

CERN, LHC DENEYİNDE TOP KUARK ÜRETİMİ

Hatice DURAN YILDIZ^{1*}

¹Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Kütahya, TÜRKİYE

Özet: Bu çalışmada, $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$ 'lik kütle merkezi enerjili, proton-proton hızlandırıcısı olan LHC'de Top Kuark sinyal üretimi sunulmaktadır. Top kuark, temel parçacıkların Standard Modelinin üçüncü hadron ailesini tamamlar; gözlenebilen en ağır ve en kararsız kuarktır. $pp \rightarrow t\bar{t}X$ üretim kanalı için bozunma özellikleri, PYTHIA ve CompHEP Modelleme programları kullanılarak çarpışmanın partonik düzeyinde elde edilmiştir. Top kuarkın detaylı özellikleri, optimize edilmiş üretim ve bozunum değerleri ve Top Kuark'ın üretiminde büyük rol oynayan kayıp dik enerji ve momentumunun elde edilmiş hesaplamaları verilmektedir. Bu çalışmada kuarklardan $t\bar{t}$ üretimi için tesir kesiti yüksek bir değerde ve kesinlikte, 26 pb ve Top Kuark'ın kütlesi de $174.159 \text{ GeV}/c^2$ olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *CompHEP, PYTHIA, Olay üretici, Partonik düzey, kayıp dik enerji*

PRODUCTION OF TOP QUARK AT CERN, LHC EXPERIMENT

Abstract: In this study, the pp collider, LHC with $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$ centre of mass energy are considered to generate Top Quark signal events. Top quark completes the third family of the standard model of fundamental particles and it is the heaviest quark had ever known. For $pp \rightarrow t\bar{t}X$ channel, decay properties and decay information are presented by using PYTHIA and CompHEP programs for the partonic level of the collision. Detailed properties of the Top Quark, optimized production and decay values, and the calculation in order to obtain missing Transverse momentum and energy, in which play a big role for the production of the Top Quark are also given. In this study, the cross section for the $t\bar{t}$ production from Quarks with very high statistical significance as 26 pb and Top Quark mass with $174.159 \text{ GeV}/c^2$ are obtained.

Keywords: *CompHEP, PYTHIA, Event generator, Partonic level, missing transverse energy*

*Sorumlu Yazar

hyildiz@dumlupinar.edu.tr

1. GİRİŞ

Top Kuark'ın varlığı, Standard Modeli test etmemize ve kütleinin orijinininden sorumlu olan Higgs bozonu üzerine sınırlar getirmemize olanak sağlar. Bu sebeplerden dolayı top kuarkın kütleinin ölçümünün hassasiyetinde elde edilecek herhangi bir gelişme çok önemlidir. Çeşitli deneyler ve $t\bar{t}$ 'in farklı bozunum kanallarının (Tümleptonik–iki b jeti ve dört leptonu içerir, Yarileptonik–ikilepton ve ikisi b-jetleri olmak üzere dört jet içerir, Tüm Hadronik–ikisi b jet olmak üzere altı tane jet içerir.) sonuçlarının kombinasyonu top kuarkın kütleisi üzerindeki toplam hatayı düşürür. Top kuarkın kütleisi şimdiye kadar gözlenebilen (kütle olarak kendisine en yakın olan ve en ağır kuarktan 35 kat daha ağırdır) en ağır kuarktır. Günümüzde, Tevatronda birleştirilen ölçümler $m_{top} = 174.3 \pm 5.1$ [1] sonucunu verir. Burada hataya en önemli katkı (4%) ile sistematik hatadan gelir.

Standard Modele (SM) göre; spini–1/2, yükü–2/3 fermiyon, alt kuarkın (b) zayıf izospin eşleniği olan top kuark; şiddetli etkileşmelerin SU(3)'ü altında renk tripleti olarak dönüşür. Ayrıca, bütün bu özelliklerin hemen hemen hiç birisi direk olarak henüz gözlenememiştir fakat 2008 Mayıs'ta çalışmaya başlayacak olan LHC'nin (Büyük Hadron Çarpıştırıcısı) Top Quark kuantum sayılarının direk ölçümünü sağlayacağı beklenmektedir.

