

TÜRKİYE-CERN SANAYİ İŞBİRLİĞİ KONFERANSI

5 Ekim 2015, TOBB, Ankara

TÜRK HIZLANDIRICI MERKEZİ



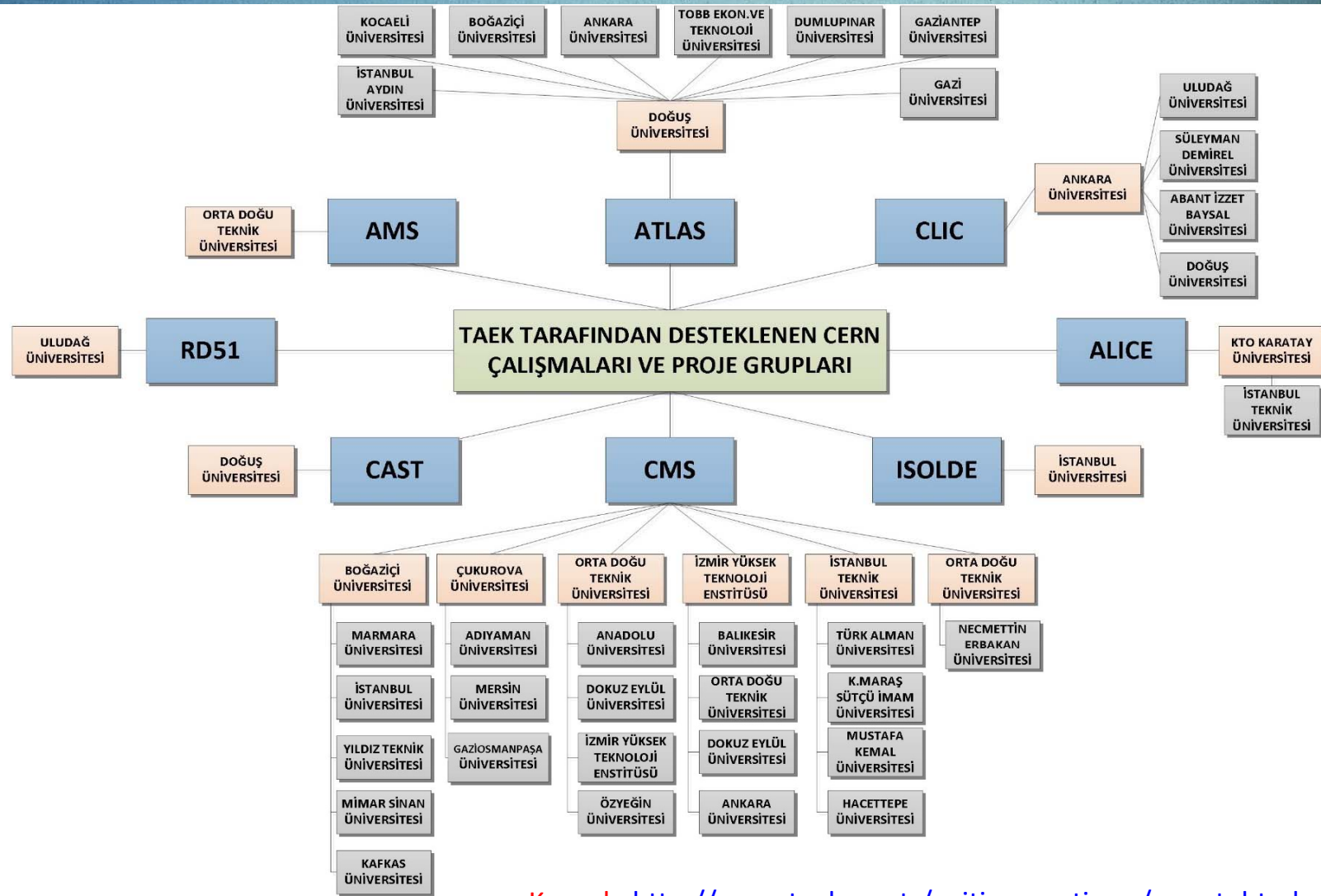
Türk Hızlandırıcı Merkezi:

Bilimsel, Endüstriyel ve Teknolojik Görünüm
ve Beklentiler

Ömer YAVAŞ*
Ankara Üniversitesi
yavas@ankara.edu.tr

**THM Proje ekibi adına...*

▪ CERN, Türkiye-CERN İlişkileri ve Ortak Üyelik



Kaynak: <http://www.taek.gov.tr/egitim-arastirma/cern-tr.html>

■ CERN Çalışmaları ■ Proje Yürütücüsü Üniversiteler ■ Projede Elemanı Bulunan Üniversiteler

▪ Günümüzün Jenerik Teknolojileri

- Nükleer Teknoloji
- Uzay Teknolojileri
- Savunma Teknolojileri
- Enerji Teknolojileri
- Hızlandırıcı, Dedektör ve Işınım Teknolojileri
- Biyoteknoloji
- Nanoteknoloji
- Bilişim ve İletişim Teknolojileri
- Ulaşım Teknolojileri
- Teşhis ve Tedavi (Tıp) Teknolojileri

▪ Türk Hızlandırıcı Merkezi Projesi



❖ I. Aşama Projesi (1997-2000)

Parçacık Hızlandırıcıları: Türkiye’de Neler Yapılmalı? (Fizibilite projesi)

❖ II. Aşama Projeleri (2002-2005)

THM Tesisleri İçin Genel Tasarım Raporları (İki proje)

❖ III. Aşama Projesi (YUUP, 2006-2015)

İlk Tesis, Enstitü ve THM Tesisleri Teknik Tasarım Raporları

❖ IV. Aşama

THM Tesislerinin Kurulumu

▪ THM Projesinin Misyonu



- Ülkemiz ve bölgemizde parçacık hızlandırıcı ve dedektör teknolojilerinin geliştirilmesini, üretilmesini ve bu teknolojilerin ileri düzeyli Ar-Ge ve teknoloji geliştirme çalışmalarında kullanılmasını sağlamak, bu amaçla değişik boyut ve tipte hızlandırıcı tesislerinin tasarımını ve kurulumunu gerçekleştirmek
- Hızlandırıcı ve dedektör teknolojileri alanında ulusal düzeyde farkındalık yaratmak, kamuoyu oluşturmak ve yerli sanayinin ilgili teknolojilerde üretici ve çözüm ortağı olarak yer almasını sağlamak
- Başta CERN olmak üzere dünyanın önde gelen hızlandırıcı merkezleri ve enstitüleri ile işbirlikleri geliştirmek

Parçacık Hızlandırıcıları ve Kullanım Alanları



Parçacık hızlandırıcıları 3 ana amaç için kullanılır;

- **Parçacık demetlerini oluşturmak ve hızlandırmak** (elektron, proton, pozitron, iyon vb.)
- **Parçacık çarpıştırıcılarında** (çarpışan demet veya sabit hedef)
- **Işınım kaynağı** (sinkrotron ışınımı, serbest elektron lazeri, bremsstrahlung)

