

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





Jet Yapılandırma

Sertaç Öztürk

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

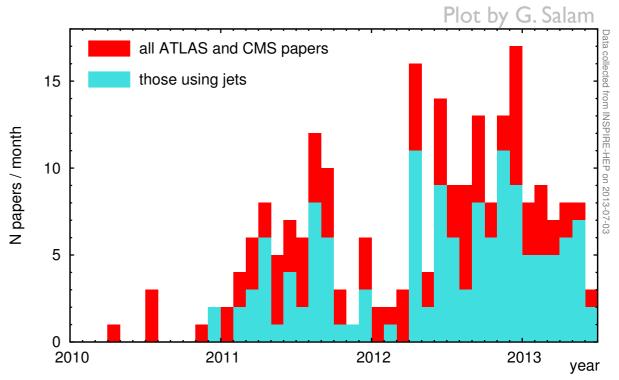
University of Iowa

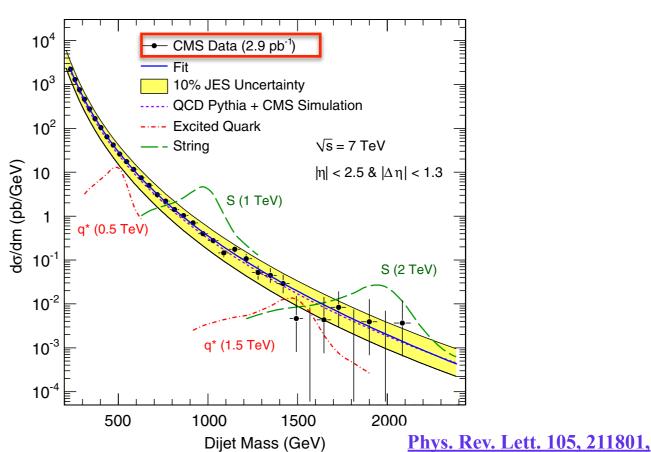
PFBU İstanbul, 3-7 Şubat 2015



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)





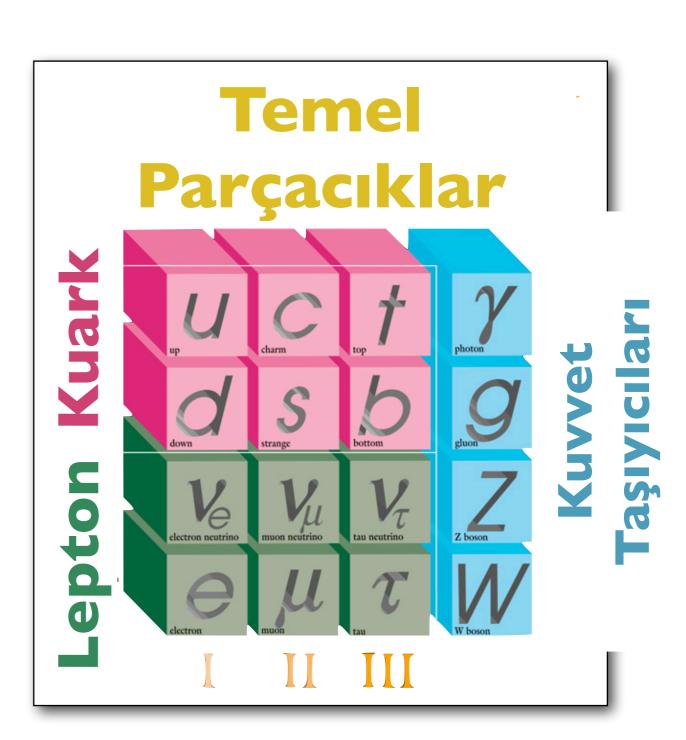
2010



StaftardartIodelel

- Standart model atomaltı parçacıkları ve **terms**r**bifleStandaddı Mildə**heleri açıklar.
- 6 quarks & 6 leptons
 - √ 6 kuark & 6 lepton
- u and d quarks and electron we d kuark and elektron make makkaleyi oluşturur
- 4 force carrying to and g)
 - Y: Electromagnetisma
 - Weal-Interfaction
 - g: Color (Nuclear) Interaction

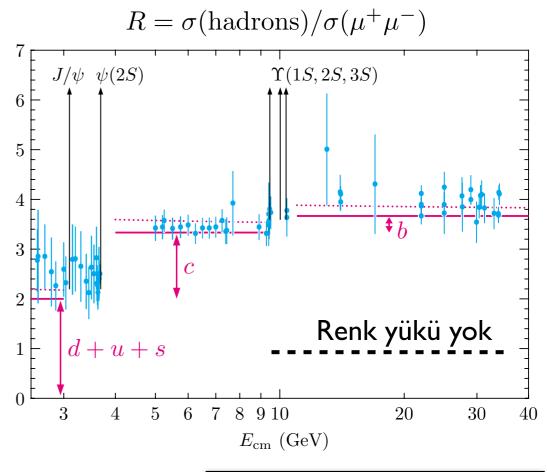
 Kütle kazandırmak için Higgs
- Higgs parttie pouto give mass
 - Higgs not discovered

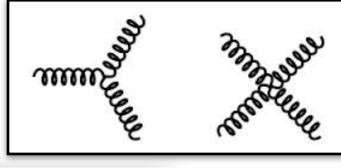


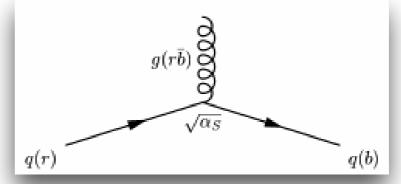


Kuantum Renk Dinamiği

- 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.

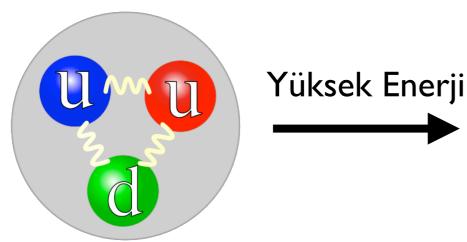


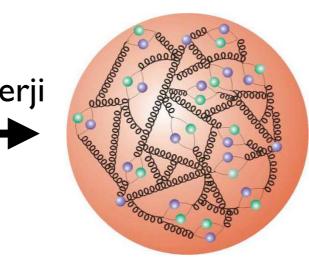


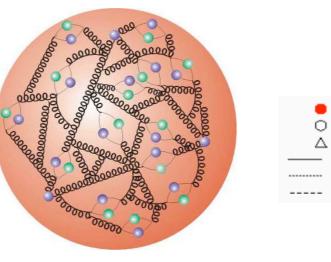


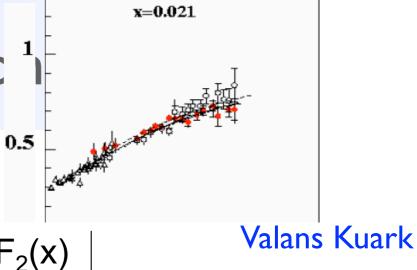


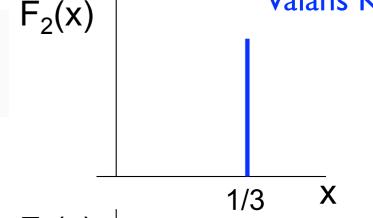
Proton ve Parton Dağılım Fc









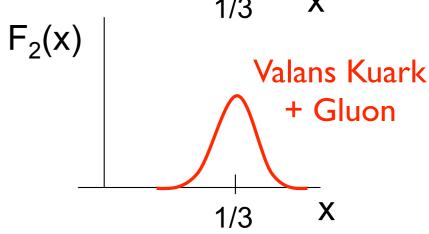


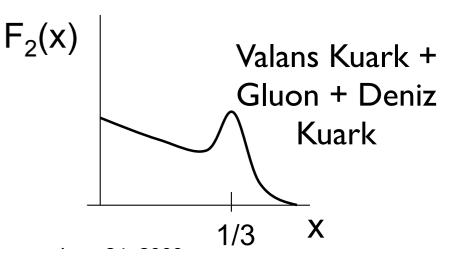
- Proton uud kuark birleşiminden oluşur.
 - √ Valans kuark
 - √ Gluonlar



- ✓ Deniz kuarklar
- Proton momentumu içindeki partonlar tarafından taşınır.

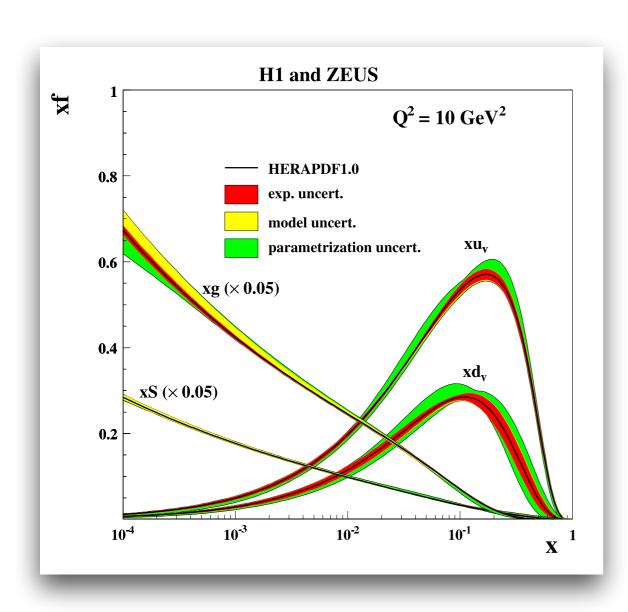








Parton Dağılım Fonksiyonu



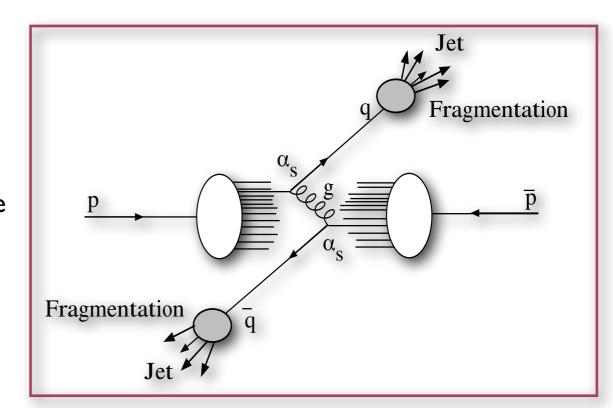
- Hadronu meydana getiren bileşenlerin toplam hadron momentumu taşıma kesri parton dağılım fonksiyonu (PDF) ile belirtilir.
- f_i(x_i): i. partonun toplam hadron momentumunun x_i kesrini taşıma olasılığı
 - ✓ Eğer proton 3.5 TeV lik bir protonda bir kuark için x=0.1 ise 350 GeV lik bir momentumu tek 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 bulunazlar.
 - gluonlar yayımlar ve bu gluonlar kuark ve anti-kuark çiftlerine bozunurlar.
 - Bütün renkli objeler hadronizasyon sonucu renksiz parçacıklar oluşturur.



