

PYTHIA 6.4

PYTHIA 8.1



Orhan akır
Ankara Üniversitesi

PYTHIA* GİRİŞ

- PYTHIA, seçilen fizik modeli çerçevesinde Monte Carlo teknikleri kullanarak yüksek enerji fiziği olayları üretme programıdır. Parçacık çarpışmalarının ve etkileşmelerinin benzetiminde kullanılır. Program, orta ve yüksek momentum aktarımlı etkileşmeleri, etkileşimde çıkan parçacıkların bozunma ve dallanmalarını, saçılma tesir kesitini, ilk durum ve son durum ışımalarını, çoklu etkileşmeleri, parton dağılım fonksiyonlarını ve partonların hadronlaşması için gerekli alt programları içermektedir.



Torbjörn Sjöstrand, LUND

<http://home.thep.lu.se/~torbjorn/>



Steven Mrenna, FNAL

<http://home.fnal.gov/~mrenna>

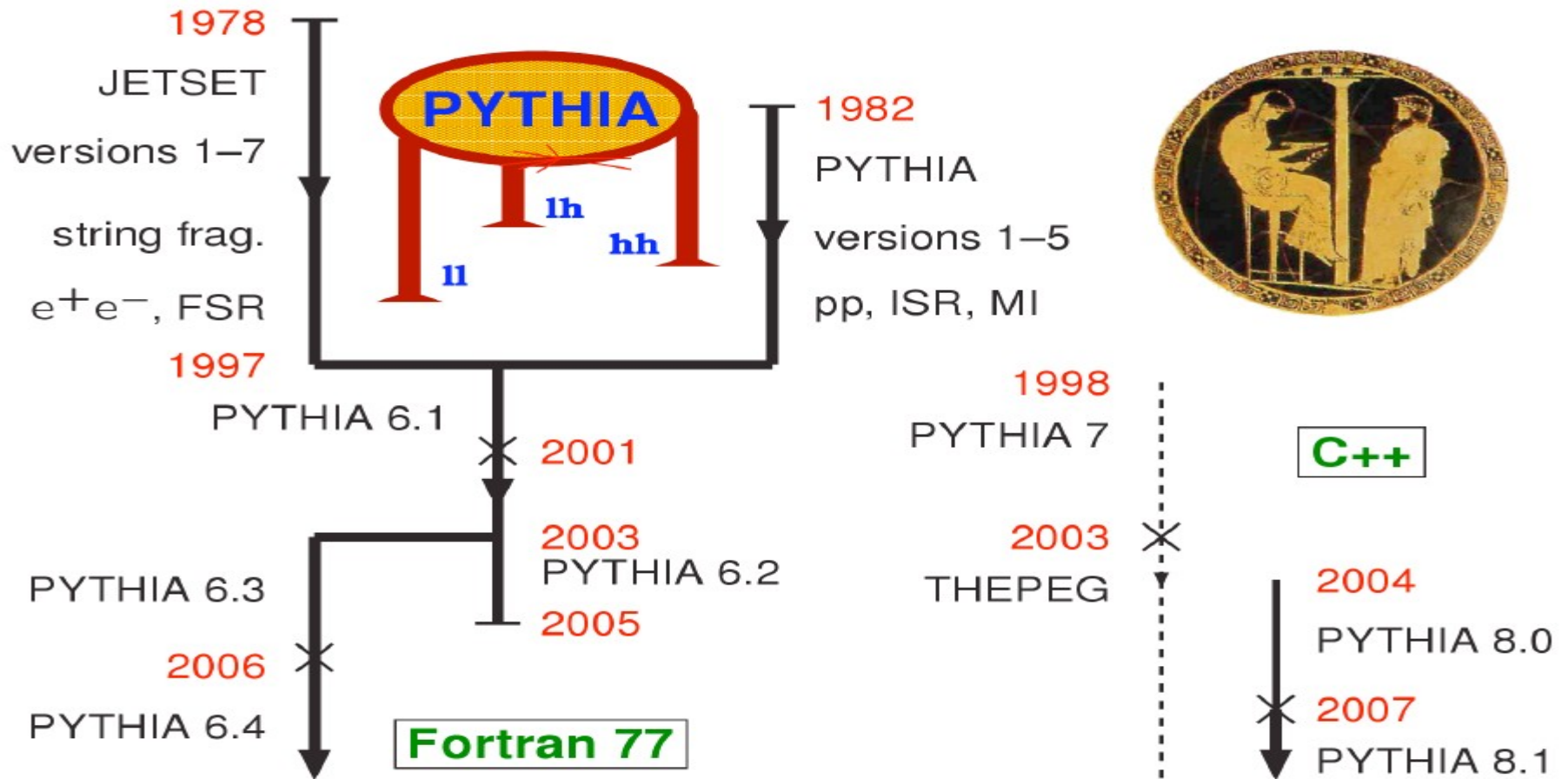


Peter Skands, FNAL

<http://skands.web.cern.ch/skands/>

***T. Sjostrand et al., A Brief Introduction to PYTHIA 8.1, arXiv:0710.3820**

PYTHIA TARİHÇESİ



PYTHIA FORTRAN 77→C++

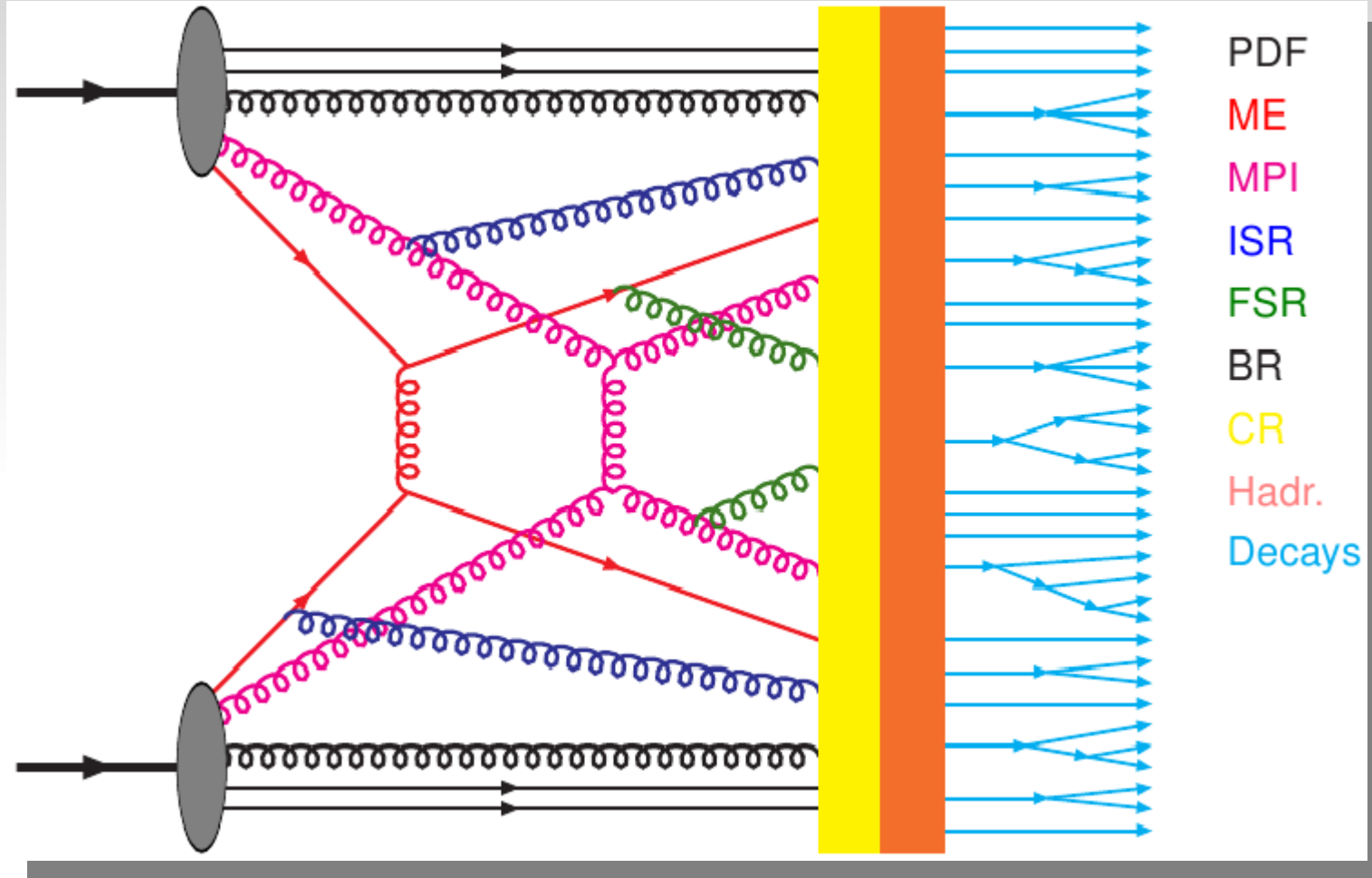
- Şimdilik Fortran dilinde yazılmış PYTHIA 6.4 kadar olgunlaşmamış olsa bile, C++ dilinde yeniden yazılan Pythia 8 eklenen bazı yeni süreçler ve diğer programlarla etkileşimi açısından özellikle LHC fiziği araştırma açısından oldukça önem kazanmıştır.
- Mevcut özelliklerin yanında eklenecek önemli özelliklerden bazıları,
 - Son deneysel verilere uygunluk
 - Dışarıdan girilen NLO programlar ile uygunluk
 - Çoklu parton-parton etkileşimleri için yeni özellikler
 - Farklı parton çoklukları için standart araçlar
 - γp ve $\gamma\gamma$ etkileşimleri



PYTHIA 6-->8 GEÇİŞ NEDENİ:

- Fortran desteği gittikçe azalıyor
- Genç deneyciler C++ tercih ediyor
- Bazı özellikleri modernleştirmek

PYTHIA HADRONİK SÜREÇ



Genel-amaçlı olay üreticiler: PYTHIA, HERWIG, SHERPA.
PYTHIA boyutu: ~80,000 satır (PYTHIA 6 (Fortran), PYTHIA 8 (C++)).

PYTHIA 6.4 OLAY ÜRETİMİ

- Bir PYTHIA programını çalıştırmak üç temel aşamada gerçekleşmektedir:
- **Başlangıç/Hazırlık**
 - **CALL PYINIT('CMS','e+','e-',200D0)**
- **Olay Üretimi**
 - **CALL PYEVNT**
- **Sonuçlar**
 - **CALL PYSTAT(1)**

PYTHIA 6.4 DERLEME

- Program, aşağıdaki web sayfasından elde edilebilir,
<http://www.hepforge.org/archive/pythia6/pythia-6.4.26.f.gz>
- **DERLEME**
Linux işletim sistemi altında bu fortran programını derlemek (compile) için program dosyasının bulunduğu /home/user/pythia6 dizininde,
`gfortran -c pythia-6.4.26.f -o pythia-6.4.26.o`
yazılır. Kullanıcı hazırladığı örnek programları PYTHIA ile bağlaması (link) için nesne dosyası ve arşiv dosyası yapılmalıdır,
`ar rv libpythia6426.a pythia-6.4.26.o`
daha sonra
`ranlib libpythia6426.a`
yazarak bu arşiv dosyasının “index”ini hazırlamış oluruz. Bundan sonra kullanıcı örnek dosyası “mainx.f”, bu kütüphane dosyası ile birlikte derlenebilir.
- Bazı durumlarda CERN program kütüphane dosyaları (CERNLIB) ile birlikte kullanılabilir, Böylece
`cp libpythia6426.a /cern/pro/lib`
komutu ile CERNLIB birlikte erişim yoluna kopyalanabilir.

PYTHIA 6.4 ÖRNEK 1

- Örnek 1

Enerjisi 3.8 GeV ($c \bar{c}$) sisteminin üretimi ve sonrasında hadronlaşma olayı.

