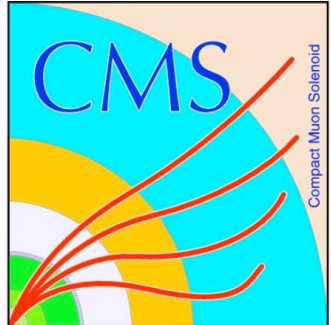




CMS Simülasyon Düzeltilme (Tune) Çalışmaları

19.05.2024

Mirac Ekim Vural, Altan Çakır, Sercan
Şen, Kerem Cankoçak

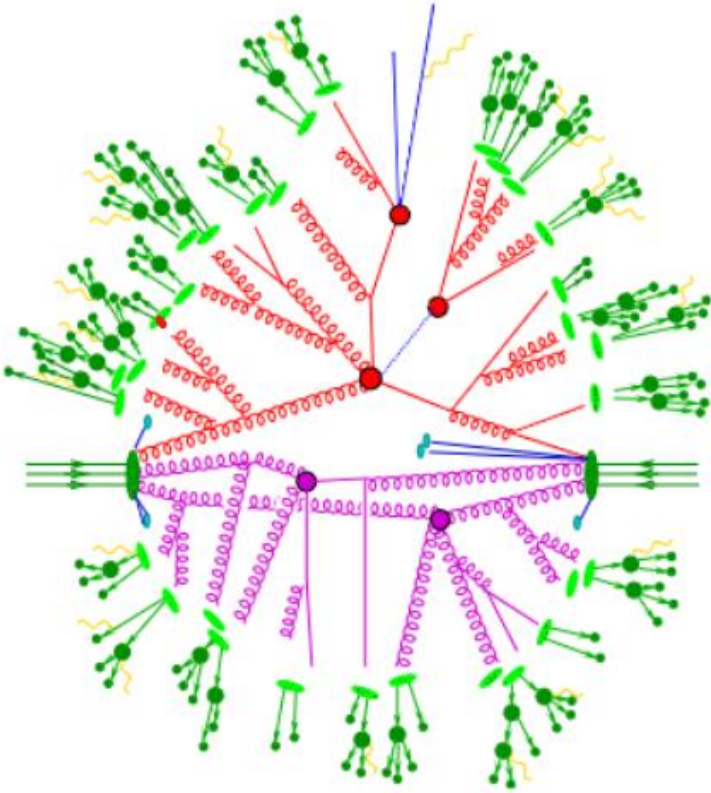


- Giriş
 - Neden düzeltmeler var?
 - Düzeltmelerinin rolü
 - Düzeltmelerinin hesabı
- DPS Simülasyonları Düzeltme Süreci
- Önceki Çalışmalar
- Herwig7 Düzeltmesi
 - Motivasyon
 - Herwig7 parametreleri
 - İlk sonuçlar
 - Düzeltilmiş simülasyon parametreleri
- Ekler

Çarpışmaların karmaşıklığı

Birden Fazla Süreç: Çarpışmalar bir çok alt süreç içerir; ana sert saçılım olayı, demet-demet kalıntıları (BBR), ve çoklu parton etkileşimleri (MPI) gibi. Bu süreçlerin hepsinin gözlemlenen veriye farklı seviyelerde katkıda bulunur.

Değişkenlik: Her çarpışmanın koşulları ve sonuçları önemli ölçüde değişebilir. Bu değişkenlikleri öngörmek, hassas modeller gerektirir.



Model doğruluğunu arttırması:

- Modelin gerçek deneysel verilere daha fazla uyumlu hale getirir.

Tüm katkıların hesaba katılması:

- Modeller ana sert saçılım olayı, demet-demet kalıntıları, ve çoklu parton etkileşimleri gibi bütün süreçleri yansıtmalıdır. Simülasyon düzeltilmeleri bu katkıların etkilerini doğru yansıtmasını sağlar.

Gözlemlenmemiş senaryolara dair tahminleme:

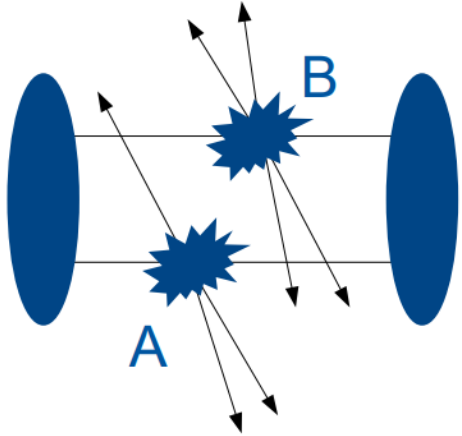
- İyi düzeltilmiş bir simülasyon modeli yeni şartları, gelecekteki deneylere dair tahminler yürütmemizi kolaylaştırır.

$$\chi^2(p) = \sum_{O_j} \sum_i \frac{(f_{i,O_j}(p) - R_{i,O_j})^2}{\Delta_{i,O_j}^2}$$

- **Farkların hesaplanması:** Her veri noktası için modelin tahmini ile gerçek gözlemlenen değer arasındaki fark hesaplanır
- **Farkların karesi alınır:** χ^2 değerine etkisinin pozitif ve negatif durumlarda birbirini götürmemesi için karelere bakılır
- **Belirsizlik ile normalleştirin:** Kare farkı belirsizliğin karesine bölünür. Böylece daha büyük belirsizlikler χ^2 üzerindeki katkısı azaltır (güven aralığı belirsizlik ile birlikte genişler)
- **Tüm noktaların toplanması:** Normalleştirilmiş kare farkları tüm veri noktaları üzerinden toplanır. Sonuç tüm parametre ve veri için χ^2 değeridir.