Sert saçılma tesir kesiti

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

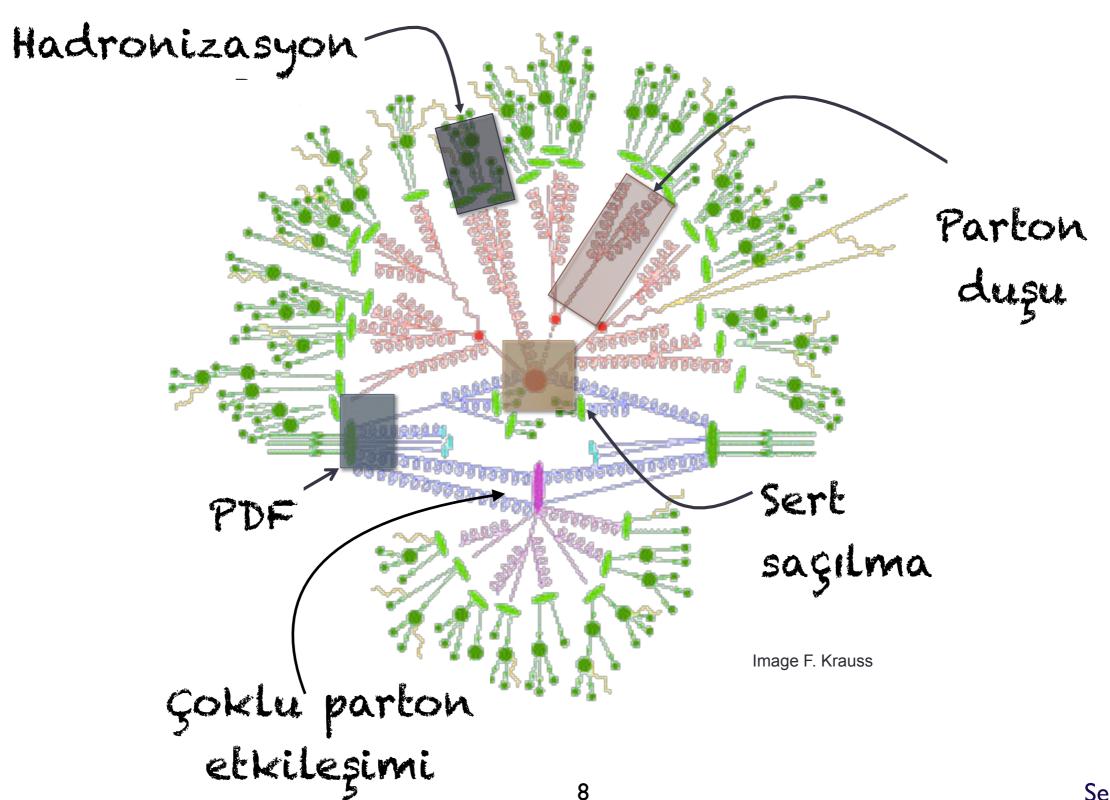
KRD etkileşim sabiti

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

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

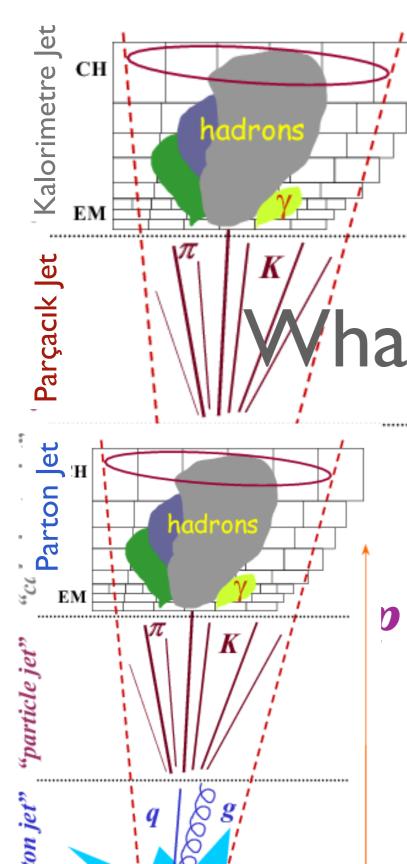


Hadron Çarpışması



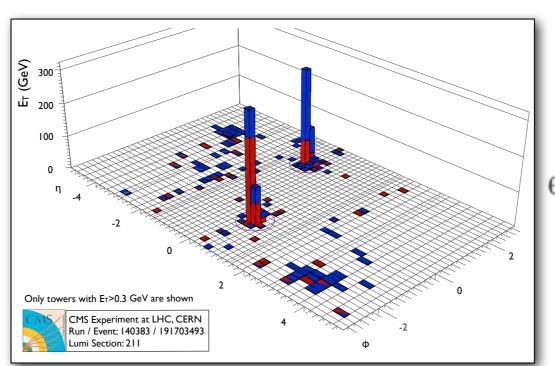


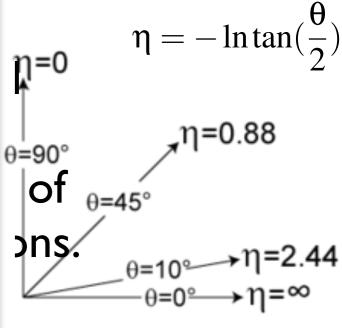
Whatis 4ddt?



Jetler yüksek enerjili çarpışmalarda açığa çıkan parçacık fıskiyesi olarak bilinen parçacık püskürtüleridir ve kuark ve glonların deneysel olarak detektörlerde gözlemlenmesidir.

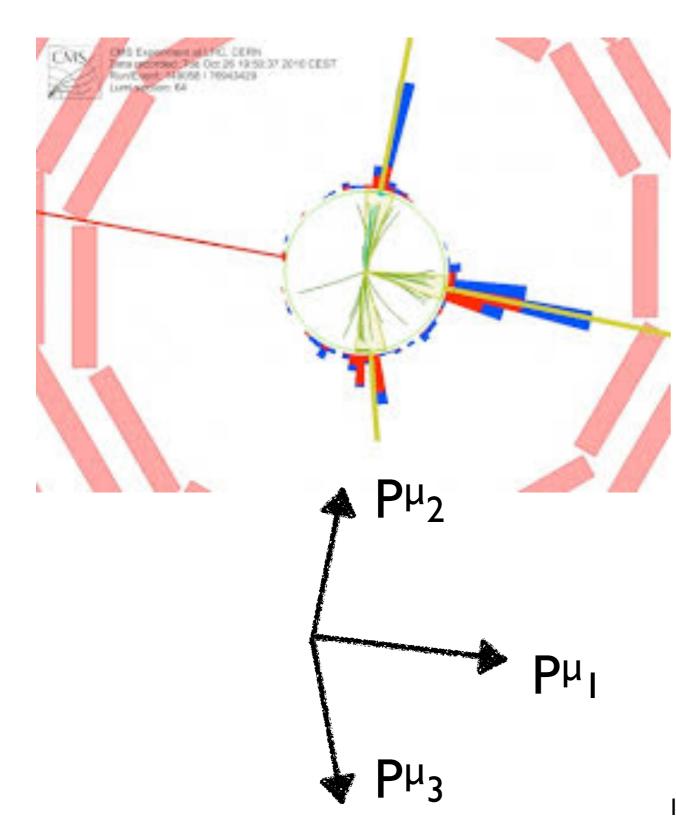
Detektörlerde kalorimetrelerde bertukları enerjiler sayesinde tespit

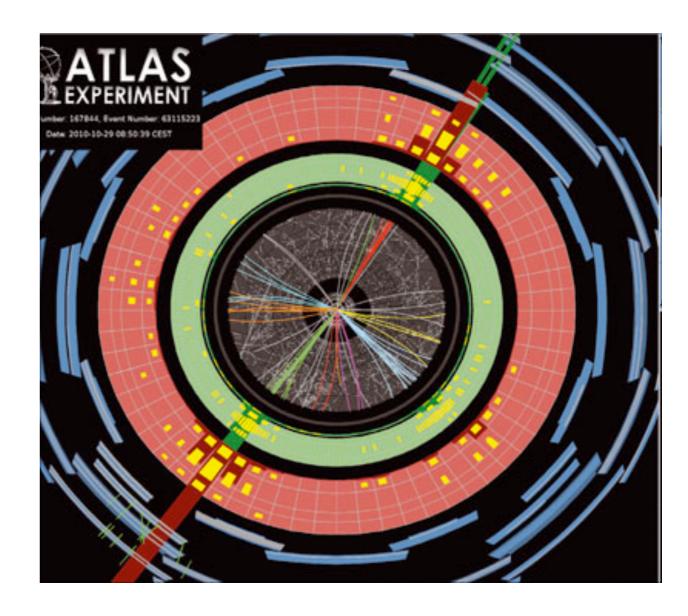






Algıçlarda Jet



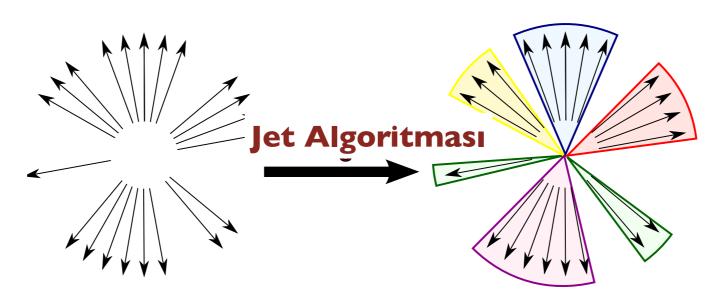




Jet Yapılandırma Algoritması Jett Reconstruction Algorithms sim CINSS

Parçacıklar:

- Partonlar
- Hadronlar
- Kalorimetre kümeleri ..



