

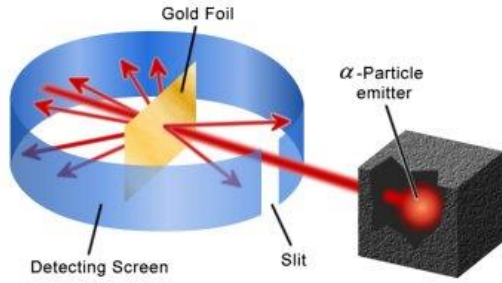
Neden Toryum?

Prof. Dr. Saleh Sultansoy

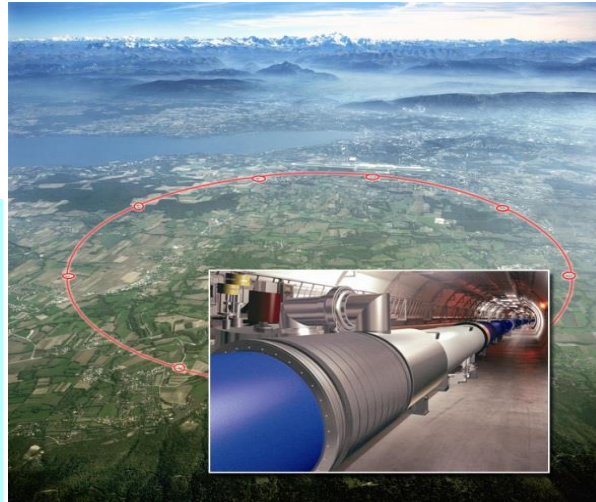
TOBB ETÜ Mühendislik Fakültesi, Ankara
AMEA Fizika İnstitüsü, Bakı
ATLAS, CLIC and LHeC Collaborations, CERN
European Committee for Future Accelerators



...



*Yarının ilmi nedir, halbuki? Gayet müthiş!
"Maddenin kudret-i zerriyesi" uğraştığı iş,
O yaman kudrete hakim olabilsem diyerek,
Sarfedip durmada bir çok kafa binlerce emek,
Onu bir buldu mu, artık bu zemin: Başka zemin,
Çünkü bir damla kömürden edecekler te'min,
Öyle milyonla değil, na-mütenahi kudret!
İbret al kendi sözünden aman oğlum gayret..."
Mehmet Akif Ersoy: Safahat, 6.bölüm (1919)*



İşin Özü: Türkiye'nin zengin Toryum rezervlerine hızlandırıcı teknolojisini ekleyebilirsek ülkemizin (ve hatta Dünyanın) enerji problemini çözebiliriz.

Böylece, **Şehit Profesör Engin ARIK**'ın rüyası gerçek olur.

Yaşamını Türkiye'nin kalkınmasına adanmış ve ülkemizin CERN üyeliği sürecini başlatan bilim şehidimiz



Prof. Dr. Engin Arık (1948 – 2007)

30 Kasım 2007, Isparta

Uçak düş(ürül)meseydi:

- Türkiye CERN'ün **asil üyesi** olurdu (ösösyeye, yani **yedek**, üye değil)
- Türkiye Toryum yarışında **liderler** arasında olurdu
- **TAC** (Türk Hızlandırıcı Kompleksi) kurulum aşamasında olurdu
- **Türk Bilim Kentinde** ilk Ulusal Laboratuvarlar çalışmaya başladılar
- ...

Asım'ın nesline çağrı

*“Sen geçenlerde demiştin ki: Yazık hala biz,
Dünkü ilmin bile biganesiyiz, cahiliyiz,
İşte fıktanı bu ihmal edilen ma'rifetin
Nesli bir acze düşürmüş ki, bugün, memleketin,
Bir yığın kuvveti var, hem ne tabii de, henüz
Biz o kuvvetlere eller gibi hakim değiliz!*

**Sebe, 3;
Yunus, 61.**

*Yarının ilmi nedir, halbuki? Gayet müthiş!
“Maddenin kudret-i zerriyesi” uğraştığı iş,
O yaman kudrete hakim olabilsem diyerek,
Sarf edip durmada bir çok kafa binlerce emek,
Onu bir buldu mu, artık bu zemin: Başka zemin,
Çünkü bir damla kömürden edecekler te'min,
Öyle milyonla değil, na-mütenahi kudret!
İbret al kendi sözünden aman oğlum gayret... “*

Nükleer

**CERN, TAC
ve ötesi**

Aldık mı?

Safahat, 6.bölüm (1919)

İçerik

Önsöz	5
1. Neden Nükleer?	8
En temiz ve güvenilir	
2. Neden Toryum?	30
Uranyumdan daha temiz ve rezervimiz	
3. Ne yapmalı?	48
En yüksek düzey kararları uygulanmalı	
Sonsöz: Öngörü ve Öneriler	68

Önsöz

Enerji üretimi ve tüketimi ülkelerin gelişmişlik düzeyinin en önemli göstergeleri arasında yer almaktadır. **Özellikle elektrik tüketimi refah düzeyi ile doğrudan orantılıdır.**

Bu bakımdan enerji kaynakları çeşitliliği ve optimizasyonu çok önemlidir. Günümüzde enerji üretiminin aslan payını fosil kaynaklar almaktadır; ama **küresel ısınmayı azaltmak açısından fosil kaynakların oranı hızla düşürülmelidir.**

Enerji arzını gereken düzeyde karşılamak açısından **iki seçeneğimiz var: yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerji.** Aslında bu iki kaynak birbirinin alternatifi olarak değil; tamamlayıcısı olarak ele alınmalıdır.

Kişi başına GSYİH:

- 30 bin USD üzerindeyse yenilenebilir enerji üretimine öncelik tanınabilir,
- **10 bin USD altında ise kesinlikle nükleere öncelik tanınmalıdır.**

Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler açısından nükleer enerjinin ciddi bir alternatifi yoktur. Burada iki önemli problemle karşılaşıyoruz: **kaza riski ve nükleer atıklar.**

3'üncü ve özellikle 4'üncü nesil teknolojiler güvenilirlik problemini çözüyor (**Çernobil ve Fukushima 2'inci nesil teknolojiye dayalıydı**).

Uranyum yakıtlı reaktörlere nazaran çok daha güvenli olan Toryum yakıtlı nükleer sistemler, **özellikle hızlandırıcı sürümlü reaktörler, atık problemini de çözme imkanını sağlayacaktır.** Bu sistemlerde oluşan atık miktarı çok daha düşük olmakla birlikte, bunlar uranyum yakıtlı reaktörlerden alınan atıkları yakmak için de kullanılabilirler.

Öte yandan **bilinen Uranyum rezervleri 50-60 yıllık sürede tükenirken,** **Toryum rezervleri insanlığın enerji gereksinimi bin yıllar boyunca karşılayabilir.**

Dünya Toryum rezervinin ¼'nün Türkiye'de ve Uranyum rezervinin ¼'nün Türküstan'da olduğunu göz önünde tutarak en kısa zamanda nükleer teknolojilere (silah hariç) yönelmek zorundayız.

Bunun için milli programları geliştirmekle birlikte ortak stratejinin hazırlanıp Türk Zirvesi toplantısında kabul edilmesi elzemdir.

Bu strateji, başta ABD ve Japonya olmakla, üst düzey nükleer teknolojilere sahip ülkelerle işbirliğini içermelidir.

Amaç olarak 2050 yılında elektrik enerji üretimimizin %50'sinin nükleer yakıtlardan elde edilmesini hedefleyebiliriz.

Özellikle hızlandırıcı sürümlü Toryum yakıtlı sistemlerin gelişmesine azami düzeyde destek sağlamalıyız.

1. Neden Nükleer?

Uluslararası Türk Enerji Birliği Kongresi
29-31 Mart 2021

Elektrik Santrallerinin İş Kazaları, Kurulum Alanları ve Üretim Sürekliliği Göstergelerinin Kıyaslanması

Dr. Tuncay Belen

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye

Prof. Dr. Saleh Sultansoy

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara, Türkiye

AMEA Fizika İnstitutu, Bakı, Azerbaycan

İÇERİK

1. Giriş
2. Kapasite faktörü ve süreklilik
3. Alan açısından karşılaştırma
4. İş kazaları açısından karşılaştırma
5. Çevre etkisi (Ekoloji) açısından karşılaştırma
6. Sonuç ve Öneriler

Ekler: 1. Toryum ve Uranyum ; 2. ADS ve ITER; Ek 3. Nükleer ve Yenilenebilir

1. Giriş

- Enerji üretimi ve tüketimi ülkelerin gelişmişlik düzeyinin en önemli göstergeleri arasında yer almaktadır.
- **Özellikle elektrik tüketimi refah düzeyi ile doğrudan orantılıdır.**
- Bu bakımdan **enerji kaynakları çeşitliliği ve optimizasyonu çok önemlidir.**
- Günümüzde enerji üretiminin aslan payını fosil kaynaklar almaktadır; ama **küresel ısınmayı azaltmak açısından fosil kaynakların oranı hızla düşürülmelidir.**
- Enerji arzını gereken düzeyde karşılamak açısından **iki seçeneğimiz var: yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerji.**
- Aslında **bu iki kaynak birbirinin alternatifi olarak değil; tamamlayıcısı olarak** ele alınmalıdır.

Kişi başına elektrik enerjisi tüketimi ülkelerin gelişmişlik düzeyinin en önemli göstergelerinden biridir.