KS: durum kodu

KF: çeşni kodu

orig: kaynak

ornek1.f

```
IMPLICIT DOUBLE PRECISION(A-H, O-Z)
CALL PY2ENT(0,4,-4,3.8D0)
CALL PYLIST(1)
END
```

Olay listesi

3.8 GeV ($c \bar{c}$)
üretimi ve
doğrudan
bozunumu

Event listing (summary)									
I	particle/jet	KS	KF	orig	P_x	P_y	P_z	E	m
1	(c)	A 12	4	0	0.000	0.000	1.166	1.900	1.500
2	(cbar)	V 11	-4	0	0.000	0.000	-1.166	1.900	1.500
3	(string)	11	92	1	0.000	0.000	0.000	3.800	3.800
4	(D0)	11	421	3	0.086	0.006	-0.355	1.900	1.865
5	(Dbar0)	11	-421	3	-0.086	-0.006	0.355	1.900	1.865
6	K-	1	-321	4	0.333	0.272	-0.010	0.655	0.494
7	pi+	1	211	4	-0.056	0.060	0.150	0.221	0.140
8	(pi0)	11	111	4	-0.303	0.074	-0.480	0.588	0.135
9	(pi0)	11	111	4	0.111	-0.400	-0.015	0.437	0.135
10	(K0)	11	311	5	0.230	0.044	0.266	0.611	0.498
11	pi-	1	-211	5	-0.079	-0.240	0.354	0.457	0.140
12	pi+	1	211	5	-0.014	0.094	-0.029	0.172	0.140
13	(pi0)	11	111	5	0.022	-0.175	-0.127	0.256	0.135
14	(pi0)	11	111	5	-0.245	0.271	-0.109	0.405	0.135
15	gamma	1	22	8	-0.152	0.006	-0.335	0.368	0.000
16	gamma	1	22	8	-0.150	0.069	-0.144	0.219	0.000
17	gamma	1	22	9	0.025	-0.131	-0.068	0.150	0.000
18	gamma	1	22	9	0.086	-0.269	0.052	0.287	0.000
19	K_L0	1	130	10	0.230	0.044	0.266	0.611	0.498
20	gamma	1	22	13	0.078	-0.109	-0.063	0.148	0.000
21	gamma	1	22	13	-0.056	-0.067	-0.064	0.108	0.000
22	gamma	1	22	14	-0.045	0.135	-0.009	0.142	0.000
23	gamma	1	22	14	-0.200	0.136	-0.101	0.262	0.000
sum:			0.00		0.000	0.000	0.000	3.800	3.800

```
gfortran ornek1.f libpythia6426.a
-o ornek1.exe
```

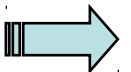


```
./ornek1.exe > ornek1.txt
O.Cakir
```


PYTHIA 6.4 ÖRNEK 1

ORNEK 1 - Ek açıklama:

- PY2ENT(0,4,-4,3.8D0) satırı içeren program çalıştırıldığında olay PYJETS common block'da tutulur,
- PYLIST(1) ile kısa olay listesi alınır.
- İlk iki satırda (c) ve (cbar) parantezleri bu parçacıkların “fragment” olacağını gösterir, olayın başlangıcında A ve V harfleri “string”in üst ve alt ucunu temsil eder, genelde parton/parçacık “fragmentation” veya bozunmaya uğrar anlamındadır.
- KS=1-10 bozunmadan kalan parçacık için; KS>10 bozunan veya fragment olan parçacık içindir.
- KF: Parçacık çeşni kodudur. Sonraki sayfada verilmiştir
- KC: parçacığın kapalı kodudur, KC=PYCOMP(KF); Genelde KF>80 için KC(1-500) arası tercih edilir.



PYTHIA 6.4 PARÇACIK KODLARI (MC)

- Kuark ve Lepton kodları

KF	Name	Printed	KF	Name	Printed
1	d	d	11	e^-	e-
2	u	u	12	ν_e	nu_e
3	s	s	13	μ^-	mu-
4	c	c	14	ν_μ	nu_mu
5	b	b	15	τ^-	tau-
6	t	t	16	ν_τ	nu_tau
7	b'	b'	17	τ'	tau'
8	t'	t'	18	ν'_τ	nu'_tau
9			19		
10			20		

- Ayar Bozonları ve Diğer Bozon Kodları

KF	Name	Printed	KF	Name	Printed
21	g	g	31		
22	γ	gamma	32	Z^0	Z'0
23	Z^0	Z0	33	Z'^0	Z''0
24	W^+	W+	34	W'^+	W'+
25	h^0	h0	35	H^0	H0
26			36	A^0	A0
27			37	H^+	H+
28			38		
29			39	G	Graviton
30			40		
			41	R^0	R0
			42	L_Q	LQ

PYTHIA 6.4 DİĞER MODELLER / PARÇACIKLAR

• Süpersimetri Parçacıkları

KF	Name	Printed	KF	Name	Printed
1000001	\tilde{d}_L	$\sim d_L$	2000001	\tilde{d}_R	$\sim d_R$
1000002	\tilde{u}_L	$\sim u_L$	2000002	\tilde{u}_R	$\sim u_R$
1000003	\tilde{s}_L	$\sim s_L$	2000003	\tilde{s}_R	$\sim s_R$
1000004	\tilde{c}_L	$\sim c_L$	2000004	\tilde{c}_R	$\sim c_R$
1000005	\tilde{b}_1	$\sim b_1$	2000005	\tilde{b}_2	$\sim b_2$
1000006	\tilde{t}_1	$\sim t_1$	2000006	\tilde{t}_2	$\sim t_2$
1000011	\tilde{e}_L	$\sim e_L$	2000011	\tilde{e}_R	$\sim e_R$
1000012	$\tilde{\nu}_{eL}$	$\sim \nu_{eL}$	2000012	$\tilde{\nu}_{eR}$	$\sim \nu_{eR}$
1000013	$\tilde{\mu}_L$	$\sim \mu_L$	2000013	$\tilde{\mu}_R$	$\sim \mu_R$
1000014	$\tilde{\nu}_{\mu L}$	$\sim \nu_{\mu L}$	2000014	$\tilde{\nu}_{\mu R}$	$\sim \nu_{\mu R}$
1000015	$\tilde{\tau}_1$	$\sim \tau_L$	2000015	$\tilde{\tau}_2$	$\sim \tau_R$
1000016	$\tilde{\nu}_{\tau L}$	$\sim \nu_{\tau L}$	2000016	$\tilde{\nu}_{\tau R}$	$\sim \nu_{\tau R}$
1000021	\tilde{g}	$\sim g$	1000025	$\tilde{\chi}_3^0$	$\sim \chi_{30}$
1000022	$\tilde{\chi}_1^0$	$\sim \chi_{10}$	1000035	$\tilde{\chi}_4^0$	$\sim \chi_{40}$
1000023	$\tilde{\chi}_2^0$	$\sim \chi_{20}$	1000037	$\tilde{\chi}_2^+$	$\sim \chi_{2+}$
1000024	$\tilde{\chi}_1^+$	$\sim \chi_{1+}$	1000039	\tilde{G}	$\sim \text{Gravitino}$
45	H_3^0	H_30	1000045	$\tilde{\chi}_5^0$	$\sim \chi_{50}$
46	A_2^0	A_20			

• Technicolor parçacıkları

KF	Name	Printed	KF	Name	Printed
3000111	π_{tc}^0	pi_tc0	3100021	$V_{8,tc}$	V8_tc
3000211	π_{tc}^+	pi_tc+	3100111	$\pi_{22,1,tc}^0$	pi_22.1_tc
3000221	$\pi_{tc}'^0$	pi'_tc0	3200111	$\pi_{22,8,tc}^0$	pi_22.8_tc
3000113	ρ_{tc}^0	rho_tc0	3100113	$\rho_{11,tc}^0$	rho_11_tc
3000213	ρ_{tc}^+	rho_tc+	3200113	$\rho_{12,tc}^0$	rho_12_tc
3000223	ω_{tc}^0	omega_tc0	3300113	$\rho_{21,tc}^0$	rho_21_tc
3000331	η_{tc}	eta_tc0	3400113	$\rho_{22,tc}^0$	rho_22_tc

• Egzotik parçacıklar

KF	Name	Printed	KF	Name	Printed
5000039	G^*	Graviton*			
9900012	ν_{Re}	nu_Re	9900023	Z_R^0	Z_R0
9900014	$\nu_{R\mu}$	nu_Rmu	9900024	W_R^+	W_R+
9900016	$\nu_{R\tau}$	nu_Rtau	9900041	H_L^{++}	H_L++
			9900042	H_R^{++}	H_R++

• Uyarılmış Kuark ve Leptonlar

KF	Name	Printed	KF	Name	Printed
4000001	u^*	d*	4000011	e^*	e*-
4000002	d^*	u*	4000012	ν_e^*	nu*_e0

PYTHIA 6.4 MEZON / BARYON KODLARI

• Bazı Mezon Kodlari

KF	Name	Printed	KF	Name	Printed
211	π^+	pi+	213	ρ^+	rho+
311	K^0	K0	313	K^{*0}	K*0
321	K^+	K+	323	K^{*+}	K**+
411	D^+	D+	413	D^{*+}	D**+
421	D^0	D0	423	D^{*0}	D*0
431	D_s^+	D_s+	433	D_s^{*+}	D*_s+
511	B^0	B0	513	B^{*0}	B*0
521	B^+	B+	523	B^{*+}	B**+
531	B_s^0	B_s0	533	B_s^{*0}	B*_s0
541	B_c^+	B_c+	543	B_c^{*+}	B*_c+
111	π^0	pi0	113	ρ^0	rho0
221	η	eta	223	ω	omega
331	η'	eta'	333	ϕ	phi
441	η_c	eta_c	443	J/ψ	J/psi
551	η_b	eta_b	553	Υ	Upsilon
130	K_L^0	K_L0			
310	K_S^0	K_S0			

• Bazı Baryon Kodlari

KF	Name	Printed	KF	Name	Printed
2112	n	n0	1114	Δ^-	Delta-
2212	p	p+	2114	Δ^0	Delta0
			2214	Δ^+	Delta+
			2224	Δ^{++}	Delta**+
3112	Σ^-	Sigma-	3114	Σ^{*-}	Sigma*-
3122	Λ^0	Lambda0			
3212	Σ^0	Sigma0	3214	Σ^{*0}	Sigma*0
3222	Σ^+	Sigma+	3224	Σ^{*+}	Sigma**+
3312	Ξ^-	Xi-	3314	Ξ^{*-}	Xi*-
3322	Ξ^0	Xi0	3324	Ξ^{*0}	Xi*0
			3334	Ω^-	Omega-
4112	Σ_c^0	Sigma_c0	4114	Σ_c^{*0}	Sigma*_c0
4122	Λ_c^+	Lambda_c+			
4212	Σ_c^+	Sigma_c+	4214	Σ_c^{*+}	Sigma*_c+
4222	Σ_c^{++}	Sigma_c**+	4224	Σ_c^{*++}	Sigma*_c**+
4132	Ξ_c^0	Xi_c0			
4312	$\Xi_c'^0$	Xi'_c0	4314	Ξ_c^{*0}	Xi*_c0
4232	Ξ_c^+	Xi_c+			
4322	$\Xi_c'^+$	Xi'_c+	4324	Ξ_c^{*+}	Xi*_c+
4332	Ω_c^0	Omega_c0	4334	Ω_c^{*0}	Omega*_c0
5112	Σ_b^-	Sigma_b-	5114	Σ_b^{*-}	Sigma*_b-
5122	Λ_b^0	Lambda_b0			
5212	Σ_b^0	Sigma_b0	5214	Σ_b^{*0}	Sigma*_b0
5222	Σ_b^+	Sigma_b+	5224	Σ_b^{*+}	Sigma*_b+

PYTHIA 6.4 COMMON BLOCKS

```
COMMON/PYJETS/N, NPAD, K(4000,5), P(4000,5), V(4000,5)
```

Olayda başlangıç, ara ve son durumda bütün partonların / parçacıkların tür, momentum, üretim köşesi bilgilerini tutar.

N: Olayda K,P,V matrislerindeki satır sayısı

NPAD: Yardımcı parametre, çift duyarlı gerçel sayı çevrimi için çift tamsayı kontrolü

K(I,J): Parçacığın durumu, kodu, orijini, ürün parçacık olup olmadığı bilgilerini içerir

P(I,J): Parçacık momentumu GeV cinsinden, $P(I,1)=P_x$, $P(I,2)=P_y$, $P(I,3)=P_z$, $P(I,4)=E$ (enerji), $P(I,5)=m$ (kütle)

V(I,J): Parçacık üretim uzay koordinatları mm cinsinden, $V(I,1)=x$, $V(I,2)=y$, $V(I,3)=z$ ve zaman koordinatı mm/c ($\sim 3.3 \times 10^{-12}$ s) cinsinden $V(I,4)=t$ $V(I,5)=$ parçacık has ömrü.

PYTHIA 6.4 COMMON BLOCKS

COMMON/PYSUBS/MSEL , MSELPD , MSUB(500) , KFIN(2, -40:40) , CKIN(200)

İstenen sürecin seçilmesi, ilk durum parçacık çeşnisi veya son durum parçacıklarına kinematik sınırlama yapılması ile ilgili bilgileri tutar.

MSEL: Bazı ilişkili alt süreçlerin toplu seçmi; MSEL=1 (Z/W üretimi @ lepton-lepton), (QCD yüksek p_T süreçleri @ hadron-hadron) veya MSEL=6 (üst kuark çift üretimi, ISUB=81,82,84,85); MSEL=0 süreçlerin ayrı ayrı seçilebilmesi için kullanılır, örneğin MSUB(ISUB)=1.

MSUB(ISUB): İstenen altsürecin/sürecin (ISUB) açılmasını veya kapatılmasını sağlar; MSUB(ISUB)=1 süreç açar, MSUB(ISUB)=0 süreç kapatır.

KFIN(I,KF): Gelen parçacıklar/partonlar (KF) içinden katkısı istenen veya istenmeyeni seçmek için kullanılır; KFIN(I,KF)=1 parton/parçacık al, KFIN(I,KF)=0 parton/parçacık alma anlamındadır. Olayda I=1 demet, I=2 ise hedef tarafı anlamındadır.

CKIN(I): Kinematik sınırlar (cut); CKIN(1) inv. Kütle alt sınırı, CKIN(2) inv. kütle üst sınırı, CKIN(3) p_T alt sınırı, CKIN(4) p_T üst sınırı, CKIN(7)-CKIN(8) rapidity sınırları, CKIN(13)-CKIN(14) pseudorapidity sınırları, CKIN(17)-CKIN(18) $\cos\theta$ sınırları...

PYTHIA 6.4 COMMON BLOCKS

COMMON/PYPARS/MSTP(200),PARP(200),MSTI(200),PARI(200)

Program performansını düzenleyen durum kodları ve parametreleri içerir, bu parametreler Olay üretimi başlamadan önce değiştirilebilir. Öntanımlı değerleri de kullanılabilir.