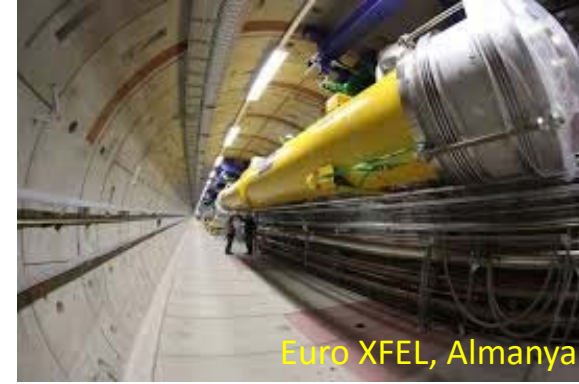
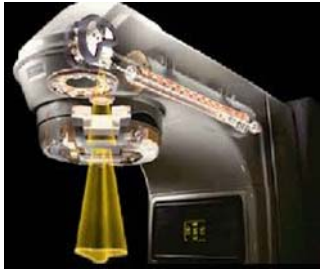
Parçacık hızlandırıcılarının doğrudan veya dolaylı kullanıldığı 300'ün üzerinde kullanım alanı mevcuttur.

Başlıca Kullanım Alanları

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

Parçacık Hızlandırıcıları

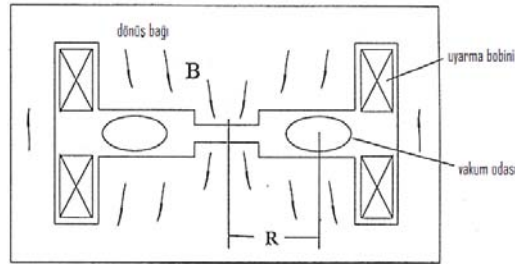
Doğrusal Hızlandırıcı (Linear Accelerator)



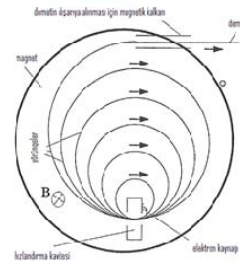
Euro XFEL, Almanya

Dairesel Hızlandırıcı (Circular Accelerator):

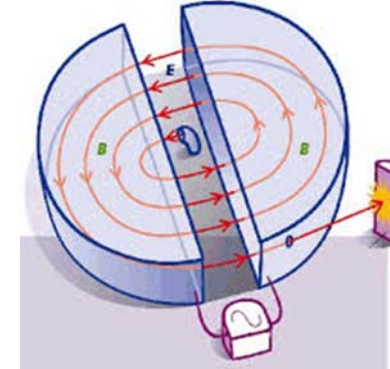
Betatron:



Mikrotron:



Siklotron:



Sinkrotron:

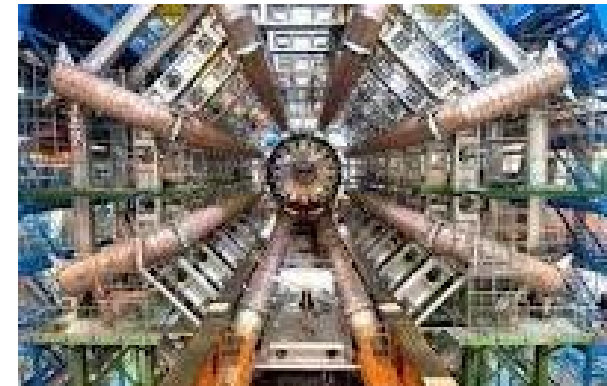
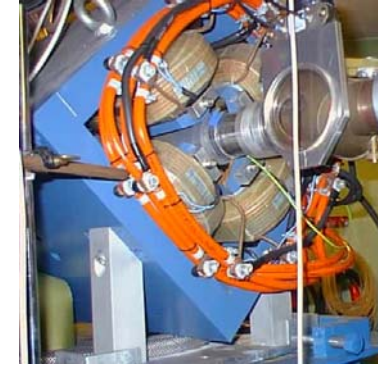


ESRF, Fransa

▪ Hızlandırıcı Teknolojileri Neden Jenerik?



- 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 sistemleri
- Optik sistem ve teknolojileri
- Kablolama sistem ve teknolojileri
- Dedektör ve veri alınması sistem ve teknolojileri
- Veri iletimi ve işletimi sistem ve teknolojileri



■ Hızlandırıcı: Disiplinlerarası İşbirliği ve Zengin Kullanım Alanı



Makine Mühendisliği

- Mekanik tasarım
- Cryogenics
- Elektromekanik
- Vakum
- Isıtma soğutma
- İklimlendirme
- R&D

Bilgisayar Mühendisliği

- Kontrol yazılımları
- Görüntüleme
- Gerçek zamanlı sistemler
- R&D
- Networking
- Güvenlik
-

Parçacık Hızlandırıcı



Kullanım potansiyeli

- Yüksek enerji fiziği
- Nükleer fizik
- Malzeme
- Lazer
- Ziraat
- Tıp/sağlık
- Biyoteknoloji
- Nanoteknoloji

...ve onlarca alan

Fizik

- Demet fiziği
- Lazer fiziği
- Elektrodinamik
- Malzeme
- Radyasyon
- R&D
-

Elektrik/Elektronik Müh

- RF elektroniği
- HP RF
- Kontrol elektroniği
- Görüntüleme donanımları
- Yüksek gerilim
- Stabil tesisat
-

▪ Hızlandırıcıların Kullanım Alanları



Dünyada ~30.000 hızlandırıcı mevcut



- 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)

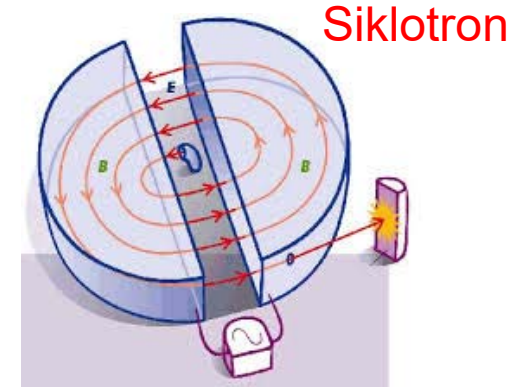
▪ Hızlandırıcıların Medikal Uygulamaları

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

- ✓ X-ışını radyoterapi (medikal linak)



Linak



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

- ✓ 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)

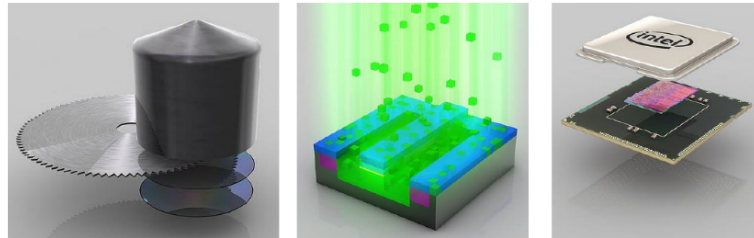
- ✓ İlaç geliştirme (SI, SEL, elektron, proton, nötron)

