

Parçacık Hızlandırıcı Teknolojileri ve Türk Hızlandırıcı Merkezi Projesi

Prof. Dr. Ömer Yavaş

Ankara Üniversitesi

Müh. Fak. Fizik Müh. Böl. & Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü

Türk Hızlandırıcı Merkezi Projesi Yürütücüsü

05 Haziran 2015

Ankara Üniversitesi Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü

İÇERİK

Parçacık Hızlandırıcıları ve Hızlandırıcı Teknolojileri

Dünyadaki Durum

CERN

Türkiye'deki Durum

Türk Hızlandırıcı Merkezi (THM) Projesi



Günümüzün Önemli Teknolojileri

3

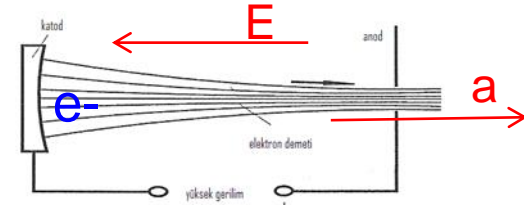
- Nanoteknoloji
- Biyoteknoloji
- Hızlandırıcı ve Işınlam Teknolojileri
- Nükleer Teknoloji
- Uzay Teknolojileri
- Savunma Teknolojileri
- Enerji Teknolojileri
- Bilişim ve İletişim Teknolojileri
- Ulaşım Teknolojileri
- Gıda Üretimi ve Güvenliği Teknolojileri
- Teşhis ve Tedavi (Tıp) Teknolojileri

Parçacık Hızlandırıcıları

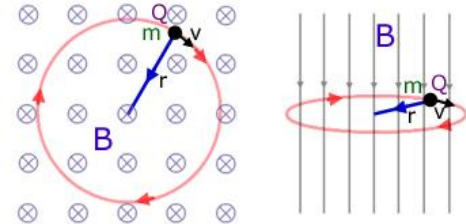
Parçacık Hızlandırıcıları:

Yüklü parçacık demetlerinin (elektron, pozitron, proton...) oluşturulmasını ve belirli bir demet yapısı içinde **elektrik alan (E)** kuvveti ile hızlandırılmasını ve **magnetik alan (B)** kuvveti ile ise yönlendirilmesini ve odaklanmasını sağlayan cihazlardır.

➤ **Doğrusal Hızlandırıcılar:** İvme = $a = qE/m$



➤ **Dairesel Hızlandırıcılar:** Yarıçap = $r = mv/qB$



Parçacık hızlandırıcıları temelde 3 ana amaç için kullanılır:

- **Parçacık demeti elde etmek** (elektron, proton, pozitron, iyon vb yüklü parçacık)
- **Çarpıştırıcı** (iki demet, sabit hedef)
- **Işınım kaynağı** (sinkrotron ışınımı, serbest elektron lazeri, bremsstrahlung)

Parçacık Hızlandırıcıları

Doğrusal Hızlandırıcı (LINEAR ACCELERATOR)

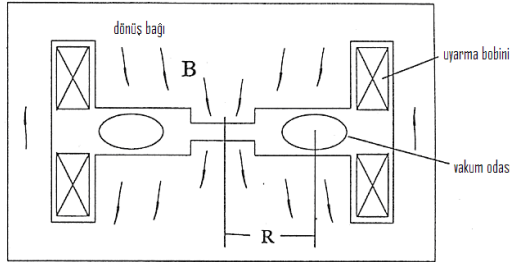


Medikal Linak

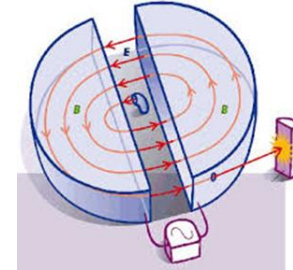


Dairesel Hızlandırıcı (Circular Accelerator):

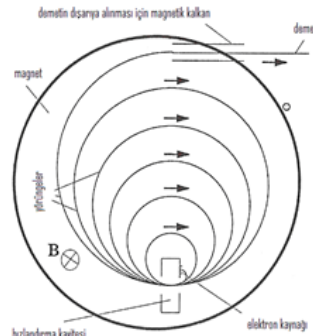
Betatron:



Siklotron:



Mikrotron:

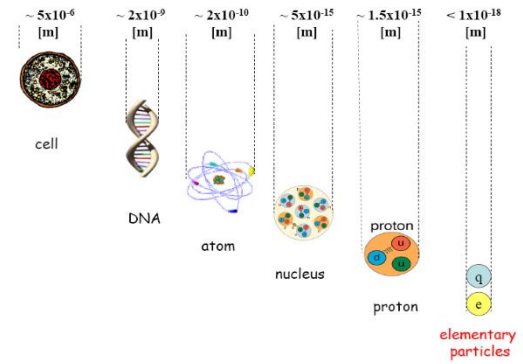


Sinkrotron:

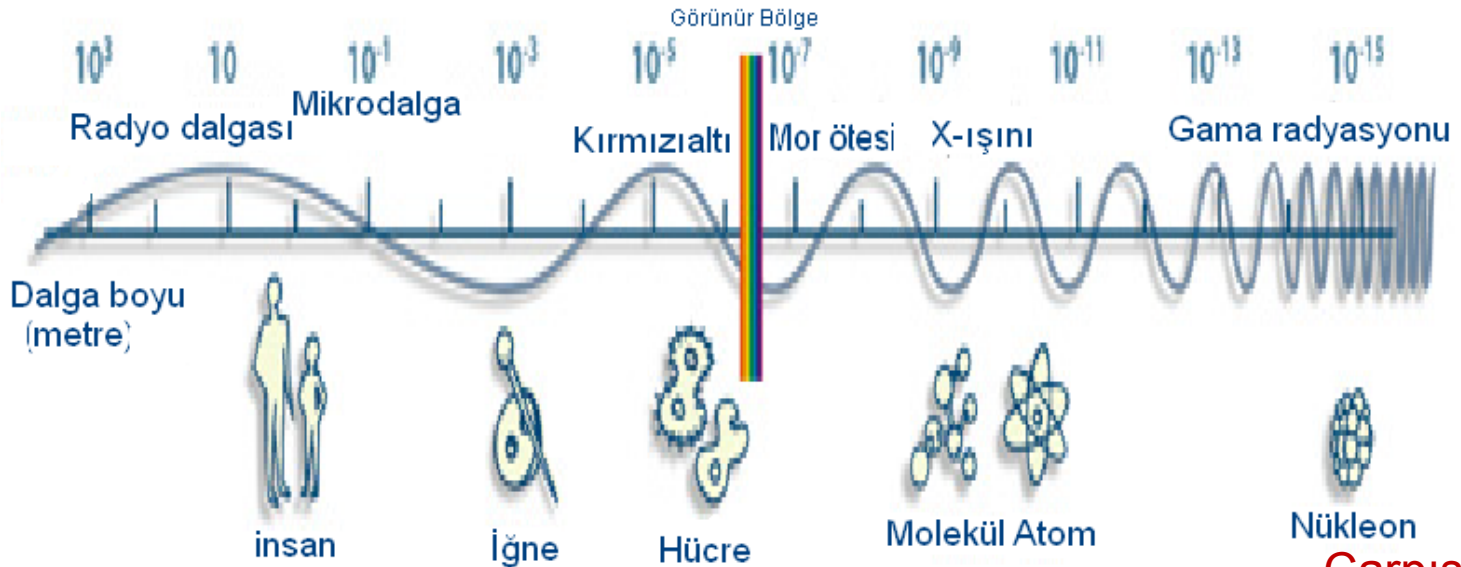


ESRF, Fransa

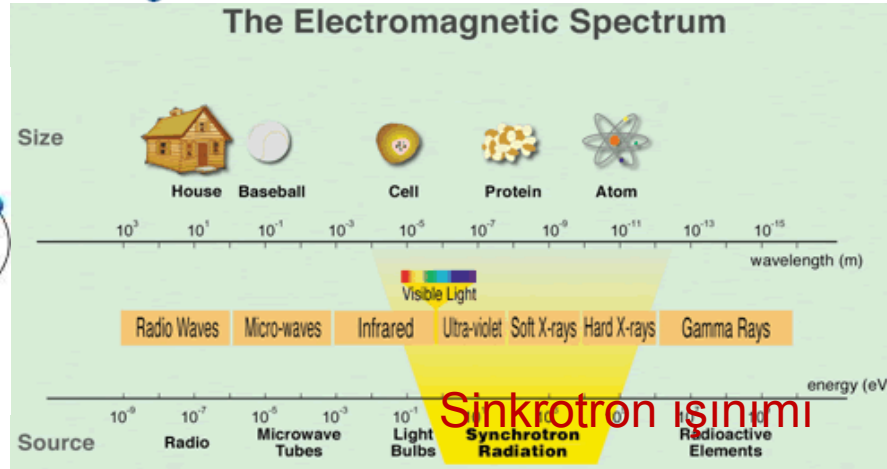
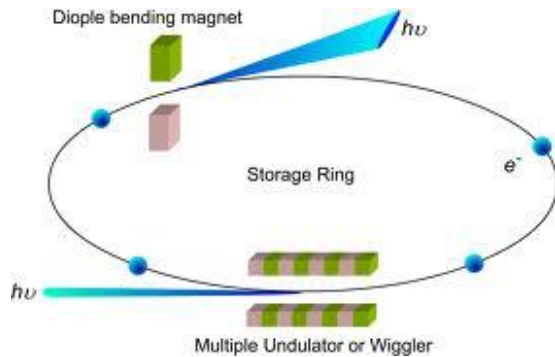
Elektromagnetik Spektrum ve Parçacık Hızlandırıcıları



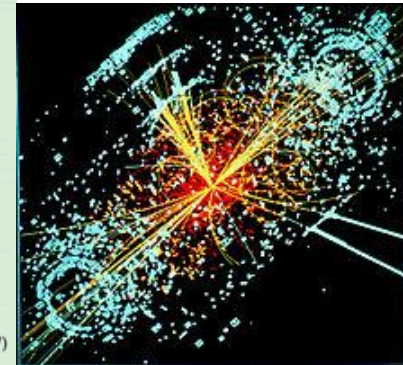
Elektromagnetik Spektrum



Çarpıştırıcılar

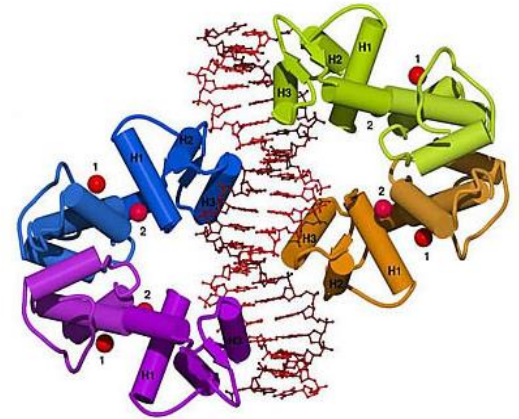
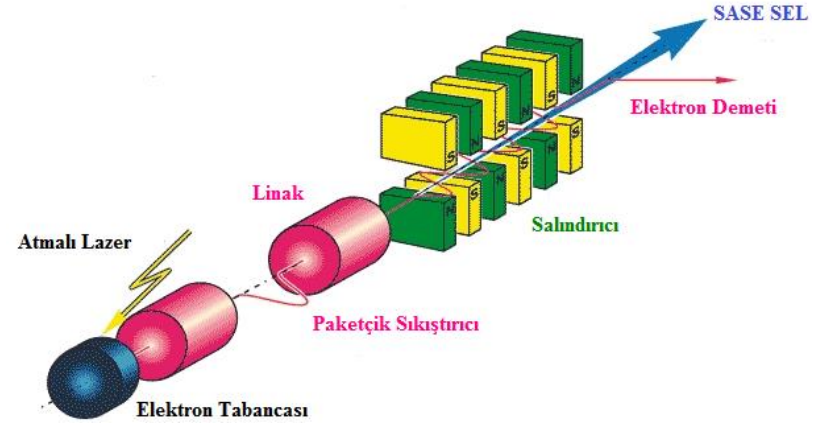
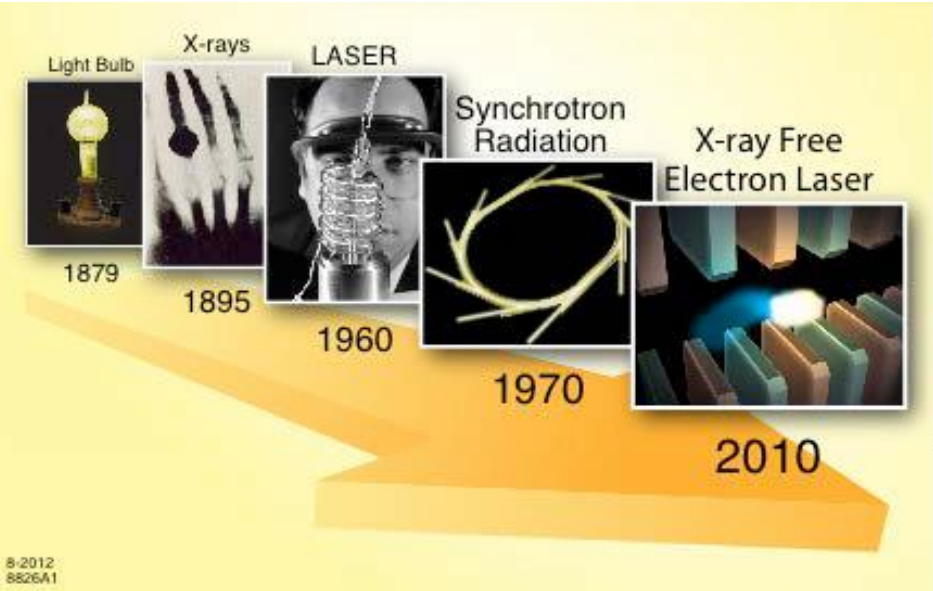


