

# GUINEA-PIG PROGRAMI ile DEMET-DEMET SİMÜLASYONU

**E. RECEPOĞLU**

TAEK-Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi

[erdal.recepoglu@taek.gov.tr](mailto:erdal.recepoglu@taek.gov.tr)

## GEREKLİ PROGRAMLAR

- Linux
- gcc
- fftw
- Gnuplot

## GUINEA-PIG

- (Generator of Unwanted Interactions for Numerical Experiment Analysis-Program Interfaced to GEANT)

- GUINEA-PIG, bir çarpıştırıcıda demet–demet çarpışma simülasyonlarını gerçekleştirebilen, C programlama dili ile Daniel Schulte tarafından yazılmış bir programdır.
- Demet paketçisindeki parçacıklar  $\sim 10^{10}$  mertebesinde olmasından dolayı bu kadar çok sayıda parçacığın kullanılarak simülasyon yapılması zordur. Bu nedenle parçacıklar eşit sayıda paylaştırılarak, makro parçacık denilen parçacıklarla temsil edilirler. Böylece paketçikteki parçacıkların birkaç yüz bine kadar olan makro parçacıklarla temsil edilmesi sağlanmış olur.
- Karşılıklı çarpışacak olan paketçikler dilim gibi parçalara ayrılır. Parçacıkların hareket ettikleri yörünge z olmak üzere sadece aynı z-konumundaki paketçiklerin dilimleri birbirleri ile etkileşir.

Programın kurulması:

Programı linux işletim sistemine kurmak için önce fftw paketlerinin kurulması gerekmektedir.

Bunun için

- 1- <http://www.fftw.org> adresinden **fftw2.15.tar.gz** paketi indir.
- 2- gunzip ve tar komutları ile aç
- 3- configure yap
- 4- make
- 5- install

Daha sonra

<http://dschulte.web.cern.ch/dschulte/> adresinden guinea programı indirip aşağıdaki adımlar izlenir.

6- gp.tar.gz dosyasını aç

Not: file.d dosyasını uygun bir metin düzenleyici ile aç ve 1208 ve 1211 nolu satırlardaki boşlukları kaldır ve kaydet.

7- make komutu ile makefile denen toplu iş dosyasını çalıştır ve guinea çalışabilir dosyasını oluştur.

### ***Kurulum bitti...***

Programı çalıştırmak için **acc.dat** isimli bir girdi dosyasının hazırlanması gerekir. Hazır programla gelen bu dosya bir metin düzenleyici ile açılır ve gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra kaydedilir. Burada nasıl değişiklik yapılacağı program kılavuzu incelenerek belirlenir.

Program derlemesi bittikten sonra

**./guinea ACCELERATOR PARAMETERS fileout.out**

yapısında bir komut girilerek program çalıştırılır. Burada **ACCELERATOR** ve **PARAMETERS** yerine ilgili çarpıştırıcının parametreleri girilir.

- **Programın hazır tanımlanmış (default) parametre değerlerinden bazıları aşağıdaki gibidir.**
- `which_espread=1` “düzgün (flat) demet dağılımı”
- `charge_sign=-1` “iki demetin yüklerinin çarpımı,  $Q1*Q2$ ”

---

- `dist_z=0` “boyuna yük dağılımı, normal”
- `offset_x/y=0.0` “yatay/düşey kayma”
- `waist_x/y=0.0` “çarpışma düzlemine göre yatay/düşey waist”
- `angle_x/y=0.0` “yatay/düşey açı”
- `angle_phi=0.0` “paketçiğin enine eğiklik açısı”
- .....
- `Integration_method=2` “hızlı Fourier yöntemi”
- `force_symmetric=0` “demetler yukarı-aşağı ve sola-sağa antisimetrik”
- `rndm_save=1` “rastgele sayı üreticinin durumu dosyaya yazılır”

