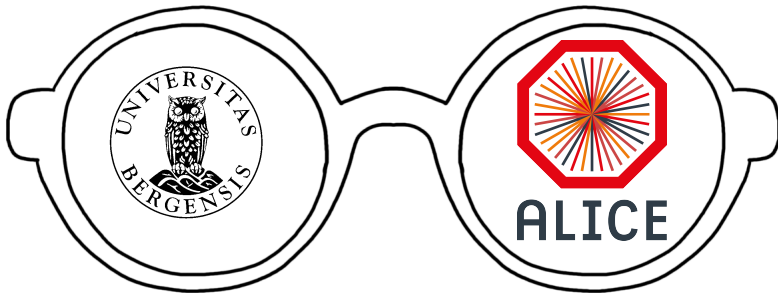


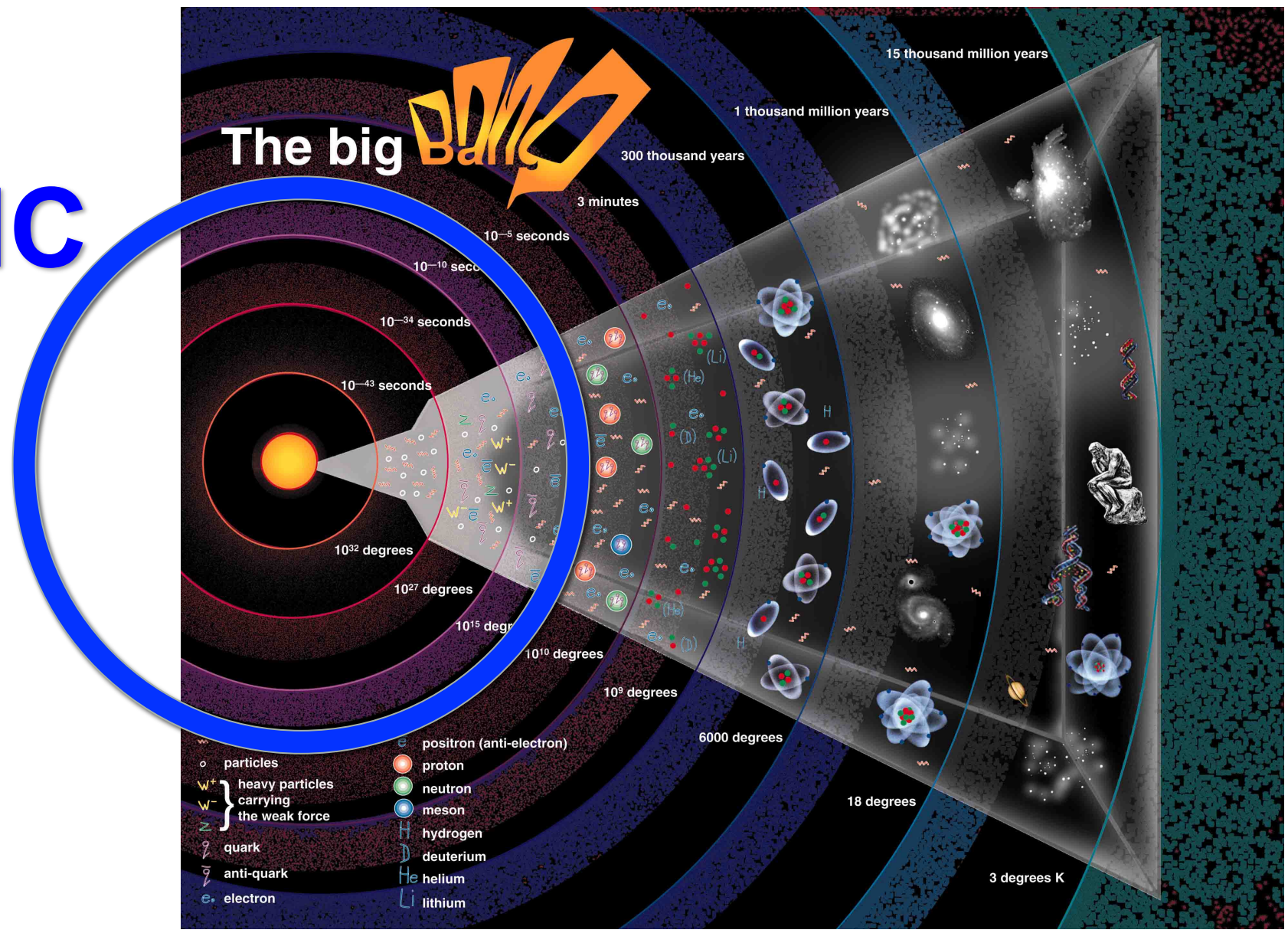
ALICE'TE AÇIK AĞIR ÇESNİ NİCELİKLERİ VE ÖLÇÜMLERİ*

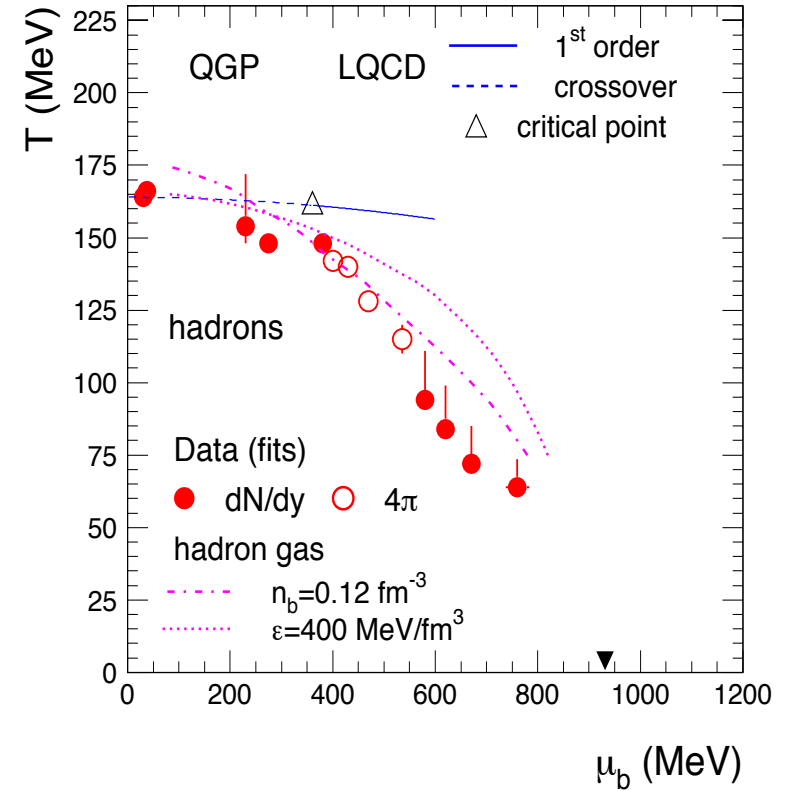
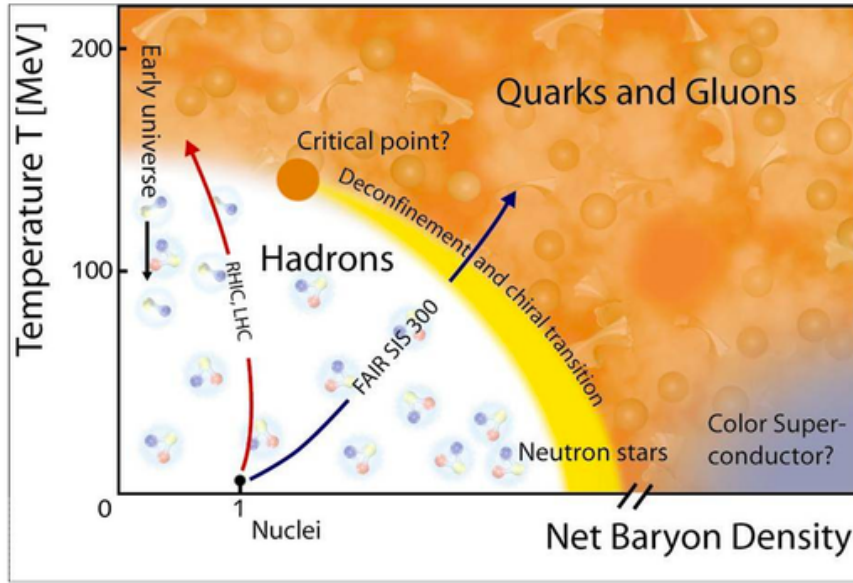
ALICE adına Sedat Altınpınar
12.02.15 ANKARA YEF GÜNLERİ