- ✓ Sterilizasyon (elektron linak, gama ışınları)



Hızlandırıcıların Endüstriyel Uygulamaları

Ion implantation



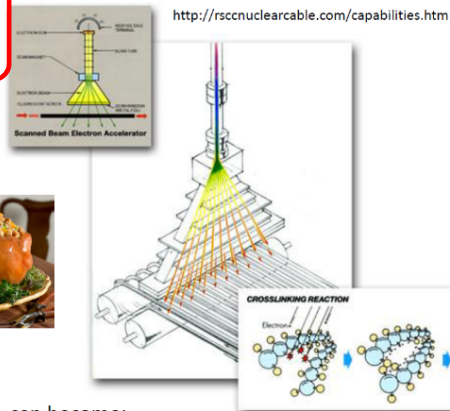
Images courtesy of Intel

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

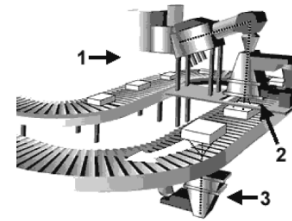


<http://rscnuclearcable.com/capabilities.htm>

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:



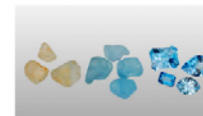
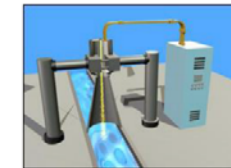
Lower dose

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

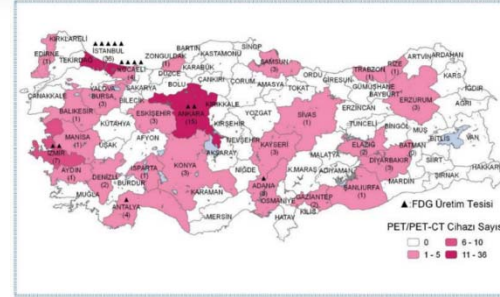
Treating waste water or sewage
Purifying drinking water



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

■ Türkiye'deki Hızlandırıcılar ve Projeler

- ✓ Sağlık Alanında Kullanılan Hızlandırıcılar
- **Medikal linaklar (kanser tedavisi)**
Enerjileri: 8-20 MeV, ~ 225 adet



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

- ✓ Radyoizotop Üretimi
- **TAEK Proton Hızlandırıcı Tesisi (Sarayköy, Ankara)** →
- **Bebek siklotronlar (PET)** (kamu ve özel sektör)



- ✓ Endüstriyel elektron linakları (kablo, lastik vb. sanayi)
- ✓ Küçük ölçekli iyon demetleri ile nükleer fizik deneyleri

- ✓ Hadron (proton ve nötron) terapi merkezleri (proje)
- ✓ CERN'e Ortak Üyelik, CERN deney ve projelerine 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



▪ Türk Hızlandırıcı Merkezi Projesi



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

THM Proje İşbirliği



Ankara Üniversitesi (Koordinator)

Gazi Üniversitesi



İstanbul Üniversitesi



Uludağ Üniversitesi



Dumlupınar Üniversitesi



Osmangazi Üniversitesi



Boğaziçi Üniversitesi



Doğuş Üniversitesi

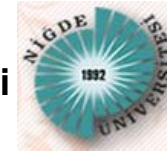
Erciyes University



S. Demirel Üniversitesi



Niğde Üniversitesi



Gebze Teknik Üniversitesi

- **Proje ekibi:** 78 doktoralı araştırmacı + 78 lisansüstü öğrenci ve mühendis

Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü ve Elektron Hızlandırıcı Tesisi Hizmet Binalarının Açılışı

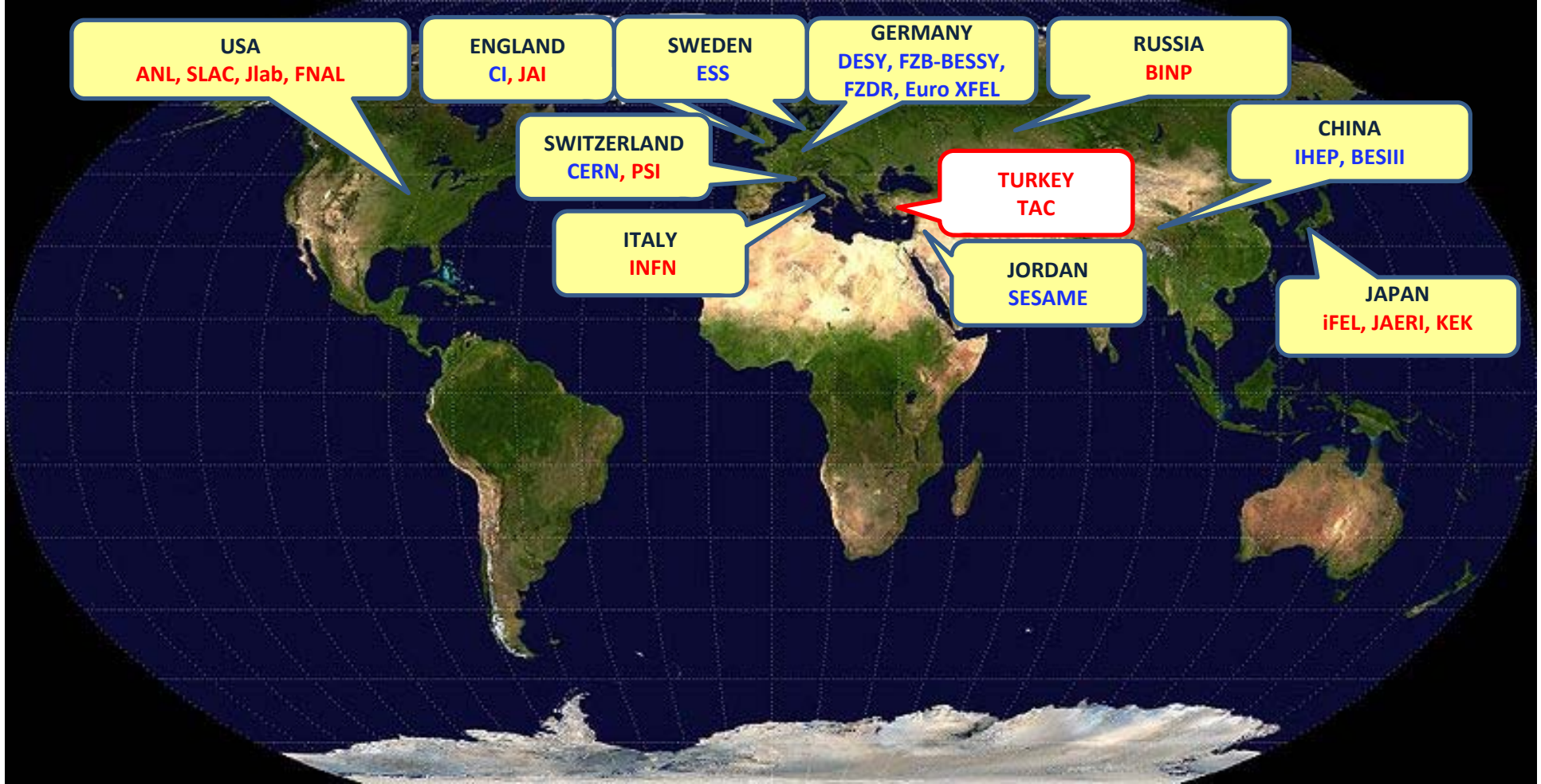


Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü



Elektron Hızlandırıcı Tesisi (TARLA)

