

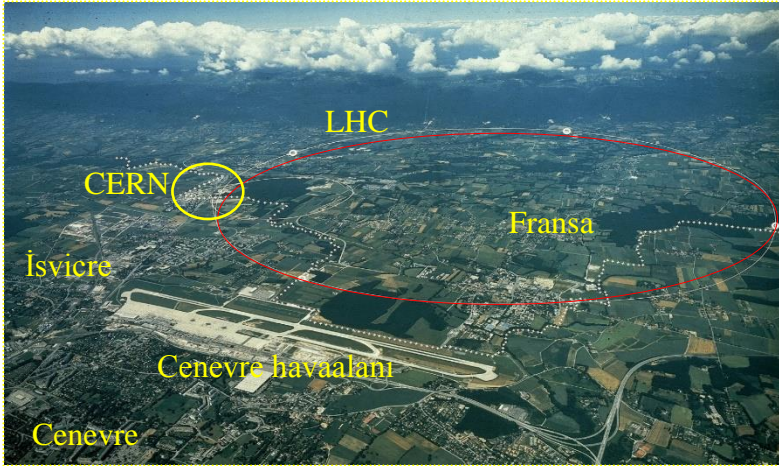
# AVRUPA NÜKLEER ARAŞTIRMALAR MERKEZİ (CERN) VE TÜRKİYE-CERN İLİŞKİLERİ

Prof. Dr. Ömer Yavaş

Ankara Üniv. Müh. Fak. Fizik Müh. Bölümü & Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü

[yavas@ankara.edu.tr](mailto:yavas@ankara.edu.tr)

**CERN**, Fransızca Avrupa Nükleer Araştırmalar Konseyi anlamına gelen “Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire”in kısaltmasıdır. CERN’ün adı daha sonra Fransızca "Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire" ve İngilizce "European Organization for Nuclear Research" olarak değişmiş ancak CERN ismi kullanılmaya devam edilmiştir. CERN, Türkiye’de Avrupa Nükleer Araştırmalar Merkezi olarak bilinmektedir. **CERN**, II. Dünya Savaşının ardından 12 Avrupa ülkesinin bir araya gelerek bilim ve teknoloji alanında ABD ve Japonya ile rekabet edebilmek amacıyla “**Barış İçin Bilim**” sloganı ile **Cenevre** yakınlarında İsviçre-Fransa sınırında **1954** yılında kurulmuş **dünyanın en büyük** parçacık fiziği ve hızlandırıcı merkezidir. **CERN’e** ülkeler üye olabilmektedirler. 2019 yılı itibarıyla CERN’e 23 ülke tam üye, 2 ülke tam üyeliği hedefleyen ortak üye, aralarında Türkiye’nin de bulunduğu 5 ülke ortak (asosye) üye, 6 ülke ve kuruluş gözlemci üye, 58 ülke ise ilişkili üyedir. **Kurucu ülkeler (1954):** Fransa, İsviçre, Almanya, İngiltere, Belçika, Danimarka, Yugoslavya (1961), Yunanistan, İtalya, Hollanda, Norveç, İsveç. **Sonradan tam üye olanlar:** Avusturya (1959), İspanya (1961-1968, 1993-...), Portekiz (1985), Finlandiya (1991), Polonya (1991), Çek Cumhuriyeti (1992), Macaristan (1992), Bulgaristan (1999), İsrail (2014), Romanya (2016), Sırbistan (2019). **Tam Üyeliği Hedefleyen Ortak Üyeler:** Kıbrıs, Slovenya, **Ortak Üyeler:** Türkiye, Hindistan, Litvanya, Pakistan, Ukrayna **Gözlemci Kuruluşlar ve ülkeler:** Avrupa Birliği, UNESCO, ABD, Rusya Federasyonu, Japonya, JINR, **Üye Olmayıp İlişkisi Olan Ülkeler:** 58 Ülke [1].