*PbPb ve pp sonuçlarından bir seçki

LHC

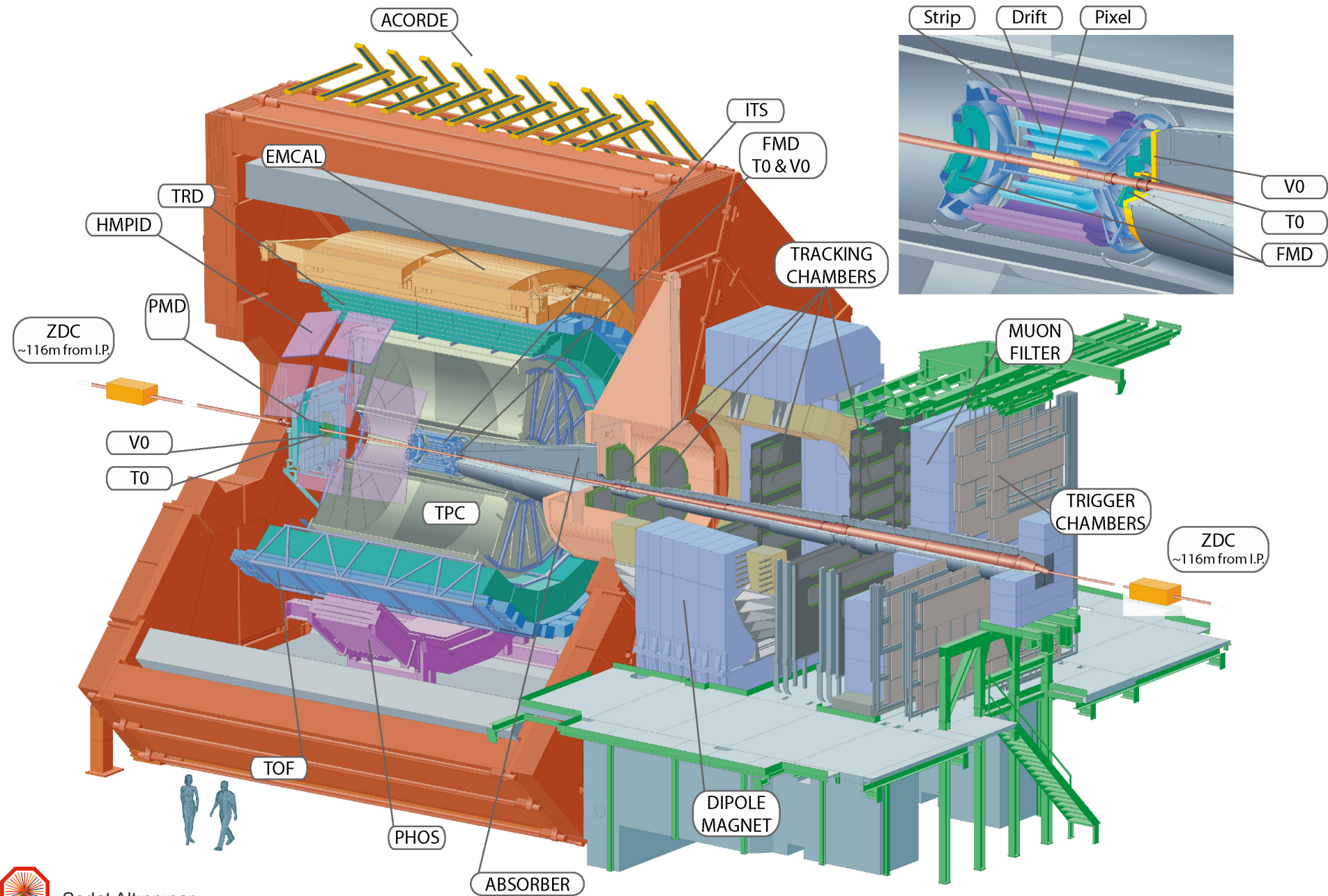




Nuclear Physics A, 834(1-4):237c – 240c, 2010

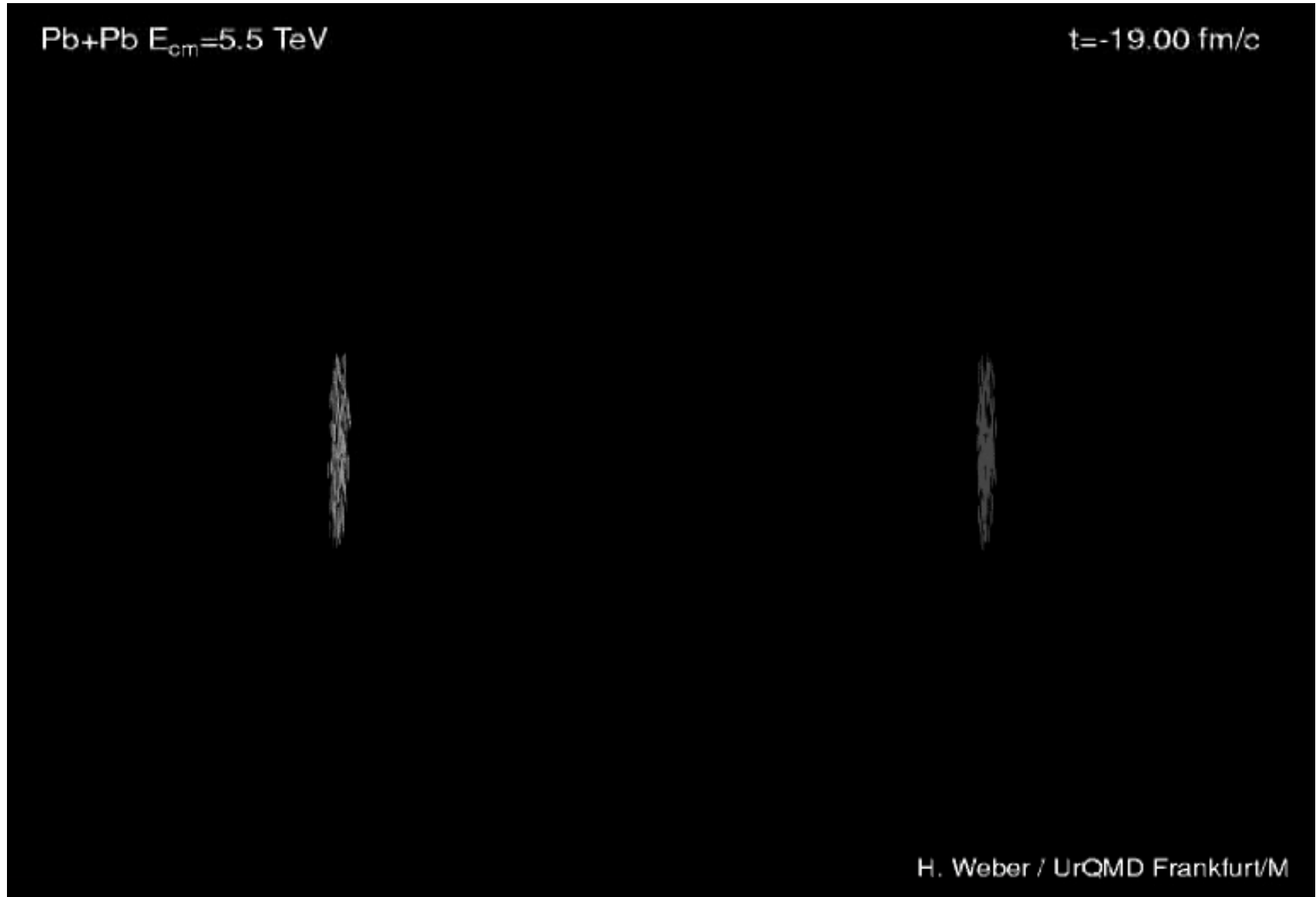
- Faz diyagramını Kuantum Renk Dinamiği (QCD) belirliyor
- Kuark Gluon Plazması (QGP) rejiminde kuarklar salıverilmiştir
- Sözü geçen plazma ortamı yüksek enerjili hızlandırıcılarda üretilebilir
- ALICE maddenin bu halini incelemek için tasarlanmıştır





- Ağır Çeşni (Heavy Flavour): İlgili Kuark kütleleri $> \Lambda_{\text{QCD}}$ yani
 - c charm
 - b beauty
 - (t top)
- Açık Ağır Çeşni (Open Heavy Flavour): Ağır kuarkın partneri yok
 - $D^0(c, u\text{-bar}), D^+(c, d\text{-bar}), \dots$
 - $B^0(d, b\text{-bar}), B^+(u, b\text{-bar}), \dots$
 - $\Lambda_c(u, d, c), \dots$
- Tipik bozunma mesafeleri ($c\tau$) 100 mikronun üzerinde