▪ Uluslararası İşbirliği



Lacivert renkli merkezler ile ikili işbirliği anlaşmaları mevcuttur

▪ Uluslararası İşbirliği Anlaşmaları



Ankara Üniversitesi - DESY (Germany)	: 1996
Ankara Üniversitesi - LHC-ATLAS (CERN)	: 1997
Ankara Üniversitesi - CLIC (CERN)	: 2005
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 (Sweeden)	: 2013
Ankara Üniversitesi - INFN-LNS (Italy)	: 2014

International Scientific Advisory Committee (ISAC)



- 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)

1st Meeting:
October 8-9, 2009
Ankara University
Ankara, Turkey

2nd Meeting:
June 21-22, 2010
Boğaziçi University Istanbul,
Turkey

3rd Meeting:
May 9-10, 2011
Ankara University
Ankara, Turkey

4th Meeting:
June 11-12, 2012
Istanbul University
Istanbul, Turkey

5th Meeting:
June 24-25, 2013
Ankara University
Ankara, Turkey

6th Meeting:
July 7-8, 2014
Istanbul University
Istanbul, Turkey

■ Uluslararası Bilimsel Danışma Komitesi Toplantıları



Ankara Üniversitesi (2009)



Boğaziçi Üniversitesi (2010)



Ankara Üniversitesi (2011)



İstanbul Üniversitesi (2012)



Ankara Üniversitesi (2013)



İstanbul Üniversitesi (2014)

International Machine Advisory Committee (IMAC)

Peter MICHEL (HZDR-ELBE, Germany) (Head)
Ernst WEIHRETER (HZB-BESSY, Germany)
Hideaki OHGAKI (Kyoto University, Japan)
Jean R. DELAYEN (JLab, USA)
Susan SMITH (ASTeC, UK)



1st Meeting:

December 4-5, 2009
Ankara University

2nd Meeting:

September 2-3, 2010
Bodrum, Mugla

3rd Meeting:

May 12-13, 2011
IAT, Ankara University

4th Meeting:

March 8-9, 2012
IAT, Ankara University

5th Meeting:

April 22-23, 2013
IAT, Ankara University

6th Meeting:

October 20-21, 2014
IAT, Ankara University

7th Meeting:

September 7-8, 2015
IAT, Ankara University

İlk Tesis: Elektron Hızlandırıcısı ve Işınım Tesisi

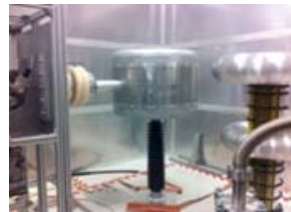


TARLA: Turkish Accelerator and Radiation Laboratory at Ankara

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



Ankara Üniversitesi Gölbaşı Kampüsü



■ TARLA Tesisinin Dünyadaki Yeri ve Araştırma Potansiyeli



DÜNYADAKİ BAŞLICA Infrared SEL TESİSLERİ

- iFEL (Japan) : 1 - 22 μm
- FOM FELIX (Holland) : 3 - 35 μm
- SCA-FEL (USA) : 3 - 10 μm
- LURE CLIO (France) : 3 - 90 μm
- Jefferson FEL (USA) : 3.2 - 4.8 μm
- ELBE (Germany) : 3 - 300 μm
- IHEP Beijing FEL (China) : 5 - 25 μm
- ISIR FEL (Japan) : 21 - 126 μm
- JAERI (Japan) : 17 - 30 μm
- **TARLA (Türkiye) : 3 - 250 μm (kurulmakta)**

Ar-Ge Alanları

- ❖ Malzeme Bilimi
- ❖ Atom ve molekül fiziği
- ❖ Lazerler
- ❖ Biyoteknoloji
- ❖ Medikal fizik
- ❖ Nanoteknoloji
- ❖ Dedektör araştırmaları
- ❖ Foto-kimya
- ❖ Foto-jeoloji

FELs Under Development

- [European X-ray FEL \(Germany\)](#)
- [TARLA FEL, Turkish Accelerator and Radiation Laboratory at Ankara \(Turkey\)](#)
- [SwissFEL, Paul Scherrer Institute \(Switzerland\)](#)
- [Institute for Plasma Research \(India\)](#)
- [LEUTL APS, Argonne National Lab \(US\)](#)
- [Center for Advanced Technology \(India\)](#)
- [University of Hawaii \(US\)](#)
- [UCLA Particle Beam Physics Lab](#)
- [Osaka University - ISIR \(Japan\)](#)

Kaynak: http://sbfel3.ucsb.edu/www/vl_fel.html

■ TARLA Tesisinde Kullanılan Sistemler ve Özellikleri

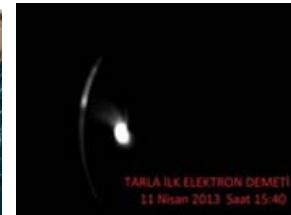


- ✓ **Yüksek gerilim** (-300kV DC, 2mA)
- ✓ **Yüksek gerilim izolasyonu** (ceramic insulators, 300Mohm resistors)
- ✓ **Ultra yüksek vakum** (10⁻¹⁰ mbar UHV for beamline, 10⁻⁷ mbar for thermal and RF isolation)
- ✓ **Temiz oda** (C10000-C100, app. 100 m² area)
- ✓ **Helyum kaçak testi** (10⁻¹¹ mbar.l/s for beamline, 10⁻⁷ mbar.l/s for rest)
- ✓ **Havalandırma** (HEPA filters H12-H14, ionized air monitoring, chimney-duct design)
- ✓ **Vakum fırını** (200 °C, 10⁻⁶ mbar, 250 l)
- ✓ **UHV bileşenleri** (belows, chambers, actuators, wobble-sticks)
- ✓ **Hızlı tepkili aktüatörler** (<20 ms for sensing, data transfer and actuation)
- ✓ **Mekanik hizalama** (100 µm, 0.10)
- ✓ **Mağnetler** (dipole, solenoid, quadruple, sharp-edged design 2000 turn.ampere)
- ✓ **Mekanik üretim** (CNC, mass-produced components, electropolished surface, chemical finishing, <100 µm dimensional tolerances, <1µm surface porosity)
- ✓ **Pinömatik ve hidrolik** (hareket mesafesi 15 cm - 3.5 m)
- ✓ **Radyasyon ölçüm sistemleri** (portable G-M counters, fixed Ion detectors, hand-held and whole body contamination detectors, visual and audio alarms, indicators and warnings, nominal radiation levels of 2.5 mSv/h)



