



CMS Experiment at LHC, CERN
Data recorded: Tue Oct 26 19:50:37 2010 CEST
Run/Event: 149058 / 76943429
Lumi section: 64



Jet Yapılandırma

Sertaç Öztürk

Gaziosmanpaşa Üniversitesi
ve

University of Iowa

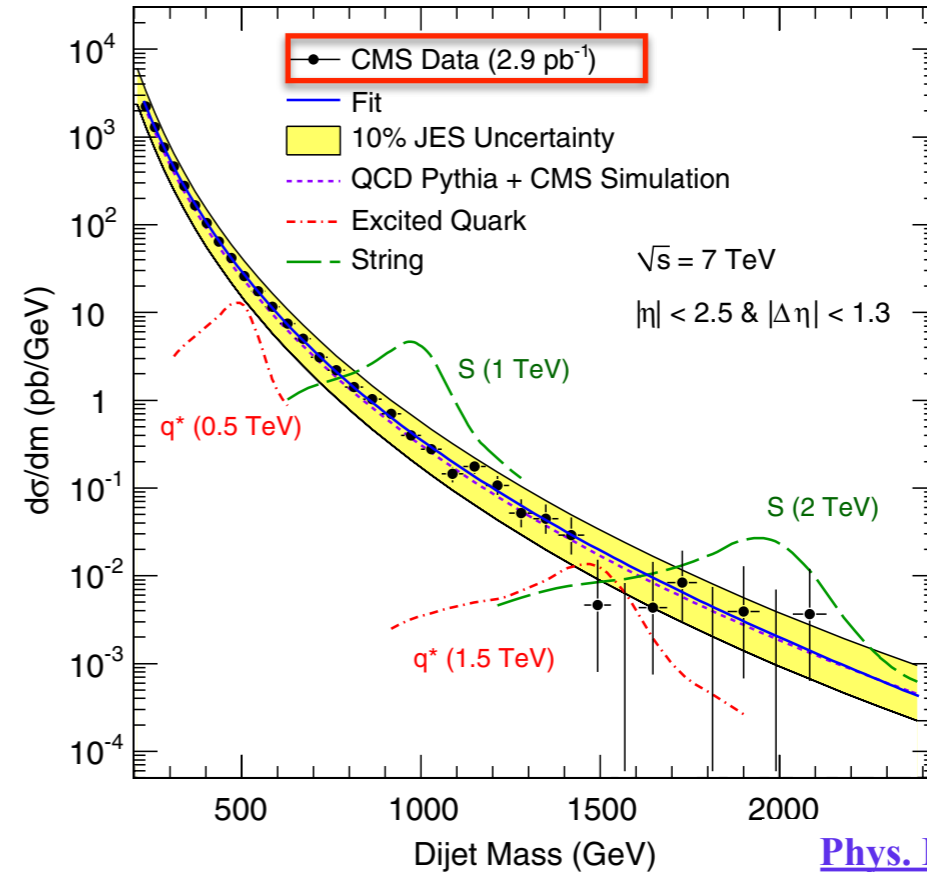
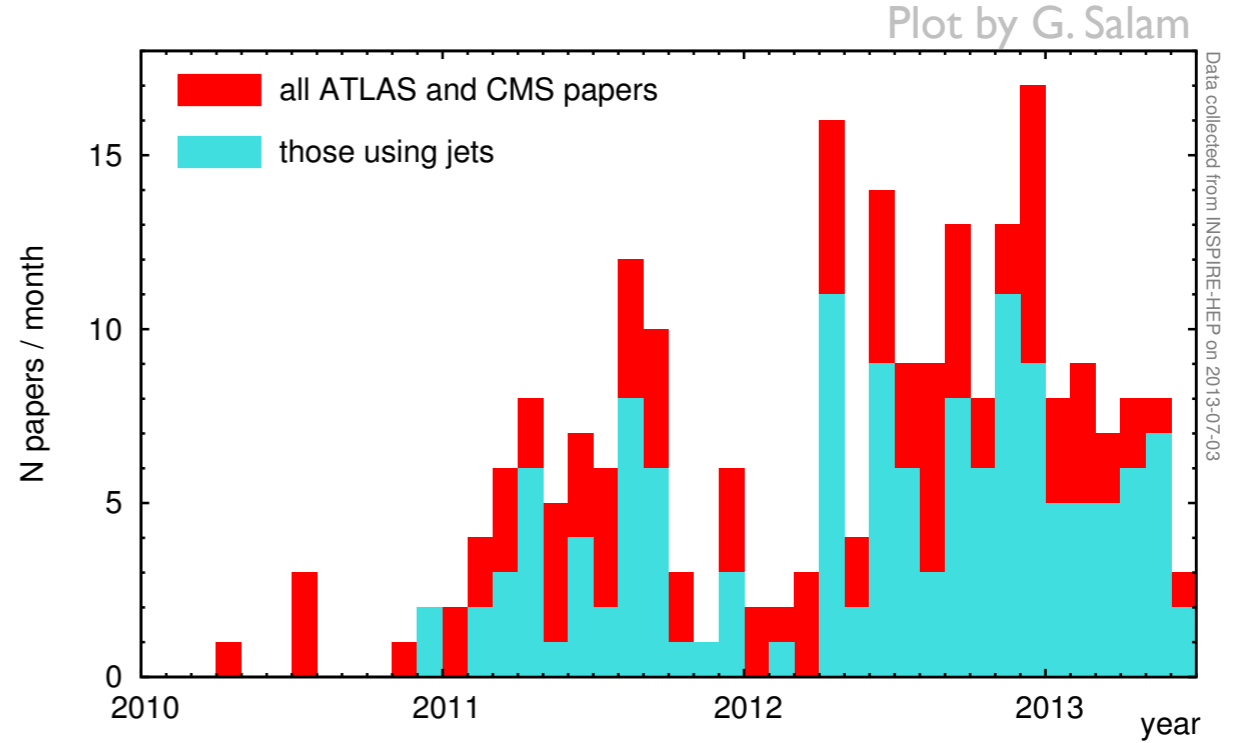
PFBU

İstanbul, 3-7 Şubat 2015



Dersin Amacı

- ☑ CMS+ATLAS araştırma makalelerinin %60 ı jetleri içermektedir.
- ☑ CMS in ilk araştırma makalesi jetler ile ilgilidir.
- ☑ Dersin amacı
 - ✓ Güçlü Etkileşimi Anlamak
 - ✓ Hadronik çarpışmaların yapısını anlamak
 - ✓ Jetleri anlamak
 - ✓ Jet içeren bir makaleyi anlayıp yorumlayabilmek.
- ☑ Kaynaklar
 - ✓ Sunumlar ve dersler (Gavin Salam, Matthew Schwartz, Matteo Cacciari, Gregory Soyez)





Standart Model

✓ Standart model atomaltı parçacıkları ve birbirleri arasındaki etkileşimleri açıklar.

✓ Standart Modele göre,

✓ 6 kuark & 6 lepton

➔ u ve d kuark and elektron maddeyi oluşturur

✓ 4 kuvvet taşıyıcı parçacık (γ , W, Z and g)

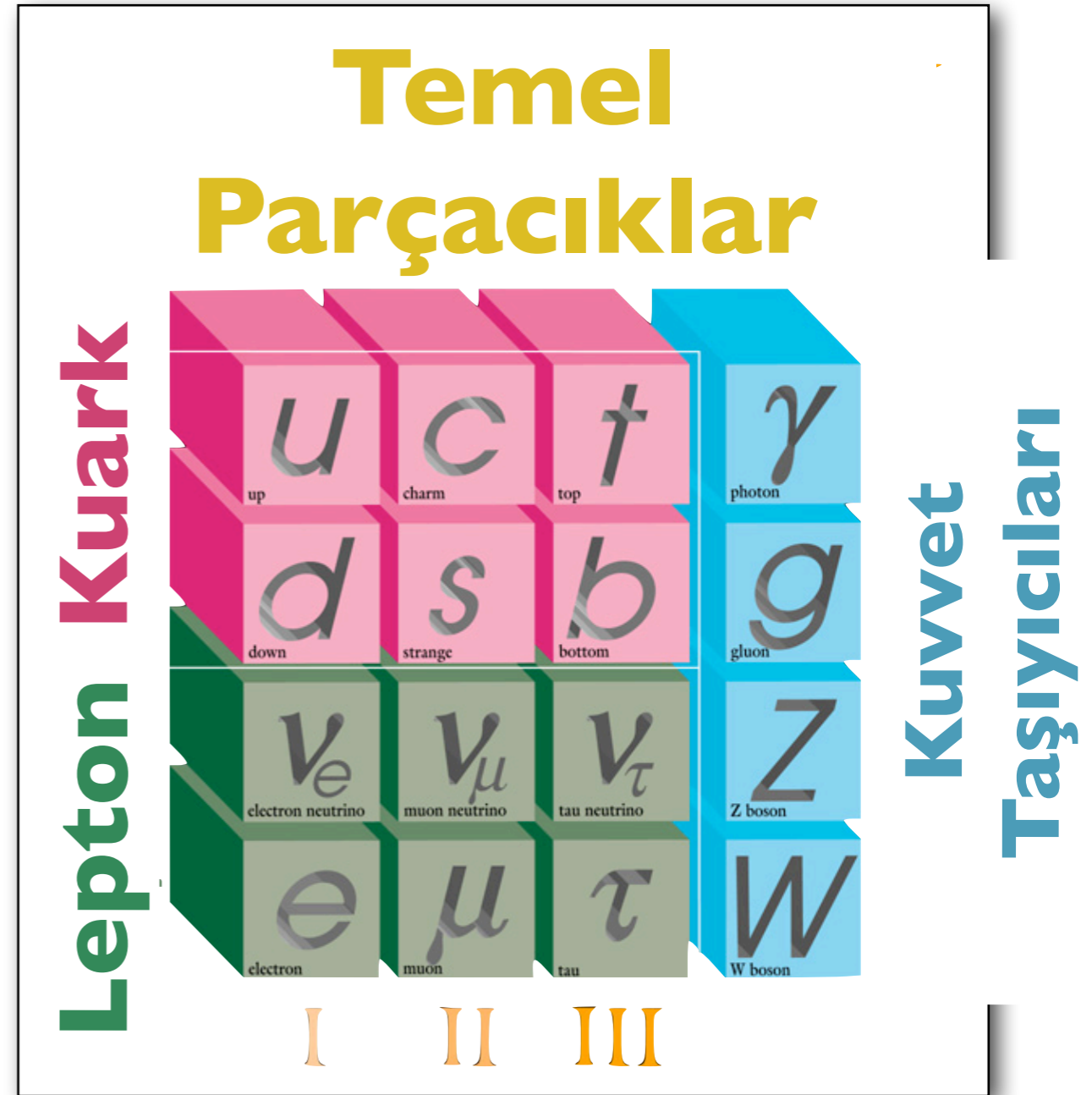
➔ γ : Elektromagnetizma

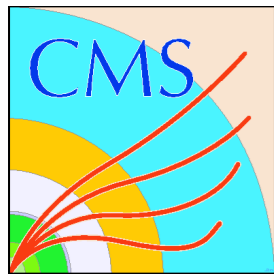
➔ W & Z : Zayıf Etkileşim

➔ g : Kuvvetli Etkileşim

✓ Kütle kazandırmak için Higgs bozonu

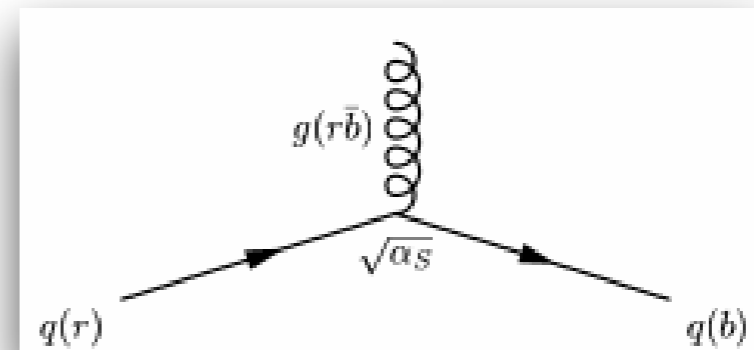
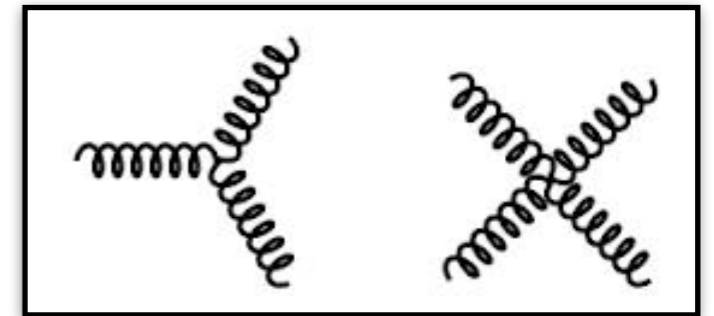
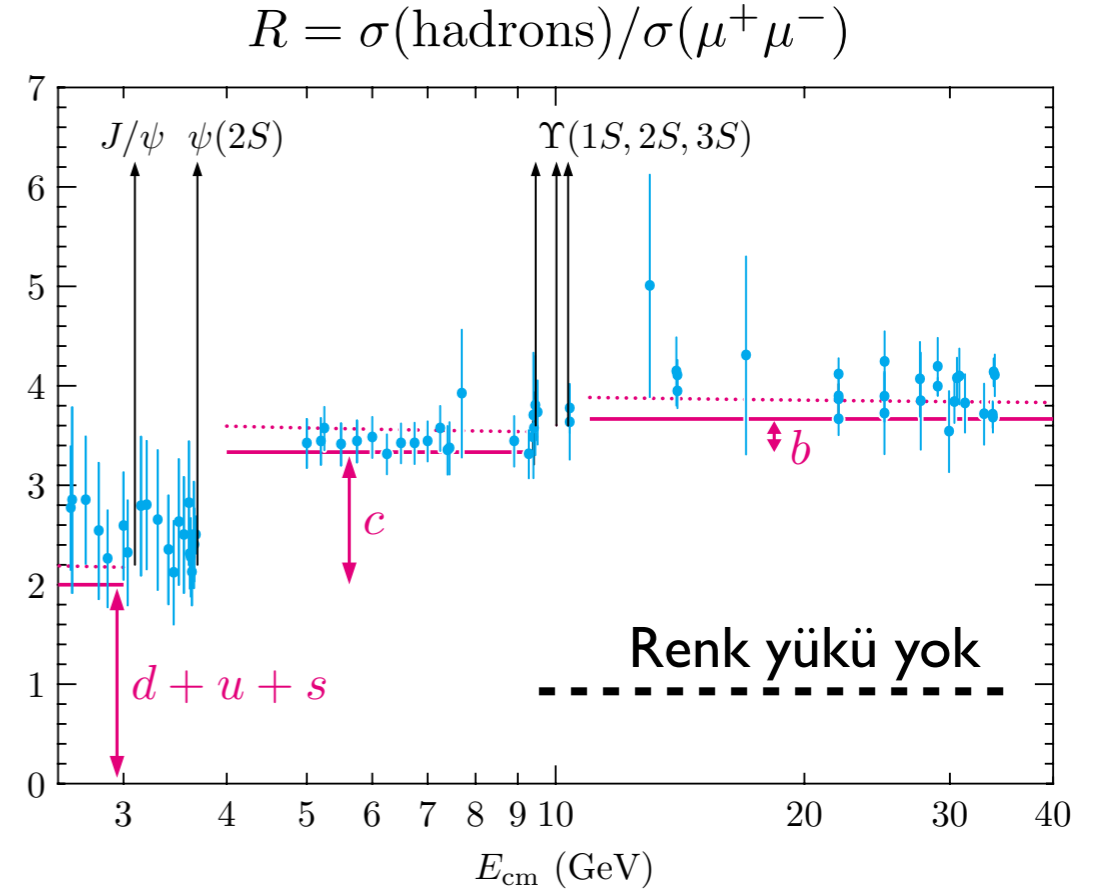
➔ 4 Temmuz 2012





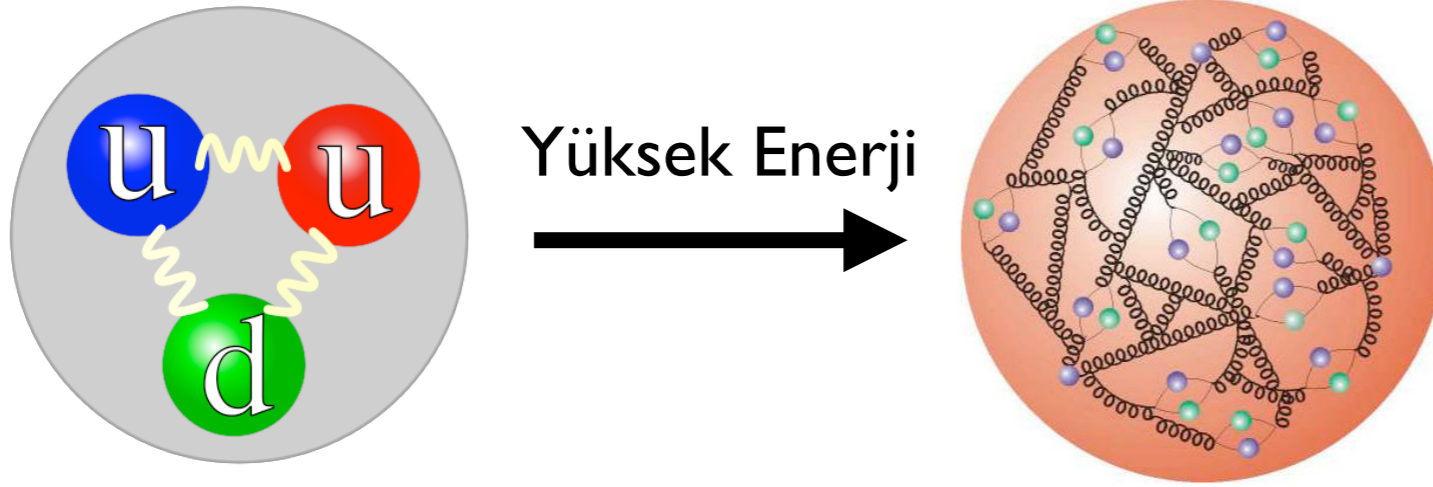
Kuantum Renk Dinamiği

- ✓ Kuantum Renk Dinamiği renkli kuarkların ve gluonların etkileşmelerini açıklamayan kuvvetli etkileşmenin teorisidir.
- ✓ Kuarklar ve gluonlar renk yüküne sahiptir (**r**, **g**, **b**).
- ✓ Serbest parçacıkların renk yükü nötrdür. (**r** + **g** + **b** → Beyaz)
- ✓ Gluonlar birbiri ile etkileşir.
- ✓ Kuarklar tek renk yüküne sahipken, gluonlar çift renk yüküne sahiptir.
- ✓ 8 tane gluon vardır.

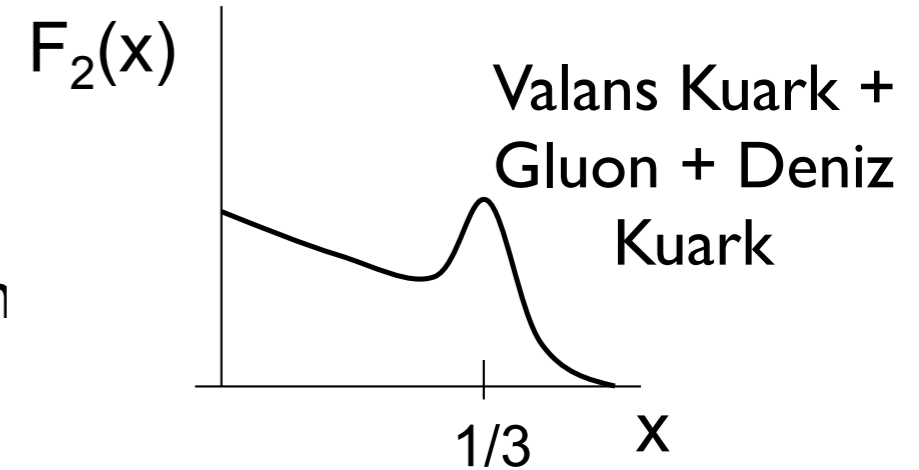
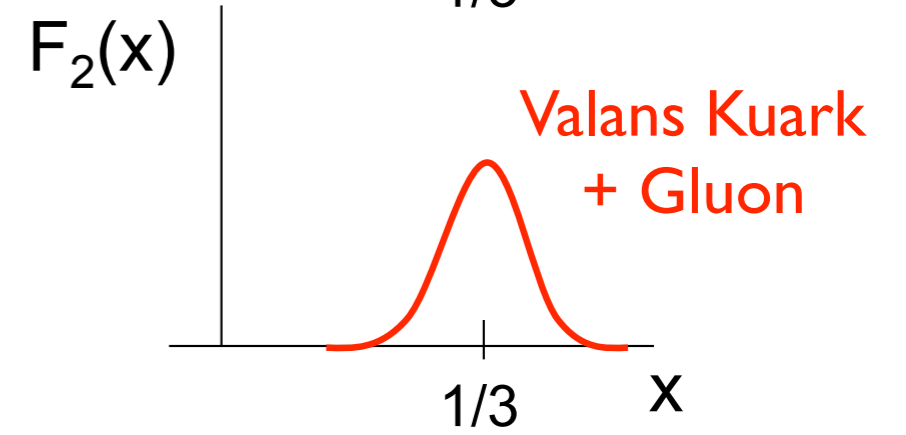
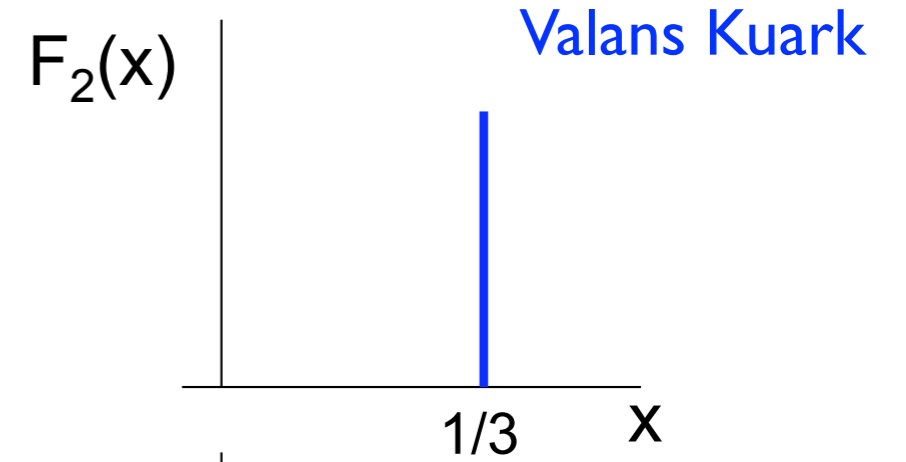


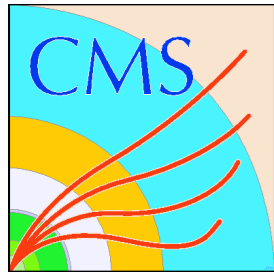


Proton ve Parton Dağılım Fonksiyonu

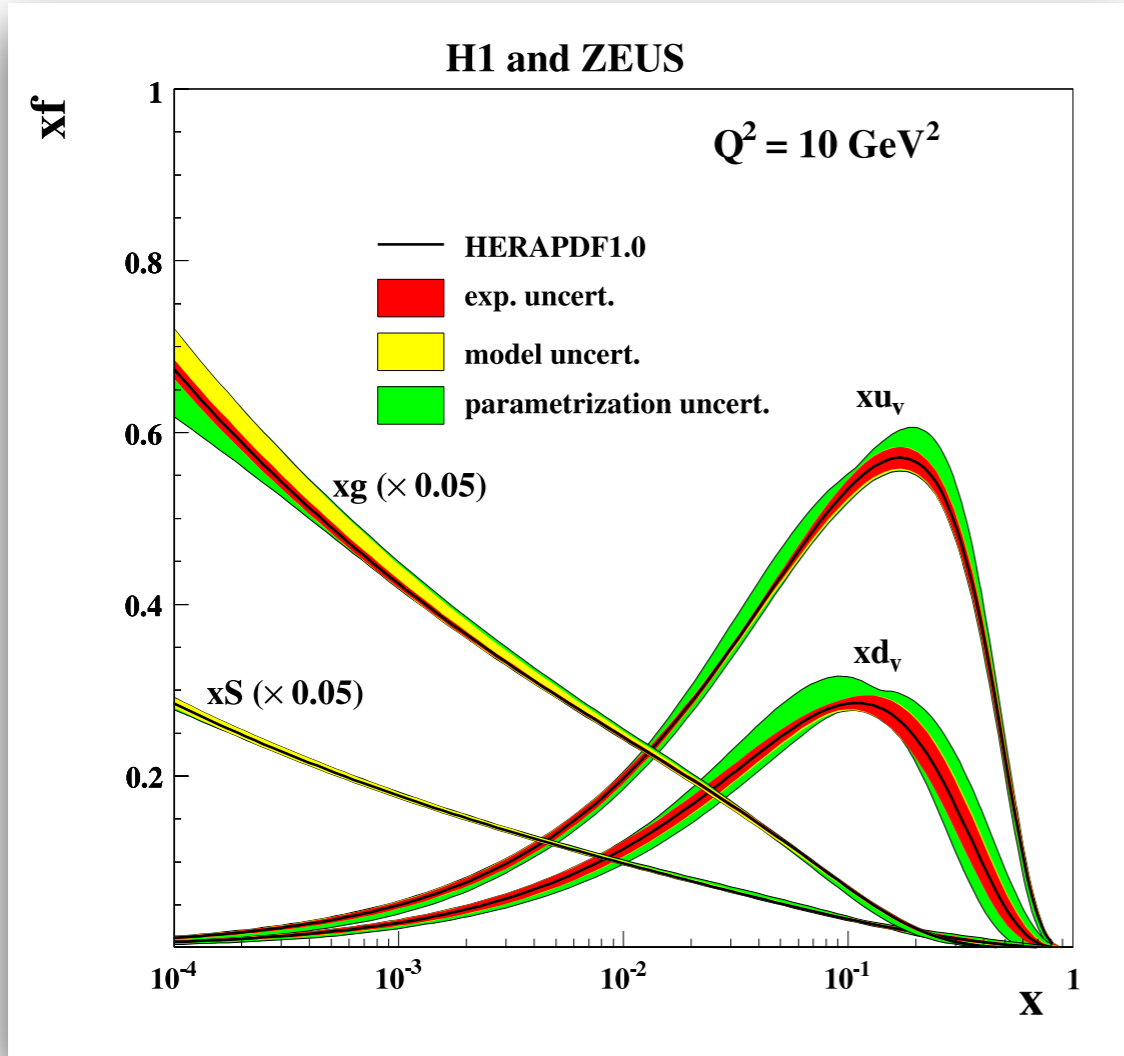


- ✓ Proton uud kuark birleşiminden oluşur.
 - ✓ Valans kuark
 - ✓ Gluonlar
- ✓ Yüksek enerjilere çıkıldığında proton içerisinde kuark-anti kuark çiftleri oluşup yok olur.
 - ✓ Deniz kuarklar
- ✓ Proton momentumu içindeki partonlar tarafından taşınır.
 - ✓ $x = P_{\text{parton}} / P_{\text{proton}}$





Parton Dağılım Fonksiyonu

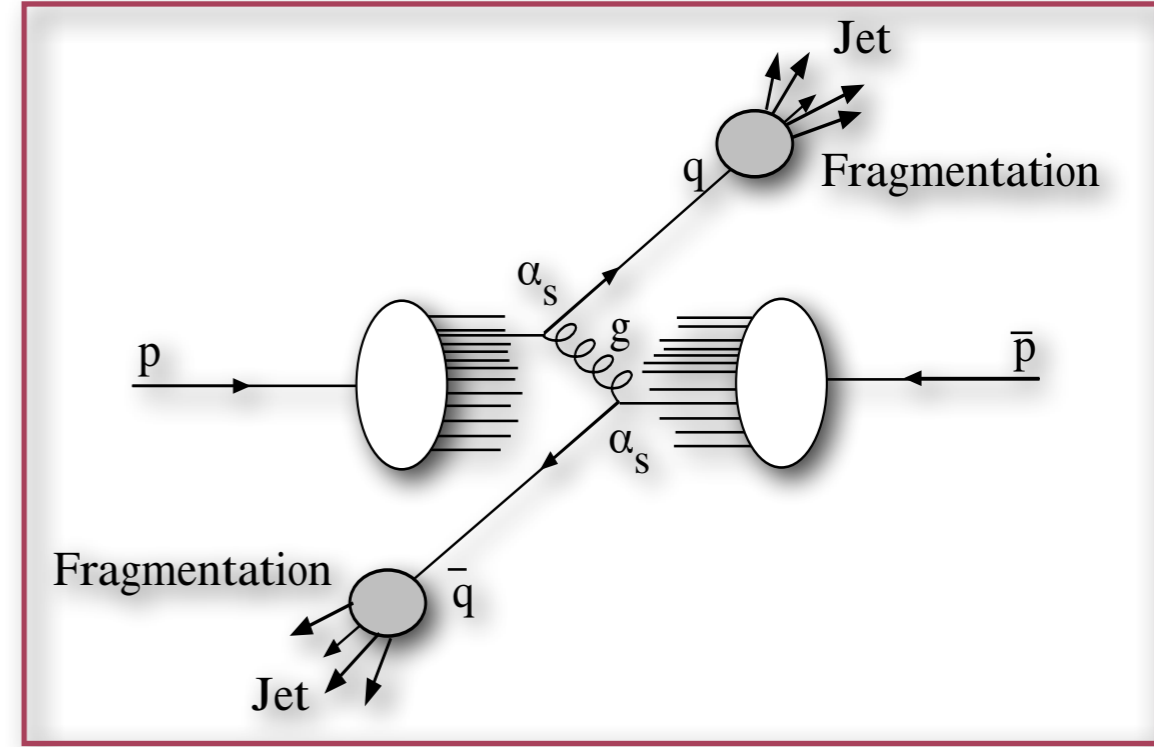


- ✓ Hadronu meydana getiren bileşenlerin toplam hadron momentumu taşıma kesri parton dağılım fonksiyonu (PDF) ile belirtilir.
- ✓ $f_i(x_i)$: i. partonun toplam hadron momentumunun x_i kesrini taşıma olasılığı
 - ✓ Eğer proton 3.5 TeV lik bir protonda bir kuark için $x=0.1$ ise 350 GeV lik bir momentumu tek başına taşır.
- ✓ Tesir kesiti PDF ile yakından ilişkilidir.