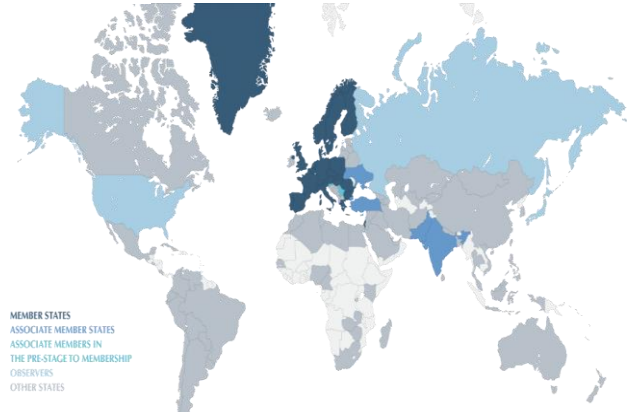


Şekil 1. CERN’ün havadan görünüşü, Cenevre, İsviçre

**CERN’de** demet enerjileri GeV, TeV mertebesinde olan elektron, pozitron, proton, antiproton vb. yüklü parçacık demetlerinin hızlandırılması, çarpıştırılması ve ortaya çıkan verinin büyük ölçekli dedektörler aracılığı ile toplanması ve analizi yoluyla, evrenin oluşumu ve yapısı, temel parçacıkların etkileşimleri, standart model ve ötesi, kütle kazanım mekanizması, nötrino ve bozon araştırmaları, süpersimetri, karanlık madde ve karanlık enerji konularında araştırmalar yürütülmektedir.

## CERN’de kurulmuş hızlandırıcı ve çarpıştırıcıların en önemlileri şunlardır:

Sinkro Siklotron (SS, 1957), Proton Siklotronu (PS, 1959), Proton Çarpıştırıcı (ISR, 1971), Super Proton Sinkrotronu (SPS, 1976), Super Proton-Antiproton Sinkrotronu (SppS, 1981), Large Electron-Proton Collider (LEP, 1981), Large Hadron Collider (LHC, 2009). CERN’de ayrıca 4 önemli büyük ölçekli çarpıştırıcı projesinin çalışmaları da büyük bir hızla sürdürülmektedir. Bunlar 2025’te tamamlanması beklenen ve mevcut LHC çarpıştırıcısının ışınlığının (proton



Şekil 2. CERN’e üye ülkeler ve statüleri

çarpışma yoğunluğu) 10 kat artırılmasını (saniyede, santimetre kare başına  $10^{35}$  çarpışma sayısına ulaşılması) hedefleyen yüksek ışıklı LHC (HL-LHC) projesi, LHC proton demetinin, LHC'ye teğet yapılacak bir elektron hızlandırıcından gelen yüksek enerjili elektron demeti ile çarpıştırılmasını öngören Large Hadron-electron Collider (LHeC) projesi, TeV enerjili elektron-pozitron çarpıştırıcısı olarak planlanan Compact Linear Collider (CLIC) projesi ve çevresi 100 km, toplam çarpışma enerjisi ise 100 TeV olarak planlanan dairesel proton-proton çarpıştırıcı Future Circular Collider (FCC)'dir. Bu dört dev çarpıştırıcının CERN'de sırasıyla hayata geçirilmesi ve bu çarpıştırıcıların önümüzdeki 50 yılda araştırmalar için kullanılması planlanmıştır.

**CERN'de yapılan çalışmalar 6 kez Nobel Fizik Ödülüne layık görülmüştür:** Nükleer manyetik hassasiyet ölçümü için yeni yöntem geliştirilmesi (F. Bloch, 1952 Nobel ödülü), J/Psi parçacığının keşfi (S. Ting, 1976 Nobel ödülü), W, Z bozonlarının keşfi (C. Rubia, V. der Meer, 1984 Nobel ödülü), Müon nötrinonun keşfi (J. Steinberger, 1988 Nobel ödülü), Çokkanallı dedektör odacığının keşfi (G. Charpak, 1992 Nobel ödülü), Higgs Bozonunun keşfi (P. Higgs, F. Englert, 2013).

**CERN'de yapılan çalışmalar sonucunda ortaya konulan diğer buluşlar:** World Wide Web'in (www) keşfi (1989), hadron (proton) terapi, bilgisayarlı tomografi (CT), PET-tarama, manyetik rezonans (MR), dokunmatik ekran teknolojisi, medikal ve endüstriyel izotoplar, güneş enerji panelleri (solar panelleri), ultra yüksek vakum teknolojisi, halojensiz kablo, yüksek akım süperiletkenleri, krayojenik valfler, hasarsız metal tarayıcılar-röntgen makineleri, özel basınçlı kaplar ve paladyum film kaplamalar.