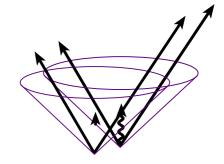
Parçacıklar Grupları:

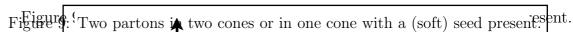
- Jetler

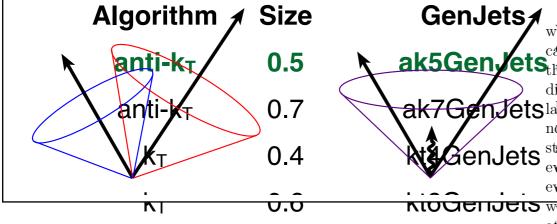
▼ Teorik gereksinimler:

√ infrared (kızılötesi) ve collinear (aynı yönlülük) güven kirik

✓ seviyeye bağımsızlık (parton, hadron, kalorimetre)







ak5Gen/ets
the analysis of the three compared to a perturbative analysis without seeds. Note that it may seein sufficient and algorithm his infrared Unsafe due to the use of seeds, each to experimental results substitute that the difference is property of the fixed-order perturbative application of the algorithm within that the action of the algorithm with seed now of other experimental application. In real data the additional soft components of the chene venturbative eventy indicate. This where is only a small change from the situation purere seeds are assumed underlying event) easily that there are small continued to eventy indicate the change from the situation purere seeds are assumed underlying event.

NOTETIONS With bescholds as only in NOTETIONS** With less challed as only in NOTETIONS** With bescholds as only in NOTETIONS**.

Infrared güzeniliğlik: Düştik enerjili bir gen Jetten Golling güren Dinlika Bün pantonyanın hari pantonyanın de ğir məz de ğir məz de girin bir de jet vendendir.

eklendiğinde jet yapılandırılması değişmez.

SISCone 0.7 sisCone 7GenJetset to the selection of the significant of the signific

compared to a perturbative analysis without seeds. hote that it play seem surprising rithm, which is Infrared Unsafe due to the use of seeds, leads to experimental results that Infrared Safe spedless algorithm by only a few percent. The essential point is that the fety is a property of the fixed-order perturbative application of the algorithm with seeds, sperimental application. In real data the additional soft domponents of the event (initial on, final state radiation and the underlying event) ensure that there are seeds "nearly" Thus there is only a small change from the situation there seeds are assumed to be

the seedless algorithm). In stark contrast the NLO perturbative application of an algorithm as only the energetic partons themselves to act as seeds. Thus there is a dramatic change here the extra parton can serve as a seed, as in Fig. 9, changing the found jet st even when the extra parton is quite low energy. This is the source of the pertu sitivity.

ne main problems with the use of a seedless cone algorithm has been its slow spe ne seeded cone algorithms. This has made its use in reconstruction of a large nu alt. Combined with the fact that, for inclusive distributions, the differences between a seeded cone algorithm like Midpoint (defined below) and a seedless algorithm ter of a percent or less², there was no strong motivation for its use. Recently, a new ISCone) [16] that has speeds comparable to the seeded cone algorithms has been dev is difficulty. For this reason, the SISCone algorithm is being adopted by the expe Tevatron and LHC³. Note that the problems with dark towers and the smearing of source its (discussed later in Section 3.4.1) still remain with a seedless algorithm.

ss the issue of seeds on the experimental side and the R_{sep} parameter on the phenomenothe Run II study [8] recommended using the Midpoint cone algorithm, in which, having nearby jets, one always checks for a stable cone with its center at the midpoint between cones. Thus, in ΔR_i magery of V_i ig. 9, the element V_i states by the is R_i ow always looked for, re is an actual seed there or Not. It was hoped that this would remove the sensitivity to eds and remove the need for the R_{sep} parameter. While this expectation is fully justified alized, short distance configuration indicated in Fig. 9, more recent studies suggest that at the difficulty with the missing stable cones at the midpoint position is due to the (real) ects on the energy distribution in (y,ϕ) of showering and hadronization. Also it is importhat, in principles Presently issues due to see to ill manipatric perturbation theory at point of that in the inciples IR-safety issues due to see to ill to that rein her incliple in IRs safet this suns, due blons code in will treappear example unbetignatheour at Hangurhenertheom Confermant the geacher particular the description of the second confermation of the s triangular array of 3 hard and merge-able partons can lead to IR-sensitivity). Eliminating nod, destard wersign whathe treadless also with may about adoluting thin early asize sinfa CDE time but vibility was

 $E_{T_{jet}} = \sum_{i \in jet} E_{T_i}$ with the near equivalence of the results obtained with the Midpoint cope algorithm of CDF in Run II but was ause of the near equivalence of the results obtained with the Midpoint cone algorithm.

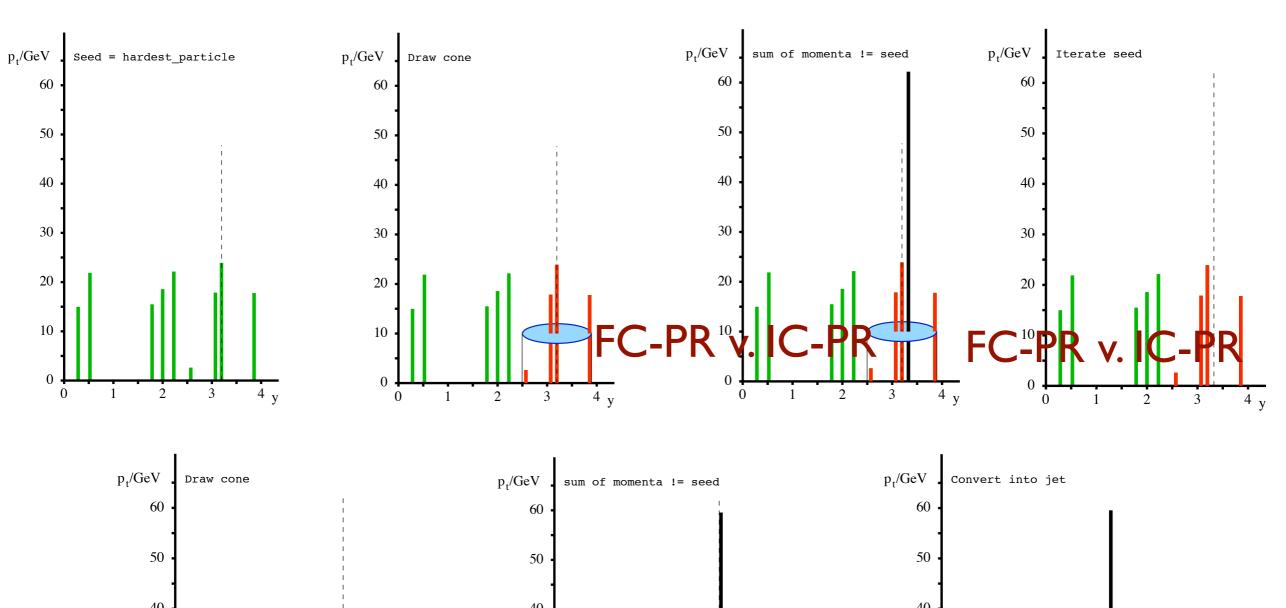
b)

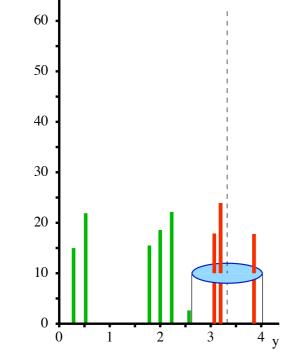
14

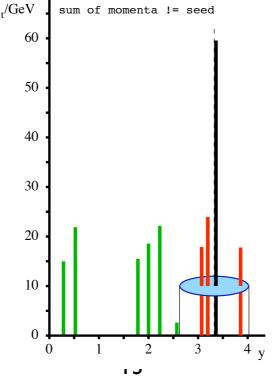


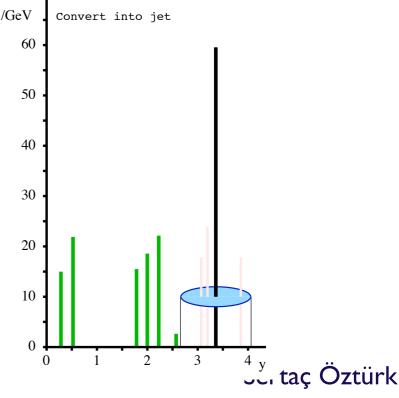
Tekrarlanæn-PKoln-PAlge-Pitty 1928

FC-PR v.











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*₇" (düşük p_⊤ parçacıklar)

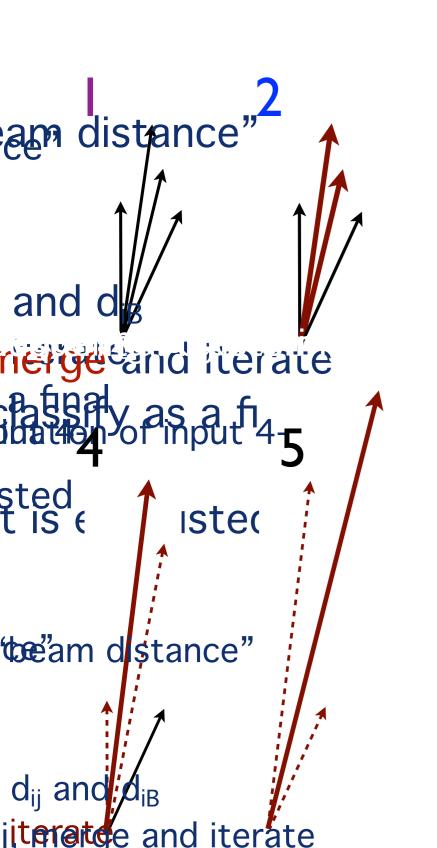
p=0: "Cambridge-Aachen" (mesafe)

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 kalmayıncaya kadar tekrarla.