1.1. $t\bar{t}$ 'in Üretimi

Çift üretim olan $t\bar{t}$ olayları için, her bir on olaydan dokuzunun (yaklaşık olarak 87%) $pp \rightarrow ggX \rightarrow t\bar{t}$ üretim kanalı ile gluon fizyonundan üretilmesi beklenmektedir. LHC enerjisinde yaklaşık 13%'lük $t\bar{t}$ çiftinin ise $q\bar{q} \rightarrow t\bar{t}$ süreci ile üretilmesi beklenmektedir.

PYTHIA ve CompHEP'te proton dağılım fonksiyonları seti olarak CTEQ6L kullanılmıştır. $t\bar{t}$ üretimi için çok düşük katkı verdiğiinden dolayı s-kuarklar (tesir kesitine verdiği katkı $\sim 10^{-7} pb$) ihmal edilmiştir. CompHEP'te toplam 86 Feynman diyagramı gözönüne alınarak hesaplama yapılmıştır.

1.2 $t\bar{t}$ Üretim Olaylarının Topolojisi

Standard Modelde, Top Kuark'ın hemen hemen tek olarak bir W boson ve bir b-kuark'a bozunması beklenmektedir. Üç farklı $t\bar{t}$ bozunum olasılık durumu vardır. Dileptonik, yarileptonik, ve hadronik: $t\bar{t} \rightarrow b\bar{b}WW \rightarrow b\bar{b}lvlv$, $t\bar{t} \rightarrow b\bar{b}WW \rightarrow b\bar{b}jjlv$, Hadronik $t\bar{t} \rightarrow b\bar{b}WW \rightarrow b\bar{b}jjjj$ sırasıyla. Standard Modelde üç aileli jenerasyon dikkate alındığında, bütün W-bozonların tamamının 33%'ü leptonik olarak bozunur. Kalan 67%'lik kısım da ise W bozon $q\bar{q}$ çiftine bozunur ki baskın olan ilk iki kuark jenerasyonu $W^+ \rightarrow u\bar{d}$ ve $W^+ \rightarrow c\bar{s}$ ile bozunurken şiddetli etkileşmelerin üç rengine göre gelen dejenerasyon faktörü olan üç programlarda gözönüne alınmıştır.

2. SİMULASYON ARAÇLARI

Simulasyonun ana temeli Yüksek–Enerji Fiziğinde gelişigüzel olay üretmek tekniğine dayanmaktadır. Belli miktarda olay üretildikten sonra; verilen problemin fiziğine bağlı olarak aranılan sinyali iyi bir istatistiksel kesinlikte elde etmek için üretilen parçacıklar üzerinde geometriksel, kinematiksel ve dinamiksel kriterler uygulanır. Bu kriterler elde edilecek sinyallerin elde edilme bölgesine ve temel fizik kanunlarına uygun çerçevede elde edilmesine hizmet verirler.

2.1 Monte Carlo Olay Üreteçleri

2.1.1 CompHEP, PYTHIA

CompHEP Programı, son durumdaki parçacıkların sinyal tesir kesitlerini, bozunma genişliklerini ve Feynman Diagramlarını elde etmek için kullanılır. Parçacıkların bozunma oranları (böylece yaşam süreleri), saçılma tesir kesitleri, saçılma ve bozunum süreçleri için diferansiyel dağılımlar ve asimetriler CompHEP gözlenirleridir.

CompHEP Programı güçlü ve kullanımı hızlı bir programdır [2, 3]. CompHEP Model seçimi: QED (Quantum Electro Dynamic), SM Unitary Gauge, SM Feynman Gauge, MSSM (Minimal Supersymmetric Model) Gauges, Sugra, GMSB Modelleri. Bunlardan saçılma süreçleri için SM Feynman Ayarını kullanmaktayız. Çünkü bu ayarda diyagramlar arasında ayar değişmezliğinin sebebiyet verdiği ultra-viole ihmalleri yoktur.