"Extraction and validation of a new set of CMS PYTHIA8 tunes from underlying-event measurements" <https://doi.org/10.48550/arXiv.1903.12179>

Çift Parton Saçılması (DPS)



Tek proton proton çarpışmasında eş zamanlı iki sert etkileşim

Düzeltilmede kullanılan gözlemlenebilirler:

İki hafif jet çifti arasındaki azimutal açı farkı

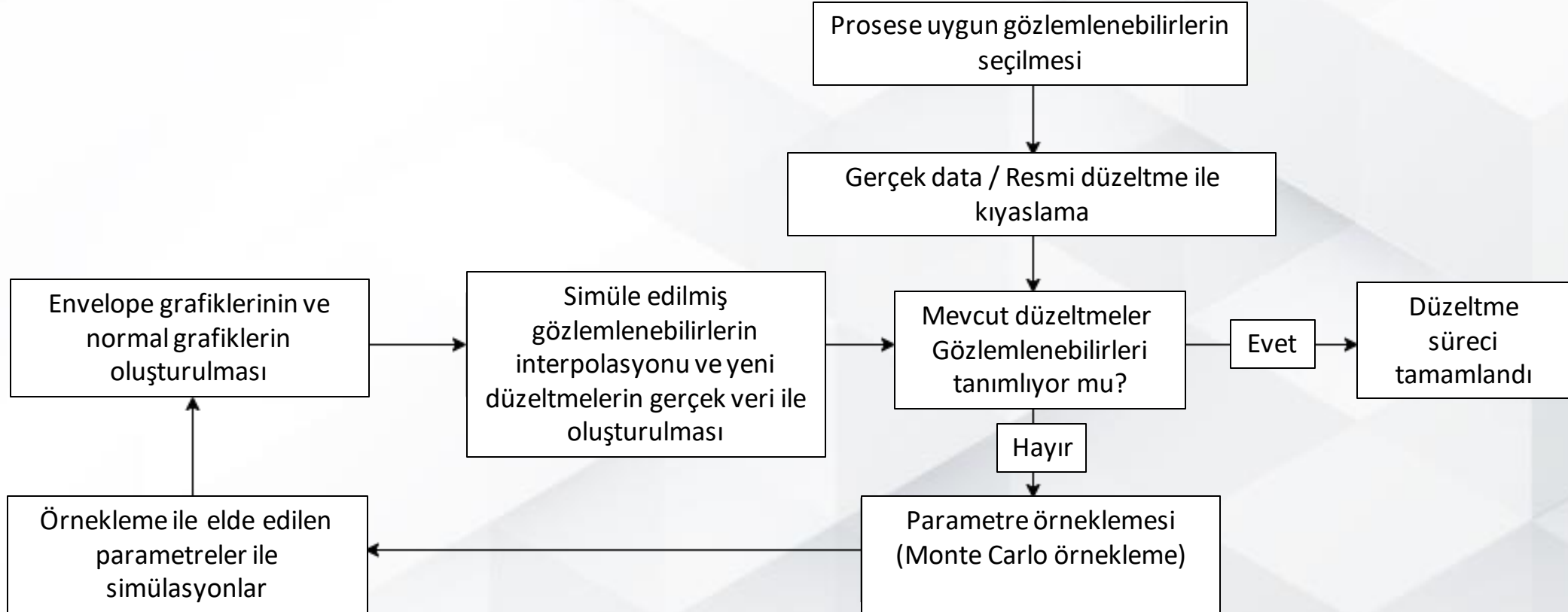
$$\Delta\phi = |\phi(j_1) - \phi(j_2)|$$

İki hafif jetin momentum dengesi

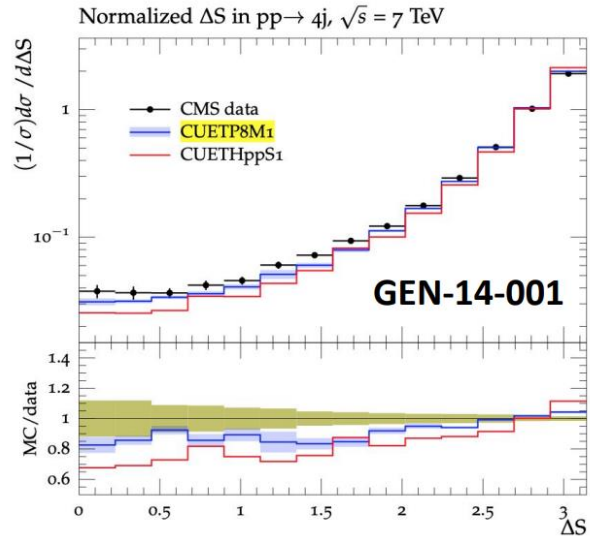
$$\Delta p_T = \frac{|p_T(j_1) + p_T(j_2)|}{(|p_T(j_1)| + |p_T(j_2)|)}$$

