

Büyük Ölçekli Çarpıştırıcı ve Dedektör Projeleri, Katılım Durumu

Prof. Dr. İlkay TÜRK ÇAKIR

*Ankara Üniversitesi
ilkay.turkçakir@gmail.com*

CERN

CERN: European Organization for Nuclear Research -1954
"Science for Peace"

Günümüzde: 23 Üye Ülke

Budget (2017) 110MCHF

Üyeler: Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İsrail, İtalya, Hollanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Sırbistan, Slovak Cumhuriyeti, İspanya, İsveç, İsviçre, İngiltere

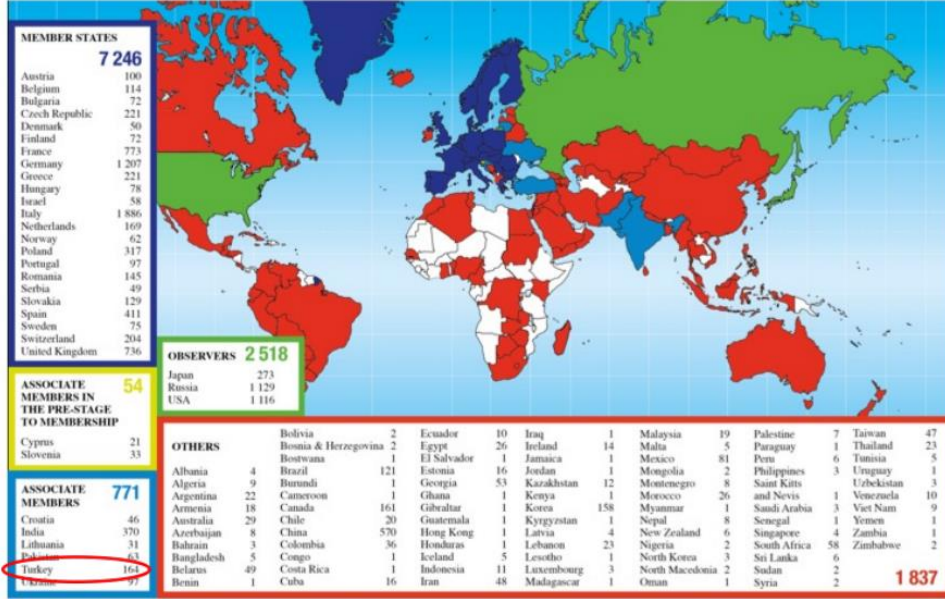
Ortak Üyeler: Hırvatistan, Hindistan, Letonya, Litvanya, Pakistan, Türkiye, Ukrayna

Üyelik Aşamasındaki Ortak Üyeler: Kıbrıs, Estonya, Slovenya

Gözlemciler: Japonya, Rusya, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği, JINR ve UNESCO



Distribution of All CERN Users by Nationality on 31 December 2019



Türkiye ve CERN

Türkiye,

- 1961 yılından beri gözlemci durumundaydı.
- 2008 yılında Uluslararası İşbirliği imzaladı.
- 2009 yılında üyelik için başvurdu.
- 2015 yılında **Ortak Üye** oldu.

Türkiye'nin katıldığı CERN deneyleri:

- LHC: ALICE, ATLAS, CMS, LHCb
- LHC-dışı: OPERA, ISOLDE, CAST, METU-DBL

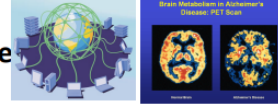
Türkiye tarafından AR-GE çalışmalarına katkı verilen CERN deneyleri:

- CLIC
- LHeC
- FCC
- RDS1



CERN'in Misyonu

- **Bilimin sınırlarını aşmak**
Ör: Big Bang'ın sınırlarını araştırmak: evrenin ilk anlarında madde neydi?
- **Hızlandırıcı ve dedektörler için yeni teknolojiler geliştirmek**
Bilişim teknolojisi – WEB ve GRID – Teşhis ve Terapi
- **Yarının bilim insanlarını ve mühendislerini yetiştirmek**
- **Farklı ülkelerdeki insanları birleştirmek**



CERN : Dünyanın en büyük temel araştırma merkezi



23 tam üye

Austria – Belgium – Bulgaria – Czech Republic
Denmark – Finland – France – Germany – Greece
Hungary – Israel – Italy – Netherlands – Norway
Poland – Portugal – Romania – Serbia – Slovakia
Spain – Sweden – Switzerland – United Kingdom

3 adet ortak üye adayı

Cyprus – Estonia – Slovenia

6 adet ortak üye

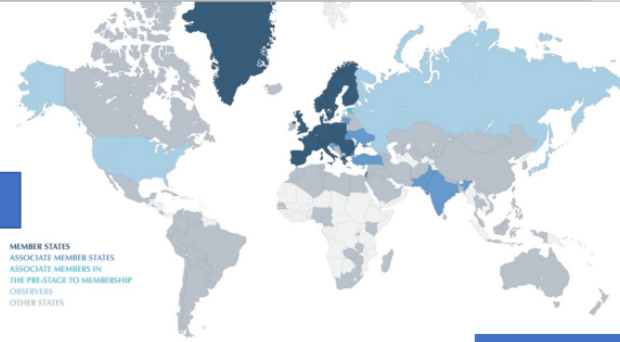
Croatia – India – Lithuania – Pakistan –
Turkey – Ukraine

23 tam üye

Japan – Russia (suspended) – USA
European Union – JINR – UNESCO

Üye olmayan ülke ve bölgelerden 50'den fazla anlaşma

Albania – Algeria – Argentina – Armenia – Australia – Azerbaijan – Bangladesh – Belarus – Bolivia
Bosnia and Herzegovina – Brazil – Canada – Chile – Colombia – Costa Rica – Ecuador – Egypt – Georgia – Iceland
Iran – Jordan – Kazakhstan – Latvia – Lebanon – Malta – Mexico – Mongolia – Montenegro – Morocco – Nepal
New Zealand – North Macedonia – Palestine – Paraguay – People's Republic of China – Peru – Philippines – Qatar
Republic of Korea – Saudi Arabia – Sri Lanka – South Africa – Thailand – Tunisia – United Arab Emirates – Vietnam

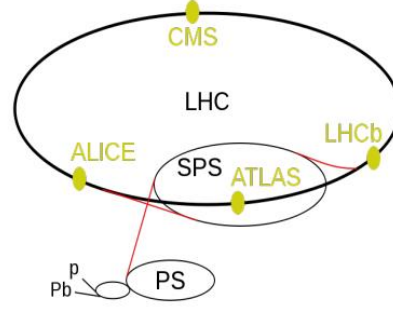
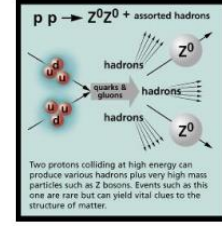