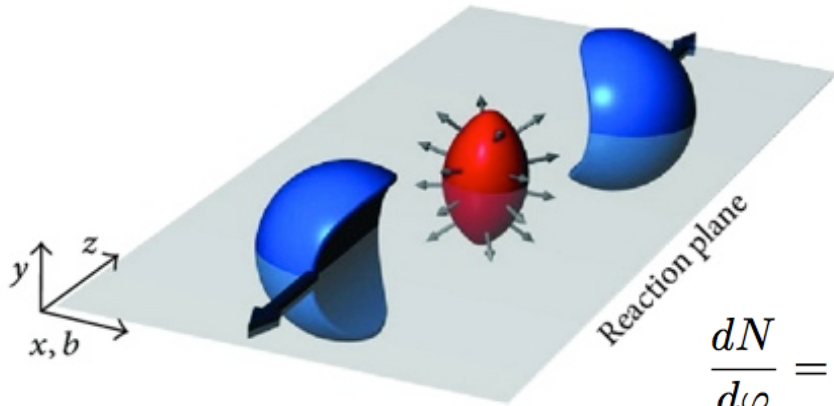




- Maddenin genel nitelikleri: İletkenlik, renk, yoğunluk, faz halleri, manyetizma,...
- Etkin bir sonda: Ağır Kuarklar (Ağır Çeşni)
- Çünkü ağır kuarklar:
 - Çarpışmalarda erken oluşurlar ve beraberlerinde zengin bilgi taşırlar. Charm vs QGP formation time ~ 0.1 fm/c vs $\sim 5-10$ fm/c
 - Medyumda hemen hemen oluşmadıkları için proton-proton çarpışmaları güvenilir bir referanstır
 - Partonik enerji kaybı modellerinde çeşni önemli bir parametredir
 - perturbative QCD için kritik bir sınavdır
 - Kütlesini QGP ortamında koruyor
 - LHC'de büyük tesir kesitleri var



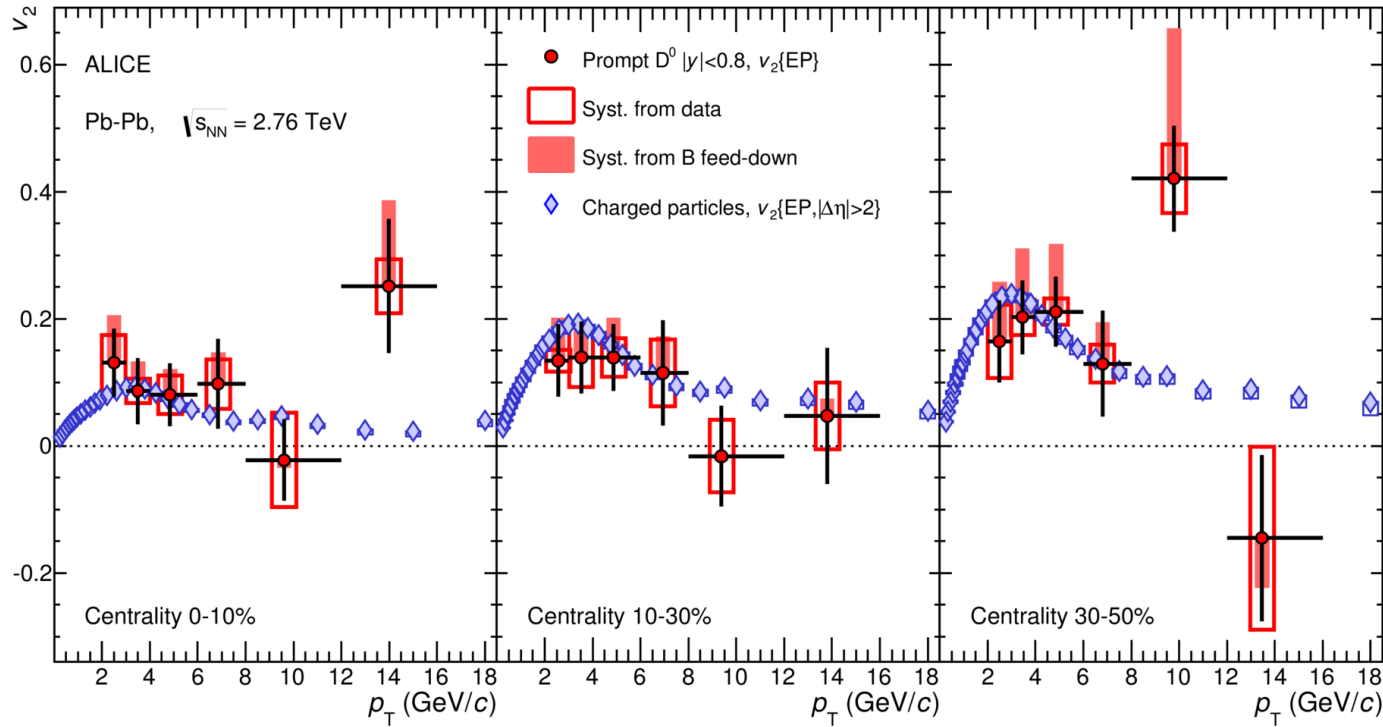
- Kuark Gluon Plazması bir sıvı mı?
- Hidrodinamik temelli modeller tutarlı sonuçlar veriyor mu?
- Azimütal açı dağılımı Fourier analizi ile karakterize ediliyor.