Çevrimiçi PDF çizdirme ve hesaplama
<http://hepdata.cedar.ac.uk/pdf/pdf3.html>

Sert Saçılma

- ☑ LHC deki iki hadron çarpıştığında aslında çarpışan iki partondur.
 - qq , qg, gg
- ☑ Çarpışma sonucu partonlar birbirinden saçılabilir veya kuark ve gluonlara bozunabilen parçacıklar oluşabilir.
- ☑ Kuark ve gluonlar renk yükü taşıdıkları için serbest halde bulunmazlar.
 - gluonlar yayımlar ve bu gluonlar kuark ve anti-kuark çiftlerine bozunurlar.
 - Bütün renkli objeler hadronizasyon sonucu renksiz parçacıklar oluşturur.



Sert saçılma tesir kesiti

$$\sigma(P_1, P_2) = \sum_{i,j} \int dx_1 dx_2 f_i(x_1, \mu_F^2) f_j(x_2, \mu_F^2) \hat{\sigma}_{ij}(p_1, p_2, \alpha_s(\mu^2), Q^2/\mu^2)$$

KRD etkileşim sabiti

$$\alpha_s(Q^2) = \frac{12\pi}{(33 - 2n_f) \ln(\frac{Q^2}{\Lambda^2})}$$

$Q^2 \rightarrow \infty$ veya $\Lambda \rightarrow 0$ için kuarklar serbest parçacık gibi davranır, buna “asimtotik serbestlik” denir.



Hadron Çarpışması

Hadronizasyon

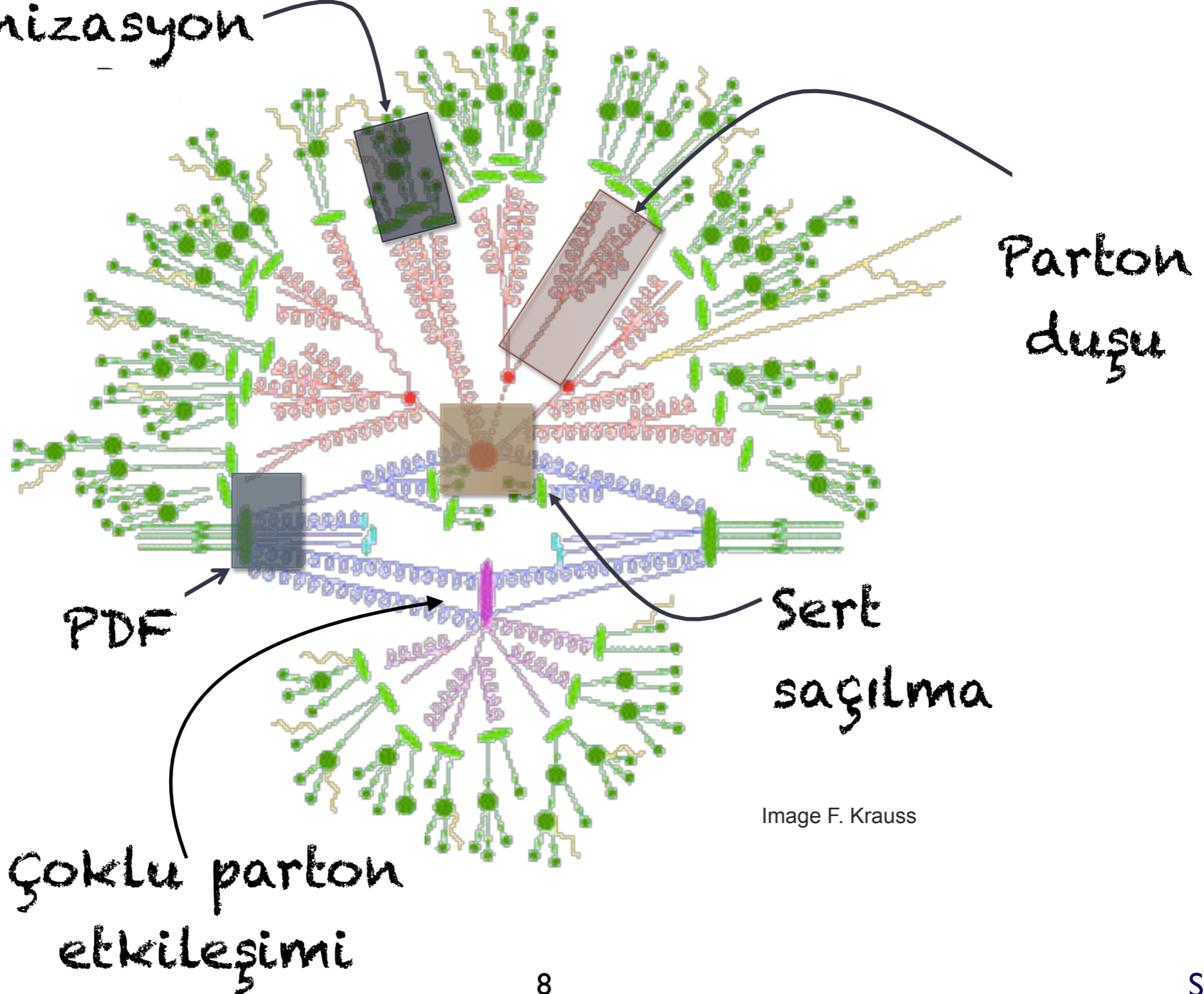
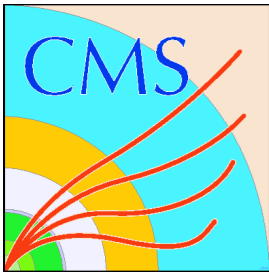
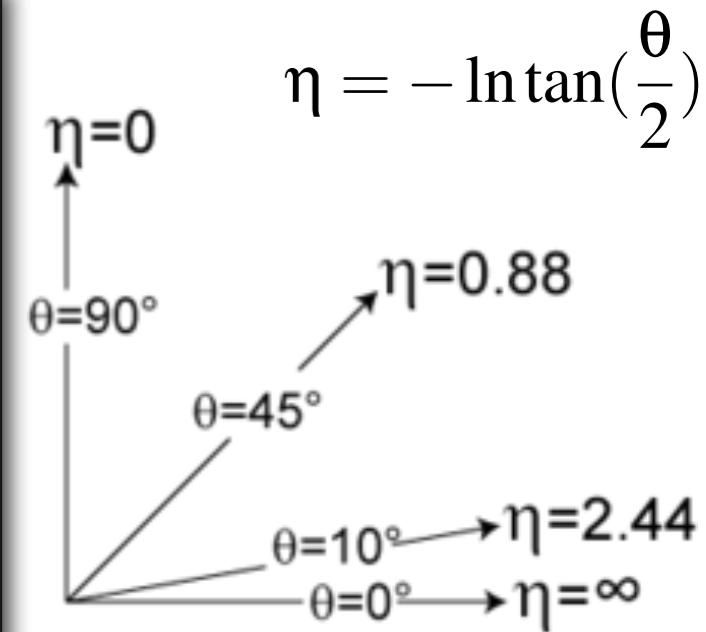
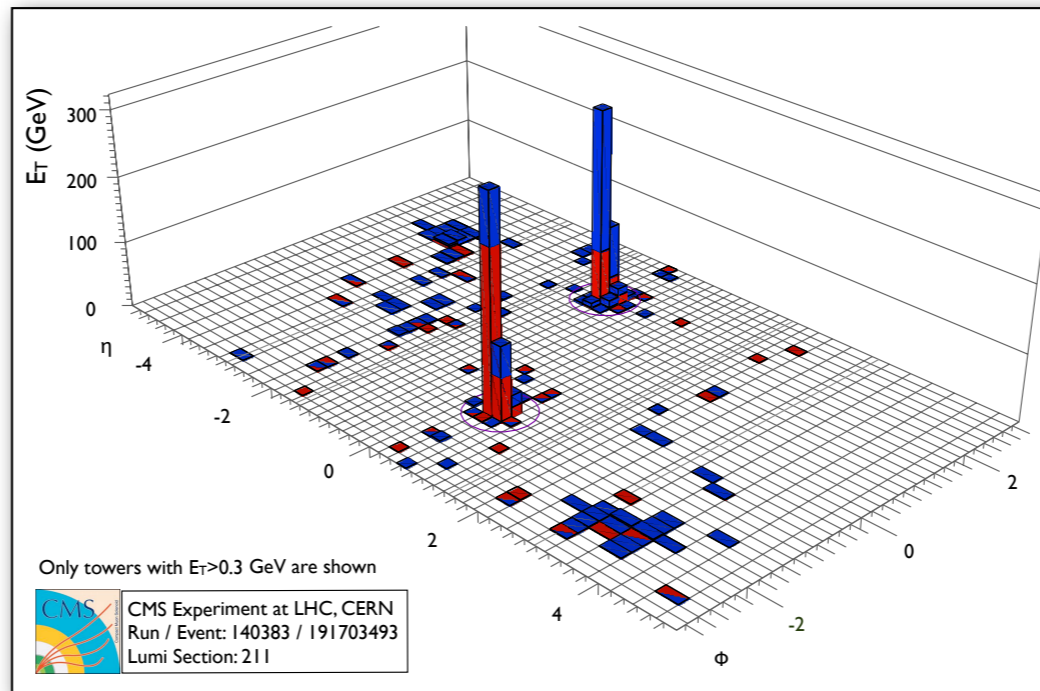
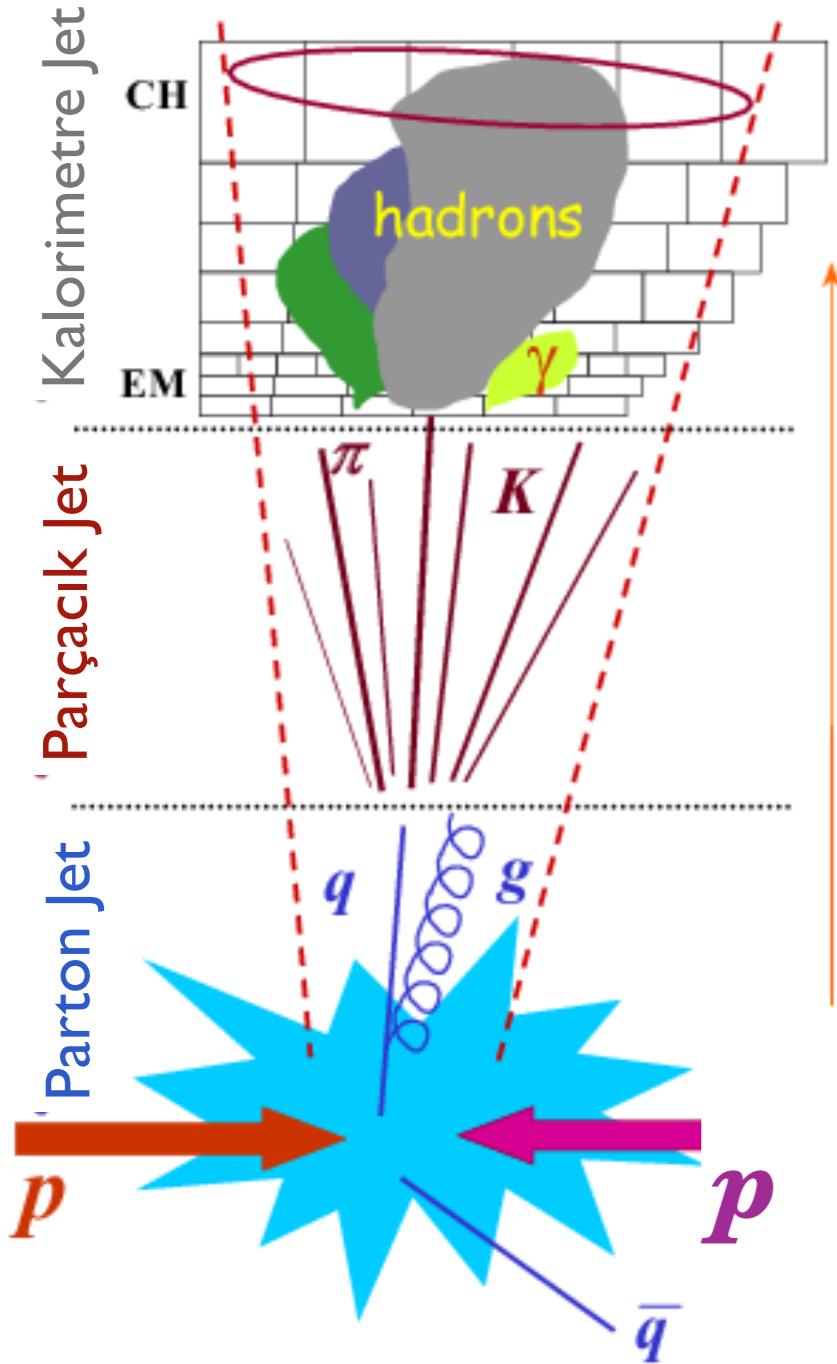


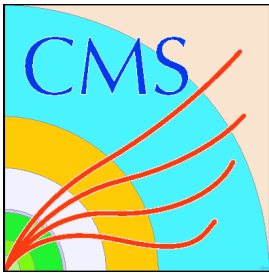
Image F. Krauss



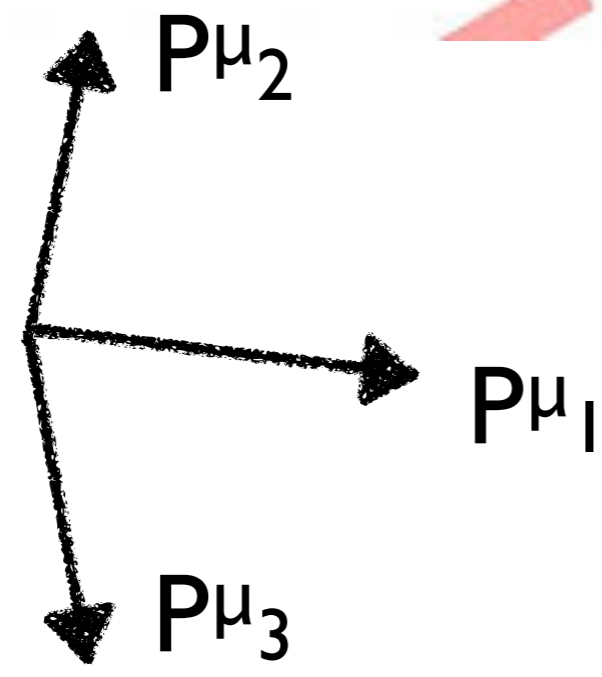
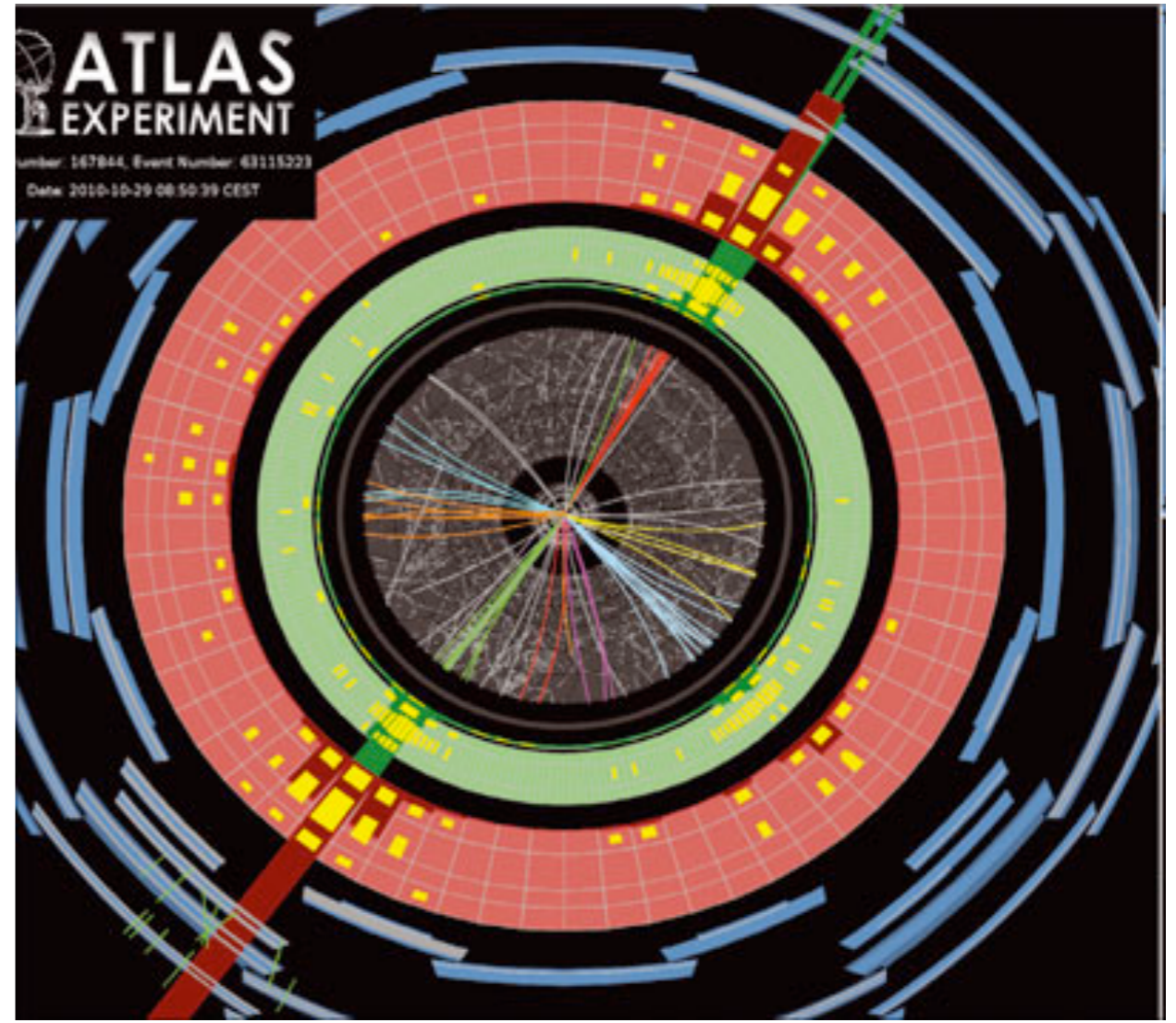
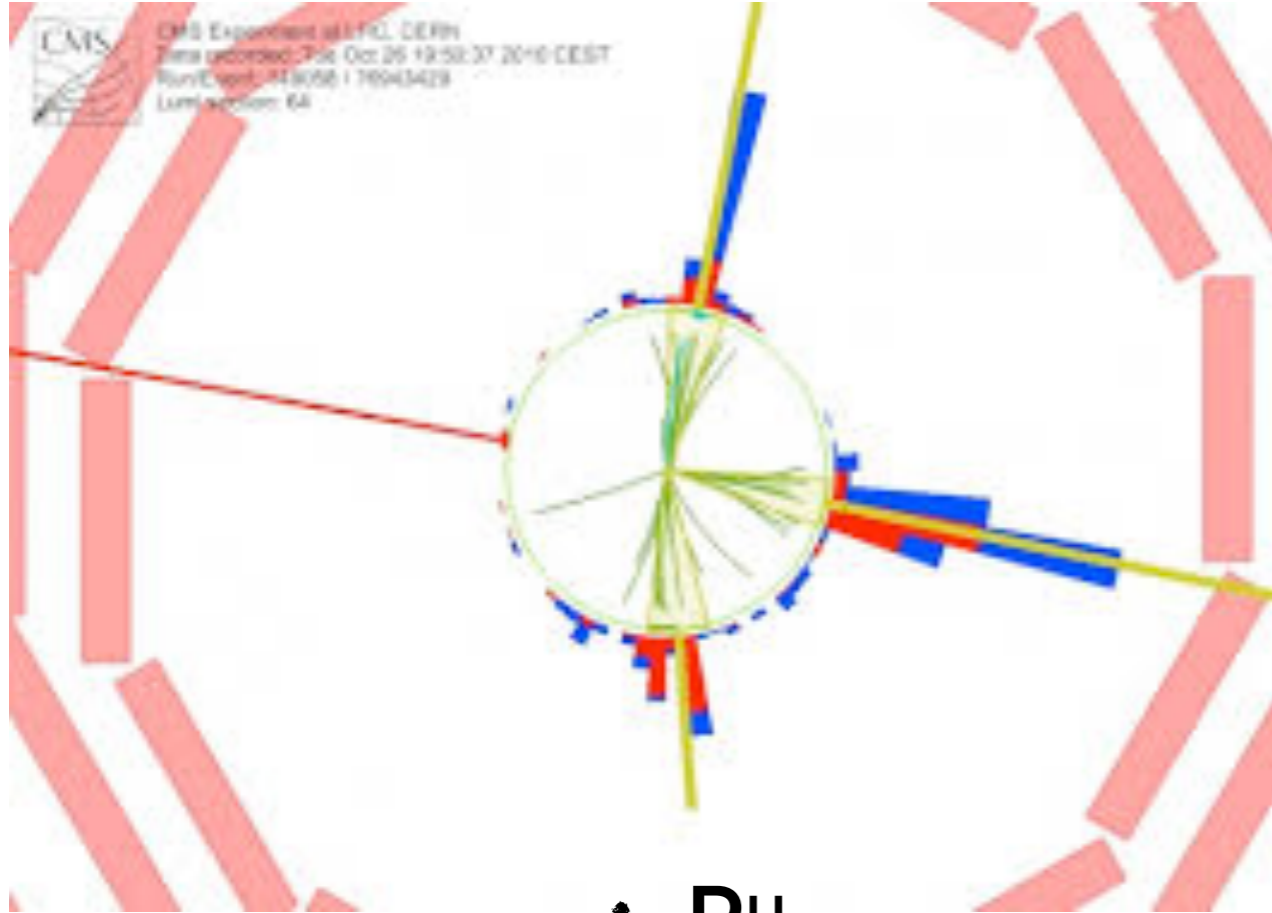
Jet Nedir

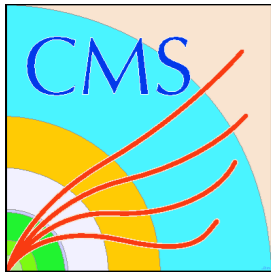
☑ Jetler yüksek enerjili çarpışmalarda açığa çıkan parçacık fıskiyesi olarak bilinen parçacık püskürtüleridir ve kuark ve glonların deneysel olarak detektörlerde gözlemlenmesidir. Detektörlerde kalorimetrelerde bıraktıkları enerjiler sayesinde tespit edilir.





Algıçlarda Jet

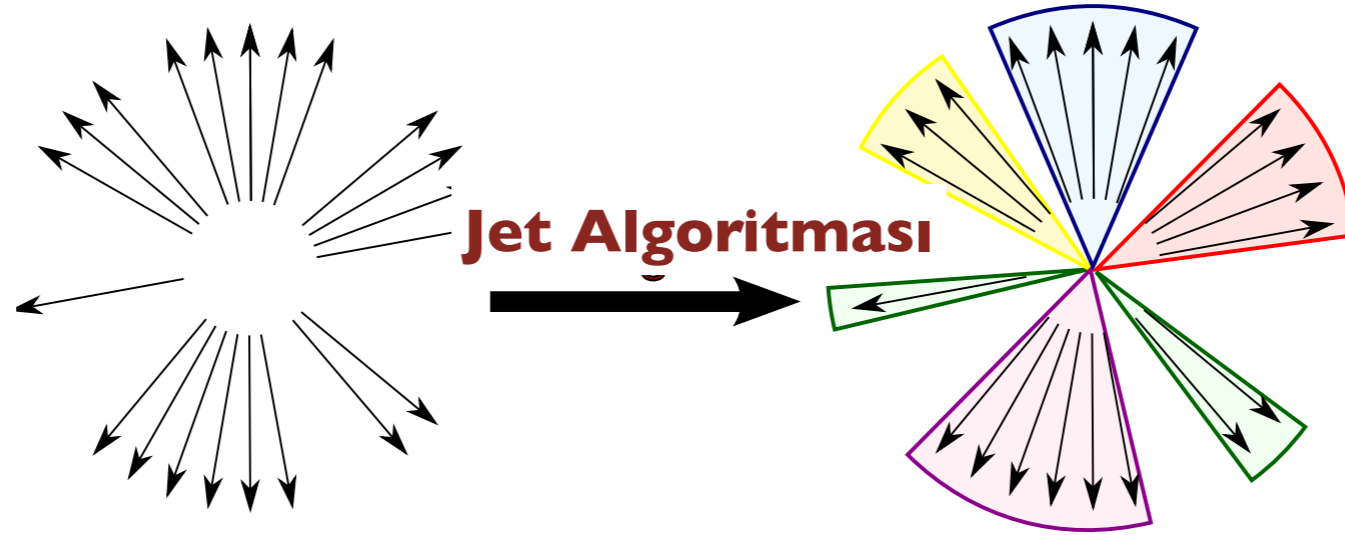




Jet Yapılandırma Algoritması

Parçacıklar:

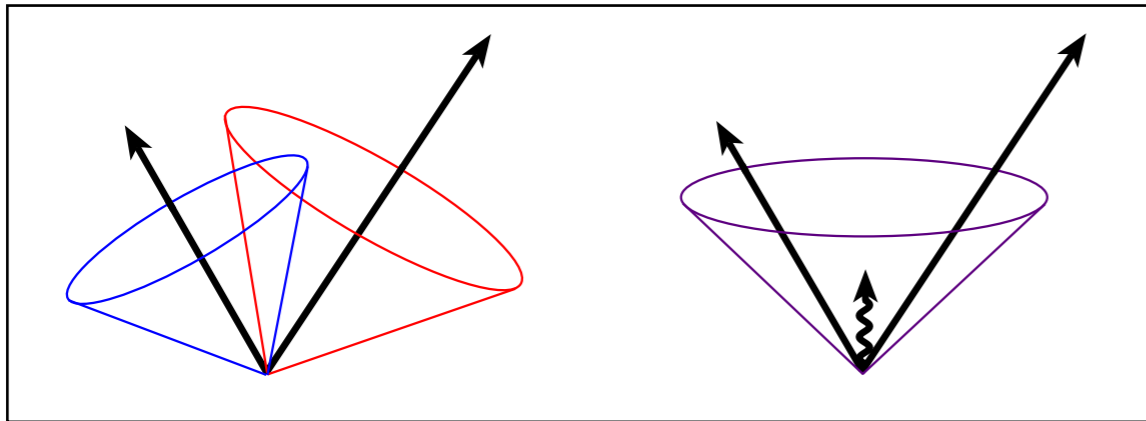
- Partonlar
- Hadronlar
- Kalorimetre kümeleri ..