Sinkrotron ışınımı

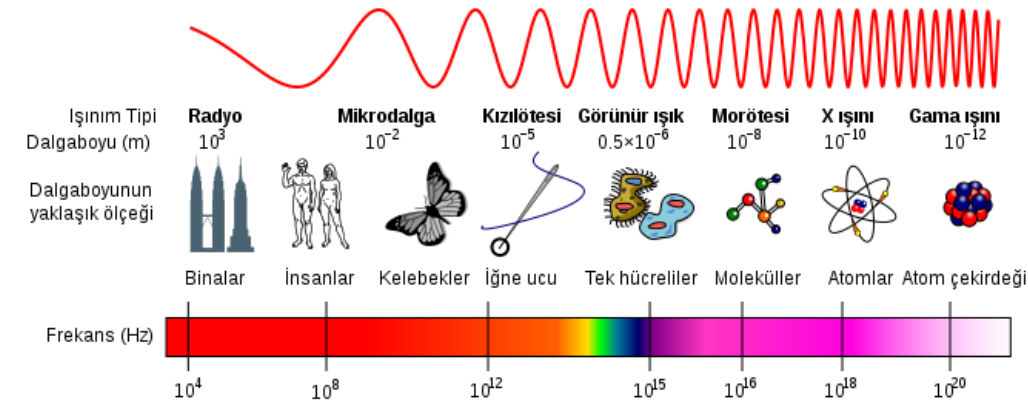


Hızlandırıcıya dayalı ışınım kaynakları

7

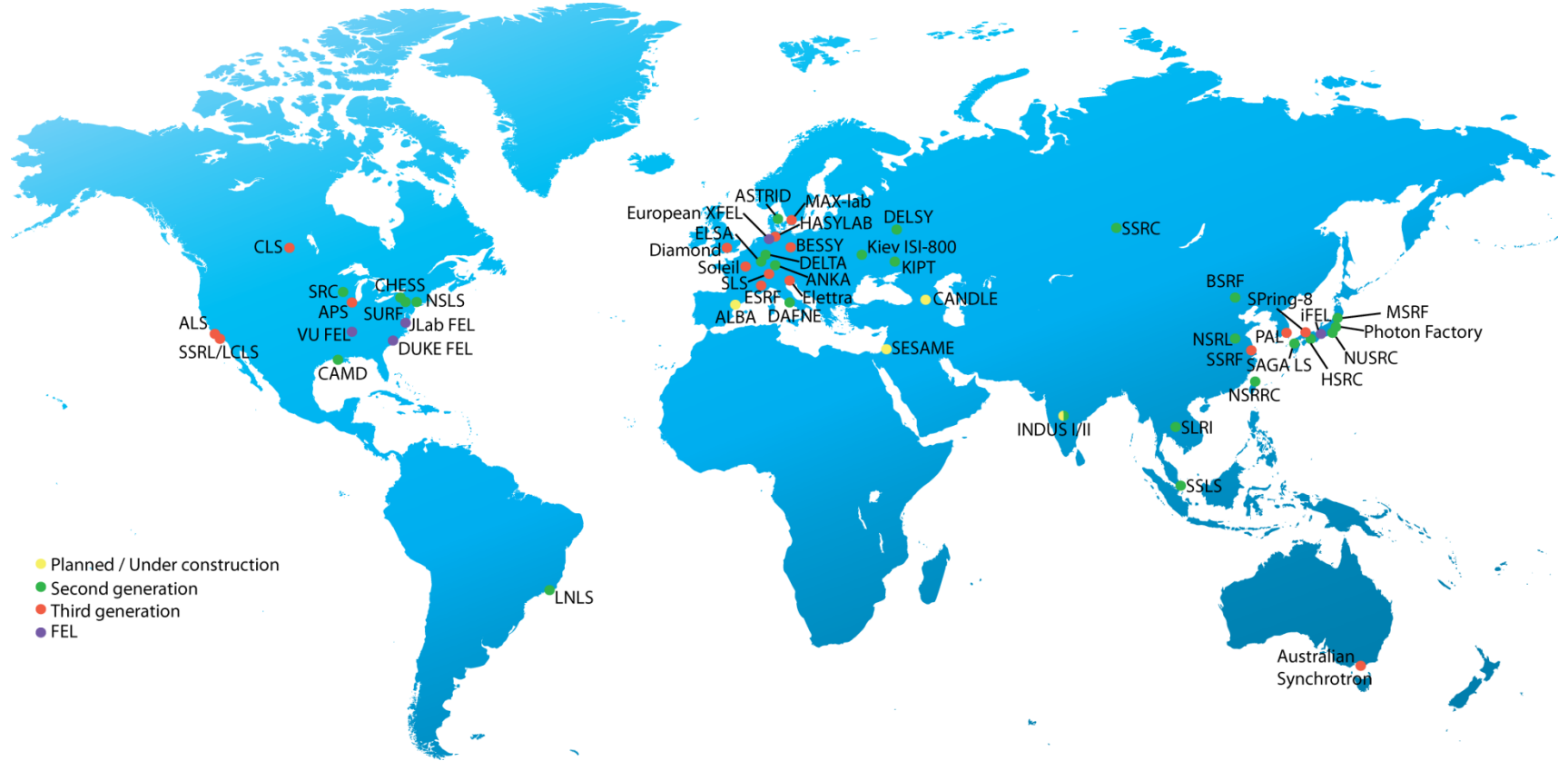


Hücre çekirdeği



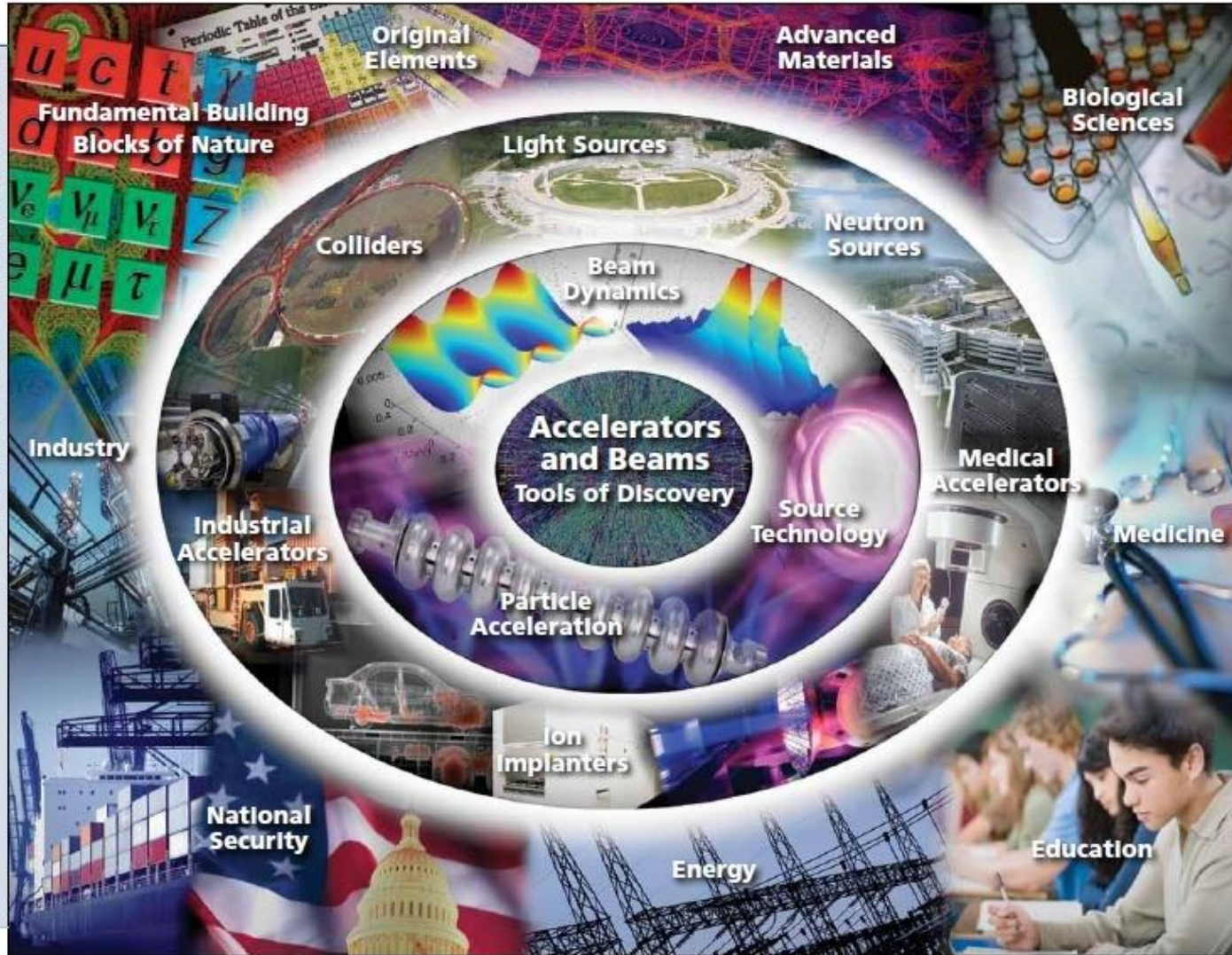


Dünyadaki Hızlandırıcıya dayalı Işınım Kaynağı (SR & FEL) Merkezleri



Hızlandırıcıların Uygulamaları

9



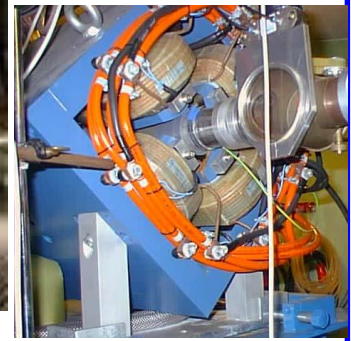
- Parçacık Fiziği
- Nükleer Fizik
- İkincil Demetler
- Nötron Kaynağı
- Sinkrotron Işınımı
- Serbest Elektron Lazeri
- İyon İmplantasyonu
- Radyoterapi
- Nükleer Tıp
- Malzeme Bilimi
- Yarı İletkenler
- Nanoteknoloji
- Biyoteknoloji
- Genetik
- Gıda Güvenliği
- Arkeoloji
- Madencilik
- Enerji Üretimi
- Ulusal Güvenlik

Hızlandırıcı Teknolojileri Neden Jenerik Teknoloji?

10



- Metal ve yüzey işleme sistem ve teknolojileri
- Isıtma ve Soğutma (He, su, azot v.b.) sistem ve teknolojileri
- Parçacık üretimi sistem ve teknolojileri
- Magnet sistem ve teknolojileri
- Vakum sistem ve teknolojileri
- RF kavite ve güç sistem ve teknolojileri
- Kontrol sistem ve teknolojileri
- Radyasyon güvenliği (kişi, ortam ve makine) sistem ve teknolojileri
- Optik sistem ve teknolojileri
- Kablolama sistem ve teknolojileri
- Dedektör ve veri alınması sistem ve teknolojileri
- Veri iletimi ve işletimi sistem ve teknolojileri



Hızlandırıcı Sektörü

- Dünya genelinde farklı büyüklüklerde 30.000 kadar parçacık hızlandırıcısı mevcuttur ve dünya hızlandırıcı sektörü **milyarlarca dolarlık** bir büyüklüğe sahiptir.
- Örneğin, ABD'deki endüstriyel hızlandırıcı piyasasının büyüklüğü yaklaşık 50 milyar dolardır.
- Bu piyasa içerisinde faaliyet gösteren şirketlerin büyüklükleri KOBİ mertebesinde uluslararası dev gruplara kadar değişmektedir

PARTICLE ACCELERATOR CONFERENCE'DA STAND AÇAN FİRMALARI (New York, 2011)

Advanced Design Consulting USA, Inc.	Diversified Technologies, Inc.	MEWASA North America, Inc.	Solid Sealing Technology, Inc.
Advanced Energy Systems, Inc.	Eletta Flow AB	Meyer Tool and Manufacturing	Spinner GmbH
AFT Inc.	Energy Solutions	Micro Communications	SRI Hermetics
Agilent Technologies	Euclid TechLabs, LLC	Muons, Inc.	Stangenes Industries, Inc.
Amuneal Manufacturing Corp.	Everson Tesla Inc.	Myat, Inc.	Struck Innovative Systeme GmbH
Applied Power Systems, Inc.	FAR-TECH, Inc.	NEOMAX ENGINEERING Co., Ltd.	Sumitomo (SHI) Cryogenics of America, Inc.
Atlas Technologies	FMB Berlin and FMB Oxford	Newport Corporation	TDK - Lambda Americas
AWR/STARR Corporation	Friatec N.A., LLC	PAVAC Industries Inc.	Tech-X Corporation
Bruker Advanced Supercon GmbH	Gamma Vacuum	Pearson Electronics	Thales Group Inc.
Buckley Systems Ltd.	GMW Associates	PHOTONIS USA, Inc.	The Ferrite Co., Inc.
Ceramic Magnetics Inc.	Hi-Tech Manufacturing LLC	PHPK Technologies	Thomson Broadcast
CLM Engineering Sales Inc.	IE Power Inc.	Plansee SE Austria	Tomco Technologies
Continental Electronics	Incodema Inc.	QEI Corporation	Toshiba Electron Tubes & Devices Co., Ltd.
CPC	Instrumentation Technologies	RadiaBeam Technologies, LLC	TREK, INC.
CPI	Kepeco Inc.	Reuter Technologie GmbH	VAT, Inc.
CST of America, Inc.	Kress GmbH	RI Research Instruments GmbH	W.C. Hereaus GmbH
Danfysik A/S	Kurt J. Lesker Company	SAES Getters USA	W-IE-NE-R & HYTEC
Diamond Detectors Ltd.	L-3 Electron Devices	ScandiNova System AB	XOS
Dimtel, Inc.	Magnetic Metals	Scanditronix Magnet AB	ZTEC Instruments
	Mega Industries, LLC	SIGMAPHI	



Hızlandırıcı Endüstrisi

13

Hassas metal ve yüzey İşleme

Parçacık kaynakları (katod, RF gun vb.)