$$\frac{dN}{d\varphi} = \frac{N_0}{2\pi} (1 + 2v_1 \cos(\varphi - \Psi_1) + 2v_2 \cos(\varphi - \Psi_2) + \dots)$$

- En güçlü anizotropi ikinci harmonikte gözlemleniyor.
- Merkeziyet (Centrality) çarpma parametresinin bir fonksiyonudur.





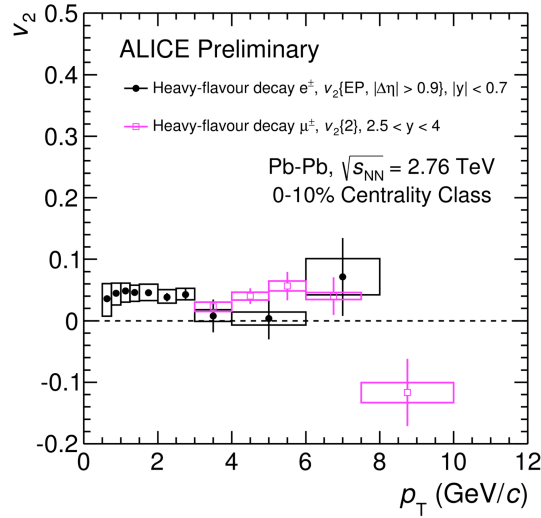
PbPb

ALI-PUB-70100

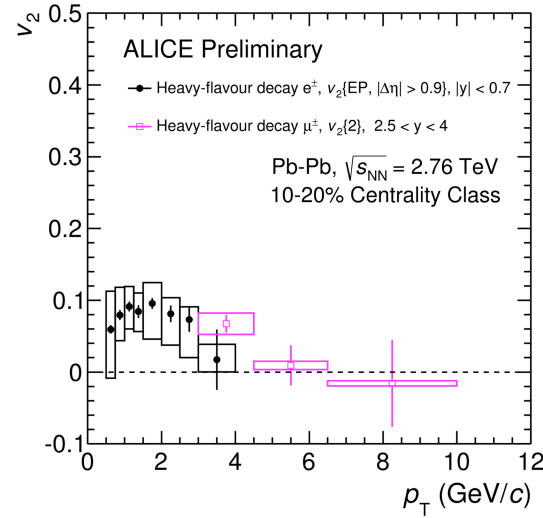
Phys. Rev. C 90 (2014) 034904

- Hem yüklü parçacıklar hem de D^0 mezonları için pozitif ve benzeyen bir v_2 sözkonusu
- Merkeziyetin azalmasıyla v_2 'de artış işaretleri var
- Düşük dik momentumlarda charm “akıyor”
- Yüksek momentumlarda kesinlik için yeni veriler gerek