Maalesef, bu açıdan bakılınca **Türk Dünyasının durumu hiç de iç açıcı değildir.**

Tablo 1. Kişi başına yıllık elektrik enerji tüketimi, kilovat-saat (kWh) [1]

Kazakistan	4.951	ABD	12.154
Türkiye	3.013	Güney Kore	10.192
Türkmenistan	2.540	Japonya	7.150
Azerbaycan	2.024	Fransa	6.702
Kırgızistan	1.818	Rusya	6.685
Tacikistan	1.726	Almanya	6.306
Özbekistan	1.465	İsrail	6.229
Dünya ortalaması		3081	

Tablo.1'den görüldüğü gibi:

- Kazakistan dünya ortalamasının üzerindedir,
- Türkiye ile Türkmenistan dünya ortalamasına yakındır,
- Azerbaycan ve Kırgızistan dünya ortalamasının 2/3'ü,
- Tacikistan ve Özbekistan ise dünya ortalamasının yaklaşık yarısı düzeyindedir.

2030 yılında gelişmiş ülkelerin düzeyine ulaşabilmemiz için Türk Dünyası elektrik santrallerinin kurulu gücünü 2,5-3 katına çıkarılmalıdır.

Hatta elektrikli arabalara geçiş göz önünde tutulursa kurulu gücümüz daha fazla artırılmalıdır.

Türk Dünyasının elektrik enerji üretimi yol haritası hazırlanırken çeşitli birincil enerji kaynaklarının kapasite faktörü, süreklilik, iş kazaları, alan gereksinimi, çevre etkileri açısından değerlendirilmesi şarttır.

2. Kapasite faktörü ve süreklilik

Aşağıdaki tabloda elektrik üreten enerji santrallerinin kapasite faktörleri (yani yılın ne kadarı elektrik üretebiliyor) verilmiştir.

Tablo 2. Farklı birincil kaynak kullanan santrallerinin kapasite faktörleri [3]

	Kömür	Doğal Gaz	Nükleer	Güneş	Rüzgar
Kapasite Faktörü	%54	%55	%92	%27	%37

Tablodan görüldüğü gibi, nükleer santral diğerlerine göre açık ara öndedir:

- **1.000 MW'lık nükleer** santralden elde edilen elektrik yaklaşık **3.400 MW'lık güneş** ya da **2.500 MW'lık rüzgar** santralından alınabilir.

Nükleer santrallerin bir diğer avantajı ise;

- bir **nükleer santralin ömrü ortalama 60 yıldır**. Yani 60 yıl boyunca (gerekli rehabilitasyonlar yapılarak çalışma ömrü uzatılabilir) aynı verimde elektrik üretebilir.
- **Rüzgar ve güneş santralleri** yıllar geçtikçe verimden düşer ve nihayetinde **20-30 yıllık** bir işletme ömrüne sahiptirler.
- Yani **nükleer santrallere bir sefer yatırım** yapılıncaya aynı işletme süresini yakalayabilmek için **güneşe veya rüzgara 2-3 sefer yatırım** yapılması gerekmektedir.

Neredeyse yılın tamamına yakın bir kısmında çalışan **nükleer santraller** güvenilir ve emre amade bir santral çeşididir. Buna teknik olarak **baz yük santraller** denir. Yani ne zaman ihtiyaç duyulursa o zaman devreye girmeye hazırdır.

Günümüzde baz yükü talebi Türkiye’de kömür ve doğalgaz santralleriyle karşılanmaktadır. Enerjide dışa bağımlı olan Türkiye’nin ithal ettiği doğalgaz ve petrol fiyatları uluslararası siyasi belirsizlikler, salgın hastalıklar ve ekonomik krizlerle hızlı bir şekilde değişebilmektedir.

Elektrik fiyatlama mekanizması, doğalgaz gibi ani fiyat değişimlerinden etkilenecek bir altyapıya sahipse, elektrik fiyatlarında istikrar olması beklenemez.

Diğer yandan nükleer santrallerde yakıt maliyeti toplam maliyet içinde %10-15 civarındadır. Yani yakıt maliyeti iki katına çıksa bile elektriğin maliyeti bundan nispi olarak daha az etkilenir.

Bu nedenle nükleer santrallerin belli oranda paya sahip olduğu elektrik üretim portföyleri daha istikrarlı bir fiyat dengesi gösterir.

Yenilenebilir enerji kaynakları ise, **pik yük santralleridir**, emre amadelikleri düşüktür.

Baz yük ve pik yük santralleri birbirlerini tamamlayan santrallerdir.

3. Alan açısından karşılaştırma

Elektrik üretiminde farklı birincil kaynaklar karşılaştırılırken enerji santrallerinin kapladığı alan göz önünde tutulmalıdır.

1000 MW'lık nükleer, güneş, rüzgar ve hidrolik santrallerinin kapladıkları alanlar:

- **Nükleer** santral **3,37 km²**,
- **Güneş** panelleri toplam **32,8 km²**,
- **Rüzgar** türbinleri toplam **345 km²**,
- **Hidrolik** santral ortalama **962 km²**.

Görüldüğü üzere yenilenebilir kaynaklardan yüksek miktarda elektrik enerjisi üretebilmek kapladıkları alanlar göz önüne alındığında oldukça zordur.

2014 yılında Türkiye'nin elektrik tüketimi Güney Kore düzeyinde olsaydı ek üretim için gereken alanları tahmin edelim.

Güney Kore'de kişi başına düşen elektrik tüketimi 2014 yılında 10.500 kWh olarak gerçekleşmişti. 2014 yılında Türkiye'nin nüfusu 77,7 milyon, toplam elektrik tüketimi 222 milyar kWh ve kişi başına düşen elektrik tüketimi 2.857 kWh olarak gerçekleşmiştir.

Türkiye'nin Güney Kore seviyeyi yakalayabilmesi için 2014 yılında kişi başına düşen elektrikte 7.643 kWh artış sağlaması ve **toplam tüketimini 594 milyar kWh artırarak** 816 milyar kWh'e çıkarmış olması gerekirdi.

Tablo 3'de 594 milyar kWh'lik ek elektrik talebinin nükleer ya da yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması durumunda ihtiyaç duyulacak kurulum alanları verilmiştir.

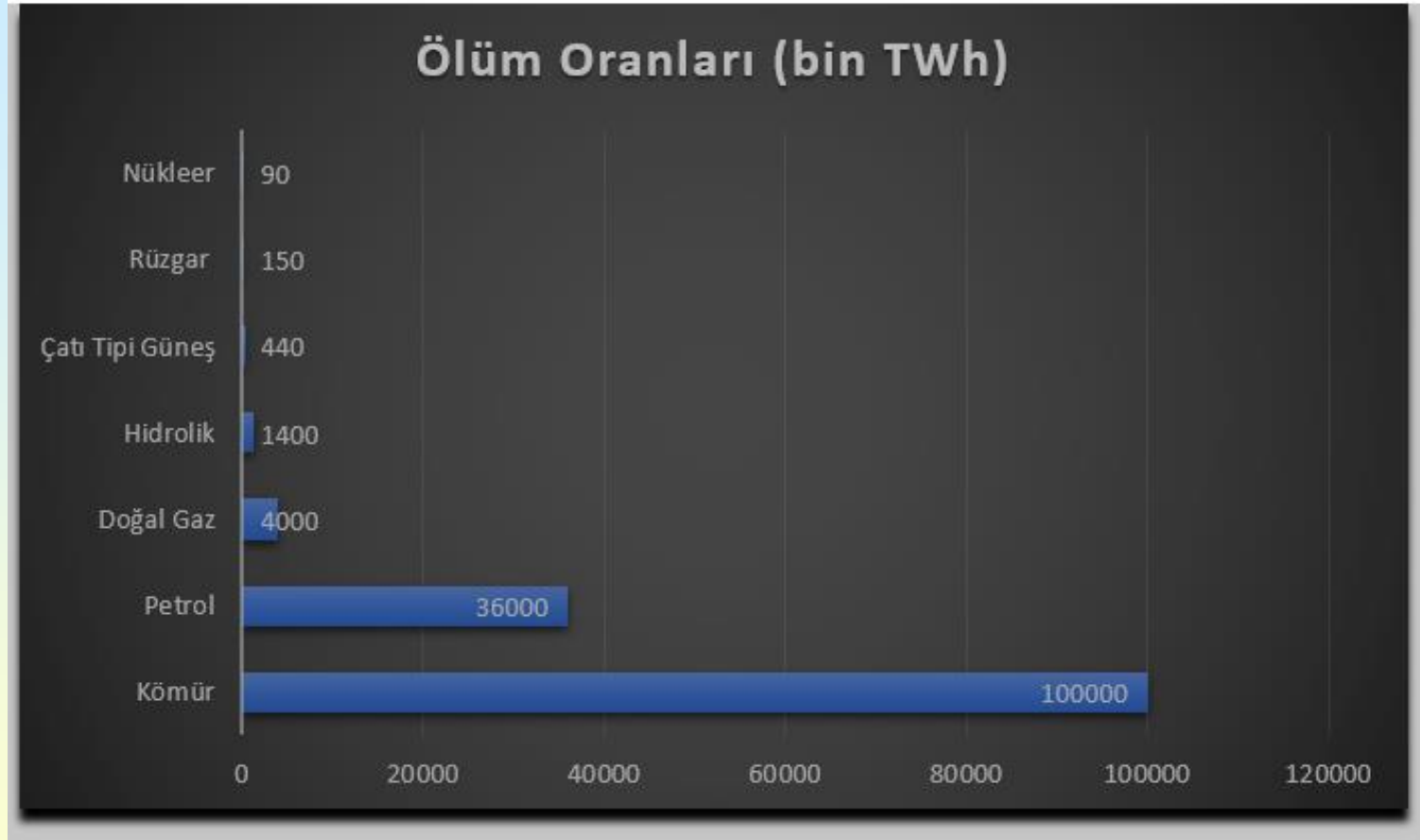
Bu tablodan bile yenilenebilir enerji kaynaklarından en önemli kısıtlarından birisinin kurulum alanı ihtiyacı olduğu ve bu ihtiyacın nükleer santrallara kıyasla çok fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Kurulum Alanlarının Kıyaslanması

	Nükleer	Güneş	Rüzgar
Kapasite Faktörü	%92	%27	%37
1 <u>GW</u> 'lık santral için yıllık üretim, 1000 <u>kWh</u>	8.059.200	2.365.200	3.241.200
594 milyar <u>kWh</u> üretim için gerekli kurulu güç, GW	73.7	251.1	183.3
1 <u>GW</u> 'lık santral için gereken yüzey alanı, km ²	3.37	32,80	345,00
Toplam alan ihtiyacı km²	248	8.237	63.227

4. İş kazaları açısından karşılaştırma

Şekil 1'de 2012 yılında enerji kaynağına göre dünya genelinde ölüm oranları (bin TWh başına ölüm olarak) verilmiştir [5].