Vakum sistemleri

RF güç ve güç iletim sistemleri

Yüksek gerilim sistemleri

Elektronik kontrol sistemleri

Diyagnostik (teşhis) sistemleri

Güvenlik sistemleri (Radyasyon, Kişi ve Makine Koruma vb)

Optik sistemler

Kablolama sistemleri

Veri iletimi ve analizi sistemleri (elektronik & bilgisayar)

Radyasyon zırhlama sistemleri

İklimlendirme, Soğutma (He, Su, Azot v.b.) Sistemleri

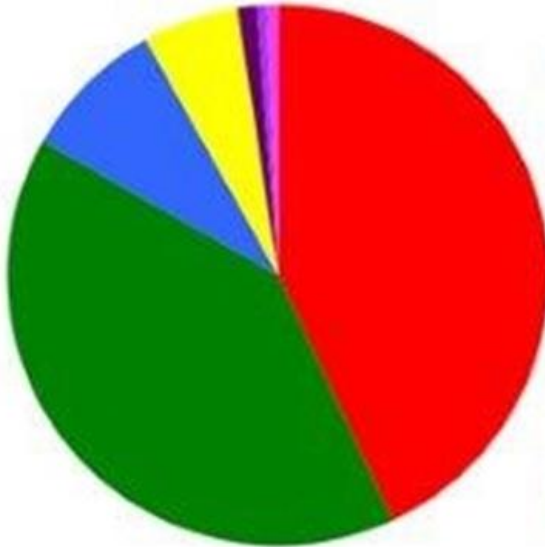
Özellikli Binalar (modüler, güvenli, akıllı..)

DÜNYA'DA DURUM

14



~ 30.000 Hızlandırıcı



- Radyoterapide kullanılan hızlandırıcılar
- İyon implantasyonu ve yüzey modifikasyonu
- Endüstriyel işlem ve araştırma
- Düşük enerjili araştırma hızlandırıcıları
- Medikal radyoizotop üretimi
- Sinkrotron ışınımı ve serbest elektron lazeri
- Yüksek enerjili araştırma hızlandırıcıları (E>1GeV)

ABD'de Durum





Accelerators for America's Future

U.S. Department of Energy (2010, 100pages)

<http://science.energy.gov/~media/hep/pdf/accelerator-rd-stewardship/Report.pdf>

□ **A beam of particles is a very useful tool.**

A beam of the right particles with the right energy at the right intensity;

- can shrink a tumor
- produce cleaner energy
- spot suspicious cargo
- make a better radial tire
- clean up dirty drinking water
- map a protein
- study a nuclear explosion
- design a new drug
- make a heat-resistant automotive cable
- diagnose a disease
- reduce nuclear waste
- detect an art forgery
- implant ions in a semiconductor
- prospect for oil
- date an archaeological find
- package a Thanksgiving turkey
- discover the secrets of the universe.

AB'de ve Rusya'da Durum



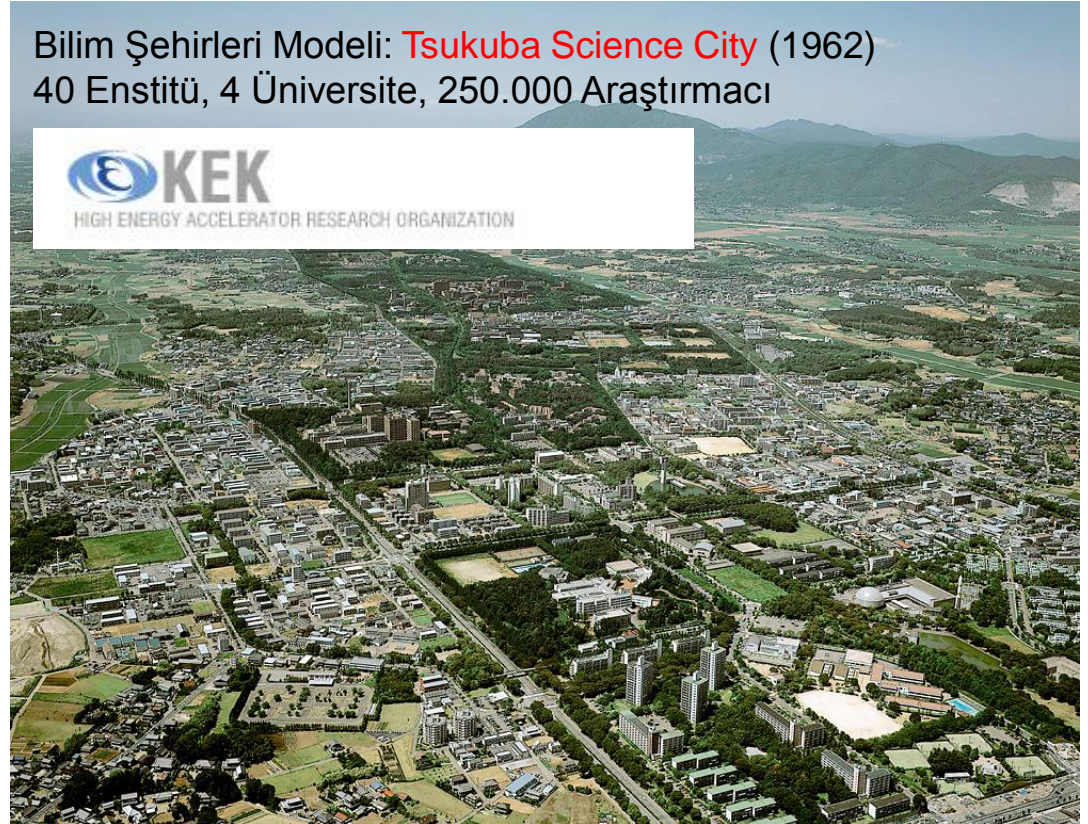
Japonya'da Durum



Bilim Şehirleri Modeli: **Tsukuba Science City** (1962)
40 Enstitü, 4 Üniversite, 250.000 Araştırmacı



KEK
HIGH ENERGY ACCELERATOR RESEARCH ORGANIZATION



Hızlandırıcıların Medikal Uygulamaları

(~ 15.000 Medikal Hızlandırıcı)

19

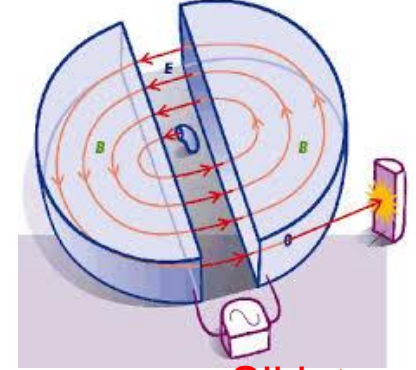
- ✓ Radyo-izotop üretimi ve PET görüntüleme (siklotron, sinkrotron)



- ✓ X-ışını radyoterapi (medikal linak)

Linak

- ✓ Hadron (proton, nötron ve iyon) terapi (siklotron ve sinkrotron)



Siklotron

- ✓ Yaşam bilimleri Ar-Ge çalışmaları (moleküler biyoloji, radyo-biyoloji, genetik, nükleer tıp, izotop, radyasyon, görüntüleme, ilaç, malzeme, vb.) (linak, siklotron, sinkrotron, ışınım kaynakları, SI & SEL)

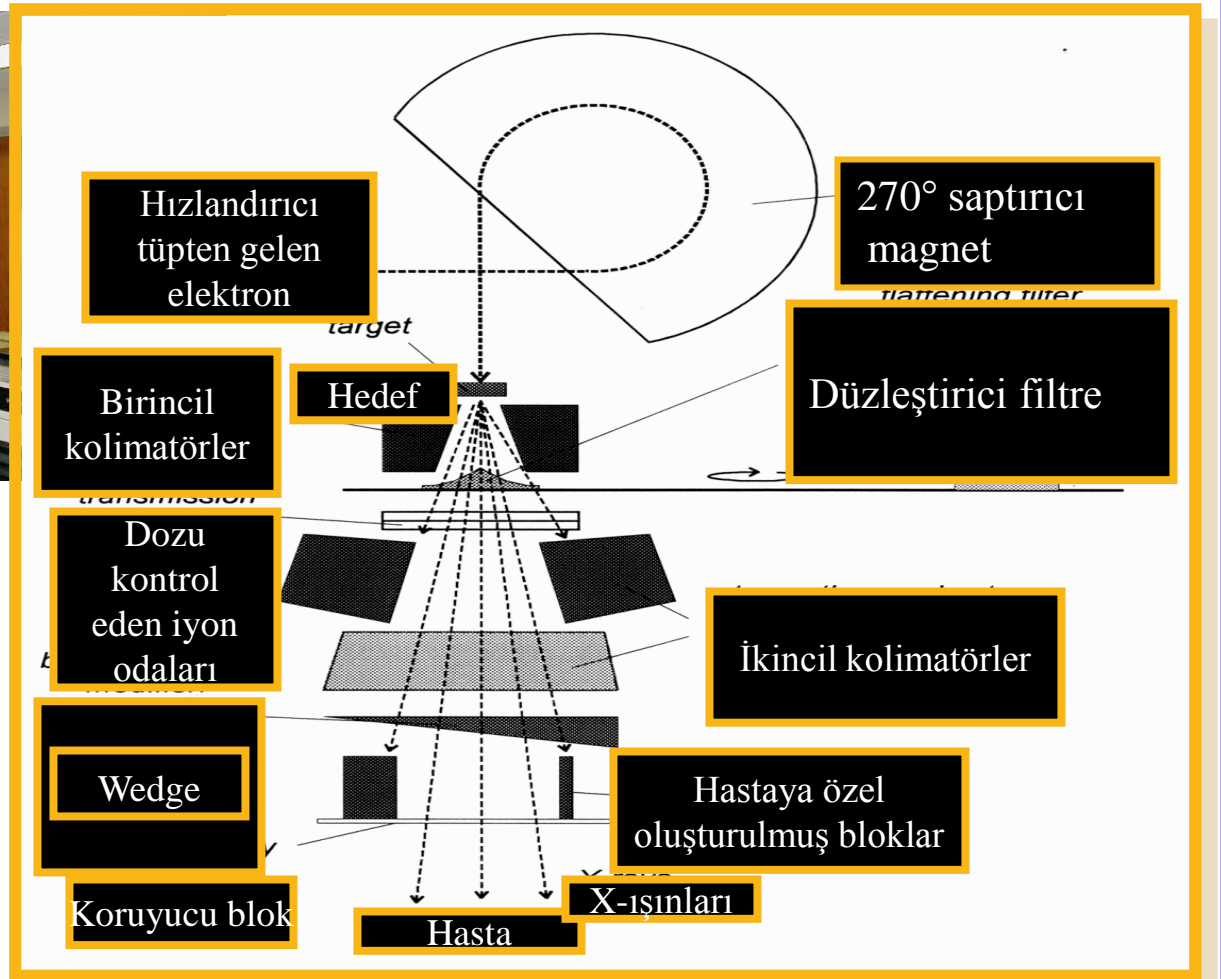
- ✓ İlaç geliştirme (SI, SEL, elektron, proton, nötron)

- ✓ Sterilizasyon (elektron linak, gama ışınları)



Sinkrotron

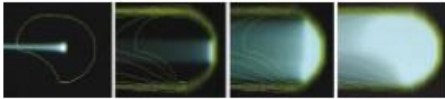
Medikal Linear Hızlandırıcı (Linak)



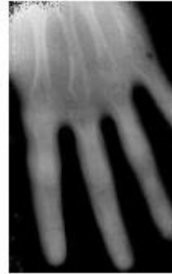
Hızlandırıcıların Medikal Uygulamaları (Yeni Gelişmeler)