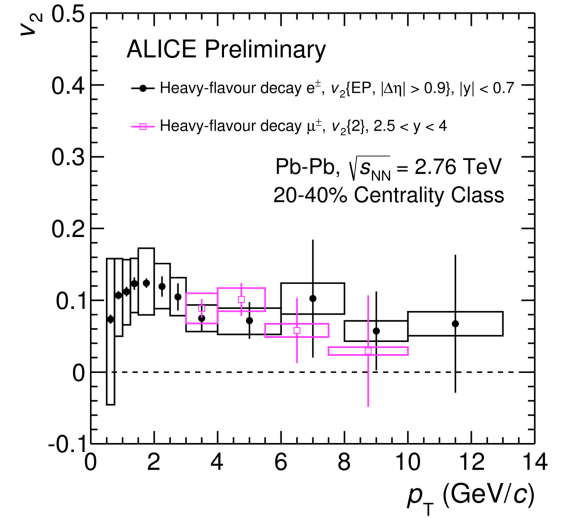




ALI-PREL-77612



ALI-PREL-77620

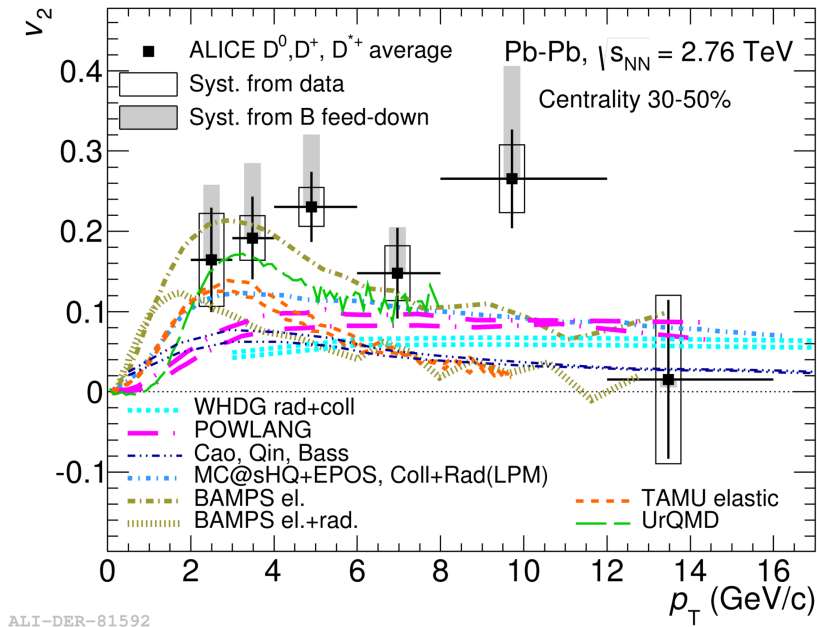


ALI-PREL-77628

PbPb

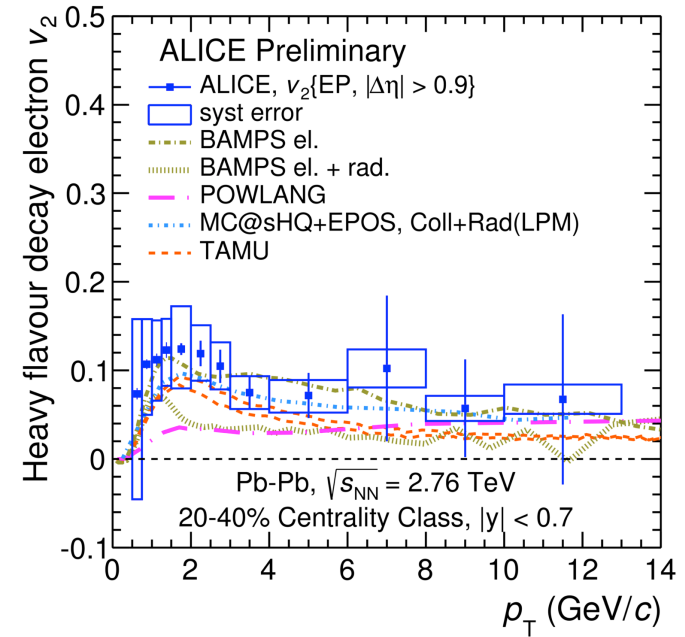
- Ağır çeşni kaynaklı elektronlar ve müonlar kollektif harekete katılıyor
- Ağır çeşninin pozitif v_2 'si destekleniyor
- Burada da merkeziyetin azalmasıyla v_2 'de artış işaretleri var
- Elektronlarla müonların v_2 'si tutarlı.





ALI-DER-81592

Phys. Rev. C 90 (2014) 034904*



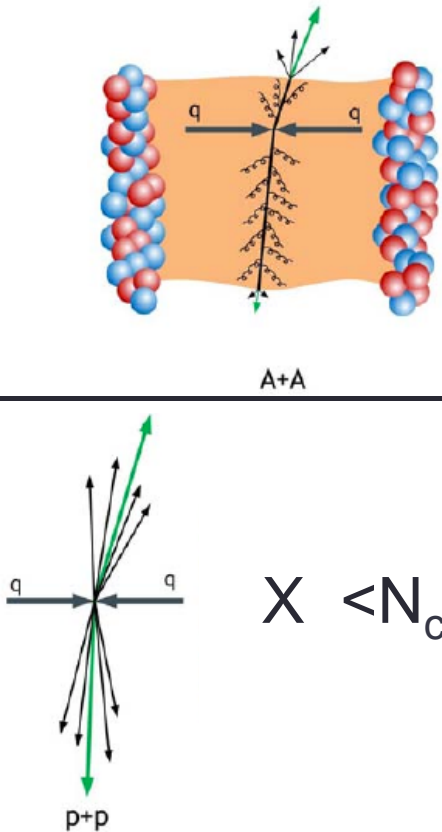
ALI-PREL-77576

PbPb

- Tüm modeller hidrodinamik temelli ama kısmen farklı efektleri içeriyorlar
- Ağır çeşni v_2 'sini global olarak çok başarılı tarif eden bir model yok



R_{AA} Nükleer Değişim Oranı (Nuclear Modification Factor)

$$R_{AA}(p_T) = \frac{\text{A+A}}{\text{p+p} \times \langle N_{\text{coll}} \rangle} = \frac{dN_{AA}^D / dp_T}{\langle T_{AA} \rangle \times d\sigma_{pp}^D / dp_T}$$


- $R_{AA} = 1$ medyum etkisi yok (Mesela Foton ölçümlerinde)
- R_{AA} momentum dağılımındaki değişikliği dolayısıyla da medyumdaki enerji kaybını karakterize eder. Mesela medyumun yoğunluğu hakkında bilgi verir
- $\Delta E(g) > \Delta E(uds) > \Delta E(c) > \Delta E(b)^*$ mi? (R_{AA} için de ~geçerli) (*Phys. Lett. B519 (2001) 199)



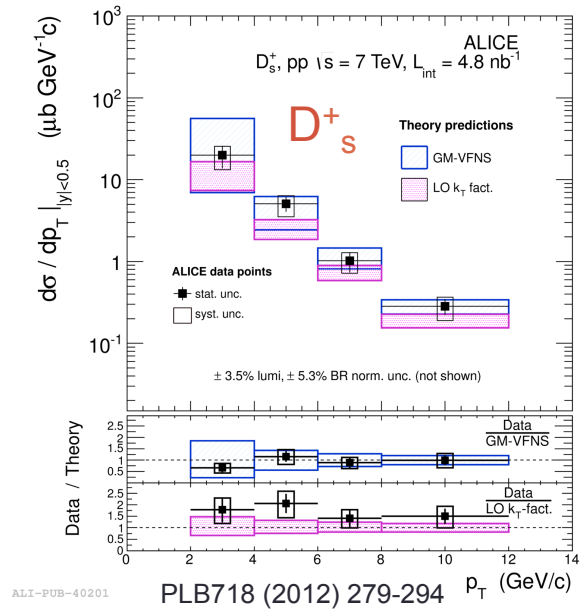
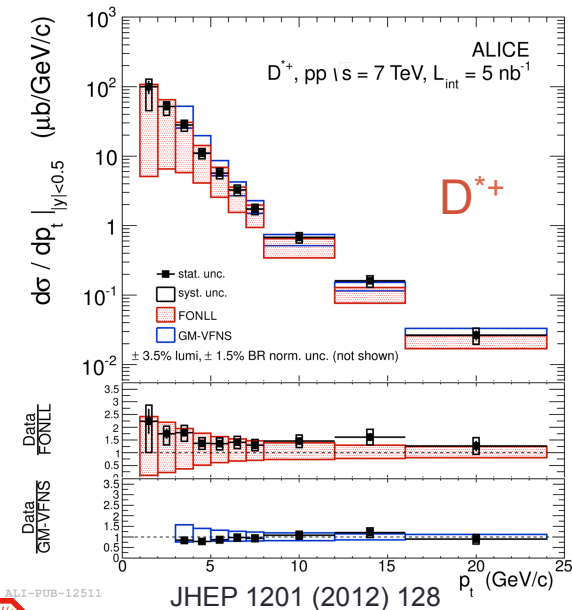
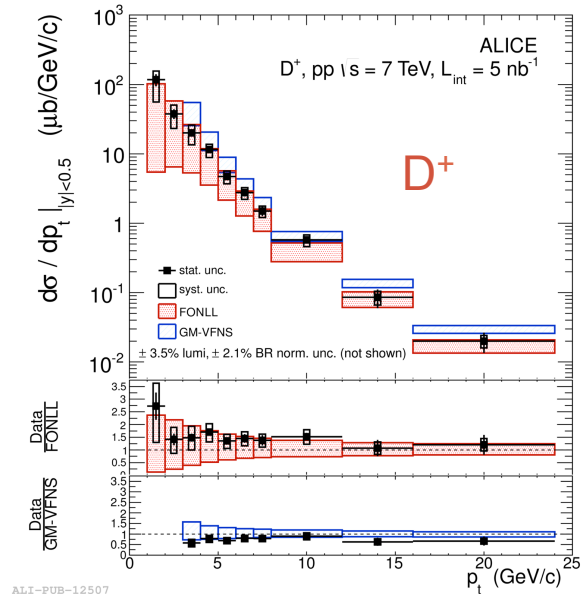
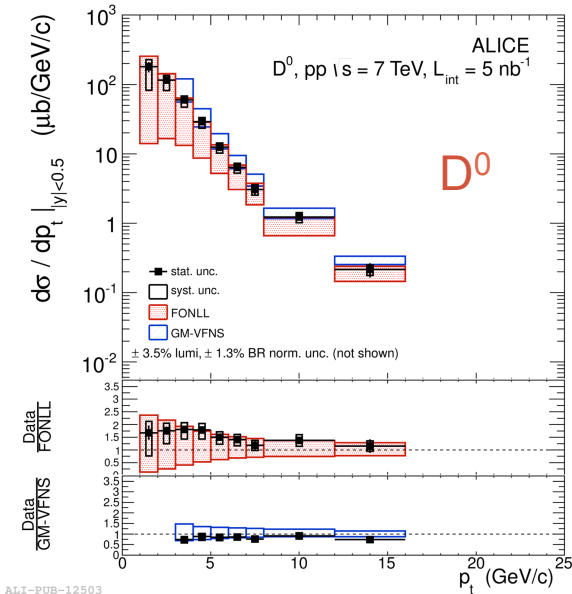
pp