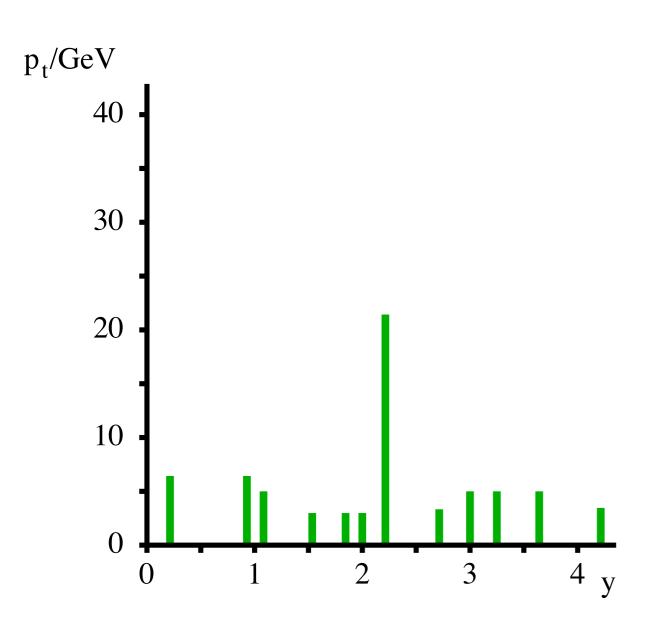
tion of input 4-

Anti-kt Algoritması



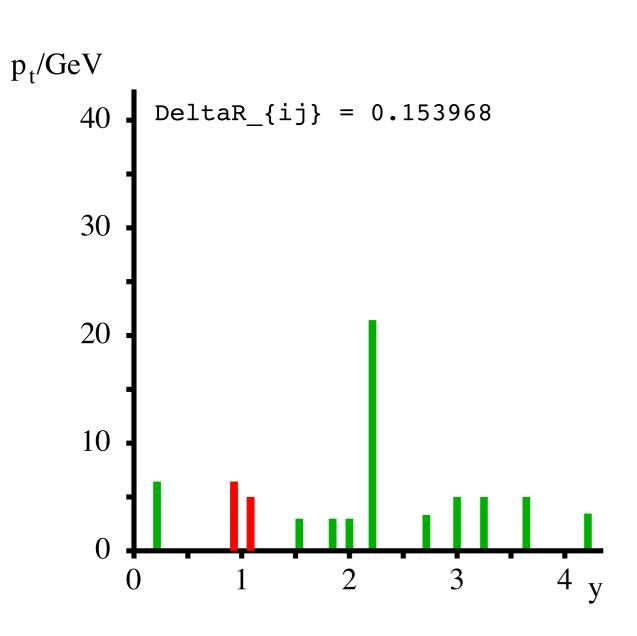
- Infrared and collinear güvenilir.
- Küme algoritması.
 - √ Tüm parçacıkları listele.
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer d_{ij} en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya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

6

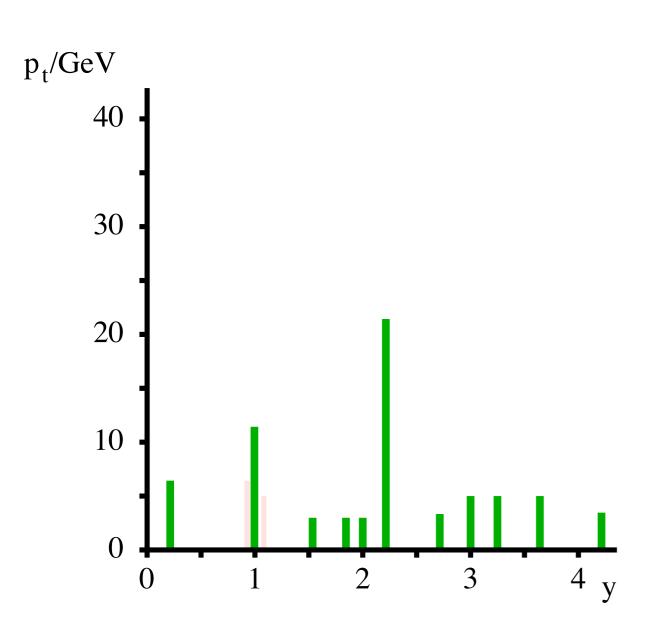


R = I

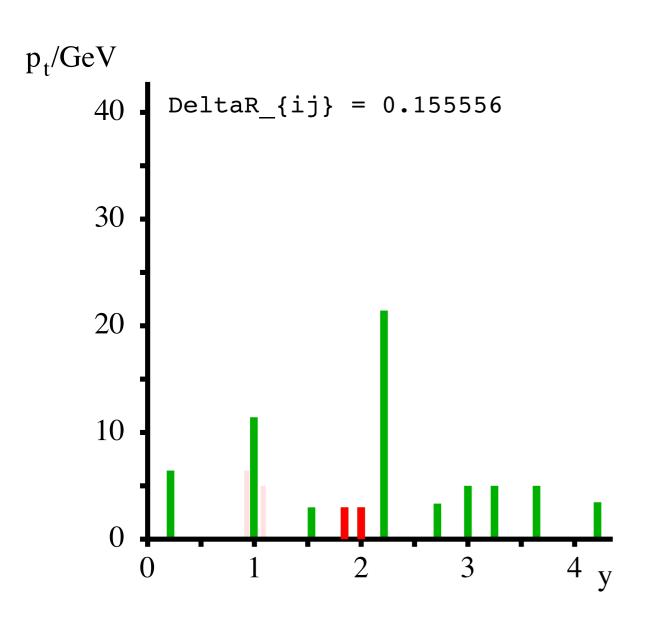
- Infrared and collinear güveni ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



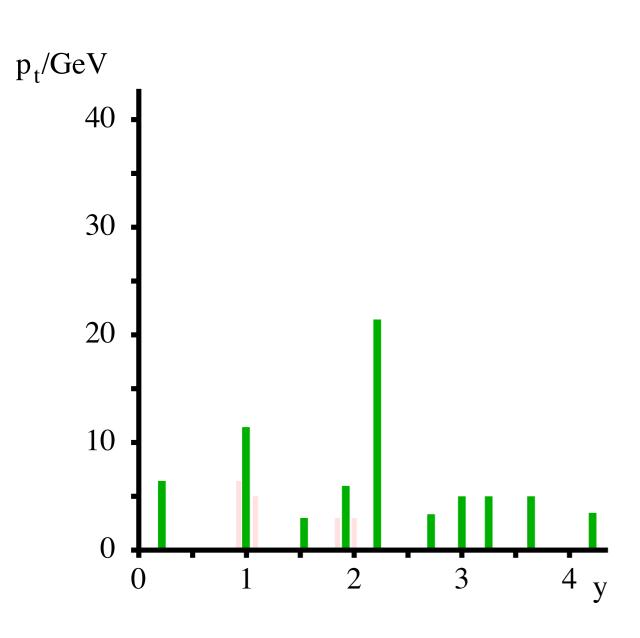
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



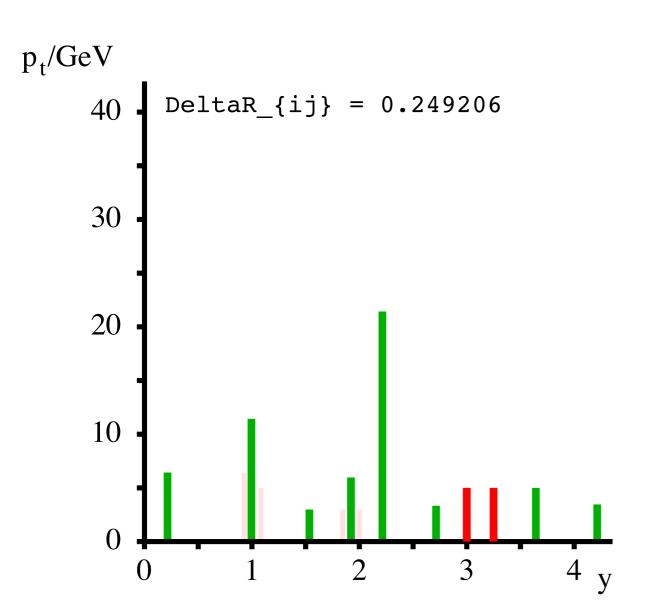
- Infrared and collinear güveni ir.
- Küme algoritması.
 - √ Tüm parçacıkları listele.
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



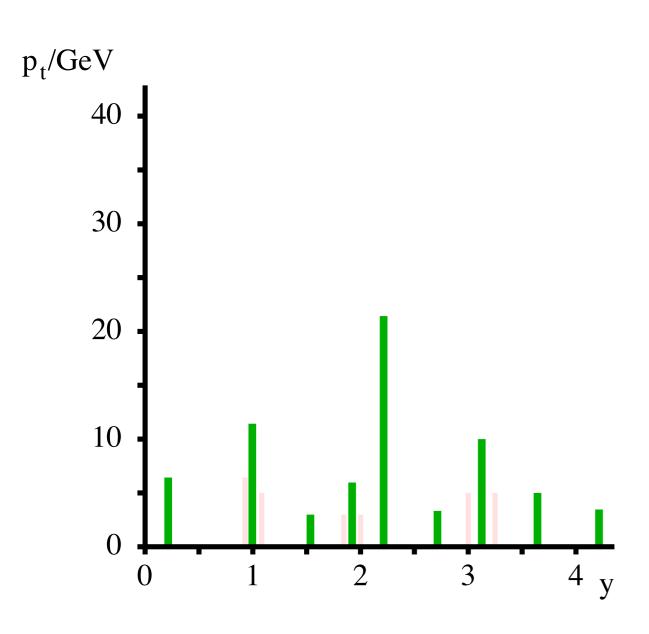
- Infrared and collinear güven lir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



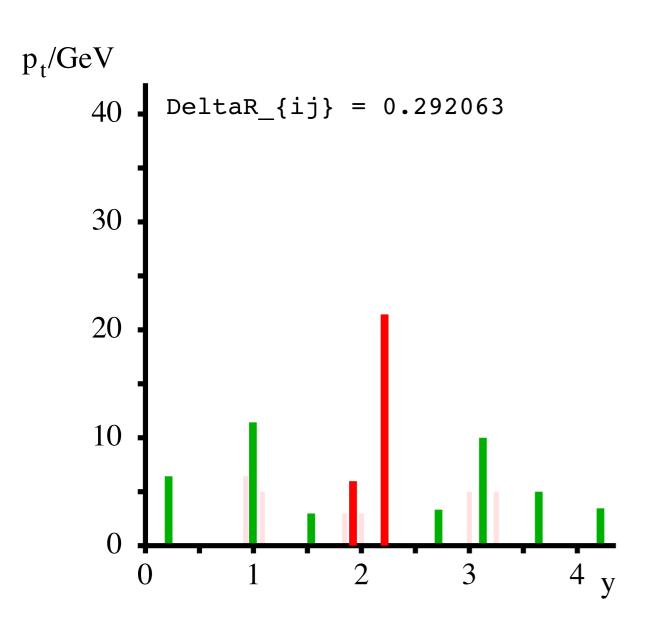
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