Şekilden görüldüğü gibi, nükleer enerjinin çok riskli olduğu ile ilgili genel algının aksine **en az ölüm oranı nükleer santrallarda olmaktadır.**

5. Çevre etkisi (Ekoloji) açısından karşılaştırma

Fosil yakıtların çevreye olumsuz etkisi, küresel ısınma başta olmakla, iyi bilinmektedir. Kömür santrallerinin zararını görmek için yanından geçmek yeterlidir.

İngiltere’de yapılan bir araştırmaya göre bir kişi günde ortalama 16 kg fosil yakıt (4 kg kömür, 4 kg petrol, 8 kg gaz) tüketmektedir [6].

Bunun sonucu olarak da günde 30 kg, yılda ise toplam 11 ton atık karbondioksit üretmektedir.

Oysaki 16 kg fosil yakıttan elde edilen bu enerji bir nükleer enerji santralında **2 gr uranyumdan** (toryum durumunda **0.01 gr!**) elde edilebilir ve işlem sonucunda çıkan atık 0,25 gr’dır (toryum durumunda 1.5 mg!).

Nükleer enerjinin gerekliliği konusunda bu araştırmanında yer aldığı **yazıyı kaleme alan**, ne büyük bir ironidir ki, nükleer enerjiye karşıtlığıyla bilinen **Greenpeace International eski Direktörü olan Patrik Moore**’dur.

Yazı şu iki cümle ile başlıyor: **“Nükleer enerjiyi nükleer silahlarla karıştırma hatasına düştük, sanki nükleer her şey kötüymüş gibi. Bence bu, nükleer tıbbi nükleer silahlarla karıştırmışsınız gibi büyük bir hata.”**

Uyarı:

Kasım 2021'de Glasgow'da yapılacak BM İklim Kongresinden istisnai sonuçlar çıkabilir.

Zaten 2050 sıfır salınım amacı belirlenmiştir.

Yani sıfır kömür, petrol ve doğal gaz.

Azerbaycan, Kazakistan ve Türkmenistan bunu göz önünde tutmalıdır !!!

Yenilenebilir enerji kaynakların çevre etkisine gelince:

- **Hidrolik santrallerin** barajlar sayesinde bölgesel ekolojii olumsuz etkilediği malumdur (bu durum özellikle Türkistan coğrafyası için istisnai öneme sahiptir).
- **Güneş panellerinin** cam ve alüminyum malzemesi çevre için büyük bir sorun yaratmamasına karşın, güneş hücrelerinden oluşan paneller çeşitli ağır metaller, katkı maddeleri, genellikle insan sağlığına ve doğaya zararlı olabilecek kimyasal maddeler içeriyorlar.
- **Rüzgar türbinleri** ise gürültü, düşük frekanslı ses ve gölge etkileri nedeniyle meydana gelen ve “Rüzgar Türbini Sendromu” olarak adlandırılan sağlık sorunlarına sebep olmaktadır.

Ağaç kesimleri, arazi betonlaşması, kuş göç yollarının değişmesi ve **kuş ölümleri, arıların iletişimini** bozarak hem yuvalarını bulamamalarına hem de tozlaşmadaki rollerini yapamamalarına neden olması gibi ekosistem tahribatına neden olan birçok çevresel etken de işin diğer yönü.

Yenilenebilir enerjinin çevreye olan etkileri ile ilgili çalışmalar dünyanın birçok üniversite ve araştırma merkezinde halen devam etmektedir.

Bu araştırmaların sonuçları yenilenebilir enerji kaynakları **euphoria**'nın (zindelik hissinin) yerini gerçekçi bir yaklaşımın almasını sağlayacaktır.

6. Sonuç ve öneriler

Türk Dünyasının enerji yol haritasını belirlerken **sübjektif önyargılar yerine objektif bilgilere** dayanmamız gerekiyor.

Fosil yakıtların önümüzdeki yıllarda devreden çıkarılacağı kuvvetle muhtemeldir.

Enerji arzını gereken düzeyde karşılamak açısından iki seçeneğimiz var: **yenilenebilir** enerji kaynakları ve **nükleer** enerji.

Eğer **kişi başına GSYİH'nız 30 bin doların üzerindeyse yenilenebilir** enerji kaynaklarına ağırlık, **10 bin doların altındaysa nükleere ağırlık verilmelidir.**

Bu açıdan **Türkiye'nin toryum** ve **Türkistan'ın uranyum** rezervleri bize önemli imkanlar sağlıyor.

Bu imkanların kaçırılmaması için **acilen nükleer ve hızlandırıcı teknolojilerinde muasır medeniyet seviyesini yakalamalıyız.**

Aynı zamanda yenilenebilir enerji ile ilgili teknolojileri de geliştirmek zorundayız.

Enerji ve ilgili teknolojiler konusu Türk Keneşi gündeminin ilk sıralarında yer almalıdır.

Kaynakça

1. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_electricity_consumption
2. M. A. Çetiner ve S. Sultansoy, “Yeşil Nükleer Enerji: Toryum Yakıtlı Reaktörler” başlıklı sunum.
3. T. Belen, S. Sultansoy ve T. O. Kutluca, “Elektrik Santrallerinin Kurulum Alanı, İş Kazaları ve Sürekliliği Açısından Kıyaslanması”, Mimar ve Mühendis dergisi, Ocak-Şubat 2019, 86-87.
4. <https://www.strata.org/pdf/2017/footprints-full.pdf>
5. <https://www.statista.com/statistics/494425/death-rate-worldwide-by-energy-source/>
6. https://www.withouthotair.com/c24/page_161.shtml

Ekler:

1. Toryum ve Uranyum

2. ADS ve ITER

3. Nükleer ve Yenilenebilir

EK 1. Toryum ve Uranyum

Uranyum yakıtlı reaktörlere nazaran çok daha güvenli olan Toryum yakıtlı nükleer sistemler, **özellikle hızlandırıcı sürümlü reaktörler, atık problemini de çözme imkanını sağlayacaktır.** Bu sistemlerde oluşan atık miktarı çok daha düşük olmakla birlikte, **bunlar uranyum yakıtlı reaktörlerden alınan atıkları yakmak için de kullanılabilirler.**

Öte yandan **bilinen Uranyum (U235) rezervleri 50-60 yıllık sürede tükenecekken,** Toryum rezervleri insanlığın enerji gereksinimi bin yıllar boyunca karşılayabilir.

Türkiye'ye gelince:

Gelişmiş ülkelerin düzeyine ulaşmak için 200 GW ek kurulu güc gerekiyor. Bunun yarısının nükleerden elde edileceğini varsayalım:

- bilinen **uranyum rezervimiz** (7300 tons) **bir yıllık ihtiyacımızı bile karşılamıyor** (U235 açısından),
- halbuki **toryum rezervimiz bin yıllar için yeterlidir.**
- ...

Bir yılda 1 GW'lık kesintisiz güç üretmek için :



3,500,000 ton kömür

**Çevre üzerinde önemli etki
(özellikle CO₂ yayılımı)**

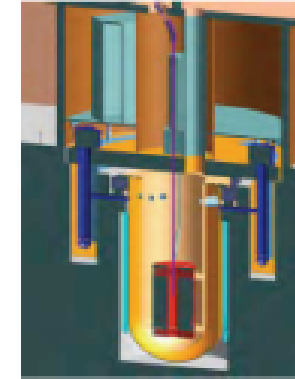


200 ton Uranyum

**CO₂ etkisi düşük fakat
yeniden işleme zorluğu var**

**Zararlı atıkların çok
uzun süreli depolanması
problemi var**

**Nükleer silahların
yayılması problemi
var**



1 ton Toryum

CO₂ etkisi düşük

**Plutonyum ve radyoaktif
atıkların dönüşümü
yapılabilmektedir**

**Depolanan zararlı atıkların
miktarı ve yarıömürleri
daha azdır**

**Nükleer silahların
yayılması problemi
yoktur**

**Carlo Rubbia'nın "Alt-kritik Toryum reaktörleri"
isimli sunumundan alınmıştır.
(C.Rubbia2,Energy 2050, Stockholm)**

Nature 492 (2012) 33; 6 December 2012

WORLD THORIUM DEPOSITS

Thorium oxides, silicates and phosphates are found worldwide, often alongside rare-earth elements. Thorium is not yet mined commercially, and abundances are only approximately known in most countries. Numbers show upper estimates of identified thorium reserves (in thousand tonnes).



