

# GEANT4 Example B2b

## Root ile Simülasyon Hit Kaydı

Safiye Kamile Eker

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi  
Nükleer Algılayıcılar ve Robotik Uyg. ve Arş. Mrkz. (İZÜNAR)

26 Ağustos 2025



## 1 Giriş

## 2 Simulation

## Root nedir?

Root, Linux veya diğer Unix benzeri işletim sistemlerinde varsayılan olarak tüm komutlara ve dosyalara erişimi olan kullanıcı adı veya hesaptır. Root hesabı, root kullanıcısı ve süper kullanıcı olarak da adlandırılır. [1]

- C++ tabanlı bir veri analizi[2]
- Hem komut satırı (ROOT prompt) hem de grafiksel (TBrowser) analiz yapılabilir. [2]
- Geant4 gibi simülasyon yazılımlarının ürettiği .root dosyalarını açıp incelemek, analiz etmek için de kullanılır. [2]

Terim	Açıklama	Kullanım Örneği
TFile	ROOT dosyası	TFile *f = TFile::Open("B5.root");
TTree	Sütun-satır mantığında veri yapısı (ntuple)	tree->Print();
Ntuple	Deney verilerini saklayan TTree türü	Events ağacındaki değişkenler
Branch	TTree içindeki her sütun	tree->GetBranch("Edep");
Leaf	Branch içindeki asıl veri	
TH1F/TH2F	Histogram objeleri	hist->Draw();

**Şekil 1:** Root İçinde Kullanılan Bazı Terimler ve Açıklamaları

## B2b- Parametrik Tracker

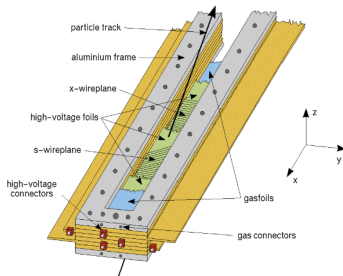
- **Amaç:** Basit bir *fixed-target* düzeninde parçacıkların bir hedefi geçip izleyici (tracker) odacıklarında bıraktığı enerjiyi simüle etmek.
- **Geometri (B2b):**
  - Hedef (target) → ince bir kutu.
  - Ardında artan yarıçaplı **6 silindirik tracker odacığı**.
  - Odacıklar `G4PVParameterised` ile otomatik üretilir (B2a'dan farkı: elle değil parametrik yerleşim).
- **Manyetik Alan:** İsteğe bağlı **uniform** alan (`G4GlobalMagFieldMessenger`) tanımlanabilir.
- **Hassas Dedektör:** `TrackerSD`, adımda enerji bırakıldığında bir `TrackerHit` oluşturur.
- **Hit İçeriği:** *trackID*, *chamber numarası*, *pozisyon*, *birikmiş enerji (edep)*.
- **Fizik Listesi:** `FTFP_BERT` + `G4StepLimiter` (adım sınırı ve düşük enerjiler için).
- **Etkileşimli Komutlar:** UI üzerinden hedef malzemesi, adım sınırı vb. değiştirilebilir.

## Sensitive Detector

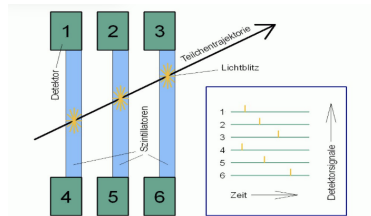
Geant4'te parçacığın geçtiği hacimdeki etkileşimlerini (ör. enerji kaybı, iz, zamanlama) kaydeden özel sınıftır [3].

- 1 Belirli bir mantıksal hacme atanır.
- 2 Parçacık bu hacimden geçince hit oluşturur.
- 3 Ölçümler (enerji depozisyonu, konum, zaman) Hit ve Hit Collection ile saklanır.

Vertical Drift Chambers



Drift Chamber [4]

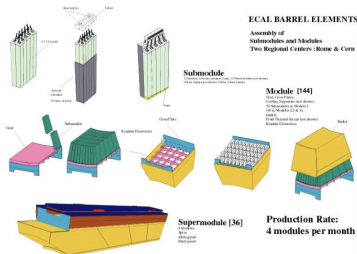


Hodoscope

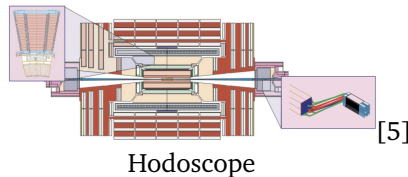
[3]

# Sensitive Detector

- ① Drift Chamber → parçacık izini ve momentumunu belirler.
- ② Hodoscope → parçacık geçişini ve zamanlamayı ölçer.
- ③ EM Calorimeter → elektron/foton enerjisini ölçer.
- ④ Hadron Calorimeter → hadron enerjisini ölçer.