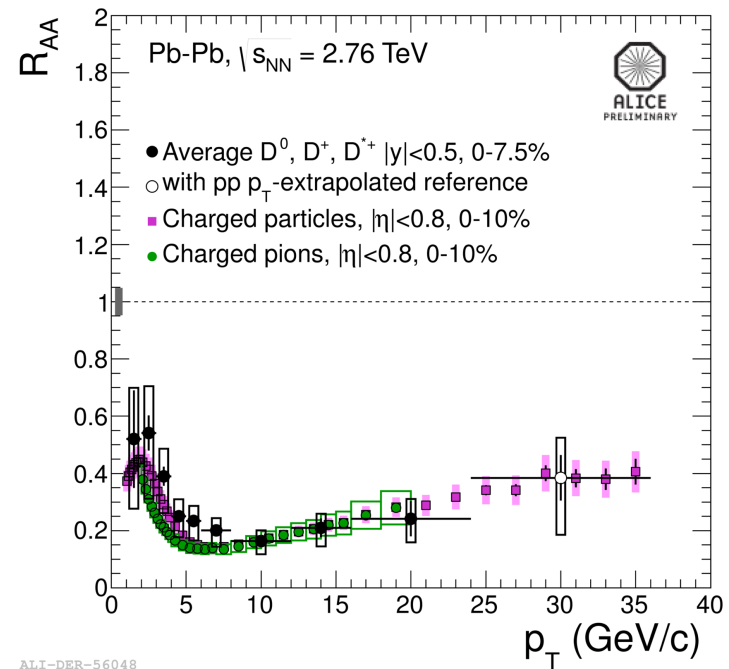
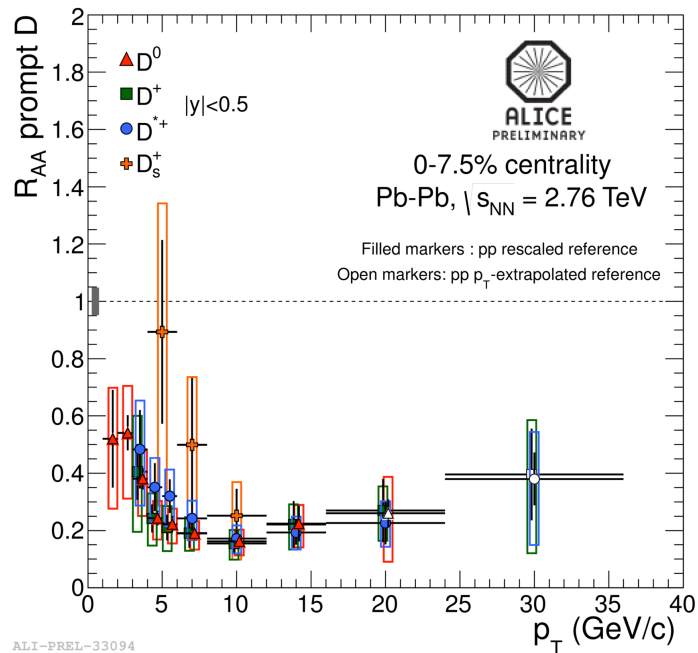
Ölçümlerimiz tesir kesitleri

pQCD tabanlı olan

FONLL ve GM-VFNS*

modelleri ile tutarlı



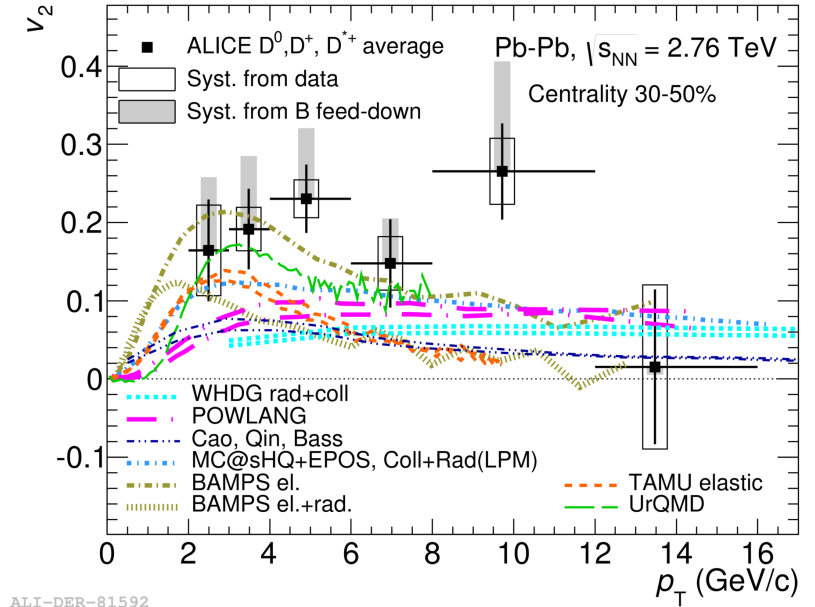
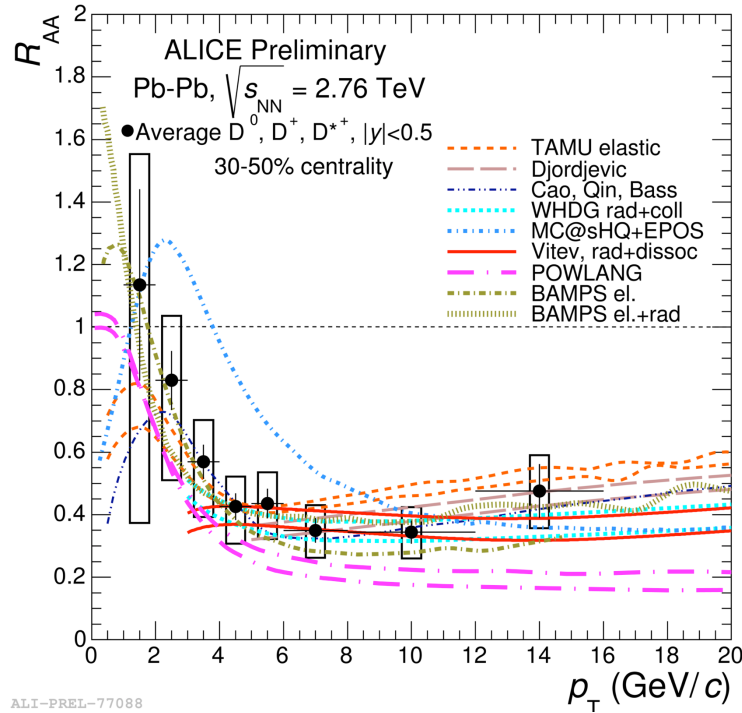