Ek 2. ADS ve ITER

International Thermonuclear Experimental Reactor

The ITER Members: **China**, the **European Union**, **India**, **Japan**, **Korea**, **Russia** and the **United States**

Constraction Cost: 5 billion € (2005) → 13 billion € → 20 billion € (2016)

Power: input 50 MW, output 500 MW

*Timeline for operation: 2016 → 2027 → 2040, **Commercialization: 2050***

Accelerator Driven System (ADS - MYRRHA)

Constraction Cost: 1 billion €

Power: input 15 MW, output 100 MW

*Timeline for operation: 2023 → 2036, **Commercialization: 2040***

Ek 3. Nükleer ve Yenilenebilir

Enerji üretimi ve tüketimi ülkelerin gelişmişlik düzeyinin en önemli göstergeleri arasında yer almaktadır.

Özellikle elektrik tüketimi refah düzeyi ile doğrudan orantılıdır.

Bu bakımdan enerji kaynakları çeşitliliği ve optimizasyonu çok önemlidir.

Günümüzde enerji üretiminin aslan payını fosil kaynaklar almaktadır; ama **küresel ısınmayı azaltmak açısından fosil kaynakların oranı hızla düşürülmelidir.**

Enerji arzını gereken düzeyde karşılamak açısından **iki seçeneğimiz var: yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerji.**

Aslında **bu iki kaynak bir-birinin** alternatifi olarak değil; **tamamlayıcısı olarak ele alınmalıdır.**

Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin iki önemli dezavantajı vardır: pahalı olması ve sürekli olmaması (süreklilik problemi önümüzdeki yıllarda yeni enerji depolama teknolojileri sayesinde giderilebilir). **Pahalılık problemi gelişmiş ülkeleri bile halen zorlamaktadır ***.

Gelişmekte olan ve azgelişmiş ülkeler açısından nükleer enerjinin ciddi bir alternatifi yoktur. Burada iki önemli problemle karşılaşıyoruz: **kaza riski ve nükleer atıklar.**

3'üncü ve özellikle 4'üncü nesil teknolojiler güvenilirlik problemini çözüyor (Çernobil ve Fukushima 2'inci nesil teknolojiye dayalıydı).

Kişi başına GSMH'ya gelince:
eğer > 30,000 \$ ise yenilenebilir,
eğer < 10,000 \$ ise nükleer !

*** Almanya için bak:**

<https://www.dissentmagazine.org/article/green-energy-bust-in-germany>

<https://www.dissentmagazine.org/article/green-energy-bust-response-to-will-boisvert>

<https://www.dissentmagazine.org/article/green-energy-bust-boisvert-replies>

2. Neden Toryum?

TÜBA Nükleer Enerji Çalıştayı, 9 Mart 2018

Yeşil (ve yerli) Nükleer Enerji Kaynağı: Toryum



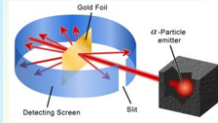
Prof. Dr. Sadık Kakaç

TOBB ETÜ Mühendislik Fakültesi
TOBB ETÜ Enerji Merkezi Müdürü
Türkiye Bilimler Akademisi Şeref Üyesi



Prof. Dr. Saleh Sultansoy

TOBB ETÜ Mühendislik Fakültesi
Azerbaycan Elmler Akademiyası Fizika İnstitutu
ATLAS, CLIC and LHeC Collaborations, CERN
European Committee for Future Accelerators



Yarının ilmi nedir, halbuki? Gayet müthiş!
"Maddenin kudret-i zerrinisi" uğu aştığı iş,
O yaman kudrete hakim olabilsen diyerek,
Sarf edip durmada bir çok kafa binlerce emek,
Onu bir buldu mu, ortık bu zemin: Başka zemin,
Çünkü bir damla kömürden edecekler te'min,
Öyle milyona değil, ne-mütenahi kudret!
İbret al kendi sözünden aman oğlum gayret..."
Mekmet Akif Ersoy: Safahat, 6.bölüm (1919)



İşin Özü: Türkiye'nin zengin Toryum rezervlerine hızlandırıcı teknolojisini ekleyebilirsek ülkemizin (ve hatta Dünyanın) enerji problemini çözebiliriz.

Böylece, **Şehit Profesör Engin ARİK'in rüyası gerçek olur.**

Öneriler

1. BTYK kararlarının (**özellikle 2007/102 No'lu Karar**) neden uygulanmadığı irdelemeliyiz
2. 2016/102 No'lu kararın gereği yapılırken 2007/102 No'lu kararın eklerinden yararlanmalıyız
3. Kaliteli insan gücü yetiştirmek için Nükleer Teknoloji Üniversitesi kuralmalıyız (dışarıya öğrenci göndermekle bu iş çözülmez)
4. ETKB nezdinde Ulusal Araştırma Lab'ları kuralmalıyız
5. Uluslararası İşbirliklerine etkin bir şekilde katılmalıyız

En önemlisi: En üst düzeyde alınan kritik kararların uygulanması ile ilgili kontrol sistemi kuralmalıyız !!!!!

9 Mart 2018

Saleh@TÜBA Nükleer

1



Uluslararası Türk Enerji Birliği Kongresi
29-31 Mart 2021

- Çetiner, M. A.¹, Sultansoy, S.^{2,3}

- ¹ Kastamonu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü (Emekli)
- ² TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara
- ³ Azerbaycan Milli Elmler Akademiyası, Fizika İnstitutu, Bakü

Yeşil Nükleer Enerji : Toryum

İÇERİK

1. Giriş
2. Toryum
 - 2.1. Dünyada Toryum Rezervleri
 - 2.2. Türkiye ve Türk Dünyasında Toryum Rezervleri
3. Nükleer Yakıt Olarak Toryum
 - 3.1. Toryum kullanabilen geleneksel reaktör modelleri
 - 3.2. Ergimiş Tuz Reaktörleri (MSR)
 - 3.3. Hızlandırıcı Sürümlü Reaktörler (ADS)
 - 3.4. Dünyada ADS Çalışmaları
 - 3.5. Türkiye'de ADS Çalışmaları
4. Sonuç ve Öneriler

Toryum Rezervleri

Toryumun Enerji Teknolojilerinde Kullanılabilirliği

Hızlandırıcı Sürümlü Sistemler (ADS)

CERN ve TAC ne işe yarar?

Bir yılda 1 GW'lık kesintisiz güç üretmek için :



3,500,000 ton kömür

**Çevre üzerinde önemli etki
(özellikle CO₂ yayılımı)**



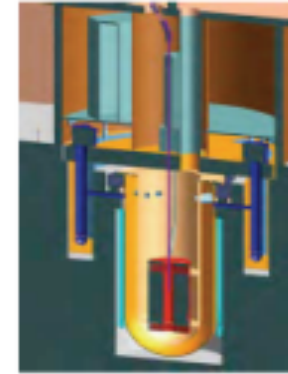
200 ton Uranyum

**CO₂ etkisi düşük fakat
yeniden işleme zorluğu var**

**Zararlı atıkların çok
uzun süreli depolanması
problemi var**

**Nükleer silahların
yayılması problemi
var**

**Carlo Rubbia'nın "Alt-kritik Toryum reaktörleri"
isimli sunumundan alınmıştır.
(C.Rubbia2,Energy 2050, Stockholm)**



1 ton Toryum

CO₂ etkisi düşük

**Plutonyum ve radyoaktif
atıkların dönüşümü
yapılabilmektedir**

**Depolanan zararlı atıkların
miktarı ve yarıömürleri
daha azdır**

**Nükleer silahların
yayılması problemi
yoktur**

Uranyum ve Toryum Rezervleri

1. Avustralya	1 738 800 ton	%24
2. Kazakistan	819 700 ton	%11
3. Rusya	650 300 ton	%9
4. Kanada	614 400 ton	%8
5. Namibya	518 100 ton	%7
6. ABD	472 100 ton	%6
Dünya Rezervi	7 096 600 ton	

1. Hindistan	846 500 ton	%12,5
2. Türkiye	744 000 ton	%11
3. Brezilya	606 000 ton	%9
4. Avustralya	521 000 ton	%7,7
5. ABD	434 000 ton	%6,4
6. Mısır	380 000 ton	%5,6
Dünya Rezervi	6 730 000 ton	