Top Kuarkı çalışabilmek için olayları, olay üretici olan PYTHIA ile üretiriz. Yüksek enerji fiziği olay üretici olan PYTHIA T. Sjöstrand tarafından yazılmıştır [4]. PYTHIA'yı kullanarak gelişigüzel olayları üretebilmek için CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi) kütüphanelerinin (Cernlib, Cernbin, Mclibs, Lapack, Cernlib ve Geant) yüklenmesi ve PYTHIA programının bu kütüphanelere link edilerek çalıştırılması gerekmektedir. Bu kütüphaneler matematik, istatistik, fit fonksiyonları (Gaussian, Breit Wigner, and Poisson), çekirdek, Monte Carlo hesaplamaları gibi konuları içerir.

Sinyal sürecinin çalışılması PYTHIA 6.4 ile yapılmıştır. Çarpışmalarda üst-üste binme problemi ve dedektör modellemesi çalışmaya dahil edilmemiştir. CERN'deki ATLAS ve CMS dedektörlerinden birisi temel alınarak dedektör modellemesi içerilerek yeni ve başka bir çalışma yapılabilir. Bu modelleme çalışması, $L = 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ düşük ışınlık ve

$\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$ kütle merkezi enerjisinde $t\bar{t}$ program yazılımını ve sonuçların analizini içerir.

2.2 Matris Elemanları

Gluondan fizyonundan gelen $t\bar{t}$ üretim süreci için $2 \rightarrow 2$ matris elemanları, $q\bar{q} \rightarrow t\bar{t}$ kanalı için W Bozondan gelen fermiyon çiftleri ve b kuarkların partonik son durumlarını içerecek şekilde $2 \rightarrow 6$ 'lık matris elemanları PYTHIAN'nın 6.4 versiyonunda girilmiştir. Ayrıca PYTHIA 6.4'de tek Top Kuark üretimi için olan $2 \rightarrow 5$ sürecinin matris elemanları da girilmiştir [5].

3. YARILEPTONİK BOZUNUM KANALLARININ OLAY SEÇİMLERİ

3.1 Olayların Üretimi ve Üretilen Parçacıkların Kinematığı

3.1.1 CompHEP'te $t\bar{t}$ Üretim Özellikleri

CompHEP'te, $t\bar{t}$ üretimini ve bozunumlarını çalışmak için parçacıkların hareketlerinin tanımlandığı Lagranjyeni, Değişkenleri, Parametreleri ve Sınırlandırmaları içerecek şekilde, yeni bir model ürettik. CompHEP, CTEQ6L serisinde içinde bulunduran yapı fonksiyonlarının bir setini içerir. CTEQ6L serisi pp saçılma sürecinde proton yapı fonksiyonlarının $f_i(x, Q^2)$ hesaplanmasında kullanılır. Burada $x = p_L^i / p_L$ protonun belli bir kesirde boyuna momentumunu taşıyan i. tip partondur.

Program pp çarpışması için 14 TeV'lik kütle merkezi enerjisine set edildiğinde yalnız tek s (acaip kuark) içeren kanallar ihmal edildi. CompHEP'te $t\bar{t}$ üretiminin be bozunumlarının tesir kesitlerini $\chi^2 < 1$ duyarlılığıyla elde etmek için bozunum süreci girildiğinde toplam 13 alt süreç ve 39 Feynman Diyagramı elde

