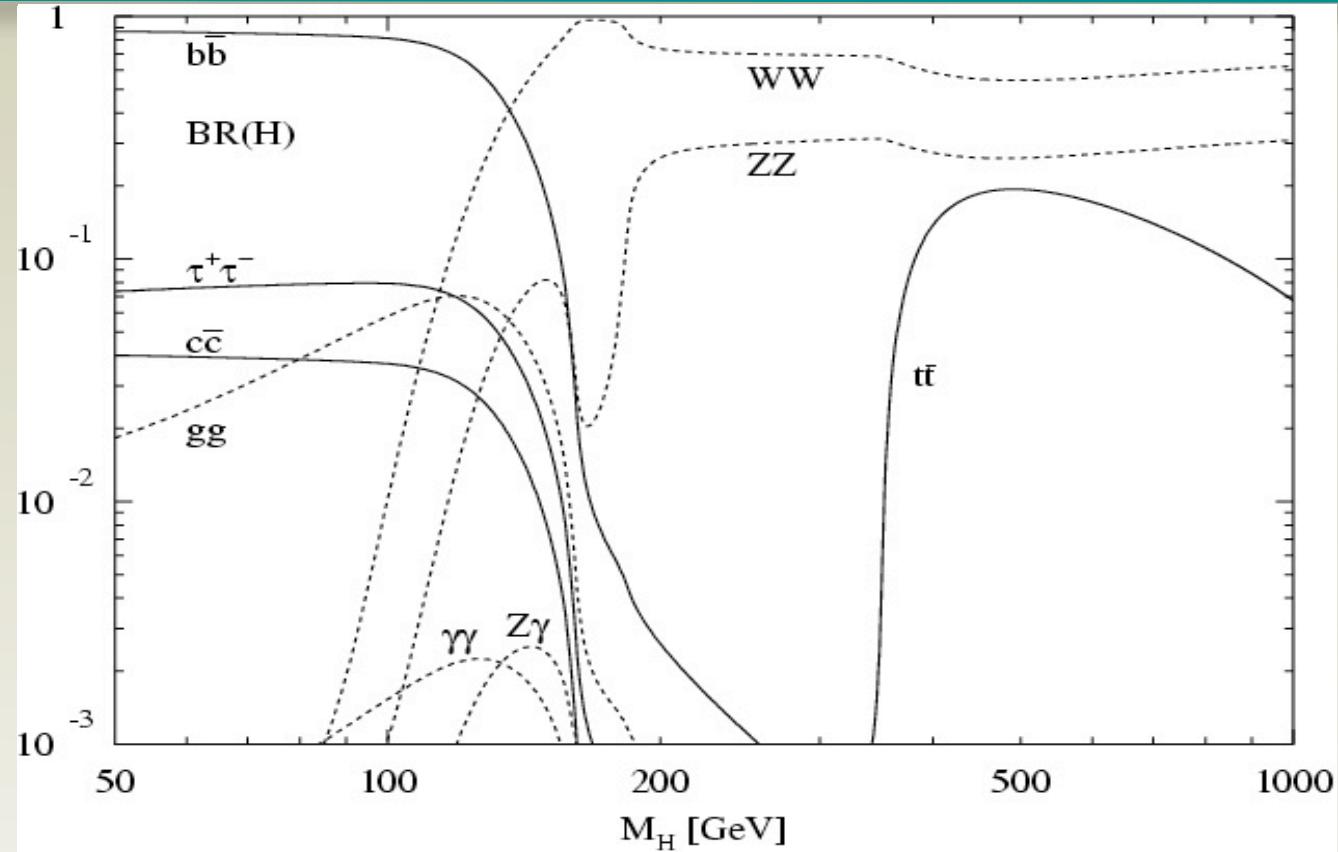


VBF WW/ZZ
kaynaşması

ekli WH, ZH

Higgs bozunması

BR



Düşük kütle

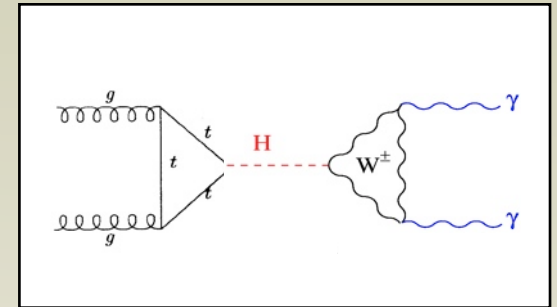
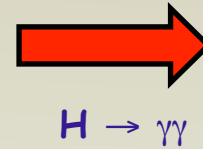
$H \rightarrow \gamma\gamma$
 $t\bar{t}H, H \rightarrow b\bar{b}$
 $q\bar{q}H, H \rightarrow \tau^+\tau^-$ VBF

Yüksek kütle

$H \rightarrow ZZ$ (*), $Z \rightarrow 4\ell$ altın keşif kanalı
 $q\bar{q}H, H \rightarrow WW$ (*) VBF