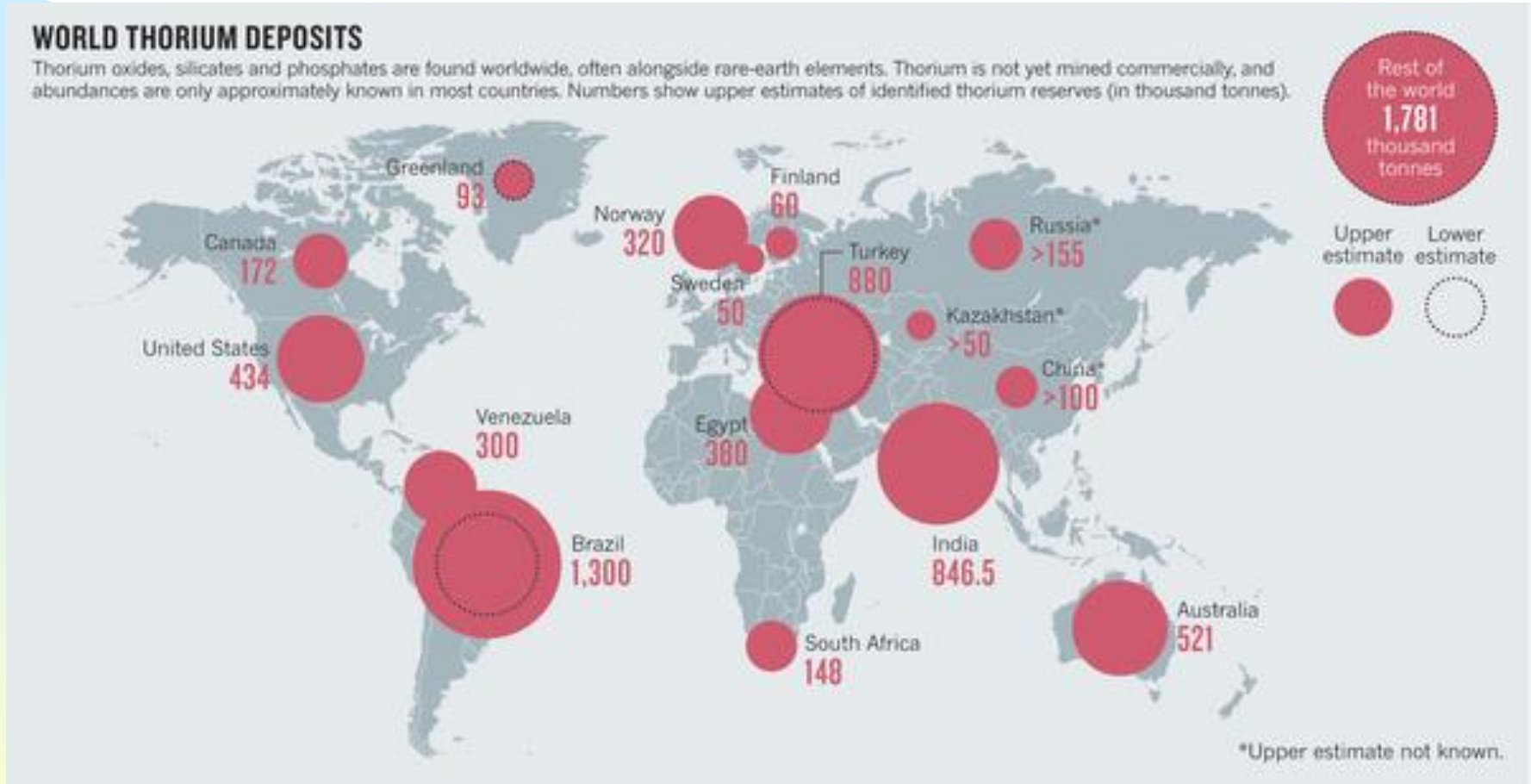
Kaynak: “Uranium 2011: Resources, Production and Demand”, **A Joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency**, ISBN 978-92-64-17803-8 (2012).

Önemli not: Tabloda gösterilen Türkiye rezervleri yalnız Eskişehir-Sivrihisar madenlerini kapsıyor.

Önemli not 2: Kazakistan’da yüksek tenörlü Toryum rezervleri bulunmuştur.

Önemli not 3: Bu potansiyeli kullanabilmemiz için **nükleer ve hızlandırıcı teknolojilerine sahip olmalıyız !!!**

Thorium deposits 2012 (20 yıl sonra Dünya Enerji Haritası)



Kaynak: Nature 492 (2012) 33; 6 December 2012

Türkiye yüzyıllar boyunca ülkemizin tüm enerji gereksinimi karşılayabilecek miktarda Toryum rezervine sahiptir.

Çok önemli not

Eskişehir’de kurulacak nadir toprak elementleri üretimi tesisinde yan ürün olarak yılda 50 ton Toryum elde edilecektir.

50 ton Toryum 50 adet 1 GW’lık santralin yıllık gereksinimidir.

Lütfen Toryum rezervi sohbetlerini rafa kaldırıp ilgili teknolojilere yönelelim!!!

Toryum'un Enerji Teknolojilerinde Kullanılabilirliği

Toryum'un kullanılması için tetikleyici dış nötron kaynağına ihtiyaç var:

- a) **Geleneksel Teknolojiler (MOX: %5 U veya Pl, %95 Th)**
- b) **Hızlandırıcı Sürümlü Sistemler (ADS)**
- c) **Füzyon-Fisyon Sistem(ler)**

Teknolojiler belli. Teknik engel(ler) yok.

Neden halen ticari olarak uygulanmıyor?

- a) **Dünyada: Harici bedhahlar (fosil ve yenilenebilir lobiler, enerji dengelerinin değişimi)**
- b) **Türkiye'de: Dahili ve Harici bedhahlar**

Geleneksel Teknolojiler

Toryum kullanmaya müsait olanlar:

Heavy Water Reactors (PHWRs): **en uygun !**

High Temperature Gas Cooled Reactors (HTRs)

Boiling (Light) Water Reactors (BWRs)

Pressurised (Light) Water Reactors (PWRs)

Fast Neutron Reactors (FNRs)

Reaktör ihalelerinde bunlardan biri seçilmelidir

Molten Salt Reactors (MSRs): tasarım aşamasında, **en uygun !**

Hızlandırıcı Sürümlü Sistemler

Yeşil Nükleer Enerji: U ve Pl gerekmiyor !

Ulusal Proton Hızlandırıcısı Laboratuvarı kurulmalıdır.

Füzyon-Fisyon Sistemleri

Prof. Dr. Sümer Şahin'in grubu dünya liderleri arasındadır.

Özel laboratuvar kurulmalıdır.

Bir yılda 1 GW'lık kesintisiz güç üretmek için:

- **3.5 milyon ton kömür** veya
- **200 ton Uranyum** (U-235 açısından) veya
- **1 ton Toryum**

gerekmektedir.

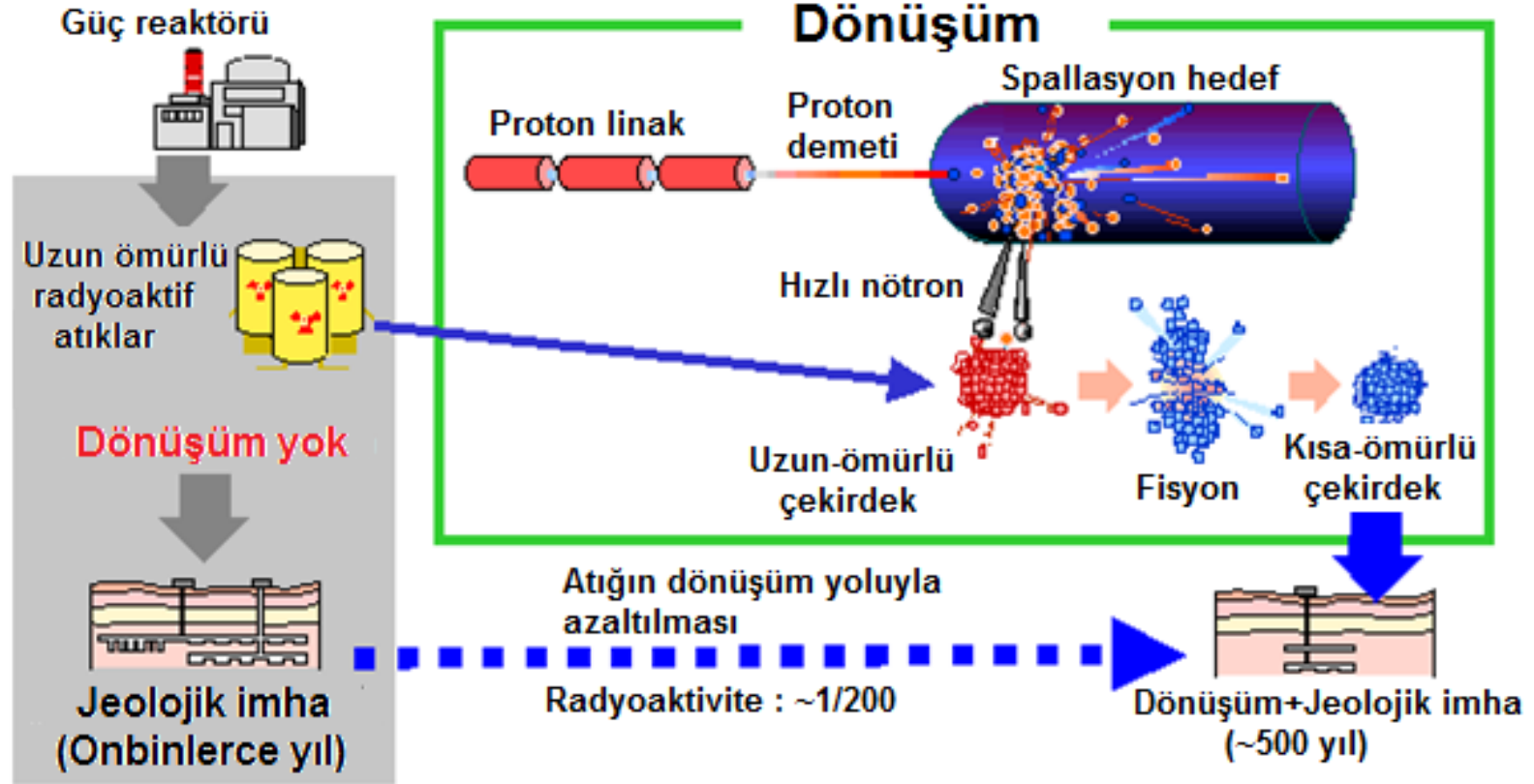
Türkiye'nin **90 GW'lık** mevcut kurulu gücüne eşdeğer nükleer santral kurulmuş olsa idi:

- mevcut **uranyum rezervimiz** ile (7300 ton) bunun ikamesi **1 yıl dahi karşılanamazdı !!!**
- **toryum rezervimizin ise bin yıllarca yeterli olacaktır.**

Asıl mesele: bu teknolojiye sahip olmalıyız. !!!

Hızlandırıcı Sürümlü Sistemler (ADS) Enerji Yükselteci (Energy Amplifier)

Nükleer Atık Dönüştürme Sistemi



Kaynak: **KEK** ve **JAERI**'nin ortak kurduğu **J-PARC**'in web sayfası

Hızlandırıcı Sürümlü Sistemler ne işe yarar?