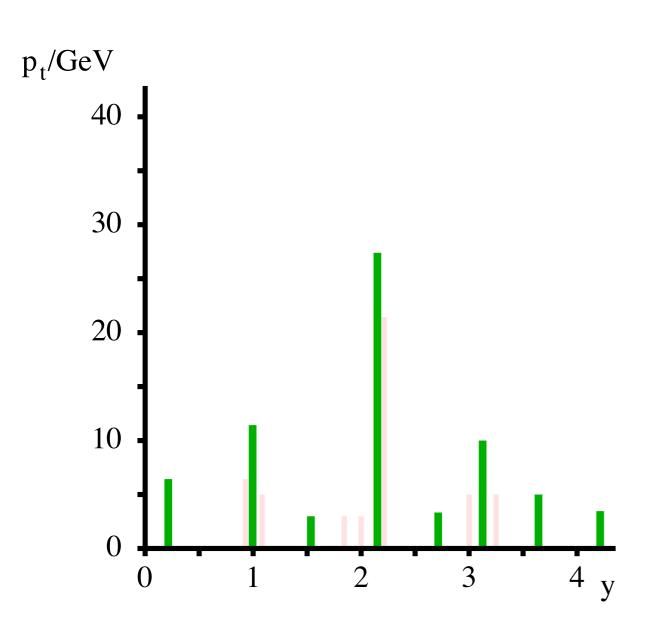
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



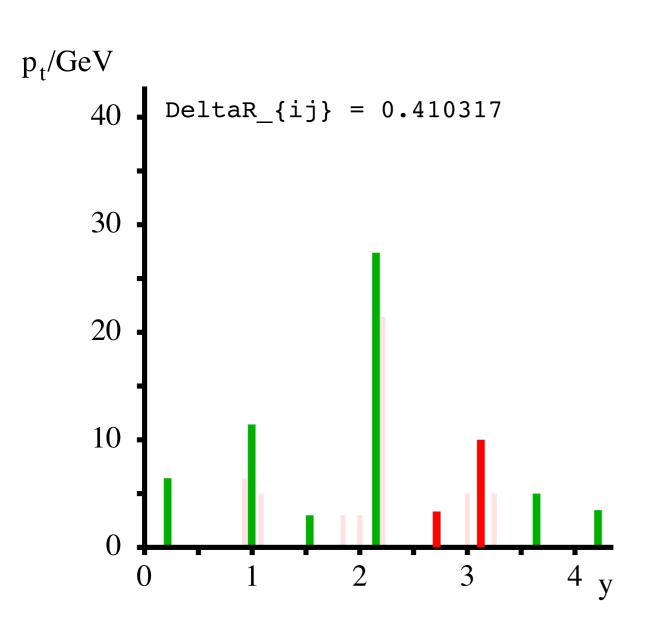
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



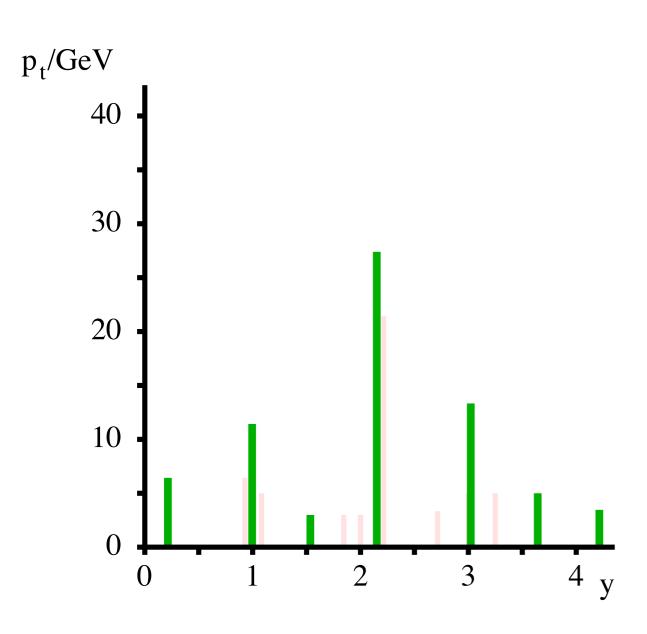
- Infrared and collinear güveni ir.
- Küme algoritması.
 - √ Tüm parçacıkları listele.
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



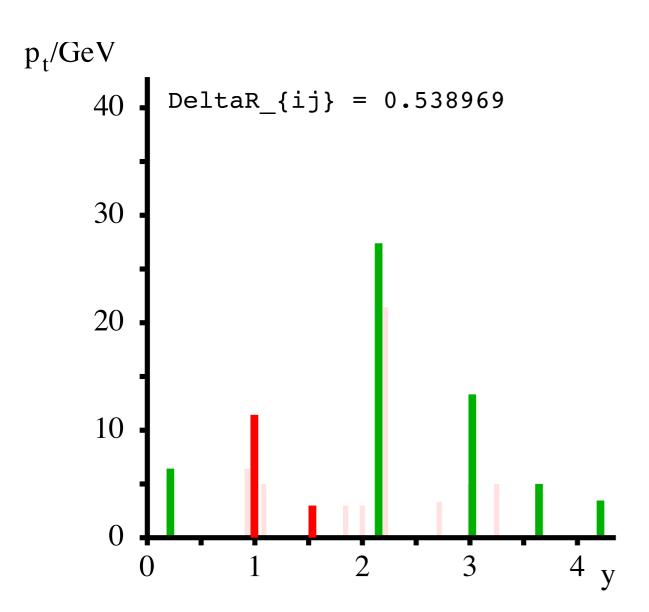
- Infrared and collinear güveni ir.
- Küme algoritması.
 - √ Tüm parçacıkları listele.
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



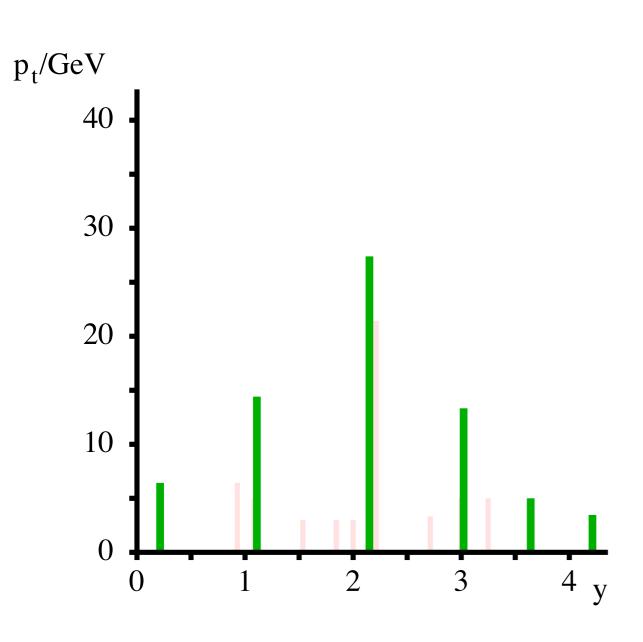
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



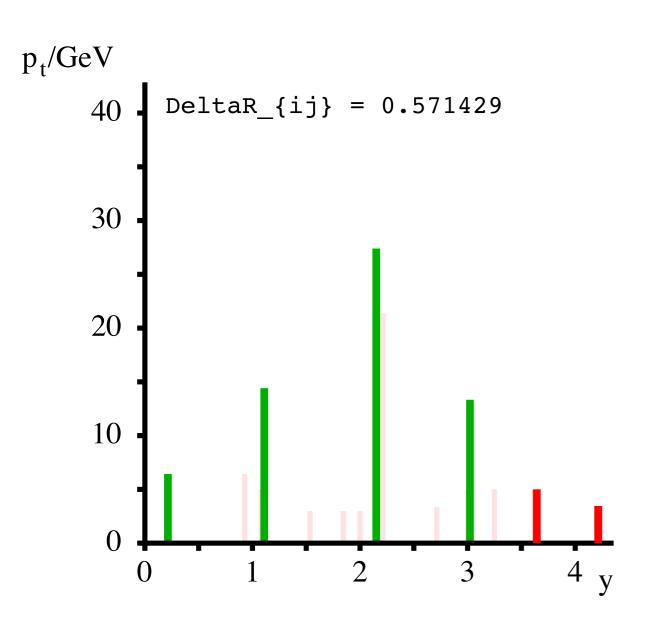
- Infrared and collinear güveni ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



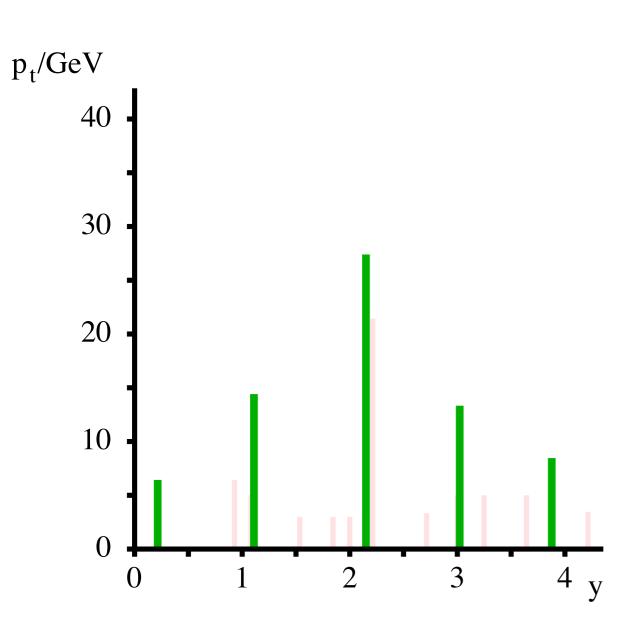
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



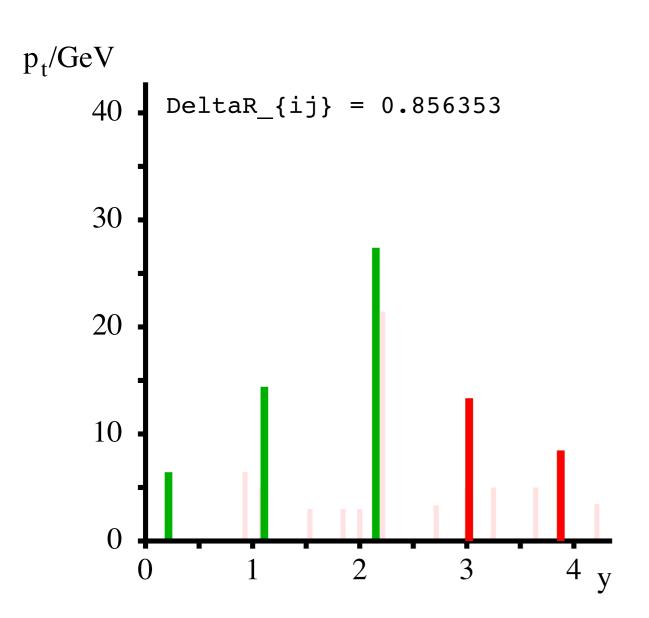
- Infrared and collinear güveni ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele.
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