MSTP(I): MSTP(1) maksimum fermiyon aile sayısını ($D=3$), MSTP(2) α_s değerinin nasıl alınacağını tanımlar, MSTP(3) Λ değeri seçimi, MSTP(4) Higgs sektörü, MSTP(7) ağır kuark çeşnisi seçimi, MSTP(32) Q^2 seçimi, MSTP(43) γ/Z girişimi, MSTP(44) $\gamma/Z/Z'$ girişimi, MSTP(51)-MSTP(52) pdf seçimi, MSTP(61) ilk durum ışınması, MSTP(71) son durum ışınması, MSTP(81) çoklu etkileşmeler, MSTP(111) fragmentasyon ve bozunma, MSTP(172)=1 değişen demet enerjileri...

PARP(I): PARP(1) Λ_{QCD} seçimi, PARP(2) en düşük cm enerji ($D=10$ GeV)...

MSTI(I): Olay bilgilerini içerir, renk akış bilgileri, anormal etkileşme;

MSTI(5) üretilen olay bilgisi...

PARI(I): PARI(1) toplam tesir kesiti (mb), PARI(2) ağırlıksız olay bilgisi, PARI(13) altsüreç için inv. kütle, PARI(41) $2 \rightarrow 2$ veya $2 \rightarrow 1 \rightarrow 2$ için $\cos\theta$...

PYTHIA 6.4 COMMON BLOCKS

```
COMMON/PYDAT1/MSTU(200),PARU(200),MSTJ(200),PARJ(200)
COMMON/PYDAT2/KCHG(500,4),PMAS(500,4),PARF(2000),VCKM(4,4)
COMMON/PYDAT3/MDCY(500,3),MDME(8000,2),BRAT(8000),KFDP(8000,5)
```

- Fragmentasyon ve bozunma için ana parametreleri içermektedir, programın düzenliği açısından daha başka faydalı fonksiyonlar da bulundurmaktadır.

- Parçacıkların yük bilgileri, kütle, bozunma genişliği, etkileşmede karışım açıları bilgilerini içermektedir.

 - **VCKM(11)**=Vud, **VCKM(3,2)**=Vts, **VCKM(4,3)**=Vt'b, vb.

- Parçacıkların bozunma bilgileri, dallanma oranları

 - **MDCY(KC,1)**=1 / 0 bozunur / bozunmaz, **MDCY(KC,2)** bozunmada hangi parçacık blunacağını belirler, **MDCY(KC,3)** toplam bozunma kanalı sayısı.

 - **MDME(IDC,1)**=-1 ise hesaba katılmaz, **MDME(IDC,1)**=0 ise IDC kanalı kapalı, **MDME(IDC,1)**=1 ise kanal açıktır, **MDME(IDC,1)**=2(3) ise parçacık(anti-parçacık) için kanal açık anti-parçacık(parçacık) için kapalı.

 - **BRAT(IDC)** farklı bozunma kanalları için dallanma oranlarını verir.

 - **KFDP(IDC,J)** farklı kanallardaki bozunma ürünlerini içerir.

PYTHIA SÜREÇLER

In	No.	Subprocess	In	No.	Subprocess	In	No.	Subprocess	In	No.	Subprocess	In	No.	Subprocess	In	No.	Subprocess	Reference	
+	1	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \gamma^*/Z^0$	38	$f_i Z^0 \rightarrow f_i g$	+	76	$W^+W^- \rightarrow Z^0 Z^0$ (longitudinal)	119	$\gamma\gamma \rightarrow gg$	+	169	$q\bar{q} \rightarrow e^+e^+$	+	216	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_1 \tilde{\chi}_1$	+	256	$f_i g \rightarrow \tilde{q}_L \tilde{\chi}_2^\pm$	[Daw85]
+	2	$f_i \bar{f}_j \rightarrow W^+$	39	$f_i Z^0 \rightarrow f_i \gamma$	+	77	$W^+W^\pm \rightarrow W^+W^\pm$ (longitudinal)	121	$gg \rightarrow Q_k \bar{Q}_k h^0$	+	171	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow Z^0 H^0$	+	217	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_2 \tilde{\chi}_2$	+	258	$f_i g \rightarrow \tilde{q}_L \tilde{g}$	[Daw85]
+	3	$f_i \bar{f}_i \rightarrow h^0$	40	$f_i Z^0 \rightarrow f_i Z^0$	+	78	$W^+h^0 \rightarrow W^+h^0$	122	$q_i \bar{q}_i \rightarrow Q_k \bar{Q}_k h^0$	+	172	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow W^+ H^0$	+	218	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_3 \tilde{\chi}_3$	+	259	$f_i g \rightarrow \tilde{q}_R \tilde{g}$	[Daw85]
+	4	$\gamma W^+ \rightarrow W^+$	41	$f_i Z^0 \rightarrow f_i W^+$	+	79	$h^0 h^0 \rightarrow h^0 h^0$	123	$f_i \bar{f}_j \rightarrow f_i \bar{f}_j h^0$ (ZZ fusion)	+	173	$f_i \bar{f}_j \rightarrow f_i \bar{f}_j H^0$ (ZZ fusion)	+	219	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_4 \tilde{\chi}_4$	+	261	$f_i \bar{f}_i \rightarrow t_1^+ t^+$	[Daw85]
+	5	$Z^0 Z^0 \rightarrow h^0$	42	$f_i Z^0 \rightarrow f_i h^0$	+	80	$q_i \gamma \rightarrow q_i \pi^\pm$	124	$f_i \bar{f}_j \rightarrow f_i \bar{f}_j h^0$ (W+W- fusion)	+	174	$f_i \bar{f}_j \rightarrow f_i \bar{f}_j H^0$ (W+W- fusion)	+	220	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_1 \tilde{\chi}_2$	+	262	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{t}_1 \tilde{t}_2^+$	[Daw85]
+	6	$Z^0 W^+ \rightarrow W^+$	43	$f_i W^+ \rightarrow f_i g$	+	81	$f_i \bar{f}_i \rightarrow Q_k \bar{Q}_k$	131	$f_i \gamma_T^* \rightarrow f_i g$	+	176	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow Z^0 A^0$	+	221	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_1 \tilde{\chi}_3$	+	263	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{t}_1 \tilde{t}_2^+ + \tilde{t}_1^+ \tilde{t}_2$	[Daw85]
+	7	$W^+W^- \rightarrow Z^0$	44	$f_i W^+ \rightarrow f_i \gamma$	+	82	$gg \rightarrow Q_k \bar{Q}_k$	132	$f_i \gamma_L^* \rightarrow f_i g$	+	177	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow W^+ A^0$	+	222	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_1 \tilde{\chi}_4$	+	264	$gg \rightarrow t_1^+ t^+$	[Daw85]
+	8	$W^+W^- \rightarrow h^0$	45	$f_i W^+ \rightarrow f_i Z^0$	+	83	$q_i \bar{f}_j \rightarrow Q_k \bar{f}_i$	133	$f_i \gamma_T^* \rightarrow f_i \gamma$	+	178	$f_i \bar{f}_j \rightarrow f_i \bar{f}_j A^0$ (ZZ fusion)	+	223	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_2 \tilde{\chi}_3$	+	265	$gg \rightarrow \tilde{t}_2 \tilde{t}_2^+$	[Daw85]
+	10	$f_i \bar{f}_j \rightarrow f_k \bar{f}_l$ (QFD)	46	$f_i W^+ \rightarrow f_i W^+$	+	84	$g \gamma \rightarrow Q_k \bar{Q}_k$	134	$f_i \gamma_L^* \rightarrow f_i \gamma$	+	179	$f_i \bar{f}_j \rightarrow f_i \bar{f}_j A^0$ (W+W- fusion)	+	224	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_2 \tilde{\chi}_4$	+	271	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{q}_{iR} \tilde{q}_{jR}$	[Daw85]
+	11	$f_i \bar{f}_j \rightarrow f_i \bar{f}_j$ (QCD)	47	$f_i W^+ \rightarrow f_i h^0$	+	85	$\gamma\gamma \rightarrow F_k \bar{F}_k$	135	$g \gamma_T^* \rightarrow f_i \bar{f}_i$	+	181	$gg \rightarrow Q_k \bar{Q}_k H^0$	+	225	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_3 \tilde{\chi}_4$	+	272	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{q}_{iR} \tilde{q}_{jR} + \tilde{q}_{iR} \tilde{q}_{jL}$	[Daw85]
+	12	$f_i \bar{f}_i \rightarrow f_k \bar{f}_k$	48	$f_i h^0 \rightarrow f_i g$	+	86	$gg \rightarrow J/\psi g$	136	$g \gamma_L^* \rightarrow f_i \bar{f}_i$	+	182	$q_i \bar{q}_i \rightarrow Q_k \bar{Q}_k H^0$	+	226	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_2^\pm \tilde{\chi}_1^\mp$	+	273	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{q}_{iL} \tilde{q}_{jL}$	[Daw85]
+	13	$f_i \bar{f}_i \rightarrow gg$	49	$f_i h^0 \rightarrow f_i \gamma$	+	87	$gg \rightarrow \chi_{0c} g$	137	$\gamma_T^* \gamma_T^* \rightarrow f_i \bar{f}_i$	+	183	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow g H^0$	+	227	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_2^\pm \tilde{\chi}_2^\mp$	+	274	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{q}_{iL} \tilde{q}_{jL}^*$	[Daw85]
+	14	$f_i \bar{f}_i \rightarrow g\gamma$	50	$f_i h^0 \rightarrow f_i Z^0$	+	88	$gg \rightarrow \chi_{1c} g$	138	$\gamma_T^* \gamma_L^* \rightarrow f_i \bar{f}_i$	+	184	$f_i g \rightarrow f_i H^0$	+	228	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\chi}_1^\pm \tilde{\chi}_2^\mp$	+	275	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{q}_{iR} \tilde{q}_{jR}^*$	[Daw85]
+	15	$f_i \bar{f}_i \rightarrow gZ^0$	51	$f_i h^0 \rightarrow f_i W^+$	+	89	$gg \rightarrow \chi_{2c} g$	139	$\gamma_L^* \gamma_T^* \rightarrow f_i \bar{f}_i$	+	185	$gg \rightarrow g H^0$	+	229	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{\chi}_1 \tilde{\chi}_1^\pm$	+	276	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{q}_{iL} \tilde{q}_{jR} + \tilde{q}_{iR} \tilde{q}_{jL}$	[Daw85]
+	16	$f_i \bar{f}_j \rightarrow gW^+$	52	$f_i h^0 \rightarrow f_i h^0$	+	91	elastic scattering	140	$\gamma_L^* \gamma_L^* \rightarrow f_i \bar{f}_i$	+	186	$gg \rightarrow Q_k \bar{Q}_k A^0$	+	230	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{\chi}_2 \tilde{\chi}_1^\pm$	+	277	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{q}_{jL} \tilde{q}_{jL}^*$	[Daw85]
+	17	$f_i \bar{f}_j \rightarrow gh^0$	53	$gg \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	92	single diffraction ($AB \rightarrow XB$)	141	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \gamma/Z^0/A^0$	+	187	$q_i \bar{q}_i \rightarrow Q_k \bar{Q}_k A^0$	+	231	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{\chi}_3 \tilde{\chi}_1^\pm$	+	278	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{q}_{jR} \tilde{q}_{jR}^*$	[Daw85]
+	18	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \gamma\gamma$	54	$g\gamma \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	93	single diffraction ($AB \rightarrow AX$)	142	$f_i \bar{f}_j \rightarrow W^+$	+	188	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow g A^0$	+	232	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{\chi}_4 \tilde{\chi}_1^\pm$	+	279	$gg \rightarrow \tilde{q}_{iL} \tilde{q}_{iL}^*$	[Daw85]
+	19	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \gamma Z^0$	55	$gZ^0 \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	94	double diffraction	143	$f_i \bar{f}_j \rightarrow H^+$	+	189	$f_i g \rightarrow f_i A^0$	+	233	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{\chi}_1 \tilde{\chi}_2^\pm$	+	280	$gg \rightarrow \tilde{q}_{iR} \tilde{q}_{iR}^*$	[Daw85]
+	20	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \gamma W^+$	56	$gW^+ \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	95	low- p_T production	144	$f_i \bar{f}_j \rightarrow R$	+	190	$gg \rightarrow g A^0$	+	234	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{\chi}_2 \tilde{\chi}_2^\pm$	+	281	$bq \rightarrow b_1 \tilde{q}_L$ (q not b)	[Daw85a]
+	21	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \gamma h^0$	57	$gh^0 \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	96	semihard QCD 2 → 2	145	$f_i \bar{f}_j \rightarrow L_Q$	+	191	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \rho_c^\pm$	+	235	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{\chi}_3 \tilde{\chi}_2^\pm$	+	282	$bq \rightarrow b_2 \tilde{q}_R$	[Daw85a]
+	22	$f_i \bar{f}_i \rightarrow Z^0 Z^0$	58	$\gamma\gamma \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	99	$\gamma^* q \rightarrow q$	146	$e\gamma \rightarrow e^*$	+	192	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \rho_c^\pm$	+	236	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{\chi}_4 \tilde{\chi}_2^\pm$	+	283	$bq \rightarrow b_1 \tilde{q}_R + b_2 \tilde{q}_L$	[Daw85a]
+	23	$f_i \bar{f}_j \rightarrow Z^0 W^+$	59	$\gamma Z^0 \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	101	$gg \rightarrow Z^0$	147	$d\gamma \rightarrow d^*$	+	193	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \omega_c^0$	+	237	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{g} \tilde{\chi}_1$	+	284	$b\bar{q} \rightarrow b_1 \tilde{q}_L^*$	[Daw85a]
+	24	$f_i \bar{f}_i \rightarrow Z^0 h^0$	60	$\gamma W^+ \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	102	$gg \rightarrow h^0$	148	$u\gamma \rightarrow u^*$	+	194	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	238	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{g} \tilde{\chi}_2$	+	285	$b\bar{q} \rightarrow b_2 \tilde{q}_R^*$	[Daw85a]
+	25	$f_i \bar{f}_i \rightarrow W^+W^-$	61	$\gamma h^0 \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	103	$\gamma\gamma \rightarrow h^0$	149	$gg \rightarrow \eta_c$	+	195	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	239	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{g} \tilde{\chi}_3$	+	286	$b\bar{q} \rightarrow b_1 \tilde{q}_R + b_2 \tilde{q}_L^*$	[Daw85a]
+	26	$f_i \bar{f}_j \rightarrow W^+h^0$	62	$Z^0 Z^0 \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	104	$gg \rightarrow \chi_{0c}$	151	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow H^0$	+	201	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{e}_L \tilde{e}_L$	+	240	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{g} \tilde{\chi}_4$	+	287	$f_i \bar{f}_i \rightarrow b_1 b_1^*$	[Daw85a]
+	27	$f_i \bar{f}_j \rightarrow h^0 h^0$	63	$Z^0 W^+ \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	105	$gg \rightarrow \chi_{2c}$	152	$gg \rightarrow H^0$	+	202	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{e}_R \tilde{e}_R$	+	241	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{g} \tilde{\chi}_1^\pm$	+	288	$f_i \bar{f}_i \rightarrow b_2 b_2^*$	[Daw85a]
+	28	$f_i g \rightarrow f_i g$	64	$Z^0 h^0 \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	106	$gg \rightarrow J/\psi \gamma$	153	$\gamma\gamma \rightarrow H^0$	+	203	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{e}_L \tilde{e}_R + \tilde{e}_R \tilde{e}_L$	+	242	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \tilde{g} \tilde{\chi}_2^\pm$	+	289	$gg \rightarrow b_1 b_1^*$	[Daw85a]
+	29	$f_i g \rightarrow f_i \gamma$	65	$W^+W^- \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	107	$g\gamma \rightarrow J/\psi g$	156	$f_i \bar{f}_i \rightarrow A^0$	+	204	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\mu}_L \tilde{\mu}_L$	+	243	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{g} \tilde{\chi}_3$	+	290	$gg \rightarrow b_2 b_2^*$	[Daw85a]
+	30	$f_i g \rightarrow f_i Z^0$	66	$W^+h^0 \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	108	$\gamma\gamma \rightarrow J/\psi \gamma$	157	$gg \rightarrow A^0$	+	205	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\mu}_R \tilde{\mu}_R$	+	244	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{g} \tilde{g}$	+	291	$bb \rightarrow b_1 b_1$	[Daw85a]
+	31	$f_i g \rightarrow f_k W^+$	67	$h^0 h^0 \rightarrow f_i \bar{f}_k$	+	110	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \gamma h^0$	158	$\gamma\gamma \rightarrow A^0$	+	206	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\mu}_L \tilde{\mu}_R + \tilde{\mu}_R \tilde{\mu}_L$	+	245	$gg \rightarrow \tilde{g} \tilde{g}$	+	292	$bb \rightarrow b_2 b_2$	[Daw85a]
+	32	$f_i g \rightarrow f_k h^0$	68	$gg \rightarrow gg$	+	111	$f_i \bar{f}_i \rightarrow gh^0$	161	$f_i g \rightarrow f_k H^+$	+	207	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\tau}_1^+ \tilde{\tau}_1^+$	+	246	$f_i g \rightarrow \tilde{q}_{iL} \tilde{\chi}_1$	+	293	$bb \rightarrow b_1 b_2$	[Daw85a]
+	33	$f_i \gamma \rightarrow f_i g$	69	$\gamma\gamma \rightarrow W^+W^-$	+	112	$f_i g \rightarrow f_i h^0$	162	$q_i g \rightarrow \ell_k L_Q$	+	208	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\tau}_2^+ \tilde{\tau}_2^+$	+	247	$f_i g \rightarrow \tilde{q}_{iR} \tilde{\chi}_1$	+	294	$bg \rightarrow b_1 \tilde{g}$	[Daw85a]
+	34	$f_i \gamma \rightarrow f_i \gamma$	70	$\gamma W^+ \rightarrow Z^0 W^+$	+	113	$gg \rightarrow gh^0$	163	$gg \rightarrow L_Q L_Q$	+	209	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\tau}_1^+ \tilde{\tau}_2^+ + \tilde{\tau}_1^+ \tilde{\tau}_1^+$	+	248	$f_i g \rightarrow \tilde{q}_{iL} \tilde{\chi}_2$	+	295	$bg \rightarrow b_2 \tilde{g}$	[Daw85a]
+	35	$f_i \gamma \rightarrow f_i Z^0$	71	$Z^0 Z^0 \rightarrow Z^0 Z^0$ (longitudinal)	+	114	$gg \rightarrow \gamma\gamma$	164	$q_i \bar{q}_i \rightarrow L_Q L_Q$	+	210	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\ell}_L \tilde{\nu}_L^+ + \tilde{\ell}_L^+ \tilde{\nu}_L$	+	249	$f_i g \rightarrow \tilde{q}_{iR} \tilde{\chi}_2$	+	296	$b\bar{b} \rightarrow b_1 b_2^* + b_1^* b_2$	[Daw85a]
+	36	$f_i \gamma \rightarrow f_k W^+$	72	$Z^0 Z^0 \rightarrow W^+W^-$ (longitudinal)	+	115	$gg \rightarrow g\gamma$	165	$f_i \bar{f}_i \rightarrow f_i \bar{f}_i$ (via γ^*/Z^0)	+	211	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\tau}_1^+ \tilde{\nu}_L^+ + \tilde{\tau}_1^+ \tilde{\nu}_L$	+	250	$f_i g \rightarrow \tilde{q}_{iL} \tilde{\chi}_3$	+	297	$f_i \bar{f}_i \rightarrow H^\pm H^0$	[Daw85a]
+	37	$f_i \gamma \rightarrow f_i h^0$	73	$Z^0 W^+ \rightarrow Z^0 W^+$ (longitudinal)	+	116	$gg \rightarrow \gamma Z^0$	166	$f_i \bar{f}_j \rightarrow f_i \bar{f}_j$ (via W^\pm)	+	212	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\tau}_2^+ \tilde{\nu}_L^+ + \tilde{\tau}_2^+ \tilde{\nu}_L$	+	251	$f_i g \rightarrow \tilde{q}_{iR} \tilde{\chi}_3$	+	298	$f_i \bar{f}_i \rightarrow H^\pm H^0$	[Daw85a]
			74	$Z^0 h^0 \rightarrow Z^0 h^0$	+	117	$gg \rightarrow Z^0 Z^0$	167	$q_i q_j \rightarrow q_k d^*$	+	213	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\nu}_L \tilde{\nu}_L^*$	+	252	$f_i g \rightarrow \tilde{q}_{iL} \tilde{\chi}_4$	+	299	$f_i \bar{f}_i \rightarrow Ah^0$	[Daw85a]
			75	$W^+W^- \rightarrow \gamma\gamma$	+	118	$gg \rightarrow W^+W^-$	168	$q_i q_j \rightarrow q_k u^*$	+	214	$\bar{f}_i \bar{f}_i \rightarrow \tilde{\nu}_R \tilde{\nu}_R^*$	+	254	$f_i g \rightarrow \tilde{q}_{jL} \tilde{\chi}_1^\pm$	+	300	$f_i \bar{f}_i \rightarrow AH^0$	[Daw85a]