İki dijet çifti arasındaki azimutal açı

$$\Delta S = \frac{(p_T(j_3, j_4) \cdot p_T(j_1, j_2))}{(|p_T(j_3, j_4)| + |p_T(j_1, j_2)|)}$$

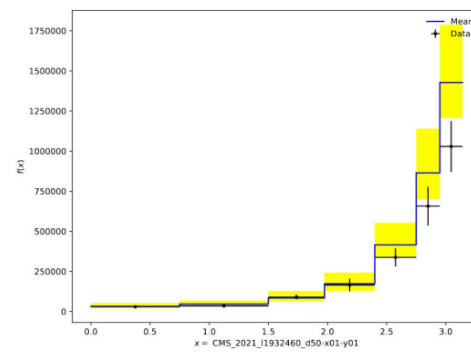
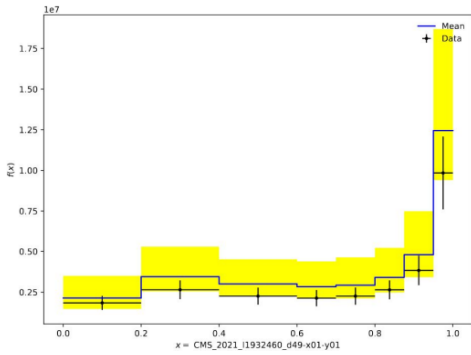
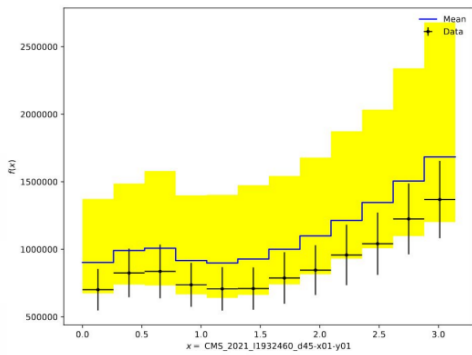
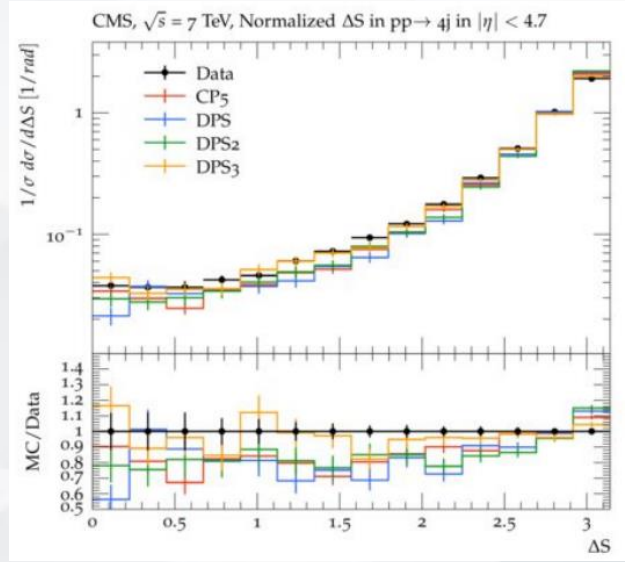