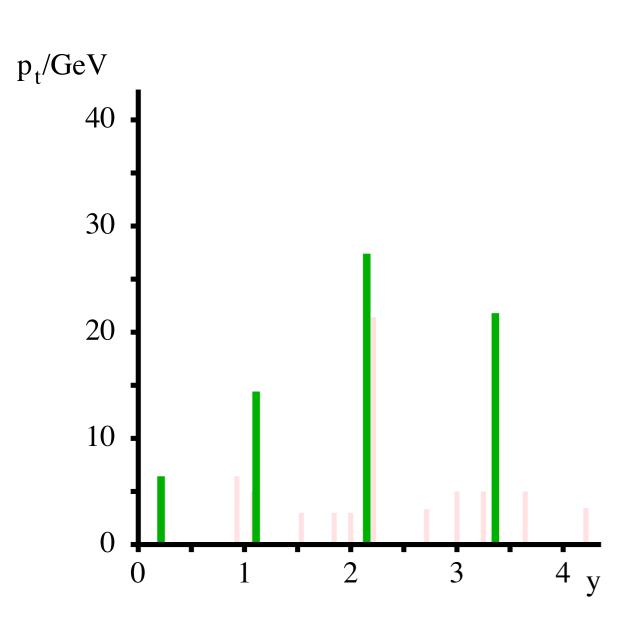
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



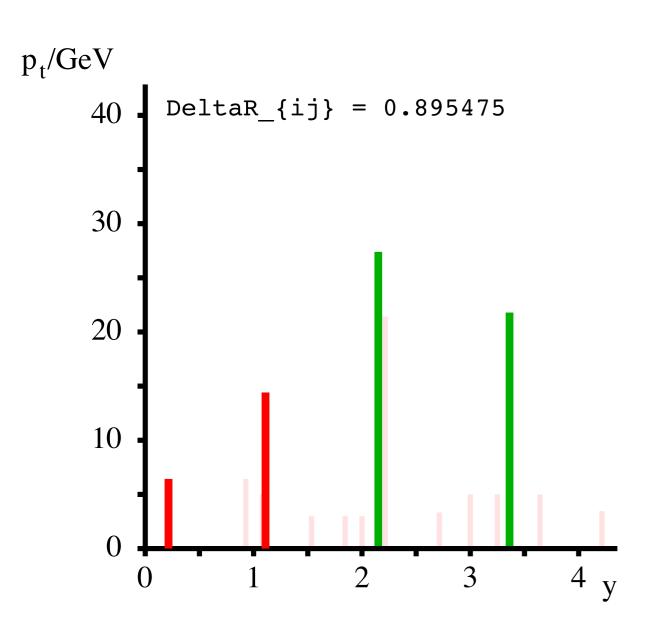
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



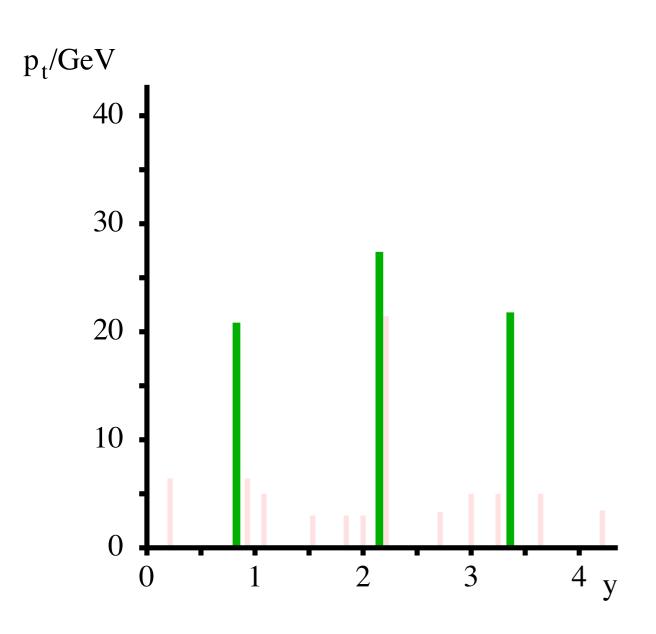
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



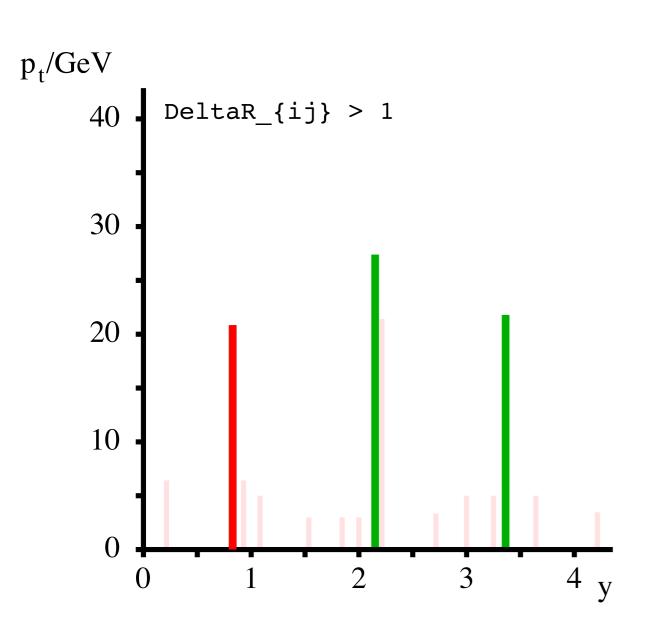
- Infrared and collinear güver ilir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listel
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



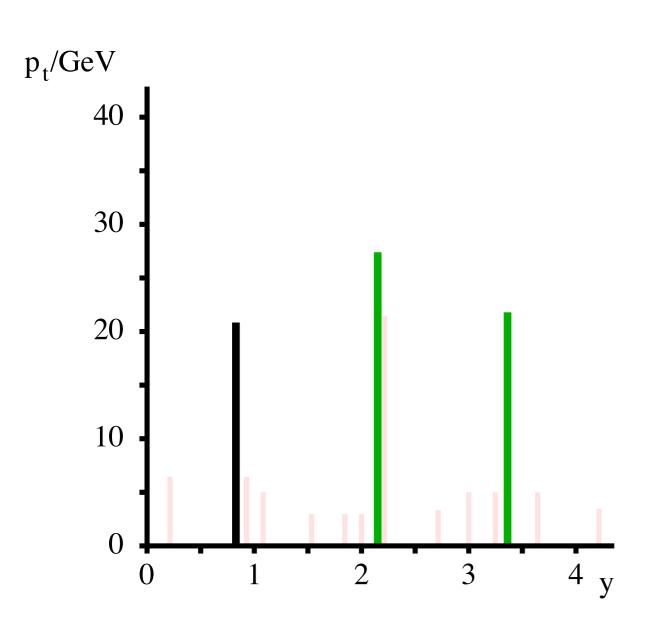
- Infrared and collinear güveni r.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele.
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



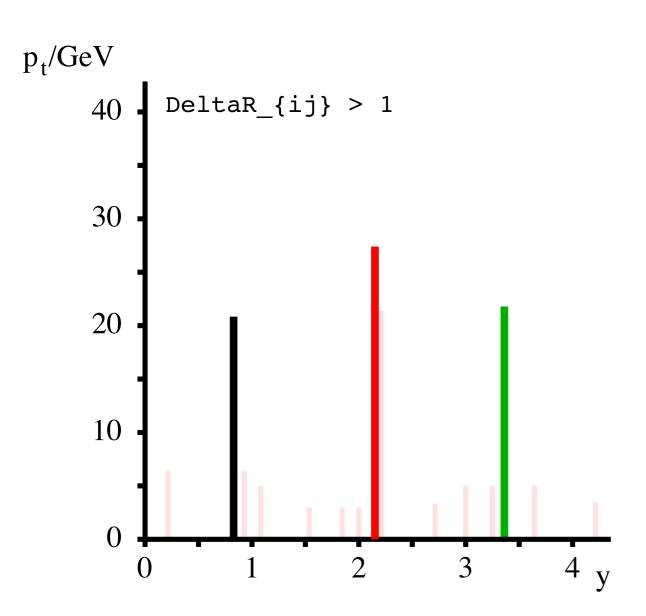
- Infrared and collinear güveni r.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele.
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



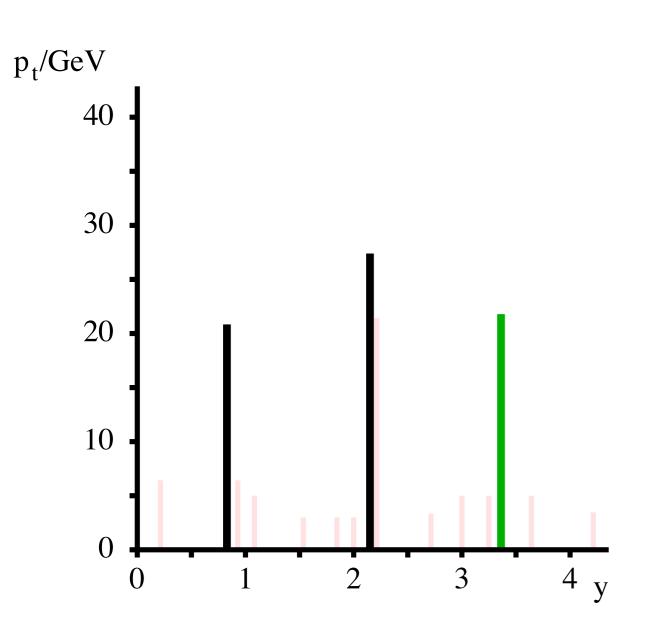
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



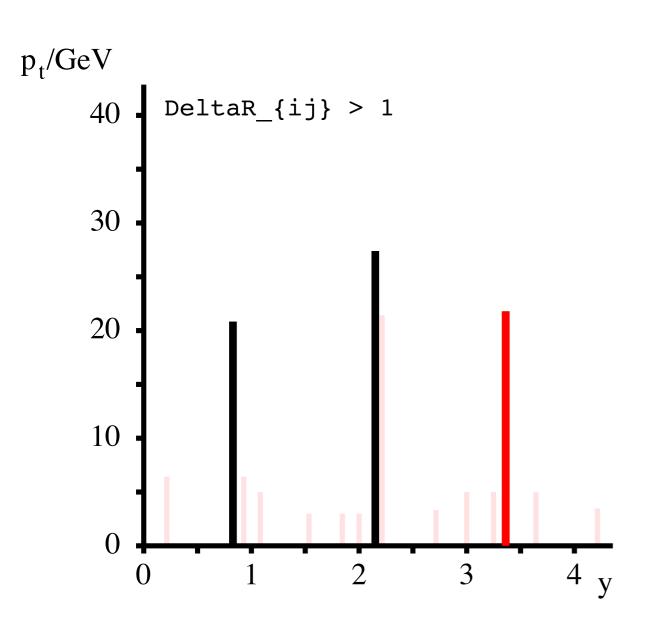
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