PYTHIA 6.4 BAZI FİZİK SÜREÇLERİ

• QCD Süreçleri

MSEL = 1, 2	
ISUB = 11	$q_i q_j \rightarrow q_i q_j$
12	$q_i \bar{q}_i \rightarrow q_k \bar{q}_k$
13	$q_i \bar{q}_i \rightarrow gg$
28	$q_i g \rightarrow q_i g$
53	$gg \rightarrow q_k \bar{q}_k$
68	$gg \rightarrow gg$
96	semihard QCD $2 \rightarrow 2$

• Ağır Fermiyonlar

MSEL = 4, 5, 6, 7, 8	
ISUB = 81	$q_i \bar{q}_i \rightarrow Q_k \bar{Q}_k$
82	$gg \rightarrow Q_k \bar{Q}_k$
(83)	$q_i f_j \rightarrow Q_k f_l$
(84)	$g\gamma \rightarrow Q_k \bar{Q}_k$
(85)	$\gamma\gamma \rightarrow F_k \bar{F}_k$
(1)	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \gamma^*/Z^0 \rightarrow F_k \bar{F}_k$
(2)	$f_i \bar{f}_j \rightarrow W^+ \rightarrow F_k \bar{F}_l$
(142)	$f_i \bar{f}_j \rightarrow W'^+ \rightarrow F_k \bar{F}_l$

• Z, Z', W, W' Tek Üretim

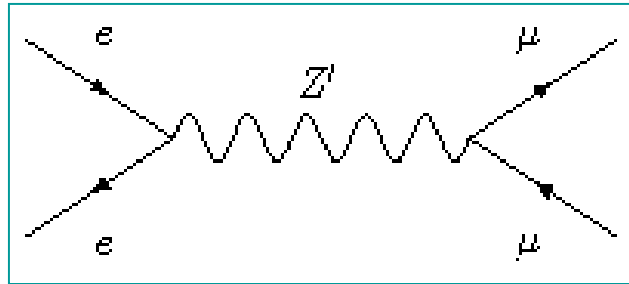
MSEL = 11, 12, 13, 14, 15, (21)	
ISUB = 1	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \gamma^*/Z^0$
2	$f_i \bar{f}_j \rightarrow W^+$
15	$f_i \bar{f}_i \rightarrow g(\gamma^*/Z^0)$
16	$f_i \bar{f}_j \rightarrow gW^+$
19	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \gamma(\gamma^*/Z^0)$
20	$f_i \bar{f}_j \rightarrow \gamma W^+$
30	$f_i g \rightarrow f_i(\gamma^*/Z^0)$
31	$f_i g \rightarrow f_k W^+$
35	$f_i \gamma \rightarrow f_i(\gamma^*/Z^0)$
36	$f_i \gamma \rightarrow f_k W^+$
(141)	$f_i \bar{f}_i \rightarrow \gamma/Z^0/Z'^0$
(142)	$f_i \bar{f}_j \rightarrow W'^+$

PYTHIA 6.4 ÖRNEK 2

Yüksek enerji fiziği süreçleri genelde karmaşıktır, yani ışımalar içerir, halkalar içerir, vs. Ancak ilk yaklaşım olarak bu süreçler, temel parçacıklar (leptonlar, kuarklar ve ayar parçacıkları) arasındaki temel seviyede etkileşimler olarak alınabilir.

• Örnek 2

Gelecekte kurulacak bir lineer e^+e^- çarpıştırıcıda Z^0 bozonu üretmek için PYTHIA'da ilgili fizik sürecin seçimi, üretim, bozunum ve sonuçların yazdırılmasını bulunduran bir örnek verilecektir. Burada Feynman diyagramları JaxoDraw* ile çizilmiştir.



*JaxoDraw2.0, <http://jaxodraw.sourceforge.net/>

PYTHIA 6.4 ÖRNEK 2

```
IMPLICIT DOUBLE PRECISION(A-H, O-Z)
INTEGER PYK,PYCHGE,PYCOMP
EXTERNAL PYDATA
COMMON/PYJETS/N,NPAD,K(4000,5),P(4000,5),V(4000,5)
COMMON/PYDAT1/MSTU(200),PARU(200),MSTJ(200),PARJ(200)
COMMON/PYDAT2/KCHG(500,4),PMAS(500,4),PARF(2000),VCKM(4,4)
COMMON/PYDAT3/MDCY(500,3),MDME(8000,2),BRAT(8000),KFDP(8000,5)
COMMON/PYSUBS/MSEL,MSELPD,MSUB(500),KFIN(2,-40:40),CKIN(200)
COMMON/PYPARS/MSTP(200),PARP(200),MSTI(200),PARI(200)
```

VERİ TİPİ
TANIMLARI

BELLEKTE ORTAK
KULLANIM ALANLARI

C...Baslangic

```
ECM=1000D0
```

```
NEV=1000
```

C...Surec secimi

```
MSEL=0
```

```
MSUB(141)=1
```

C...Z⁰ kütlesi

```
PMAS(32,1)=1000D0
```

C...Z⁰ bozunun sadece muonlara bozunmasi

```
DO IDC=289,310
```

```
MDME(IDC,1)=0
```

```
ENDDO
```

```
MDME(299,1)=1 ! Z0 -->mu+ mu-
```

C...Hazirlık

```
CALL PYINIT('CMS','e+','e-',ECM)
```

C...Z⁰ bozunum kanallari listesi

```
CALL PYSTAT(2)
```

C...Olay cevrimi

```
DO 200 IEV=1,NEV
```

```
CALL PYEVNT
```

C...Ilk uc olayin listelenmesi

```
IF(IEV.LE.3) CALL PYLIST(1)
```

```
200 CONTINUE
```

C...Sonuclarin yazilmasi

```
CALL PYSTAT(1)
```

```
END
```

Derleme ve Çalıştırma:

```
gfortran ornek2.f libpythia6426.a -o  
ornek2.exe
```

```
./ornek2.exe > ornek2.txt
```