Önceki çalışma – Pythia8

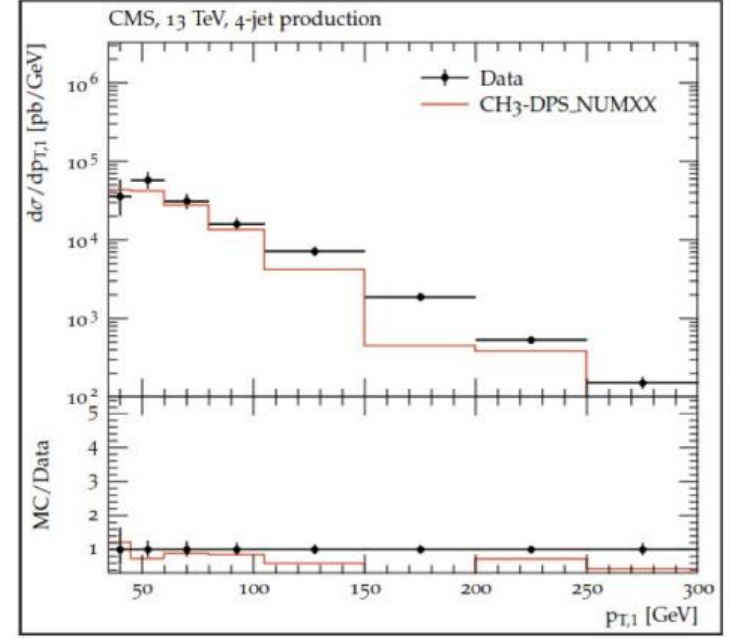
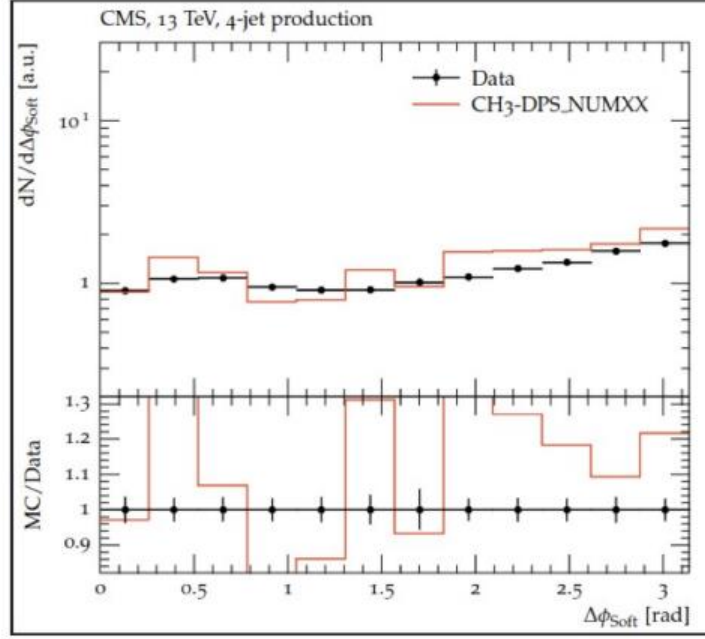
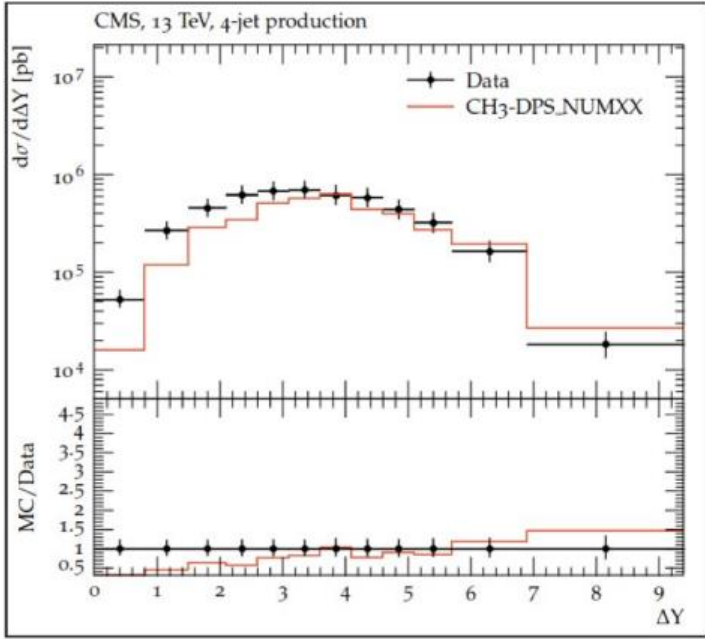


| PYTHIA8 Parameter | Tuning Range | Tune 4C | CDPSTP8S1-4j | CDPSTP8S2-4j |
|---|--------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| PDF | | CTEQ6L1 | CTEQ6L1 | CTEQ6L1 |
| MultipartonInteractions:pT0Ref [GeV] | 1.0-3.0 | 2.085 | 2.085* | 2.125 |
| MultipartonInteractions:ecmPow | 0.0-0.4 | 0.19 | 0.19* | 0.179 |
| MultipartonInteractions:expPow | 0.4-10.0 | 2.0 | 1.160 | 0.692 |
| ColourReconnection:range | 0.0-9.0 | 1.5 | 1.5* | 6.526 |
| MultipartonInteractions:ecmRef [GeV] | — | 1800 | 1800* | 1800* |
| χ^2/dof | — | — | 0.751 | 0.428 |
| Predicted σ_{eff} (in mb) | — | 30.3 | 21.3 ^{+1.2} _{-1.6} | 19.0 ^{+4.7} _{-3.0} |

* Fixed at Tune 4C value.