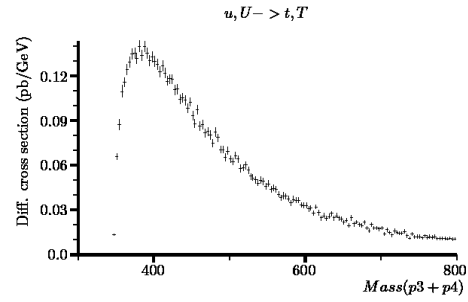
edilmiştir, bunlardan 7 tane alt süreç yukarıdaki ihmal gözönüne alındığında geçerlidir. Bu Feynman Diyagramlarında 25 geçerli diagrafa farsî gelmektedir. Geçerli süreçler: $u, U \rightarrow t\bar{t}$, $U, u \rightarrow t\bar{t}$, $d, D \rightarrow t\bar{t}$, $D, d \rightarrow t\bar{t}$, $C, c \rightarrow t\bar{t}$, $c, C \rightarrow t\bar{t}$, $S, s \rightarrow t\bar{t}$, $s, S \rightarrow t\bar{t}$, $gg \rightarrow t\bar{t}$. Sembolik hesaplama kısmında, Vegas Menü'sü seçilerek Monte Carlo integrasyonu başlatılır. Bu integrasyon sırasında istatistiği artırmak için N_Call sürecinde sayının artırılması yeterli olacaktır. Table 1.'de altsüreçlere göre elde edilen diferansiyel tesir kesitleri verilmektedir. Tesir kesitlerini elde ederken ortaya çıkan ıraksaklık durumlarını yok etmek için Top Kuark pencere kriterini $m_{t\bar{t}} = 300 - 800 \text{ GeV}$ aralığında her gözönüne alınan kütle değeri için uyguladık. Şekil 1.'de $u, U \rightarrow t\bar{t}$ üretim kanalı için diferansiyel tesir kesitinin $t\bar{t}$ 'ın kütlesine göre histogramı görülmektedir.

Proton u-yukarı, d-aşağı kuarklarla, gluonları içerir. Tesir kesiti hesaplamalarında, u, d ve gluonları gözönüne almak doğaldır. Fakat çarpışma bölgesinde, tek olarak kuarklar bulunmazlar, burada kuark çiftleri veya da daha geniş olarak kuark denizi vardır. Böylece, c, C, s, S kuarkları protonun iç yapısında bulunmamasına rağmen pp çarpışmalarındaki detaylı hesaplamaları yaparken gözönüne alınmalıdır.

Çizelge 1. Altsüreçler $pp \rightarrow t\bar{t}$, $p-u, U, d, D, c, C, s, S, G$ Kuark denizinde) ve karşılık gelen diferansiyel tesir kesitleri.

Altsüreçler	σ (pb), Diferansiyel Tesir Kesiti
u,U	26.2
U,u	26.2
d,D	16.3
D,d	16.3
S,s	2.74
s,S	2.74
c,C	1.22
C,c	1.22
d,S	1.56×10^{-6}
S,d	1.56×10^{-6}
D,s	5.5×10^{-7}
s,D	5.5×10^{-7}
$gg \rightarrow t\bar{t}$	665

Çizelge 1'den görüldüğü üzere gluon-gluon tesir kesiti beklendiği gibi en büyük değeri almaktadır. $t\bar{t}$ üretimi için gluon-gluon oranı yaklaşık olarak 87.7% değerindedir.



Şekil 1. $pp \rightarrow uU$ alt süreci için $t\bar{t}$ kütlesinin diferansiyel tesir kesitine göre histogramı.

3.1.2 PYTHIA İle $t\bar{t}$ Üretimi, Olayların Analizi, Kriterler ve Sinyal

PYTHIA ile istenilen miktarda olay üretilebilir. PYTHIA programında, bozunma genişlikleri, saçılma tesir kesitleri, partonların hadronlaşması, üretilen olayların analizleri ve histogramlar için altsüreçler elde edilebilir.

Bu çalışma, Top Kuark'ın hadronik bozunumundan elde edilen üç jetin invariant kütleleri (m_{jj})

$pp \rightarrow t\bar{t} \rightarrow bW\bar{b}W, W \rightarrow jj, W \rightarrow l\nu$ şeklinde bozunumuyla W bozon'dan iki jet ve orijinden gelen bir tane b jeti içerir. Merkezi iki jet merkezsel bölgede en yüksek dik momentuma sahip olanlar içinden seçilmiştir. İki merkezi jetden W bozonu:

$$m_W^2 = (E^{j1} + E^{j2})^2 - (p_x^{j1} + p_x^{j2})^2 - (p_y^{j1} + p_y^{j2})^2 - (p_z^{j1} + p_z^{j2})^2$$

denklemleriyle yeniden oluşturulmuştur.