## TÜRKİYE-CERN İLİŞKİLERİ

Türkiye 1961'de CERN'e Gözlemci Ülke statüsü ile üye olmuştur. Türk bilim insanları 70'li, 80'li ve 90'lı yıllarda TÜBİTAK desteği ile CERN'de yürütülen CHARM II, CHORUS ve SMC deneylerinde yer almışlardır. 1990'ların başından itibaren ODTÜ, Boğaziçi, Çukurova ve Ankara Üniversitelerinden araştırma grupları CERN'de kurulması planlanmış yüksek enerjili proton-proton çarpıştırıcısı (Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (Large Hadron Collider, LHC)) deneyleri olan ATLAS ve CMS deneylerine katılmışlardır. 2005 yılında Başbakanlık, CERN ile ilişkilerin koordinasyonunu yürütme görevini TAEK'e vermiştir. TAEK bu çerçevede bünyesinde oluşturduğu CERN Bilim Komitesi'nin de önerileri doğrultusunda CERN ile 14 Nisan 2008 tarihinde bir işbirliği anlaşması imzalamıştır. TAEK tarafından 27 Ocak 2009 tarihinde CERN Konseyine yazılan bir mektupla Türkiye'nin CERN'e üyelik başvurusunda bulunacağı bildirilmiş ve bunun ardından dönemin Enerji Bakanı Dr. Hilmi Güler'in imzasını taşıyan hükümetin kararlılık mektubu 2009 yılı Mart ayında Dışişleri Bakanlığı aracılığı ile CERN Konseyine iletilmiştir. Aynı dönemde TAEK tarafından "**Country Report of Republic of Turkey for CERN Membership**" başlığı ile hazırlanan ülke raporu 2009 yılı Mayıs ayında CERN Konseyine sunulmuştur [2]. CERN Konseyi 18 Aralık 2009'da bu başvuruyu ve hazırlanan ülke raporunu da göz önüne alarak bir "Üyelik Değerlendirme Komitesi" (Görev Gücü) oluşturmuştur. Bu komite Türkiye'ye yerinde inceleme ziyaretini 12-14 Temmuz 2010 tarihlerinde yapmış ve bu inceleme sonucunda "olumlu" görüş bildiren raporunu 2010 yılı Eylül ayında CERN Konseyine ve ülkemiz yetkililerine iletilmiştir. CERN Konseyi 16-17 Aralık 2010 tarihinde yaptığı toplantıda Türkiye'nin üyelik başvurusunu kabul etmiştir ancak CERN Konseyinin aynı toplantıda CERN'in etki sahasını genişletmeye yönelik olarak ortak (asosye) üyelik ihdas etmiş ve ortak üyelik için iki seçenek oluşturmuştur: tam üyeliği hedefleyen ortak üyelik ve kalıcı ortak üyelik. Tam üye olma şansı bulunan Avrupa ülkeleri (Türkiye gibi) kalıcı ortak üyelik statüsünü seçseler bile sonradan tam üyeliğe başvuru hakkına sahiptirler. Avrupa dışındaki ülkelerin (ABD, Japonya vb.) ise sadece kalıcı ortak üye olma hakları vardır. Türkiye tam üyelik aşamasına geçmek için yurtiçinde konuya yönelik yatırımları artırmak ve mevcut altyapıyı geliştirmek ve güçlendirmek için gerekli süreyi ve mali boyutu dikkate alarak şimdilik kalıcı ortak üyeliği tercih etmiştir. 2012 yılında yapılan yeni ortak üyelik başvurusu neticesinde yapılan çalışma ve değerlendirmelerin ardından **CERN ile Türkiye arasındaki ortak üyelik anlaşması 12 Mayıs 2014** tarihinde CERN'de T.C. Enerji Bakanı Taner Yıldız ile CERN Direktörü Prof. Dr. Rolf Heuer tarafından imzalanmıştır. CERN'de imzalanan ve 22 Ocak 2015 tarihli ve 6587 sayılı Kanunla onaylanması uygun bulunan "Türkiye Cumhuriyeti ile

Avrupa Nükleer Araştırma Örgütü (CERN) Arasında CERN’de Ortak Üye Statüsü Verilmesi Hakkında Anlaşma’ya dair beyanın içerildiği hükümet mektubunun **06 Mayıs 2015** tarihinde CERN Konseyince işleme konulması ile Türkiye’nin CERN’e Ortak (Asosye) Üyeliği gerçekleşmiştir [3].