■ TARLA Tesisinde Kullanılan Sistemler ve Limitleri

- ✓ **Radyasyon zırhlı kapılar** (concrete material 130 tones/door, hydraulic actuation)
- ✓ **Sıvı helyum soğutma** (closed cycle, 10 g/s super-fluid He @ 1.8K)
- ✓ **Sıvı azot soğutma** (daily consumption of app. 250l)
- ✓ **Basıncılı hava** (app 13 l/s @12 bar, distribution piping app. 1 km)
- ✓ **LLRF (RF genlik ve faz kontrolü)** (1.3 GHz, 260 MHz)
- ✓ **Yüksek güç RF yükselteçler** (4x16 kW power @1.3 GHz CW)
- ✓ **Düşük güç RF yükselteçler** (0.5 and 4 kW power @1.3 GHz CW, 1kW power @260MHz)
- ✓ **RF dalga klavuzları** (WR650, koaksiyel hatlar)
- ✓ **Master osilatör** (13 MHz to 1.3GHz, ps jitter, app 80 synced outputs all harmonics of 1.3GHz)
- ✓ **Su soğutma sistemi** (850.000 kcal/h cooling capacity @2°C stability, %150 redundancy, 3 chillers, a closed cycle cooling tower and whole utility system, >1 Mohm.cm water quality, total pipe length of app 2km)
- ✓ **İyonize hava ventilasyonu** (40.500 m³/h flow capacity, flow control via dampers and frequency driven motors)
- ✓ **Havalandırma ve sıcaklık kontrolü** (<1°C temperature stabilization over a closed area)
- ✓ **Modüler elektronik** (cPCI, LXI, PXI, 100 kS/s to 20Gs/s acquisition rates)
- ✓ **Kontrol sistemleri** (Grade B network, 10Gbit/s closed network, <1 ms command speed)



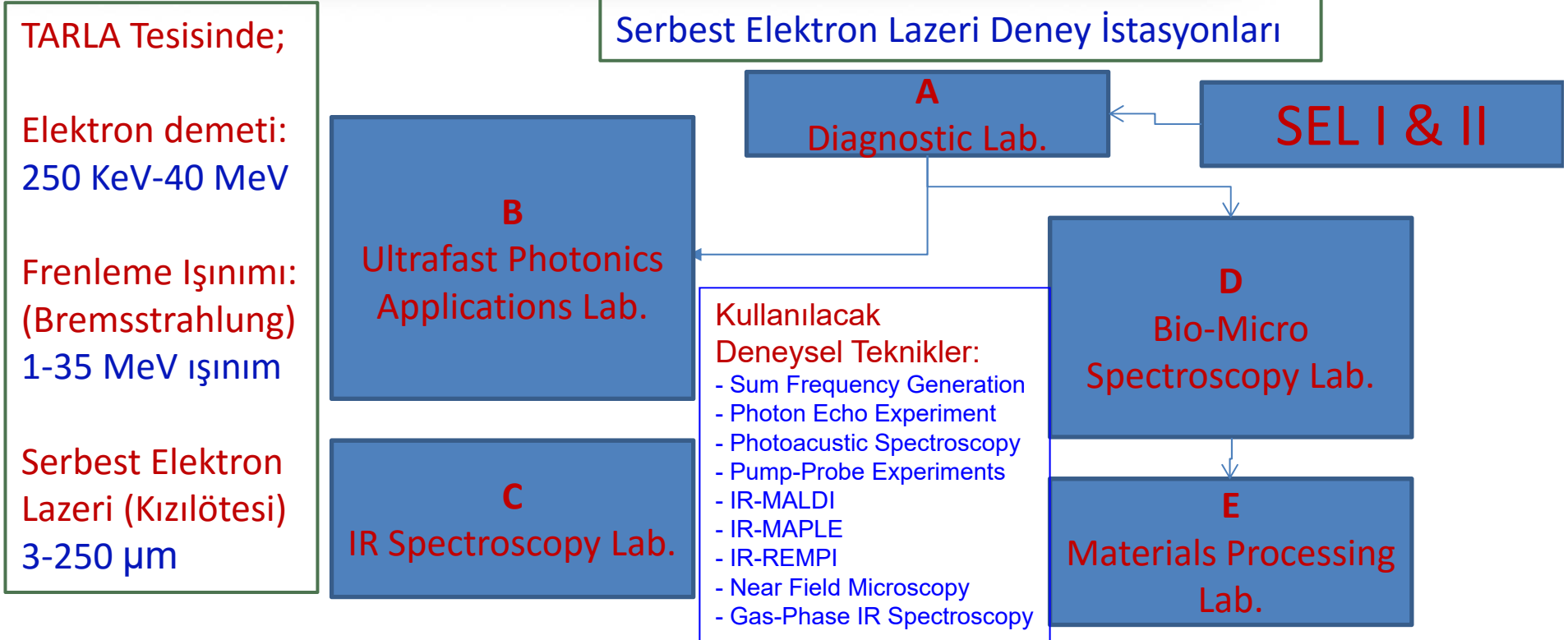
■ TARLA Tesisinin Ana Sistemleri ve Tedarikçi Firmalar



- Radyasyon zırlı modüler bina ([TBT İnşaat](#))
- Elektron tabancası mekaniği ve vakum sistemi ([Kenar Mühendislik](#))
- Temiz oda ekipmanları ([Teknomar](#))
- Elektrik ve Mekanik (Havalandırma) ([Ergen İnşaat](#))
- Su soğutma sistemi ([MET Isıtma-Soğutma](#))
- Helyum soğutma sistemi (Airliquid)
- Hızlandırıcı (Research Instruments)
- Vakum sistemi (Leybold, KJL)
- Kontrol sistemi (NI, Agilent)
- Diagnostik elemanları (Bergoz, Libera)
- Dipol ve kuadropol Magnetler (Danfysk, SigmaPhi)
- Alignment – Kalibrasyon (Herzagon)

- LLRF (DESY, JLab)
- Düşük RF güç kaynakları (<10 kW) (Thomson, SigmaPhi)
- Yüksek RF güç kaynakları (>10 kW) (SigmaPhi)
- Elektronik test ekipmanları (NI, Agilent, Tektronix, GW, Avtech)
- Radyasyon güvenlik donanımları (Berthold, Thermo)
- Optik düzenekler (Thorlabs, Newport)
- RF dalga kılavuzları (Mega Industries)
- Demet taşınım hattı elemanları (Vacom)
- Personel ve makine güvenlik sistemleri (SAAS)

TARLA Tesisinde Firmalar Neler Yapılabilir?