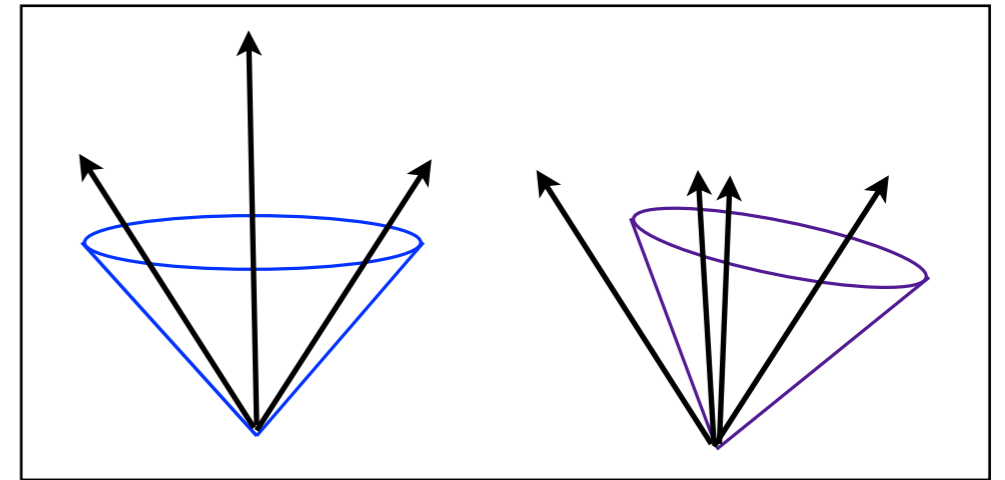
Parçacıklar
Grupları:
- Jetler

☑ Teorik gereksinimler:

- ✓ infrared (kızılötesi) ve collinear (aynı yönlülük) güvenilirlik
- ✓ seviyeye bağımsızlık (parton, hadron, kalorimetre)



Infrared güvenilirlik: Düşük enerjili bir gluon eklendiğinde jet yapılandırılması değişmez.



Collinear güvenilirlik: Bir partonun iki aynı yönlü parton olarak bölünmesi jet yapılandırmasını değiştirmez.



Koni Algoritması

☑ Temelde iki tip jet algoritma türü vardır.

- Koni tipi ve kümeleme tipi

☑ Koni algoritması basittir.

- En yüksek enerjili parçacığı bul ve kon yarıçapı içindeki bütün parçacıkları al.

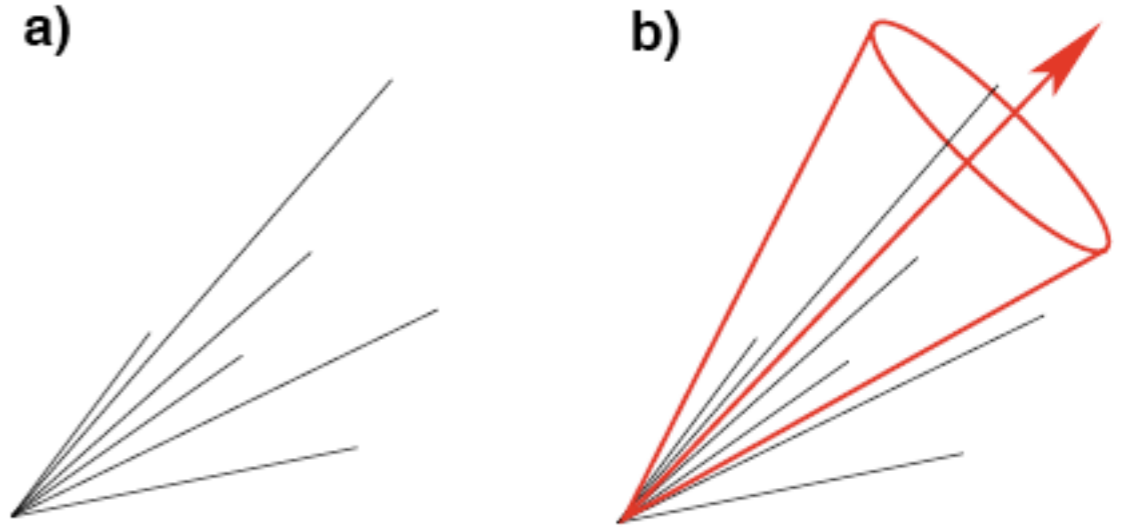
$$\Delta R_{ij} = \sqrt{(y_i - y_j)^2 + (\phi_i - \phi_j)^2} < R$$

☑ Oldukça hızlıdır.

- Tekrarlanan koni algoritması CMS de tetiklemede kullanılır.

☑ Collinear ve infrared güvenilir değildir.

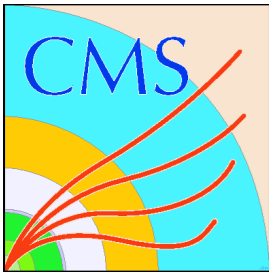
- Fizik analizlerinde artık kullanılmıyor.



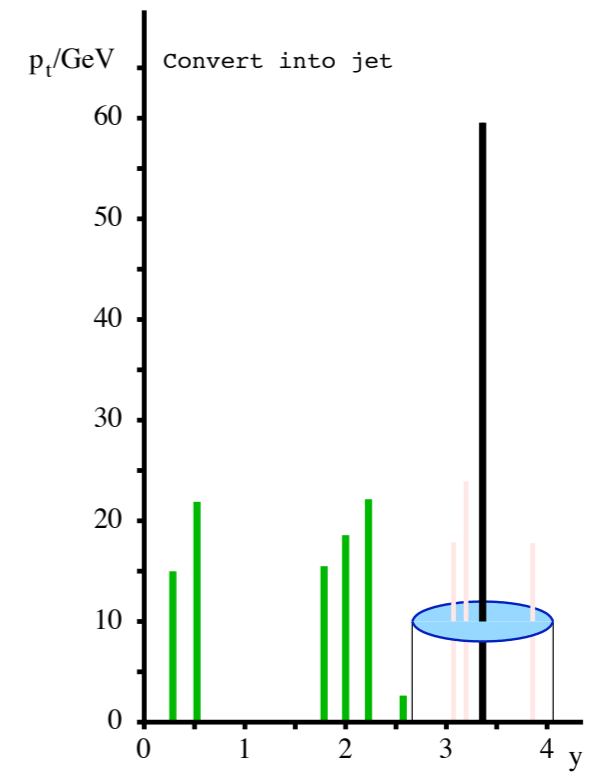
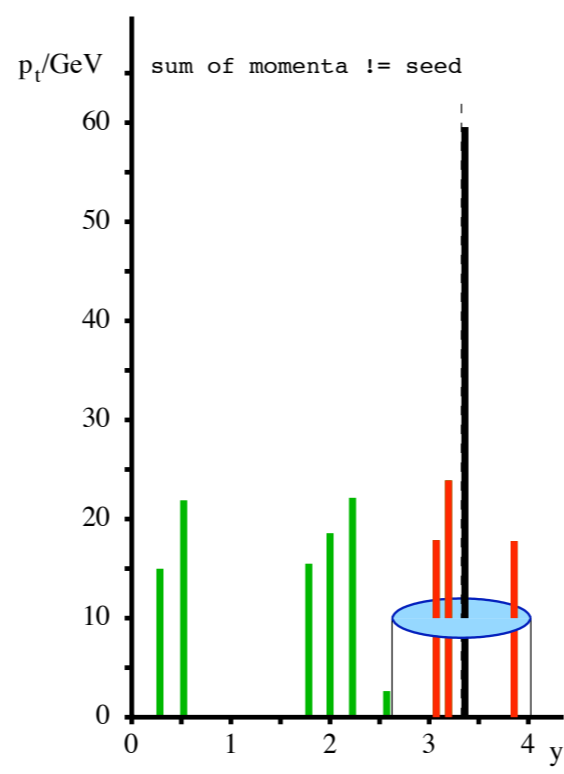
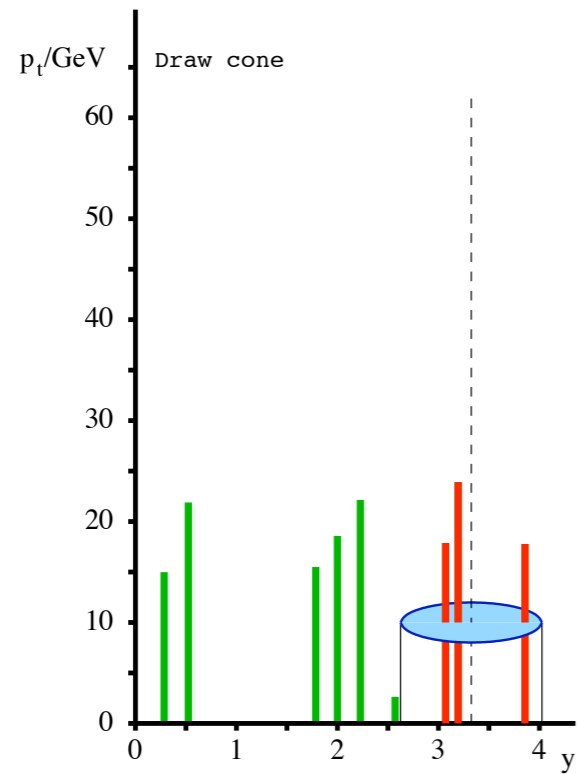
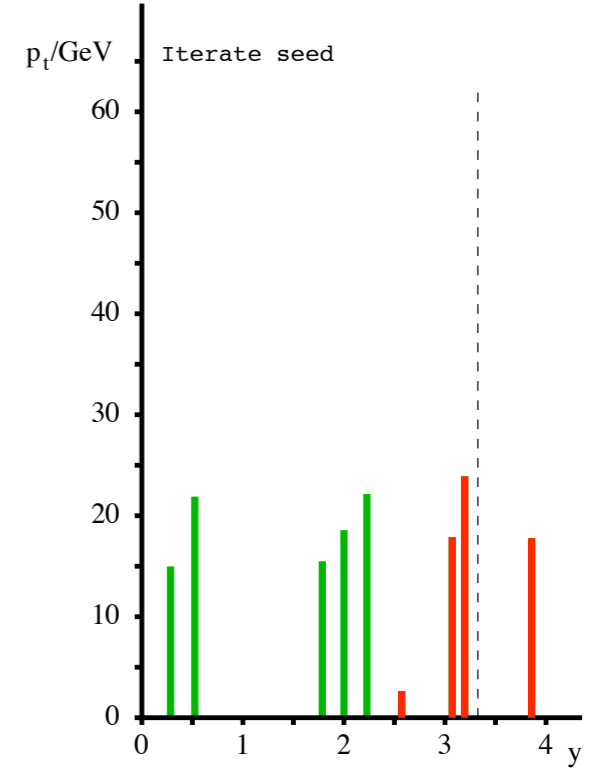
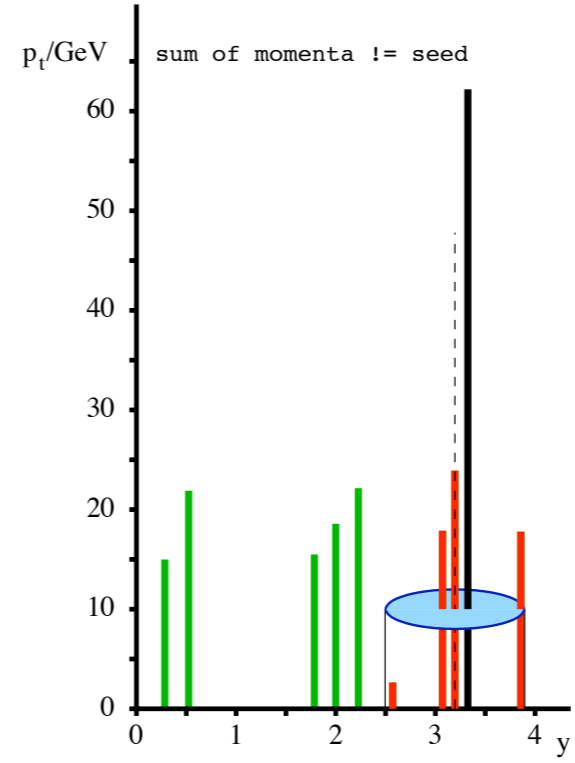
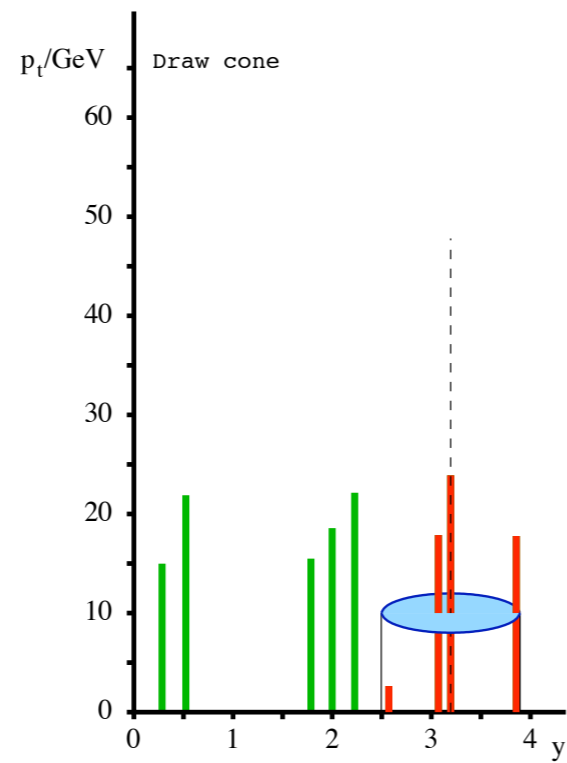
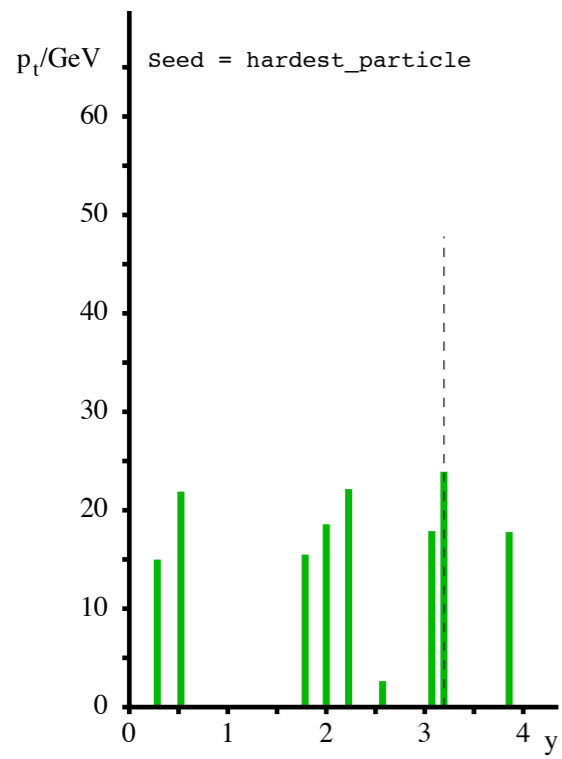
$$E_{T_{jet}} = \sum_{i \in jet} E_{T_i}$$

$$\eta_{jet} = \frac{1}{E_{T_{jet}}} \sum_{i \in jet} E_{T_i} \eta_i$$

$$\phi_{jet} = \frac{1}{E_{T_{jet}}} \sum_{i \in jet} E_{T_i} \phi_i$$



Tekrarlanan Koni Algoritması





Genel kt Algoritması

Düşük veya Yüksek

$$d_{ij} = \min(p_{Ti}^{2p}, p_{Tj}^{2p}) \frac{\Delta R_{ij}^2}{R^2}$$

$$d_{iB} = p_{Ti}^{2p}$$

Doğrultu

$$\Delta R_{ij}^2 = (y_i - y_j)^2 + (\phi_i - \phi_j)^2$$

p=1: “*k_T*” (düşük p_T parçacıklar)

p=0: “*Cambridge-Aachen*” (mesafe)

p=-1: “*anti-k_T*” (yüksek p_T parçacıklar)

☑ Infrared and collinear güvenir.

☑ Küme algoritması.

- ✓ Tüm parçacıkları listele.
- ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
- ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını **birleştir** ve başa dön
- ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayınca kadar tekrarla.

Anti-kt Algoritması

Infrared and collinear güvenilir.

Küme algoritması.

✓ Tüm parçacıkları listele.

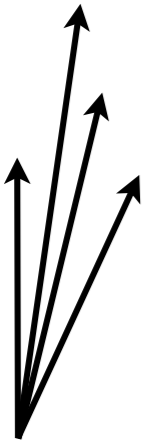
✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

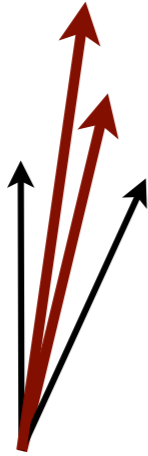
✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.

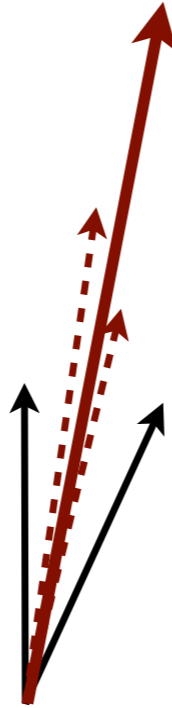
1



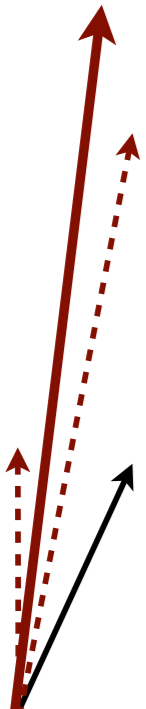
2



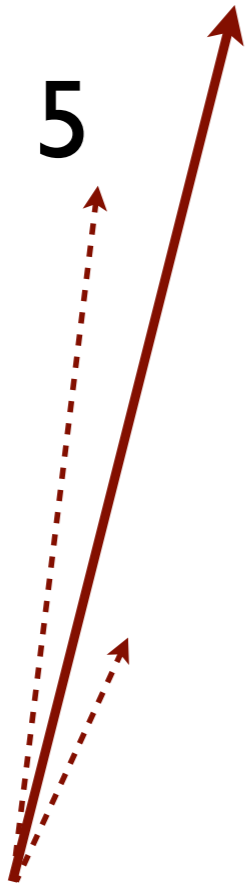
3



4

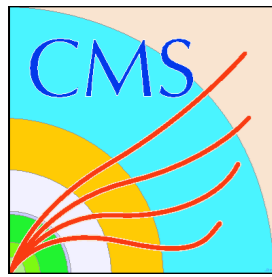


5

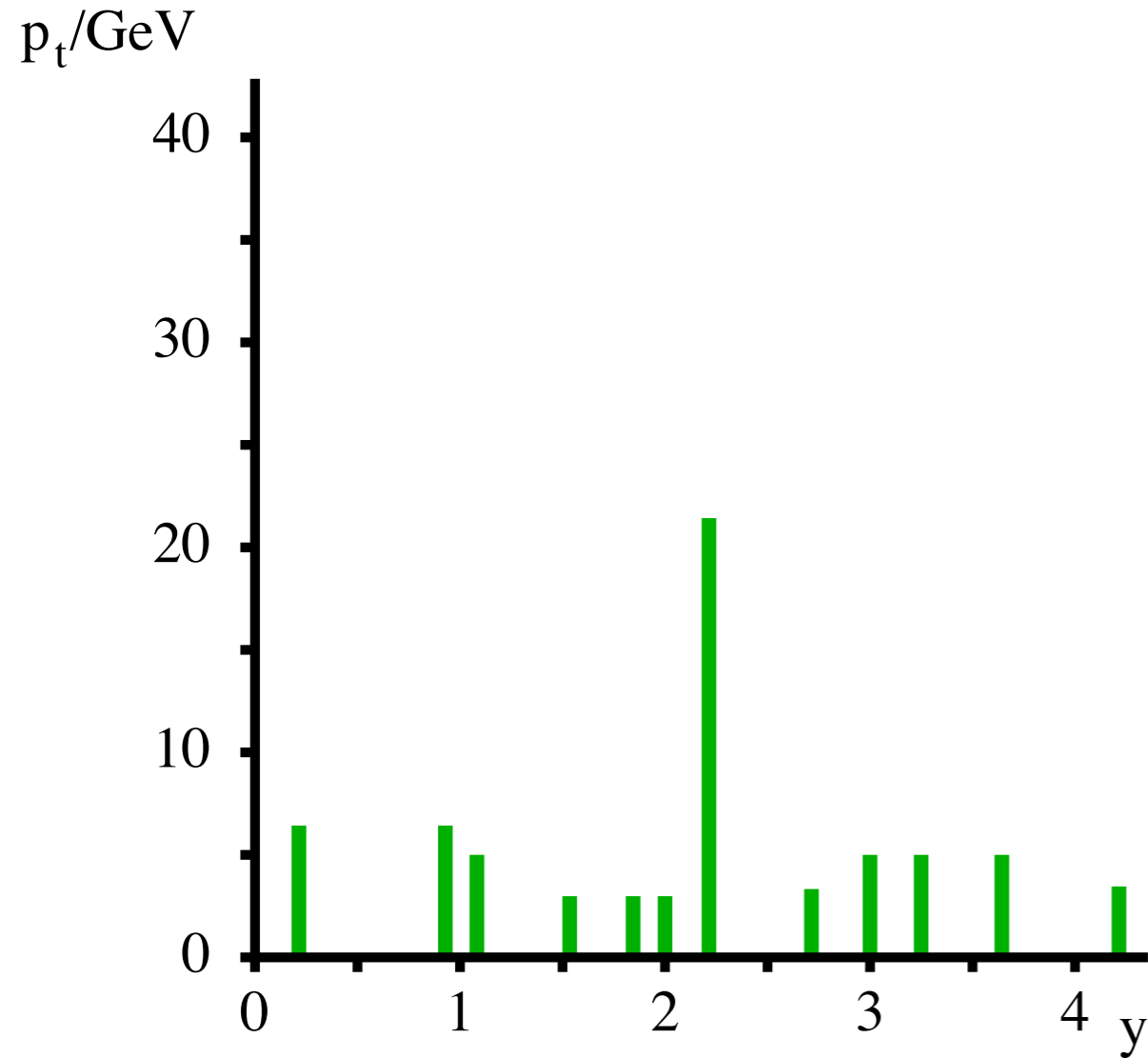


6





CA Algoritması Örnekleme

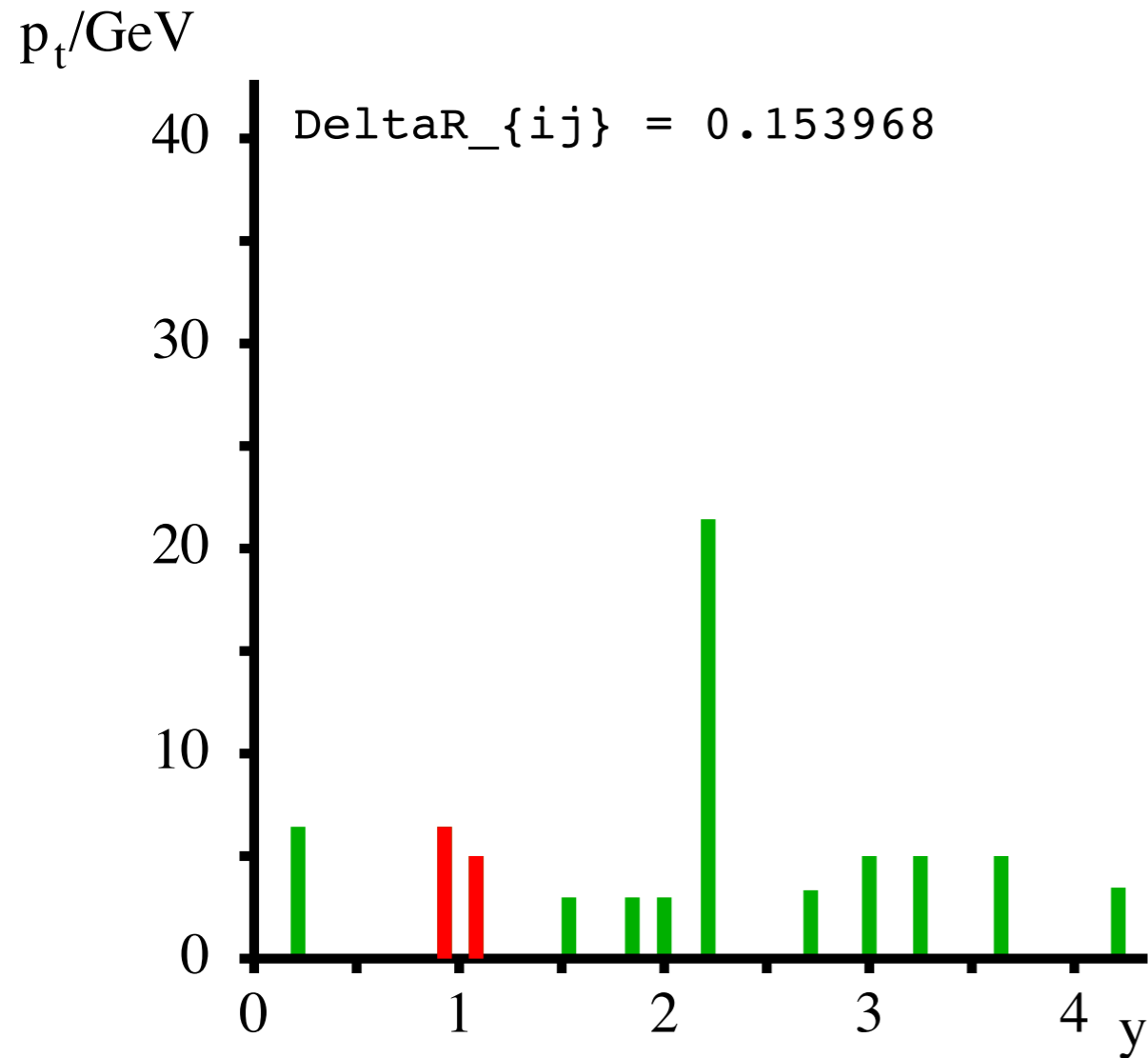


$$R = 1$$

- ✓ Infrared and collinear güvenilir.
- ✓ Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele.
 - ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



☑ Infrared and collinear güvenilir.

☑ Küme algoritması.

✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

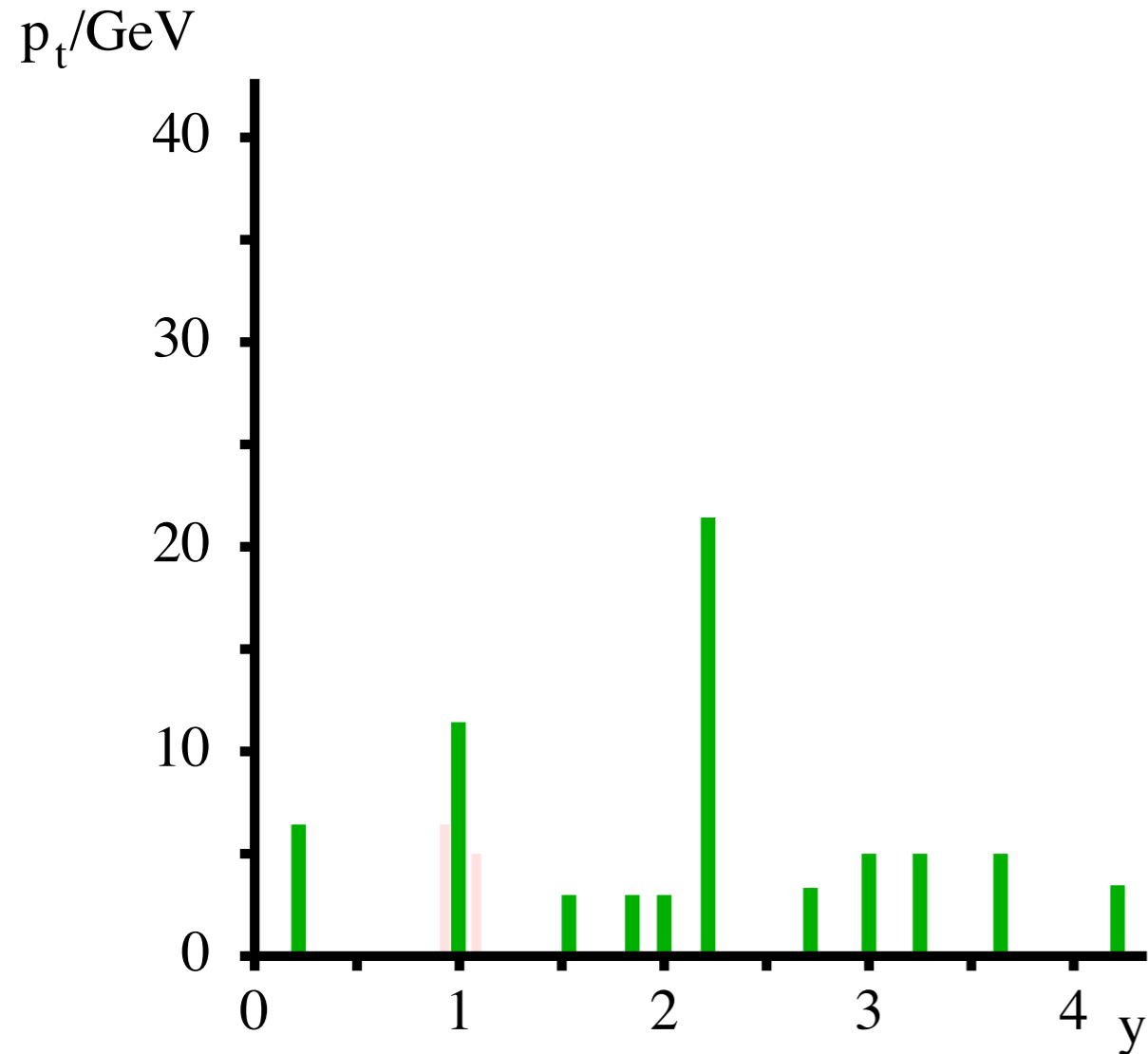
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

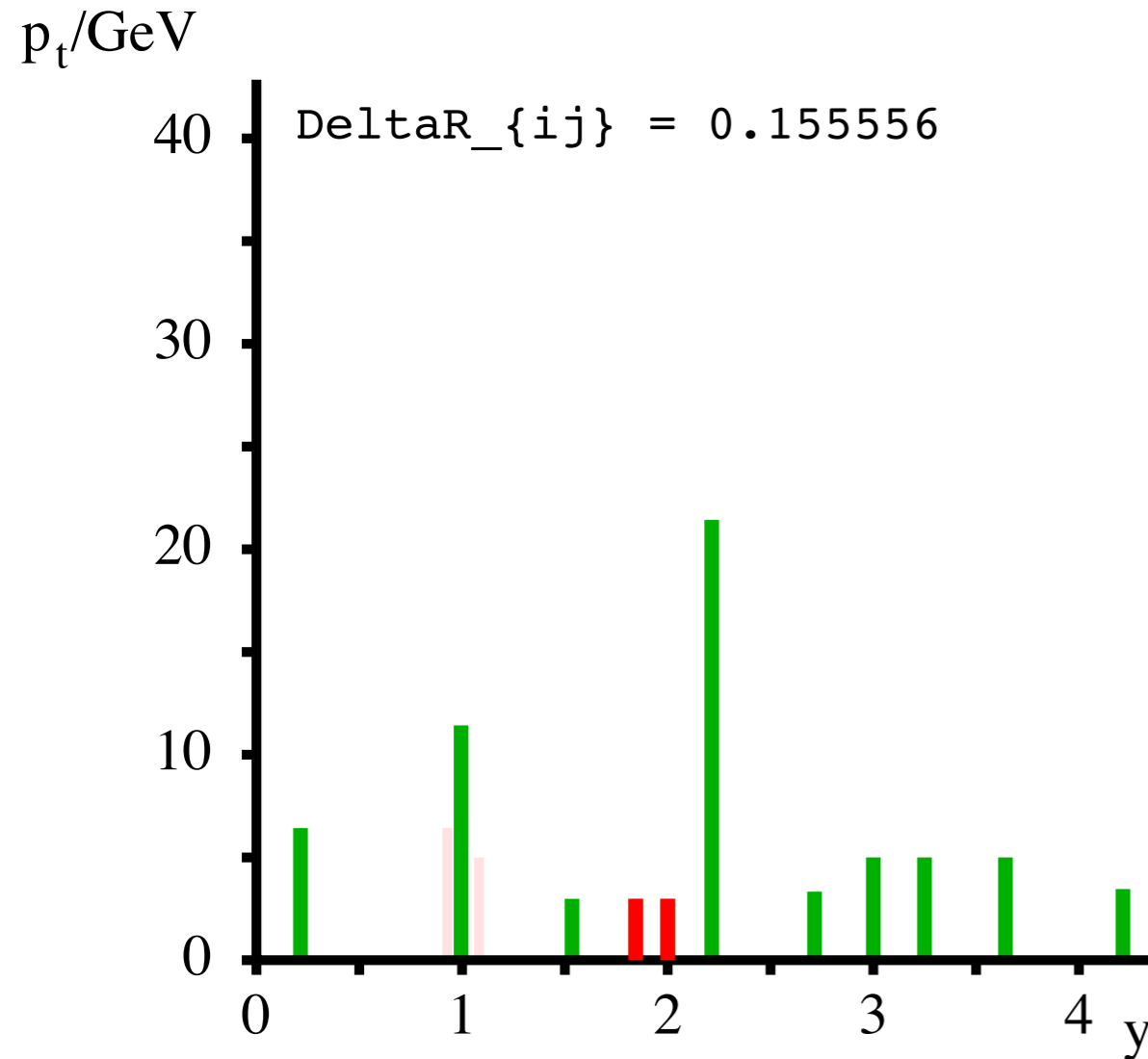
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

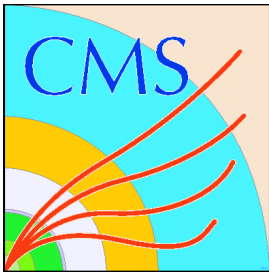
✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

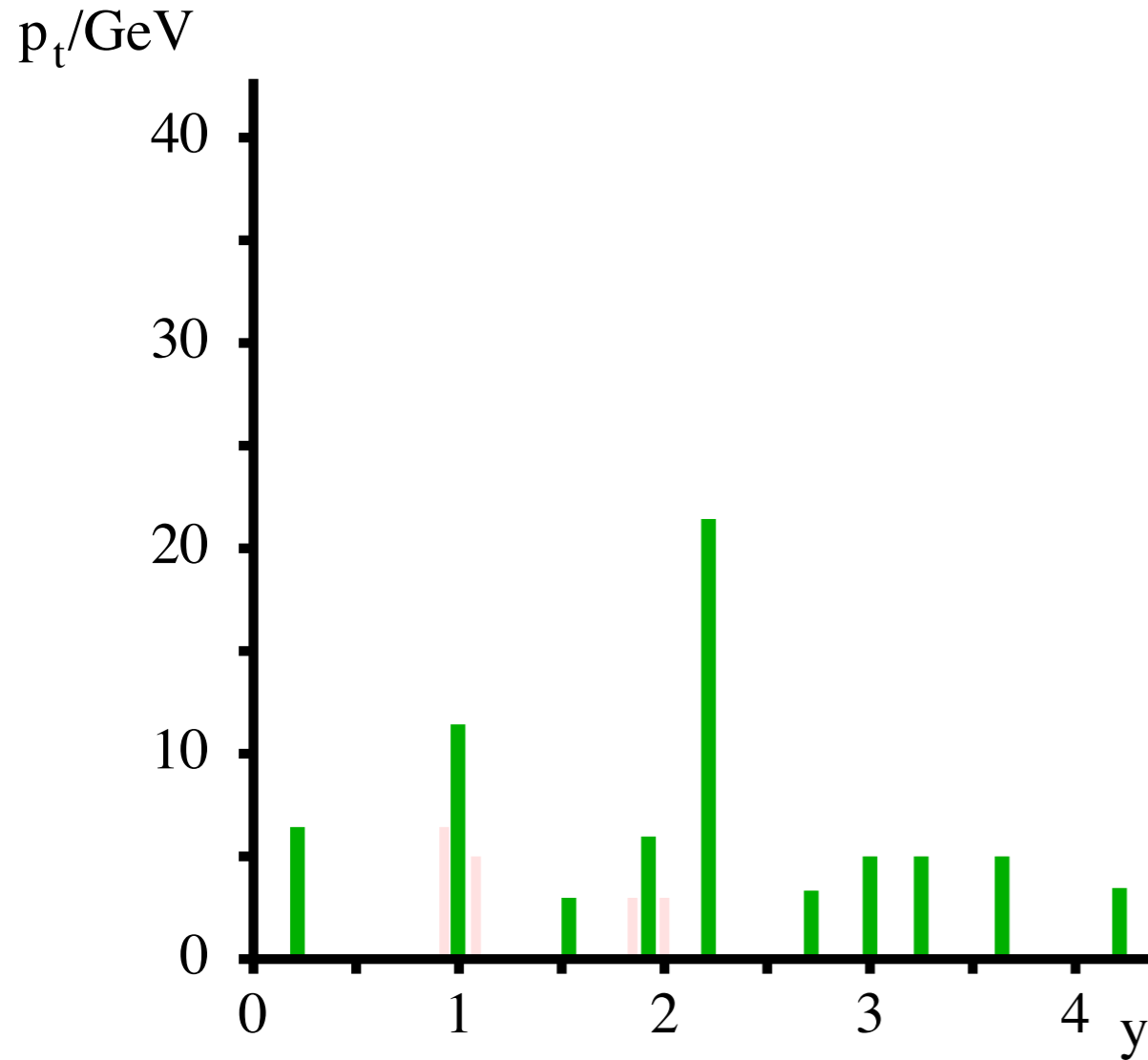
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



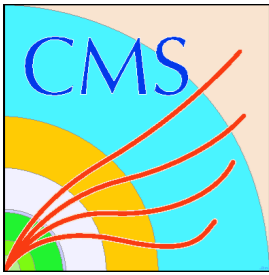
CA Algoritması



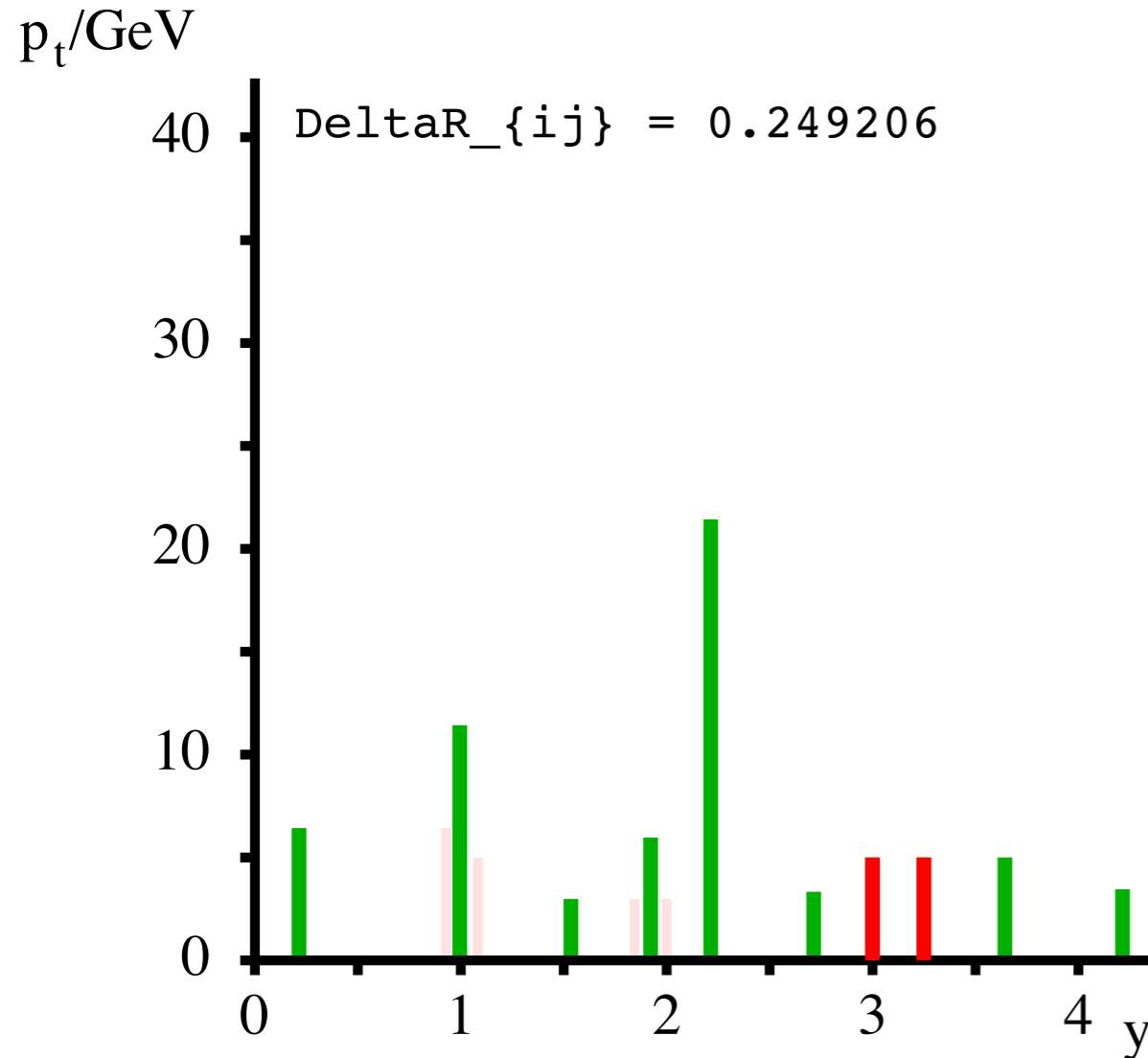
☑ Infrared and collinear güvenilir.

☑ Küme algoritması.

- ✓ Tüm parçacıkları listele.
- ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
- ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
- ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

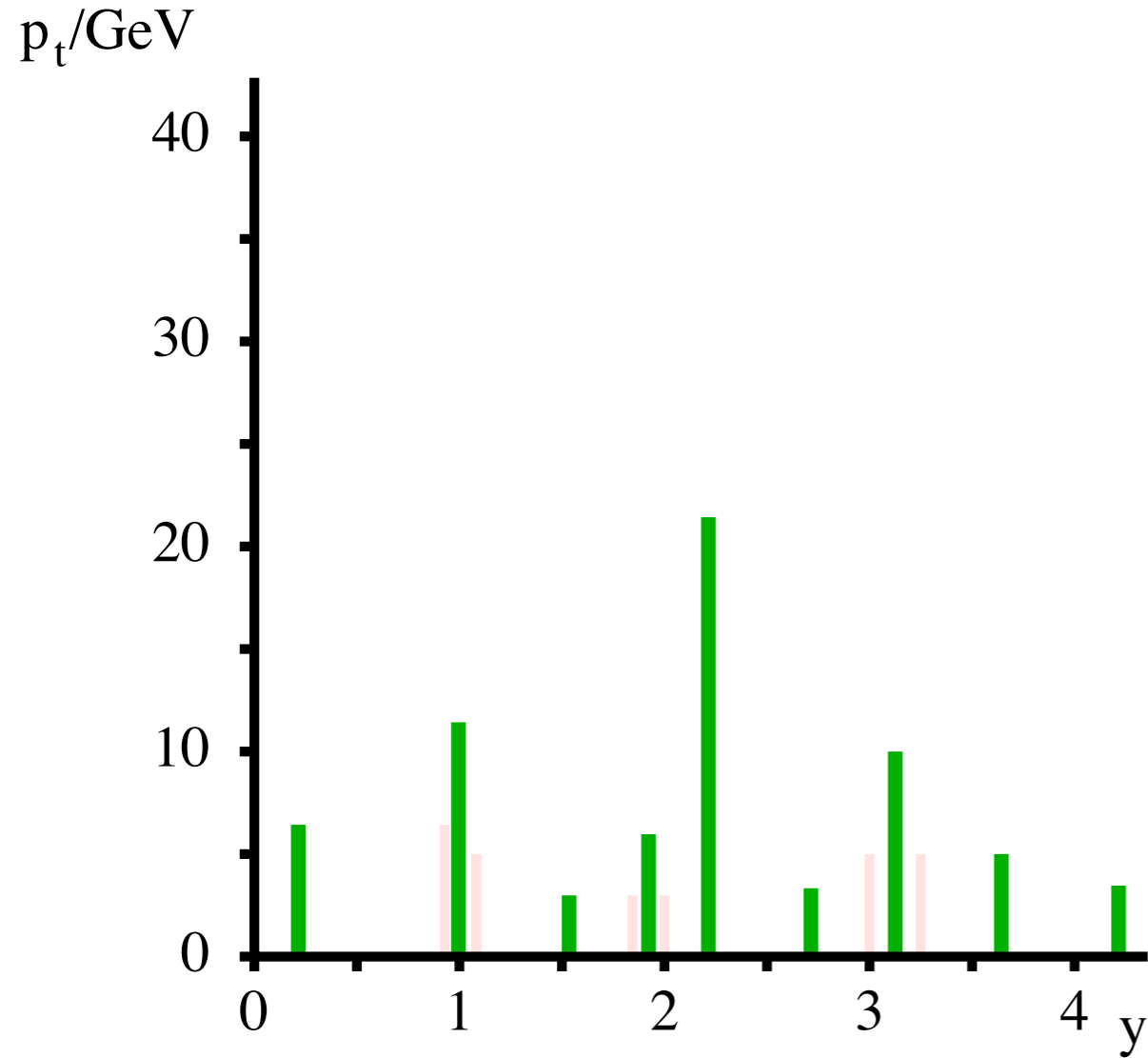
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



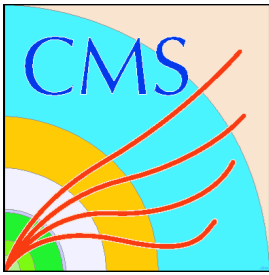
CA Algoritması



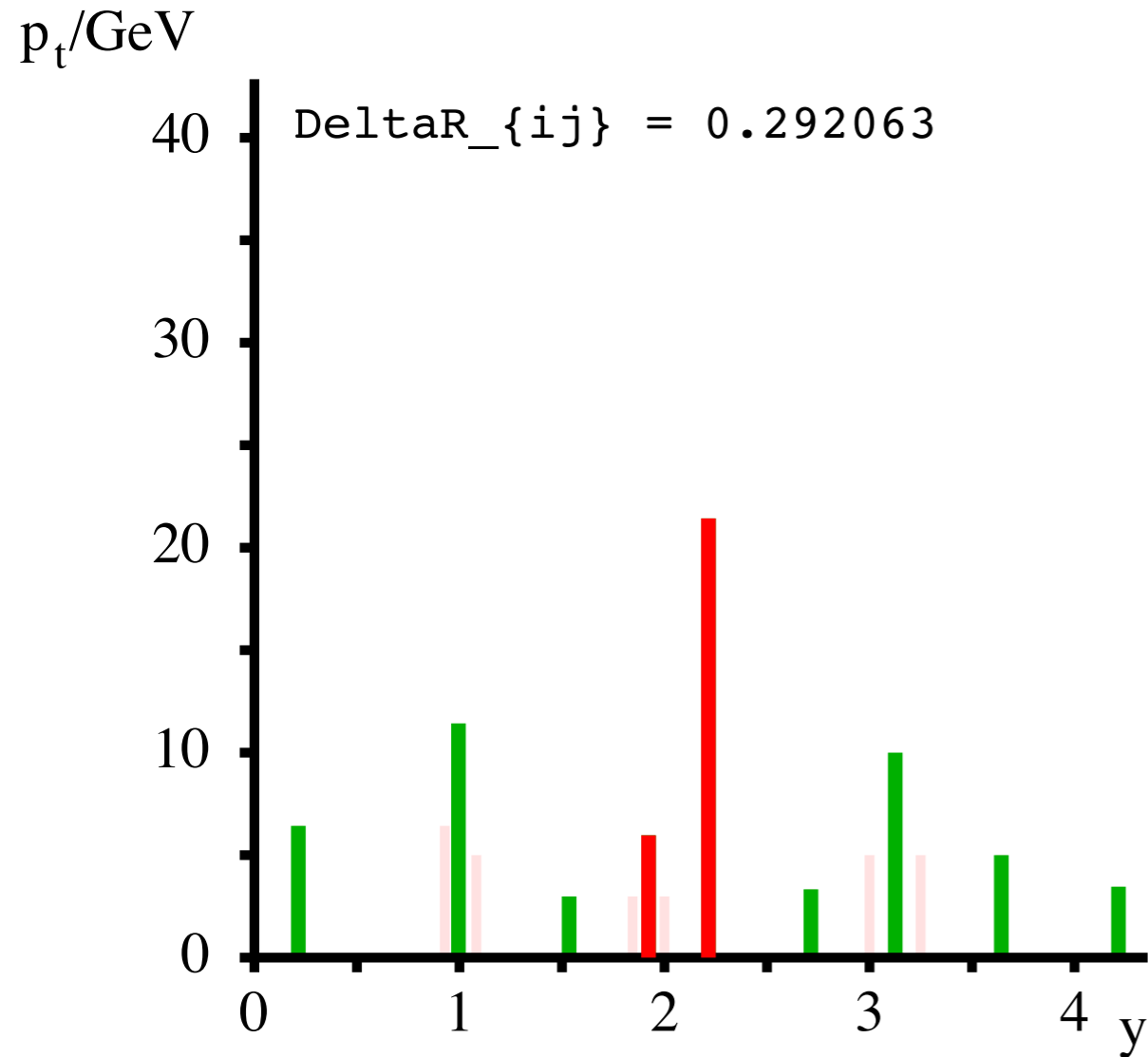
✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

- ✓ Tüm parçacıkları listele.
- ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
- ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
- ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



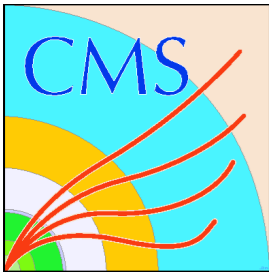
CA Algoritması



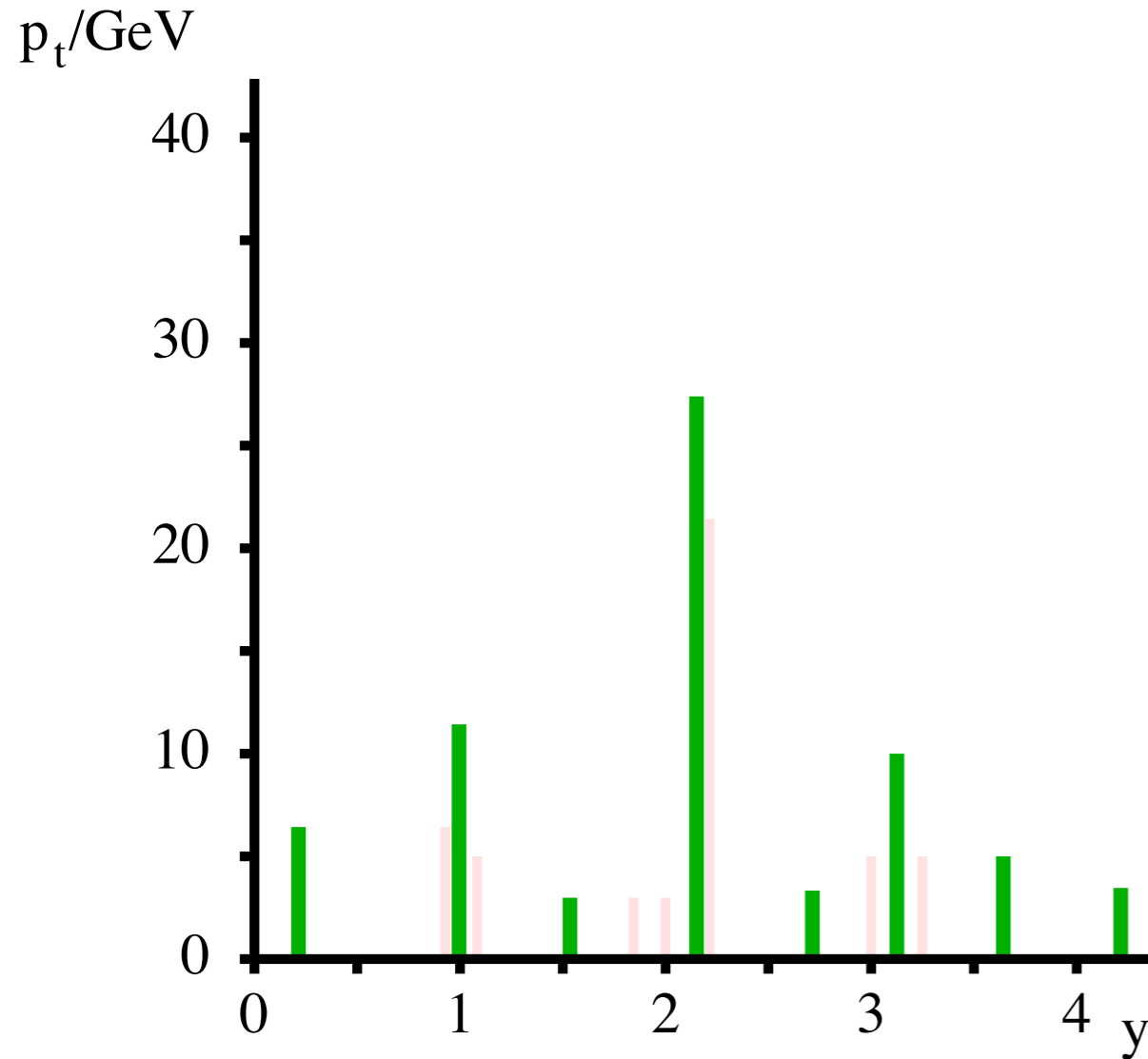
☑ Infrared and collinear güvenilir.

☑ Küme algoritması.

- ✓ Tüm parçacıkları listele.
- ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
- ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
- ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



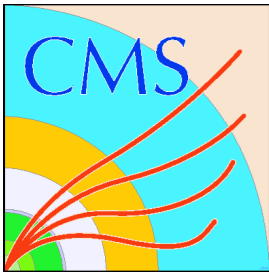
CA Algoritması



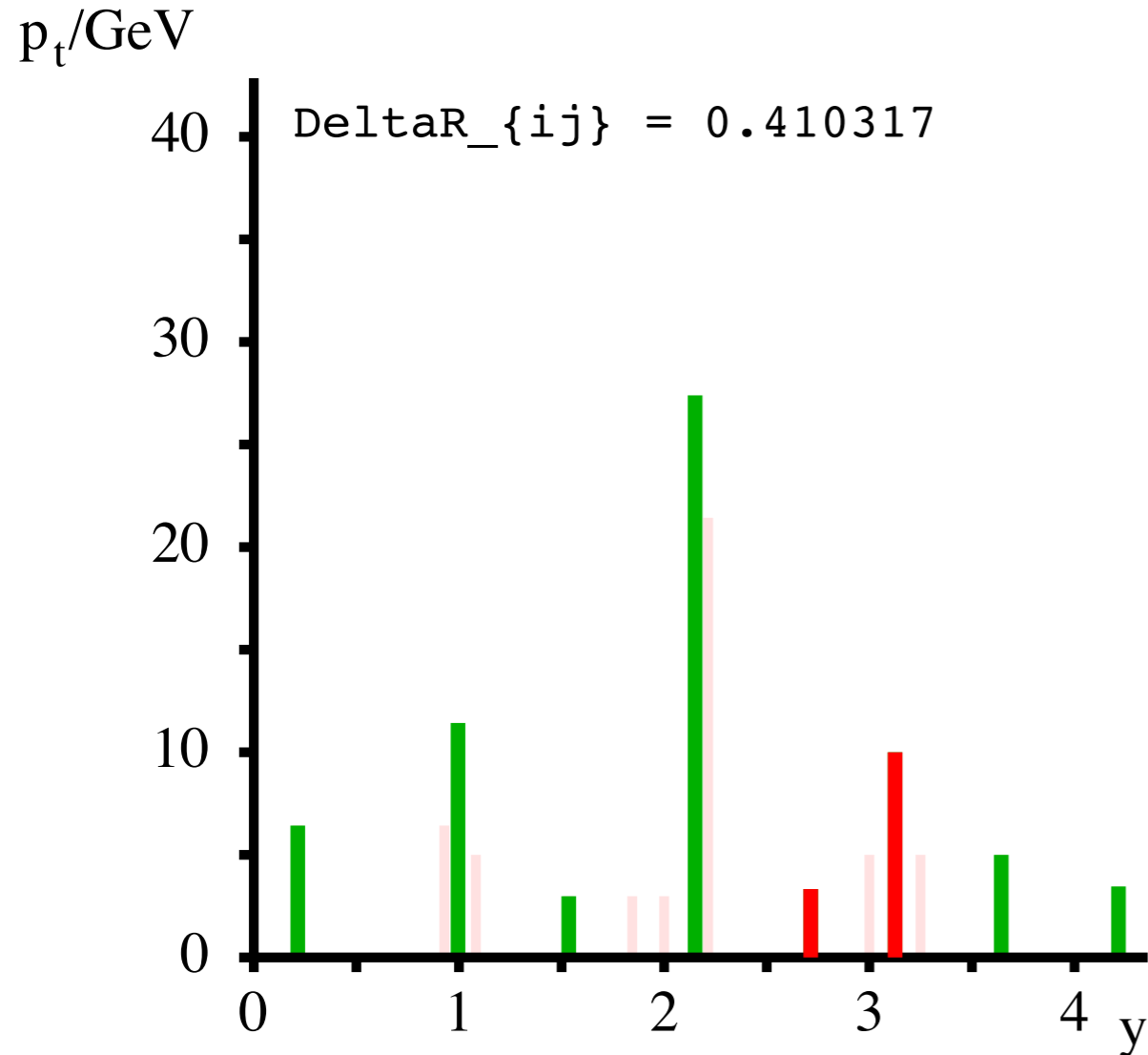
☑ Infrared and collinear güvenilir.