Düşük kütlede ararsak

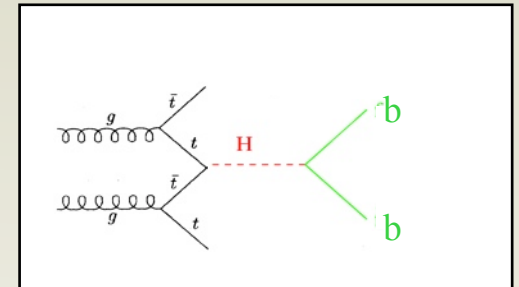
1. $H \rightarrow \gamma\gamma$ $S/B \sim 10^{-2}$ despite $BF \sim 10^{-3}$



2. ttH (WH, ZH) with $H \rightarrow bb$ (b-tagging, 4 b-jets)
DIFFICULT due to systematic errors



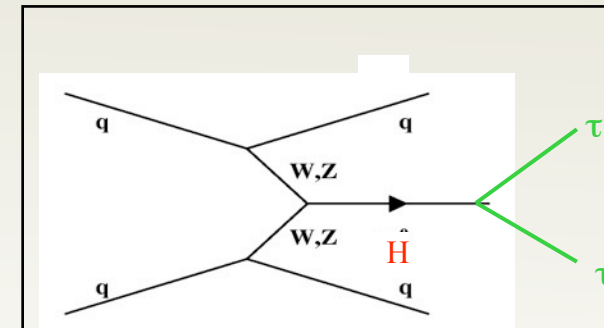
$ttH \rightarrow tt bb \rightarrow b\ell\nu bjj bb$



3. $qqH \rightarrow qq\tau\tau$ VBF : jets over $|\eta| < 5$ forward jet tag +
central jet veto for τ ID