İki merkezi bölge jetleri için kriterler:

- $P_T^{jj} > 30 \text{ GeV}$
- $|\eta_{jj}| < 3$
- $\Delta R < 0.4$

Merkezi bölgede, dik momentum gözönüne alınmalıdır. Eğer jetlerin dik momentum değeri 30 GeV'den daha düşükse, hafif jetler olarak kabul edilirler. Jetlerin seçimi için, koni içindeki bütün jetleri gözönüne almamız gerektiğinden dolayı yarıçapı küçük bir değer 0.4 olarak seçtik. Bu seçim koni içerisinde η ve ϕ uzayında iki boyutta jetlerin sayılmasını gerektirir. Jetler koni içerisinde ayrılan küçük bölmelerde sayılabilmektedir.

Leptonik W Bozon kütlelerinin yeniden oluşturulması için ($W \rightarrow l\nu$), ilk önce, üretilen olaylar içinde en yüksek dik momentuma sahip leptonu izolasyon ve P_T kriterleri uygulayarak buluruz. Lepton izolasyonunda koni yarıçapı için leptonu çevreleyen uzay boyunca η ve ϕ uzayında;

$$\Delta R_l = \sqrt{(\delta\eta^2 + \delta\phi^2)} < 0.3$$

değeri kullanılır. Seçilen yarıçap yeniden oluşumun sınıflandırılması için yeterli

istatistiği sağlar. Koni içinde $p_t > 2 \text{ GeV}$ değerini sağlamayan lepton bulunamaz. Lepton izolasyonu leptonik W Bozonun yeniden oluşturulması için etkili bir seçim sağlar. Leptonik W bozonu yeniden oluşturma durumu için, kayıp enerjiyi (nötrininin enine enerjisini) gözönüne almalıyız. Kayıp enine enerjiyi E_t^{miss} şeklinde ifade ederek, W bozonu durgun kabul ettiğimizde nötrininin boyuna momentumunu hesaplayabiliriz:

$$m_W^2 = (E_t + E_\nu)^2 - (p_x^l + p_x^\nu)^2 - (p_y^l + p_y^\nu)^2 - (p_z^l + p_z^\nu)^2$$

$$E_\nu = \sqrt{[(p_x^\nu)^2 + (p_y^\nu)^2 + (p_z^\nu)^2]}$$

$$= \sqrt{[(p_t^\nu)^2 + (p_z^\nu)^2]}$$

Nötrininin enerjisini kullanarak boyuna momentumuna ulaşılabilir:

$$p_z^\nu = \frac{\chi p_z^l}{(p_t^l)^2}$$

Burada;

$$\chi = \left(\frac{1}{2} m_W^2 + p_x^l p_x^\nu + p_y^l p_y^\nu \right)$$

Nötrino için enine enerji ve Top Kuarkın kütleleri için bulabileceğimiz bölgeyi temsil eden pencere kriterlerini şu şekilde seçebiliriz:

- $E_t^{miss} > 0 \text{ GeV}$, E_t^{miss} 'in her değeri alınmıyor
- Pencere kriteri $120 < m_{top} < 220 \text{ GeV}$

Çift üretimde, $t\bar{t} \rightarrow WbW\bar{b} \rightarrow l\nu jj b\bar{b}$ bozunumu bir tane reel W içerir ($W \rightarrow jj$). Fakat merkezi bölgede ek olarak b jetlerden gelen hadronik aktiviteler de vardır ki bu jetler yüksek enerji ve momentum taşırlar. Bu b jetleri etiketleme yöntemi ile belirlenebilen tek jet grubudurlar (anti ve kendi parçacığı).

PYTHIA programının çıktıları Çizelge 2’de verilmektedir.

Çizelge 2. PYTHIA, başlangıç çıktısı.

$E_p = 7000 \text{ GeV}$, $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$	
MSEL	değiştirdi 1 - 6
PMAS(6,1)	değiştirdi 174.000 - 175.000
PYTHIA, pp çarpıştırıcısı 14000 GeV kütle merkezi enerjisinde başlatıldı	
ISUB	Altsüreç adı
	Maks.dif.Tesirkesiti
81	$q\bar{q} \rightarrow Q\bar{Q}$, ağır
82	$gg \rightarrow Q\bar{Q}$, ağır
96	YarısertQCD2-2
	8.6845×10^{-7}
	5.5376×10^{-6}
	1.8621×10^3

Burada tamamen kullanıcı kontrollü çalışılmıştır. Programa, üzerinde çalışılacak olan bozunum süreçlerinden PYTHIA listesinde yer alan 81, 82 ve 96 bozunumları girilmiştir. Bunlar $t\bar{t}$ ’ın pp’den üretilmesi

için sırasıyla $q\bar{q} \rightarrow Q\bar{Q}$ - ağır kütleli, $gg \rightarrow Q\bar{Q}$ - ağır, yarıkatı Kuantum Elektrodinamik-QCD $2 \rightarrow 2$ bozunumlarıdır.