☑ Küme algoritması.

- ✓ Tüm parçacıkları listele.
- ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
- ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
- ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



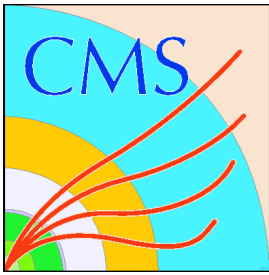
CA Algoritması



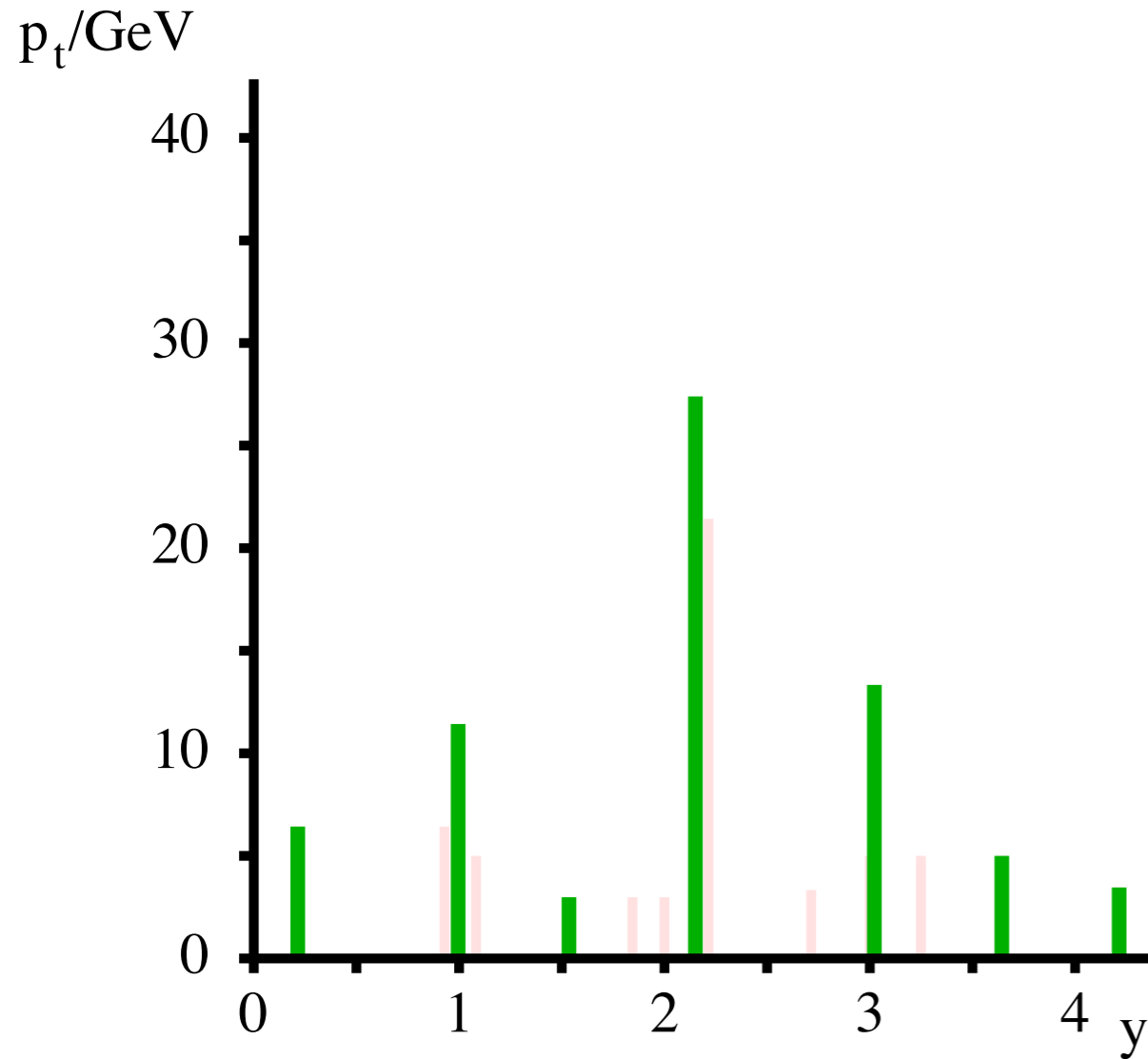
☑ Infrared and collinear güvenilir.

☑ Küme algoritması.

- ✓ Tüm parçacıkları listele.
- ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
- ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
- ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayınca kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

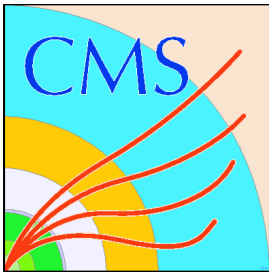
✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

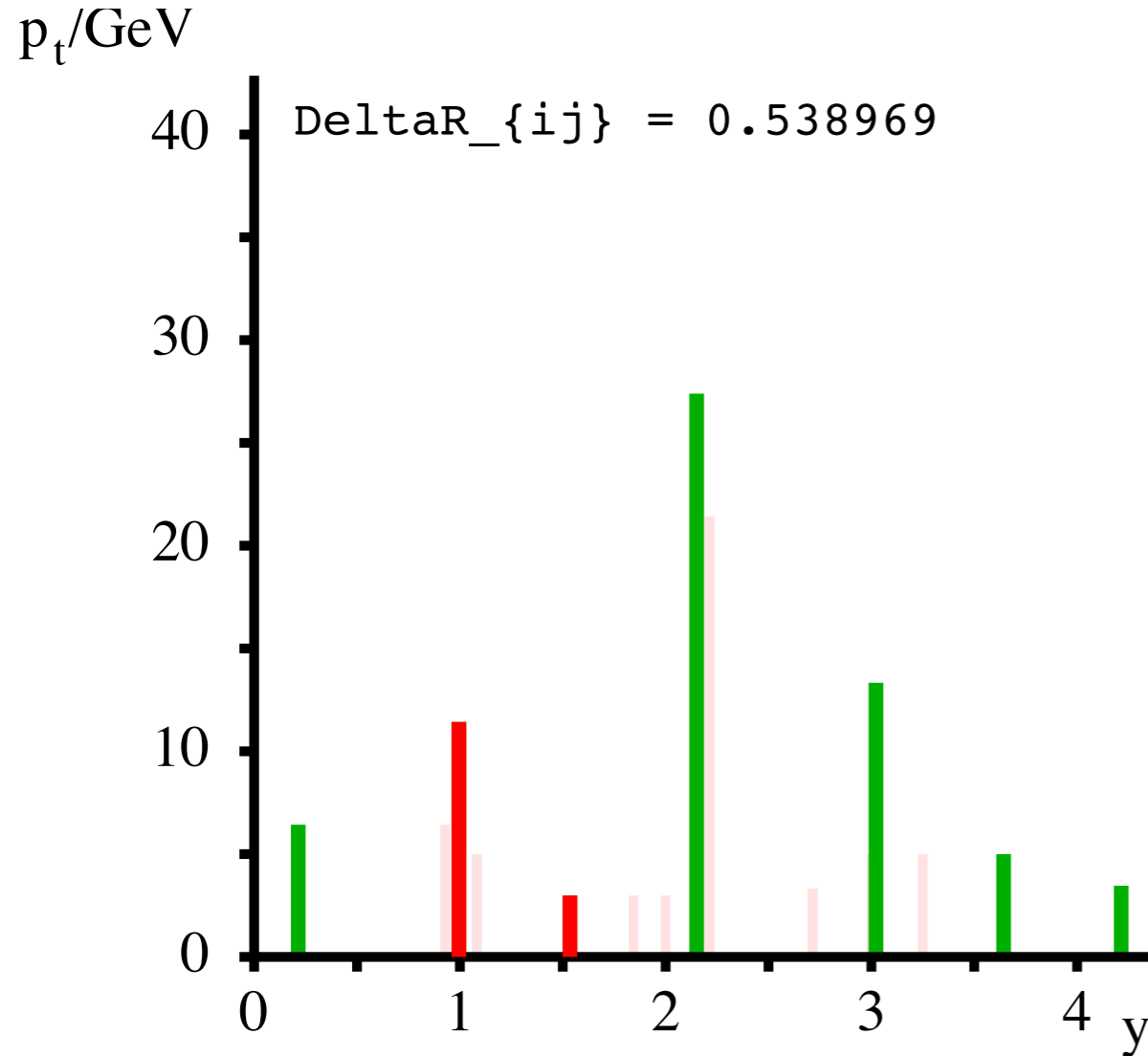
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



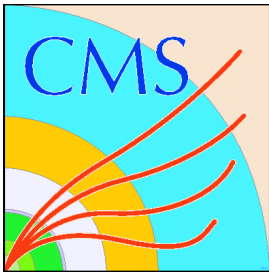
CA Algoritması



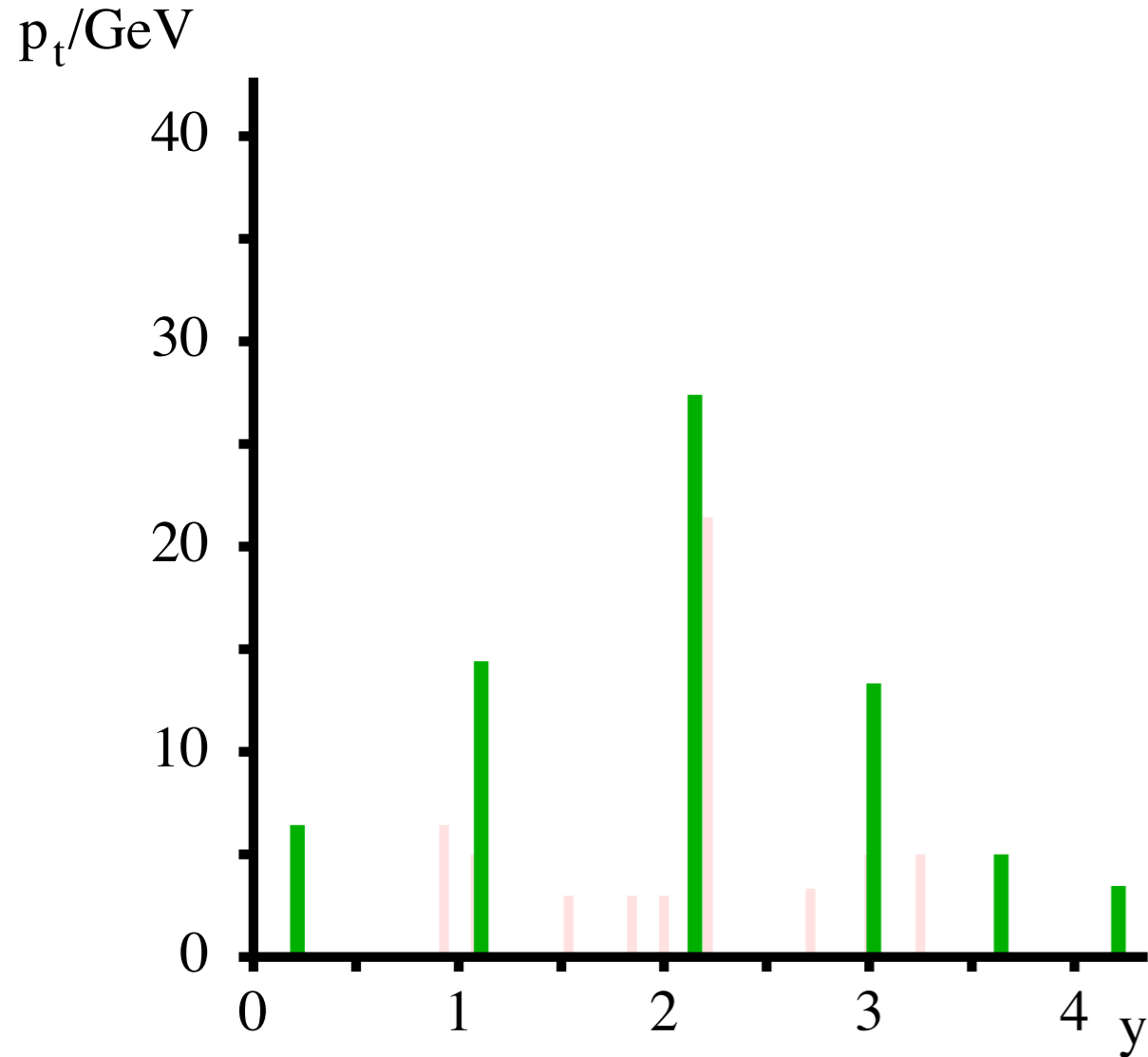
☑ Infrared and collinear güvenilir.

☑ Küme algoritması.

- ✓ Tüm parçacıkları listele.
- ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
- ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
- ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

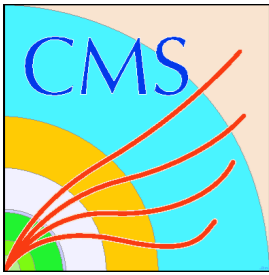
✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

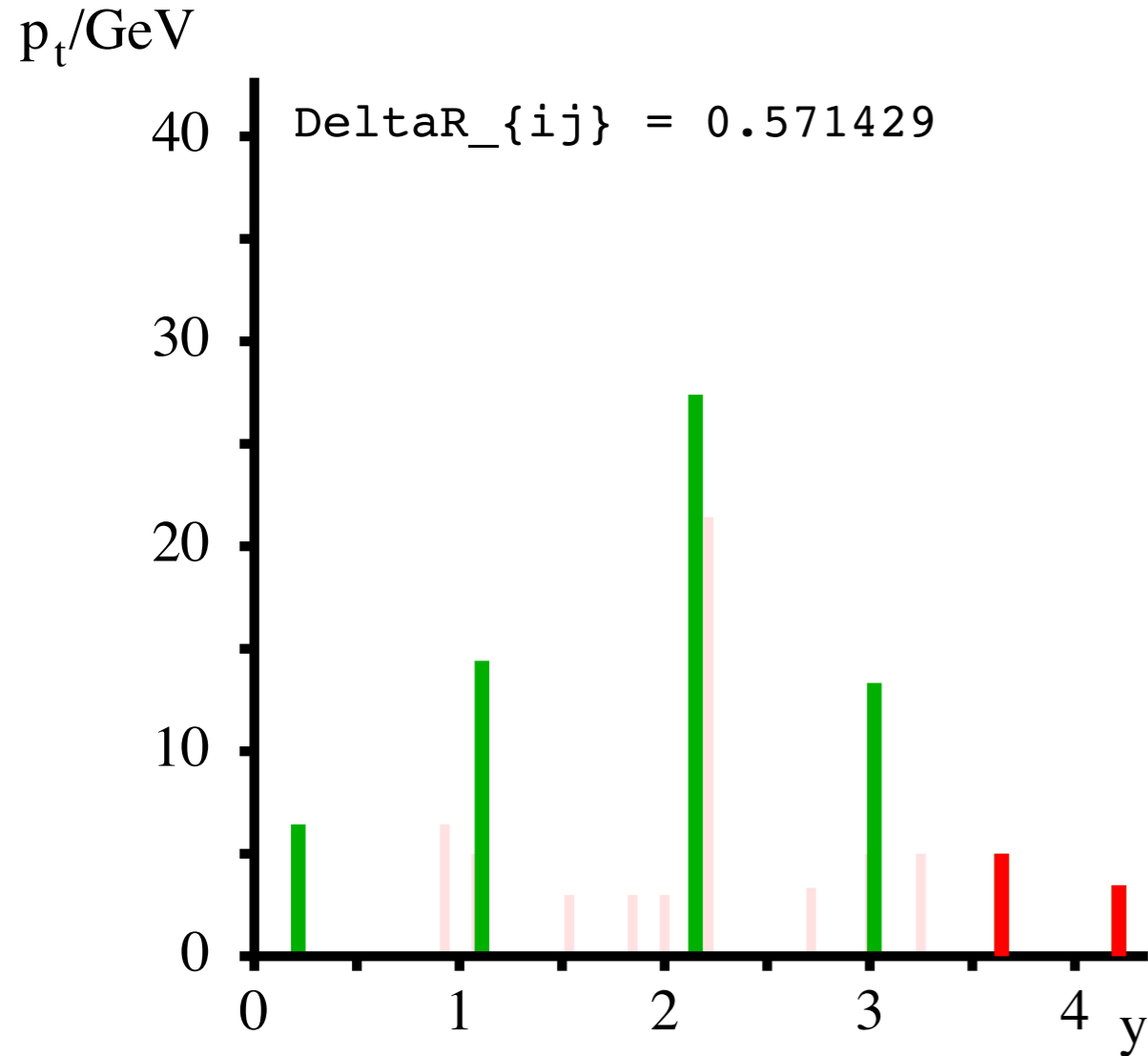
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

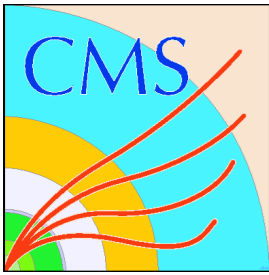
✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

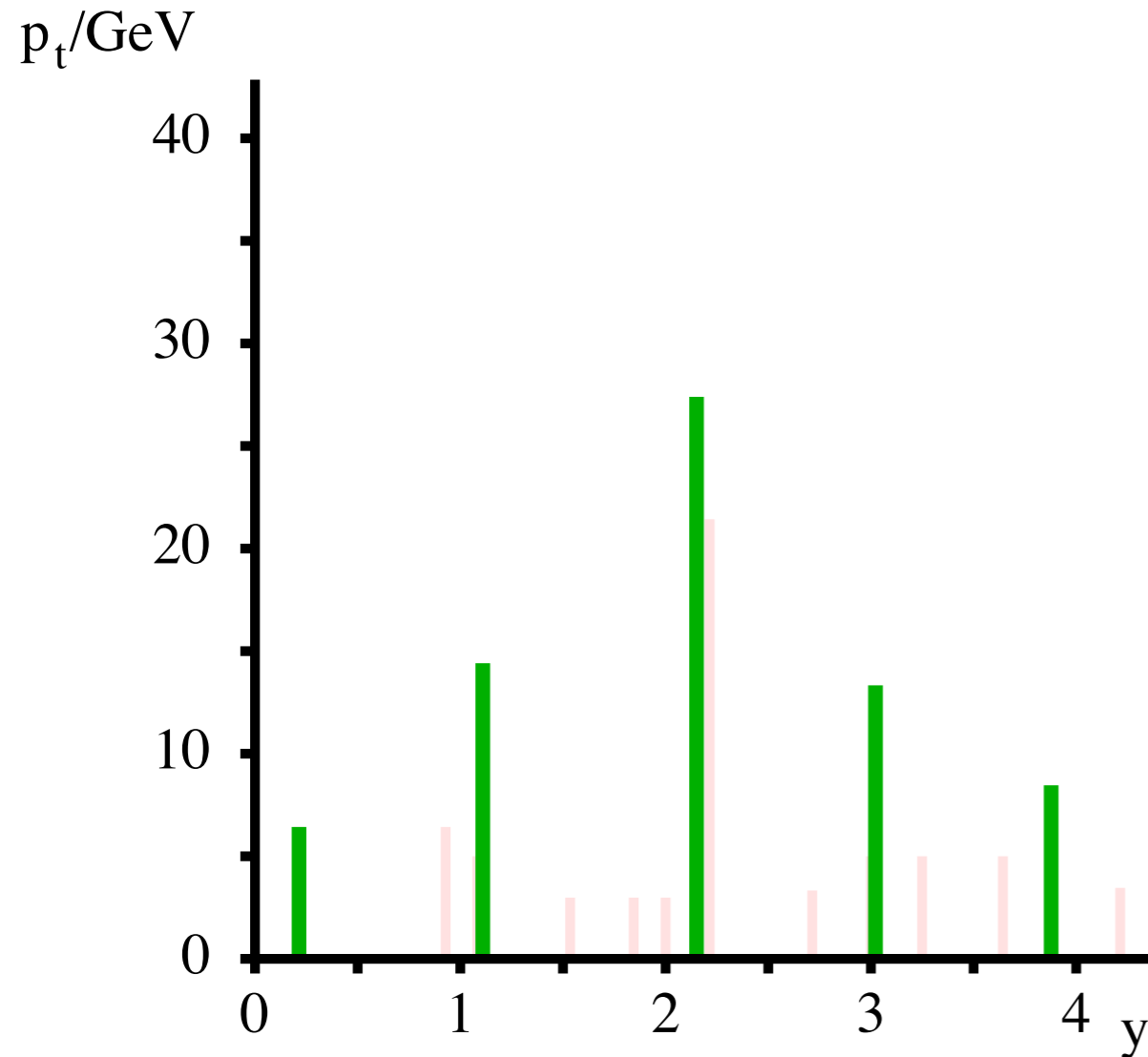
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



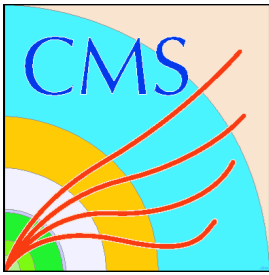
CA Algoritması



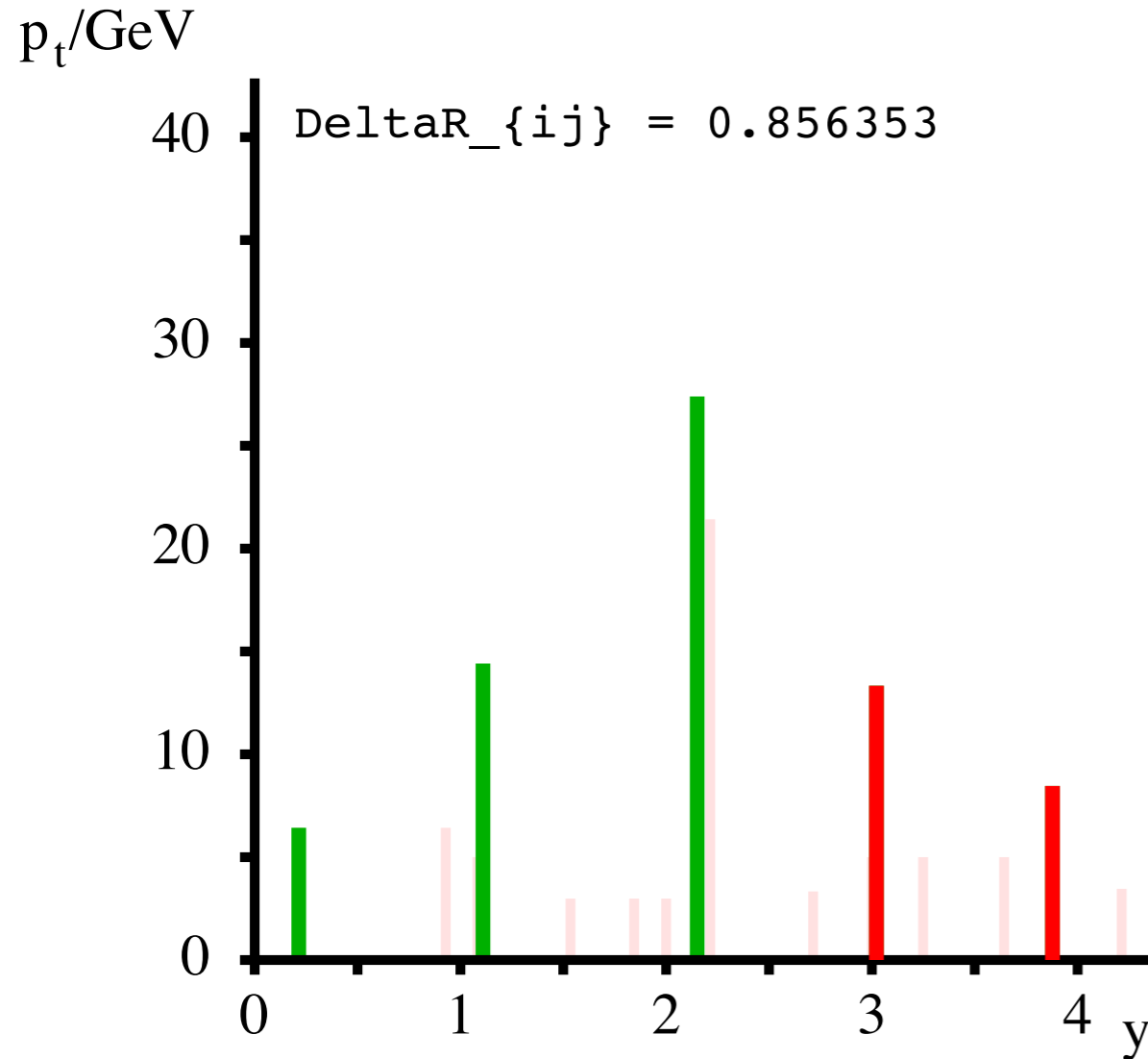
☑ Infrared and collinear güvenilir.

☑ Küme algoritması.