*CMS GEN-14-001
*CMS GEN-21-001

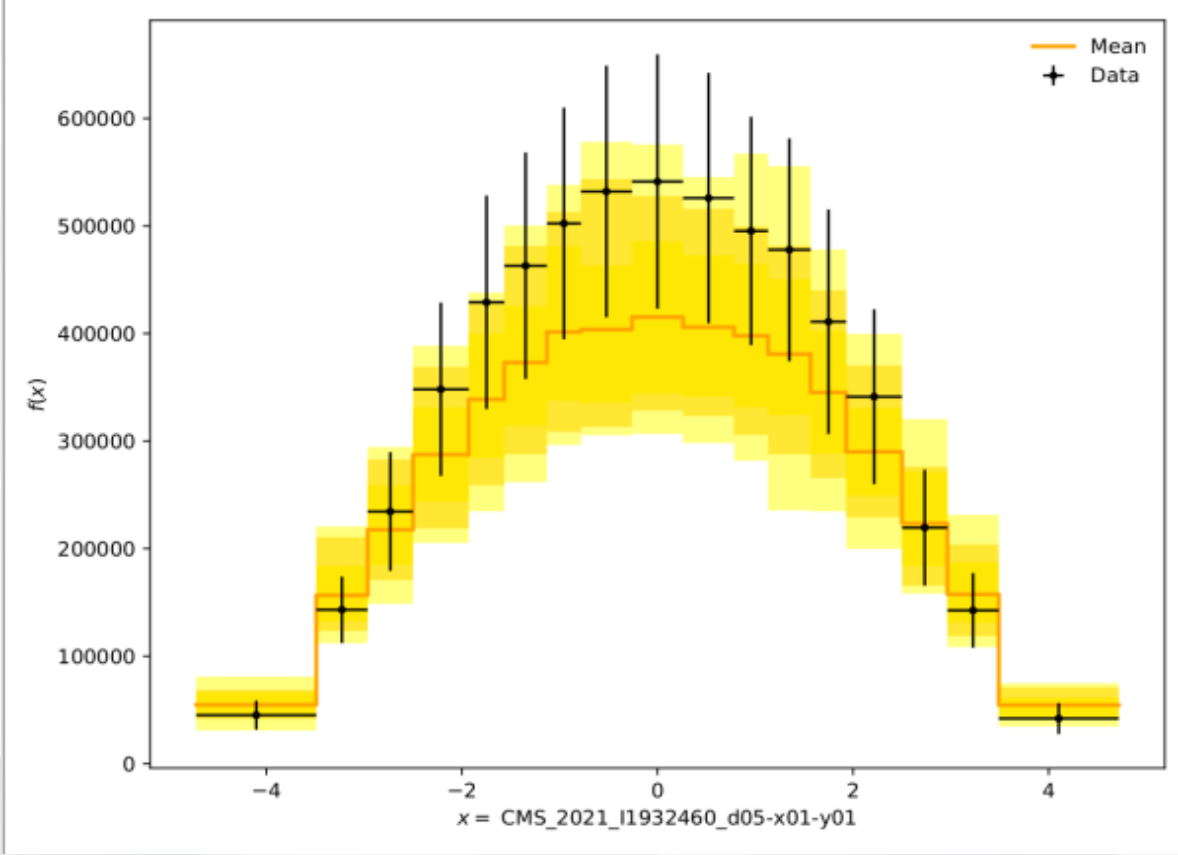
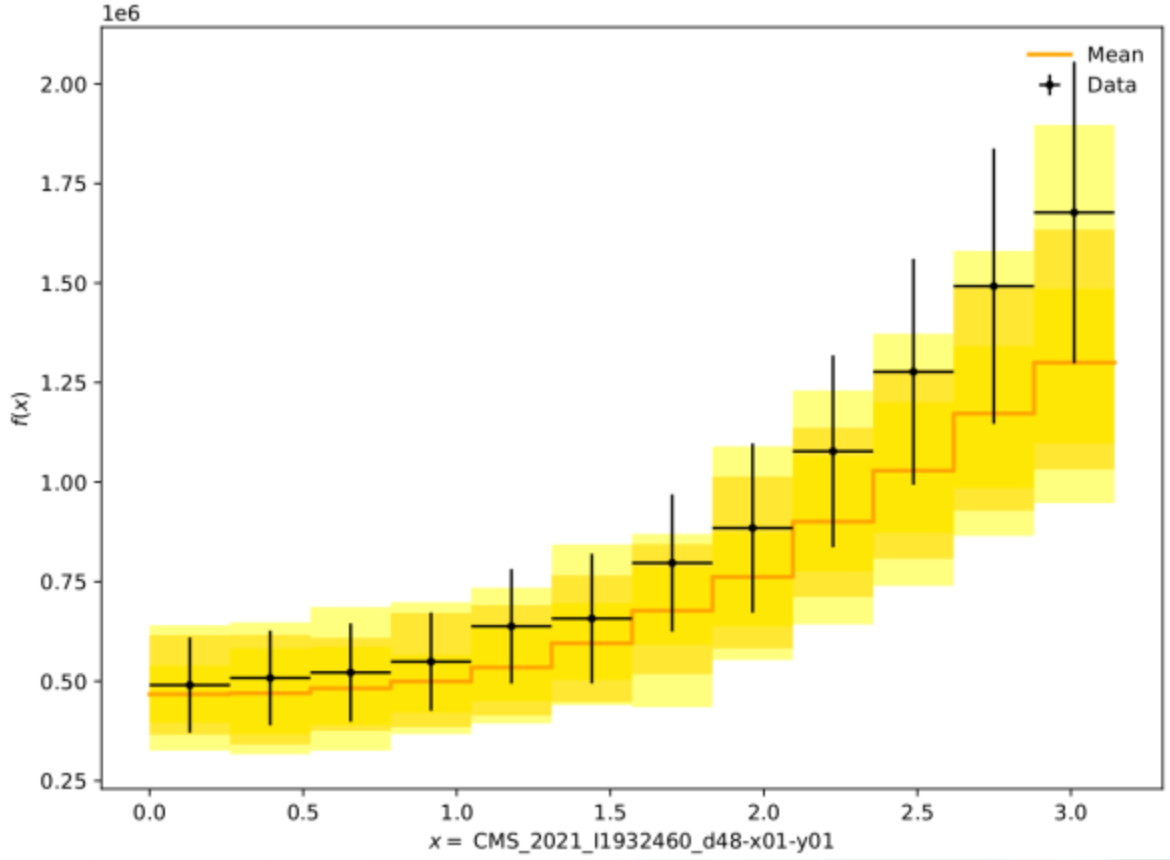


CMS 13TeV CH3 düzeltmelerinin Herwig7 üretcindeki gözlemlenebilirleri doğru tanımlamakta