MEMBER STATES
ASSOCIATE MEMBER STATES
ASSOCIATE MEMBERS IN
THE PRE-STAGE TO MEMBERSHIP
OBSERVERS
OTHER STATES

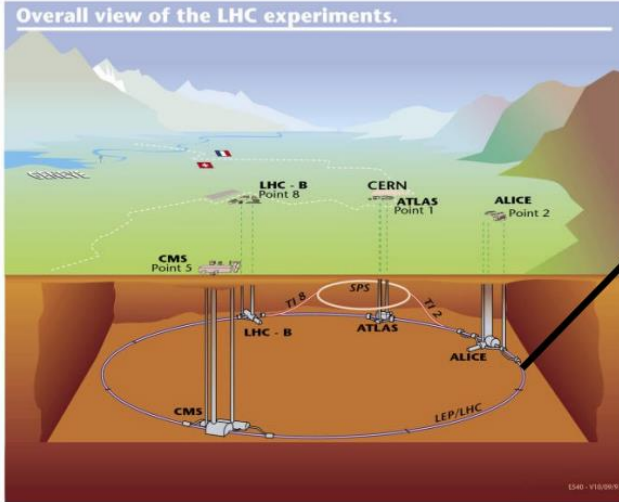
**CERN'in yıllık bütçesi
1200 MCHF**

**2635 çalışan, 11399
kullanıcı (2020
verilerine göre)**

CERN Hızlandırıcıları

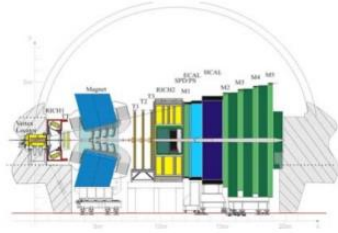
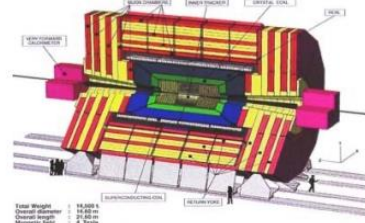
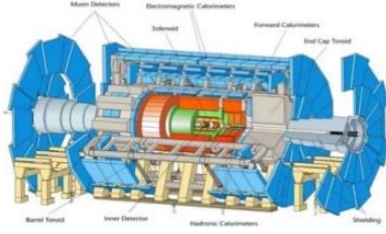


Büyük Hadron Çarpıştırıcısı

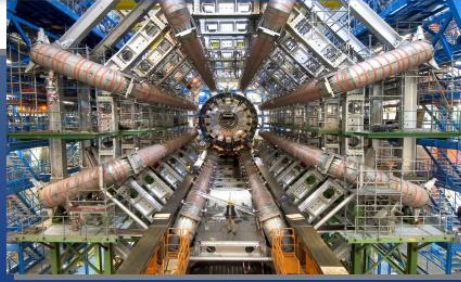


Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC)
LHC dünyanın en büyük parçacık hızlandırıcısıdır, çevresi 27 km uzunluğundadır. Protonları (6.5 TeV/proton) veya kurşun iyonlarını (2.76 TeV/nükleon çifti) oldukça yüksek enerjilerde çarpıştırır.

LHC Deneyleri



ATLAS Dedektörü (model ve yapım aşaması)

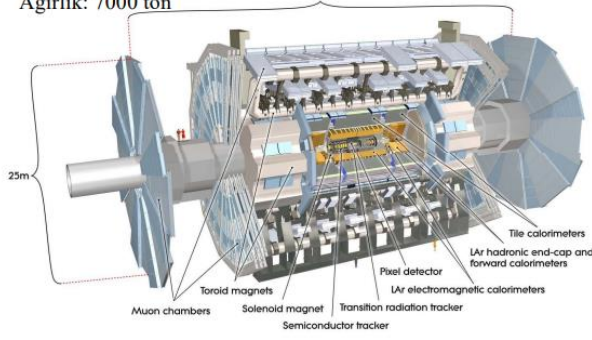


ATLAS Dedektörü

Deney Ekibi:



38 ülkeden, 170'den fazla enstitüden,
3000'in üzerinde bilim insanı

Boyutlar: 46 m uzunluk, 25 m yükseklik, 25 m genişlik.
Ağırlık: 7000 ton

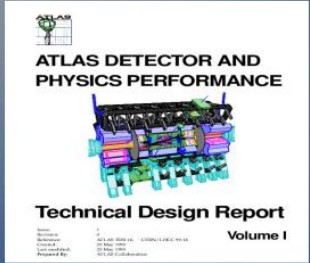


Higgs Bozonu, ekstra boyutlar ve karanlık madde gibi konuları içeren fiziğin geniş bir alanını araştırmak üzere tasarlanmıştır.

ATLAS deneyi, Temmuz 2012'de CMS ile birlikte Higgs Bozonunun gözlemleyen iki LHC deneyinden birisi olarak tarihe geçmiştir. İki deney birbirinden farklı dedektör yapılarına, mıknatıs sistemlerine yani farklı tasarımlara sahiptir. ATLAS dedektörünün ana farkı halka biçimli devasa mıknatıs sistemidir.



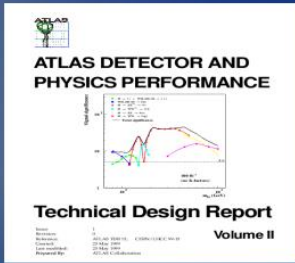
ATLAS TDR (1999)



ATLAS DETECTOR AND PHYSICS PERFORMANCE

Technical Design Report

Volume I



ATLAS DETECTOR AND PHYSICS PERFORMANCE

Technical Design Report

Volume II

TDR'daki katkımız (1999)

- * "Fourth generation quarks" - bölüm 18, s.663
- * "Search for excited quarks" - bölüm 21, s.925

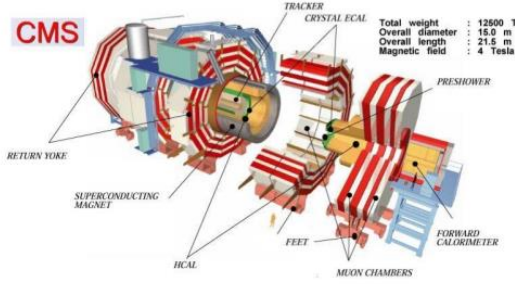
CMS Kollaborasyonu

- Kompakt Müon Solenoid (CMS) dedektörü, Fransız Cessy kasabasında yerin 100 m altında bulunur ve 21 m uzunluğunda, 15 m çapında ve toplam 14.000 ton (veya yaklaşık olarak 465 Boeing 737) ağırlığıyla dünyanın en büyüklerinden biridir. CMS deneyi, 48 ülkedeki 210 enstitüden 4000'den fazla bilim insanı, mühendis ve öğrenciyi içeren tarihin en büyük uluslararası bilimsel işbirliklerinden biridir. CMS'in parçaları, son montaj için CERN'e getirilmeden önce dünya çapında çeşitli enstitülerde tasarlanmış ve üretilmiştir. Şimdi, CMS tarafından toplanan veriler, analiz edilmek üzere dünyanın dört bir yanındaki enstitülere dağıtılıyor.