- ✓ Tüm parçacıkları listele.
- ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
- ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
- ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

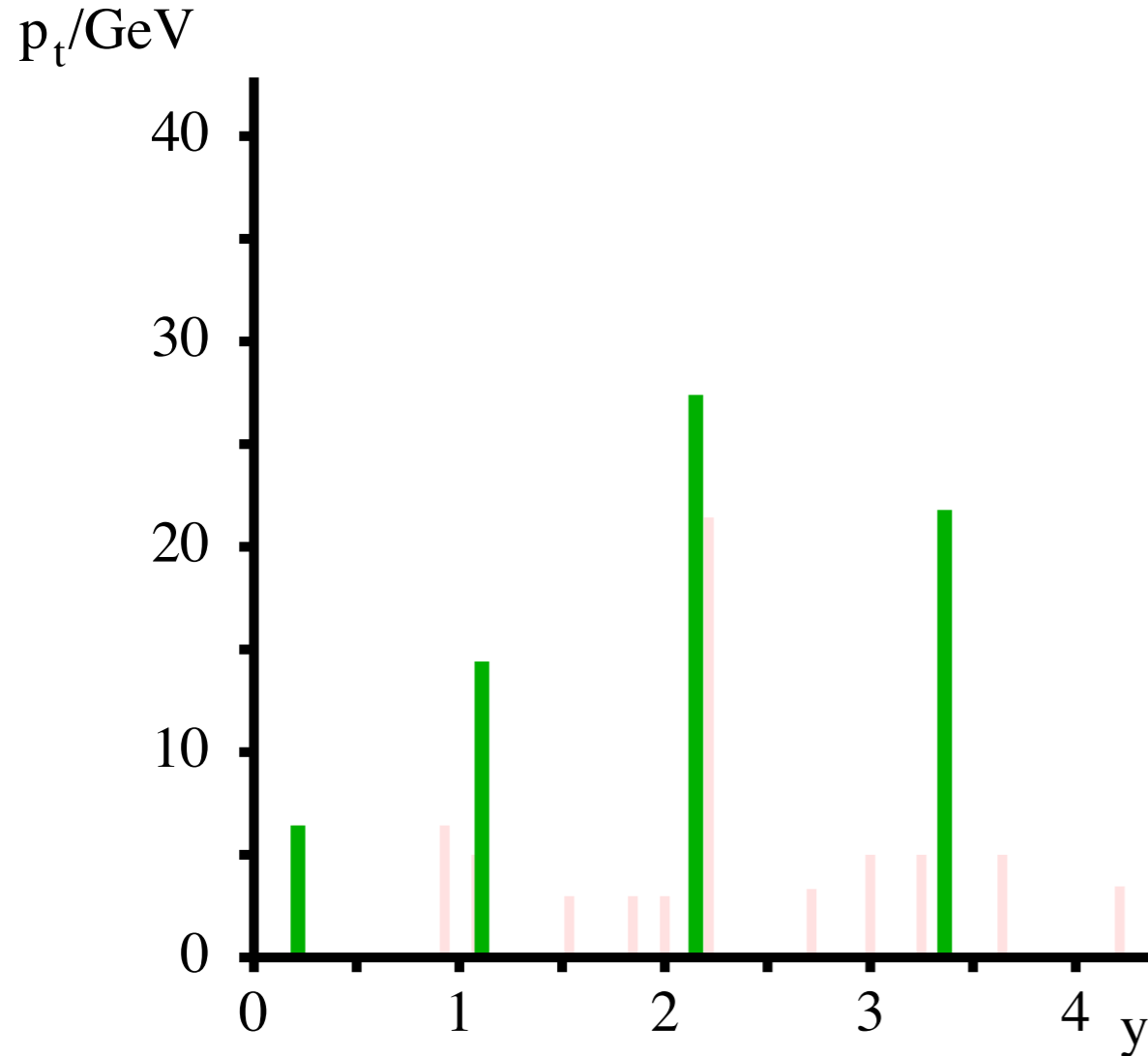
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



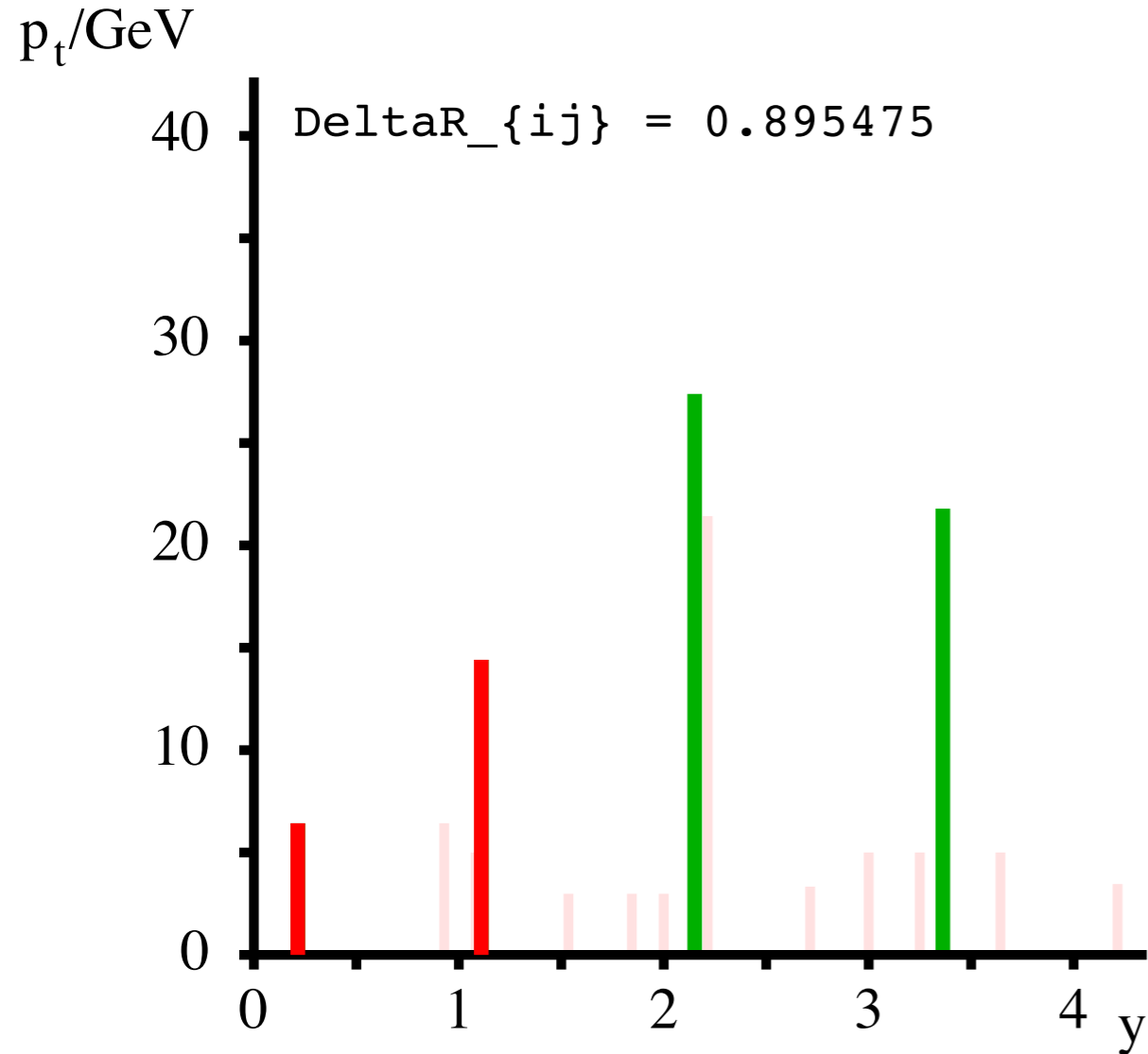
☑ Infrared and collinear güvenilir.

☑ Küme algoritması.

- ✓ Tüm parçacıkları listele.
- ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
- ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
- ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



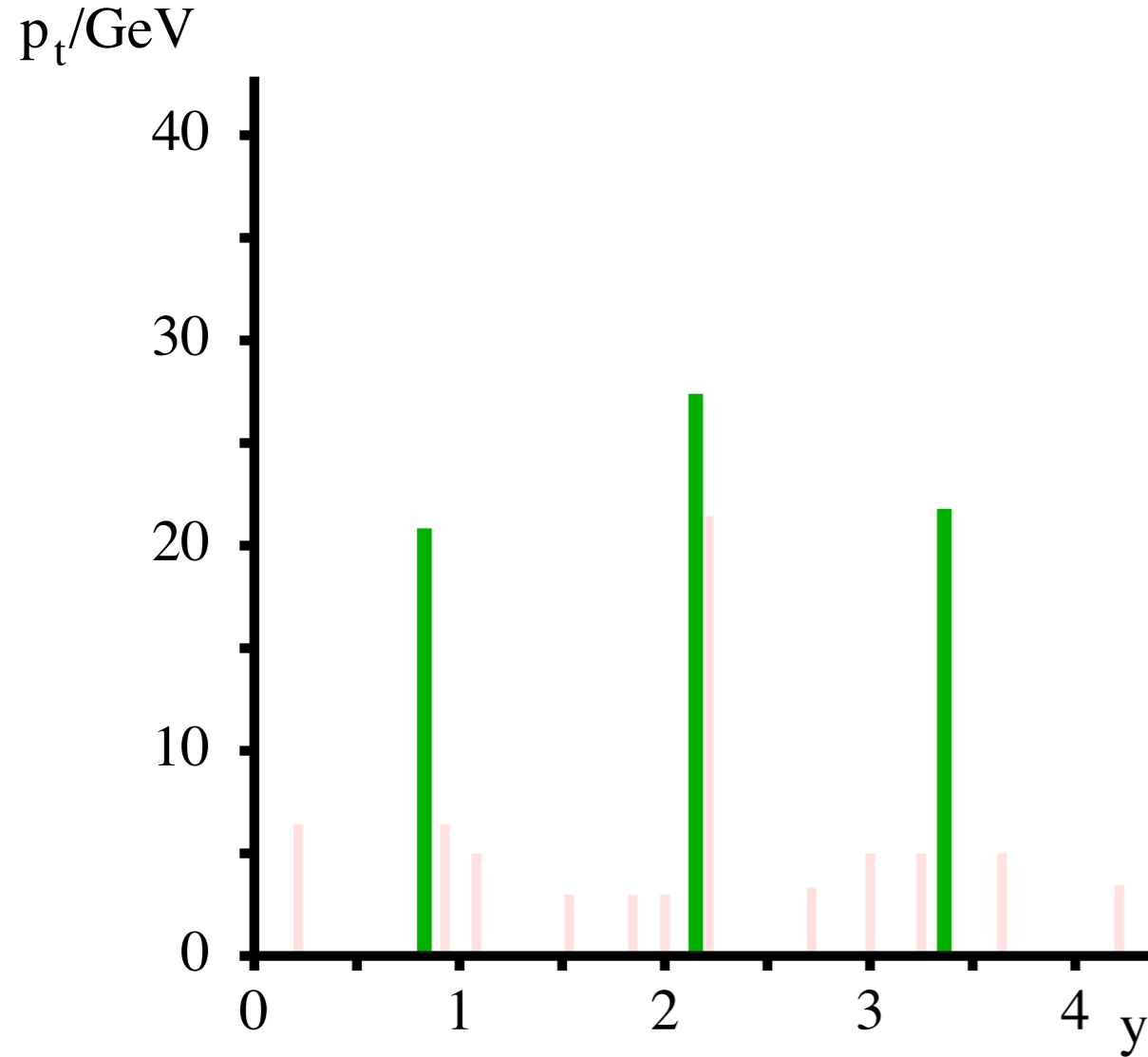
Infrared and collinear güvenilir.

Küme algoritması.

- ✓ Tüm parçacıkları listele.
- ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
- ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
- ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



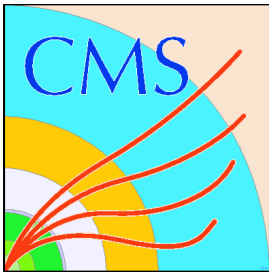
CA Algoritması



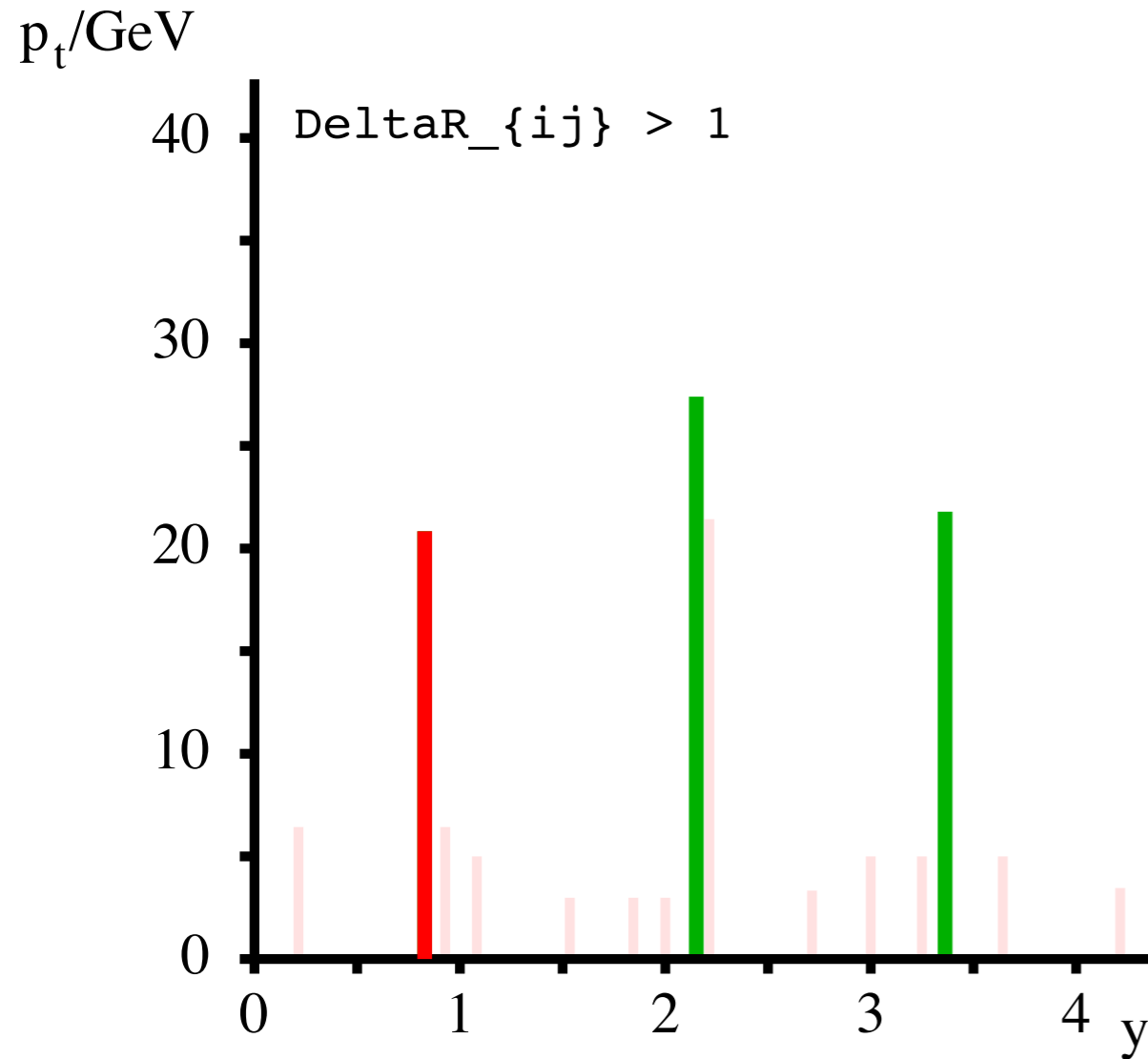
☑ Infrared and collinear güvenilir.

☑ Küme algoritması.

- ✓ Tüm parçacıkları listele.
- ✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
- ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
- ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

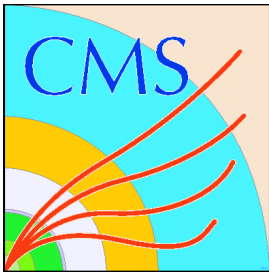
✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

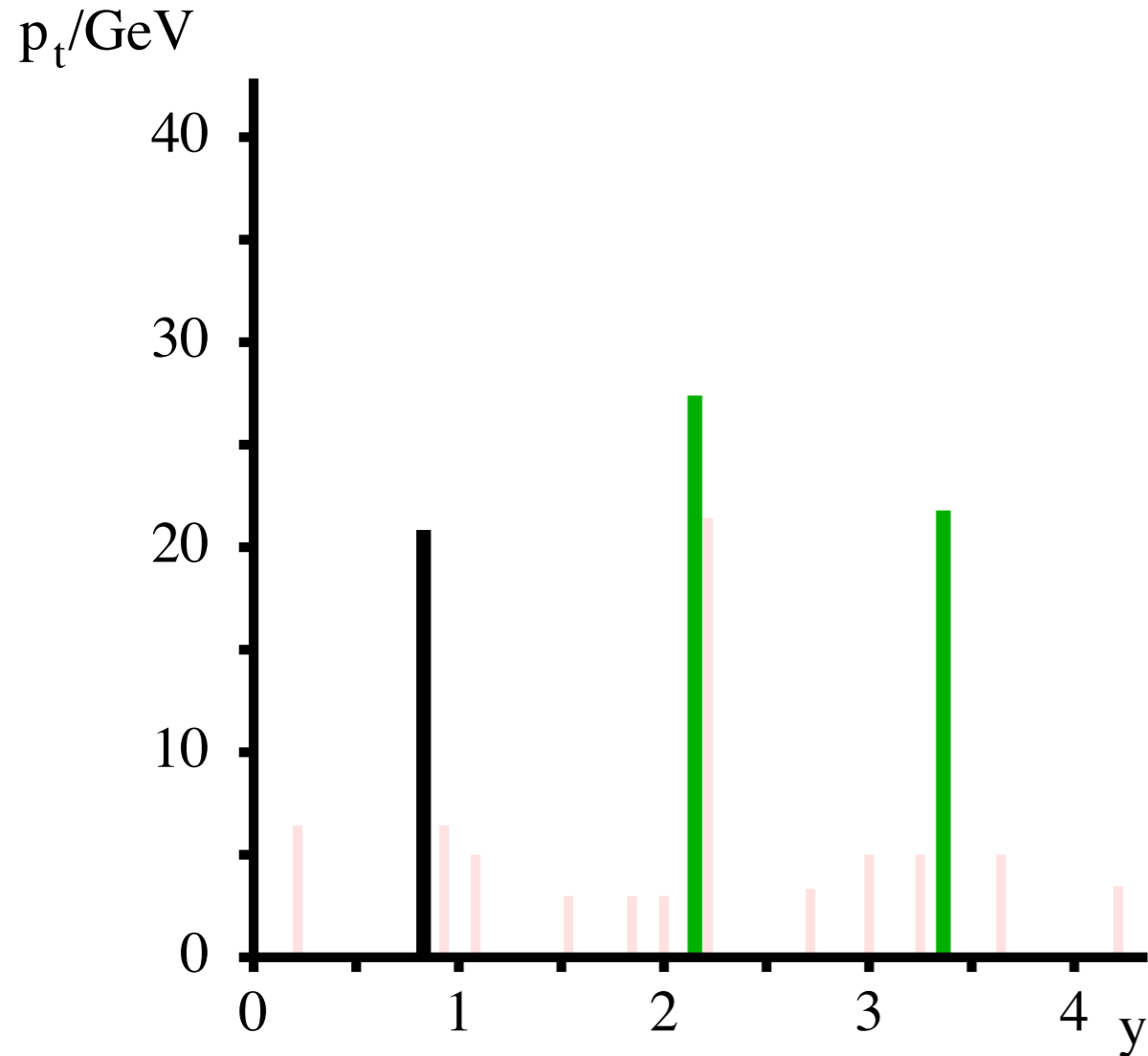
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

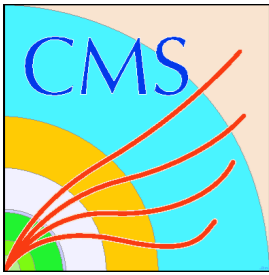
✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

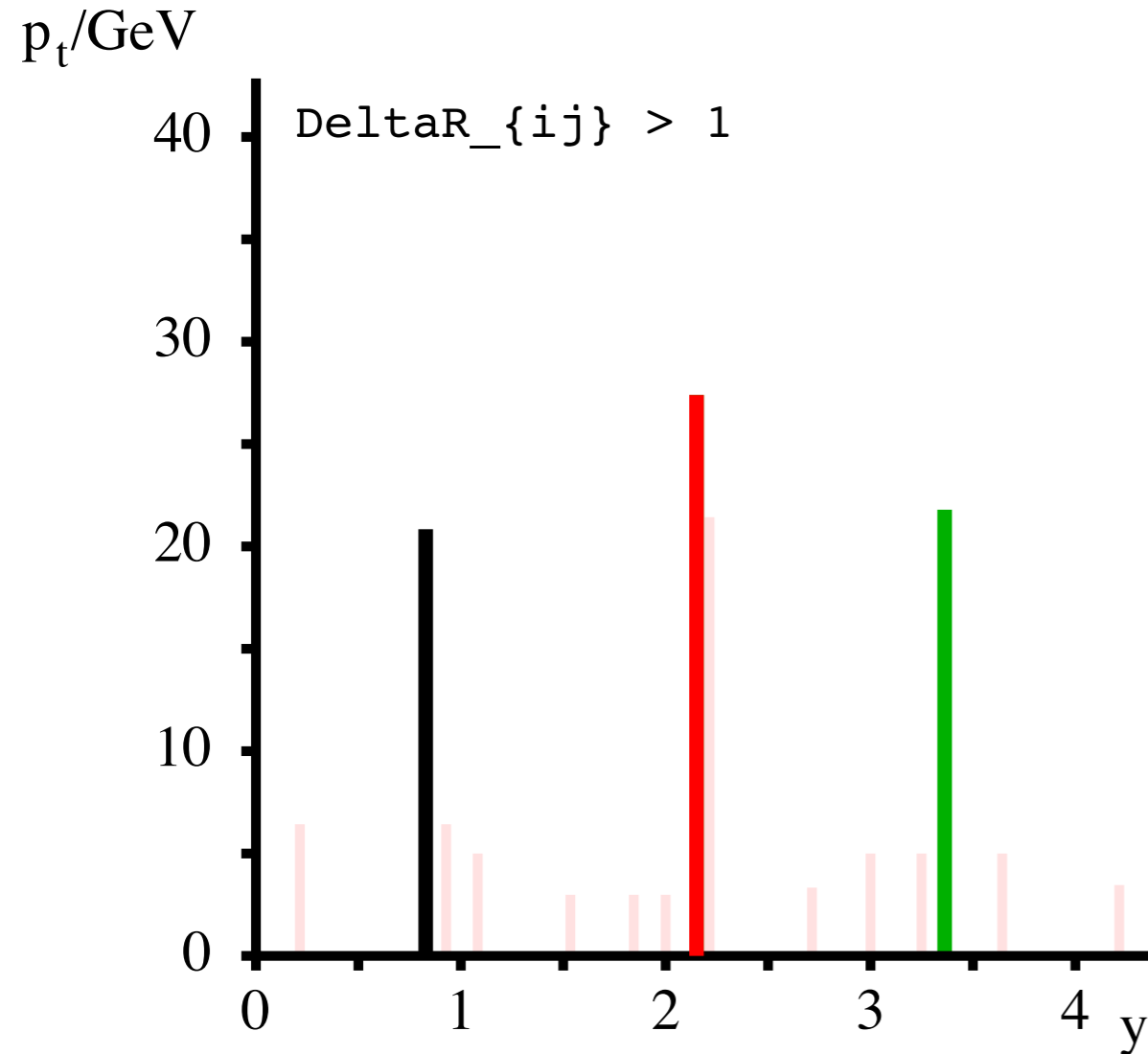
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

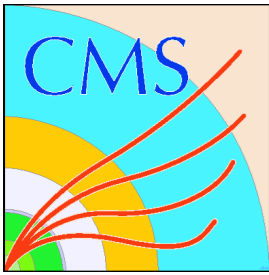
✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

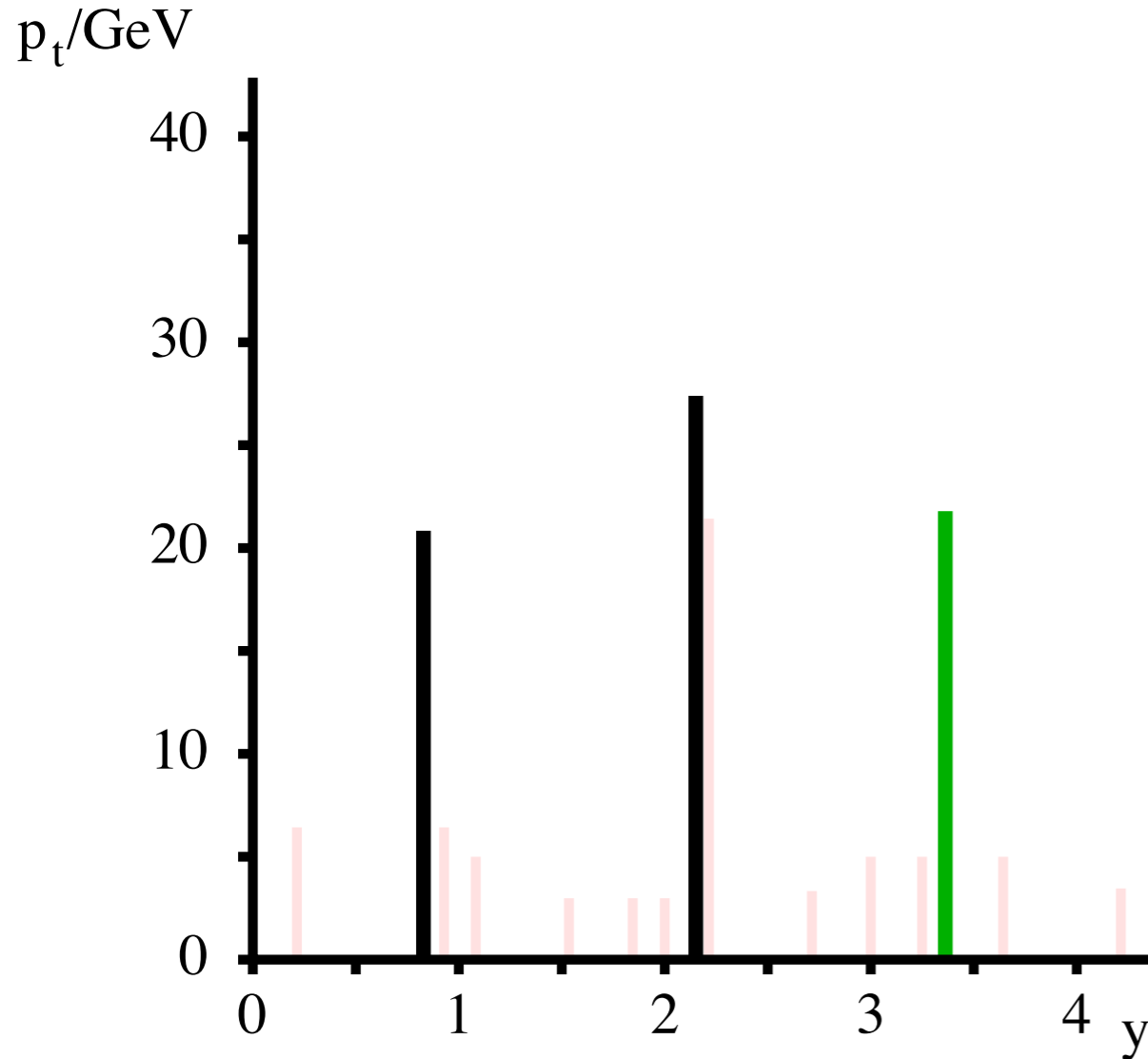
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

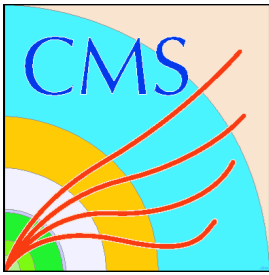
✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

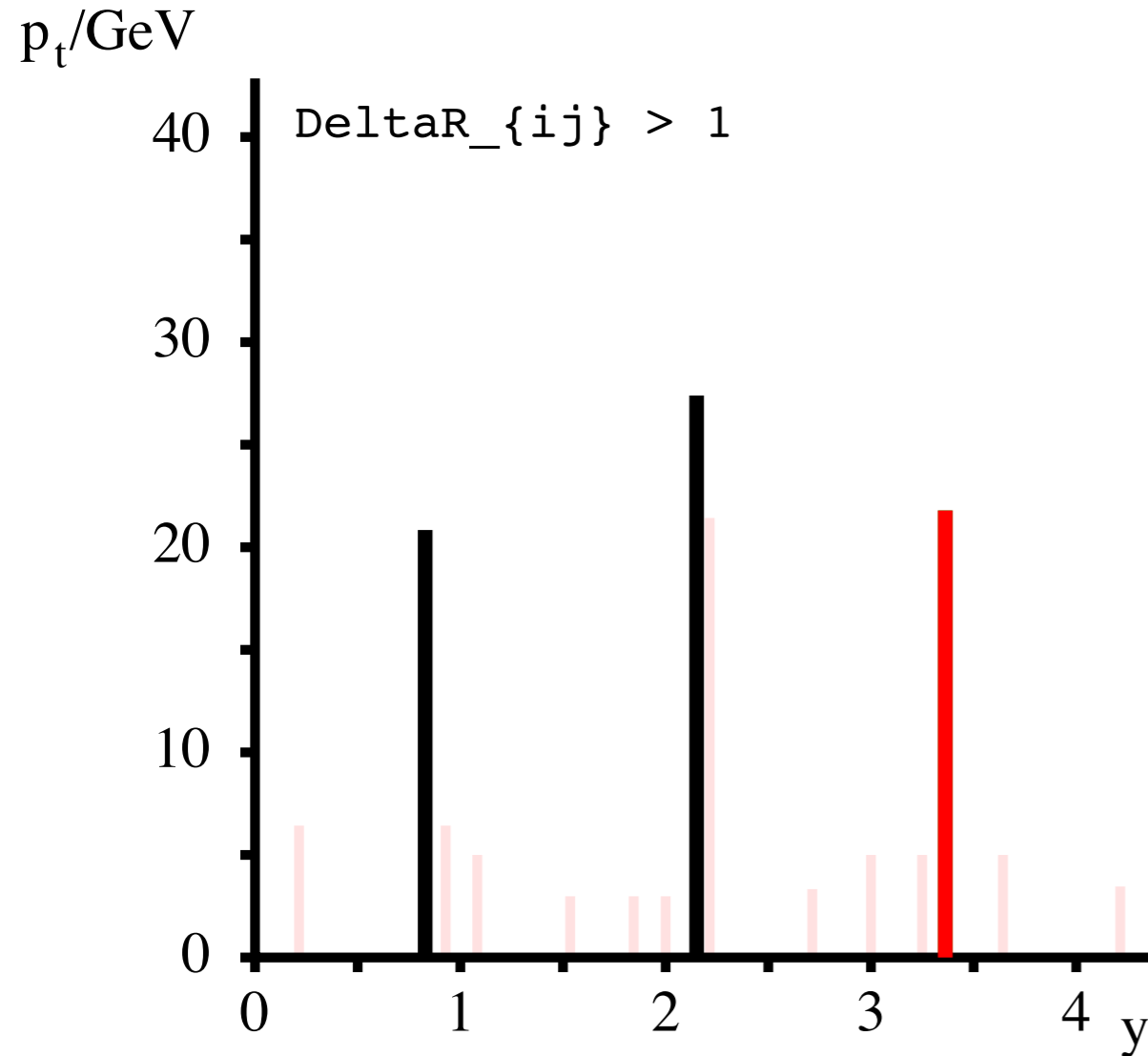
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