- do\_lumi=0 “sıfırdan farklı olduğunda lumi.dat dosyası yazılır”
- num\_lumi=10000 “lumi.dat dosyasında kaydedilen max. çarpışma”

---

- ecm\_min=0 “lumi\_ee\_high için enerji kesilim değeri”
- do\_photons=0 , do\_hadrons=0, sıfırdan farklı olduğunda fotonlar, hadronlar kaydedilir”
- store\_hadrons=0 “sıfırdan farklı ise hadronik etkileşmelerde ilk durum fotonların enerjileri kaydedilir”
- do\_espread=0 “sıfırdan farklı ise demet parçacıkları enerji yayılımı”
- do\_isr=0 “sıfırdan farklı ise ilk durum ışınması hesaba katılır”
- load\_photons=0 “sıfırdan farklı ise başlangıç foton demeti photon.ini
- dosyası alınır,ey ve yy çarpışmalarında kullanışlıdır”
- load\_beam=0 “sıfırdan farklı ise başlangıç demeti beam.ini
- dosyasından alınır”

## Örnek Girdi dosyası Clic 1 TeV Seçeneği (Bak Çizelge 1.)

```
■ $ACCELERATOR:: clic1TeV
■ {energy=500.0;
■ particles=0.4;
■ emitt_x=1.30;
■ emitt_y=0.02;
■ beta_x=10.0;
■ beta_y=0.15;
■ sigma_z=30.0;
■ espread=0.007;
■ which_espread=3;
■ f_rep=150;
■ n_b=154;
■ charge_sign=-1.0;}
```



---

**\$PARAMETERS::** all

- {n\_x=32;n\_y=64;n\_z=36;n\_t=3;n\_m=100000;
- cut\_x=3.0\*sigma\_x.1;cut\_y=6.0\*sigma\_y.1;cut\_z=3.0\*sigma\_z.1;
- rndm\_load=0;
- force\_symmetric=0;
- do\_lumi=1;do\_photons=1;do\_espread=1;
- store\_beam=1;store\_photons=1;
- electron\_ratio=0.1;photon\_ratio=0.1;do\_dump=1;dum  
p\_step=1;
- dump\_particle=10;hist\_ee\_bins=5000;hist\_ee\_max=1010;}

Çizelge 1. CLIC Parametreleri

Parameter	Symbol	Unit	Centre-of-mass energy (TeV)			
			0.5	1	3	5
<b>Beam at IP</b>						
Luminosity (with pinch)	$L$	$(10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1})$	1.4	2.7	10.0	10.0
Luminosity (in 1% of energy)	$L_{1\%}$	$(10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1})$	1.0	1.5	3.0	2.4
Beamstrahlung mom. spread	$\delta_B$	(%)	4.4	11.2	31	36.6
Beamstrahlung parameter	$Y$	(-)	0.3	1.0	8.1	18.8
No. of photons/electron	$N_\gamma$	(-)	0.7	1.1	2.3	3.2
Linac repetition rate	$f_{\text{rep}}$	(Hz)	200	150	100	50
No. of particles/bunch	$N_b$	$(10^9 e^\pm)$	4.0	4.0	4.0	4.0
No. of bunches/pulse	$k_b$	(-)	154	154	154	154
Bunch spacing	$\Delta_b$	(cm)	20	20	20	20
Transverse emittances	$\gamma \epsilon_{x/y}$	$(10^{-8} \text{ rad}\cdot\text{m})$	200/2	130/2	68/2	78/2
Beta functions	$\beta_{x/y}$	(mm)	10/0.15	10/0.15	8/0.15	6/0.15
r.m.s. beam size (no pinch)	$\sigma_{x/y}$	(nm)	202/2.5	115/1.75	43/1	31/0.78
Bunch length	$\sigma_z$	( $\mu\text{m}$ )	30	30	30	25
Enhancement factor	$H_D$	(-)	1.81	1.86	2.24	2.53
Beam power per beam	$P_b$	(MW)	4.9	7.4	14.8	12.3
<b>Main linac</b>						
RF frequency of main linac	$\omega/2\pi$	(GHz)	30	30	30	30
Acceleration field (loaded)	$G_a$	(MV/m)	150	150	150	172
Energy overhead	ovh	(%)	8	8	8	8
Active length per linac	$L_A$	(km)	1.74	3.54	10.74	15.64
Total length of two linacs	$L_{\text{tot}}$	(km)	5	10	27.5	40
RF power at section input	$P_{\text{st}}$	(MW)	229	229	229	301
No. of drive beams/linac	$N_D$	(-)	4	8	22	32
No. of structures per linac			3470	7070	21470	31282
AC-to-RF efficiency	$\eta_{\text{RF}}^{\text{AC}}$	(%)	40.3	40.3	40.3	40.3
RF-to-beam efficiency (incl. ovh)	$\eta_b^{\text{RF}}$	(%)	24.4	24.4	24.4	21.3
AC-to-beam efficiency	$\eta_b^{\text{AC}}$	(%)	9.8	9.8	9.8	8.5
AC power for RF generation	$P_{\text{AC}}$	(MW)	100	150	300	290