PYTHIA’da Top Kuark’ın üretimi için elde edilen liste çıktısında 7000 TeV’lik pp çarpışma enerjisinden elde edilen ara ürünler Çizelge 3’te gösterilmektedir. Listenin 7. ve 8. sırasında elde edilen Top Kuark ve Anti-Top Kuark’ın orijin parçacıkları olan pp’dan geldikleri görülmektedir. Listede ayrıca elde edilen ürün parçacıkların enerjileri, bozunum parçacıkları, kütle momentum gibi özellikleride verilmektedir. Elde edilen $t\bar{t}$ ’dan, Top Kuark orijin parçacığından 215.22 GeV enerji ile üretilirken, diğer AntiTop Kuark 1161.14 gibi çok enerjetik olarak elde edilmektedir. Elde ettiğimiz Top ve Anti-Top kütleleri sırasıyla 174.159 ve 173.699 GeV’dir.

Çizelge 3. Çarpışma sonucu oluşan parçacıkların özellikleri

I	Parçacık /jet	K(I,2)	K(I,3)	P(I,1)	P(I,2)	P(I,3)	P(I,4)	P(I,5)
1	P+	2212	0	0.00	0.00	6999.90	7000.00	0.938
2	P+	2212	0	0.00	0.00	-6999.90	7000.00	0.938
3	G	21	1	0.41	0.42	283.31	283.31	0.000
4	G	21	2	-0.80	0.17	-1747.42	1747.40	0.000
5	G	21	3	-79	-3.29	64.63	65.20	0.000
6	G	21	4	-65	1.31	-1311.11	1311.12	0.000
7	T	6	0	28.50	-71.00	-101.40	215.22	174.159
8	Tbar	-6	0	-43.00	69.00	-1145.11	1161.14	173.699
9	W+	24	7	71.70	-2.32	-59.88	123.91	81.278
10	B	5	7	-43.20	-68.74	-41.58	91.33	4.800

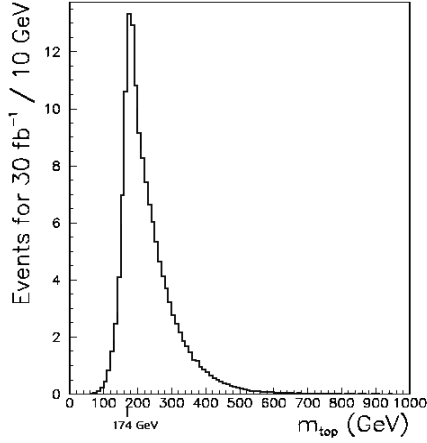
PYTHIA’da $t\bar{t}$ üretimi için sonuç istatistikleri Çizelge 4’de gösterilmektedir. Üretilen Monte Carlo olaylarının sayısı, altsüreçler ve belirtilen altsüreçin tesir kesitleri Çizelgede belirtilmiştir. PYTHIA’da Top Kuark için

enine momentumun ortalama her bir olay için değeri programdan hesaplatılarak $\langle P_T(top) \rangle = 122.7 \pm 1.2 \text{ GeV}$ şeklinde elde edilmiştir.