21

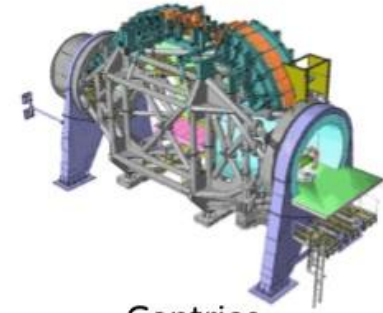
A few developments



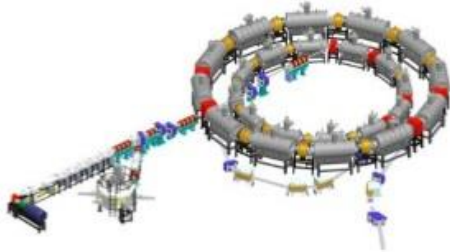
Spot Scanning



Proton Radiography



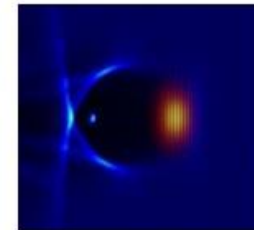
Gantries



FFAG Accelerators



Dielectric Wall
Accelerators

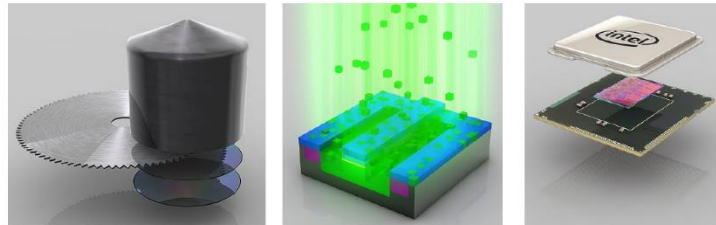


Laser Plasma
Accelerators

Hızlandırıcıların Endüstriyel Uygulamaları

(~ 12.000 Endüstriyel Hızlandırıcı)

Ion implantation



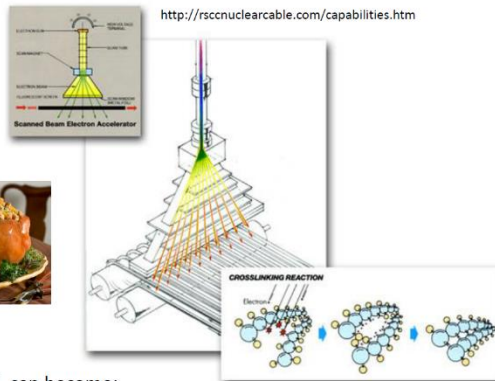
Images courtesy of Intel

Electrostatic accelerators are used to deposit ions in semiconductors.

Electron beam processing

In the US, potential markets for industrial electron beams total \$50 billion per year.

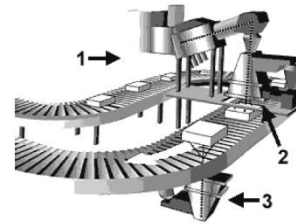
- 33% Wire cable tubing
- 32% Ink curing
- 17% shrink film
- 7% service
- 5% tires
- 6% other



When polymers are cross-linked, can become:

- stable against heat,
- increased tensile strength, resistance to cracking
- heat shrinking properties etc

Food irradiation



'Cold pasteurisation' or 'electronic pasteurisation'
Uses electrons (from an accelerator) or X-rays produced using an accelerator.

The words 'irradiated' or 'treated with ionising radiation' must appear on the label packaging.

In the US all irradiated foods have this symbol



Foods authorised for irradiation in the EU:



Lower dose

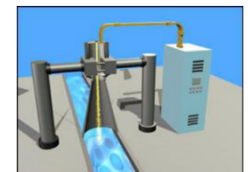


Higher dose

Other uses in industry...

- Hardening surfaces of artificial joints
- Removal of NO_x and SO_x from flue gas emissions
- Scratch resistant furniture

- Treating waste water or sewage
- Purifying drinking water



Irradiating topaz and other gems with electron beams to change the colour



CERN

Kuruluş



23

"**C**onseil **E**uropéen pour la **R**echerche **N**ucléaire"
European Organization for Nuclear Research
Avrupa Nükleer Araştırmalar Merkezi

www.cern.ch

Kuruluş süreci:

1949: Lozan Konferansı

1950: Floransa Konferansı

1951: Paris Konferansı (karar alınıyor)

1952: Yer olarak Cenevre seçildi

1953: Kuruluş bildirgesi imzalandı (11 ülke)

29 Eylül 1954: Cenevre'de faaliyetlerine başladı



KURUCULAR:

Belçika, Almanya, Danimarka,
Fransa, Hollanda, İngiltere,
İsviçre, İsveç, İtalya, Norveç,
Yunanistan, Yugoslavya



CERN



CERN

SPS

LHC

ISVIÇRE

Airport

FRANSA

Cenevre

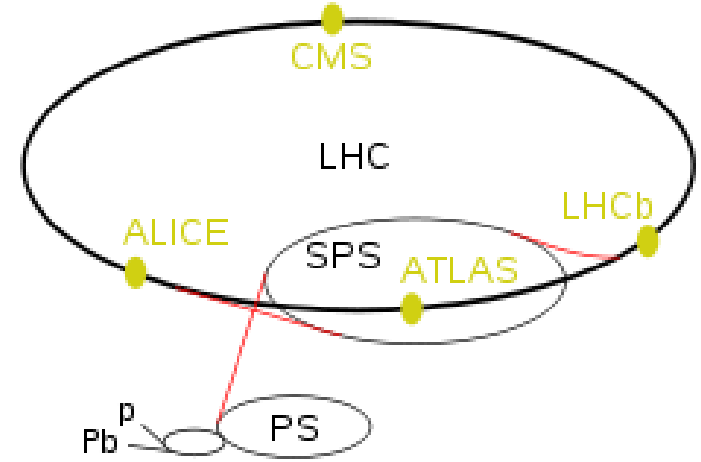
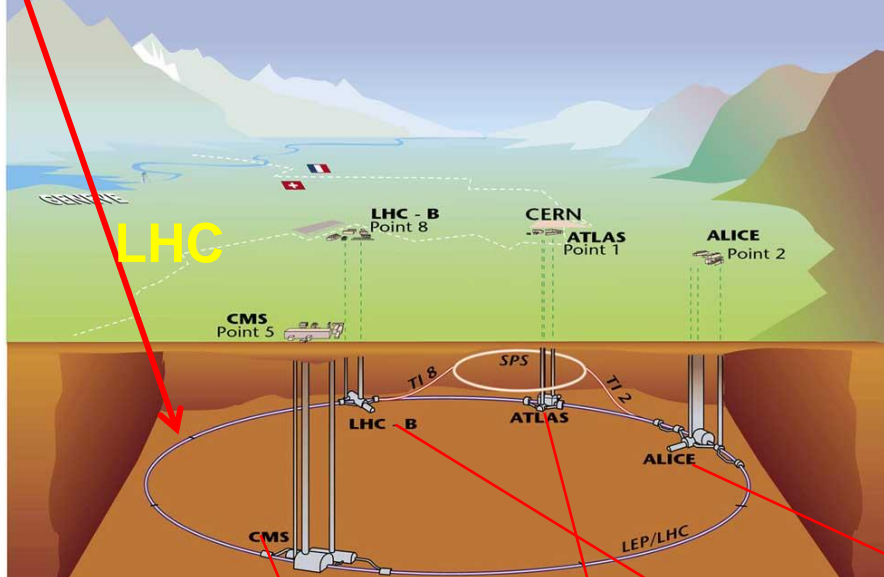
CERN

Yüzyılın Deneyleri



25

Overall view of the LHC experiments.



ATLAS and CMS are general - purpose detectors at the LHC. It will investigate a wide range of physics, including the search for the Higgs boson, extra dimensions, and particles that could make up dark matter.

YBO landing in the CMS experimental hall (28. Feb. 2007)



CMS

ODTÜ+Çukurova Ü.+Boğaziçi Ü.



ATLAS

Boğaziçi Ü.+ Ankara Ü.



LHCb

C. Bayar Ü.



ALICE

Yıldız Teknik Ü.



CERN

Türkiye-CERN İlişkileri



26



1961: Türkiye CERN'de gözlemci üye oldu

Mayıs 2009: Hükümetin üyelik için başvurusu

13-14 Temmuz 2010

CERN Türkiye Komitesinin ziyareti

Toplantılar:

Ankara Üniversitesi

ODTÜ/ULAKBİM

Cumhurbaşkanlığı Köşkü

Komitenin olumlu raporunun ardından;

17 Aralık 2010: CERN Konseyi Türkiye'nin üyeliğe adaylık başvurusunu kabul etti.

12 Mayıs 2014:

Türkiye CERN ile Ortak Üyelik anlaşması imzaladı.

22 Ocak 2015:

Anlaşma TBMM tarafından onaylandı



28 Nisan 2015: Resmi Gazete



CERN'e Ortak Üyelik

Anlaşmanın Başlıca Hükümleri



27

Başlıca hükümlerin tamamı için: <http://hte.ankara.edu.tr>

...

- ❖ Türkiye, ekonomik ve nüfus büyüklüğüne göre hesaplanan tam üyelik katkı payının (aidatının) en az onda birini (1/10) CERN'e yıllık olarak ödeyecektir ve bu aidat hiçbir şekilde 1 Milyon CHF'den az olmayacaktır. (~ 4.5 MCHF)
- ❖ Türkiye, CERN Finans Komitesinin toplantılarında temsil edilme hakkına sahiptir.
- ❖ Türkiye menşeli mal ve hizmetler sunan firmalar, CERN Finansal Kurallar Uygulama Yönetmelikleri çerçevesinde CERN ihalelerine teklif verebilirler. Türkiye CERN'de bir sanayi irtibat görevlisi bulundurabilir. Türkiye firmalarınca CERN'de üstlenilecek işlerin bileşik finansal değeri hiçbir durumda anlaşma kapsamında Türkiye'nin CERN'e yapacağı finansal tutarı geçemez.
- ❖ CERN Konseyi, ortak üyelik kriterlerini düzenli olarak (normalde 5 yılda bir) gözden geçirir.

...

TÜRKİYE’de DURUM

28

✓ Sağlık Alanında Kullanılan Hızlandırıcılar

- Medikal linaklar (kanser tedavisi)

Enerjileri: 8-20 MeV, > **220 adet**

✓ Radyoizotop Üretimi

- TAEK Proton Hızlandırıcı Tesisi (Sarayköy, Ankara)

- Bebek siklotronlar (PET) (kamu ve özel sektör)

✓ Endüstriyel elektron linakları (baca gazı temizlenmesi, kablo üretimi vb.)

✓ Küçük ölçekli iyon demetleri ile nükleer fizik deneyleri

✓ Hadron (proton ve nötron) terapi merkezleri (Şehir hastaneleri projesi)

✓ Üniversitelerde araştırma grupları ve CERN deneylerine katılım

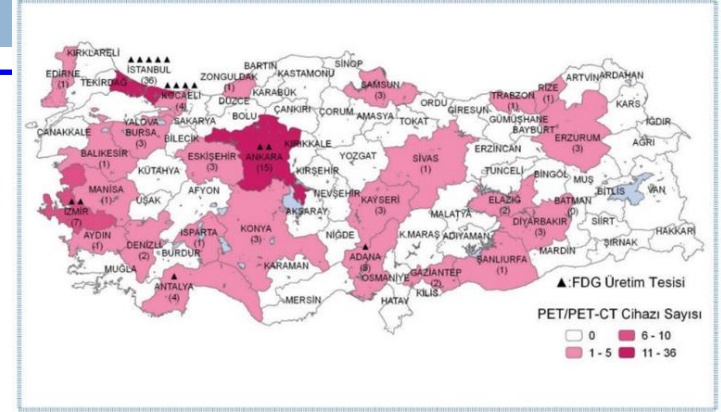
✓ SESAME (Ürdün) Sinkrotron Işınımı tesisinde kurucu üye

✓ **Türk Hızlandırıcı Merkezi Projesi** (Kalkınma Bakanlığı destekli)

Koordinatör: Ankara Üniversitesi

İlk tesis: **Elektron Hızlandırıcısı ve Serbest Elektron Lazeri Tesisi**

Planlananlar: Büyük ölçekli hızlandırıcı ve ışınım tesisleri



Şekil 13. PET/PET-CT cihazları ile FDG üretim tesislerinin illere göre dağılımı

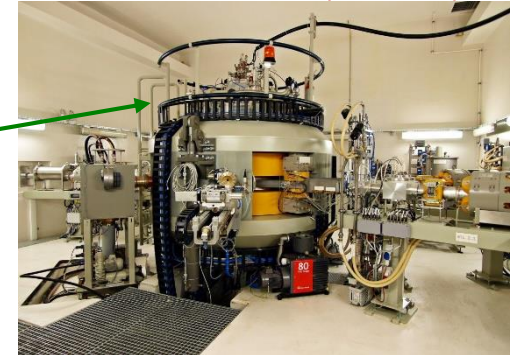
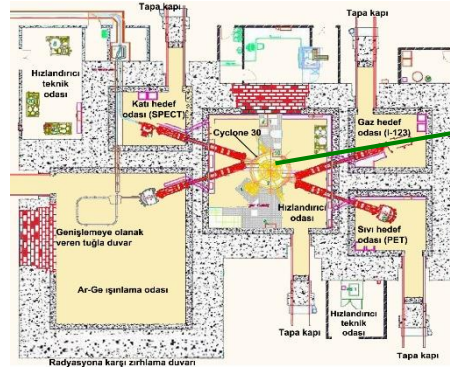


TAEK Proton Tesisi (Radyoizotop üretimi ve R&D)

29



Proton siklotronu (30 MeV)





TÜRK HIZLANDIRICI MERKEZİ PROJESİ

<http://thm.ankara.edu.tr>

Türk Hızlandırıcı Merkezi Projesi Aşamaları

31

- ❖ **I. Aşama Projesi (1997-2000)**
Parçacık Hızlandırıcıları: Türkiye’de Neler Yapılmalı? (Fizibilite projesi)
- ❖ **II. Aşama Projeleri (2002-2005)**
THM Tesisleri için Genel Tasarım Raporları (İki proje)
- ❖ **III. Aşama Projesi (YUUP, 2006-2015)**
İlk Tesis, Enstitü ve THM Tesisleri Teknik Tasarım Raporları
- ❖ **IV. Aşama (2016- ...)**
THM Tesislerinin Kurulumu

İlk Tesis, Enstitü ve Teknik Tasarım III. Aşama: 2006-2015

Ülkemizde hızlandırıcı teknolojilerinin geliştirilmesini ve bu teknolojilerin başta Ar-Ge çalışmaları olmak üzere ilgili alanlarda yaygın ve etkin olarak kullanımını sağlayacak Türk Hızlandırıcı Merkezini tasarlamak ve Ülkemizin Ar-Ge amaçlı ilk elektron hızlandırıcısı ve ışınım tesisini kurmak.