PbPb

- Charm belli momentum bölgelerinde önemli ölçüde bastırılıyor
- D mezon türlerinin R_{AA} 'si benzeşiyor
- D_s ilk defa PbPb çarpışmalarında ölçülüyor
- Düşük momentumlarda "Coalescence*" modellerinin öngördüğü D_s trend farklılığı görülüyor ancak istatistiksel yeterlilik henüz sözkonusu değil.
- D mezonlarının ve yüklü parçacıkların R_{AA} 'si benzeşiyor. $\Delta E(u d) > \Delta E(c)$ ile ilgili bir işaret gözlemlenmedi

* Kuznetsova & Rafelski, EPJ C51(2007)113;
He et al., arXiv:1204.4442;
Andronic et al., arXiv:0708.1488



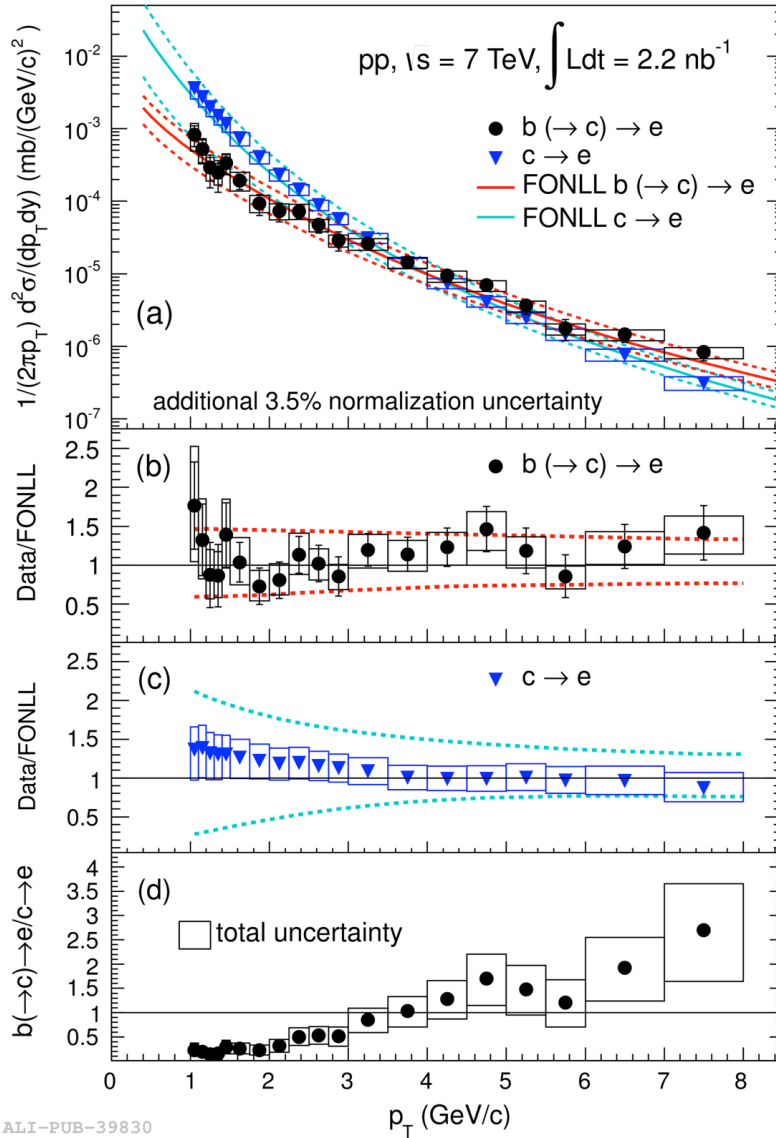


Phys. Rev. C 90 (2014) 034904

PbPb

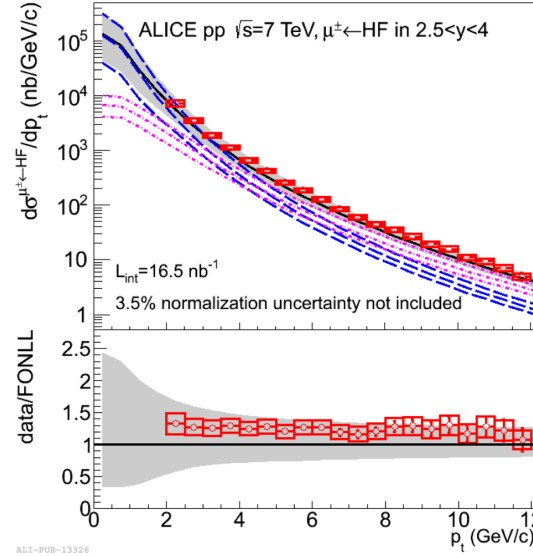
- Modellerin ölçümlerimizi tarif etme başarısı momentum bölgesine göre değişiyor
- Bir çok model hem v_2 'yi hem de R_{AA} 'yi başarılı bir şekilde tarif etmekte zorlanıyor