- **Geleneksel nükleer reaktörlerde üretilen atıkların yakılması**
(bu nükleer teknolojiye sahip gelişmiş ülkeleri ilgilendiriyor)
- **Toryumun (ve U-238) yakıt olarak kullanılması**
(bu bizi ilgilendiriyor)
- **Plutonyum'un yakılması**
(bu nükleer silahlara sahip ülkeleri ilgilendiriyor)
- **Dünyanın enerji dengelerinin değişmesi**

PARÇACIK HIZLANDIRICILARI: DÜN, BUGÜN, YARIN

S. Sultansoy

Gazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500 Teknikokullar, Ankara, Türkiye
Azerbaycan Elmler Akademiyası, Fizika İnstitutu, H. Cavid prospekti 33, Bakı, Azerbaycan



5. PARÇACIK HIZLANDIRICILARI, TORYUM VE TÜRKİYE'NİN ENERJİ PROBLEMİ

Bu bölümde hızlandırıcıların enerji üretiminde kullanımı ile ilgili son gelişmeler incelenecektir. Önceden belirtmeliyim ki tüm opsiyonlarda Toryum anahtar rol oynayacaktır.

5.1. Energy Amplifier \oplus Toryum

Nobel ödülü sahibi Prof. Dr. C. Rubbia'nın önderliğinde bir grup fizikçi 1993 yılından itibaren CERN'de yeni tip Nükleer Reaktör ile ilgili

5.2. Muon Katalizörlü Füzyon \oplus Toryum

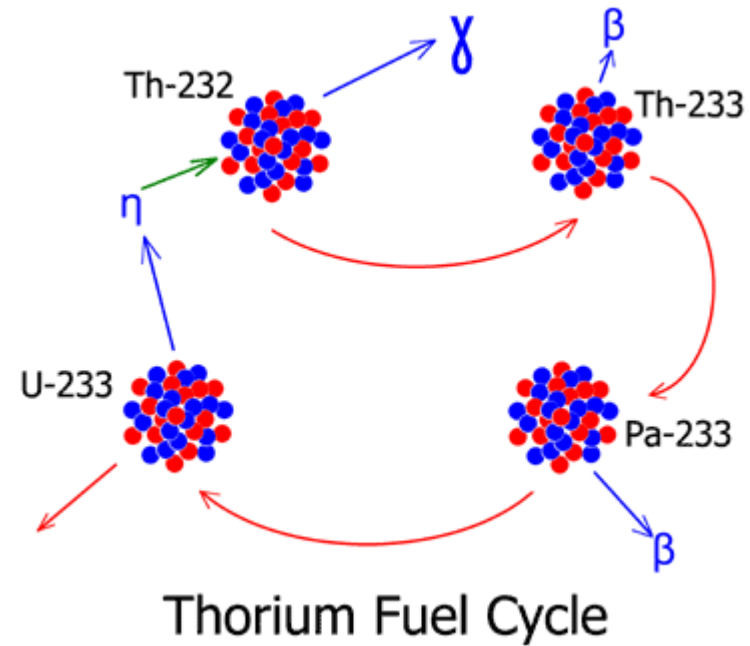
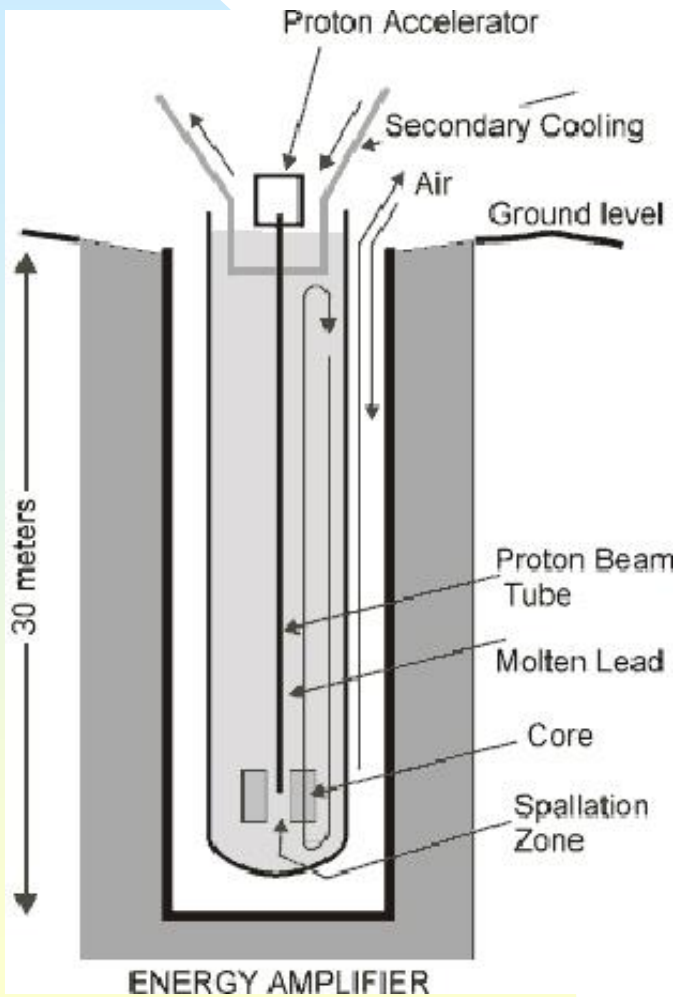
Muonun kütlesi elektron kütlesinin yaklaşık 200 katı olduğu için μ dt molekülünde döteryum ve

5.3. Hızlandırılmış Döteron Demeti ile Füzyon \oplus Toryum

Füzyon süreçlerini engelleyen en önemli faktör iki pozitif yüklü çekirdek arasında mevcut olan

göstermektedir. Ülkemizde bulunan Toryum rezervi enerji üretimi bakımından trilyonlarca ton petrol rezervine eşdeğerdir. Bu nedenle Türk bilim adamlarının Japonya, ABD ve Avrupa'da

Enerji Yükselteci (Energy Amplifier, C. Rubbia)



MYRRHA kompleksi (AB)

Multi-purpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications

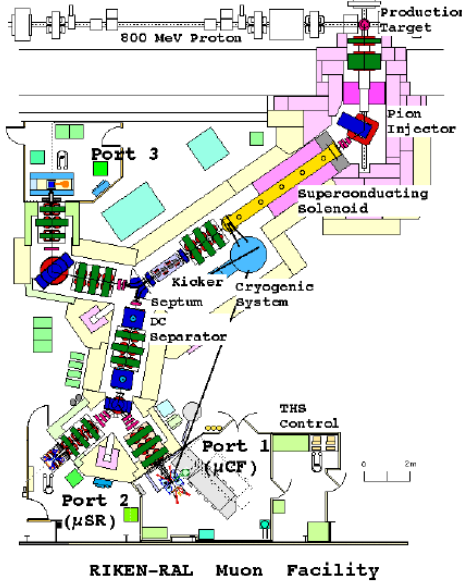


The world's first large scale Accelerator Driven System (ADS) that consists of a subcritical nuclear reactor driven by a high power linear accelerator.

<https://myrrha.be/>

Hızlandırıcıya dayalı diğer sistemler

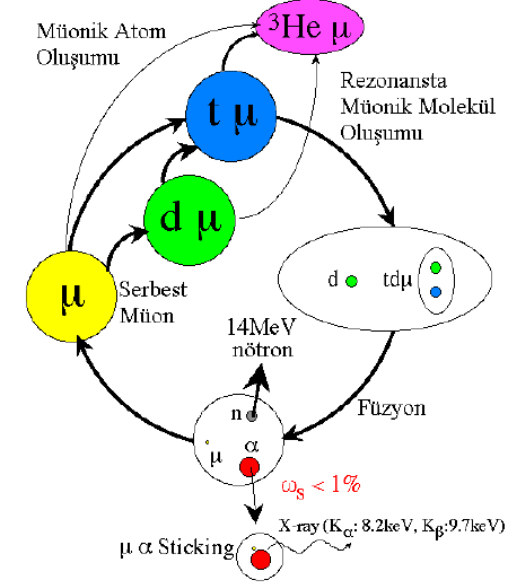
Muon katalizörlü füzyon + Toryum



Şekil 2 RIKEN-RAL Muon Kuruluşunun şematik görünüşü

800 MeV'lik proton demeti kullanılarak π -mezon demeti elde edilir, π -mezon demeti muon demetine çevrilir, muonlar d-t ortamına yönlendirilir.

Elde edilen enerji proton demetini oluşturmak için harcanan enerjinin %40 kadardır. dt füzyonundan elde edilen nötronlar Toryum reaktörüne yönlendirilirse, elde edilen enerji 20 kat daha fazla olur...



Şekil 3 Basitleştirilmiş muon katalizörlü füzyonun çevrimi

Muon elektrondan 207 kat daha ağırdır. dt μ molekülü dt molekülünden 207 kat daha küçüktür. 1 muon 120 füzyon reaksiyonunu tetikler.