## Electromagnetic Calorimeter



## 1 Giriş

## 2 Simulation

# Sıralı Değişikliklerim

- 1 include/TrackerHit.hh
- 2 src/TrackerSD.cc
- 3 include/RunAction.hh
- 4 src/RunAction.cc
- 5 src/EventAction.cc
- 6 src/ActionInitialization.cc
- 7 CMakeLists.txt
- 8 include/EventAction.hh



## include/TrackerHit.hh — eklenenler

```
// Set/Get eklendi
void SetGapNb(G4int v) { fGapNb = v; }    // +NEW
G4int GetGapNb() const { return fGapNb; } // +NEW

// Uye alan
G4int fGapNb = -1;                        // +NEW
```

## src/TrackerSD.cc — eklenenler

```
// Initialize: koleksiyon kayd
fHitsCollection = new TrackerHitsCollection(SensitiveDetectorName
    ,
                                           collectionName[0]);

    // +NEW
G4int hcID = G4SDManager::GetSDMpointer()->GetCollectionID(
    collectionName[0]);
hce->AddHitsCollection(hcID, fHitsCollection);
    // +NEW

// ProcessHits: gap/chamber doldur
if (edep == 0.) return false;
    // minimal
auto touch = step->GetPreStepPoint()->GetTouchableHandle();
hit->SetChamberNb(touch->GetCopyNumber(1));
    // +NEW
hit->SetGapNb    (touch->GetCopyNumber(0));
    // +NEW
```

## include/RunAction.hh — eklenenler

```
// API: EventAction -> ROOT doldur
void FillHit(int ev,int trk,int chamb,int gap,
             double edep,double x,double y,double z);
    // +NEW

// ROOT yeleri ve branch buffer'lar
TFile* fFile = nullptr; TTree* fTree = nullptr;
    // +NEW
int b_event=-1, b_trackID=-1, b_chamber=-1, b_gap=-1;
    // +NEW
double b_edep=0., b_x=0., b_y=0., b_z=0.;
    // +NEW
```

## src/RunAction.cc — eklenenler

```
// includes
#include "TFile.h"      // +NEW
#include "TTree.h"      // +NEW
#include "TObject.h"    // +NEW

// BeginOfRunAction: dosya+aa+branch
fFile = TFile::Open("b2b_hits.root","RECREATE");
        // +NEW
fTree = new TTree("hits","B2b tracker hits");
        // +NEW
fTree->Branch("event",    &b_event,    "event/I");
        // +NEW
fTree->Branch("trackID",  &b_trackID,  "trackID/I");
        // +NEW
fTree->Branch("chamber",  &b_chamber,  "chamber/I");
        // +NEW
fTree->Branch("gap",      &b_gap,      "gap/I");
        // +NEW
fTree->Branch("edep",     &b_edep,     "edep/D");
        // +NEW
fTree->Branch("x",        &b_x,        "x/D");
```

## src/EventAction.cc — eklenenler

```
// includes
#include "RunAction.hh"           // +NEW
#include "TrackerHit.hh"          // +NEW
#include "G4SDManager.hh"         // +NEW
#include "G4HCofThisEvent.hh"    // +NEW

// ctor
EventAction::EventAction(RunAction* runAction)
    : G4UserEventAction(), fRunAction(runAction),
      fTotalEdep(0.), fTotalTrackLength(0.), fEventID(-1) {}
    // +NEW

// EndOfEventAction: hits -> ROOT
auto* hce = event->GetHCofThisEvent();
    // +NEW
auto* sd = G4SDManager::GetSDMpointer();
    // +NEW
G4int hcID = sd->GetCollectionID("TrackerHitsCollection");
    // +NEW
auto* hits = static_cast<B2::TrackerHitsCollection*>(hce->GetHC(
    hcID));
```

## src/ActionInitialization.cc — eklenenler

```
void ActionInitialization::BuildForMaster() const {
    SetUserAction(new RunAction());
    // +NEW
}

void ActionInitialization::Build() const {
    SetUserAction(new PrimaryGeneratorAction());
    auto* runAction = new RunAction();
    // +NEW
    SetUserAction(runAction);
    // +NEW
    SetUserAction(new EventAction(runAction));
    // +NEW
}
```