TARLA Tesisinde Firmalarımız Neler Yapabilirler:

- ✓ Malzeme işleme, vakum, yüksek gerilim, elektrik, RF, elektronik kontrol, veri saklama ve işleme, optik, kablolama, görüntüleme, kimya, soğutma, analiz vb. konularda tedarikçi ve çözüm ortağı olabilirler,
- ✓ Ar-Ge projeleri yürütebilirler ve yürütülen projelerde proje ortağı olabilirler,
- ✓ Radyasyon dayanıklılık, elektronla ışınlama, frenleme ışınımı ve serbest elektron lazeri ile malzeme ve yüzey karakterizasyonu, numune geliştirme, kalite kontrol testleri vb. ihtiyaçlarını karşılayabilirler.

TARLA Tesisinden Görünümler



- TARLA Tesisi Elektron Demeti Parametreleri



Parameter	Unit	Base	Upgrade
Beam Energy	MeV	10-40	10-40
Max average beam current	mA	1	1.5
Max bunch charge (@ 13 MHz)	pC	77	115
Horizontal emittance	mm.mrad	< 15	< 16
Vertical emittance	mm.mrad	< 12	<13
Longitudinal emittance	keV.ps	< 85	<100
Bunch length	Ps	0.4-6	0.4-6
Bunch repetition	MHz	13	13-26
Macropulse duration	μ s	50 \rightarrow CW	50 \rightarrow CW
Macropulse repetition	Hz	1 \rightarrow CW	1 \rightarrow CW

TARLA Tesisinde Optik Kavite ve Serbest Elektron Lazeri Parametreleri



	Parameter	Unit	U25	U90
Resonator Parameters	Period Length	mm	25	90
	Number of Poles	#	60	40
	Type	#	Planar	Planar
	Pole Material	#	NdFeB	NdFeB
	Undulator Strength	#	0.3-0.8	0.8-3
	Minimum gap	mm	4	40
	Resonator Length	m	11.53	11.53
	Curvature of mirrors ($R_1=R_2$)	m	5.8	6.6
	Outcoupling hole radius	mm	TBD	TBD
Laser Parameters	Wavelength	μm	3-19	17-250
	Micropulse repetition	MHz	13	13
	Micropulse Length	ps	0.5-10	0.5-10
	Maximum Peak Power	MW	~6	~5
	Maximum Average Power	W	100	80
	Max Pulse energy	μJ	~3	~2.5
	Macropulse duration	μs	50-CW	50-CW
	Macropulse Repetition	Hz	1-CW	1-CW

▪ THM Projesi Kapsamında Tasarlanan Tesisler



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

▪ Sinkrotron Işınımı Tesisi (TURKAY)



TARLA



50 m

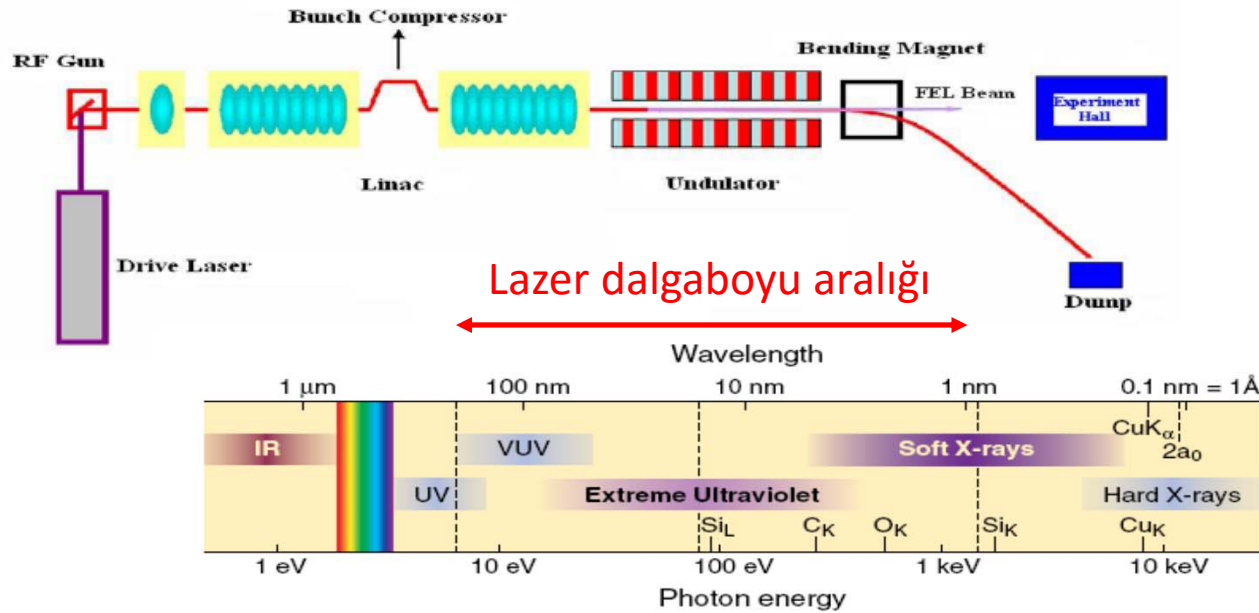


TURKAY (Sinkrotron Işınımı) TESİSİ
Çevresi 477 (550) m

▪ SASE Serbest Elektron lazeri Tesisi (TURKSEL)



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



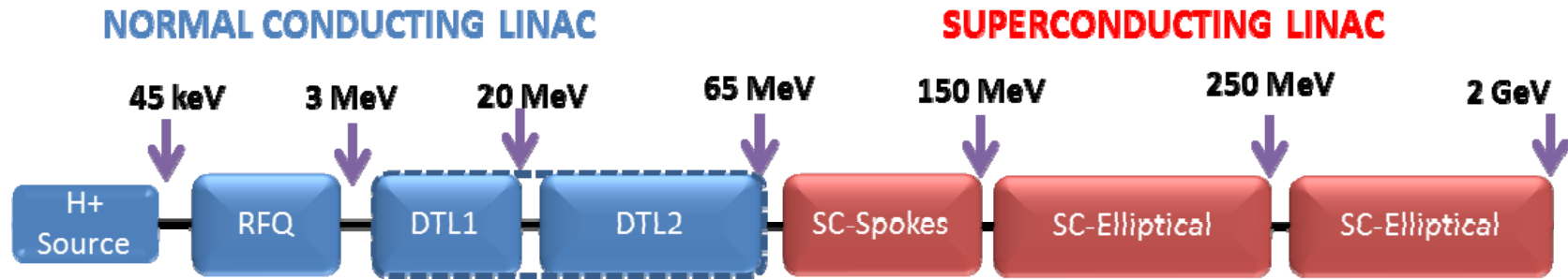
Tesisin Araştırma Potansiyeli: 0.1-100 nm aralığında, ps-fs atma uzunluklu ve $\sim 10^{32}$ pik parlaklıklı lazer ışınları ile özellikle atom ve molekül ve malzeme bilimleri başta olmak üzere, genetik, ilaç, nanoteknoloji, biyoteknoloji, kimya, çevre, tıp, uzay, arkeoloji, enerji vb alanlarında bir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

Proton Hızlandırıcısı Tesisi (TURKPRO)