Ana Hedefler:

- ✓Ülkemizin ihtiyaçlarını ve önceliklerini de gözetererek hızlandırıcıya dayalı **araştırma altyapısını** oluşturmaya başlamak
- ✓Ulusal ve Uluslararası yaygınlığı ve işbirliğini geliştirmek
- ✓Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsünü kurmak
- ✓Dünyadaki bilgi ve deneyim birikiminden yararlanmak (ikili anlaşmalar- danışma komiteleri)
- ✓Hızlandırıcılar alanında uzman yetiştirmek (lisansüstü çalışmalar)
- ✓Kullanıcılar, endüstri ve özel sektör ile işbirliğini geliştirerek yerli üretimi teşvik etmek ve hızlandırıcılara dayalı katma değeri yüksek Ar-Ge ve üretim süreçlerinin önünü açmak

Enstitü ve Hızlandırıcı Hizmet Binalarının Açılışı

9 Mayıs 2011, Ankara Üniversitesi Gölbaşı Kampüsü

33





Üniversitelerarası İşbirliği



Proje Ekibi: 78 Doktoralı + 78 Lisansüstü Öğrenci

34



Ankara Üniversitesi (Koordinatör)

Gazi Üniversitesi



İstanbul Üniversitesi

Uludağ Üniversitesi



Dumlupınar Üniversitesi

Osmangazi Üniversitesi



Boğaziçi Üniversitesi



Doğuş Üniversitesi

Erciyes University



S. Demirel Üniversitesi



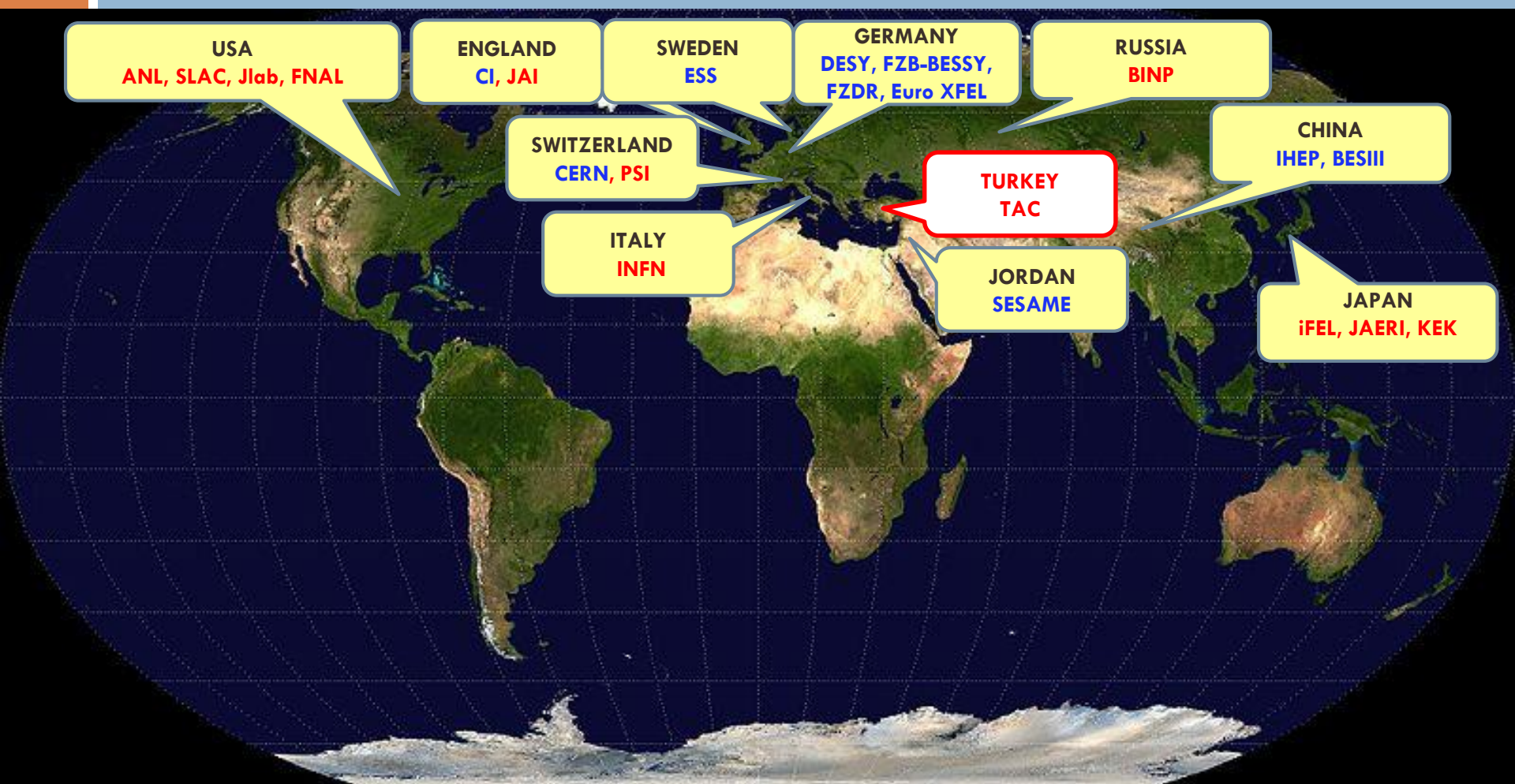
Niğde Üniversitesi



Gebze Yüksek Teknoloji Enst.



Uluslararası Yaygınlık



Uluslararası İşbirliği Anlaşmaları

36

- Ankara Üniversitesi - DESY (Germany) : 1996
- Ankara Üniversitesi - LHC-ATLAS (CERN) : 1997... TAEK desteği
- Ankara Üniversitesi - CLIC (CERN) : 2005... TAEK desteği
- Ankara Üniversitesi - HZB (Germany) : 2007
- Ankara Üniversitesi - HZDR (Germany) : 2007
- Ankara Üniversitesi - Cockcroft Institute (UK) : 2011
- Ankara Üniversitesi - IHEP (China) : 2011
- Ankara Üniversitesi - Euro XFEL (Germany) : 2012
- Ankara Üniversitesi - ESS (Sweden) : 2013
- Ankara Üniversitesi - INFN-LNS (Italy) : 2014

- ❑ Ercan ALP (Argonne National Laboratory, USA) (**Head**)
- ❑ Behçet ALPAT (INFN Perugia, Italy)
- ❑ David M. ASNER (PNL, USA)
- ❑ Swapan CHATTOPADHYAY (Cockroft Institute, UK)
- ❑ Eugene LEVICHEV (BINP, Russia)
- ❑ Yasar ONEL (Univ. of Iowa, USA)
- ❑ Luigi PALUMBO (INFN Frascati, Italy)
- ❑ Ken PEACH (Oxford University, UK)
- ❑ Roland SAUERBREY (FZD, Germany)
- ❑ Zehra SAYERS (Sabancı University, Turkey)
- ❑ Gökhan UNEL (UCI & CERN)
- ❑ Ali TANRIKUT (TAEK, Turkey)
- ❑ Helmut WIEDEMANN (Stanford University, USA)
- ❑ Frank ZIMMERMANN (CERN)

I. Toplantı:
8-9 Ekim 2009
Ankara Üniversitesi
ANKARA



II. Toplantı:
21-22 Haziran 2010
Boğaziçi Üniversitesi
İSTANBUL



III. Toplantı:
9-10 Mayıs 2011
Ankara Üniversitesi
ANKARA



IV. Toplantı:
11-12 Haziran 2012
İstanbul Üniversitesi
İSTANBUL



V. Toplantı:
24-25 Haziran 2013
Ankara Üniversitesi
ANKARA



VI. Toplantı:
07-08 Temmuz 2014
İstanbul Üniversitesi
İSTANBUL



Peter MICHEL (HZDR-ELBE, Germany) (Head)
Hideaki OHGAKI (Kyoto University, Japan)
Dieter TRINES (DESY, Germany)
Ernst WEHRETER (HZB-BESSY, Germany)
Jean R. DELAYEN (JLab, USA)



I. Toplantı:
4-5 Aralık 2009
Ankara Üniversitesi

II. Toplantı:
2-3 Eylül 2010
Bodrum, Muğla

III. Toplantı
12-13 Mayıs 2011
Ankara Üniversitesi

IV. Toplantı
6-7 Mart 2012
Ankara Üniversitesi

V. Toplantı
22-23 Nisan 2013
Ankara Üniversitesi

VI. Toplantı
20-21 Ekim 2014
Ankara Üniversitesi

THM'nin İlk Tesisi Olarak TARLA

39



Elektron Hızlandırıcısı ve Işınım Tesisi

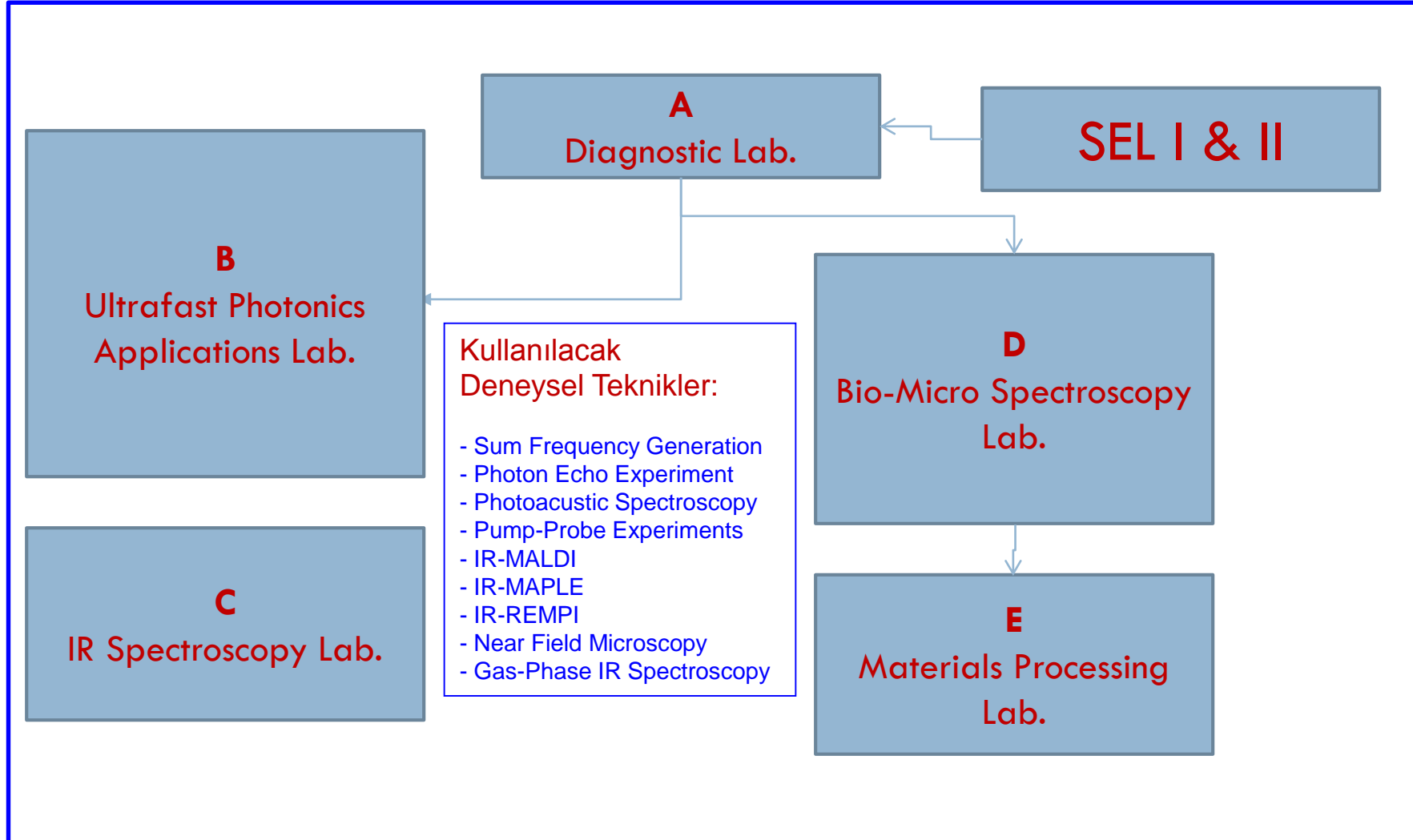
TARLA: Trkish Accelerator and Radiation Laboratory at Ankara