- Yukarıdaki girdi dosyasının ACCELERATOR kısmında enerji GeV, parçacık sayısı, beta fonksiyonu değeri milimetre, emitans değeri mikrometre, paketçik uzunluğu değeri ise nanometre cinsinden girilir.
- Demetlerin enerji yayılımı espread komutu ile girilebilir. Which\_espread komutu ile de paketçiklerdeki parçacıkların dağılımları 1,2 ve 3 girilerek sırası ile düzgün, rastgele veya Gaussyen olarak seçilebilir. Çalışmada Gaussyen yapı seçilmiştir.
- PARAMETERS kısmında ise çarpışmada kullanılacak makro parçacık sayısı girilebilir ve çalıştırılmak istenen komutlar 1 veya 0 girilerek sırası ile açık veya kapalı yapılabilir.
- Programın çalışması bittiğinde sonuçların yazıldığı bir xxx.out dosyasını aynı dizinde oluşturur. Diferansiyel ışınlığın kütle merkezi enerjisine göre değerlerini elde edebilmek için veri dosyası ise gpv.exe programı yardımı ile elde edilir.

## UYGULAMA

## Sonuç dosyasının değerlendirilmesi:

$$lumi\_ee=1.18728e+34;$$

Bu değer m<sup>2</sup> cinsinden tek çarpışma için ışınlık değerini verir. Dolayısı ile çarpışma frekansı  $f_c$  ile çarpılmalı ve  $10^{-4}$  'e cm<sup>2</sup> ye geçmek için bölünmelidir.

$$f_c = f_{rep} * \text{paketçik sayısı}$$

CLIC için ışınlık değeri;

$$L = 1.18 \cdot 10^{34} * 150 * 154 * 10^{-4} = 2.72 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