PYTHIA 6.4 ÖRNEK 2

PYTHIA Başlama/Hazırlık

```
=====
I                                                                 I
I      PYTHIA will be initialized for an e+ on e- collider      I
I      at 1000.000 GeV center-of-mass energy                    I
I                                                                 I
=====

***** PYMAXI: summary of differential cross-section maximum search *****

=====
I                                                                 I      I
I  ISUB  Subprocess name      I  Maximum value  I
I                                                                 I
=====
I                                                                 I      I
I  141   f + fbar -> Z'0      I    1.4092E-07  I
I                                                                 I
=====
```

PYTHIA 6.4 ÖRNEK 2

Z⁰ Bozunma Genişliği ve Dallanma Oranları

```
***** PYSTAT: Decay Widths and Branching Ratios *****
```

Mother --> Branching/Decay Channel				Width (GeV)	B.R.	Stat	Eff. B.R.
32	Z ⁰	(m = 1000.000) -->		3.188E+01	1.000E+00	I on	1.000E+00
289	d	+ dbar		4.264E+00	1.338E-01	I off	0.000E+00
290	u	+ ubar		3.312E+00	1.039E-01	I off	0.000E+00
291	s	+ sbar		4.264E+00	1.338E-01	I off	0.000E+00
292	c	+ cbar		3.312E+00	1.039E-01	I off	0.000E+00
293	b	+ bbar		4.264E+00	1.338E-01	I off	0.000E+00
294	t	+ tbar		2.797E+00	8.774E-02	I off	0.000E+00
297	e-	+ e+		9.387E-01	2.945E-02	I off	0.000E+00
298	nu_e	+ nu_ebar		1.865E+00	5.852E-02	I off	0.000E+00
299	mu-	+ mu+		9.387E-01	2.945E-02	I on	1.000E+00
300	nu_mu	+ nu_mubar		1.865E+00	5.852E-02	I off	0.000E+00
301	tau-	+ tau+		9.387E-01	2.945E-02	I off	0.000E+00
302	nu_tau	+ nu_taubar		1.865E+00	5.852E-02	I off	0.000E+00
305	W+	+ W-		5.977E-01	1.875E-02	I off	0.000E+00
306	H+	+ H-		1.372E-01	4.304E-03	I off	0.000E+00
307	Z ⁰	+ gamma		0.000E+00	0.000E+00	I off	0.000E+00
308	Z ⁰	+ h ₀		5.168E-01	1.621E-02	I off	0.000E+00
309	h ₀	+ A ₀		0.000E+00	0.000E+00	I off	0.000E+00
310	H ₀	+ A ₀		0.000E+00	0.000E+00	I off	0.000E+00

Z⁰ : ~%40 d+s+b, ~%20 u+c, ~%8.8 t, ~%9 3l, ~%18 3ν, ~%4 diğer

PYTHIA 6.4 ÖRNEK 2 - OLAY LİSTESİ

Event listing (summary)

I	particle/jet	KS	KF	orig	p_x	p_y	p_z	E	m
1	!e+!	21	-11	0	0.000	0.000	500.000	500.000	0.001
2	!e-!	21	11	0	0.000	0.000	-500.000	500.000	0.001
=====									
3	!e+!	21	-11	1	0.000	0.000	500.000	500.000	0.000
4	!e-!	21	11	2	0.000	0.000	-500.000	500.000	0.000
5	!e+!	21	-11	3	0.000	0.000	498.137	498.137	0.000
6	!e-!	21	11	4	0.000	0.000	-500.000	500.000	0.000
7	!Z'0!	21	32	0	0.000	0.000	-1.863	998.137	998.135
8	!mu-!	21	13	7	453.080	204.328	44.205	498.984	0.106
9	!mu+!	21	-13	7	-453.080	-204.328	-46.068	499.153	0.106
=====									
10	(Z'0)	11	32	7	0.000	0.000	-1.863	998.137	998.135
11	gamma	1	22	3	0.000	0.000	1.863	1.863	0.000
12	mu-	1	13	8	452.912	204.252	44.189	498.799	0.106
13	gamma	1	22	9	-0.469	-0.385	0.651	0.890	0.000
14	gamma	1	22	9	-3.556	-1.513	-0.244	3.873	0.000
15	mu+	1	-13	9	-408.872	-184.294	-42.311	450.478	0.106
16	gamma	1	22	9	-40.014	-18.060	-4.149	44.097	0.000
17	gamma	1	22	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	gamma	1	22	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
=====									
	sum:	0.00			0.000	0.000	0.000	1000.000	1000.000

PYTHIA 6.4 ÖRNEK 2

$e^+e^- \rightarrow Z^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$ süreci için tesir kesiti $\sigma=8.213 \text{ pb}$

```
***** PYSTAT:  Statistics on Number of Events and Cross-sections *****
=====
I          I          I          I
I          Subprocess  I          Number of points  I          Sigma  I
I          I          I          I          I          I
I-----I-----I          (mb)  I          I
I          I          I          I          I          I
I N:o Type  I          Generated      Tried I          I
I          I          I          I          I          I
=====
I          I          I          I          I          I
I   0 All included subprocesses  I          100      1806 I   8.213E-09 I
I 141 f + fbar -> Z'0          I          100      1806 I   8.213E-09 I
I          I          I          I          I          I
=====
```


PYTHIA 6.4 ÖRNEK 3

- Örnek 4: LHE formatında parton seviyesi olayların yazılması (zprime.lhe).

ornek3.f

```
C...Z'0 uretimi
  IMPLICIT DOUBLE PRECISION(A-H, O-Z)
  INTEGER PYK, PYCHGE, PYCOMP
  EXTERNAL PYDATA
  COMMON/PYJETS/N,NPAD,K(4000,5),P(4000,5),V(4000,5)
  COMMON/PYDAT1/MSTU(200),PARU(200),MSTJ(200),PARJ(200)
  COMMON/PYDAT2/KCHG(500,4),PMAS(500,4),PARF(2000),VCKM(4,4)
  COMMON/PYDAT3/MDCY(500,3),MDME(8000,2),BRAT(8000),KFDP(8000,5)
  COMMON/PYSUBS/MSEL,MSELPD,MSUB(500),KFIN(2,-40:40),CKIN(200)
  COMMON/PYPARS/MSTP(200),PARP(200),MSTI(200),PARI(200)

C...Parametreler.
  ECM=1000.DO
  NEV=10000

C...Z'0 uretim sureclerinin secimi.
  MSEL=21
  MSTP(44)=3

C...Z'0 kutle ve bozunma genisligi.
  PMAS(32,1)=1000.0DO
  PMAS(32,2)=PMAS(23,2)*PMAS(32,1)/PMAS(23,1)

C...Dosyalar.
  MSTP(161)=21
  OPEN(21,FILE='zprime.init',STATUS='unknown')
  MSTP(162)=22
  OPEN(22,FILE='zprime.evnt',STATUS='unknown')
  MSTP(163)=23
  OPEN(23,FILE='zprime.lhe',STATUS='unknown')

C... Z'0 -->mu+mu-
  DO IDC=289,310
    MDME(IDC,1)=0
  ENDDO
  MDME(299,1)=1

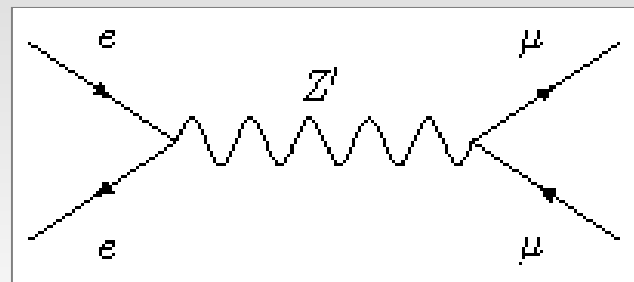
C...Başlama.
  CALL PYINIT('CMS','e+','e-',ECM)

C...Olay cevrimi.
  DO 200 IEV=1,NEV
    CALL PYUPEV

C...Ilk birkac olayin listelenmesi.
  IF(IEV.LE.3) THEN
    CALL PYLIST(2)
    CALL PYLIST(7)
  ENDIF

200 CONTINUE

C...Sonuc, Istatistik.
  CALL PYSTAT(1)
  CALL PYUPIN
  CALL PYLHEF
END
```



zprime.lhe
(parton-seviyesi)

zprime.hep
(hadron-seviyesi)

PYTHIA 6.4 LHE FORMAT

zprime.lhe

```
<LesHouchesEvents version="1.0">
<!--
File generated with PYTHIA 6.419
-->
<init>
  -11      11  5.000000E+02  5.000000E+02  0  0  7  7  3  1
  8.847741E+00  8.847741E-02  1.000000E+00  141
</init>
<event>
  . 5  141  1.000000E+00  9.967764E+02  7.976952E-03  9.276455E-02
  -11  -1  0  0  0  0  0.0000000000E+00  0.0000000000E+00  4.9999999014E+02  4.9999999014E+02  0.0000000000E+00  0. 9.
  11  -1  0  0  0  0  0.0000000000E+00  0.0000000000E+00  -4.9678159275E+02  4.9678159275E+02  0.0000000000E+00  0. 9.
  32  2  1  2  0  0  0.0000000000E+00  0.0000000000E+00  3.2183973877E+00  9.9678158288E+02  9.9677638711E+02  0. 9.
  13  1  3  0  0  0 -2.6580413289E+02  4.0799237284E+02  -1.0460419292E+02  4.9804785081E+02  1.0566000000E-01  0. 9.
  -13  1  3  0  0  0  2.6580413289E+02  -4.0799237284E+02  1.0782259031E+02  4.9873373207E+02  1.0566000000E-01  0. 9.
#pdf -11  11  9.9999998027E-01  9.9356318550E-01  9.9677638711E+02  3.0102355199E+06  7.5188972751E+00
</event>
<event>
  . 5  141  1.000000E+00  1.000000E+03  7.977247E-03  9.273066E-02
  -11  -1  0  0  0  0  0.0000000000E+00  0.0000000000E+00  4.9999999953E+02  4.9999999953E+02  0.0000000000E+00  0. 9.
  11  -1  0  0  0  0  0.0000000000E+00  0.0000000000E+00  -4.9999999124E+02  4.9999999124E+02  0.0000000000E+00  0. 9.
  32  2  1  2  0  0  0.0000000000E+00  0.0000000000E+00  8.2916853938E-06  9.9999999077E+02  9.9999999077E+02  0. 9.
  13  1  3  0  0  0  2.2901049764E+02  1.7233443992E+02  4.0970113547E+02  4.9999999878E+02  1.0566000000E-01  0. 9.
  -13  1  3  0  0  0 -2.2901049764E+02  -1.7233443992E+02  -4.0970112718E+02  4.9999999199E+02  1.0566000000E-01  0. 9.
#pdf -11  11  9.9999999906E-01  9.9999998248E-01  9.9999999077E+02  5.1963314205E+07  3.3628972554E+06
</event>
...
...
</event>
</LesHouchesEvents>
```

p_x, p_y, p_z, E, m

KF kodları

PYTHIA 6.4 ÖRNEK

Örnek 4: $e^+e^- \rightarrow Z \rightarrow q \bar{q}$ sürecinin tesir kesitinin hesabı

```
IMPLICIT DOUBLE PRECISION(A-H, O-Z)
INTEGER PYK,PYCHGE,PYCOMP
EXTERNAL PYDATA
COMMON/PYJETS/N,NPAD,K(4000,5),P(4000,5),V(4000,5)
COMMON/PYDAT1/MSTU(200),PARU(200),MSTJ(200),PARJ(200)
COMMON/PYDAT2/KCHG(500,4),PMAS(500,4),PARF(2000),VCKM(4,4)
COMMON/PYDAT3/MDCY(500,3),MDME(8000,2),BRAT(8000),KFDP(8000,5)
COMMON/PYSUBS/MSEL,MSELPD,MSUB(500),KFIN(2,-40:40),CKIN(200)
COMMON/PYPARS/MSTP(200),PARP(200),MSTI(200),PARI(200)
```

VERİ TİPİ
TANIMLARI

BELLEKTE ORTAK
KULLANIM ALANLARI

C...Başlangıç

ECM=91.2D0

NEV=1000

C...Sürec seçimi

MSEL=0

MSUB(1)=1

C...Z0 bozonun sadece kuarklara bozunması (yani lepton son durumu kapalı)

DO 100 IDC=MDCY(23,2),MDCY(23,2)+MDCY(23,3)-1

IF(IABS(KFDP(IDC,1)).GE.6) MDME(IDC,1)=MIN(0,MDME(IDC,1))

100 CONTINUE

C...Hazırlık

CALL PYINIT('CMS','e+','e-',ECM)

C...Z0 bozunum kanalları listesi

CALL PYSTAT(2)

C...Olay çevrimi

DO 200 IEV=1,NEV

CALL PYEVNT

C...İlk uc olayın listelenmesi

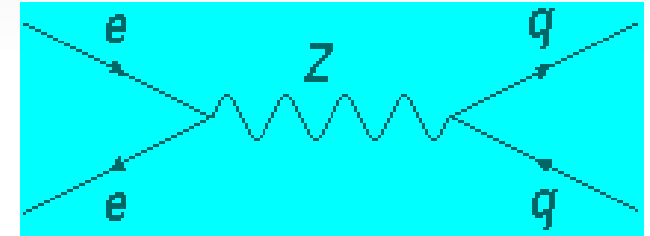
IF(IEV.LE.3) CALL PYLIST(1)

200 CONTINUE

C...Sonuçların yazılması

CALL PYSTAT(1)