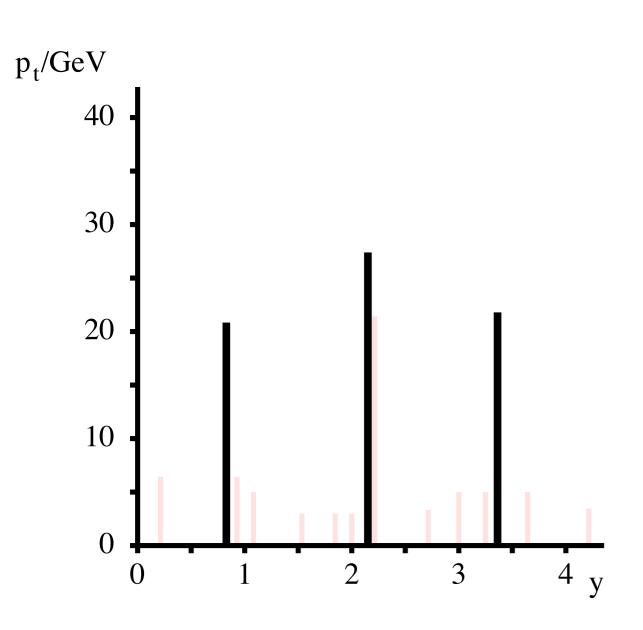
- Infrared and collinear güven lir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



- Infrared and collinear güveni r.
- Küme algoritması.
 - √ Tüm parçacıkları listele.
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij 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.

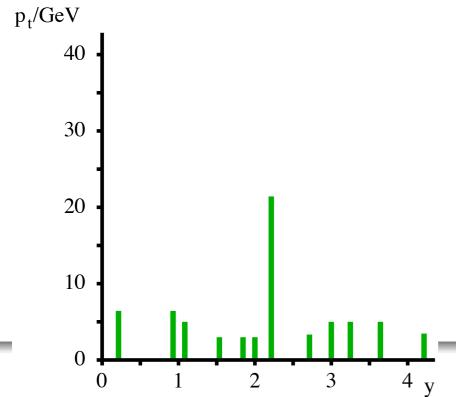


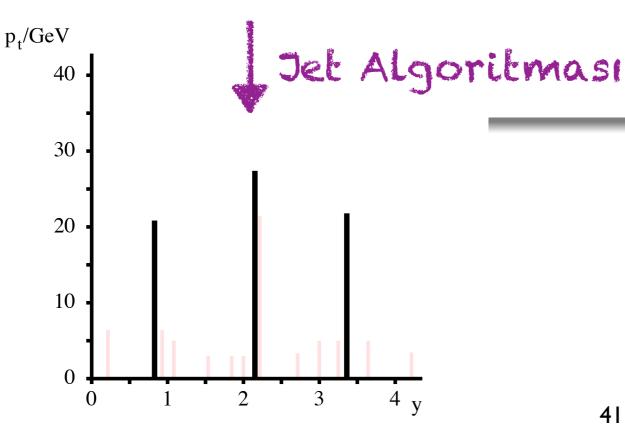
- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacıklarını birleştir ve başa dön
 - ✓ Eğer d_{iB} en küçük ise, son durumu jet olarak belirle
 - ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar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



- Infrared and collinear güven ir.
- Küme algoritması.
 - ✓ Tüm parçacıkları listele
 - √ d_{ij} and d_{iB} mesafelerini hesapla,
 - ✓ Eğer dij 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.







ar 1 collinear güvenilir.

o itması.

al çacıkları listele.

d B mesafelerini hesapla,

dön

✓ Eğer dij en küçük ise, i ve j parçacık arını birleştir ve başa

- Eger dib en kuçuk ise, son durumu jet olarak belirle
- ✓ Hiç bir parçacık kalmayıncaya kadar tekrarla.

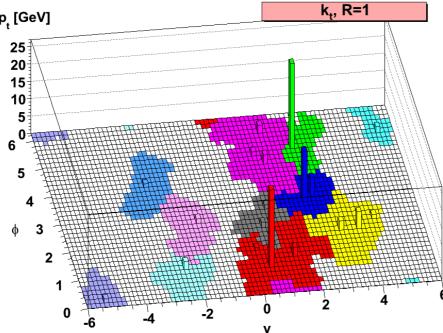


Jet Algoritmaları

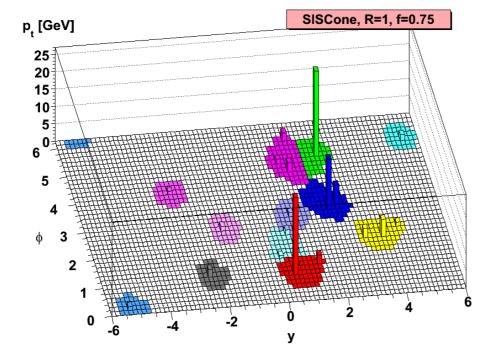
-Düzensiz jetler

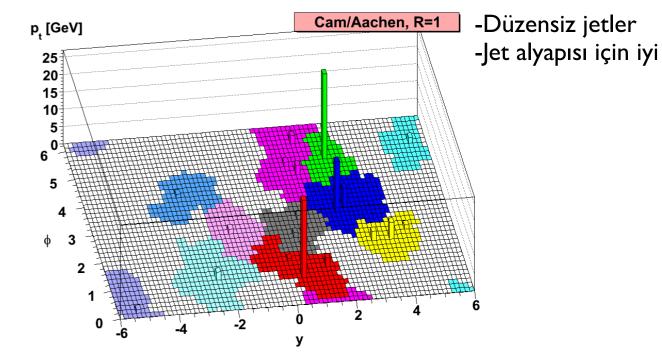
-Düşük pt için iyi ^p, ^[GeV]

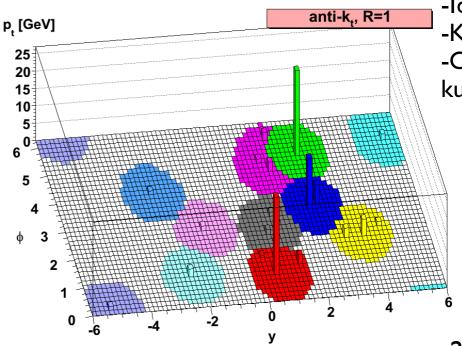
-Kalibrasyonu zor



-Yüksek pile-up için kullanışsız



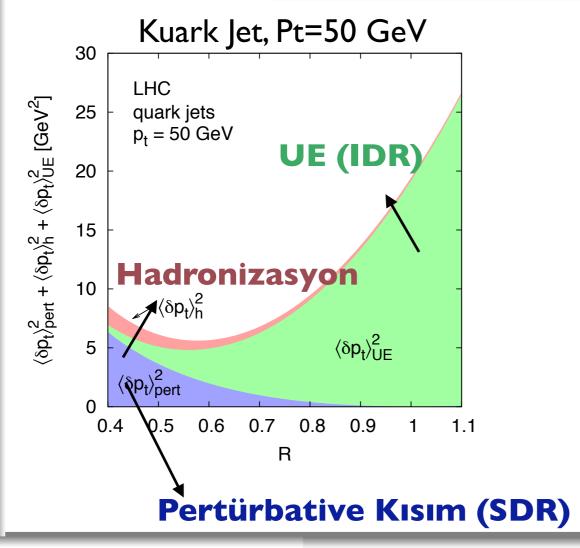


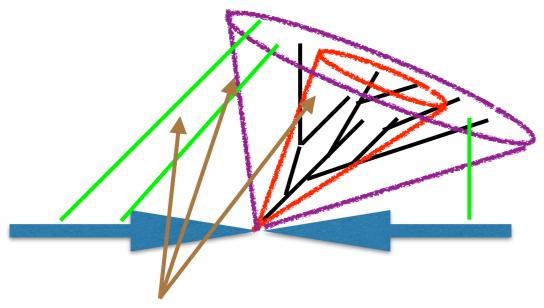


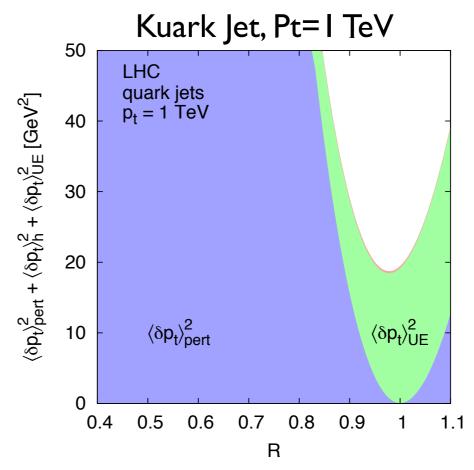
-İdeal kon şekli -Kalibrasyonu kolay -CMS ve ATLAS da kullanılır

arXiv-hep-ph: 0906.1833v2

Sertaç Öztürk





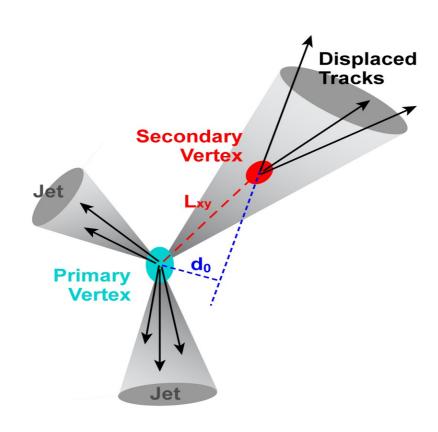


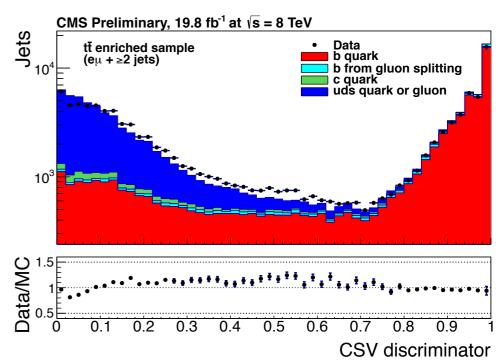
- Maç: Parton momentumunu yapılandırmak
- Ортітаі к коп yarıçapı jet pt degerine gore değişiklik gösterir.
 - ✓ Düşük pt için R=0.4-0.8
 - √ Yüksek pt için R=I
- \mathbf{M} ATLAS, R = 0.4 ve 0.8