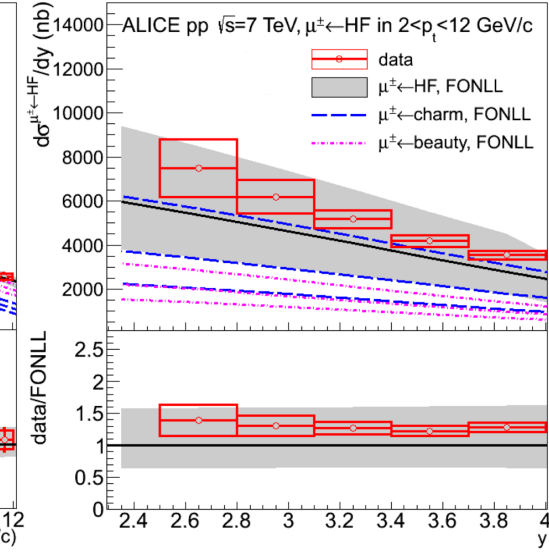
ALI-PUB-39830

Physics Letters B 721 (2013) 13–23



ALI-PUB-13326

PLB 708 (2012) 265



pp

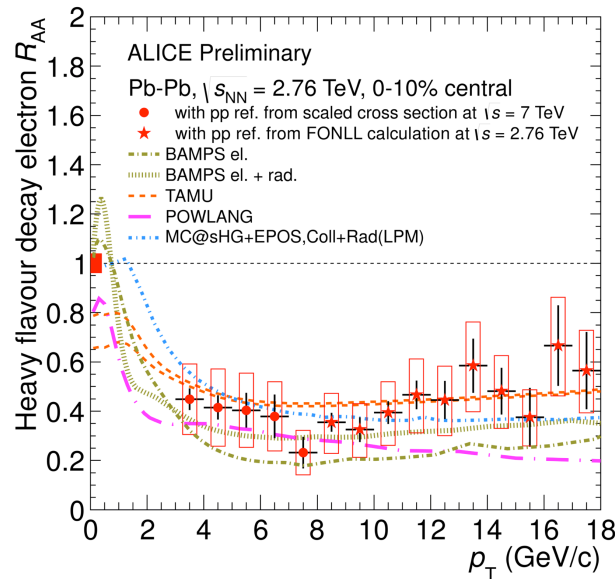
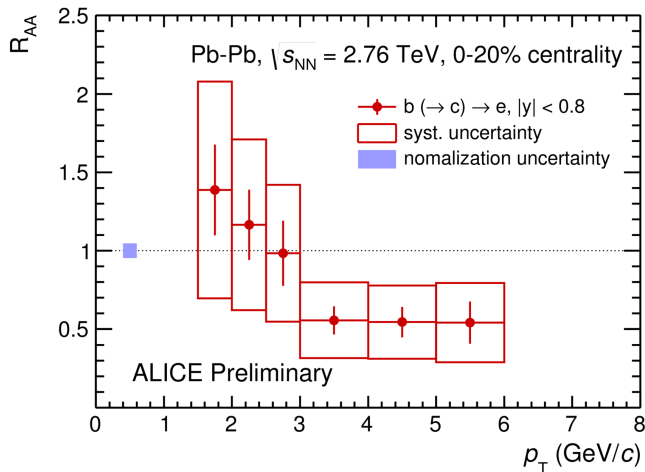
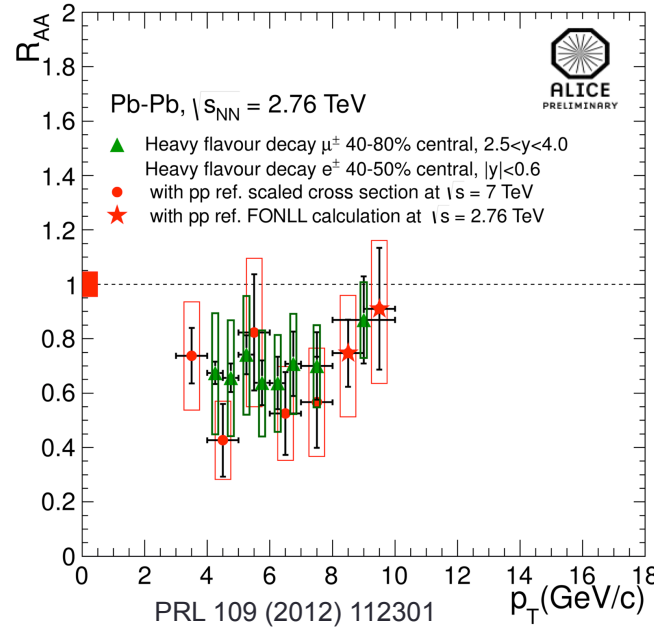
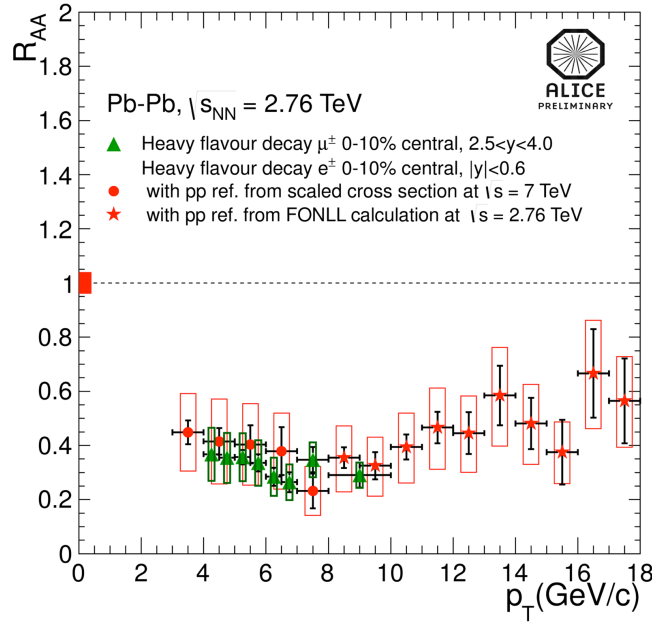
- Charm ve Beauty ayrı ayrı FONLL ile tutarlı
- Charm ve beauty $\sim 4 \text{ GeV/c}$ 'de kesişiyor
- Müon kanalındaki ağır çeşni ölçümleri rapidity'ye bağlı olarak ta FONLL* ile tutarlı

*FONLL : JHEP 1210 (2012) 37



PbPb

- Elektron ve müon kanalı birbiriyle tutarlı
- Merkeziyetin azalmasıyla R_{AA} küçülüyor
- 3 GeV/c üstü bastırılmış beauty R_{AA}
- Ölçülen momentum aralığında model ve veri trendleri tutarlı



- ALICE’te bir çok “ilk” ölçüm var (Bu sunumda sadece bir kısmı gösterildi)
- pQCD başarısını koruyor
- LHC enerjisinde ağır kuarklarda kollektif harekete katılma ve sıvı özelliği belirtileri var
- Ağır kuarklar medyumla etkileşerek belirgin bir şekilde yavaşlıyorlar
- Modeller bütüncül olarak incelikli bir tarif yapamasa da trendleri yansıtabiliyorlar
- Bu şartlarda modellerin içerdiği enerji kaybı mekanizmalarının - carpmalı ve ışınsal etkileşimler – geçerli olduğu düşünülebilir. Yine de yol uzun...
- Hem teorik hem deneysel anlamda hala ciddi çalışmalara ihtiyaç var.
- ALICE Run 2 & 3 hazırlığında



TEŞEKKÜRLER

BAMPS: Fochler et al., J. Phys. G 38 (2011) 124152 POWLANG: Alberico et al., Eur. Phys. J C 71 (2011) 1666
UrQMD: T. Lang et al., arXiv:1211.6912 [hep-ph]; T. Lang et al., arXiv:1212.0696 [hep-ph].
TAMU: Rapp, He et al., Phys. Rev. C 86 (2012) 014903 WHDG: Horowitz et al., J. Phys. G 38 (2011) 124114
Aichelin et al.: Phys. Rev. C 79 (2009) 044906; J. Phys. G 37 (2010) 094019.
Cao, Qin, Bass: arXiv:1308.0617 [hep-ph]