*Türkiye’nin CERN’e Ortaklık Anlaşmasını T.C. Enerji Bakanı Taner Yıldız ve CERN Direktörü Prof. Dr. Rolf Heuer imzalamıştır (12.05.2014)*

### **CERN’e Ortak Üyeliğin Başlıca Hükümleri ve Sağladığı Olanaklar:**

Anlaşma ile Türkiye CERN’e ortak üye olmuştur. Anlaşma 5 yıllığına geçerlidir ve tarafların isteği ile uzatılabilir. Anlaşma ile Türkiye CERN’e yıllık yaklaşık 5 Milyon İsviçre Frangı civarında ortak üyelik aidatı ödemeye başlamıştır ve bu miktar tam üyelik aidatının onda biri oranındadır. Anlaşma ile Türkiye CERN Konseyi’nin yanı sıra CERN Bilim ve Finans Komitelerinde temsil edilmeye başlamıştır. Anlaşma ile Türk iş profesyonellerine CERN’de çalışma, öğrencilerimize staj ve eğitim olanakları ve en önemlisi Türk firmalarına CERN ihalelerine katılma olanağı tanınmıştır. Türkiye’nin CERN

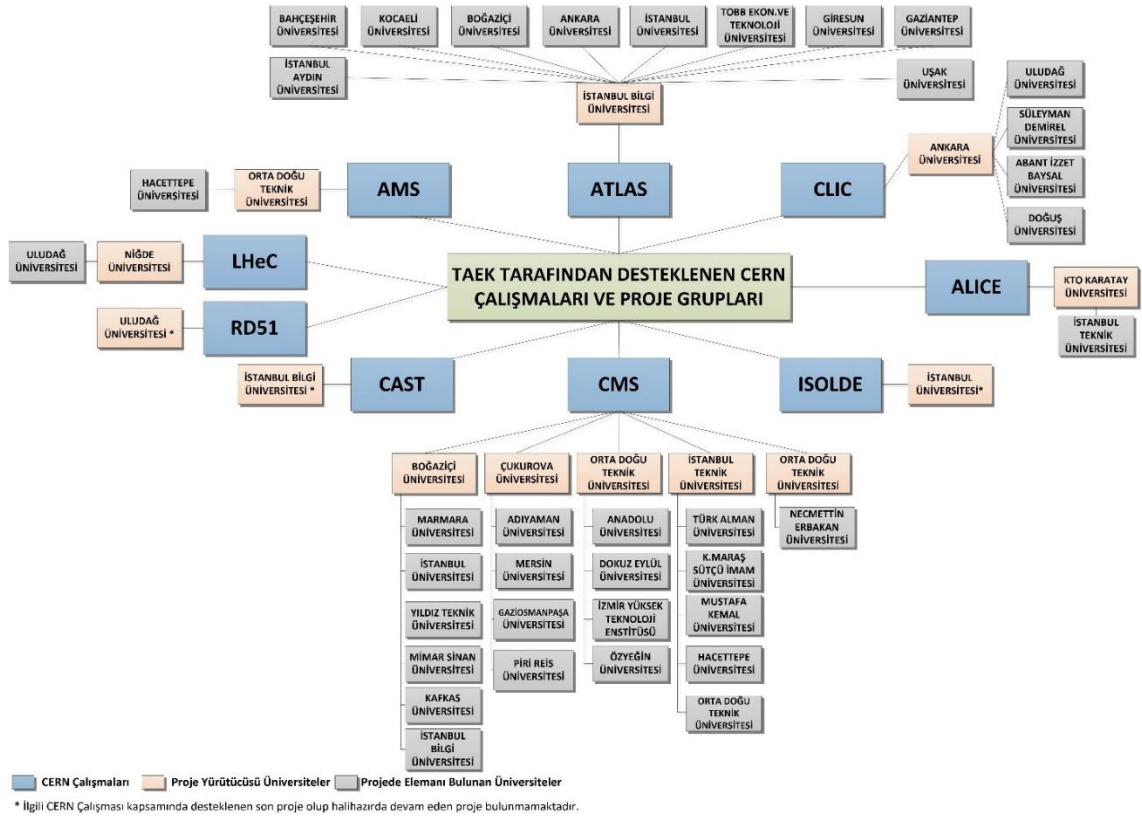
ile ilişkileri Türkiye Atom Enerjisi Kurumu tarafından koordine edilmektedir. Anlaşmanın detayları ve başlıca hükümlerine Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü web sayfasından ulaşılabilir [4]. Anlaşmanın hemen ardından 2015 Haziran ayında, TAEK-TOBB işbirliği ile Türk firmalarının CERN ihaleleri ile ilişkisini kurmak ve koordine etmek amacıyla CERN Sanayi İrtibat Ofisi (*Industrial Liaison Office, ILO*) açılmıştır. CERN Konseyi ile CERN Komitelerinde Türk sanayi ve endüstrisinin temsili TOBB-CERN Sanayi İrtibat Ofisi tarafından yürütülmektedir. 2016-2018 dönemde değişik sektörlerden Türk firmaları ~200 ihaleye başvurmuşlar ve bunlardan ~20 tanesini kazanarak CERN’e mal ve hizmet üretmişlerdir [5].