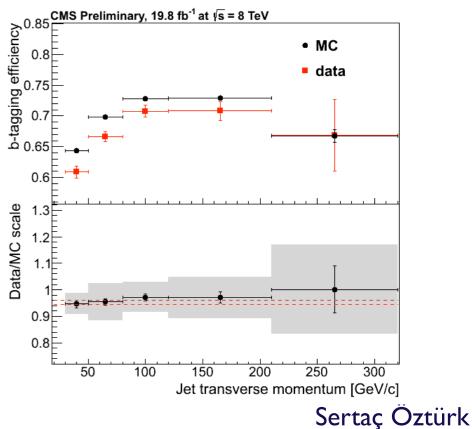


Jet Etiketleme

- **o**b-jet etiketleme, kuark/gluon jet etiketleme, W-jet etiketleme
- **b**-jet etiketleme
 - √ b-kuarklar daha uzun yarı ömüre sahiptir.
 - √ İkincil köşe
 - √ Büyük etki parametreli izler
 - ✓ Jet içinde muon veya elektron



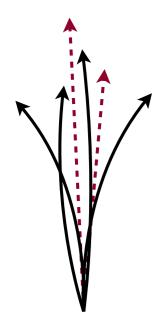




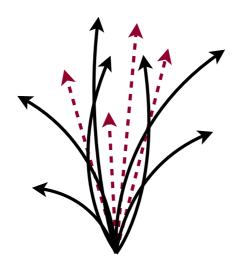


Kuark/Gluon Jet Ayrımı

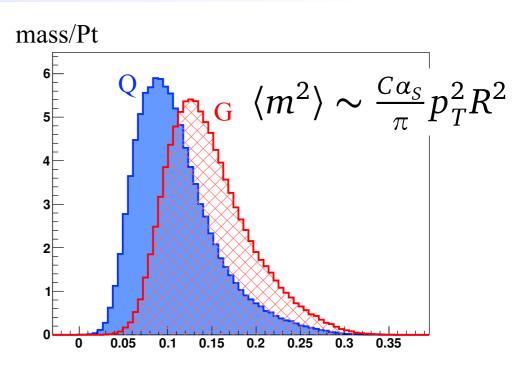
- Kuark jet ve gluon jet farklı özelliklere sahiptir.
 - √ Renk yükü
 - √ Elektrik yükü
 - **√** Spin, ...
- Gözlenebilir farklılıklara neden olurlar.
 - ✓ Kütle/pt, yüklü parçacık sayısı, jet Şekli, enerji dağılım profili

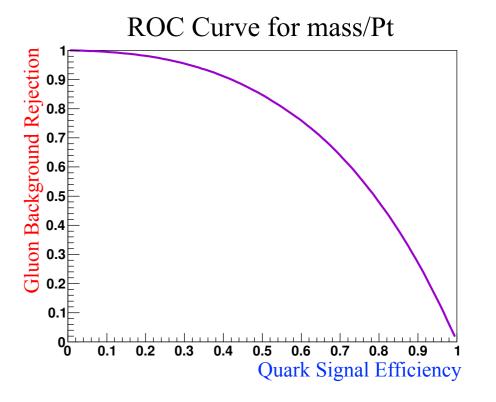


Kuark Jet $C_F = 4/3$



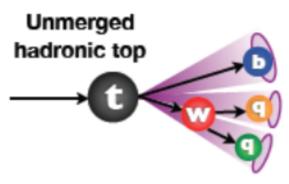
Gluon Jet $C_A = 3$

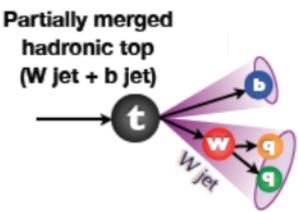


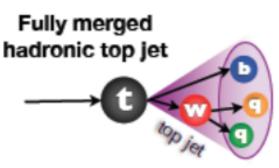




Alt-Jetler



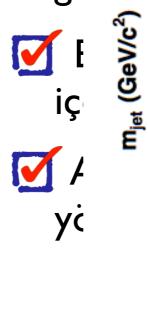


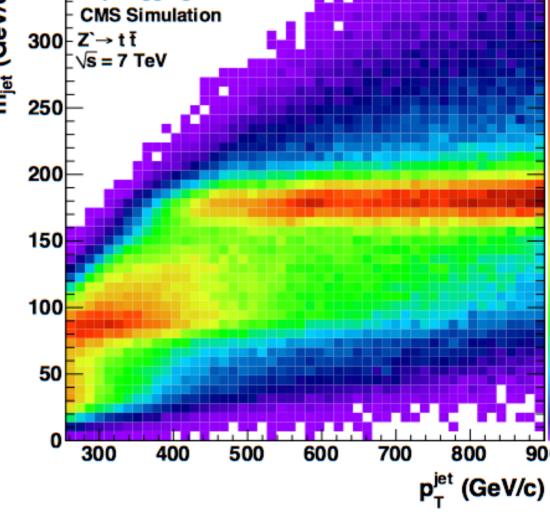


$$\Delta R \sim \frac{2 \cdot m_{\text{particle}}}{p_T}$$

- **▼** 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

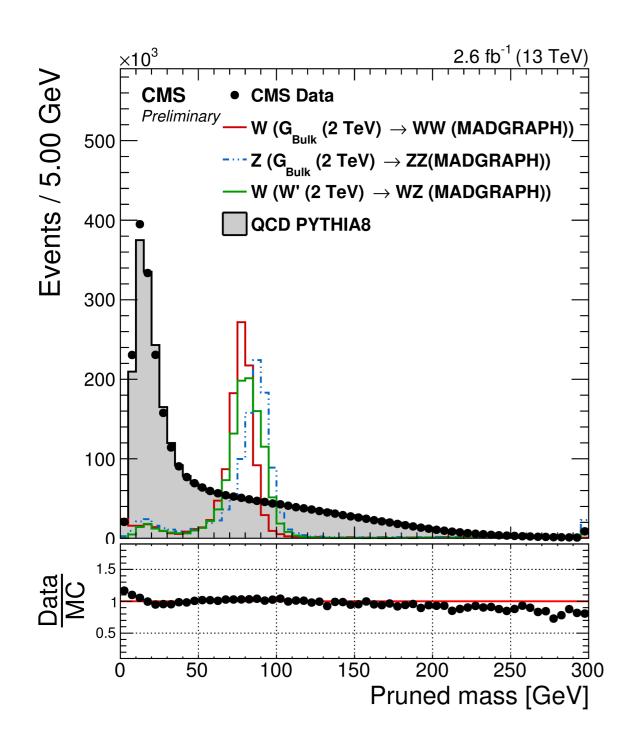


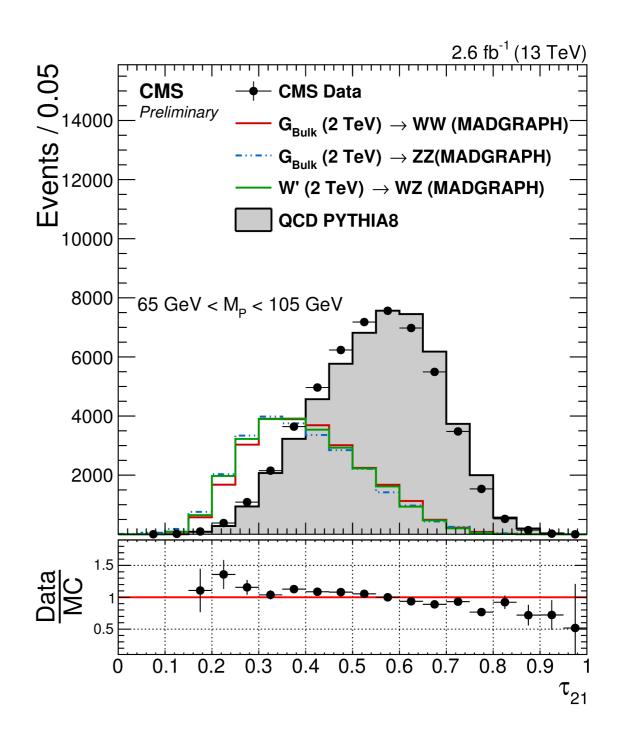


$$-\longrightarrow \bigcirc \bigcirc \bigcirc \bigcirc$$



Alt-Jetler





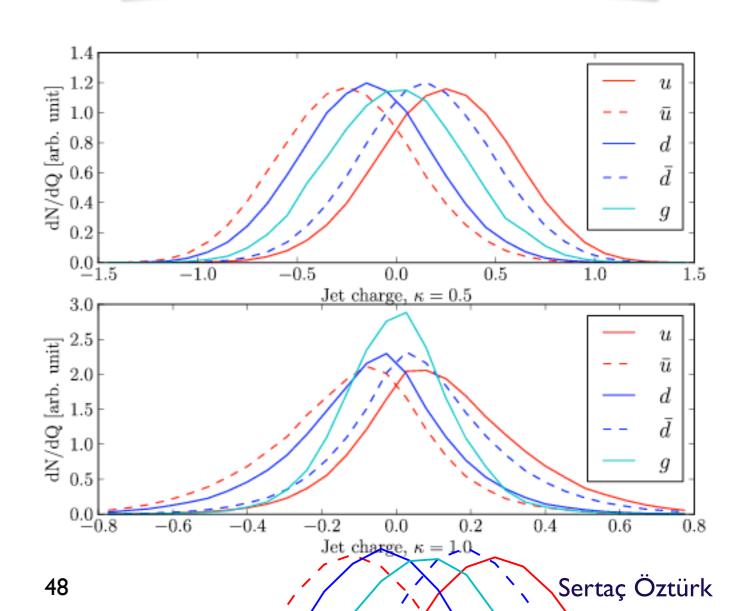


Jet Yükü

Bir jetin yükü belirlenebilir.

Bir kuark jetin yükünü 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 kirli fizik nesneleridir ve kalibre edilmedir.
 - √ Kalorimetre tepkisi ve dedektörün üniform olmaması.
- $oxed{M}$ İki-jet olayları ve γ +jet olayları kalibrasyon katsayılarını belirlemek için kullanılır.