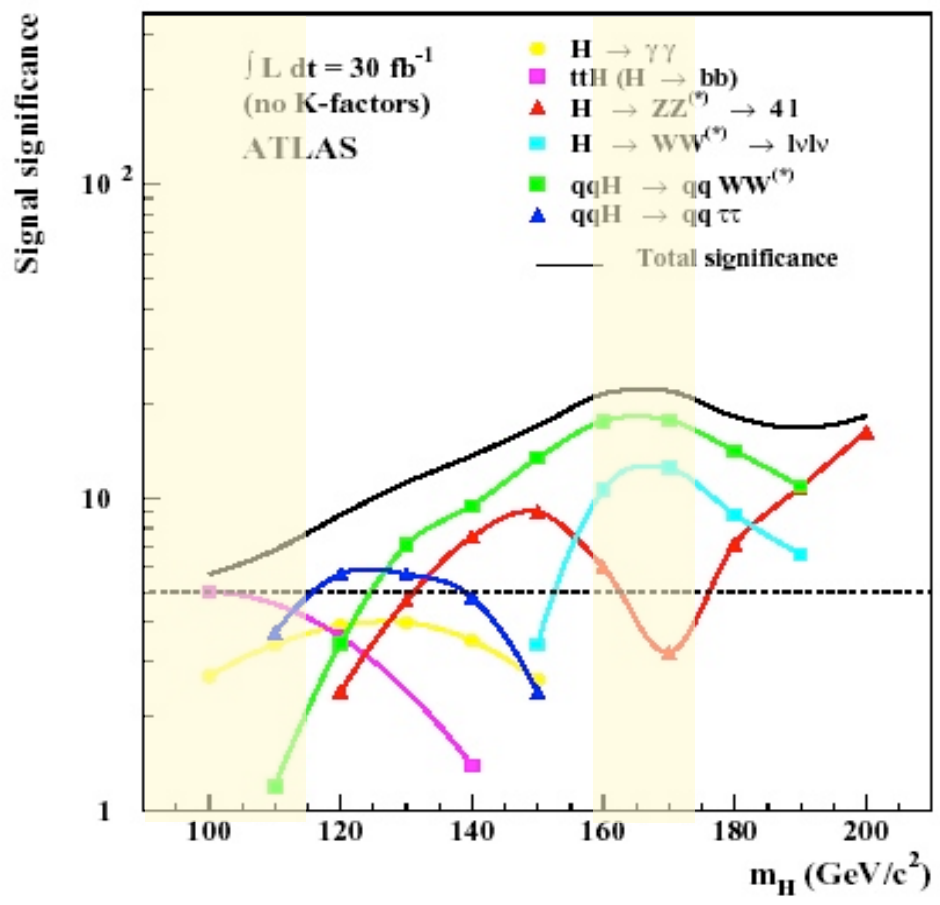
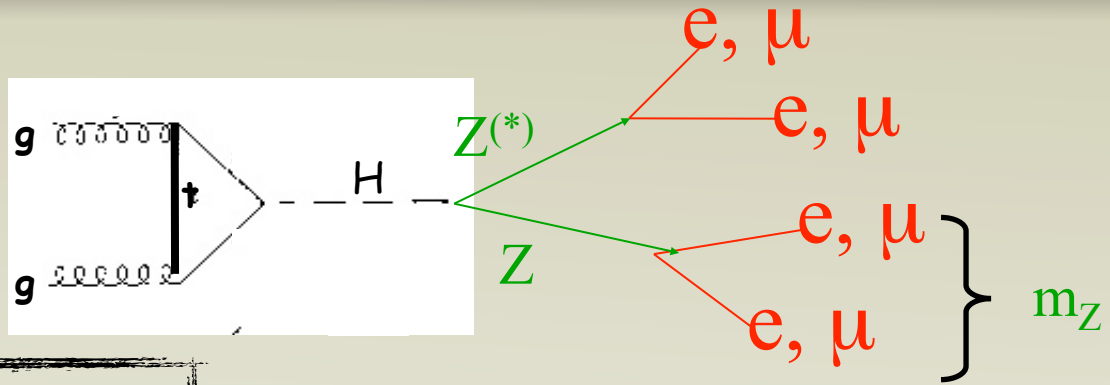
$qqH \rightarrow qq\tau\tau$



Altın Kanal

$130 \leq m_H < 700 \text{ GeV}$

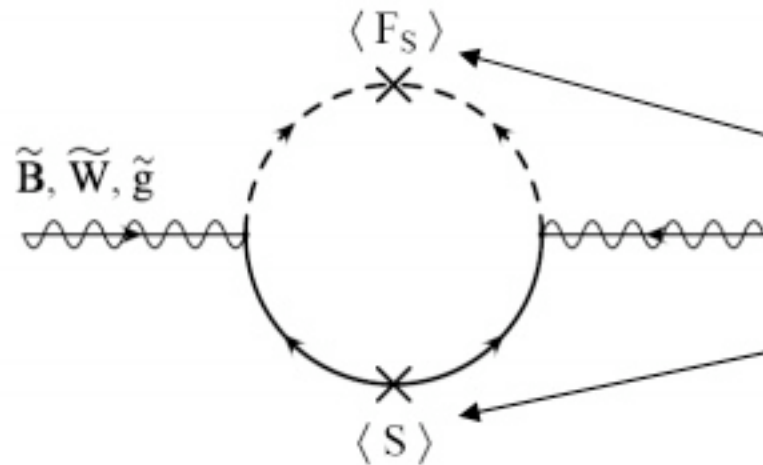
$$H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4 \text{ leptons}$$