5 - 40 MeV süperiletken elektron hızlandırıcısı, Infrared (3-250 mikron) serbest elektron lazeri (SEL)
5-30 MeV frenleme ışınımı (Bremsstrahlung), 6 Deney İstasyonu



Deney İstasyonları Planlaması

40

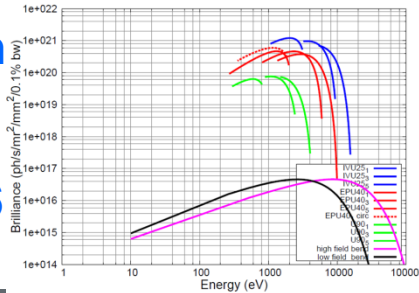


THM Kapsamında Tasarlanan Tesisler

41

- ✓ Sinkrotron Işınımı Tesisi (TURKAY)
- ✓ SASE Serbest Elektron Lazeri Tesisi (TURKSEL)
- ✓ Proton Hızlandırıcısı Tesisi (TURKPRO)
- ✓ Parçacık Fabrikası Tesisi (TURKFAB)

- Hızlandırıcı: Elektron sinkrotronu
- Demet enerjisi: 3 GeV
- Çevre: 467 m
- Demet akımı: 500 mA
- Demet yayını: < 1 nm
- Hücre sayısı: 18
- Demet hattı sayısı: ~ 36

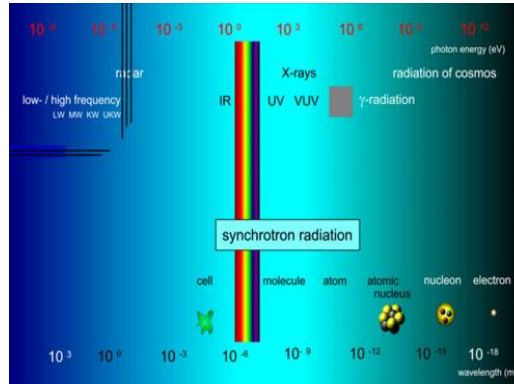
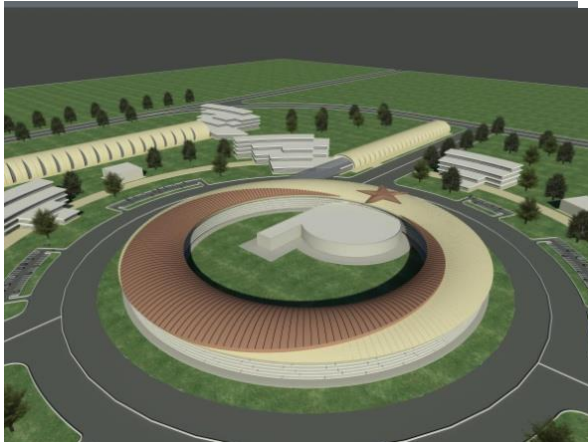


Sinkrotron Işınımının dalga boyu aralığı:
Infrared bölgeden sert X-ışınları bölgesine kadar

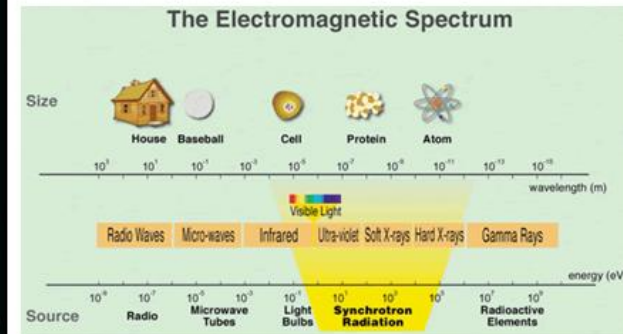
Sinkrotron Işınımının enerji aralığı: 100 eV- 50 keV

Tesisin Araştırma Potansiyeli:

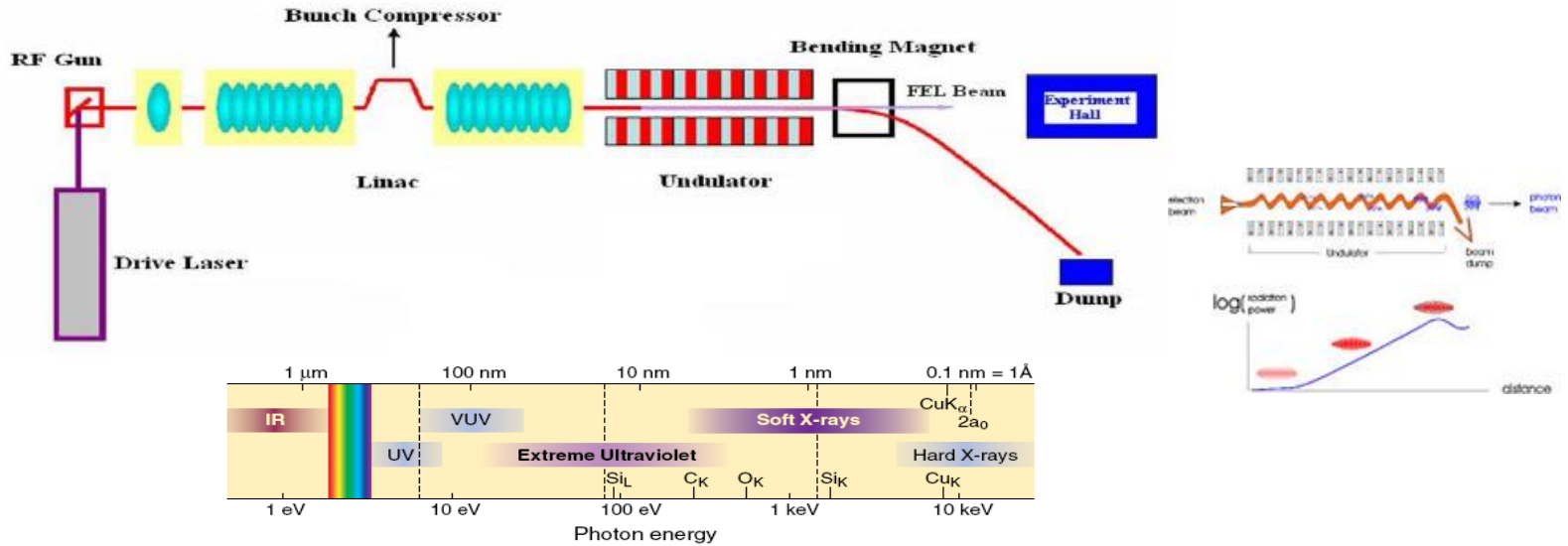
Üzerinde kurulu bulunan demet hatları ve deney istasyonları ile başta malzemelerin atom ve molekül düzeyinde karakterizasyonu olmak üzere nanoteknoloji, biyoteknoloji, genetik, kimya, çevre, savunma, uzay, tıp, enerji, yakıt, ilaç, teşhis vb onlarca alanda ileri düzeyli spektroskopi ve görüntüleme teknikleri ile kısa sürede ve aynı anda Ar-Ge çalışması yapılmasını sağlayacaktır.



Sinkrotron Işınımı ile İncelenebilen Bölge



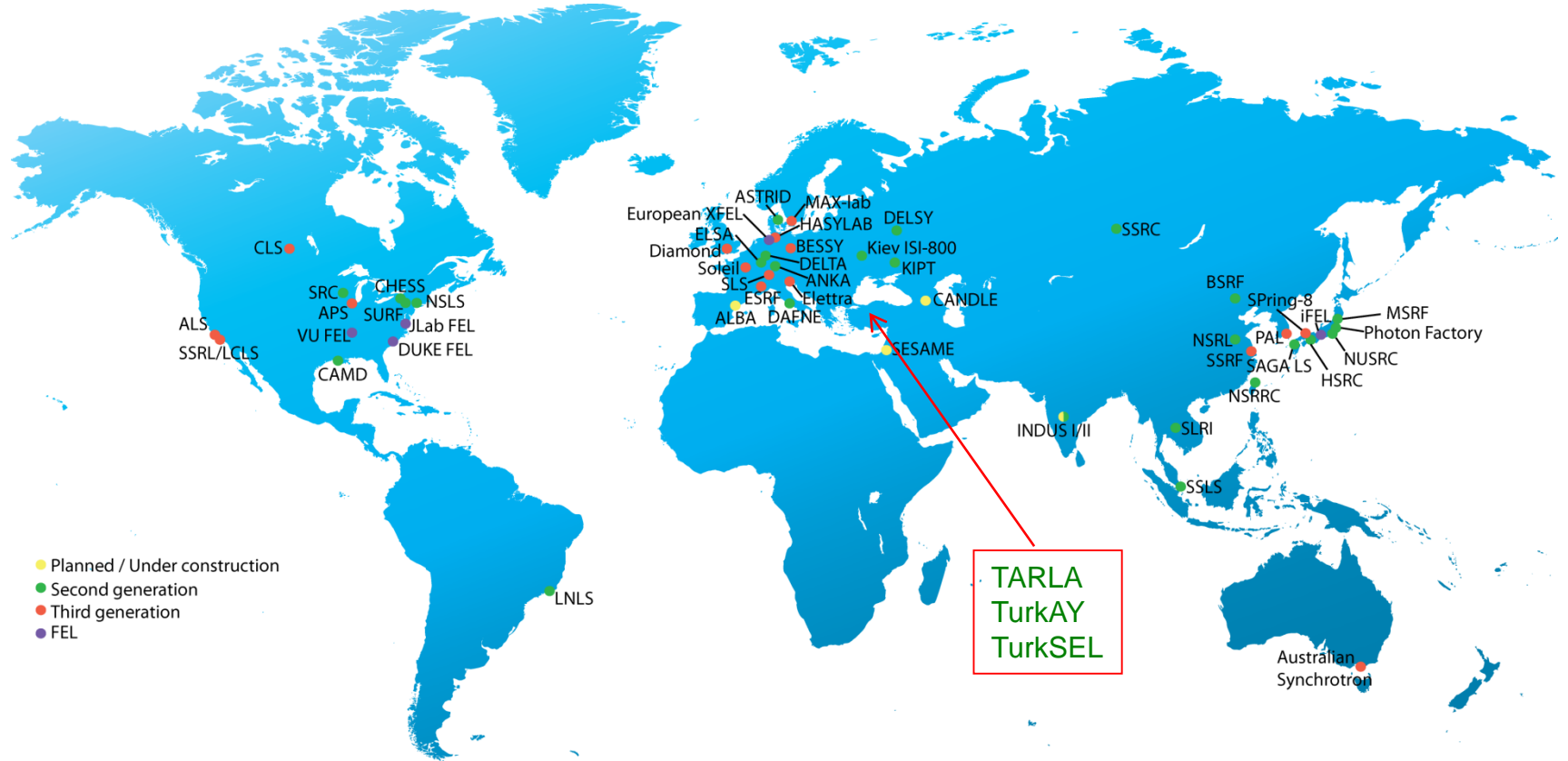
Hızlandırıcı: 1 - 6 GeV doğrusal elektron hızlandırıcısı
SEL dalgaboyu aralığı: VUV – X-ışınları (100 - 0.1 nm)



Tesisin Araştırma Potansiyeli: 0.1-100 nm aralığında, ps-fs atma uzunluklu ve $\sim 10^{32}$ pik parlaklıklı lazer ışınları ile özellikle atom ve molekül ve malzeme bilimleri başta olmak üzere, genetik, ilaç, nanoteknoloji, biyoteknoloji, kimya, çevre, tıp, uzay, arkeoloji, enerji vb alanlarında bir çok disiplinlerarası araştırmayı çok kısa sürede ve çok hassas şekilde yapma imkanı sağlayacaktır.

✓Almanya'da bir Avrupa projesi olarak inşası süren ve 2017 yılında tamamlanacak SASE SEL tesisi olan Euro XFEL tesisinin sloganı Binyılın Işığı'dır (Light of Millenium).