DPS süreci düzeltmede kullanılan parametreler:

| Parameter | Ranges |
|---|------------|
| ColourReconnector:ReconnectionProbability | 0.05 – 0.9 |
| MPIHandler:InvRadius | 0.5 – 2.7 |
| MPIHandler:Power | 0.1 – 0.5 |
| MPIHandler:pTmin0 | 1.0 – 5.0 |

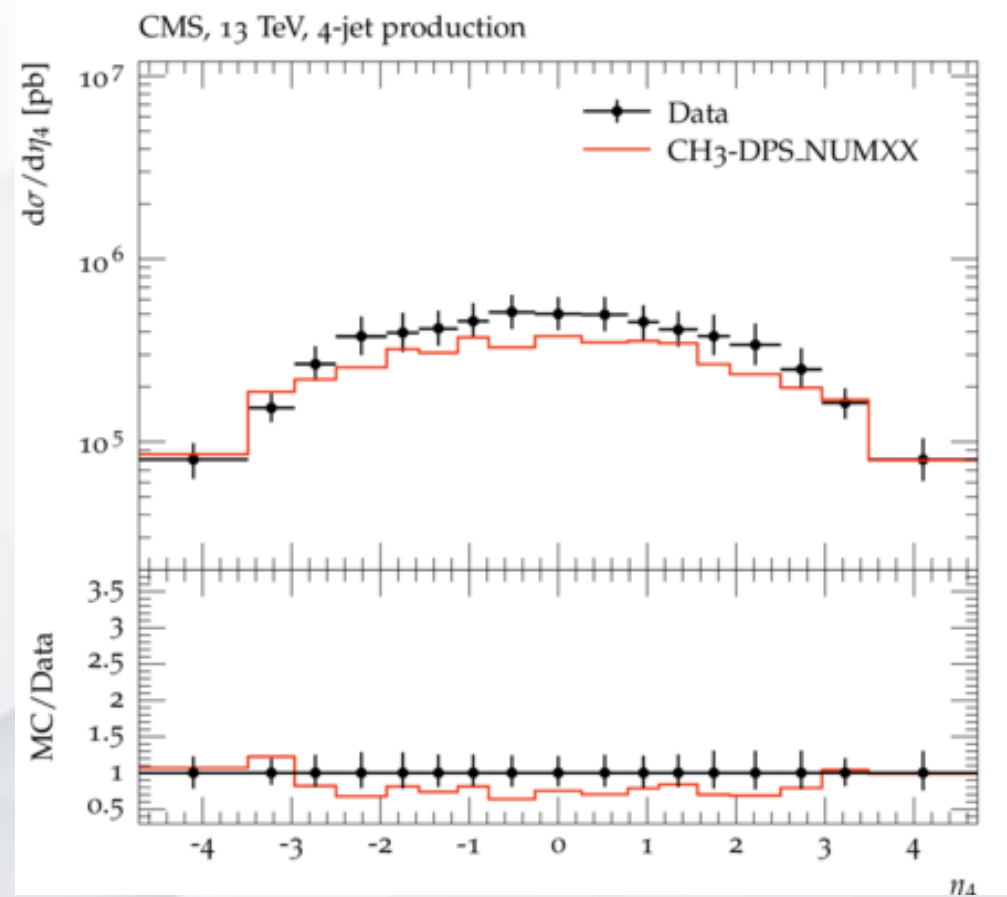
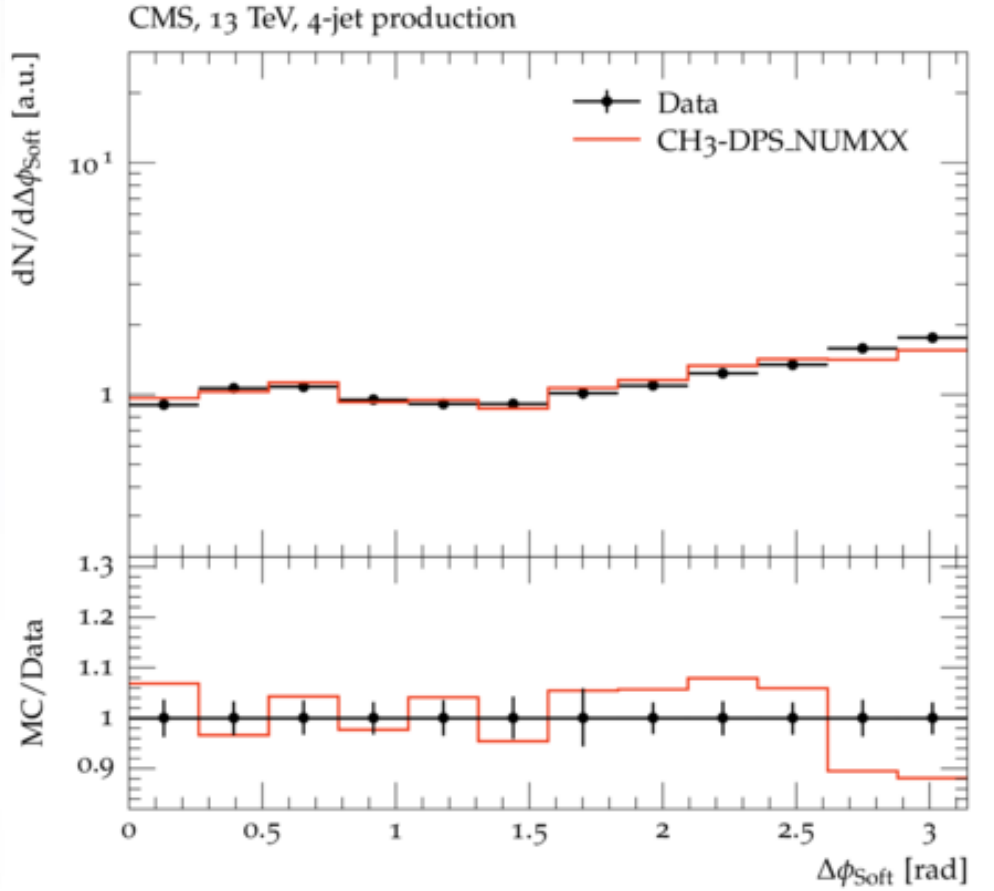
İlksel sonuçlar