UPDYO-XIV, 8-11 Eylül 2022, Bodrum/Muğla

İlkay TÜRK ÇAKIR, Ankara Üniversitesi

CMS Dedektörü



Boyutlar: 21 m uzunluk, 15 m genişlik ve 15 m yükseklik.
Ağırlık: 12500 ton.

Deney Ekibi:

42 ülkeden, 180'den fazla enstitüden, 4300'ün üzerinde bilim insanı

Yeni fizik kuramlarına ait sinyalleri keşfetmek üzere (**Higgs Bozonu**, **Süpersimetri** vb.) tasarlanmıştır. Daha önceki çarpıştırma deneylerinden daha yüksek enerjilere çıkılacak olması sebebiyle daha yüksek duyarlılıkta ölçümler yapabilmektedir. ATLAS deneyi ile aynı bilimsel hedeflere sahip olmasına rağmen, bunları gerçekleştirebilmek için dedektörün mıknatıs sisteminde farklı çözümler ve tasarım bulunmaktadır. CMS dedektörü çok geniş bir solenoid mıknatıs etrafında inşa edilmiştir. Mıknatıs dünyanın manyetik alanının 100.000 katı olan 4 Tesla'lık bir manyetik alan oluşturabilen süper iletken bir mıknatıstır.

ALICE

ALICE –Büyük İyon Çarpıştırıcısı Deneyi (A Large Ion Collider Experiment)

- ALICE, LHC'de gerçekleşen **ultra-rölativistik ağır iyon çarpışmalarının analizi için optimize edilmiştir**.
- Bu çarpışmalar **kuark-gluon plazmasının** üretilebilmesi için gereken en iyi deneysel koşullardır.
- Bu deneysel koşullar **Big-Bang'ten bir kaç mikrosaniye sonra gerçekleşmiştir**. Kuark ve gluonların birleşip proton ve nötronları oluşturmadan önceki durumudur.
- **Maddenin bu erken halini laboratuvarında yeniden yaratmak**, maddenin nasıl geliştiğini anlamamızı, kuark ve gluonları bir arada tutan mekanizmalar hakkındaki sorulara ışık tutmamızı sağlayacaktır.

- ALICE 10,000 tonluk bir dedektördür. 26 m uzunluğa, 16 m yüksekliğe ve 16 m genişliğe sahiptir.
- Fransa'daki St Genis-Pouilly sınırındaki Servey bölgesinde, yerin 56 m altında geniş bir ultra-teknolojik mağarada yer almaktadır.
- Dedektör, merkezinde meydana gelen **çarpışmalarda üretilen parçacıkları mümkün olan en eksiksiz şekilde ölçmek** için tasarlanmıştır. Böylece çarpışmalarda üretilen sistemin evrimi yeniden oluşturulabilir ve incelenebilir.
- Bunu amaca ulaşabilmek için, her biri farklı bilgi sağlayan birçok alt dedektör kullanılmaktadır.

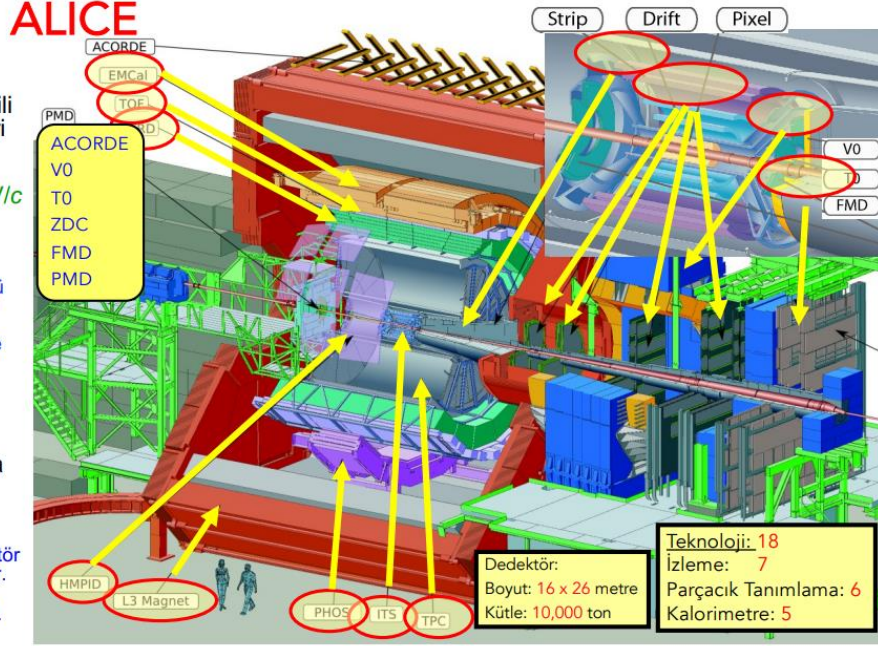
LHC'de ağır iyon çarpışmaları için tasarlanmış tek deneştir. Bu nedenle kapsamlı olmalı ve ilgili tüm gözlemlenebilirleri ölçebilmelidir.

• Parçacıkları 0.1 GeV/c den 100 GeV/c ye kadar **stabil şekilde** izleme.

- Yüksek çözünürlüklü dedektörlerle izlerin 3D izlenmesi.
- Çok düşük malzeme kalınlığı ile soğurulumun azaltılması

• Çok geniş bir momentum aralığında **parçacık tanımlamasının** yapılabilmesi.

- Bilinen bütün dedektör teknolojileri kullanılır.
- Sadece kaonlar 7 farklı şekilde ölçülür.