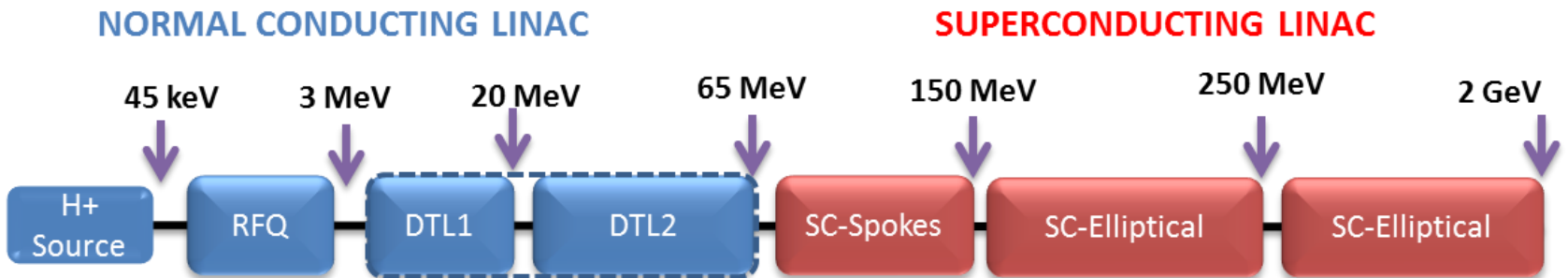
Dünyadaki Sinkrotron Işınımı ve SEL Merkezleri



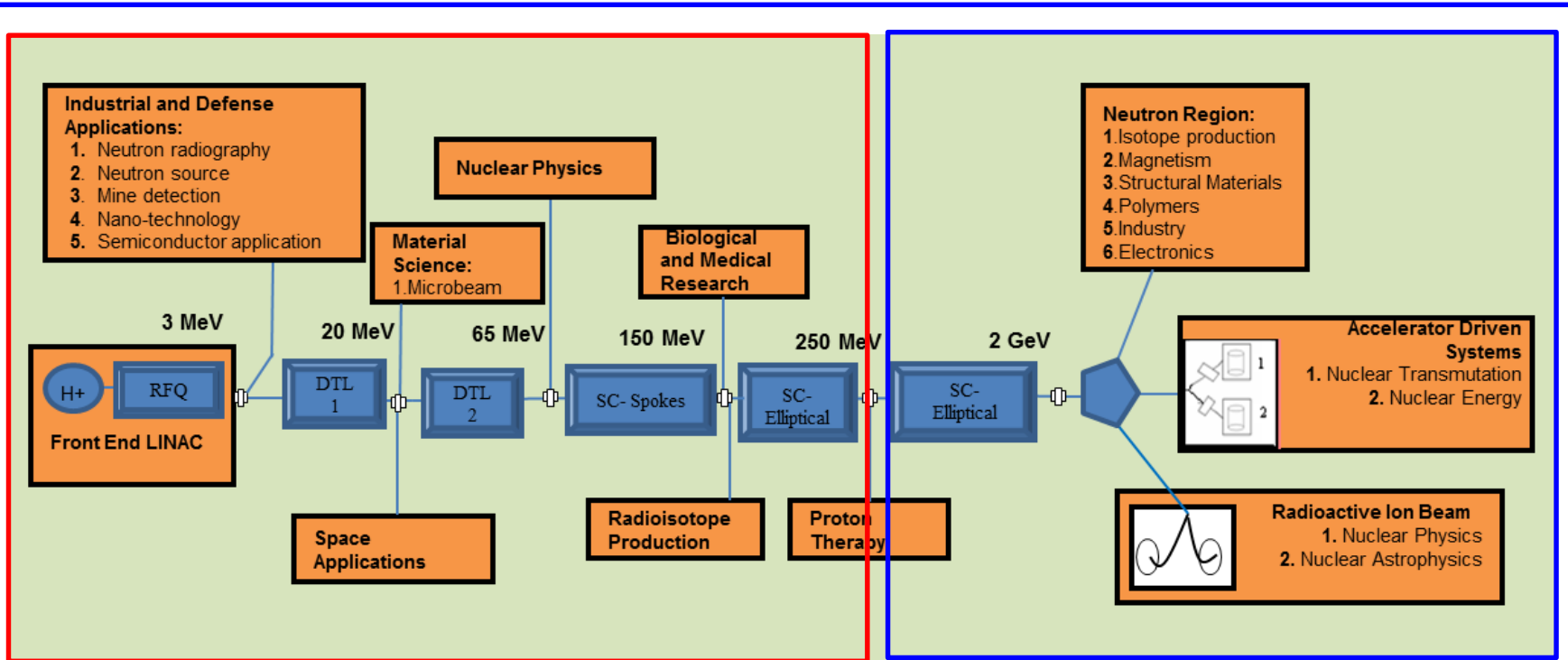
Proton Hızlandırıcı Tesisi (TURKPRO)

45

- TURKPRO tesisi 3 MeV-2 GeV arası enerjilerde çok amaçlı ve disiplinlerarası araştırma ve uygulamaları mümkün kılacak yüksek güç ve akıllı bir proton hızlandırıcı tesisi olarak tasarlanmaktadır.
- Proton demeti enerji adımları:
- 3 -20-65-150-250 MeV (düşük enerji bölgesi)
- 250 MeV-2 GeV (yüksek enerji bölgesi)



TURKPRO Tesisi Araştırma Potansiyeli



Düşük enerji: 3-65-250 MeV

Yüksek enerji: 250-2000 MeV

Nötronların Kullanım Alanları

Uygulama Alanı	İnceleme Konusu	Amaç	
	Malzeme Bilimi	Malzeme hazırlama, Kompozit malzemeler, Alaşımlar	Kusur tespiti, Safılık analizi
	İnşaat Mühendisliği	Taş, Beton, Ağaç, Seramik ve Kil	Yapı, Nem oranı ve Katkı Maddesi Etkinliği Analizi
	Biyoloji	Bitkiler, Fosil Numuneler	Kimyasal Madde Etkisi, Hidrojen Oranı Analizi, Köken Analizi, Yapı Analizi
	Savunma Sanayi	Yakıcı ve Patlayıcı Mühimmat	Güvenirlilik, İrtibat, Patlayıcı Malzeme Analizi
	Elektrik-Elektronik Mühendisliği	Anahtarlar, Yalıtkanlar Bataryalar	Kusur Analizi, Elektrokimyasal Analizler
	Uzay ve Havacılık Sanayi	Yapısal Malzemeler Gösterge Cihazları	Kalite Kontrol, Paslanma ve Kaynak Kusur Analizi
	Petrol ve Gaz Endüstrisi	Sondaj	Gözenek Hacim Dağılım Analizi
	Enerji Depolama	Bataryalar Yakıt Hücreleri	Elektrolit Dağılım Analizi Gaz ve Sıvı Akışı



Otomobil Endüstrisi

Motorlar, Döküm Kompozit Malzemeler

Kaynak ve Yağlanma Dağılımı, Malzeme Kusurları



Tıp

Bor Katkılı Maddeler İnce Dokular

Bor Miktarı Analizi



Nükleer Endüstri

Yakıt Elemanları Kaplama Malzemeleri Kontrol Cihazları

Kusur Tespiti, Yakıt Yanma Ölçümü, Kalite Kontrol



Arkeoloji

Demir ve Bronz Örnekleri Boyalar

Yapı ve Üretim Tekniği Analizi



Diş Hekimliği

Doğal ve Yapay Dişler

Kalite Kontrol Yapıştırıcı Dağılım Analizi



Türbin Motorları

Pervaneler

Malzeme Kusurları, Soğutma Kanalı Testi

Ülkemizde deneysel yüksek enerji fiziği (parçacık fiziği) çalışmalarını mümkün kılmak ve dedektör ve veri işleme teknolojilerini geliştirmek için ERL-halka tipli bir elektron pozitron çarpıştırıcısı **parçacık fabrikası** olarak tasarlanmaktadır.

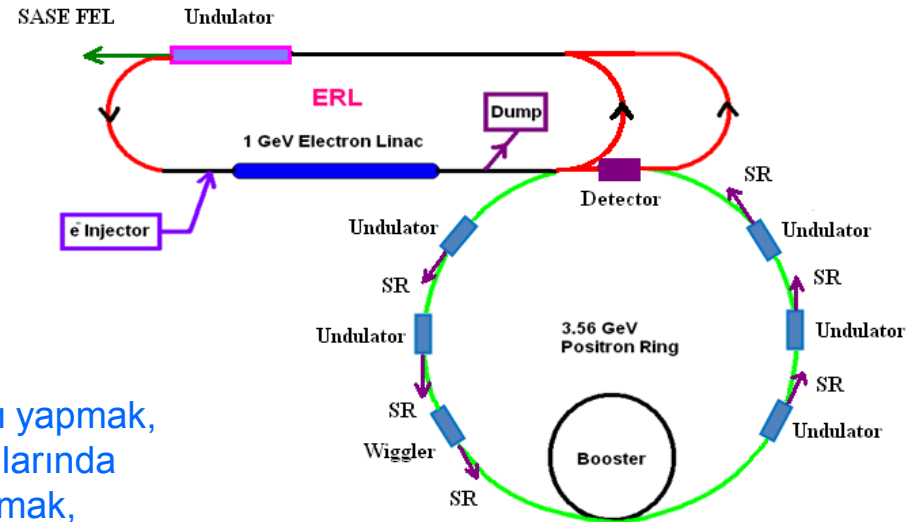
Parçacık fabrikası charm kuarklarının rezonansta üretimini sağlayacak ve bozunumlardan yararlanarak mezon fiziği çalışmalarını mümkün kılacaktır.

Tesisin Araştırma Potansiyeli:

Charm kuarklarını rezonansta üretmek, mezon fiziği araştırmalarını ülkemizde mümkün kılmak, yeni fizik çalışmaları yapmak, dedektör teknolojisi ve veri alma ve işleme konularında ülkemizde ileri düzeyli araştırmaları mümkün kılmak, evrensel düzeyde temel parçacık fiziği araştırmalarına katkı sağlamak.

Tesis, IHEP- BESIII (Çin) tesisinden 100 kat daha yüksek ışınlık değeri ile dünyada tek olacaktır.

Ec.m.: 3.8 GeV Işınlık: $1 \times 10^{35} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$



Türk Hızlandırıcı Merkezi (Plan)

TURKPRO

TURKFAB

TURKSEL

TURKAY

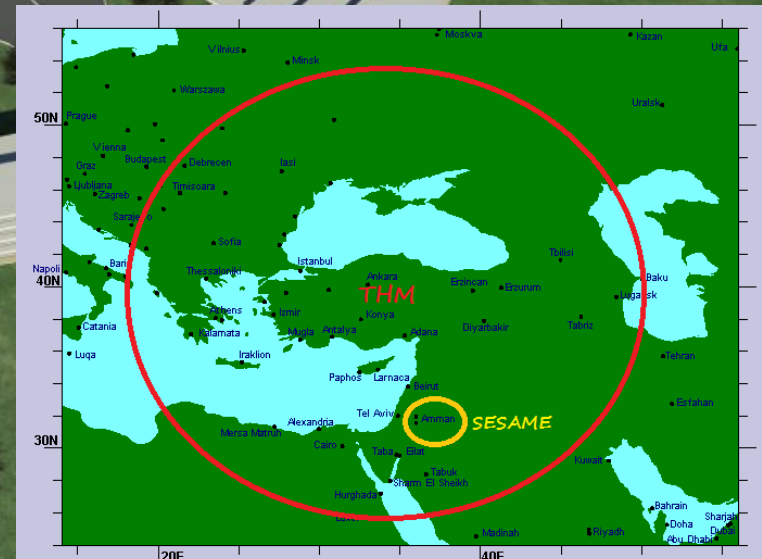
TARLA



50 m

Diğer Binalar:
Enstitüler
Ofis binaları
Veri analiz mekanları
Kullanıcı ofisleri
Laboratuvarlar
Atölyeler
Kütüphane
Misafirhane

[video](#)





ISAC Komitesi 2013 Raporundan...

Komitemiz özellikle aşağıdaki görüşlerini paylaşmak ister:

- 1. THM projesinin başlangıçta belirlediği beş farklı elektron ve proton hızlandırıcısı kurma ve işletme hedefleri bugün için de geçerlidir.**
- 2. Ankara Üniversitesinin THM projesine yaptığı öncülüğü, ve projenin kamu ve akademik dünyada, ve özellikle de uluslararası platformlarda tanıtılmasını başarmış olmasını takdirle karşılıyoruz.**
- 3. Ankara Üniversitesi Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsünün kurulmuş olması kalıcı bir kazanç olmuştur. Bu enstitüde yüksek lisans ve doktora eğitiminin bir an önce başlaması çok isabetli olacaktır.**
- 4. 26 değişik üniversiteden birçok genç bilim adamının master ve doktora tezleri ile desteklenmesi sonucu çok sayıda genç eleman yetiştirilmiştir. Bu kişilerin THM projesi etrafında toplanmış olmaları çok önemlidir.**
- 5. THM projesi yönetimini ve Ankara Üniversitesinin projeyi ISAC ve IMAC aracılığı ile uluslararası danışmaya ve denetime açmış olmasını takdir ediyoruz.**
- 6. THM projesinin Ulusal Araştırma Merkezi çerçevesinde yeni bir yapıya kavuşturulması, ve bunun da üniversite, sanayi ve kamu sektörlerinin işbirliği içinde yapılması doğru olacaktır.**
- 7. Hızlandırıcılar, inşası 10-20 yıl, işletilmesi de 20 veya daha fazla yıllar süren zahmetli ve yüksek maliyetli projelerdir. Proje maliyetleri hedeflerin büyüklüğüne ve proje süresine bağlıdır. Örneğin Dünya standartlarında bir sinkrotron x-ışını kaynağının yapımı 500 milyon TL tutabilir, ve işletilmesi de 20 yıl içinde toplam olarak benzeri bir maliyet gerektirir.**
- 8. THM projesinin uluslararası kurumlara ve projelere katılımının sağlanması yerinde olacaktır ve gereklidir. Bu amaçla CERN, EuroXFEL, ESS, PETRA-III, ESRF, ve SESAME projelerine üyelik en iyi yöntem olarak düşünülmelidir. Bilimsel ve teknik işbirliği maalesef sadece “işbirliği anlaşmaları” ile yürütülemez.**
- 9. TARLA projesi bugünkü haliyle tamamlanırken, mutlaka iki “manyetik salıncı” ve 7 deneysel istasyonla donatılarak genişletilmeli, ve ulusal kullanıcıya açık bilimsel bir tesis olarak tamamlanmalıdır. Böylece tıp, biyoloji, malzeme bilimi, makina mühendisliği, kimya, farmakoloji, ve nükleer fizik alanlarında önemli deneylerin yapılabileceği bir tesis haline gelecektir.**
- 10. ISAC üyeleri olarak Türkiye’deki hızlandırıcıya dayalı çabalara katkıda bulunup destek vermekten büyük memnunluk duyduğumuzdur.**