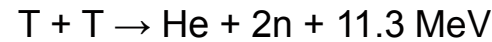
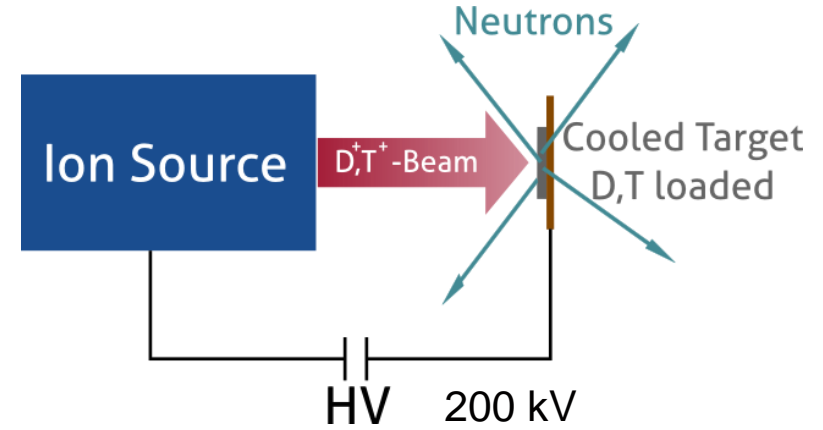
Resimler Prof. Dr. A.K. Çiftçi'nin UPHUK-1'de yayınlanan makalesinden alınmıştır

d-t füzyon + Toryum

5.3. Hızlandırılmış Döteron Demeti ile Füzyon \oplus Toryum

Füzyon süreçlerini engelleyen en önemli faktör iki pozitif yüklü çekirdek arasında mevcut olan Coulomb itme kuvvetini aşma gereksinimidir. Bu problem Manyetik Füzyon reaktörlerinde çok yüksek sıcaklıklara ulaşarak çözülmeye çalışılıyor, Muon Katalizörlü Füzyon yönteminde ise muonun ağır olması kullanılıyor. Bir başka çözüm olarak Döteron demetini \sim MeV enerjisine dek hızlandırılarak Tritiyum hedefi ile çarpıştırılması düşünülebilir. Bu konuda çalışmalar AÜ-GÜ hızlandırıcı grubunda başlatılmıştır. İlk bulgular bu yöntemin de etkin olabilmesi için Toryumu füzyon yakıtı olarak kullanan hibrid reaktörün tasarlanması gerektiğini göstermektedir.

S. Sultansoy, "Parçacık Hızlandırıcıları: Dün, Bugün, Yarın", UPHUK-1, 25-26 Ekim 2001.



nötronlar Toryum reaktörüne yönlendirilir...

Farklı seçenek: DD, DT veya TT çarpıştırıcısı !

CERN ve TAC ne işe yarar?

CERN 3 stratejik teknolojide (**Hızlandırıcı, Detektör ve Bilişim**) Dünya lideridir.

Konumuzla ilgili:

- ADS-EA çalışmalar n-TOF deneyleri ile başlamıştır
- CERN'de bulunması muhtemel yeni parçacıklar yeni imkanlar sunabilir

Nuclear Fusion Catalyzed by Doubly Charged Scalars: Implications for Energy Production

Evgeny Akhmedov^{1,*}

¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg, Germany

(Dated: September 30, 2021)

A number of popular extensions of the Standard Model of particle physics predict the existence of doubly charged scalar particles $X^{\pm\pm}$. Such particles may be long-lived or even stable. If exist, X^{--} could form atomic bound states with light nuclei and catalyze their fusion by essentially eliminating the Coulomb barrier between them. Such an X -catalyzed fusion (XCF) process does not require

New clean fission with hadronic molecular states

Jun He,^{1,2,*} Dian-Yong Chen,^{3,2,#} Zhan-Wei Liu,^{4,2,†} and Xiang Liu^{4,2,‡}

¹Department of Physics and Institute of Theoretical Physics, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China

²Lanzhou Center for Theoretical Physics, Key Laboratory of Theoretical Physics of Gansu Province and Frontiers Science Center for Rare Isotopes, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

³School of Physics, Southeast University, Nanjing 210094, China

⁴School of Physical Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

Nuclear fission and relevant technology release tremendous amounts of energy and greatly affect the modern science and society. However, the long-lived radioactive wastes associate with nuclear fission are still difficult to dispose and will threaten our environment for long. We propose a new clean fission with hadronic molecular states without long-lived radioactive wastes produced, and especially the fission of $X(3872)$ is investigated in detail. Fission of $X(3872)$ can release energy of about 142 MeV, approximately 4% of its mass, which is much

Benzer çalışmayı ağır yüklü leptonlar ile ilgili düşünmüştüm, ama yayın haline getirmedim.

Bu çalışmayı ve d-t çarpıştırıcı bazlı Toryum reaktör projesini toparlamamız lazım!

TAC projesinin 4 ana kısmından ikisi

- **Super-Charm Fabrikası**
- **GeV enerjili proton hızlandırıcısı**

istisnai öneme sahiptir.

Super-Charm Fabrikası bölgemizde «maddenin kudret-i zerriyesi» ile çalışmaların yapılmasına imkan sağlayacaktır.

GeV enerjili proton hızlandırıcısı doğrudan ADS-EA ile ilgilidir.

3. Ne Yapmalı?

- Eskişehir alıştayı
- BTYK kararları
- ThEC 2013
- Perspektif Enerji Raporu

Eskişehir Çalıştayı

“Toryum Yakıtlı Nükleer Teknolojiler”, Osmangazi Üniversitesi, 6-7 Ocak 2003

Düzenleme Kurulu

Prof. Dr. N. Akgün (Rektör, Osmangazi Üniversitesi)
 Prof. Dr. A. Ercan (Savunma Sanayii Müsteşarı)
 Prof. Dr. E. Arık (Boğaziçi Üniversitesi)
 Prof. Dr. M. N. Erduran (İstanbul Üniversitesi)
 Prof. Dr. S. Sultansoy (Gazi Üniversitesi)
 Dr. R. Uzmen (ÇNAEM)
 M. Tekin (DPT)

Yerel Düzenleme Kurulu

Prof. Dr. E. Aral
 Prof. Dr. M. S. Kılıçkaya
 Yrd. Doç. Dr. İ. Özkan
 Yrd. Doç. Dr. G. Savaroğlu
 Z. Kırca
 G. İşsever

Düzenleyen Kuruluş

Osmangazi Üniversitesi

Destekleyen Kuruluşlar

Türk Fizik Derneği
 TAEK
 DPT

Konuşmacılar

Prof. Dr. N. Akgün
 Prof. Dr. Ertunç Aral
 Prof. Dr. E. Arık
 Doç. Dr. P. Arıkan
 Prof. Dr. A.K. Çiftçi
 Prof. Dr. A. Ercan
 Prof. Dr. N. Erduran
 Dr. B. Kopuz
 Prof. Dr. K. Peach
 Prof. Dr. S. Sultansoy
 Prof. Dr. S. Şahin
 Prof. Dr. M. Tomak
 Dr. R. Uzmen
 Dr. A. Yayla

SONUÇ BİLDİRİSİ

“Toryum Yakıtlı Nükleer Teknolojiler” Çalıştayı, 6 – 7 Ocak 2003 tarihlerinde, Eskişehir - Osmangazi Üniversitesinde, Üniversiteler ve TAEK'den 80 civarında bilim adamının katılımıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu çalıştayda, ileri nükleer teknolojiler konusunda dünyada yapılan çalışmalar tartışılmış ve özellikle Toryuma dayalı yeni teknolojiler konusunda ülkemizde gerçekleştirilebilecek çalışmalar değerlendirilmiştir. Eskişehir yöresindeki Toryumlu nadir toprak elementleri cevherinden Toryumun kazanılmasına ilişkin geçmişte yapılan çalışmalar ve ileride yapılması gereken çalışmalar tartışılmıştır. Sonuçta, çalıştaya katılan bilimsel heyet, özellikle 21. yüzyılda nükleer enerjiden en verimli ve güvenli şekilde yararlanılabilmesi için Toryum katkılı yakıtlar kullanan geleneksel reaktörler, Hızlandırıcıya dayalı yeni tip reaktörler ve Hibrid (füzyon - fisyon) reaktörlerin teknolojisinin Türkiye'ye kazandırılmasının öncelikli bir hedef olması gerektiğine karar vermiştir.

Bu hedefe ulaşmak amacıyla: Hızlandırıcı grubu, Yakıt ve Reaktör Malzemeleri grubu, Nükleer Ölçümler, Değerlendirme ve Veri Tabanı Oluşturma Grubu, Reaktör Sistemleri ve Yakıt Çevrimi grubu isimleri ile dört araştırma grubu oluşturulmuş ve bu gruplar çalışmalarına başlamışlardır.

Bu alanda yapılacak çalışmalarını koordine etmek, bilimsel politikaları oluşturmak, ilgili makamlara iletmek amacıyla bir koordinasyon grubu oluşturulmuştur.

Prof. Dr. Ertunç Aral

Prof. Dr. Engin Arık

Prof. Dr. Nizamettin Erduran

Dr. Lütfiye Güreli

Prof. Dr. Saleh Sultansoy

Prof. Dr. Sümer Şahin

Dr. Reşat Uzmen

Doç. Dr. Ömer Yavaş

Çalıştayda gerçekleştirilen **yuvarlak masa toplantısında** alınan kararların özeti ve müteakiben yapılan toplantılarda oluşturulan çalışma grupları ve koordinasyon grubu ile ilgili bilgileri aşağıdadır.

•Toryumun yakıt olarak değerlendirilmesi konusunda araştırma geliştirme çalışmaları başlatılmalıdır:

- 1.Mevcut Teknolojiler
- 2.Hibrid Reaktörler
- 3.Hızlandırıcıya Dayalı Reaktörler

•Hızlandırıcı teknolojisini öğrenip üretebilecek duruma gelmek üzere araştırma geliştirme çalışmaları başlatılmalıdır

•Bir Bilim Kent kurulması gereklidir (Japonya modeli)

•İlk adım olarak bir araştırma merkezi kurulmalıdır

•Bilim ve Teknoloji Bakanlığı kurulması gereklidir

Koordinasyon Grubu:

Prof. Dr. Ertunç Aral
Prof. Dr. Engin Arık
Prof. Dr. Nizamettin Erduran
Dr. Lütfiye Görel
Prof. Dr. Saleh Sultansoy
Prof. Dr. Sümer Şahin
Dr. Reşat Uzmen
Doç. Dr. Ömer Yavaş

TAEK Başkanı veya temsilcisi

Önemli Not: Koordinasyon Grubu Ocak ayı sonunda TAEK'te toplanmalı idi. Bu toplantıda sonraki adımlar planlanacaktı.