| | Name | Value | Hesse Err | Minos Err- | Minos Err+ | Limit- | Limit+ | Fixed |
|---|--------|-------|-----------|------------|------------|----------|----------|-------|
| 0 | PARAM0 | 0.452 | 0.012 | | | 0.05437 | 0.887959 | |
| 1 | PARAM1 | 1.839 | 0.033 | | | 1.38316 | 4.99865 | |
| 2 | PARAM2 | 2.614 | 0.024 | | | 0.572305 | 2.67959 | |
| 3 | PARAM3 | 0.359 | 0.005 | | | 0.112668 | 0.498354 | |

| | PARAM0 | PARAM1 | PARAM2 | PARAM3 |
|--------|-----------|-----------|----------|-----------|
| PARAM0 | 0.000142 | 0.22e-3 | -0.10e-3 | -0.016e-3 |
| PARAM1 | 0.22e-3 | 0.00107 | -0.5e-3 | -0.007e-3 |
| PARAM2 | -0.10e-3 | -0.5e-3 | 0.000583 | 0.048e-3 |
| PARAM3 | -0.016e-3 | -0.007e-3 | 0.048e-3 | 2.38e-05 |

İlksel düzeltilmiş grafikler



Düzeltilmiş parametreler ile az istatistikli simülasyonlardan elde edilen grafikler

Simülasyon düzeltme (tuning) işlemi:

- Çarpışma karmaşıklığı ve değişken deney koşulları gibi etkenleri simülasyonlarda yansıtmak ve simülasyon modellerini gerçek verilerle uyumunu arttırmak için yapılır.
- Simülasyonlardaki seçilen olaya en çok etkisi olan gözlemlenebilirler üzerinden gerçek deneysel veriler kullanılarak hesaplanır.

DPS simülasyon düzeltmesi (tuning) süreci:

- Azimutal açı farkları ve momentum dengesi gözlemlenebilirleri mevcut simülasyon parametreleri ile yeterli doğrulukta üretilmemekte.
- DPS için Herwig7 üreticinin düzeltilmesi üzerine yapılan çalışmadaki ilksel sonuçlar paylaşıldı, istatistiğin arttırılması ve grafiklerin çıkartılması ile çalışma devam ettirilmekte.

```

Begin processing the 970001st record. Run 1, Event 970001, LumiSection 1 on stream 0 at 14-May-2024 13:00:10.414 CEST
Begin processing the 980001st record. Run 1, Event 980001, LumiSection 1 on stream 0 at 14-May-2024 13:08:09.469 CEST
Begin processing the 990001st record. Run 1, Event 990001, LumiSection 1 on stream 0 at 14-May-2024 13:16:00.119 CEST

-----
GenXsecAnalyzer:
-----
Before Filter: total cross section = 1.367e+09 +- 7.575e+05 pb
Filter efficiency (taking into account weights)= (1e+06) / (1e+06) = 1.000e+00 +- 0.000e+00
Filter efficiency (event-level)= (1e+06) / (1e+06) = 1.000e+00 +- 0.000e+00 [TO BE USED IN MCM]

After filter: final cross section = 1.367e+09 +- 7.575e+05 pb
After filter: final fraction of events with negative weights = 0.000e+00 +- 0.000e+00
After filter: final equivalent lumi for 1M events (1/fb) = 7.317e-07 +- 8.366e-10

=====
MessageLogger Summary

type      category      sev      module      subroutine      count      total
-----
1 GenXSecAnalyzer      -w GenXSecAnalyzer:      7      7

type      category      Examples: run/evt      run/evt      run/evt
-----
1 GenXSecAnalyzer      EndJob      EndJob      EndJob

Severity      # Occurrences      Total Occurrences
-----
Warning      7      7

dropped waiting message count 0

The MCnet usage guidelines apply to Rivet: see http://www.montecarlo.net.org/GUIDELINES
Please acknowledge Rivet in results made using it, and cite https://arxiv.org/abs/1912.05451

BasicConsistency: maximum 4-momentum violation: 4.29759 MeV