### **Türkiye’nin CERN’de Yer Aldığı Projeler:**

Türkiye, CERN’de yürütülen 9 farklı deneyde ve projede 40 civarında üniversiteden yaklaşık 250 bilim insanı ile yer almaktadır. Bunlar ATLAS, CMS, ALICE, ISOLDE, RD51, CAST, AMS, CLIC, LHeC’dir. FCC ve SHiP deneylerine ise yeni girilmiştir. TAEK desteği ile CERN deneylerinde yer alan üniversitelerin ve koordinasyonu üstlenen üniversitelerin dağılımı Şekil 3’te gösterilmiştir [3].

Anlaşmanın sonucu olarak Avrupa Gelecek Hızlandırıcılar Komitesi (European Committee For Future Accelerators, ECFA) Türkiye’ye ülke ziyaretini 06-07.10.2017 tarihlerinde İstanbul’da Boğaziçi ve Bilgi Üniversitelerin ev sahipliğinde gerçekleştirmiş ve toplantının ardından kaleme aldığı değerlendirme raporunu ülkemizdeki yetkili makamlara iletmiştir. Ortak üyeliğin beşinci yılı olan 2020 yılında CERN-Türkiye ilişkileri yeniden değerlendirmeye tabi tutulacaktır. Türkiye anlaşma ile her ne kadar kalıcı ortak üyelik statüsünü seçmiş ise de, istediği zaman ortak üyelikten tam üyeliğe geçmek için CERN’e başvuru yapma hakkına sahiptir.

Tam üye olduğunda CERN Konseyinde oy hakkı kazanılacak, buna karşın ekonomik büyüklük ve nüfusa göre hesaplanan yıllık tam üyelik aidatını (~50 Milyon İsviçre Frangı) ödeyecektir. CERN ihalelerinde alınan pay (geri dönüş) yaklaşık ödenen aidat oranında olabildiği için ihalelerden alına pay da artmış olacaktır. Ortak üyelik döneminde ülkemiz sanayisi *know-how* ve teknoloji edinimine ağırlık vererek ülkemizde hızlandırıcı teknolojisine yönelik ulusal sanayinin oluşmasına ön ayak olacaktır. Bu konuda, TOBB’un önemli katkıları sayesinde, bugünden ümit var olmamızı sağlayan gelişmeler bulunmaktadır.