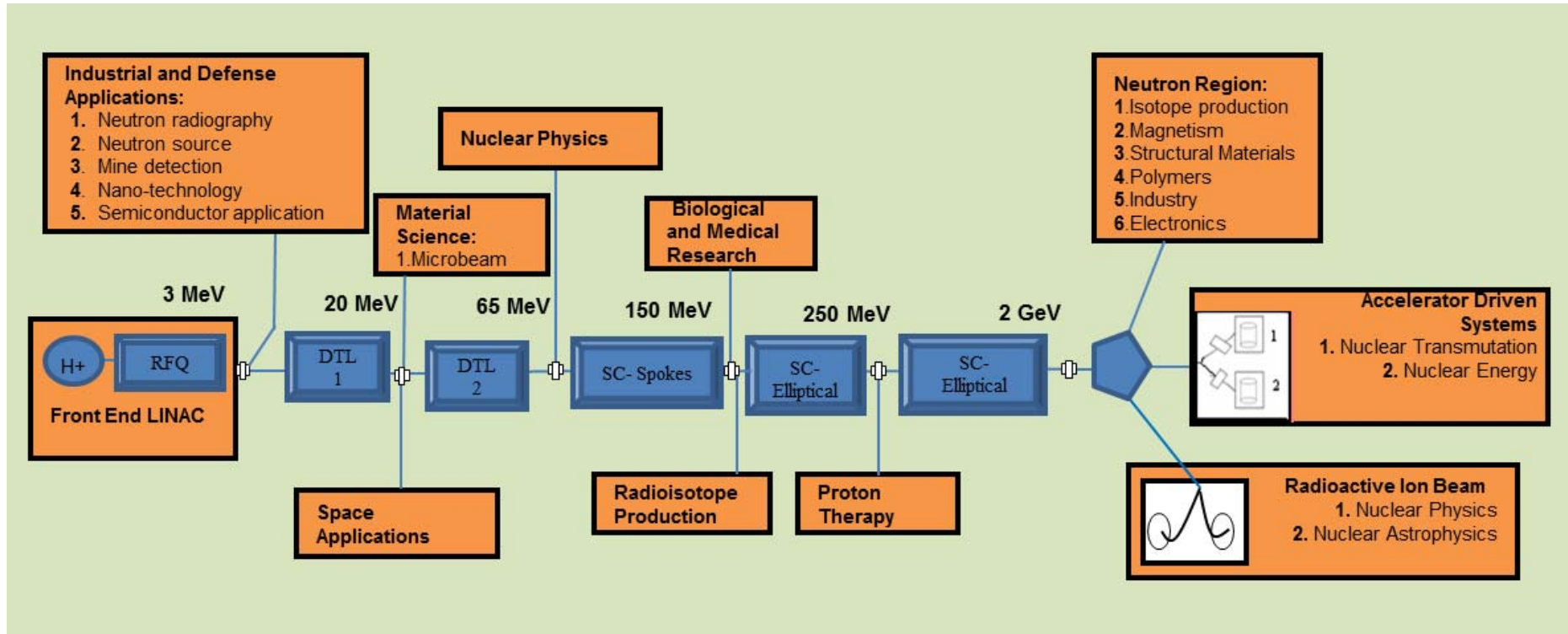
- TURKPRO tesisi 3 MeV-2 GeV arası enerjilerde çok amaçlı ve disiplinlerarası araştırma ve uygulamaları mümkün kılacak yüksek güç (MW) ve yüksek akıllı (mA) bir proton hızlandırıcı tesisi olarak tasarlanmaktadır.
- Proton demeti enerji adımları:
- 3 -20-65-150-250 MeV** (düşük ve orta enerji bölgesi)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



TURKPRO Tesisi Araştırma Potansiyeli



- ✓ Endüstri ve savunma uygulamaları
- ✓ Malzeme bilimi
- ✓ Nükleer fizik
- ✓ Uzay uygulamaları
- ✓ Rayoizotop üretimi
- ✓ Biyolojik ve medikal uygulamalar
- ✓ Nötron uygulamaları
- ✓ Proton terapi
- ✓ Hızlandırıcı sürümlü sistemler (ADS)
- ✓ Nükleer enerji



Düşük ve orta enerji: 3-65-250 MeV

Yüksek enerji: 250-2000 MeV

Parçacık Çarpıştırıcısı Tesisi (TURKFAB)



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.

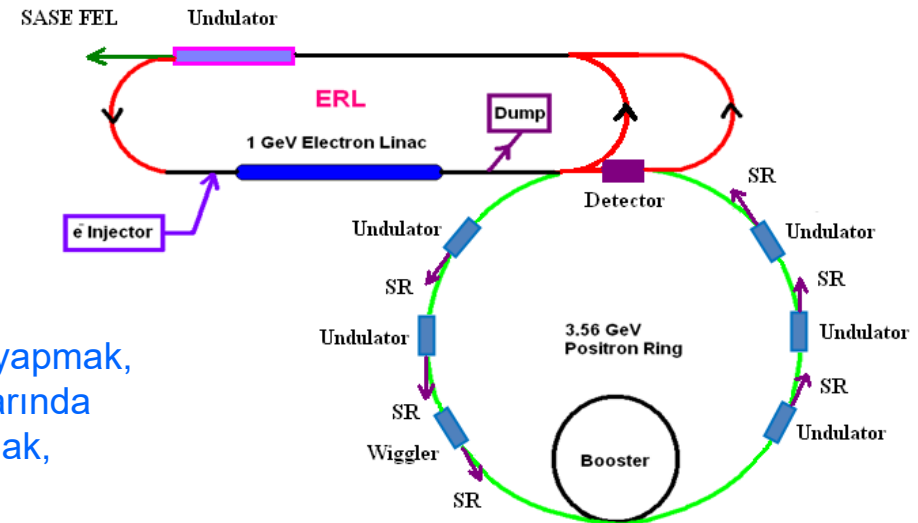
Parçacık fabrikası charm kuarklarının rezonansta üretimini sağlayacak ve bozunumlardan yararlanarak mezon fiziği çalışmalarını mümkün kılacaktır.

Tesisin Araştırma Potansiyeli:

Charm quarklarını 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.


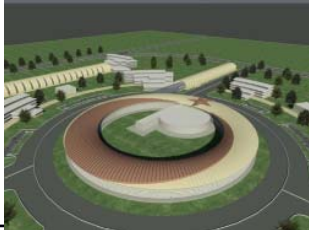
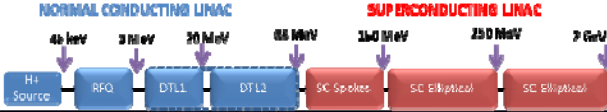
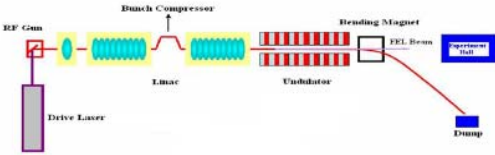

Tesis, IHEP- BESIII (Çin) tesisinden 100 kat daha yüksek ışınım değeri ile dünyada tek olacaktır.