Prof. Dr. Ayben KARASU: ALICE TR temsilcisi

ALICE Bugün



- 40 ülke, 172 enstitü, 2042 üye.
- KTO Karatay Üniversitesi ALICE Deneğine tam üye olan ilk ve tek Türk Üniversitesidir. Üyelik 10 yıldır kesintisiz devam etmektedir.
- Bilimsel çalışmalar TÜBİTAK ve TENMAK destekli projelerle yürütülmektedir.
 - 2 proje tamamlanmış; 2 proje devam etmektedir.

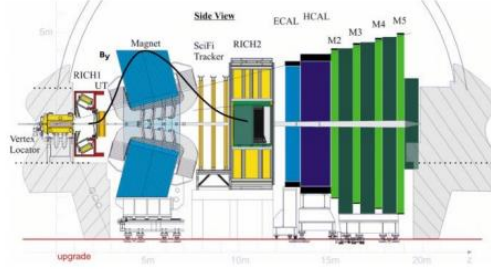
KTO Karatay Üniversitesi'nin Faaliyetleri

- **Rölativistik Ağır İyon ve Temel Parçacık Çarpışmalarındaki Fizik Verisinin Analizi:** Aşırı kısa yarı-ömürlü Delta⁺⁺(1232) rezonansı ile antiparçacığının incelenerek QGP ortamı hakkında bilgi edinilmesi (TENMAK destekli proje).
- **Parçacık Oluşumunun Teorik Olarak İncelenmesi:** LHC'de çarpışmalarında üretilen yeni parçacıkların teorik olarak formülasyonu (TÜBİTAK destekli proje).
- **Dedektör Ar&Ge:** ALICE Difraktif Dedektörünün Geliştirilmesi ve Performans Karakterizasyonu (TENMAK destekli proje).
- **Makina Öğrenmesi ile Fizik Verisinin Analizi:** Yapay Zeka tabanlı yöntemlerle elektron-pozitron çifti ölçümlerinin yapılması (TÜBİTAK destekli proje).

LHCb

LHC-b

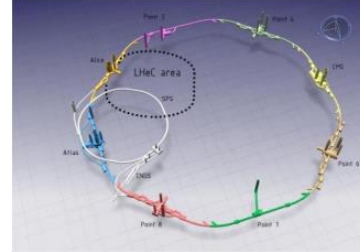
b kuarkların oluşumu ve bozunumlarından hareketle evrenin maddesel yapısının analizini ve madde-karşıt madde kuramını test etmeyi amaçlamaktadır.



CERN'in Gelecek Projeleri

LHeC (Large Hadron Electron Collider)

Büyük Hadron Çarpıştırıcısındaki hadronlarla, gelecekte kurulabilecek dairesel bir elektron hızlandırıcısından elde hedeflemektedir



CLIC (Compact Linear Collider)

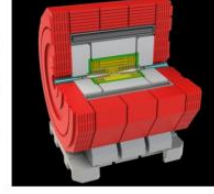
CERN'de kurulması düşünülen bir diğer çarpıştırıcısı ise CLIC elektron-pozitron çarpıştırıcısıdır. BHC'den elde edilen fizik sonuçlarına göre daha hassas deneylerin yapılabileceği bir kabiliyeti sunacaktır. Çoklu TeV mertebesindeki enerjilerde çarpıştırma yapabilecek elektron-pozitron lineer çarpıştırıcısına ilişkin tasarım çalışmaları tamamlanmıştır.



CLICdp



CLIC, çoklu TeV özelliğine sahip yüksek enerjili bir elektron-pozitron çarpıştırıcısıdır. CLICdp işbirliği şu anda 30 kurumdan oluşmaktadır ve CLIC ile ilgili dedektör ve fizik konularını ele almaktadır.



18.01.2017 tarihinde Üniversitemiz ile CLICdp çalışma grubu arasında mutabakat metni (MoC) imzalanmıştır. Bu imzalanan protokol metni ile grubumuz CLICdp çalışma grubuna katılan ilk Türk üniversitesi olmuştur.

BAIBU CLICdp fizik çalışmaları:

Standart Model ötesi yeni fizik olaylarının gözlenebilirliğinin araştırılması konularındaki çalışmalar katkıda bulunmuş olup, bu kapsamda;

•TUBITAK 1002 projesi kapsamında “Cp Bozan Efektif Higgs-Ayar Bozonu Bağlaşımının CLIC Te H_{νν} Üretiminde İncelenmesi” başlıklı proje 2020 yılında tamamlanmıştır.

•AIBU-BAP projeleri biriminin desteklediği “WW-füzyon süreci yoluyla anormal Higgs-Ayar bozonu bağlaşımının CERN-CLIC te incelenmesi” konulu proje çalışması yürütülmüştür.

FCC. Global İşbirliği



Dünyanın her yerinden sürekli büyüyen bir grup üniversite ve araştırma merkezinin uluslararası bir işbirliği olarak düzenlenen FCC, akademik mükemmelliğe sahip bilimsel enstitülere ve ilgili alanlarda uzmanlaşmış yüksek teknoloji şirketlerine açıktır. Bu kurum, küresel olarak koordine edilmiş bir yakınsama eylemleri stratejisinin özünü oluşturur.

FCC işbirliği, temel bilim ve parçacık fiziği araştırmalarını ilerletir, yeni teknolojiler geliştirir ve girişimcileri ve yenilikçileri bilim ve toplumun yararına barışçıl bir şekilde çalışmayı amaç edinmiştir.

Ülkemizden 14 üniversitemiz birinci Mutabakat Zaptı (MoU) işbirliği anlaşması imzalamıştır.

- *AIBU*, Bolu
- *Akdeniz U*, Antalya
- *Ankara U*, Tandoğan/Ankara
- *EgeU*, Bornova-Izmir
- *Giresun U*, Giresun
- *Isik U*, Sile, İstanbul
- *Istanbul Aydın U*, İstanbul
- *Istanbul U*, Vezneciler-Istanbul
- *IUE*, Balcova-Izmir
- *IYTE*, Urla - Izmir
- *Okan U*, İstanbul
- *PRU*, Tuzla/Istanbul
- *TOBB ETU*, Ankara
- *ULUDAG*, Nilüfer-Bursa



YENİ MoU İMZALAYAN VEYA İMZALAMA SÜRECİNDE OLAN ÜNİVERSİTELER



- ✓ İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
- ✓ GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
- ✓ İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
- ✓ EGE ÜNİVERSİTESİ
- ✓ İZMİR EKONOMİ ÜNİVERSİTESİ
- ✓ İYTE
- ✓ BAİBÜ
- ✓ IŞIK ÜNİVERSİTESİ
- ✓ İSTİNYE ÜNİVERSİTESİ
- ✓ PİRİ REİS ÜNİVERSİTESİ
- ✓ ANKARA ÜNİVERSİTESİ