END



Derleme ve Çalıştırma:

```
gfortran ornek4.f libpythia6426.a -o  
ornek4.exe
```

```
./ornek4.exe > ornek4.txt
```

PYTHIA 6.4 ORNEK 4

PYSTAT(2):

***** PYSTAT: Decay Widths and Branching Ratios *****

I	I	I	I	I	I
I Mother	-->	Branching/Decay Channel	I Width (GeV)	I B.R.	I Stat IEff. B.R.
I			I	I	I
I	23	Z0 (m = 91.188) -->	I 2.478E+00	I 1.000E+00	I on I 1.000E+00 I
I	174	d + dbar	I 3.816E-01	I 1.540E-01	I on I 2.203E-01 I
I	175	u + ubar	I 2.959E-01	I 1.194E-01	I on I 1.709E-01 I
I	176	s + sbar	I 3.816E-01	I 1.540E-01	I on I 2.203E-01 I
I	177	c + cbar	I 2.955E-01	I 1.193E-01	I on I 1.706E-01 I
I	178	b + bbar	I 3.774E-01	I 1.523E-01	I on I 2.179E-01 I
I	179	t + tbar	I 0.000E+00	I 0.000E+00	I off I 0.000E+00 I
I	182	e- + e+	I 8.321E-02	I 3.358E-02	I off I 0.000E+00 I
I	183	nu_e + nu_ebar	I 1.656E-01	I 6.681E-02	I off I 0.000E+00 I
I	184	mu- + mu+	I 8.321E-02	I 3.358E-02	I off I 0.000E+00 I
I	185	nu_mu + nu_mubar	I 1.656E-01	I 6.681E-02	I off I 0.000E+00 I
I	186	tau- + tau+	I 8.302E-02	I 3.350E-02	I off I 0.000E+00 I
I	187	nu_tau + nu_taubar	I 1.656E-01	I 6.681E-02	I off I 0.000E+00 I

PYLIST(1):

Event listing (summary)

I	particle/jet	KS	KF	orig	p_x	p_y	p_z	E	m
1	!e+!	21	-11	0	0.000	0.000	45.600	45.600	0.001
2	!e-!	21	11	0	0.000	0.000	-45.600	45.600	0.001
3	!e+!	21	-11	1	0.000	0.000	45.600	45.600	0.000
4	!e-!	21	11	2	0.000	0.000	-45.600	45.600	0.000
5	!e+!	21	-11	3	0.002	-0.001	45.578	45.578	0.000
6	!e-!	21	11	4	0.193	-0.060	-45.082	45.083	0.000
7	!Z0!	21	23	0	0.195	-0.061	0.495	90.661	90.659
8	!b!	21	5	7	-32.096	-1.777	31.747	45.434	4.800
9	!bbar!	21	-5	7	32.292	1.716	-31.252	45.226	4.800

$e^+e^- \rightarrow Z^0 \rightarrow q \bar{q}$

(Hadronlaşma)

...

Son durum:

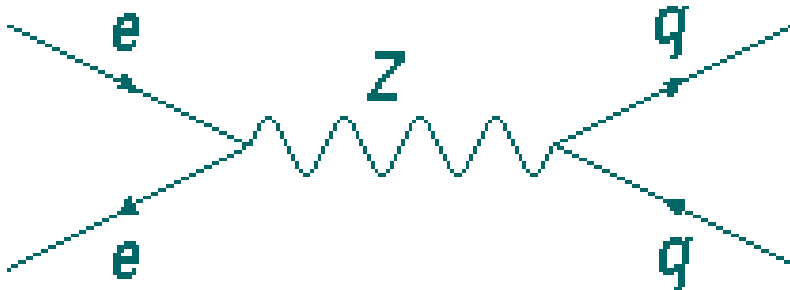
$K_L, K^\pm, \gamma, \pi^\pm, e^\pm$

PYTHIA 6.4 ÖRNEK 4

PYSTAT(1):

1***** PYSTAT: Statistics on Number of Events and Cross-sections *****

Subprocess				Number of points		Sigma (mb)	
N	o	Type	Generated	Tried	I	I	I
0		All included subprocesses	1000	12345	I	3.088E-05	I
1		f + fbar -> gamma*/Z0	1000	12345	I	3.088E-05	I



$$\sigma(ee \rightarrow Z \rightarrow q \bar{q}) = 30.88 \text{ nb}$$

PYTHIA 6.4 ÖRNEK 5

- Örnek 5: LHE formatında parton seviyesi olayların yazılması (ttbar.lhe).

ornek5.f

```
IMPLICIT DOUBLE PRECISION(A-H, O-Z)
INTEGER PYK, PYCHGE, PYCOMP
EXTERNAL PYDATA
COMMON/PYJETS/N,NPAD,K(4000,5),P(4000,5),V(4000,5)
COMMON/PYDAT1/MSTU(200),PARU(200),MSTJ(200),PARJ(200)
COMMON/PYDAT2/KCHG(500,4),PMAS(500,4),PARP(2000),VCKM(4,4)
COMMON/PYSUBS/MSEL,MSELPD,MSUB(500),KFIN(2,-40:40),CKIN(200)
COMMON/PYPARS/MSTP(200),PARP(200),MSTI(200),PARI(200)
NEV=100
MSEL=6
C...Geçici dosyalar.
MSTP(161)=21
OPEN(21,FILE='ttbar.init',STATUS='unknown')
MSTP(162)=22
OPEN(22,FILE='ttbar.evnt',STATUS='unknown')
C...Son LHE dosyası, önceki iki dosyadan oluşturulur.
MSTP(163)=23
OPEN(23,FILE='ttbar.lhe',STATUS='unknown')
MSTP(165)=1
C...Bağlama.
CALL PYINIT('CMS','P','PBAR',1960D0)
C...Olay çevrimi.
DO 200 IEV=1,NEV
  CALL PYUPEV
  IF(IEV.LE.2) THEN
    CALL PYLIST(2)
    CALL PYLIST(7)
  ENDIF
200 CONTINUE
C...Sonuç, istatistik.
CALL PYSTAT(1)
CALL PYUPIN
C...LHE dosyasına yazma.
CALL PYLHEF
END
```

$$p\bar{p} \rightarrow t\bar{t} X$$

ttbar.lhe
(parton-seviyesi)

ttbar.hep
(hadron-seviyesi)

PYTHIA 6.4 LHE FORMAT !

```
<LesHouchesEvents version="1.0">
<!--
File generated with PYTHIA 6.426
-->
<init>
  2212   -2212   9.800000E+02   9.800000E+02   0   0   7   7   3   2
  5.220106E+00   5.384128E-01   1.000000E+00   81
  2.602564E-01   1.062492E-01   1.000000E+00   82
</init>
<event>
  12   81   1.000000E+00   1.733125E+02   7.819848E-03   1.156692E-01
  2   -1   0   0   101   0   0.0000000000E+00   0.0000000000E+00   1.0838163607E+02   1.0838163607E+02   0.0000000000E+00   0. 9.
 -2  -1   0   0   0   102   0.0000000000E+00   0.0000000000E+00   -2.7976111253E+02   2.7976111253E+02   0.0000000000E+00   0. 9.
  6   2   1   2   101   0   3.3629095553E+01   8.9115695965E+00   -1.1059648961E+02   2.1241781824E+02   1.7798711709E+02   0. 9.
 -6   2   1   2   0   102   -3.3629095553E+01   -8.9115695965E+00   -6.0782986840E+01   1.7572493036E+02   1.6116559038E+02   0. 9.
 24   2   3   0   0   0   -3.0884654830E+01   -1.2140252163E+01   -4.7852784957E+00   8.6623320800E+01   7.9871479200E+01   0. 9.
  5   1   3   0   101   0   6.4513750383E+01   2.1051821759E+01   -1.0581121112E+02   1.2579449744E+02   4.8000000000E+00   0. 9.
-24   2   4   0   0   0   -5.0940382043E+01   3.4880802250E+01   -7.5291578188E+01   1.2621743906E+02   8.0314552164E+01   0. 9.
 -5   1   4   0   0   102   1.7311286490E+01   -4.3792371846E+01   1.4508591348E+01   4.9507491299E+01   4.8000000000E+00   0. 9.
 -1   1   5   0   0   103   1.8584463332E+01   9.1657242037E+00   1.8652036768E+01   2.7881896512E+01   3.3000000000E-01   0. 9.
  2   1   5   0   103   0   -4.9469118162E+01   -2.1305976366E+01   -2.3437315264E+01   5.8741424288E+01   3.3000000000E-01   0. 9.
 13   1   7   0   0   0   9.6912588119E+00   3.9074488577E+01   -2.5560060185E+01   4.7687147069E+01   1.0566000000E-01   0. 9.
-14   1   7   0   0   0   -6.0631640855E+01   -4.1936863270E+00   -4.9731518002E+01   7.8530291993E+01   0.0000000000E+00   0. 9.
#pdf   2   -2   1.1059350620E-01   2.8547052299E-01   1.7331247164E+02   5.5300424188E-01
3.5718362666E-01
</event>
...
...
...
</LesHouchesEvents>
```

PYTHIA 6.4 DIŐ BAĐLANTILAR

- “Les Houches Accord” (LHA) formatında spektrum okunması, örnek: SUSY SPSP1a spektrum dosyası
- “Les Houches Event” (LHE) olay formatında yazılması
- Lepton çarpıştırıcılarında (örnek: ILC, CLIC) enerji/işınlık spektrumu (Guinea-Pig, CAIN), ISR/beamstrahlung, $\gamma\gamma \rightarrow$ hadron arkaplanı ihtiyacı için diğer programlarla bağlantı (CIRCE, CALYPSO, HADES)
- PYDUMP(MDUMP, LFN, NHI, IHI) ile HBOOK / HPLOT / *PAW* ve *Gnuplot* için histogram verilerinin dosyaya yazılması, ve bu dosyaki verilerden Root ile histogram çizilmesi!

Pythia 8.1

- Pythia 8.1'i öğrenmek için onu denemeye başlayalım,

<http://home.thep.lu.se/~torbjorn/pythia8/pythia8157.tgz>

dosyası indirilir.

- `tar xvfz pythia8157.tgz` , dosya açılır
- `cd pythia8157` , yeni dizine geçilir
- `./configure` , konfigürasyon
- `make` , derleme (~2 dk @ i5)
- `cd examples` , örneklerin bulunduğu dizine geçilir
 - `make mainNN` , ve sonrasında
 - `./mainNN.exe > mainNN.txt`
 - `nano mainNN.txt` , editorle açılır

A Brief Introduction to PYTHIA 8.1

Torbjörn Sjöstrand^{a,b,1}, Stephen Mrenna^c, Peter Skands^{a,c}

^aCERN/PH, CH-1211 Geneva 23, Switzerland

^bDepartment of Theoretical Physics, Lund University,
Sölvegatan 14A, SE-223 62 Lund, Sweden

^cFermi National Accelerator Laboratory, Batavia, IL 60510, USA

Abstract

The PYTHIA program is a standard tool for the generation of high-energy collisions, comprising a coherent set of physics models for the evolution from a few-body hard process to a complex multihadronic final state. It contains a library of hard processes and models for initial- and final-state parton showers, multiple parton-parton interactions, beam remnants, string fragmentation and particle decays. It also has a set of utilities and interfaces to external programs. While previous versions were written in Fortran, PYTHIA 8 represents a complete rewrite in C++. The current release is the first main one after this transition, and does not yet in every respect replace the old code. It does contain some new physics aspects, on the other hand, that should make it an attractive option especially for LHC physics studies.