```

Lxplus – CMSSW simülasyon çıktısı ekranı

mvural@cern.ch



PYTHIA 8.3

<https://pythia.org/>



<https://herwig.hepforge.org/>



Sherpa


<https://arxiv.org/pdf/1905.09127>

Herwig7, Pythia8 ve Sherpa –açık kaynak parçacık fiziği üreteçleri




Rivet 

 release-4-0-x  rivet

History Find file Code 








Merge branch 'release-4-0-x-stdfilesystem' into 'release-4-0-x' 
Christian Gutschow authored 1 day ago



1eadc978

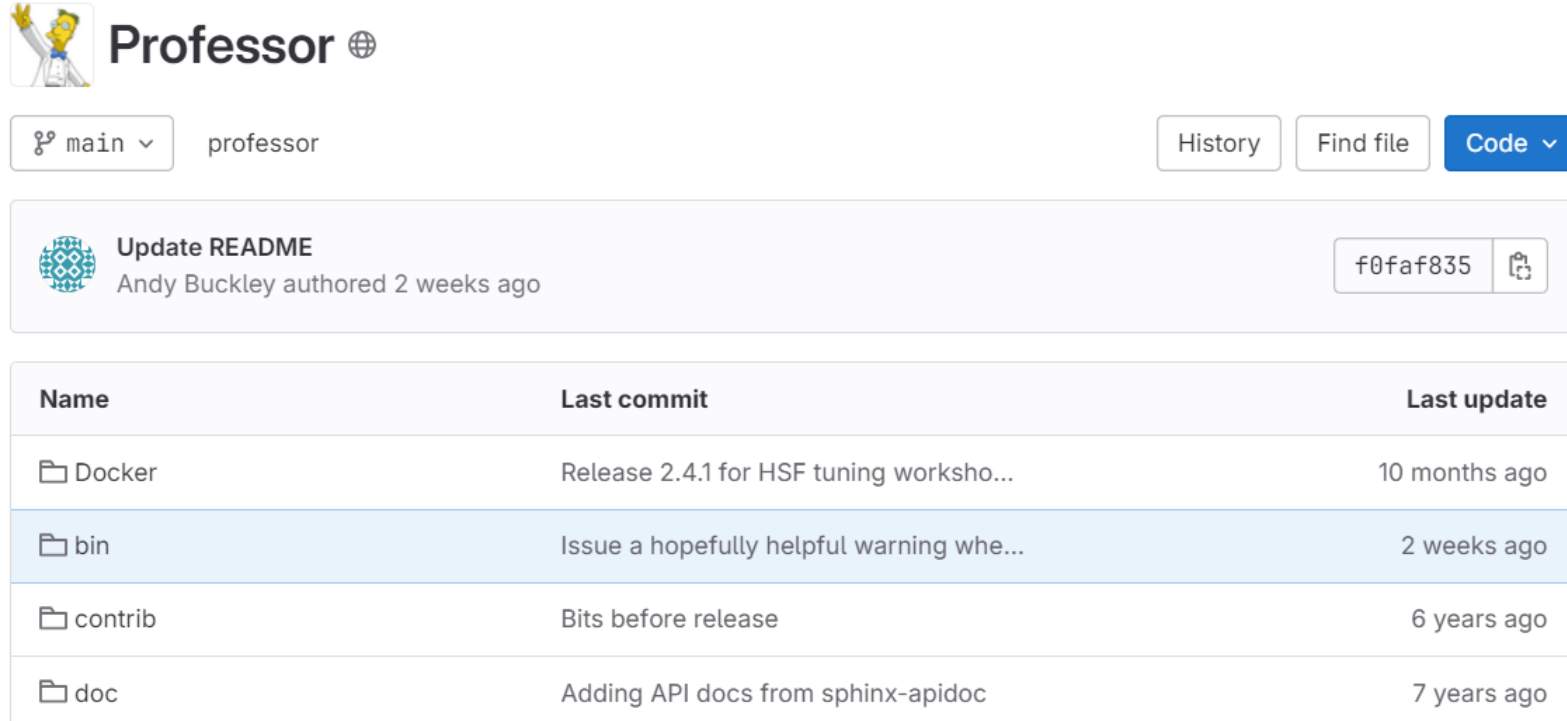




| Name | Last commit | Last update |
|---|--|--------------|
|  analyses | Merge branch 'i2183281-fixCRZ' into '... | 2 days ago |
|  bin | Resolve "Minor Python 3.12 issues" | 1 week ago |
|  ci | CSV ntuple example analysis | 1 year ago |
|  data/refdata-unused | remove minimal TeX distro | 2 months ago |
|  doc | Delete more imports from __future__ ... | 3 weeks ago |


Rivet – MC analiz programı



<https://gitlab.com/hepcedar/rivet/>





mvural@cern.ch



 **Professor** 

 main ▼ professor History Find file Code ▼

 **Update README**
Andy Buckley authored 2 weeks ago f0faf835 

| Name | Last commit | Last update |
|---|--|---------------|
|  Docker | Release 2.4.1 for HSF tuning worksho... | 10 months ago |
|  bin | Issue a hopefully helpful warning whe... | 2 weeks ago |
|  contrib | Bits before release | 6 years ago |
|  doc | Adding API docs from sphinx-apidoc | 7 years ago |

Professor – Açık kaynak bir yazılım; parametre örnekleme, interpolasyon, envelope çıkarma gibi işlevleri var

<https://gitlab.com/hepcedar/professor>