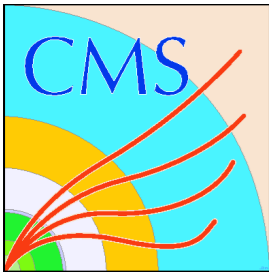
✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

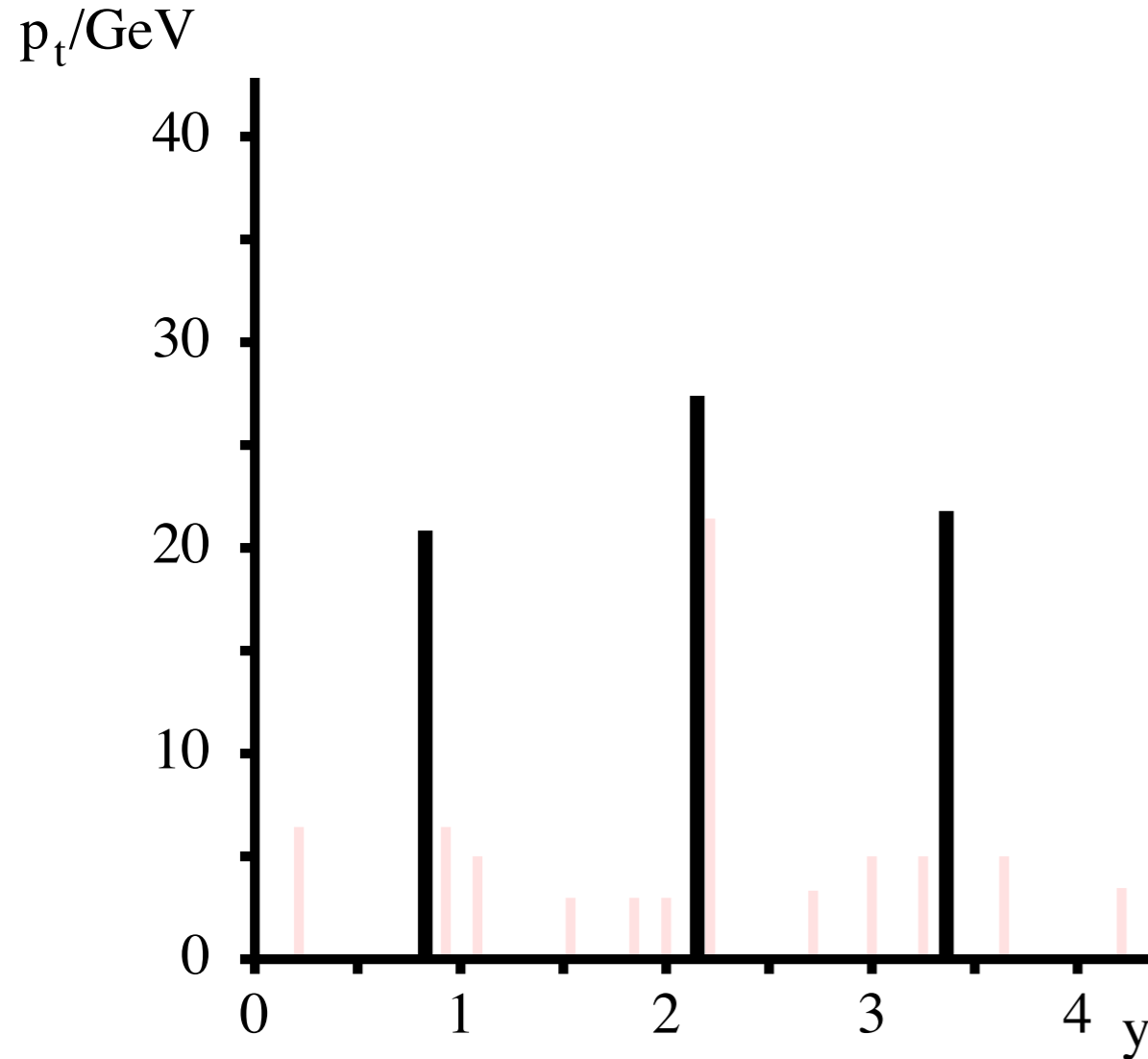
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



✓ Infrared and collinear güvenilir.

✓ Küme algoritması.

✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

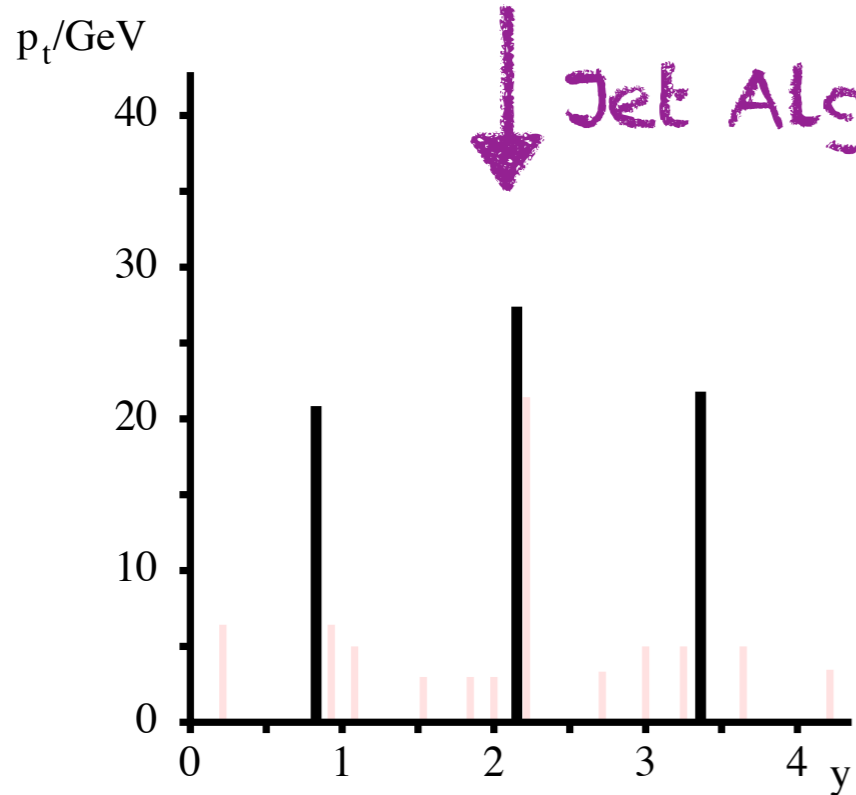
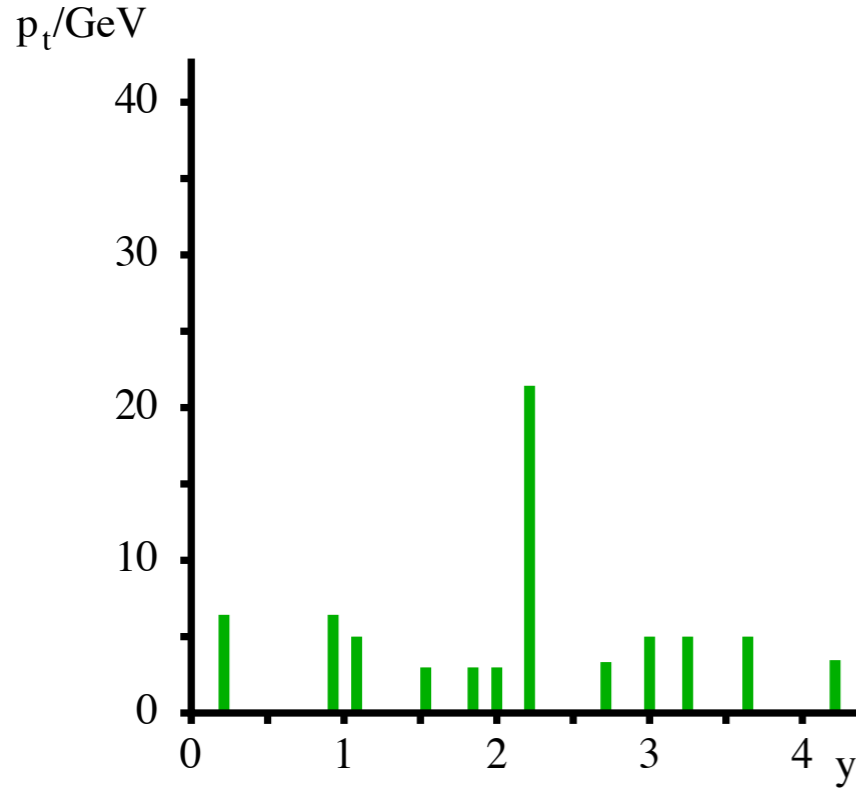
✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



CA Algoritması



☑ Infrared and collinear güvenilir.

☑ Küme algoritması.

✓ Tüm parçacıkları listele.

✓ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,

✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön

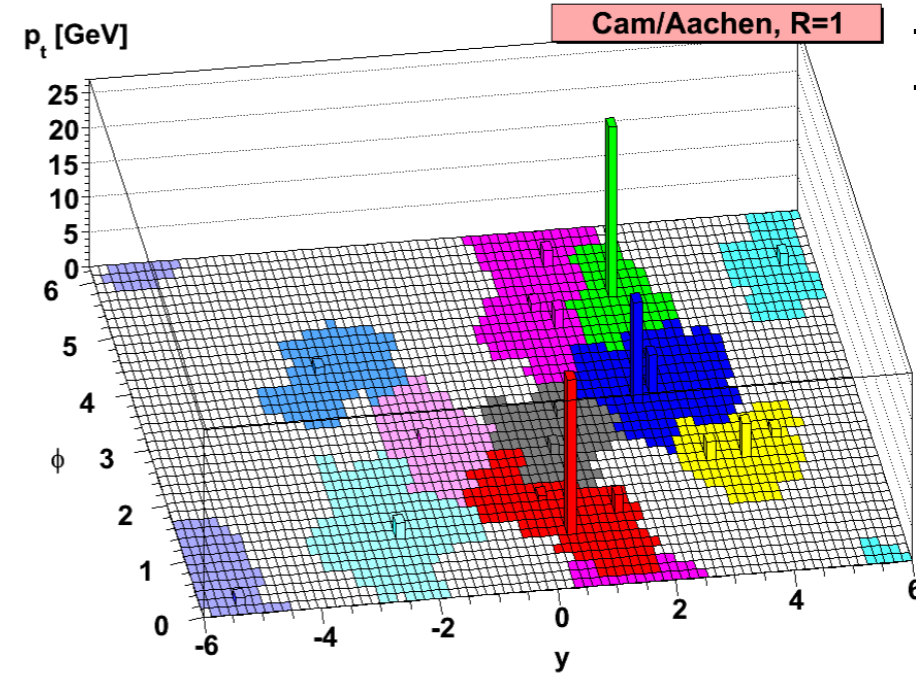
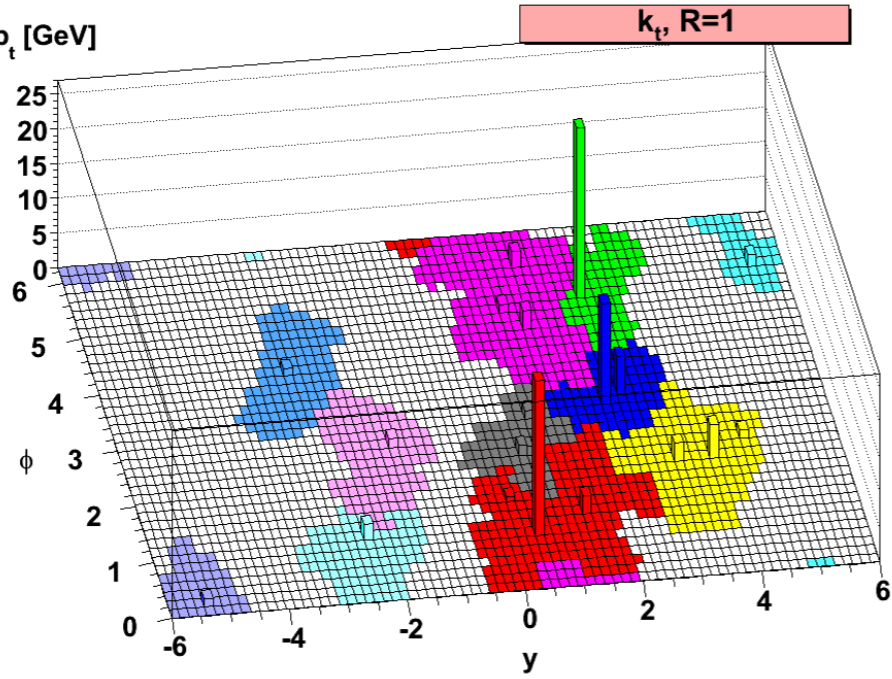
✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle

✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.



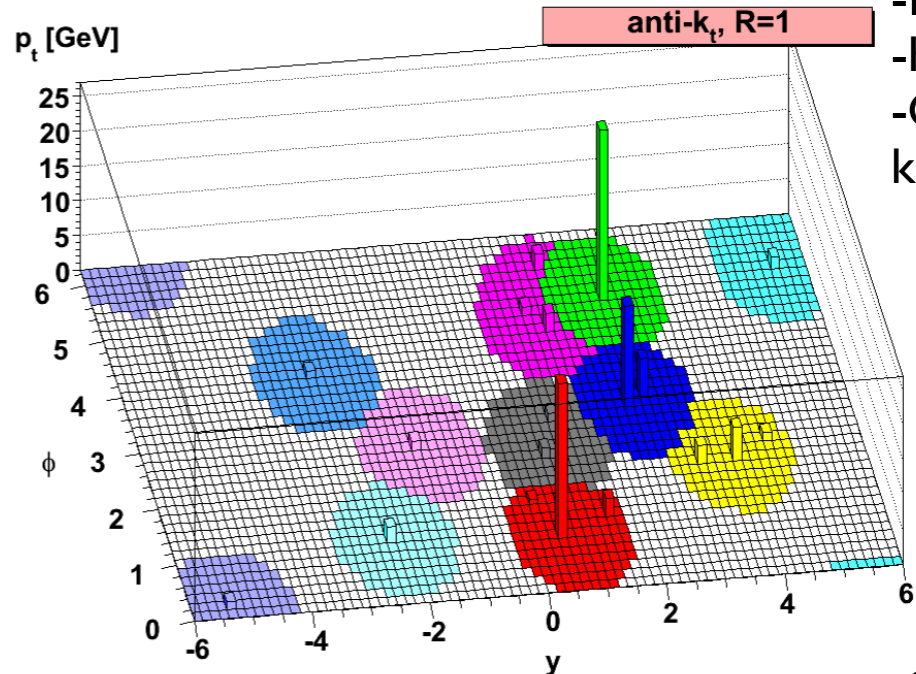
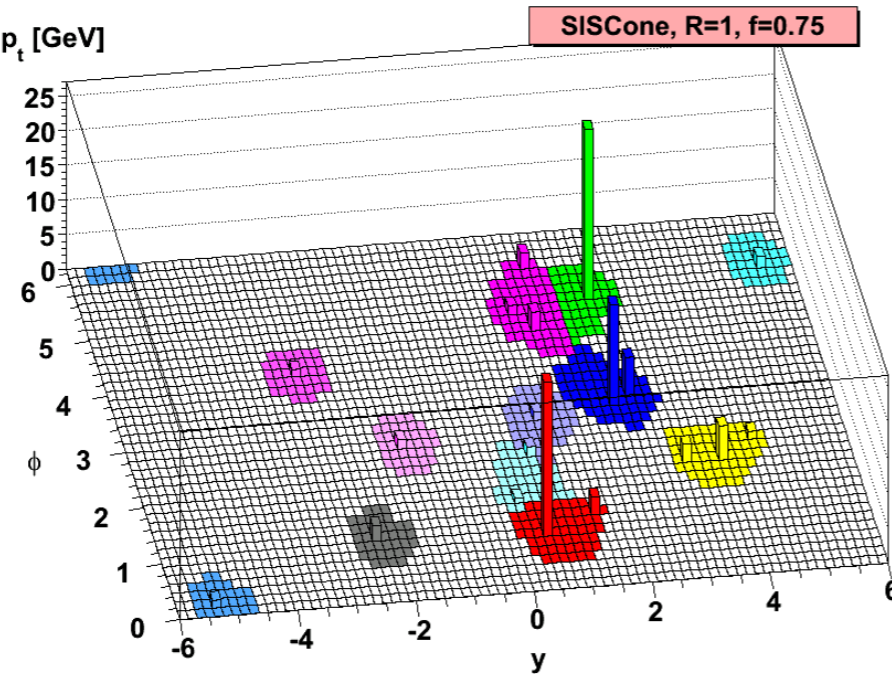
Jet Algoritmaları

- Düzensiz jetler
- Düşük p_t için iyi
- Kalibrasyonu zor



- Düzensiz jetler
- Jet al yapısı için iyi

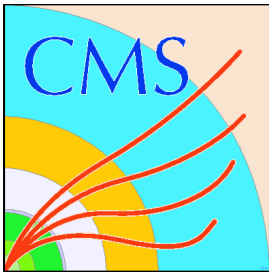
- Yüksek pile-up için kullanışsız



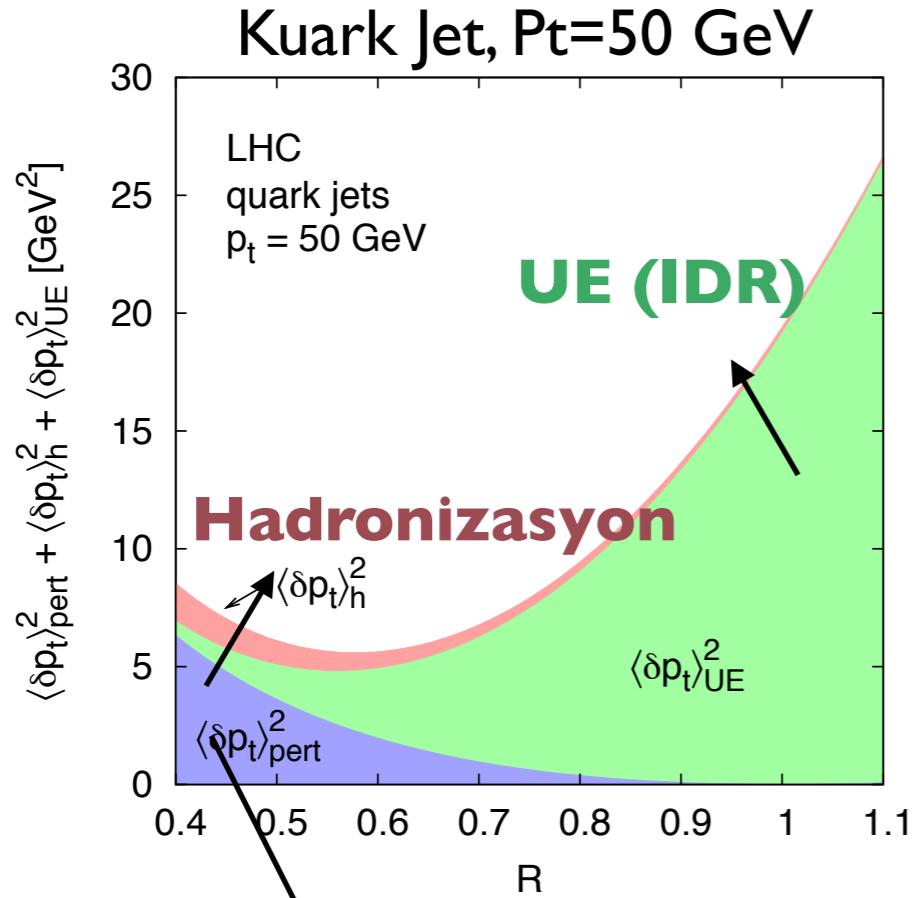
- İdeal kon şekli
- Kalibrasyonu kolay
- CMS ve ATLAS da kullanılır

arXiv-hep-ph:
0906.1833v2

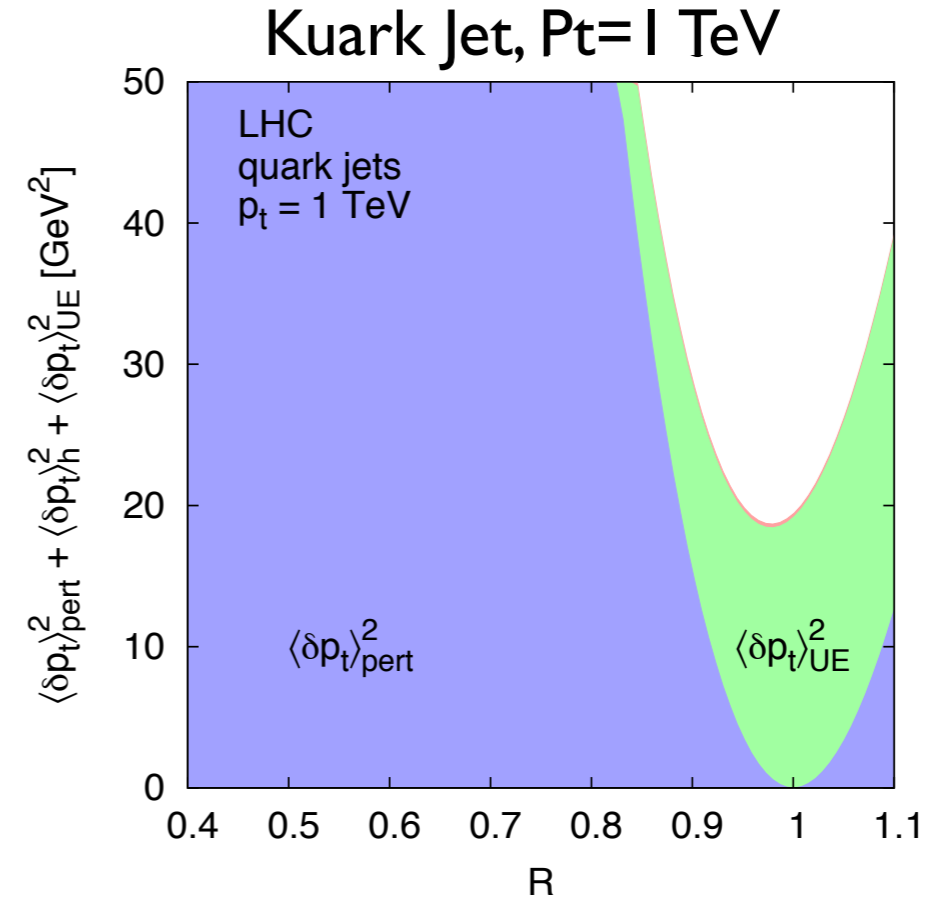
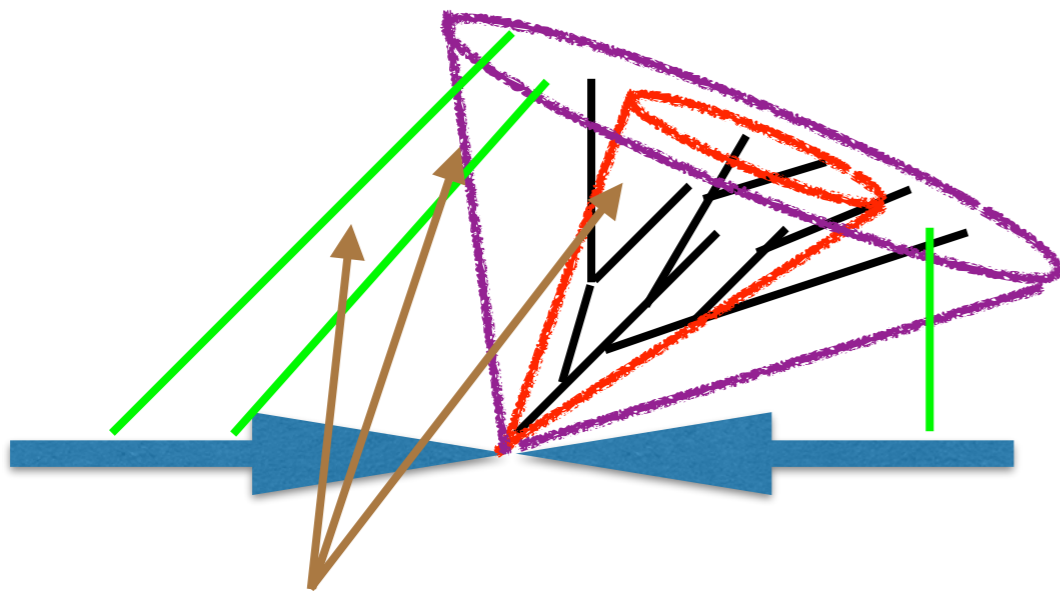
Sertaç Öztürk



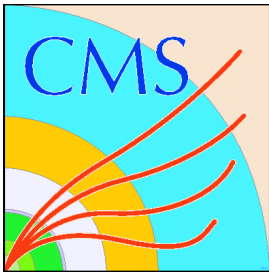
R Seçimi



Pertürbative Kısım (SDR)



- Amaç: Parton momentumunu yapılandırmak
- Optimal R kon yarıçapı jet pt değerine göre değişiklik gösterir.
 - ✓ Düşük pt için R=0.4-0.8
 - ✓ Yüksek pt için R=1
- CMS , R = 0.4 ve 0.8
- ATLAS , R = 0.4 ve 0.8