Çizelge 4. Olayların istatistiği ve tesir kesitleri

Altsüreçler N:o Tip	Noktaların Sayısı		Sigma (mb)
	Üretilen	Denenen	
0 Bütün altsüreçler içerilir	10000	128971	4.984×10^{-7}
81 $qq \rightarrow Q\bar{Q}$, ağır	1430	17475	7.051×10^{-8}
82 $gg \rightarrow Q\bar{Q}$, ağır	8570	111496	4.279×10^{-7}

Leptonik- $W \rightarrow l\nu$ veya hadronik- $W \rightarrow jj$ kanallardan W bozonlar elde edildikten sonra, kalan olaylar içinde ortamda bulunan en yüksek momentuma sahip jetler aranır. Bunlar b ve \bar{b} jetleridir. Bu jetlerden b 'nin hadronik şekilde oluşturulan W bozon ($W \rightarrow jj$) ile birleştirilmesi sonucu elde edilen Top Kuark'ın kütesinin olay sayısına göre değişimi Şekil 2'de görülmektedir. Aynı şekilde leptonik W ile \bar{b} jetinin birleştirilmesi de benzer sonuç vermektedir.



Şekil 2. Hadronik W'den Top Kuark'ın yeniden oluşturulması.

Top Kuark'ın kütesi 174.159 GeV değerinde pp çarpışmasından $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$ kütle merkezi enerjisinde elde edilmiştir.

3.2 Sonuçların Tartışılması

Yarı-leptonik bozunum kanalından ($pp \rightarrow t\bar{t} \rightarrow bW\bar{b}W \rightarrow bl\nu\bar{b}jj$), Top Kuark sinyalini keskin ve optimize edilmiş bir şekilde elde etmiş bulunmaktayız. Top kuark hadronları oluşturmadan, hızlı bir şekilde Wb'ye bozunur. Şiddetli etkileşme süreç ve düzeltme işlemlerinde jetlerin belirlenmesi ve tanınması çok zor bir işlem olmasına rağmen, PYTHIA jet parçalarından yola çıkarak koni oluşturulması yoluyla bunu başarmıştır. PYTHIA'da 10000 Monte Carlo olayı üreterek Top Kuark'ın sinyali çalışıldı. Bütün süreçler için tesir kesiti 4.98×10^{-7} mb değerinde elde edilmiştir. LHC'de sekiz milyon $t\bar{t}$ üretilmesi beklenmektedir.

4. SONUÇ

Temel Parçacıkların Standard Model'inin ve Standard Model ötesi Modellerin varlığını detaylı araştırmada t-kuark'ın kendine has özellikleri sayesinde ve $t\bar{t}$ üretim olaylarının özellikleri, derinlemesine araştırma imkanı sağlar. Top Kuark yüksek kütleyle sahip olduğundan dolayı Standard Modelin temel parametrelerini de önemli ölçüde etkiler. Top Kuark, yaşam süresi çok kısa olduğundan dolayı protonun etkin yarıçapını hiç geçemez, böylece protondan hiç ayrılamaz ve bundan dolayı bağımsız bir hadron olarak şekillenemez. Standard Model'deki extra jetlerin yayınlanması, Top Kuark'ın bozunum ürünlerinin bir parçası olarak yer bulur.

Üçüncü Standard Model'i tamamlayan top kuark, ilk olarak 1995'te Fermilab'da keşfedilmiştir [6]. Dördüncü aile kuarkları dışarıda tutulduğunda ailedeki en ağır kuarktır. Bu çalışmada Top Kuark'ın kütlesi 174.159 GeV değerinde edilmiştir. Bu değer yapılan son çalışmalar içinde teorik hesaplarda beklenen 174 GeV değerine en yakın olan değerdir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 105T442 numaralı TÜBİTAK ve DPT2006K-120470 numaralı DPT Projeleri tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1]. D.E.Groom et al., Review of Particle Physics, The European Physics Journal C, Volume 15, number 1-4, 2000.
- [2]. CompHEP main page,
<http://theory.sinp.msu.ru/comphep>
- [3]. Documentation, hep-ph/9908288, hep-ph/0403113.
- [4]. <http://www.thep.lu.se/~torbjorn/Pythia.html>
- [5]. W.Bernreuther et al., Signatures of Higgs Boson in the Top Quark Decay Channel at Hadron Colliders, Phys.Rev.D58, 114031 (1998).
- [6]. <http://arxiv:hep-ph/0003033>.

Geliş Tarihi: 13/11/2007

Kabul Tarihi: 01/04/2008