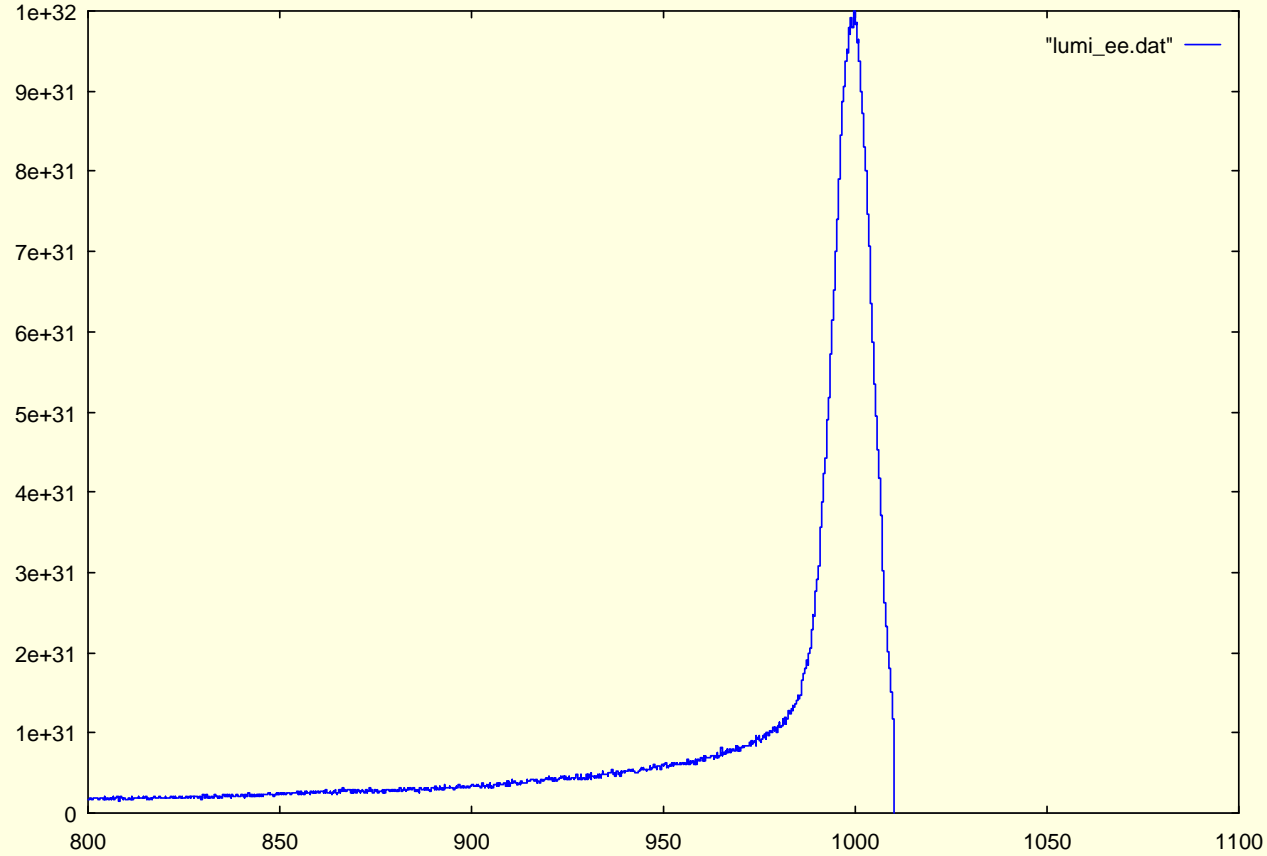
olarak bulunur.