## CMakeLists.txt — eklenenler

```
find_package(Geant4 REQUIRED ui_all vis_all)
find_package(ROOT    REQUIRED COMPONENTS Core Tree Hist)
    # +NEW

target_include_directories(exampleB2b PRIVATE
    include ${Geant4_INCLUDE_DIRS} ${ROOT_INCLUDE_DIRS})
    # +NEW

target_link_libraries(exampleB2b PRIVATE
    ${Geant4_LIBRARIES} ${ROOT_LIBRARIES})
    # +NEW
```

## include/EventAction.hh — eklenenler

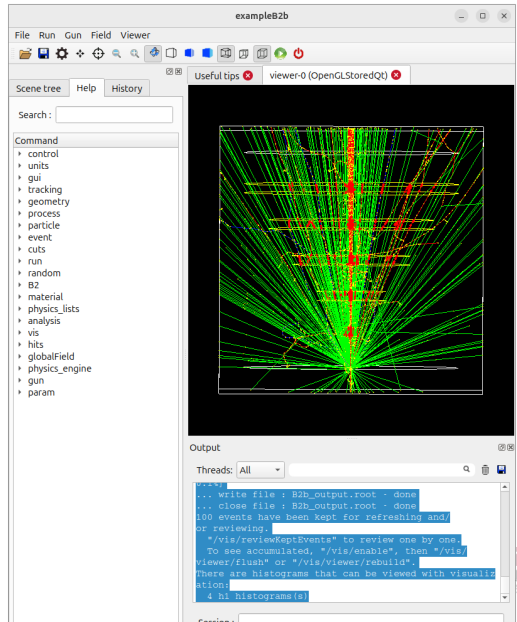
```
#include "globals.hh" // +NEW
class RunAction;       // +NEW
explicit EventAction(RunAction* runAction); // +NEW

private:
    RunAction* fRunAction = nullptr; // +NEW
    G4double   fTotalEdep = 0.0;      // +NEW
    G4double   fTotalTrackLength = 0.0; // +NEW
    G4int      fEventID = -1;         // +NEW
```



# Simülasyon

- /run/beamOn 40 komutuyla 40 tane olay üretildi.
- Yeşil çizgiler → Parçacıkların izlediği yollar (track'ler).
- İlk grup soldaki kolda, 2. grup sağdaki kolda.
- Sarı bölge → Etkileşim noktaları.



# Simülasyon

```

root [3] t->Scan("event:trackID:chamber:gap:edep:x:y:z", "", "colsize=10");
*****
*   Row   *   event *   trackID *   chamber *   gap *   edep *   x *   y *   z *
*****
*   0 *   2 *   1 *   0 *   0 * 0.02191536 * -0.5997723 * -161.66142 * -1559.7360 *
*   1 *   2 *   1 *   0 *   0 * 0.00945351 * -0.7307997 * -176.15121 * -1500 *
*   2 *   2 *   1 *   0 *   1 * 0.00513220 * -2.2368732 * -367.24923 * -870.90069 *
*   3 *   2 *   1 *   0 *   1 * 0.00272873 * -2.3041168 * -372.95327 * -855.16916 *
*   4 *   2 *   1 *   0 *   1 * 0.01070992 * -2.5938810 * -399.08442 * -784.73281 *
*   5 *   2 *   1 *   0 *   1 * 0.00185254 * -2.7058765 * -408.33910 * -760.40628 *
*   6 *   2 *   1 *   0 *   1 * 0.01083025 * -2.9532671 * -431.76720 * -700 *
*   7 *   2 *   1 *   0 *   2 * 0.00391077 * -4.2142867 * -719.63287 * -71.521930 *
*   8 *   2 *   1 *   0 *   2 * 0.01323652 * -4.1818244 * -775.83133 * 32.8163766 *
*   9 *   2 *   1 *   0 *   2 * 0.01352142 * -4.1443866 * -799.27407 * 74.9446555 *
*  10 *   2 *   1 *   0 *   2 * 0.00375384 * -4.1200733 * -807.28114 * 89.1606109 *
*  11 *   2 *   1 *   0 *   2 * 0.00179185 * -4.1005734 * -813.42150 * 100 *
*  12 *   2 *   1 *   0 *   3 * 0.00862933 * -3.0771937 * -1242.0533 * 757.907961 *
*  13 *   2 *   1 *   0 *   3 * 0.00349180 * -3.0765742 * -1259.1429 * 780.830643 *
*  14 *   2 *   1 *   0 *   3 * 0.00136206 * -3.0785379 * -1264.5900 * 788.105152 *
*  15 *   2 *   1 *   0 *   3 * 0.01307281 * -3.0976678 * -1318.3802 * 858.790789 *
*  16 *   2 *   1 *   0 *   3 * 0.00206159 * -3.0948910 * -1327.7191 * 870.872022 *
*  17 *   2 *   1 *   0 *   3 * 0.00489777 * -3.0995011 * -1350.4458 * 900 *
*  18 *   2 *   1 *   0 *   4 * 0.00059431 * -4.2833649 * -1891.2527 * 1503.75272 *
*  19 *   2 *   1 *   0 *   4 * 0.00819037 * -4.3489422 * -1921.0904 * 1532.84231 *
*  20 *   2 *   1 *   0 *   4 * 0.00827096 * -4.4426746 * -1975.5235 * 1584.90569 *
*  21 *   2 *   1 *   0 *   4 * 0.03216701 * -4.6739038 * -2100.5854 * 1700 *
*  22 *   2 *   54 *   0 *   4 * 0.00226620 * -4.4405899 * -1975.5601 * 1584.86816 *
*  23 *   2 *   53 *   0 *   4 * 0.00512585 * -4.1851110 * -1921.0326 * 1532.93587 *
*  24 *   2 *   52 *   0 *   4 * 0.00105352 * -4.2780619 * -1891.6152 * 1504.13039 *