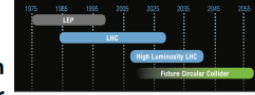
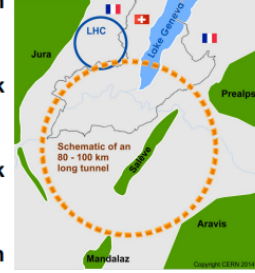
İMZALAMA SÜRECİ DEVAM EDEN
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TOBB ETU
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

UŞAK ÜNİVERSİTESİ (İmzalamayı planlamakta)
OKAN ÜNİVERSİTESİ (yeni MoU için planı bulunmamakta, eski MoU var)

FCC

GELECEK DAİRESEL ÇARPIŞTIRICI (FCC)

- FCC, LHC sonrası yüksek enerjili fizik araştırma altyapısını hazırlamak için bir zaman penceresi tanımlar.
- Mevcut enerji ve ışınım sınırlarını önemli ölçüde genişletmek amacıyla çeşitli parçacık çarpıştırıcı senaryolarının fizibilitesini araştırır.
- FCC çalışması, lineer elektron pozitron çarpıştırıcıları (ILC ve CLIC) için mevcut teknik tasarımları tamamlayacaktır.
- Dairesel bir proton-proton çarpıştırıcısı, önümüzdeki on yıllarda çarpışma enerjisinde en büyük potansiyel sıçramayı sunuyor. 100 km uzunluğunda bir tünelde 100 TeV hadron çarpıştırıcısı bu nedenle FCC çalışması için genel altyapıyı tanımlar.
- Enerji sınırında bir hadron çarpıştırıcısı ve bir ışınım sınırında elektron-pozitron çarpıştırıcısı için temel tasarımların geliştirilmesi, çalışmanın özünü oluşturur. Bu tür makinelerin gerçekleştirilmesi, anahtar etkinleştirme teknolojilerindeki sıçramalı ilerlemelere dayanır.



GELECEK DAİRESEL ÇARPIŞTIRICI (FCC)

- FCC, yüksek hassasiyeti ve yüksek enerji erişimiyle, LHC'nin çok ötesine, açıklanamayan fenomenleri anlamının anahtarı olabilecek yeni parçacıklar ve etkileşimler arayışını genişletecektir.
- Fizik durumunu geliştirmek, gerekli hızlandırıcı parametrelerini karşılamak ve benzeri görülmemiş deneyleri gerçekleştirmek için yaratıcılık ve yenilik gereklidir. Büyük ölçekli bir hızlandırıcının tasarımı ve yapımı için yaklaşık yirmi yıllık önemli teslim süresi, koordineli bir çaba gerektirir. Amaç, LHC döneminden sonra dünyanın parçacık fiziği programının kesintisiz devam etmesini sağlamaktır.

GELECEK DAİRESEL ÇARPIŞTIRICI (FCC)

- **Bu ilerlemelerin temelleri, odaklanmış Ar-Ge programlarına dayanır:**
 - 16 Tesla yüksek alan hızlandırıcı mıknatıs ve ilgili süper iletken araştırması,
 - Verimli bir 100 MW radyo frekansı hızlandırma sistemi ve ilgili güç dönüştürme sistemleri,
 - yüksek verimli büyük ölçekli kriyojenik altyapı ve buna eşlik eden soğutma sistemleri.

Güvenilir, sürdürülebilir ve verimli çalışma için çok sayıda başka teknolojiye ihtiyaç vardır. FCC çalışması, keşif ve hassas fiziği kucaklayan koordineli bir şekilde her çarpıştırıcı senaryosu için fizik durumlarını araştırır.

Çalışma programı, yeni fiziğin keşfedilmesine olanak sağlamak için deney ve dedektör konsept çalışmalarını içerir. Dedektör teknolojileri, deney kavramlarına, öngörülen çarpıştırıcı performanslarına ve fizik durumlarına dayanacaktır.

NEDEN FCC?

- Higgs bozonunun keşfi, Parçacık Fiziğinin Standart Modelini tamamlamak için uzun süredir devam eden çabalarda bir kilometre taşıydı. Bu teori, biz de dahil olmak üzere görünür evreni oluşturan temel parçacıkları ve davranışlarını yöneten etkileşimlerin çoğunu tanımlar. Yine de Standart Model, aşağıdakiler gibi birkaç gözlemi açıklayamaz:
 - karanlık madde için kanıt,
 - maddenin antimaddeye göre yaygınlığı,
 - nötrino kütleleri
- FCC, yüksek hassasiyeti ve yüksek enerji erişimiyle, LHC'nin çok ötesine, bu açıklanamayan fenomenleri anlamamın anahtarı olabilecek yeni parçacıklar ve etkileşimler arayışını genişletecektir.
- Fizik durumunu geliştirmek, gerekli hızlandırıcı parametrelerini karşılamak ve benzeri görülmemiş deneyleri gerçekleştirmek için yaratıcılık ve yenilik gereklidir. Büyük ölçekli bir hızlandırıcının tasarımı ve yapımı için yaklaşık yirmi yıllık önemli teslim süresi, koordineli bir çaba gerektirir. Amaç, LHC döneminden sonra dünyanın parçacık fiziği programının kesintisiz devam etmesini sağlamaktır.

NASIL YAPILACAK?

- CERN'in ev sahipliği yaptığı FCC çalışması, uluslararası bir işbirliğidir ve bu sayede dünya genelindeki uzmanlarının yetkinliklerinden yararlanarak, coğrafi olarak dengeli katkılar için zemin hazırlar. Aynı zamanda, dünya çapındaki tüm bilim camiasının, çalışmanın en başından itibaren dahil olmasını sağlar.
- Fizik, deneyler, hızlandırıcı kavramları ve teknoloji Ar-Ge'sini tek bir çalışmada bir araya getirerek, gelecekteki büyük ölçekli araştırma altyapısı için tutarlı bir tasarımla sonuçlanmasını amaçlanmaktadır.
- Halihazırda yüksek ışınlıklı LHC'deki yeni teknolojileri test etmek için yapılan çalışmalar, LHC sonrası parçacık hızlandırıcısının fizibilitesini değerlendirmek için bir temel sağlar.