Discovery with less than 10 fb^{-1} for $130 < m_H < 160 \text{ GeV}$, $2m_Z < m_H < 550 \text{ GeV}$

combining various channels for $m_{\text{Higgs}} < 200 \text{ GeV}$
exclusion from LEP and Tevatron shown in shaded areas

GMSB susy



Masses of the gauginos are produced via couplings to a massive messenger sector

Parameters (general model has 124):

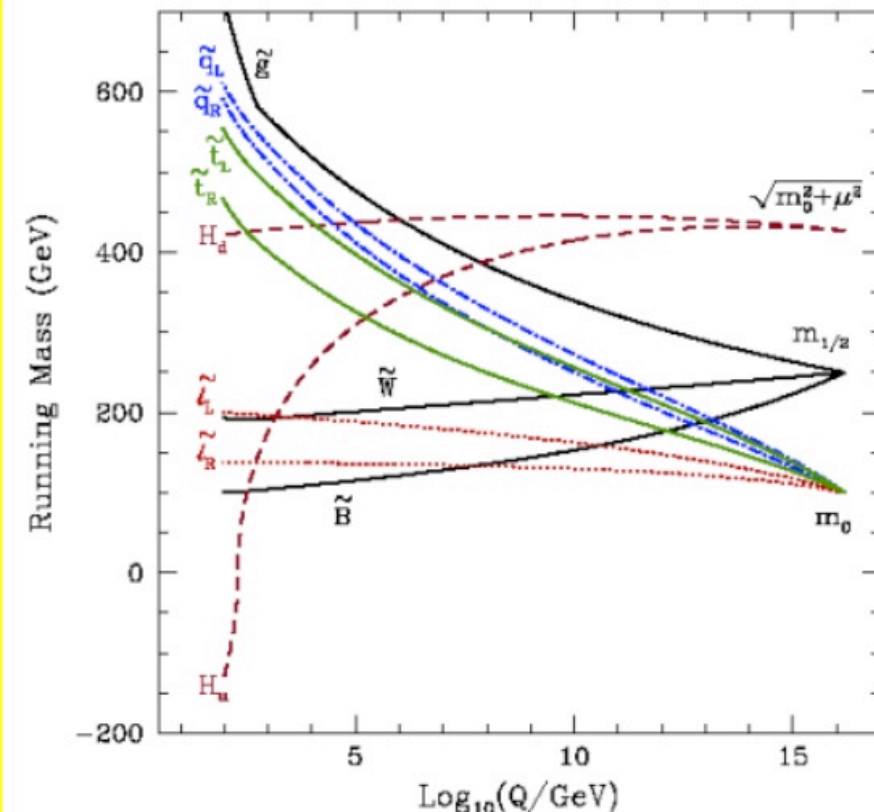
- Λ : Breaking scale
- M : Mass scale of the messengers
- $\tan\beta$: Ratio of Higgs vacuum expectation values
- N : Number of messenger chiral supermultiplets
- $\text{sign}(\mu)$: Sign of the Higgs mass parameter
- C_{grav} : Scale factor of the Gravitino mass → lifetime of NLSP

mSUGRA

Observed CDM density $\rightarrow \Omega_m h^2 = n_{\text{LSP}} \times m_{\text{LSP}}$ \leftarrow LSP Relic Density

► 5 Parameters

- m_0 : sayıl kütle
- $m_{1/2}$: gaugino kütle
- A_0 : H sf sf eşleşme sabiti.
- $\tan\beta$: 2 H'nin vakum beklenen değeri oranı
- $\text{sgn}(\mu)$: H kütle değişkeninin işareti



Sözlük

- ▶ Kesim : cut -off
- ▶ compact(ification) : tıkız(lanma)
- ▶ extra : ek
- ▶ warp : büküm
- ▶ potential : özgüç
- ▶ spin : dönü
- ▶ excitation : uyarım
- ▶ fusion : kaynaşma
- ▶ phenomenology : olaybilim
- ▶ bulk : yığın