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



THM Tesisleri ve Sunacakları İmkanlar



Tesis Adı	Sunacağı İmkanlar
<p>1</p> <p>Elektron Hızlandırıcı & Işınlama Tesisi (TARLA) <i>40 MeV doğrusal elektron hızlandırıcısı</i> <i>Kurulmakta (Gölbaşı, Ankara)</i></p> 	<p>Elektron demeti, frenleme ışınımı 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</p> <p>Sinkrotron Işınlama Tesisi (TURKAY) <i>3 GeV elektron sinkrotronu</i> <i>Tasarlandı</i></p> 	<p>Sinkrotron ışınımı 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</p> <p>Proton Hızlandırıcı Tesisi (TURKPRO) <i>3-2000 MeV doğrusal</i> <i>Proton hızlandırıcısı</i> <i>Tasarlandı</i></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</p> <p>SASE SEL Tesisi (TURKSEL) <i>1-6 GeV doğrusal elektron</i> <i>hızlandırıcısı</i> <i>Tasarlandı</i></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</p> <p>Parçacık Fabrikası Tesisi (TURKFAB) <i>1 GeV elektron, 3.6 GeV pozitron demeti</i> <i>Tasarlandı</i></p> 	<p>Elektron ve pozitron demetlerinin çarpıştırılması ile madde ile ilgili araştırmalara, hızlandırıcı, dedektör ve veri işleme, uzay, nükleer vb. ileri düzeyli Ar-Ge ve teknoloji geliştirme imkanı sunacak.</p>

Proton hızlandırıcısı ile elde edilebilen nötronların kullanıldığı sektörler ve amaçları



Uygulama Alanı	İnceleme Konusu	Amaç
	Malzeme Bilimi	Malzeme hazırlama, Kompozit malzemeler, Alaşımlar
	İnşaat Mühendisliği	Taş, Beton, Ağaç, Seramik ve Kil
	Biyoloji	Bitkiler, Fosil Numuneler
	Savunma Sanayi	Yakıcı ve Patlayıcı Mühimmat
	Elektrik-Elektronik Mühendisliği	Anahtarlar, Yalıtkanlar Bataryalar
	Uzay ve Havacılık Sanayi	Yapısal Malzemeler Gösterge Cihazları
	Petrol ve Gaz Endüstrisi	Sondaj
	Enerji Depolama	Bataryalar Yakıt Hücreleri



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

Türk Hızlandırıcı Merkezi (Plan)

TARLA



50 m

Proton Hızlandırıcısı
(TURKPRO)

Parçacık Fabrikası
(TURKFAB)

SASE-SEL
(TURKSEL)

Sinkrotron Işınımı
(TURKAY)

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

▪ Dünyada Hızlandırıcı Sektörü



- Dünya genelinde farklı büyüklüklerde 30.000 kadar parçacık hızlandırıcısı mevcuttur ve hızlandırıcı piyasası yıllık **milyarlarca euro**'luk ciroya sahiptir.
- ABD'de endüstriyel elektron hızlandırıcısı piyasası **50 Milyar USD!**
- Bu piyasa içerisinde faaliyet gösteren şirketlerin büyüklükleri **KOBİ** mertebesinden **uluslararası dev gruplara** kadar değişmektedir

▪ Hızlandırıcı - Sanayi İlişkisi



Özellikli Binalar (modüler, güvenli, akıllı..)

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

Uluslararası Firmalar



HIZLANDIRICI DONANIMLARI VE SİSTEMLERİ ÜRETEN ULUSLARARASI FİRMALAR

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
Airliquid Advanced Technologies	Mega Industries, LLC	SIGMAPHI	Kırmızı ile işaretlenmiş firmalar: TARLA tesisi kapsamında tedarikçi firmalar

▪ Sonuç ve Beklentiler



- ❖ Türk Hızlandırıcı Merkezinde yapılan araştırmalar ve geliştirilen teknolojiler ile ülkemiz **enerji, iletişim, elektronik, bilgisayar, malzeme, savunma, ilaç, evre, uzay, sağlık, ulaşım** vb alanlarda gelişmiş ülkeler arasındaki yerini alacaktır.
- ❖ THM'nin, 2014 yılında çıkarılan 6550 sayılı **Araştırma Altyapılarının Desteklenmesine Dair Kanun** kapsamında yeni bir tüzel yapıya kavuşması beklenmektedir. Yeni yapı ile yeni yönetim, destek ve denetim mekanizmaları devreye girecektir.
- ❖ CERN'e ortak üyelik hızlandırıcı ve dedektör teknolojileri konusunda ülkemize bilgi ve teknoloji transferi açısından büyük önem taşımaktadır.
- ❖ **Firmalar konuya ilgi göstererek ve yatırım yaparak;**
 - CERN vb. merkezlerde tedarikçi ve üzüm ortağı olabilir,
 - TARLA tesisinin ihtiyaçlarını karşılayabilir ve burada Ar-Ge yapabilir,
 - Türk Hızlandırıcı Merkezinin kurulumunda roller üstlenebilir,
 - Hızlandırıcılar konusunda SANTEZ, TUBİTAK, AB vb. projelerde ortak olabilir,
 - İlk aşamada Hızlandırıcılara yönelik Malzeme, Magnet, Vakum, RF, G, Kontrol, Optik vb. alanlarda yerli tasarım ve üretim gerçekleştirebilir,
 - Hızlandırıcı ve dedektör sistemlerinin tasarım ve imalatında Avrupa ve Dünya hızlandırıcı pazarından pay alabilir,
 - Ulusal ve Uluslararası hızlandırıcı etkinliklerinde tanıtımlar yapabilir,
 - THM, CERN vb. merkezlerle ortak eėitim, teknik gezi, staj, kurs, sertifika programlarında yer alabilir ve bu etkinliklere destek saėlayabilirler.

▪ İletişim



TOBB CERN Sanayi İrtibat Ofisi: Hakan Kızıltoprak

<http://www.tobb.org.tr/cern>

E-mail: cern@tobb.org.tr Tel: (312) 2182039

Türk Hızlandırıcı Merkezi Projesi: <http://thm.ankara.edu.tr>

Elektron Hızlandırıcı Tesisi (TARLA): <http://www.tarla.org.tr>

(Gölbaşı, Ankara)

Proje Yürütücüsü: Prof. Dr. Ömer Yavaş (Ankara Üniversitesi)

E-mail: yavas@ankara.edu.tr Tel: (312) 4851377/5003

Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü: <http://hte.ankara.edu.tr>

(Gölbaşı, Ankara)

Enstitü Müdür V.: Yrd. Doç. Dr. Avni Aksoy (Ankara Üniversitesi)

E-mail: avniaksoy@ankara.edu.tr (312) 4851377/5001

▪ 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



Kalkınma Bakanlığı



Ankara Üniversitesi Rektörlüğüne
ve Proje Üniversiteleri Rektörlüklerine



Türkiye Atom Enerjisi Kurumuna



Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı



Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği



Türk Fizik Derneği



Proje Üyeleri ve Uluslararası Danışma Komiteleri Üyeleri