DESTEKLEYEN PROJELER



- **European Circular Collider (EuroCirCol)**, parçacık fiziğinde yeni temel keşiflere erişim sağlayacak bir araştırma altyapısı için Future Circular Collider tasarımına (FCC) katkıda bulunan bir projedir.
- Bu projenin amacı, Avrupa liderliğinde uluslararası, işbirlikçi bir çaba olarak, Büyük Hadron Çarpıştırıcısının (LHC) yeteneklerinin ötesinde gelecekteki bir hadron çarpıştırıcısının kavramsal tasarımını geliştirmektir. Avrupa Birliği tarafından Horizon 2020 Programı kapsamında finanse edilen çalışma, CERN tarafından yönetiliyor ve 16 üniversite ve araştırma merkezinden oluşan uluslararası bir konsorsiyumu bir araya getiriyor.
- EuroCirCol, farklı gelecek hızlandırıcı senaryolarının avantajlarını değerlendirmek için dünya çapındaki kaynakları birleştiren küresel FCC çalışmasının bir parçasıdır.



EASITRAIN

Europaen Gelişmiş Süperiletken
Yenilik ve Eğitim Ağı

- Gelişmiş süper iletken teknolojileri üzerinde güçlü bir ağ kurmak,
- Sanayi, üniversite ve araştırma merkezlerini bir araya getirmek,
- Geleceğin profesyonellerini yetiştirmek,
- Temel araştırmadan ürünlere geçişi hızlandırmak için endüstri ile birlikte çalışmaktır.

YENİ DESTEK VEREN PROJELER: EC H2020 FCCIS (Future Circular Collider Innovation Study)



Küresel FCC İş Birliği

Başarı için bir ön koşul olarak uluslararası işbirliğini artırmak:

FCC'nin uygulanmasını daha da ilerletmek ve hazırlamak için bilim, araştırma-geliştirme ve yüksek teknoloji endüstrisi ile bağlantılar gerekli olacaktır.

147
Institutes

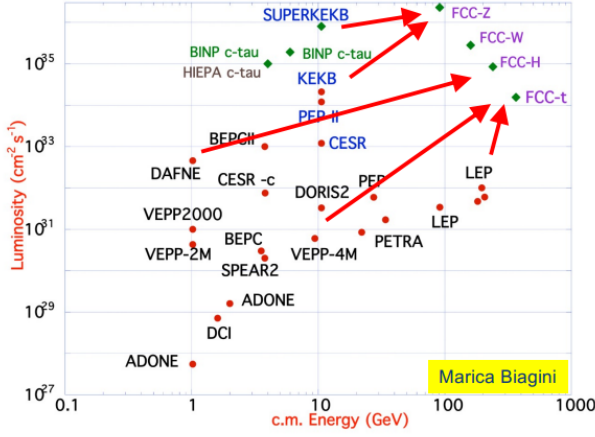
30
Companies

34
Countries



FCC-ee

- FCC tasarım çalışmasının (FCC-ee) senaryosu, kütle merkezi çarpışma enerjileri 90 ile 350 GeV arasında olan, yüksek parlaklıkta, yüksek hassasiyetli bir elektron-pozitron çarpıştırıcısıdır.
- FCC-hh ile aynı 100 km uzunluğundaki tünelde yer alan tesis, hadron tesisinin gerçekleştirilmesine yönelik potansiyel bir ara adım ve onu tamamlayıcı olarak kabul ediliyor.
- Temiz deneysel koşullar, elektron-pozitron çarpıştırıcılarına bilinen parçacıkları en yüksek hassasiyetle ölçme yeteneği verir.
- FCC-ee, Z, W, Higgs ve üst parçacıkların özelliklerini eşsiz bir doğrulukla ölçerek, karanlık madde veya ağır nötrinoları keşfetme potansiyeli sunar. FCC-ee, enerjide birkaç büyüklük mertebesi üzerinden yeni fizik için geniş bir dolaylı araştırma başlatabilir.



B-factories: KEKB & PEP-II:
double-ring lepton colliders,
high beam currents,
top-up injection

DAFNE: crab waist, double ring

S-KEKB: low β_y^* , crab waist

LEP: high energy, SR effects

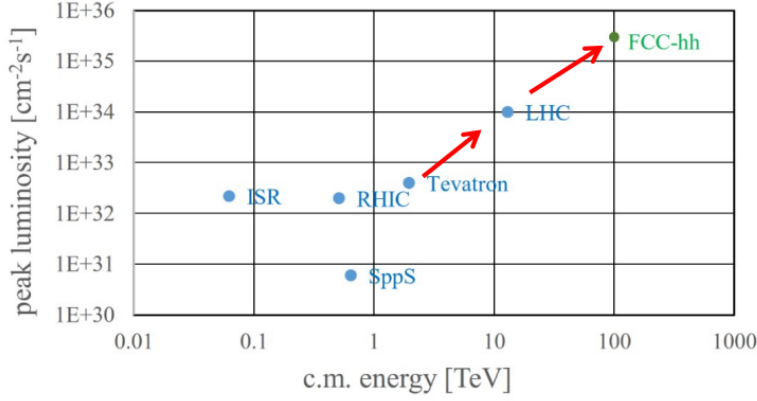
VEPP-4M, LEP: precision E calibration

KEKB: e^+ source

HERA, LEP, RHIC: spin gymnastics

FCC-hh

- 100 TeV proton-proton (FCC-hh), LHC'den yedi kat daha yüksek enerjiye sahip olacaktır.
- Böyle bir çarpıştırıcı, doğadaki en küçük ölçeklere ve en enerjik fenomenlere erişim sağlayacaktır.
- Karanlık madde parçacıklarını, kuarkların ve gluonların süpersimetrik ortaklarını ve kuarkların içindeki olası altyapıyı aramak için erişimi genişleten yeni temel kuvvetler ve parçacıklar keşfedilebilir.
- Milyarlarca Higgs bozonu ve trilyonlarca üst kuark üretilecek, bu da nadir bozunmalar, çeşni fiziği çalışmaları için yeni fırsatlar yaratacak.
- FCC-hh çarpıştırıcısı, aynı zamanda, ağır iyon çarpışmalarının incelenmesi yoluyla, en aşırı yoğunluk ve sıcaklık koşullarında maddenin kolektif yapısının araştırılmasını yeni sınırlara itme fırsatı da sağlar.