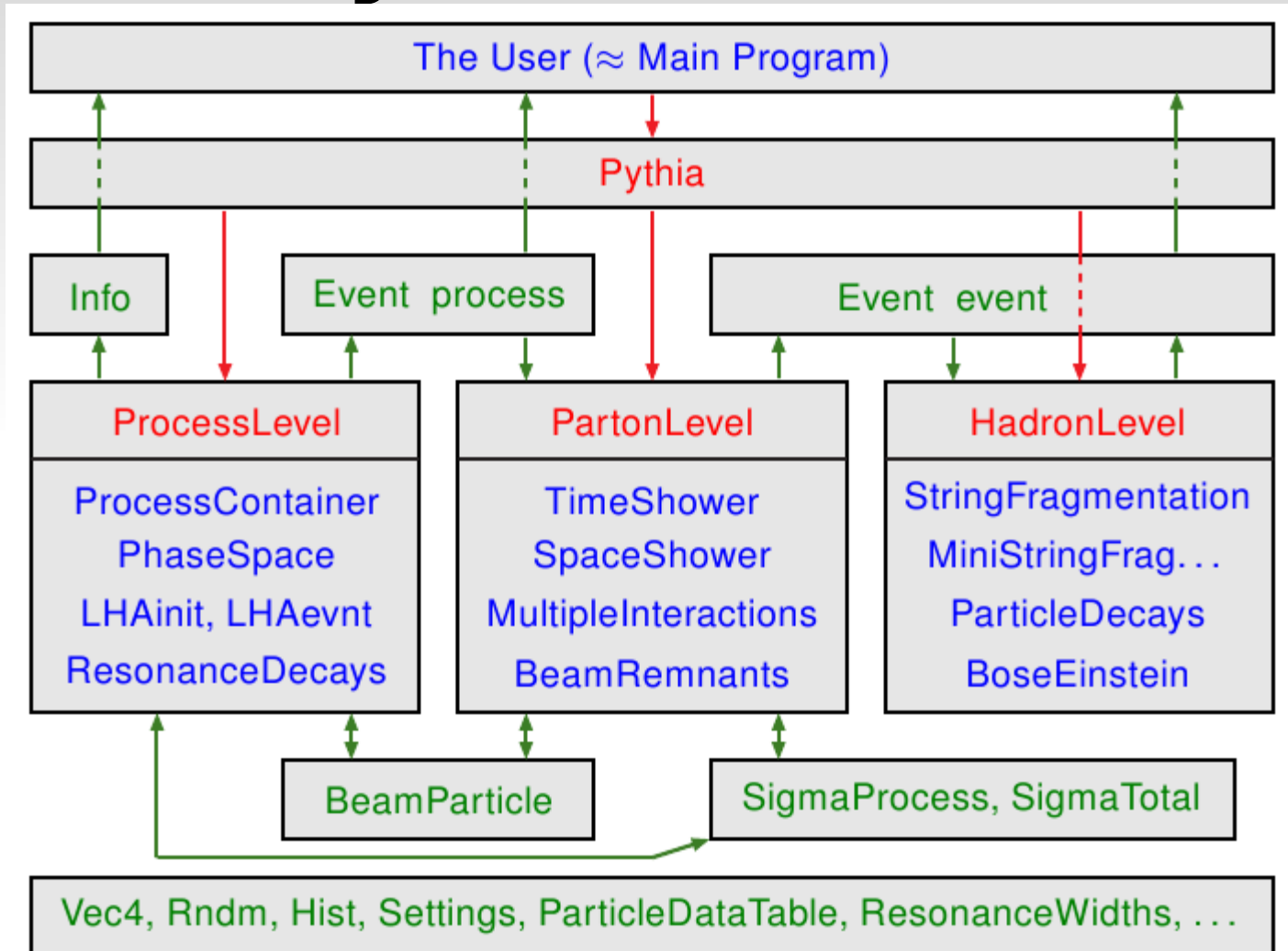
PACS: 13.66-a, 13.85-t, 12.38-t, 12.15-y, 12.60-i

Key words: event generators, multiparticle production, parton showers, multiple interactions, hadronisation

arXiv:0710.3820

Olay listesi
ve tesir kesiti
bilgileri
okunur.

Pythia 8.1 YAPISI



Pythia 8.1 FİZİK MODEL/SÜREÇLER

Fizik Süreci Açılması: `ProcessGroup:ProcessName = on`
veya `ProcessGroup:all = on`

ProcessGroup	ProcessName
SoftQCD	minBias,elastic, singleDiffractive, doubleDiffractive
HardQCD	gg2gg, gg2qqbar, qg2qg, qq2qq, qqbar2gg, qqbar2qqbarNew, gg2ccbar, qqbar2ccbar, gg2bbbar, qqbar2bbbar
PromptPhoton	qg2qgamma, qqbar2ggamma, gg2ggamma, ffbbar2gammagamma, gg2gammagamma
WeakBosonExchange	ff2ff(t:gmZ), ff2ff(t:W)
WeakSingleBoson	ffbar2gmZ, ffbbar2W, ffbbar2ffbar(s:gm)
WeakDoubleBoson	ffbar2gmZgmZ, ffbbar2ZW, ffbbar2WW
WeakBosonAndParton	qqbar2gmZg, qg2gmZq, ffbbar2gmZgm, fgm2gmZf qqbar2Wg, qg2Wq, ffbbar2Wgm, fgm2Wf
Charmonium	gg2QQbar[3S1(1)]g, qg2QQbar[3PJ(8)]q, ...
Bottomonium	gg2QQbar[3S1(1)]g, gg2QQbar[3P2(1)]g, ...

ProcessGroup	ProcessName
Top	gg2ttbar, qqbar2ttbar, qq2tq(t:W), ffbbar2ttbar(s:gmZ), ffbbar2tqbar(s:W)
FourthBottom	gg2bPrimebPrimebar, qq2bPrimeq(t:W), ...
FourthTop	qqbar2tPrimetPrimebar, fbar2tPrimeqbar(s:W), ...
FourthPair	ffbar2tPrimebPrimebar(s:W), fbar2tauPrimenuPrimebar(s:W)
HiggsSM	ffbar2H, gg2H, ffbbar2HZ, ff2Hff(t:WW), ...
HiggsBSM	h, H and A as above, charged Higgs, pairs
SUSY	qqbar2chi0chi0 (SUSY barely begun)
NewGaugeBoson	ffbar2gmZZprime, ffbbar2Wprime, ffbbar2RO
LeftRightSymmetry	ffbar2ZR, ffbbar2WR, ffbbar2HLHL, ...
LeptoQuark	ql2LQ, qg2LQl, gg2LQLQbar, qqbar2LQLQbar
ExcitedFermion	dg2dStar, qq2uStarq, qqbar2muStarmu, ...
ExtraDimensionsG*	gg2G*, qqbar2G*, ...

Pythia 8.1 OLAY ÜRETİCİ

Başlangıçta Standartlar,

- `#include "Pythia.h"`
- `Using namespace Pythia8;`
- `Pythia pythia;`

Çeşitli Formlarda Başlatma,

- `pythia.init(idA,idB,eA,eB)` $\pm z$ ekseni boyunca
- `pythia.init(idA,idB,eCM)` kütle merkezinde
- `pythia.init("dosya_adi")` LHE dosyasından al
- `pythia.init()` "kart" dan oku

Sonraki Olayın Üretimi,

- `pythia.next()`

Olay Üretimi Çevrimi Sonu ve Özet Bilgiler,

- `pythia.statistics()`

Pythia 8.1 ÖRNEK

• Örnek 6: LHC'de yük çokluğu dağılımı

main01.cc

```
#include "Pythia.h"
using namespace Pythia8;
int main() {
// Olay uretici,Surec secimi,LHC baslatma,Histogram.
Pythia pythia;
pythia.readString("HardQCD:all = on");
pythia.readString("PhaseSpace:pTHatMin = 20.");
pythia.init( 2212, 2212, 14000.);
Hist mult("Yuk Coklugu", 100, -0.5, 799.5);
// Olay cevrimi,Olay uretimi,Hata durumunda iptal,1.listele
for (int iEvent = 0; iEvent < 100; ++iEvent) {
    if (!pythia.next()) continue;
    if (iEvent < 1) {pythia.info.list(); pythia.event.list();}
// Son durumdaki yuklu parcaciklari bulur ve histograma koyar.
    int nCharged = 0;
    for (int i = 0; i < pythia.event.size(); ++i)
        if (pythia.event[i].isFinal() && pythia.event[i].isCharged())
            ++nCharged; mult.fill( nCharged );
// Olay cevrimi sonu,istatistik,Histogram.
}
pythia.statistics();
cout << mult;
return 0;
}
```

Pythia 8.1 SÜREÇ / OLAY LİSTESİ

- `pythia.process.list()` kısmi liste

```
----- PYTHIA Event Listing (hard process) -----
```

no	id	name	status	mothers	daughters	colours	p_x			
0	90	(system)	-11	0	0	1	2	0	0	0.000
1	2212	(p+)	-12	0	0	3	0	0	0	0.000
2	2212	(p+)	-12	0	0	4	0	0	0	0.000
3	-2	(ubar)	-21	1	0	5	6	0	101	0.000
4	2	(u)	-21	2	0	5	6	102	0	0.000
5	-6	(tbar)	-22	3	4	7	8	0	101	-73.897
6	6	(t)	-22	3	4	9	10	102	0	73.897
7	-24	(W-)	-22	5	0	11	12	0	0	2.825
8	-5	bbar	23	5	0	0	0	0	101	-76.721
9	24	(W+)	-22	6	0	13	14	0	0	72.384
10	5	b	23	6	0	0	0	102	0	1.513
11	3	s	23	7	0	0	0	103	0	-26.914
12	-4	cbar	23	7	0	0	0	0	103	29.739
13	-11	e+	23	9	0	0	0	0	0	6.458
14	12	nu_e	23	9	0	0	0	0	0	65.925

Charge sum: 0.000 Momentum sum: 0.000

```
----- End PYTHIA Event Listing -----
```

- `pythia.event.list()` 

----- PYTHIA Event Listing (complete event) -----

no	id	name	status	mother	daughters	colours	P-X	P-Y	P-Z	E	M		
0	00	(system)	-11	0	0	1	2	0	0	0.000	0.000	14000.000	14000.000
1	2212	(p-)	-12	0	0	273	0	0	0	0.000	0.000	7000.000	7000.000
2	2212	(p-)	-12	0	0	280	0	0	0	0.000	0.000	-7000.000	7000.000
3	-2	(ubar)	-21	7	7	5	5	0	101	0.000	0.000	54.534	54.534
4	2	(u)	-21	8	8	5	5	102	0	0.000	0.000	-1042.471	1042.471
5	-5	(tbar)	-22	3	4	9	9	0	101	-73.897	-53.344	-174.783	361.166
6	5	(t)	-22	3	4	10	10	102	0	73.897	53.344	-813.108	836.899
7	-2	(ubar)	-42	12	9	3	3	0	101	0.000	0.000	54.534	54.534
8	2	(u)	-41	13	13	11	4	104	0	-0.000	-0.000	-1191.549	1191.549
9	-5	(tbar)	-44	5	5	14	14	0	101	-71.565	-51.768	-210.234	386.251
10	5	(t)	-44	5	5	15	15	102	0	82.715	58.828	-926.573	947.636
11	21	(g)	-43	8	8	16	16	104	102	-11.150	-7.560	-0.149	13.198
25	21	(g)	-51	23	0	37	37	106	105	19.037	38.329	38.331	51.325
26	21	(g)	-51	23	0	39	39	101	106	5.832	-19.532	2.861	30.889
27	-5	(tbar)	-52	20	20	34	34	0	101	-88.187	-52.597	-231.302	306.636
44	21	(g)	-31	48	0	45	47	114	113	0.000	0.000	0.707	0.707
45	1	(d)	-31	49	49	46	47	113	0	0.000	0.000	-265.118	265.118
46	21	(g)	-33	44	45	50	50	114	115	2.524	5.061	-11.187	12.536
47	1	(d)	-33	44	45	51	51	115	0	-2.524	-5.061	-343.234	343.236
378	2	(u)	-63	1	0	422	422	113	0	-0.319	-0.512	1340.638	1340.638
379	2101	(ud_0)	-63	1	0	422	422	0	113	-0.427	-1.024	3266.906	3266.906
380	2	(u)	-63	1	0	423	423	108	0	-0.730	-1.118	56.926	56.926
381	-3	(ubar)	-63	1	0	513	513	0	117	-0.382	-0.112	1364.384	1364.384
486	-11	e+	23	441	0	0	0	0	0	7.349	-14.875	-217.791	218.443
487	12	nu_e	23	441	0	0	0	0	0	70.533	75.386	-668.064	676.988
502	1	(d)	-71	342	342	505	505	115	0	-3.404	-4.046	-223.826	223.886
503	21	(g)	-71	367	367	505	505	181	115	-0.384	-0.388	-9.293	9.309
504	-2	(ubar)	-71	370	370	505	505	0	181	-3.167	-0.517	-68.782	68.858
505	311	(K0)	-83	502	504	789	789	0	0	-2.046	-0.406	-58.420	58.460
506	331	(eta')	-83	502	504	941	942	0	0	-1.070	-2.000	-93.597	93.629
507	-323	(K*-)	-83	502	504	790	791	0	0	-2.736	-2.575	-132.287	132.344
508	111	(pi0)	-84	502	504	943	944	0	0	-1.102	0.680	-27.596	27.618
789	130	K_L0	91	505	505	0	0	0	0	-2.046	-0.406	-58.420	58.460
790	-311	(Kbar0)	-91	507	0	922	922	0	0	-0.960	-1.003	-55.248	55.267
791	-311	pi-	91	507	0	0	0	0	0	-1.836	-1.571	-77.039	77.077
792	-311	pi-	91	516	0	0	0	0	0	0.117	-0.161	-1.517	1.635
793	111	(pi0)	-91	516	0	1062	1070	0	0	-0.431	-0.098	-0.498	0.680
794	2212	p+	91	537	0	0	0	0	0	-1.175	0.003	-0.721	1.670
795	311	pi+	91	537	0	0	0	0	0	-0.414	0.382	-0.340	0.657
1316	22	gamma	91	1313	0	0	0	0	0	-1.574	0.014	-0.829	1.783
1317	22	gamma	91	1313	0	0	0	0	0	-0.887	0.068	-0.529	1.066
			Charge sum:	2.000		Momentum sum:		-0.000		0.000	-0.000	14000.000	14000.000

Pythia 8.1 İSTATİSTİK

- `pythia.statistics()` tesir kesitleri mb cinsinden verilmiştir.

```
----- PYTHIA Event and Cross Section Statistics -----
|
| Subprocess          Code |          Number of events          |          sigma +- delta          |
|                    |   Tried   Selected   Accepted   | (estimated) (mb)                |
|                    |           |           |           |
|-----|-----|-----|-----|
| g g -> g g         111 |          502          65          65 | 5.114e-01 3.247e-02 |
| g g -> q qbar (uds) 112 |           2           0           0 | 0.000e+00 0.000e+00 |
| q g -> q g         113 |          247          34          34 | 3.038e-01 2.772e-02 |
| q q(bar)^2 -> q q(bar)^2 114 |           24           0           0 | 0.000e+00 0.000e+00 |
| q qbar -> g g      115 |           1           0           0 | 0.000e+00 0.000e+00 |
| q qbar -> q' qbar' (uds) 116 |           0           0           0 | 0.000e+00 0.000e+00 |
| g g -> c cbar      121 |           1           1           1 | 3.483e-03 3.483e-03 |
| g g -> b bbar      123 |           2           0           0 | 0.000e+00 0.000e+00 |
|                    |           |           |           |
| sum                |          779          100          100 | 8.187e-01 4.284e-02 |
|
|----- End PYTHIA Event and Cross Section Statistics -----
```