```

# Simülasyon

```

Aug 26 02:29
safiye@safiye-ROG-Zephyrus-M16-GU604VY-GU604VY: ~/geant4-examples/basics_draft/B2/build/B2b

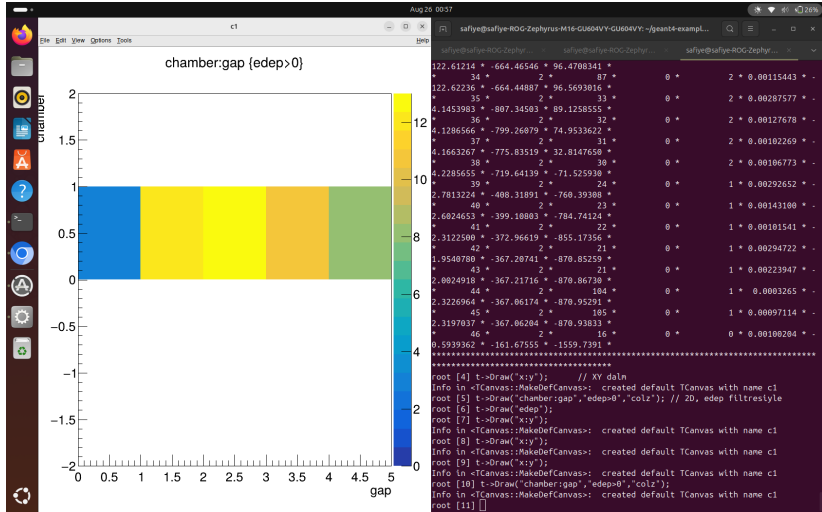
safiye@safiye-ROG-Zephyrus-M16-GU604VY-GU604VY: ~/geant4-exa... x safiye@safiye-ROG-Zephyrus-M16-GU604VY-GU604VY: ~/geant4-exa... x safiye@safiye-ROG-Zephyrus-M16-GU604VY-GU604VY: ~/geant4-exa... x

root [1] TTree* t = (TTree*)_file0->Get("hits");
root [2]
root [2] t->Print();

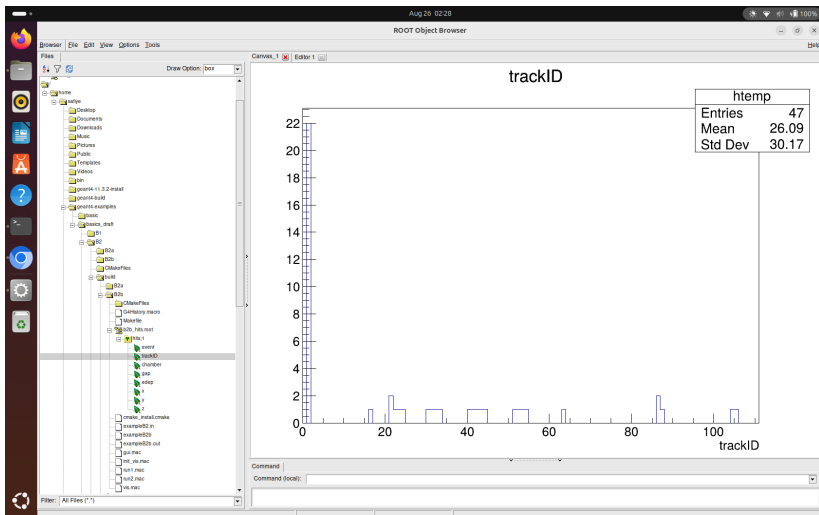
*****
*Tree      :hits      : B2b tracker hits
*Entries   : 47 : Total =      7152 bytes  File Size =    3118 *
*          :      : Tree compression factor = 1.26
*****
*Br    0 :event      : Int_t Event ID
*Entries  : 47 : Total Size=      746 bytes  File Size =     96 *
*Baskets  : 1 : Basket Size=    32000 bytes  Compression= 2.71 *
*****
*Br    1 :trackID     : Int_t Track ID
*Entries  : 47 : Total Size=      754 bytes  File Size =    150 *
*Baskets  : 1 : Basket Size=    32000 bytes  Compression= 1.75 *
*****
*Br    2 :chamber     : Int_t Chamber Index
*Entries  : 47 : Total Size=      759 bytes  File Size =     95 *
*Baskets  : 1 : Basket Size=    32000 bytes  Compression= 2.76 *
*****
*Br    3 :gap         : Int_t Gap index
*Entries  : 47 : Total Size=      739 bytes  File Size =    120 *
*Baskets  : 1 : Basket Size=    32000 bytes  Compression= 2.15 *
*****
*Br    4 :edep        : Double_t Deposited energy [MeV]
*Entries  : 47 : Total Size=      952 bytes  File Size =    447 *
*Baskets  : 1 : Basket Size=    32000 bytes  Compression= 1.00 *
*****
*Br    5 :x           : Double_t X position [mm]
*Entries  : 47 : Total Size=      933 bytes  File Size =    444 *
*Baskets  : 1 : Basket Size=    32000 bytes  Compression= 1.00 *
*****
*Br    6 :y           : Double_t Y position [mm]
*Entries  : 47 : Total Size=      933 bytes  File Size =    444 *
*Baskets  : 1 : Basket Size=    32000 bytes  Compression= 1.00 *
*****
*Br    7 :z           : Double_t Z position [mm]
*Entries  : 47 : Total Size=      933 bytes  File Size =    444 *
*Baskets  : 1 : Basket Size=    32000 bytes  Compression= 1.00 *
*****
root [3] t->Scan("event:trackID:chamber:gap:edep:x:y:z", "", "colsize=10");