Jet Etiketleme

☑ b-jet etiketleme, kuark/gluon jet etiketleme, W-jet etiketleme

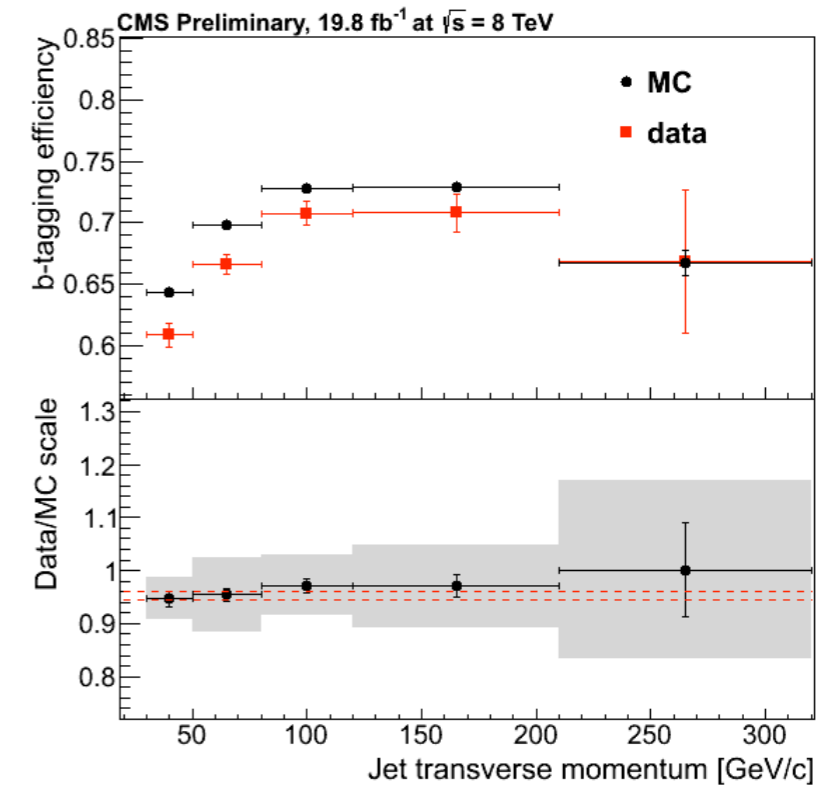
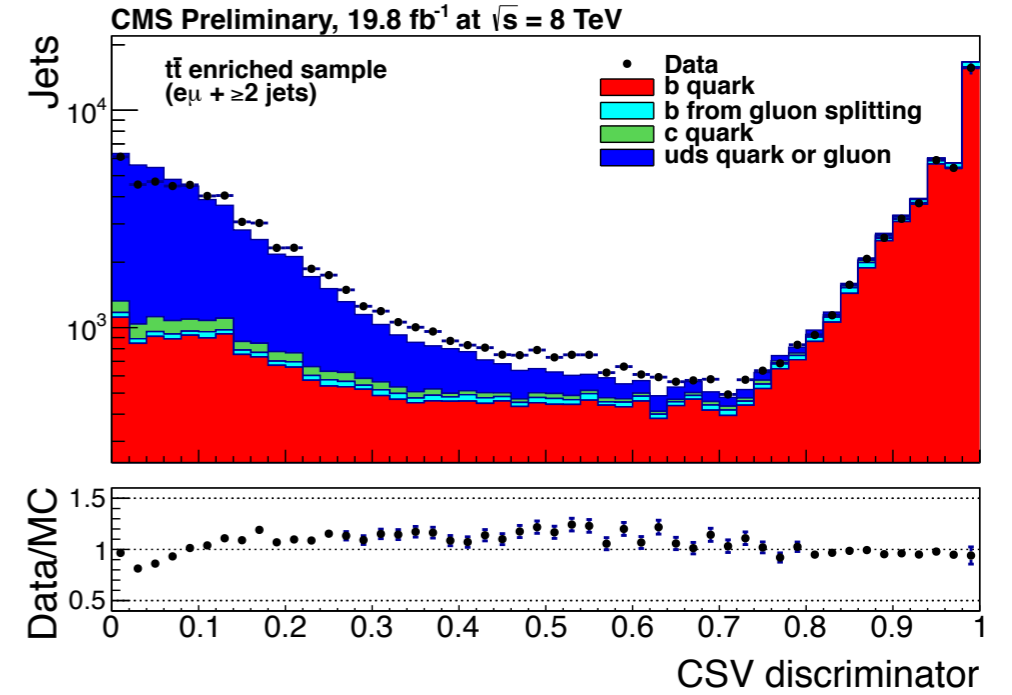
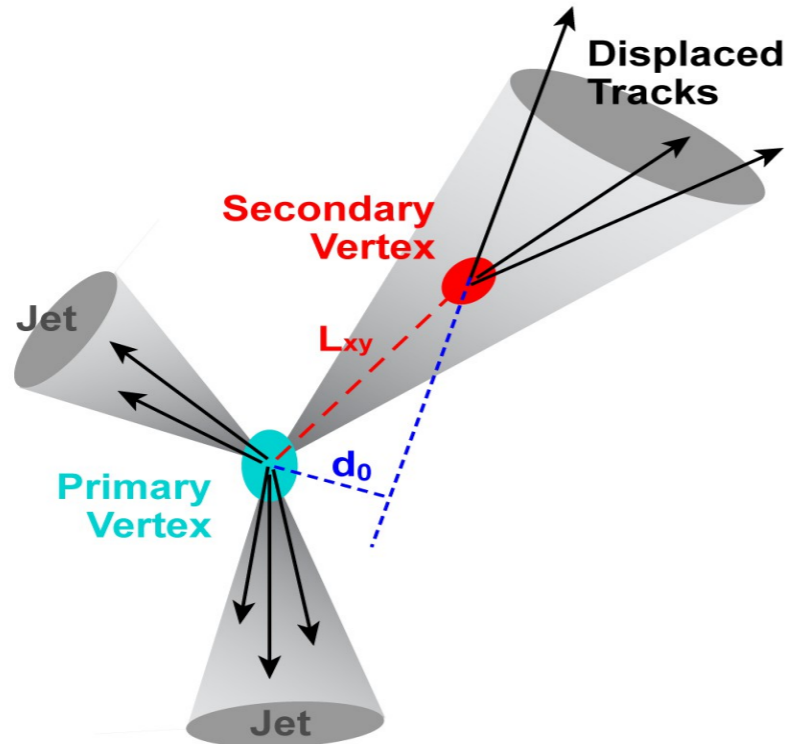
☑ b-jet etiketleme

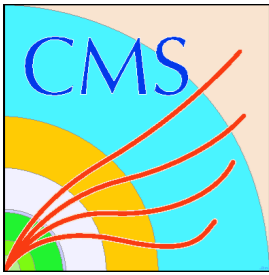
✓ b-kuarklar daha uzun yarı ömüre sahiptir.

✓ İkincil köşe

✓ Büyük etki parametrelili izler

✓ Jet içinde muon veya elektron





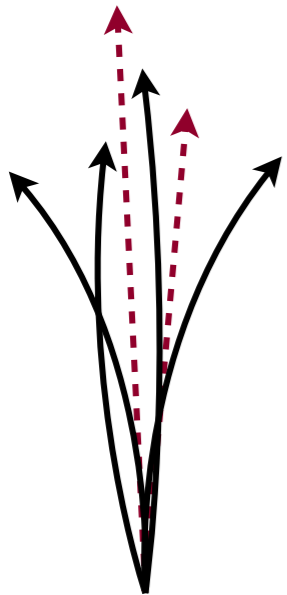
Kuark/Gluon Jet Ayrımı

☑ Kuark jet ve gluon jet farklı özelliklere sahiptir.

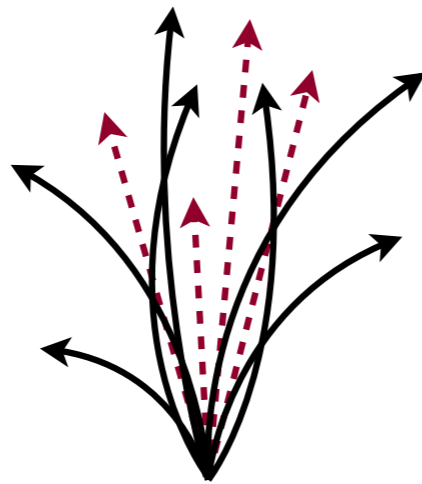
- ✓ Renk yükü
- ✓ Elektrik yükü
- ✓ Spin, ...

☑ Gözlenebilir farklılıklara neden olurlar.

- ✓ Kütle/pt, yüklü parçacık sayısı, jet şekli, enerji dağılım profili

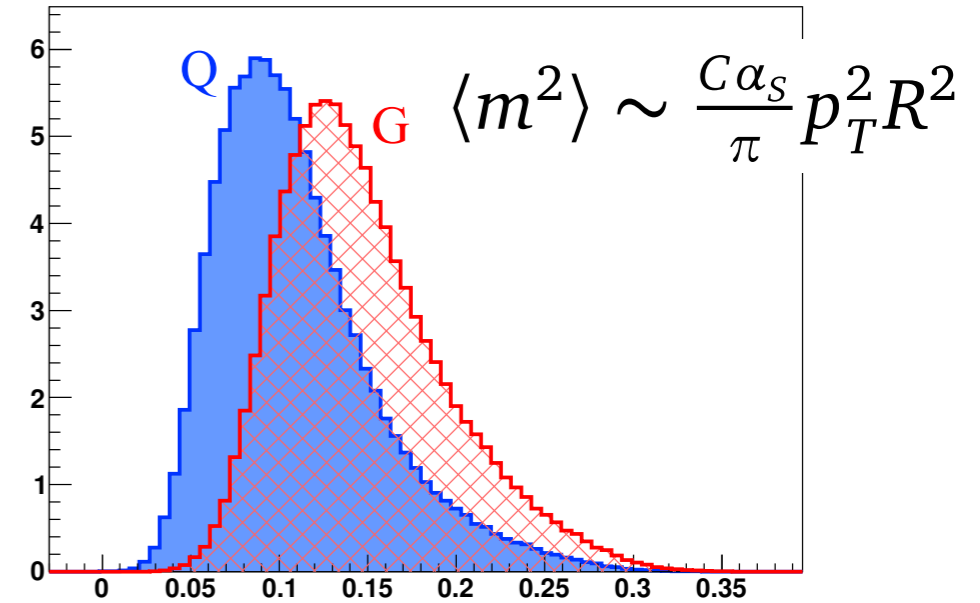


Kuark Jet
 $C_F = 4/3$

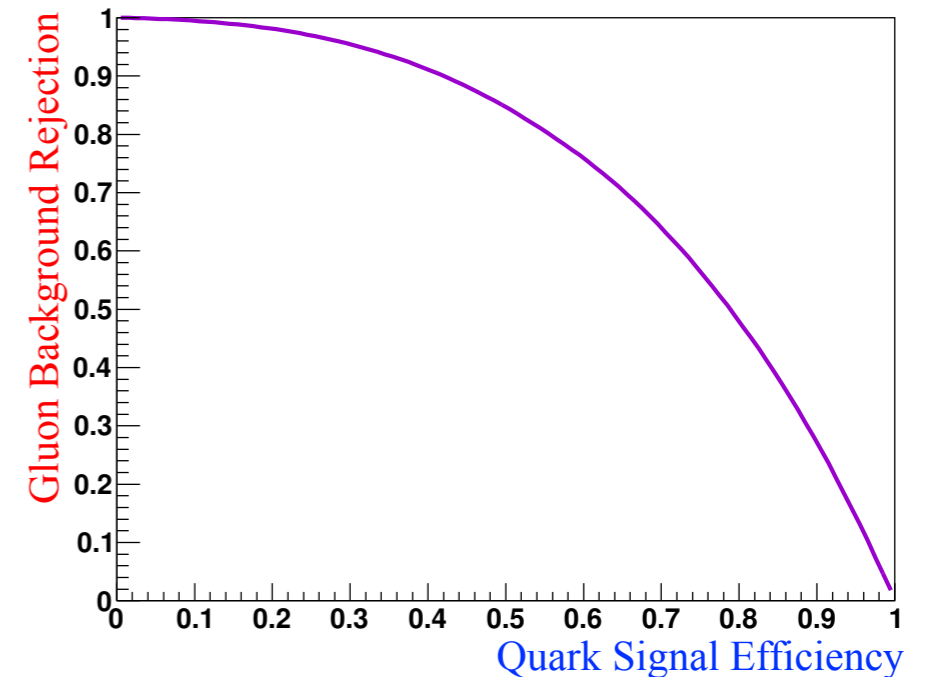


Gluon Jet
 $C_A = 3$

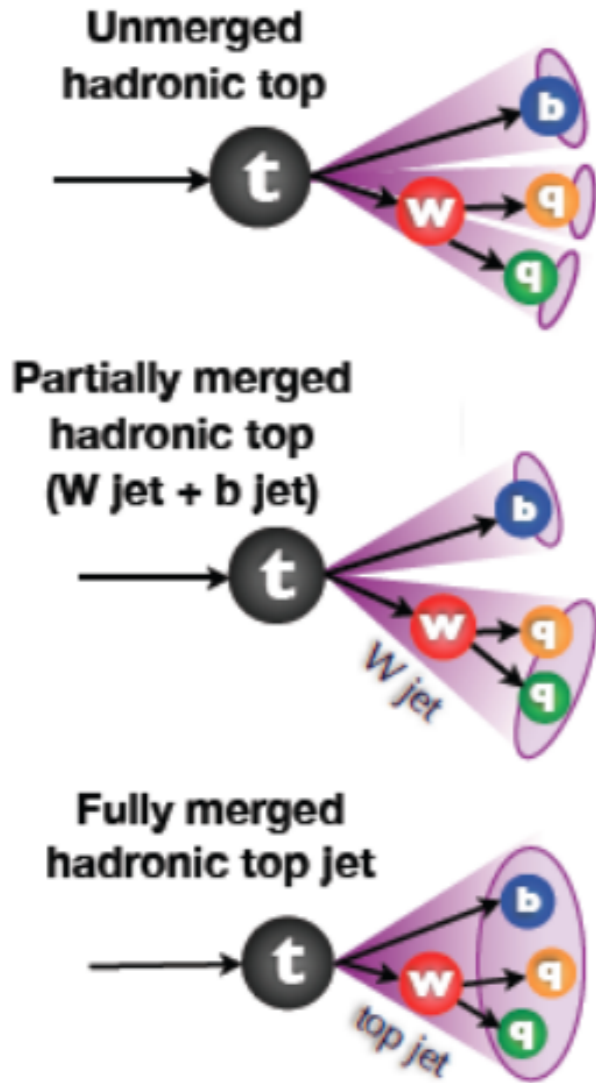
mass/Pt



ROC Curve for mass/Pt



Alt-Jetler

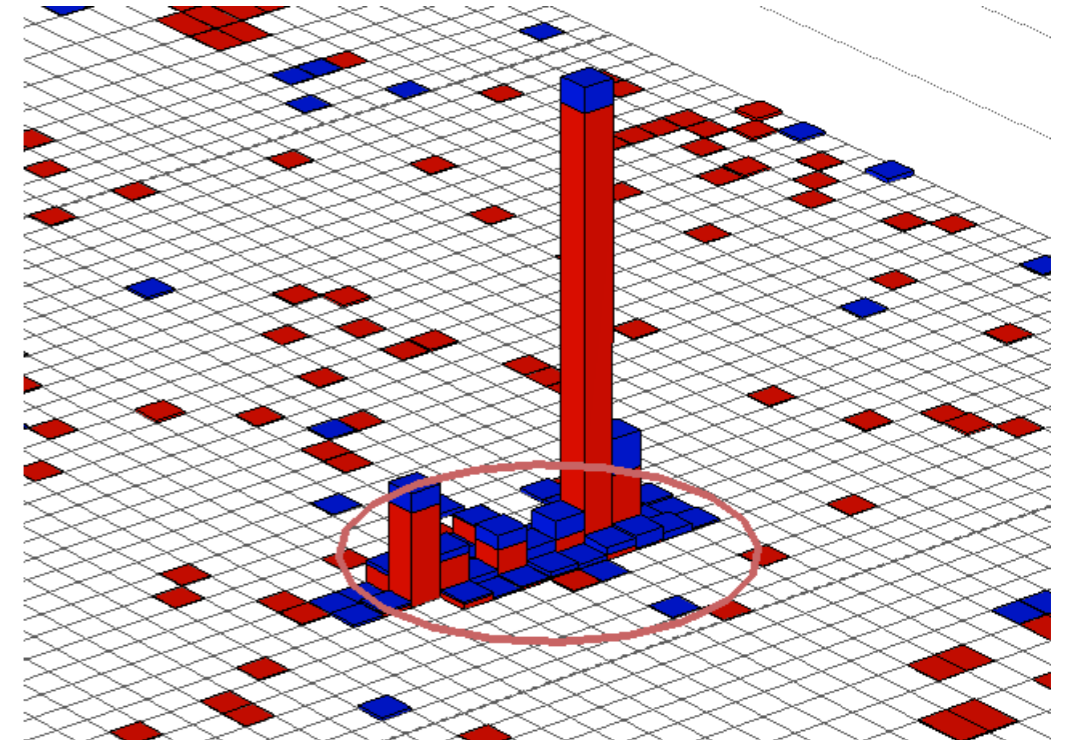


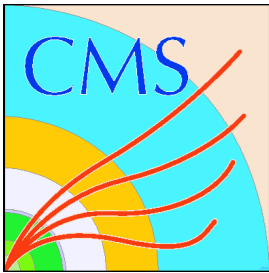
$$\Delta R \sim \frac{2 \cdot m_{\text{particle}}}{p_T}$$

☑ R=0.8 için

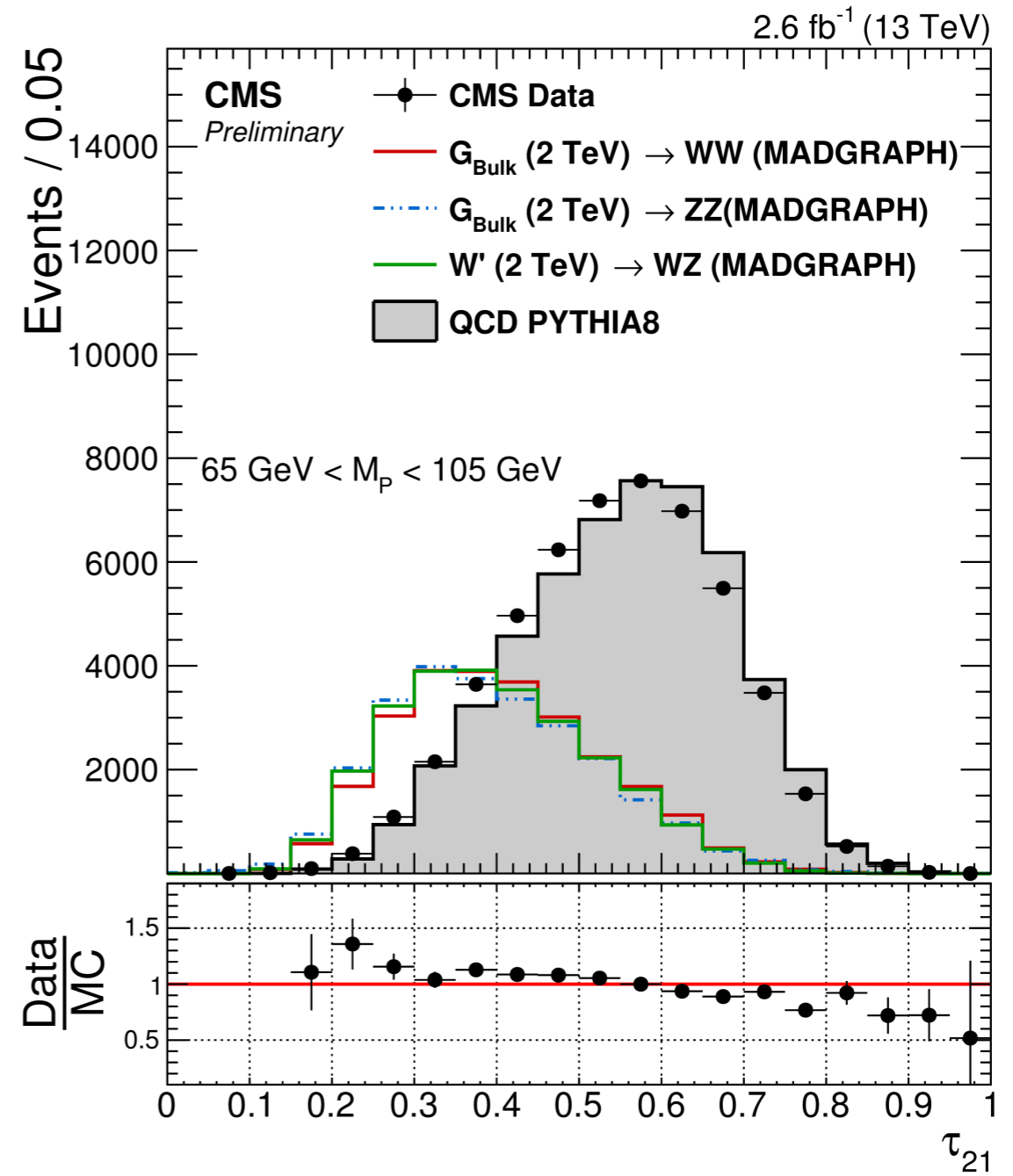
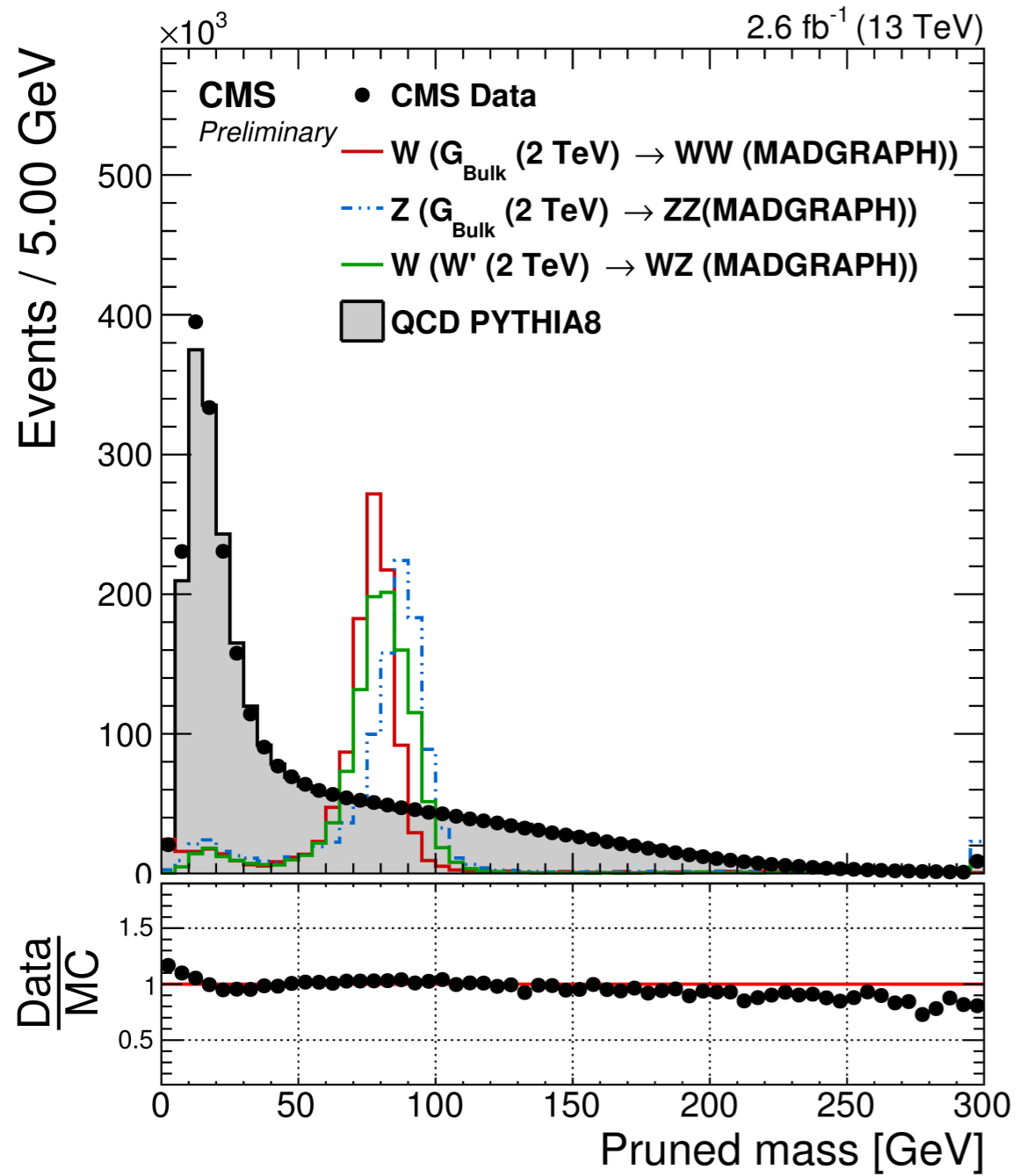
- W/Z için 200 GeV
- Higgs için 300 GeV
- Top quark için 400 GeV

- ☑ Bazı yüksek enerjili durumlarda iki jete bozunan bir parçacık tek bir jet gibi gözlemlenebilir.
- ☑ Bir jet iki veya daha fazla alt jet içerebilir.
- ☑ Alt jetleri belirlemek için özel yöntemler kullanılmaktadır.





Alt-Jetler

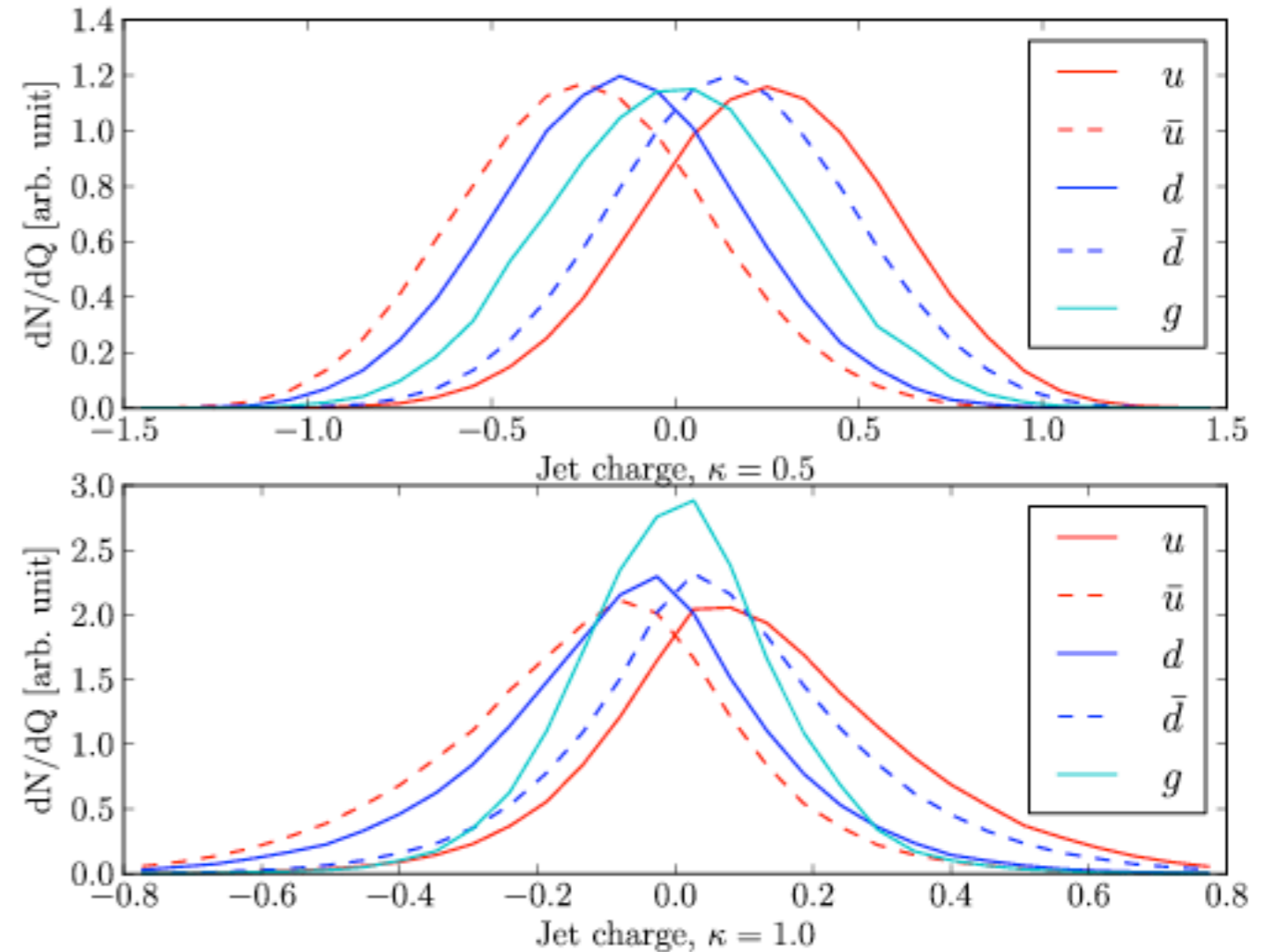


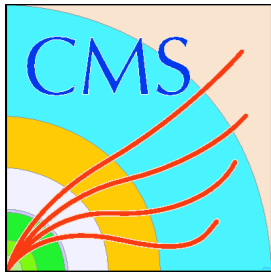


Jet Yüğü

- ✓ Bir jetin yüğü belirlenebilir.
- ✓ Bir kuark jetin yüğünü bilmek Standart Modeli test etmek ve yeni fizik araştırmalarını iyileştirmek için kullanılabilir.

$$Q_{\kappa}^i = \frac{1}{(p_T^{\text{jet}})^{\kappa}} \sum_{j \in \text{jet}} Q_j (p_T^j)^{\kappa}$$





Jet Enerji Kalibrasyonu

- ✓ Jetler kirlili fizik nesnelere sahiptir ve kalibre edilmiştir.
- ✓ Kalorimetre tepkisi ve dedektörün üniform olmaması.
- ✓ İki-jet olayları ve γ +jet olayları kalibrasyon katsayılarını belirlemek için kullanılır.