Anahtar teknoloji: Yüksek alanlı magnetler

FCC-eh

- 50 TeV proton demetinin sağladığı devasa enerji ve 60 GeV düzeyinde enerjilere sahip bir elektron demetinin potansiyel mevcudiyeti ile, derin esnek olmayan elektron-proton saçılımının fiziği için yeni ufuklar açılıyor.
- 50 TeV'lik proton demetinin sağladığı devasa enerji ve 60 GeV düzeyinde enerjilere sahip bir elektron demetinin potansiyel mevcudiyeti ile, derin esnek olmayan elektron-proton saçılımının fiziği için yeni ufuklar açılıyor.
- FCC-he çarpıştırıcısı hem yüksek hassasiyetli bir Higgs fabrikası hem de yeni parçacıkları keşfetmek için güçlü bir mikroskop olacaktır.
- Kuark-gluon etkileşimlerini, maddenin olası altyapısını ve güçlü ve elektrozayıf etkileşim fenomenlerinin benzeri görülmemiş ölçümlerini incelemek için en doğru araç olacaktır.
- Hadron-elektron çarpıştırıcısı, FCC kompleksi içinde yüksek enerjilerde doğanın keşfi için eşsiz bir tamamlayıcıdır.



• FCC- Kavramsal Tasarım Raporu

- Vol 1 Physics, Vol 2 FCC-ee, Vol 3 FCC-hh, Vol 4 HE-LHC
- CDRs published in **European Physical Journal C (Vol 1) and ST (Vol 2 – 4) [Springer]**

[EPJ C 79, 6 \(2019\) 474](#) , [EPJ ST 228, 2 \(2019\) 261-623](#) ,

[EPJ ST 228, 4 \(2019\) 755-1107](#) , [EPJ ST 228, 5 \(2019\) 1109-1382](#)

- EPJ is a merger and continuation of *Acta Physica Hungarica*, *Anales de Fisica*, *Czechoslovak Journal of Physics*, *Fizika A*, *Il Nuovo Cimento*, *Journal de Physique*, *Portugaliae Physica* and *Zeitschrift für Physik*. 25 European Physical Societies are represented in EPJ, including the DPG.

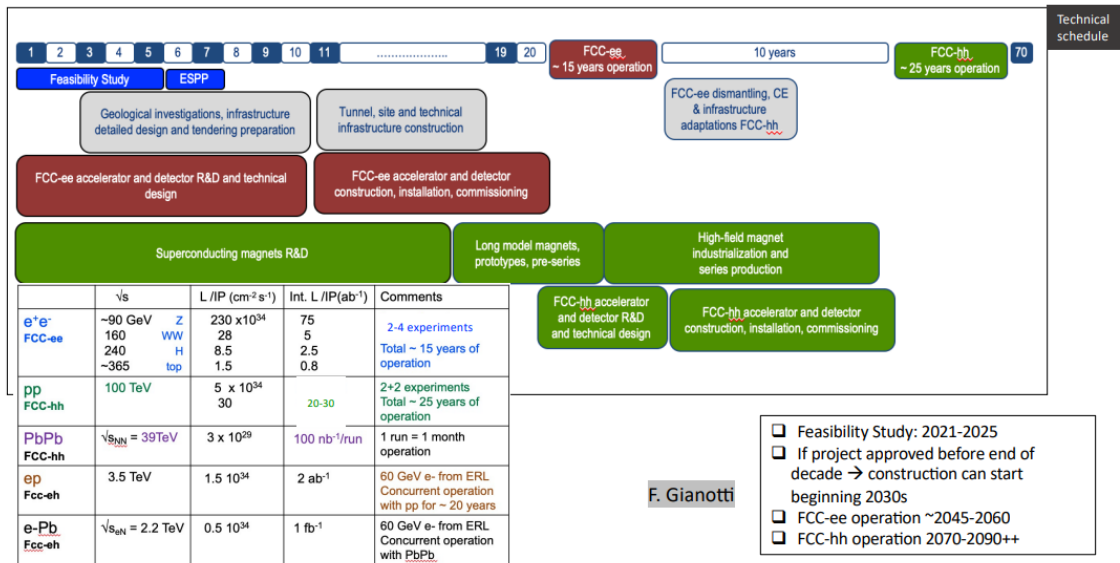
• Özet dokümanlar:

- FCC-ee, FCC-hh, HE-LHC, [Web sayfası: http://fcc-cdr.web.cern.ch/](http://fcc-cdr.web.cern.ch/)

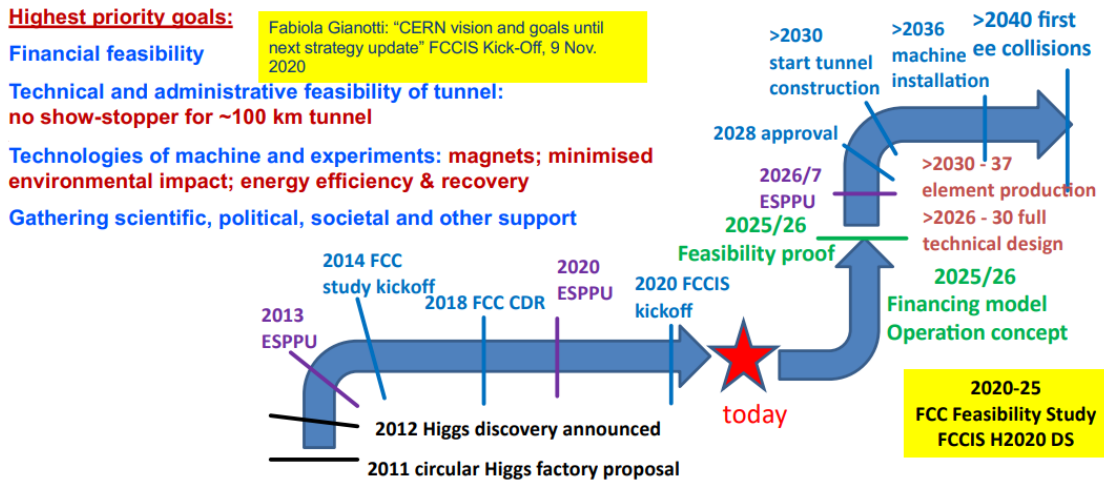
FCC Fizibilite Çalışması (2021-2025): Yüksek seviye hedefler