Işınlık artma faktörü HD ise  $L/L_0$  olmak üzere

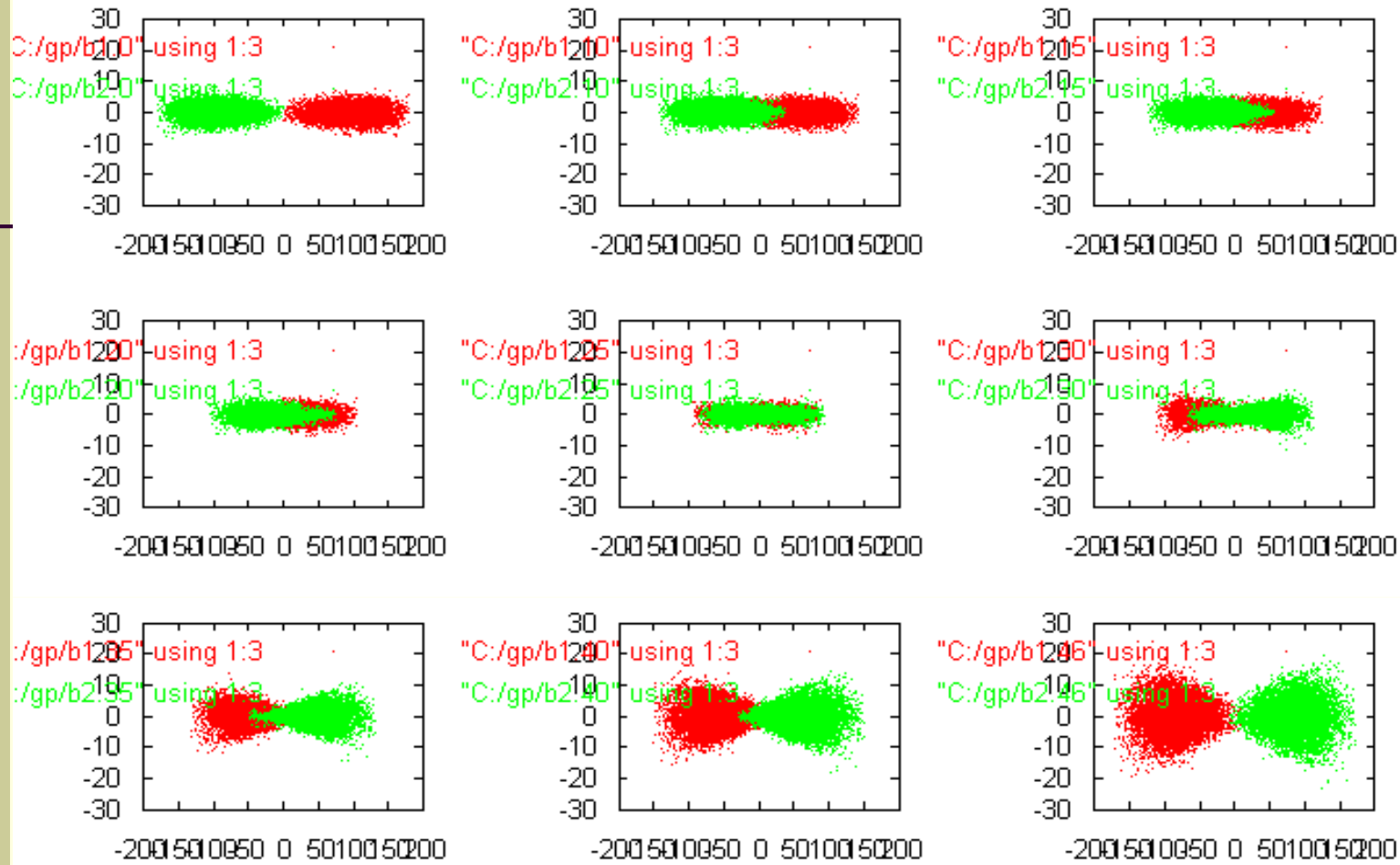
$$L_0 = N_1 N_2 f_c / (4 \pi \sigma_{max} \sigma_{may}) = 1.46 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