Şekil 3. Türkiye'nin CERN'de Yer aldığı Projeler: Koordinasyon ve Üye Yapısı

CERN'e ortak üyeliğin yanı sıra, ülkemizde 1990'lı yılların başından itibaren hızlandırıcılar konusunda bazı önemli adımlar atılmış ve başarılar sağlanmıştır. Ana gelişmeler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1990'lardan başlayarak CERN LHC deneylerine kurumsal katılım sağlanmıştır.
- TAEK bünyesinde 2012 yılında kurulan TAEK Proton Hızlandırıcısı Tesisinde (TAEK\_PHT) sağlık sektörü için radyofarmasötiklerin üretimine başlanmış ve proton demeti kullanarak Ar-Ge çalışmaları yapmak mümkün hale gelmiştir.
- 2006 yılından itibaren üniversitelerarası işbirliği ile Ankara Üniversitesi koordinatörlüğünde ve Kalkınma Bakanlığı desteği ile yürütülen Türk Hızlandırıcı Merkezi (THM) projesi kapsamında önerilen ülkemizin ilk Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü (HTE) 2010 yılında Ankara Üniversitesi bünyesinde kurulmuştur. Proje kapsamında ayrıca 3. nesil sinkrotron ışınımı, 4. nesil SASE serbest elektron lazeri, elektron-pozitron çarpıştırıcısı ve proton hızlandırıcı tesislerinin teknik tasarım çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında CLIC (CERN), DESY, European XFEL, HZB-BESSY-II, FZDR-ELBE (Germany), INFN (Italy), Cockcroft Institute (UK), IHEP (China), ESS (Sweden) merkezleri ile ikili işbirliği anlaşmaları imzalanmış ve H2020 projelerine ortak olunmuştur [6].
- THM projesinde önerilerek A.Ü. Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü (Gölbaşı, Ankara) bünyesinde kurulan "Türk Hızlandırıcı ve Radyasyon Laboratuvarı (TARLA)" 2019 yılında 6550 sayılı kanun kapsamında Ulusal Araştırma Altyapısı olarak yeterli olmuş olup hızlandırıcı alanında bu yeterliliği alan ilk laboratuvar olmuştur [7].
- 2001 yılından başlayarak, Türk Fizik Derneği (TFD) çatısı altında ve TAEK'in de desteği ile üç yılda bir yapılan "Ulusal Parçacık Hızlandırıcıları ve Uygulamaları Kongresi (UPHUK)" ve 2005 yılından başlayarak her yıl yapılan "Ulusal Parçacık Hızlandırıcıları ve Dedektörleri Yaz Okulları (UPHDYO)) gerçekleştirilmiştir [8].
- Yerli uydu geliştirme çalışmaları kapsamında ODTÜ-CERN işbirliği ile TAEK-PHT'de kurulan laboratuvarında protonla ışınlama hizmeti verilir duruma gelmiştir.

- 2018 yılında TAEK kanununda yapılan değişlikle, Ankara’da 2005 yılında kurulan Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (SANAEM), “Radyasyon ve Hızlandırıcı Teknolojileri Dairesi”ne dönüştürülerek TAEK’in söz konusu daire eliyle parçacık hızlandırıcısı teknolojisi alanındaki görev ve sorumlulukları tanımlanmıştır.
- 2018 yılında Nükleer Düzenleme Kurumu kurulmuş ve böylece nükleer ve radyasyon güvenliği alanında düzenleme ve denetleme görev ve sorumluluğu bağımsız bir kurum eliyle yapılır hale gelmiştir.

Ülkemizde hızlandırıcı ve dedektör teknolojileri ile nükleer teknolojiler alanında yapılan alışmalar CERN’den bilgi ve teknoloji transferi ile birlikte değerlendirildiğinde, ülkemizin bilim ve teknoloji alanındaki gelişimi açısından çok önemlidir. Bir başka deyişle, Türkiye-CERN ilişkileri stratejik olmasının yanı sıra, ülkemizin 21. yüzyılın nc teknolojilerinden olan hızlandırıcı ve dedektör teknolojileri ile nükleer teknolojiler alanında söz sahibi ve ihracatçı ülke konumuna yükselmesi açısından kritik öneme sahiptir.

**Teřekkür:** Katkılarından dolayı Dr. Ali Tanrıkut’a (TAEK) ve Yük. Müh. Hakan Kızıltoprak’a (CERN ILO Temsilcisi, TOBB) teşekkür ediyorum.

**Kaynaklar:**

[1] <http://www.cern.ch>

[2] Country Report of Republic of Turkey for CERN Membership, TAEK, May 2009, Ankara

[3] <http://www.taek.gov.tr/tr/2016-06-09-00-40-16.html>

[4] [http://hte.ankara.edu.tr/?page\\_id=5237](http://hte.ankara.edu.tr/?page_id=5237)

[5] <https://tobb.org.tr/CERNSanayiIrtibatOfisi>

[6] <http://thm.ankara.edu.tr>

[7] <https://tarla.org.tr>

[8] <https://indico.tarla.org.tr>