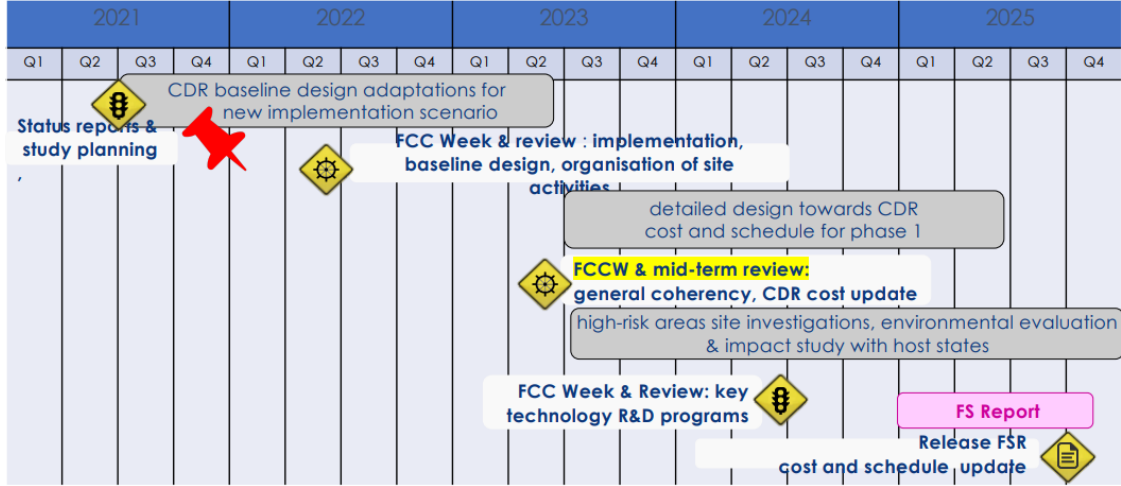
- Tünelin ve yüzey alanlarının jeolojik, teknik, çevresel ve idari fizibilitesinin gösterilmesi, halkanın ve ilgili altyapının yerleşim ve tasarımın optimizasyonu;
- Ev sahibi ülkelerle birlikte, olası bir proje onayı için gerekli olan idari süreçleri belirlemek ve izlemek;
- Gerekli anahtar teknolojileri geliştirmek için Ar-Ge tarafından desteklenen çarpıştırıcıların ve enjektör zincirlerinin tasarımının optimizasyonu;
- Çarpıştırıcılar ve deneyler için insan ve mali kaynak ihtiyaçlarının yanı sıra çevresel yönler ve enerji verimliliği açısından sürdürülebilir bir operasyonel modelin detaylandırılması;
- Birleşik bir maliyet tahmininin yanı sıra projenin teknik tasarımının tamamlanması, uygulanması ve işletilmesini sağlamak için ihtiyaç duyulan finansman ve organizasyonel modellerin geliştirilmesi;
- Gelecekteki olası bir projenin (tünel ve FCC-ee) ilk aşamasının uygulanması için CERN bütçesinin dışından önemli kaynakların belirlenmesi;
- Her iki çarpıştırıcı için fizik durumu ve dedektör kavramlarının toplanması

FCC entegre programın zaman çizelgesi



FCC Fizibilite Çalışması (2021-2025): Yol haritası





Veri İşleme Dünya Çapında LHC Hesaplama Grid'i Üzerinde



Used to store, distribute, process and analyse data



> 1 million processing cores in about 160 data centres in 42 countries

More than 1000 Petabytes of CERN data stored world-wide

WLCG (Worldwide-LHC hesaplama ağı)

WLCG, ilk olarak 1999'da Ian Foster ve Carl Kesselman tarafından önerilen ağ teknolojisi fikirleri üzerine inşa edilmiştir .

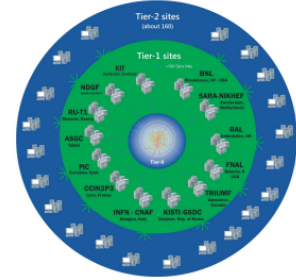
Worldwide LHC Computing Grid (WLCG), katmanlar halinde düzenlenmiş dağıtılmış bir bilgi işlem altyapısıdır ve 12.000'den fazla fizikçiden oluşan bir topluluğa LHC verilerine neredeyse gerçek zamanlı erişim sağlar. Verilerin %99'unu filtreledikten sonra bile 2018'de 88 petabayt veri toplanmış olup bu, yaklaşık 22 milyon yüksek tanımlı (HD) filme eşdeğer olan 88 milyon gigabayta eşittir.

İlgili web sayfası: <https://wlcg-public.web.cern.ch/about>

LCG (LHC Grid Computing-LHC hesaplama ağı)

Dünya genelinde yaklaşık 250 hesap merkezini bir araya toplar. Çok seviyeli yapıdadır.

- ✓ **Seviye-0:** CERN veri merkezidir. Ham verilerin (ilk kopya), ilk geçişin yeniden oluşturulmasından, ham verilerin ve yeniden yapılandırma çıktısını seviye 1'lere dağıtılmasından ve LHC'nin çalışmaya süreleri sırasında verilerin yeniden işlenmesinden sorumludur.
- ✓ **Seviye-1:** Bunlar, yeterli depolama kapasitesine sahip ve günün her saati Grid desteğine sahip on üç büyük bilgisayar merkezidir. Ham ve yeniden yapılandırılmış verilerin orantılı bir payının korunmasından, ilgili çıktının büyük ölçekli yeniden işlenmesinden ve korunmasından, verilerin seviye 2'lere dağıtılmasından ve bu seviyede üretilen benzetilmiş verilerin bir payının korunmasından sorumludurlar.
- ✓ **Seviye-2:** Belirli analiz görevleri için yeterli veri depolayabilen ve yeterli bilgi işlem gücü sağlayabilen üniversiteler ve diğer bilimsel enstitülerdir . Analiz gereksinimlerini ve simüle edilmiş olay üretimi ve yeniden oluşturmanın orantılı payını ele alırlar. Şu anda dünyanın çoğunu kapsayan yaklaşık 160 seviye 2 sitesi var.
- ✓ **Seviye-3:** Bireysel bilim adamları bu tesislere, bir üniversitedeki bölümlerde yerel kümelerden veya hatta yalnızca bireysel bir PC'den oluşabilen yerel bilgi işlem kaynakları aracılığıyla erişeceklerdir. WLCG ve Seviye 3 kavrakları arasında resmi bir protokol yoktur. ...



WLCG SİTELERİNDEN ÖRNEKLER

World map of the current WLCG sites (Tiers 0, 1 & 2)



Country	Tier 1 Grid site
Canada	TRIUMF
Germany	KIT
Spain	PIC
France	IN2P3
Italy	INFN
Nordic countries	Nordic Datagrid Facility
Netherlands	NIKHEF / SARA
Republic of Korea	GSDC at KISTI
Russian Federation	RRC-KI and JINR
Taipei	ASGC
United Kingdom	GridPP
US	Fermilab-CMS
US	BNL ATLAS

TR-10-ULAKBIM_UCORE	TR-10-ULAKBIM	NL	online	TZ	48000
---------------------	---------------	----	--------	----	-------