$$HD = 2.72 / 1.46 = 1.86$$

# Guinea

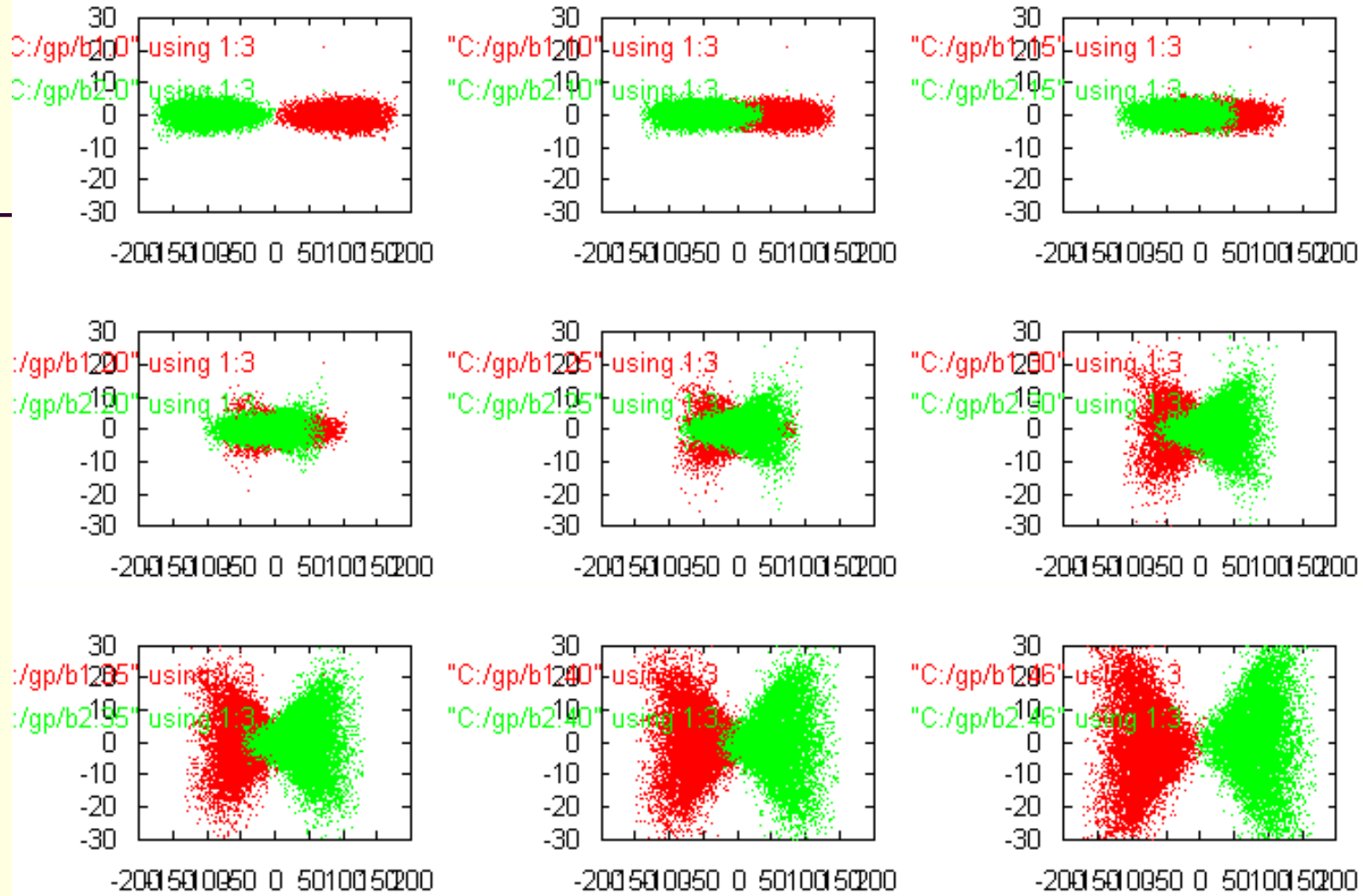


**Şekil 1.**  $E_{cm} = 1$  TeV için elde edilen ışınlık spektrumu.



Şekil 2. Çarpışma bölgesinin simülasyonu. (elektron-pozitron) Zaman akışı sağdan sola

SİMÜLASYON



Şekil 3. Çarpışma bölgesinin simülasyonu. (elektron-elektron) Zaman akışı sağdan sola

---

## **KAYNAK:**

1-Schulte, D. 1997. Study of Electromagnetic and Hadronic Background in the Interaction Region of the TESLA Collider. TESLA 97-08, DESY, Hamburg.

## **İlgili Bağlantılar:**

1-<http://dschulte.web.cern.ch/dschulte/>

2-<http://www.fft.w.org>