Pythia 8.1 ÖRNEKLER

Jet olaylarında tek parçacık analizi

```
#include "Pythia.h"
using namespace Pythia8;
int main() {
    Pythia pythia;
    // pythianın bazı public üyeleri için kısaltma.
    Event& event = pythia.event;
    ParticleDataTable& pdt = pythia.particleData;
    Info& info = pythia.info;
    // Dosyadan okuma.
    pythia.readFile("main3.cmnd");
    // Ana programda kullanılan ayarlar.
    int idBeamA = pythia.mode("Main:idBeamA");
    int idBeamB = pythia.mode("Main:idBeamB");
    double eCM = pythia.parm("Main:eCM");
    int nEvent = pythia.mode("Main:numberOfEvents");
    int nList = pythia.mode("Main:numberToList");
    int nShow = pythia.mode("Main:timesToShow");
    bool showCS = pythia.flag("Main:showChangedSettings");
    bool showCPD = pythia.flag("Main:showChangedParticleData");
    // Başlatma.
    pythia.init( idBeamA, idBeamB, eCM);
    // Değişen verileri listeleme.
    if (showCS) pythia.settings.listChanged();
    if (showCPD) pdt.listChanged();
    // Histogram ayırma.
    Hist pThard("process pT scale", 100, 0., 200.);
    Hist mult("charged particle multiplicity", 100, -0.5, 799.5);
    Hist dndy("dn/dy for charged particles", 100, -10., 10.);
    Hist dndpT("dn/dpT for charged particles", 100, 0., 10.);
    // Olay çevrimi başlangıcı.
    int nPace = max(1,nEvent/nShow);
    for (int iEvent = 0; iEvent < nEvent; ++iEvent) {
        if (iEvent%nPace == 0) cout << " Now begin event " << iEvent << "\n";
```

```
        // Olay üretimi.
        if (!pythia.next()) {
            cout << " Hata durumunda olay üretici durur!\n";
            break; }
        // Birkaç olayı listele.
        if (iEvent < nList) {
            info.list();
            pythia.process.list();
            event.list(); }
        // Olayın altsüreç ölçeği.
        pThard.fill( info. pTHat() );
        // Son durum yüklü parçacıkları üzerinden çevrim.
        int nCharged = 0;
        for (int i = 0; i < event.size(); ++i)
            if (event[i].isFinal() && event[i].isCharged()) {
                // Yüklü parçacıkların analizi ve histogram.
                ++nCharged;
                dndy.fill( event[i].y() );
                dndpT.fill( event[i].pT() ); }
        // Parçacık ve olay çevrimi sonu,yük çokluğu doldur.
        mult.fill( nCharged ); }
    // Sonuçlar, istatistik, normalleştirme, sonuç.
    pythia.statistics();
    dndy *= 5. / nEvent;
    dndpT *= 10. / nEvent;
    cout << pThard << mult << dndy << dndpT;
    return 0; }
```

Pythia 8.1 ÖRNEKLER / KART OKUMA

! Ana programda kullanılabilecek ayarlar

Main:1dBeamA = 2212 ! Birinci demet, p =2212, pbar =-2212

Main:1dBeamB = 2212 ! İkinci demet

Main:eCM = 14000. ! Çarpışmanın KM enerjisi

Main:numberOfEvents = 1000 ! Üretilen olay sayısı

Main:numberToList = 2 ! Ekranaya yazılacak olay sayısı

Main:timestoShow = 20 ! Çalıştıktan sonraki süre

Main:showChangedSettings = on ! Değişen parametre/modları yazar

Main:showAllSettings = off ! Bütün parametreler/modları yazar

! Alt süreç üretimi için ayarlar

HiggsSM:gg2H = on ! gg→Higgs üretimi

25:m0 = 123.5 ! Higgs kütlesi

25:onMode = off ! Bütün Higgs bozunum kanalları kapalı

25:onIfMatch = 22 22 ! Higgs→gama gama açık

SigmaProcess:alphaSvalue = 0.12! Matris elemanındaki alfa_s(m_Z)

! Olay üretiminde diğer ayarlar

SpaceShower:alphaSvalue = 0.13! ISR deki Alfa_s(m_Z)

MultipleInteractions:pT0Ref = 3.0 ! Ref. enerjide regularizasyon

#PartonLevel:MI = off ! Çoklu etkileşimler yok

#PartonLevel:MI = off ! İlk-durum ışıması yok

#PartonLevel:MI = off ! Son-durum ışıması yok

#HadronLevel:Hadronize = off ! Hadronizasyon yok

ornek7.cmd

Pythia 8.1 DIŐ BAĐLANTILAR

- (i) Les Houches (LHA,LHE) dosyalarından spektrum bilgileri veya olay bilgileri okunması
- (ii) HepMC olay formatında yazılması
- (iii) Parton dağılım fonksiyonları LHAPDF ile bağlantı
- (iv) Analiz programı Root çerçevesinde grafik/histogram özellikleri

Pythia 8.1

DiĞER ÖRNEKLER - UYGULAMA

- **LHE dosyasından Okuma**

- ttbar.lhe

olay dosyası kullanılacaktır, bu dosya 100 olay içermektedir.

- Diğ er örnek olay dosyaları ornek3.f de açıklandığı gibi üretilebilir.

- main12.cc

- main12.cmnd

- **HEPMC Dosyası Oluşturma** (main31.cc, main31.cmnd)

- `cd /home/user/pythia8108/`

- `make clean`

- `./configure --with-hepmc="path" --with-hepmcversion="num"`

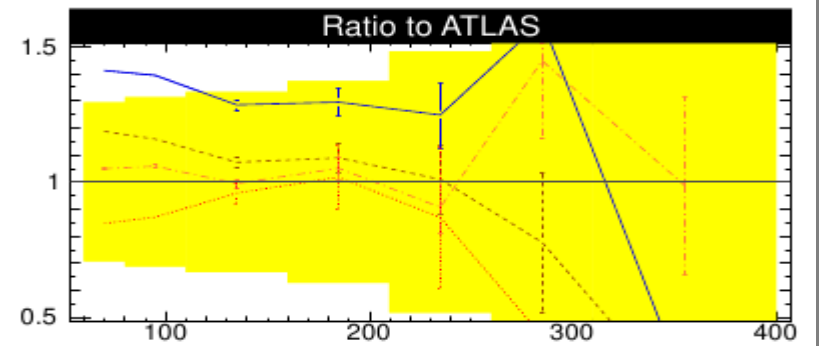
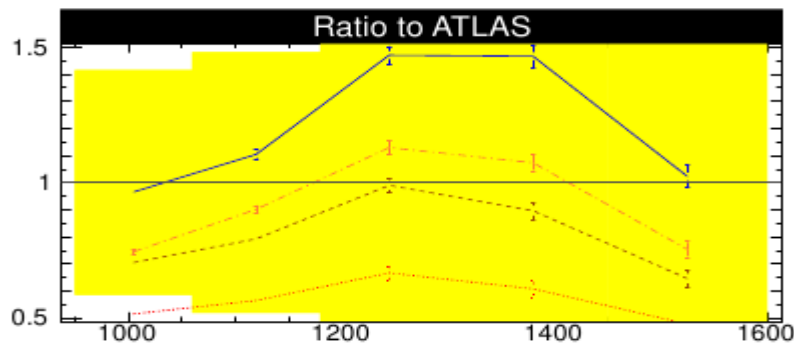
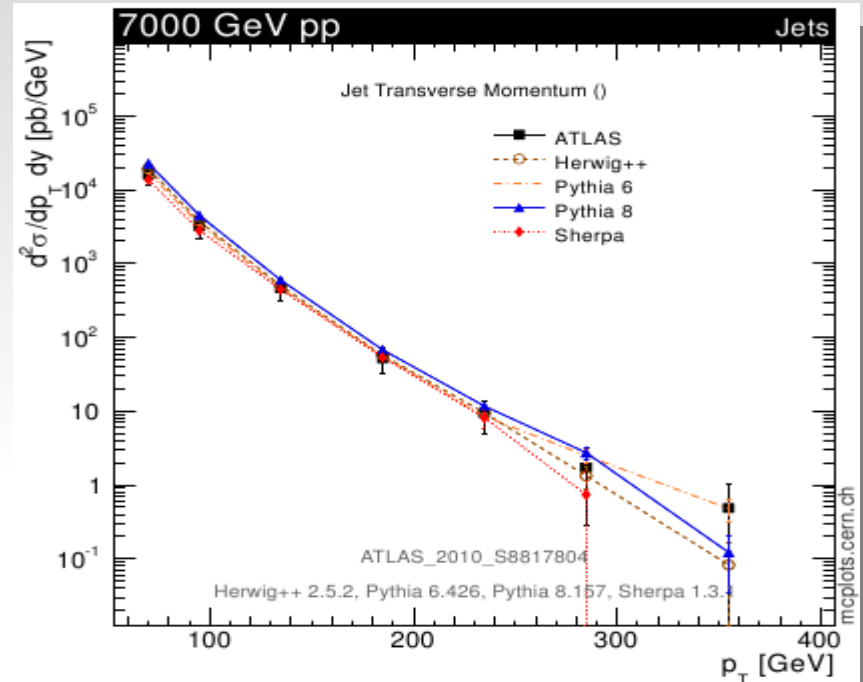
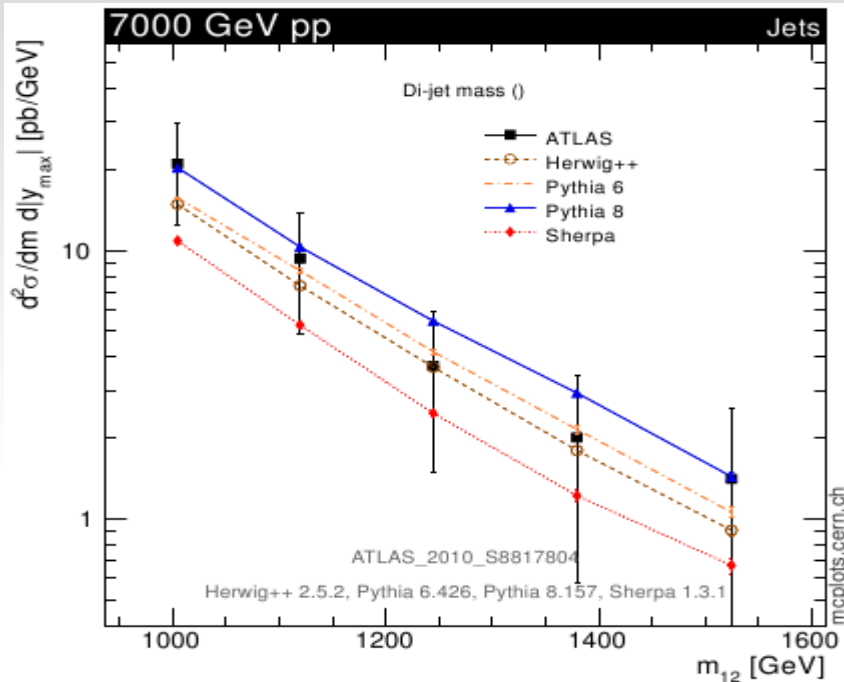
- `make`

- `cd examples`

- `source config.sh`

- `./main31.exe "infile" "hepmcfile" > main31.out`

MC Karşılaştırma Grafikleri mcplot



KAYNAKLAR

- T. Sjostrand, S. Mrenna and P. Skands, A Brief Introduction to Pythia 8.1, arXiv:0710.3820, web sayfası:

<http://home.thep.lu.se/~torbjorn/pythia8/pythia8100.pdf>

Online Manual:

<http://home.thep.lu.se/~torbjorn/php8157/Welcome.php>

- T. Sjostrand, S. Mrenna and P. Skands, PYTHIA 6.4 Physics and Manual, hep-ph/0603175, web sayfası:

<http://www.thep.lu.se/~torbjorn/pythia/lutp0613man2.pdf>

- T. Sjostrand et al., PYTHIA 6.3 Physics and Manual, hep-ph/0308153; PYTHIA 6.2 Physics and Manual, hep-ph/0308153; PYTHIA 6.2 Physics and Manual, hep-ph/0108264; High Energy Physics Event Generation with PYTHIA 6.1, hep-ph/0010017; PYTHIA 5.7 and JETSET 7.4 Physics and Manual, hep-ph/9508391.

<http://home.thep.lu.se/~torbjorn/pythia/pythia6301.pdf>

<http://home.thep.lu.se/~torbjorn/pythia/pythia6206.pdf>

<http://home.thep.lu.se/~torbjorn/text/lutp0030.ps>

http://home.thep.lu.se/~torbjorn/jetset/pythia57_98dec.ps

+

ÖDEV

- Kütle merkezi enerjisi $\sqrt{s}=1$ TeV olan bir Lineer Çarpıştırıcıda, $e^+e^- \rightarrow \gamma/Z^0/Z'^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$ sürecinde $m_{Z'}=1$ TeV alarak fotonun, Z^0 bozonun ve Z'^0 bozonun toplam tesir kesitine katkılarını PYTHIA ile hesaplayınız. Bunların girişimlerinin de hangi durumlarda önemli olabileceğini tartışınız.