```

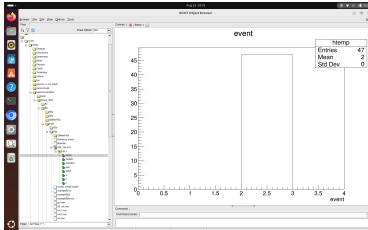
# Chamber boşluğunda enerji kaybı



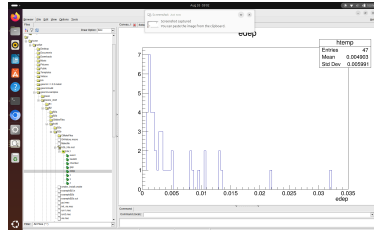
# Root Verilerir(Track ID)



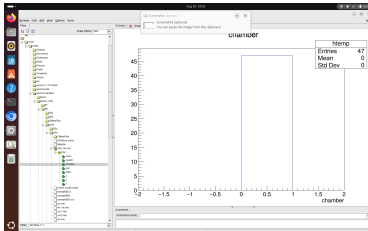
# ROOT TTree Leaf Histogramları



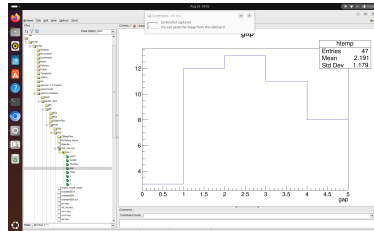
event



edep



chamber



gap

# Teşekkürler!

- [1] The Linux Information Project. root definition. Linux, 2025. <https://www.linfo.org/root.html#:text=root>
- [2] CERN, 2025. <https://root.cern/about/>.
- [3] CERN, 2025. <https://indico.cern.ch/event/294651/sessions/55918/attachments/552022/7>
- [4] Drift chamber. Institute for Nuclear Physics, 2025. <https://wwwa1.kph.uni-mainz.de/vertical-drift-chambers/>.
- [5] Calorimeter. CERN, 2025. <https://cds.cern.ch/record/2629825/files/PostersNc.30.11.00.pdf>