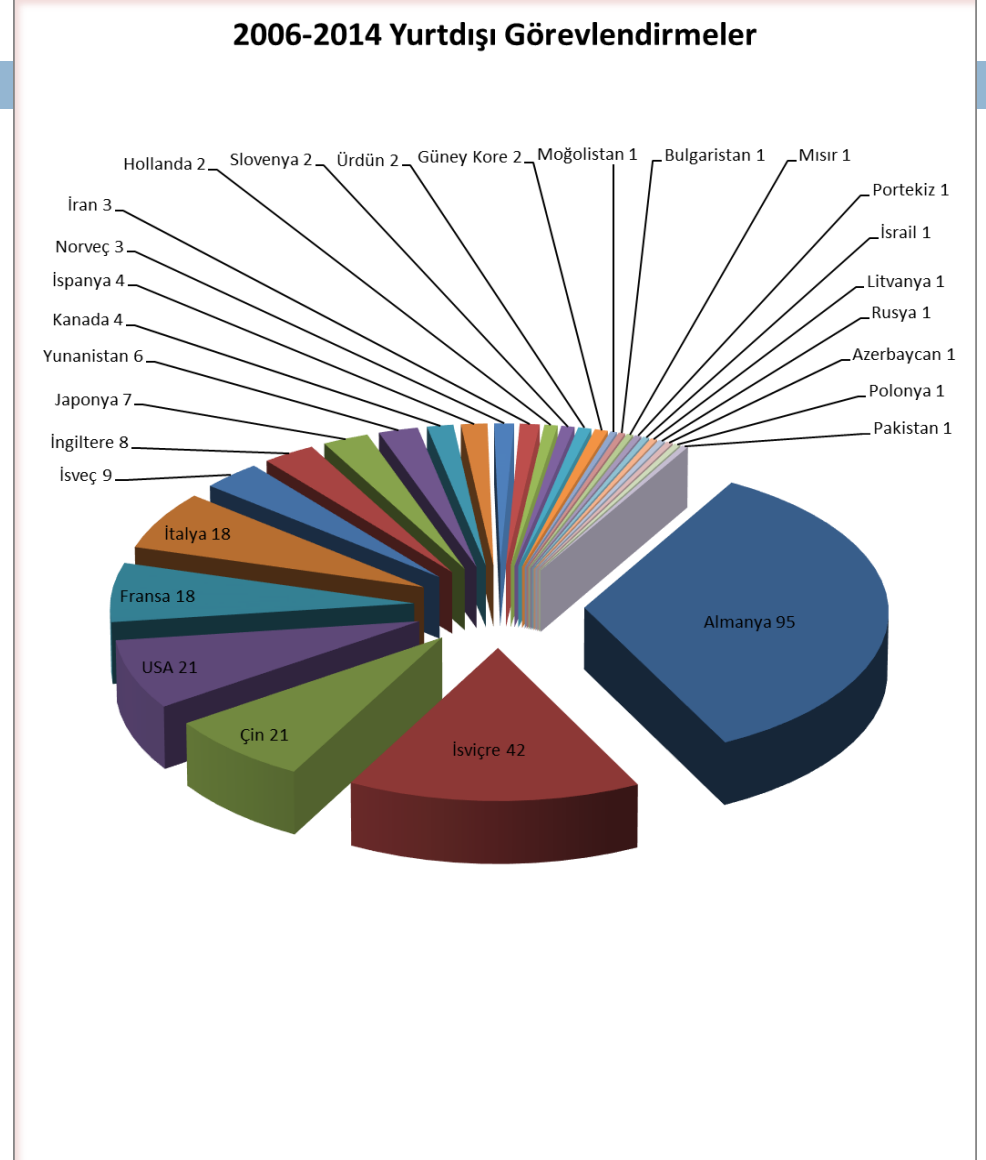
III. Aşama (2006-2015) Çıktıları

51

- ❖ 12 Üniversite arasında resmi işbirliği
- ❖ 12 Yurtdışı anlaşma ve kollaborasyon
- ❖ Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü
- ❖ Enstitü ve Hızlandırıcı Binaları
- ❖ TARLA elektron hızlandırıcı ve ışınım tesisi
- ❖ Uluslararası Bilimsel (ISAC) ve Teknik (IMAC) Danışma Komiteleri
- ❖ 175 master, doktora tezi
- ❖ 900 yayın
- ❖ 280 Yurtdışı ziyaret
- ❖ 26 çalıştay, toplam 77 etkinlik
- ❖ Tasarım Raporları
 - TARLA, TURKAY, TURKPRO, TURKSEL, TURKFAB
- ❖ THM Strateji Raporu


Proje Kapsamında Gerçekleştirilen Yurtdışı Bilimsel Çalışma Ziyaretleri

SIRA	ÜLKE	SAYISI
1	Almanya	95
2	İsviçre	42
3	İngiltere	8
4	USA	21
5	İtalya	18
6	Polonya	1
7	Japonya	7
8	Azerbaycan	1
9	Fransa	18
10	Hollanda	2
11	Güney Kore	2
12	Norveç	3
13	İsrail	1
14	Kanada	4
15	İspanya	4
16	Çin	21
17	İsveç	9
18	Moğolistan	1
19	Bulgaristan	1
20	Mısır	1
21	Portekiz	1
22	Slovenya	2
23	Litvanya	1
24	Rusya	1
25	Ürdün	2
26	İran	3
27	Pakistan	1
28	Yunanistan	6



THM Tesisleri ve Sağlayacakları

53

Tesis Adı	Sunacağı İmkanlar
<p>1 Elektron Hızlandırıcı & Işınlama Tesisi (TARLA)</p>  <p>Doğrusal elektron hızlandırıcısı 15-40 MeV</p>	<p>Elektron demeti, frenleme ışınlama ve infrared serbest elektron lazerleri ile malzeme bilimi, lazer ve fotonik, izotop üretimi, savunma sanayii, nükleer spektroskopi, astrofizik, ziraat, çevre, kimya, ilaç, tıp, nanoteknoloji, biyoteknoloji, genetik, uzaya ve enerji vb. alanlarda ileri düzeyli Ar-Ge ve teknoloji geliştirme imkanı sunacak</p>
<p>2 Sinkrotron Işınlama Tesisi (TURKAY)</p>  <p>Dairesel elektron hızlandırıcısı 3 GeV</p>	<p>Sinkrotron ışınlama ile malzeme, kimya, nano ve biyo teknoloji, çevre, fotonik, arkeoloji, nükleer, tıp vb. alanlarda ileri düzeyli Ar-Ge ve teknoloji geliştirme imkanı sunacak</p>
<p>3 Proton Hızlandırıcı Tesisi (TURKPRO)</p>  <p>Doğrusal proton hızlandırıcısı 3 MeV - 2 GeV</p>	<p>Proton ve nötron demetleri ile malzeme, nükleer, uzay, savunma, tıp, nano ve biyo teknoloji, endüstri ve mühendislik vb. alanlarda ileri düzeyli Ar-Ge ve teknoloji geliştirme imkanı sunacak</p>
<p>4 SASE SEL Tesisi (TURKSEL)</p>  <p>Doğrusal elektron hızlandırıcısı 1-6 GeV</p>	<p>UV ve X-ışın bölgesinde serbest elektron lazerleri ile malzeme, nano ve biyo teknoloji, atom ve molekül fiziği, tıp, çevre, fotonik, kimya vb. alanlarda ileri düzeyli Ar-Ge ve teknoloji geliştirme imkanı sunacak</p>
<p>5 Parçacık Fabrikası Tesisi (TURKFAB)</p>  <p>ERL elektron hızlandırıcısı 1 GeV Dairesel pozitron hızlandırıcısı 3.6 GeV</p>	<p>Elektron ve pozitron demetlerinin çarpıştırılması ile madde ile ilgili temel bilim araştırmalarına, hızlandırıcı, dedektör ve veri işleme, uzay, nükleer vb. alanlarda ileri düzeyli Ar-Ge ve teknoloji geliştirme imkanı sunacak.</p>

THM ve Bileşenleri

54



THM'nin Önemi

55

❖ 2015'te Türkiye'de durum:

- GSMH'dan Ar-Ge'ye ayrılan pay: ~ %1, Gelişmiş dünyanın 1/3'ü.
- Milyon kişi başına araştırmacı sayısı: ~ 1000, Gelişmiş dünyanın 1/3'ü
- Kişi başına yıllık gelir: ~10.000 USD, Gelişmiş dünyanın 1/3'ü

❖ Türk Hızlandırıcı Merkezinde yapılan araştırmalar ve geliştirilen teknolojiler ile ülkemiz **enerji, iletişim, elektronik, bilgisayar, malzeme, savunma, ilaç, çevre, uzay, sağlık, ulaşım** vb. alanlarda gelişmiş ülkeler arasındaki yerini alacaktır.

❖ Türk Hızlandırıcı Merkezi (THM) 2030'lu yılların başında tamamlanmış olacak ve 21. yüzyıl boyunca Türkiye'nin Bilim ve Teknolojide **muasır medeniyet düzeyinin üstüne çıkmasında** çok önemli bir rol oynayacaktır.

❖ THM, Türkiye'nin 2023 vizyonuna uygun olarak Bilim ve Teknoloji alanında da ilk 10'a girme hedefi için büyük bir öneme sahiptir.

Yeni statü ve gelecek...

56

- ❖ 2014 yılında çıkartılan 6550 sayılı 'Araştırma Merkezlerinin desteklenmesine Dair Kanun' çerçevesinde THM'nin 'İleri/Ulusal Araştırma Merkezi' statüsü kazanılması beklenmektedir.
- ❖ Bu statünün kazanılması durumunda tesislerin kurulumu ve işletilmesi konusunda özel sektör ile daha güçlü bir ortaklık kurmak mümkün olacaktır.
- ❖ 2015 yılında gerçekleştirilen CERN'e asosye üyeliğin sağlayacağı yararların yanı sıra, özel sektörün ve kullanıcıların talepleri ve üretim altyapıları THM'nin hayata geçirilmesi için önemli bir sinerji oluşturacaktır.
- ❖ Hızlandırıcı teknolojileri konusunda ulusal ve bölgesel düzeyde farkındalık yaratma, mevcut ulusal ve uluslararası birikimi ve ilişkileri etkin kullanma ve geliştirme, üretimde yerlilik oranını artırma konularında sağlanan destekler artırılmalı ve çalışmalar yoğunlaştırılmalıdır.

Kaynaklar

- <http://thm.ankara.edu.tr>
- <http://hte.ankara.edu.tr>
- <http://www.tarla.org.tr>
- <http://www.cern.ch>
- <http://www.lightsources.org>
- http://www-elsa.physik.uni-bonn.de/accelerator_list.html
- http://sbfel3.ucsb.edu/www/vl_fel.html
- http://hte.ankara.edu.tr/files/2014/10/PLATIN_THM-Haber.pdf
- http://hte.ankara.edu.tr/files/2014/10/ESBrochure-Strategy_Report2013.pdf
- <http://science.energy.gov/~media/hep/pdf/accelerator-rd-stewardship/Report.pdf>
- <http://hte.ankara.edu.tr/files/2014/10/applications.pdf>
- Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi (2011-2016), TÜBİTAK (2010)
- T.C. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), Kalkınma Bakanlığı (2013)
- Country Report of The Republic of Turkey for CERN Membership, TAEK (2009)

TEŞEKKÜR

Enstitü ve Proje yönetimleri ve ekipleri olarak etkinliğimize sağladığı destek için Enerji Bakanlığına, ilginiz ve katılımınız için sizlere teşekkür ediyoruz...

İşbirliği içinde THM hedefine yürümeđ dileđiyle...

Teşekkür...

Proje ve Enstitü yönetimi ve ekibi olarak destekleri için;

- ❖ Kalkınma Bakanlığı yetkilileri ve uzmanlarına,
- ❖ Ankara Üniversitesi Rektörleri ve Yardımcılarına (1996- ...)
- ❖ A.Ü. Fen ve Mühendislik Fakültesi Dekanlıklarına,
- ❖ A.Ü. BAP Koordinatörlüğüne ve çalışanlarına,
- ❖ Proje ortağı Üniversitelerin Rektörleri ve ilgili dekanlarına,
- ❖ TAC-ISAC ve TAC-IMAC komiteleri üyelerine,
- ❖ Üniversitemiz ile anlaşma imzalayan yurtdışı merkezlerin direktörlerine,
- ❖ TAEK ve TUBİTAK yetkililerine ve
- ❖ Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü çalışanlarına

çok teşekkür ediyoruz...