Maalesef, o zamanki TAEK yönetimi bu toplantıyı yaptırmadı...

Hızlandırıcı Grubu

(Başkan: Abbas Kenan Çiftçi, Atif Çetiner, Ömer Yavaş)

Yr. Doç. Dr. Metin Yılmaz metin@gazi.edu.tr
Prof. Dr. Saleh Sultansoy saleh@gazi.edu.tr
Prof. Dr. Hüseyin Koru hkoru@gazi.edu.tr
Prof. Dr. A. Kenan Çiftçi ciftci@science.ankara.edu.tr
Doç. Dr. Ömer Yavaş yavas@eng.ankara.edu.tr
Yrd. Doç. Dr. Suat Özkorucuklu osuat@fef.sdu.edu.tr
Yrd. Doç. Dr. İsmail Boztosun boztosun@erciyas.edu.tr
Doç. Dr. M. Atif Çetiner matif.cetiner@taek.gov.tr
Doç. Dr. Haluk Yücel haluk.yucel@taek.gov.tr
Yrd. Doç. Dr. Emel Tavukçu Tavukcu1@lilnl.gov
Dr. Halil Demirel halil.demirel@taek.gov.tr
Doç. Dr. Pervin Arıkan pervin@taek.gov.tr
Hande Karadeniz hande.karadeniz@taek.gov.tr

Nükleer Ölçümler, Değerlendirme ve Veri Tabanı Oluşturma Grubu

(Başkan: Nizamettin Erduran, Metin Subaşı, İskender Reyhancan)

Doç. Dr. H. Mehmet Şahin mesahin@gazi.edu.tr
Yr. Doç. Dr. Eyüp Tel eyuptel@gazi.edu.tr
Dr. İskender Reyhancan reyhancan@nukleer.gov.tr
Dr. Adnan Elmalı
Dr. Adnan Baykal
Dr. Hümbet Ahmedov ahmadov@gantep.edu.tr
Doç. Dr. Bülent Gönül gonul@gantep.edu.tr
Prof. Dr. Nizamettin Erduran erduran@istanbul.edu.tr
Prof. Dr. Metin Subaşı subasi@yildiz.edu.tr
Yıldıray Özbir ozbiry@nukleer.gov.tr
Özgür Akçalı
Doç. Dr. Sefa Ertürk sefa@nigde.edu.tr
Prof. Dr. Saim Selvi
Prof. Dr. Hüseyin Erbil erbil@sci.ege.edu.tr
Prof. Dr. Baki Akkuş akkus@istanbul.edu.tr
Zerrin Kırca zkirca@ogu.edu.tr

Yakıt ve Reaktör Malzemeleri Grubu

(Başkan: Lütfiye Güreli, Meral Eral, Muammer Kaya)

Doç. Dr. M. Timuçin Aybers ayberst@nukleer.gov.tr
Dr. Ahmet Ali Akşit ahmetaliaksit@yahoo.com
Serhan Albayrak albayrak@nukleer.gov.tr
Dr. Bayram Kopuz bayramkopuz@yahoo.com
Prof. Dr. Muammer Kaya mkaya@ogu.edu.tr
Dr. Ahmet Yaylı ahmetyayli@yahoo.com
Prof. Dr. Meral Eral eralm@bornova.edu.tr
Doç. Dr. Yüksel Altaş (Ege Üniversitesi, Nükleer Bilimler Bölümü)
Doç. Dr. Şule Aytas (Ege Üniversitesi, Nükleer Bilimler Bölümü)
Dr. Lütfiye Güreli gureli@nukleer.gov.tr
Süheyla Acarkan (ÇNAEM, Yakıt Teknolojisi Bölümü)
Yard. Doç. Dr. Ümran Hiçsönmez (Celal Bayar Üniversitesi)
Dr. Ceren Kütahyalı (Ege Üniversitesi, Nükleer Bilimler Bölümü)
Yrd. Doç. Dr. Tevfik Ünalı tunaldi@ogu.edu.tr
Tamer Akan tamer@ogu.edu.tr

Reaktör Sistemleri ve Yakıt Çevrimi Grubu

(Başkan: Tanzer Türker)

Prof. Dr. Sümer Şahin sumer@gazi.edu.tr
Selim Meneşoğlu menteso@nukleer.gov.tr
Dr. Reşat Uzmen uzmenr@nukleer.gov.tr
Dr. Erdiç Türkcan eturkcan@elk.itu.edu.tr
Hakan Anaç hakananac@hotmail.com
Dr. Sinan Taylan taylans@nukleer.gov.tr
Dr. Bülent Sevdik sevdikb@superonline.com
Dr. Mehmet Turgut
Dr. Adem Erdoğan
Tanzer Türker tanzer@nukleer.gov.tr

Eskişehir Çalıştayı (6-7 Ocak 2003) Sonuç Raporundan

Sonuçta, çalıştaya katılan bilimsel heyet özellikle **21. yüzyılda nükleer enerjiden en verimli ve güvenli şekilde yararlanılabilmesi için**

- **Toryum katkılı yakıtlar kullanan geleneksel reaktörler,**
- **Hızlandırıcıya dayalı yeni tip reaktörler**
- **Hibrid (füzyon - fisyon) reaktörlerin teknolojisinin**

Türkiye'ye kazandırılmasının öncelikli bir hedef olması gerektiğine karar vermiştir.

Bu hedefe ulaşmak amacıyla:

- **Hızlandırıcı Grubu,**
- **Yakıt ve Reaktör Malzemeleri Grubu,**
- **Nükleer Ölçümler, Değerlendirme ve Veri Tabanı Oluşturma Grubu,**
- **Reaktör Sistemleri ve Yakıt Çevrimi Grubu**

isimleri ile **dört araştırma grubu oluşturulmuş** ve bu gruplar çalışmalarına başlamışlardır.

Bu alanda yapılacak çalışmalarını koordine etmek, bilimsel politikaları oluşturmak, ilgili makamlara iletmek amacıyla bir **koordinasyon grubu** oluşturulmuştur.

Şubat ayında ETBK'da Hilmi Güler başkanlığında toplantı düzenlendi
Nisan ayında Toryum ile ilgili ilk BTYK kararı alındı !!!

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu Kararları

BİLİM VE TEKNOLOJİ YÜKSEK KURULU KURULMASINA İLİŞKİN 77 SAYILI KANUN HÜKMÜNDE KARARNAME (*)

Amaç

Madde 1. Bilim ve teknoloji alanındaki araştırma ve geliştirme politikalarının ekonomik kalkınma, sosyal gelişme ve milli güvenlik hedefleri doğrultusunda tespit edilmesi, yönlendirilmesi ve koordinasyonun sağlanması amacıyla Başbakan'a bağlı "Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu" kurulmuştur.

Kapsam

Madde 2. Araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde bulunan üniversiteler dahil tüm kamu kuruluşları, bu faaliyetlerin yönlendirilmesi ve koordinasyon açısından bu Kanun Hükmünde Kararname kapsamındadır.

Kuruluş ve Çalışma

Madde 3. (**)Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu, Başbakan'ın başkanlığında, ilgili Devlet Bakanı, Milli Savunma Bakanı, Maliye ve Gümrük Bakanı, Milli Eğitim Bakanı, Sağlık Bakanı, Tarım Orman ve Köylüleri Bakanı, Sanayi ve Ticaret Bakanı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı, YÖK Başkanı, Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarı, Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarı, TÜBİTAK Başkanı ile bir yardımcısı, TAEK Başkanı, TRT Genel Müdürü, TOBB Başkanı ve YÖK'ün belirleyeceği, konu ile ilgili gelişmiş bir üniversitenin seçeceği bir üyeden oluşur.

Gerektiğinde diğer Bakanlar ile araştırma kuruluşlarının sorumluları ve uzman kişiler de Kurul toplantılarına davet edilebilir.

(*) 04.10.1983 tarih ve 18181 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır.

(**) 08.11.1989 tarih ve 20336 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 391 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile değiştirilmiştir.

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun hazırlık çalışmaları ve sekretery hizmetleri TÜBİTAK tarafından yerine getirilir. TÜBİTAK, Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun aldığı kararların ilgili kuruluşlarca uygulanmasını izlemek, değerlendirmek ve sonuçlarını anılan Kurul'a aktarmakla sorumludur.

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu Başbakan'ın çağırısı üzerine yılda en az iki defa toplanır.

Görevler

Madde 4. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun görevleri şunlardır:

- Uzun vadeli bilim ve teknoloji politikalarının tespitinde hükümete yardımcı olmak,
- Bilim ve Teknoloji ile ilgili alanlarda araştırma ve geliştirme hedeflerini tespit etmek,
- Öncelikli araştırma ve geliştirme alanlarını belirlemek, bunlarla ilgili plan ve programları hazırlamak,
- Araştırma-geliştirme alanındaki plan ve programlar doğrultusunda kamu araştırma kuruluşlarını görevlendirmek, gerektiğinde özel sektörle işbirliği yapmak ve özel sektörle ilgili teşvik edici ve düzenleyici tedbirleri saptamak,
- Bilim ve teknoloji sisteminin etkinleştirilmesi ve geliştirilmesi amacıyla bilim ve teknoloji alanındaki yasa tasarıları ve mevzuatı hazırlamak,
- Araştırmacı insan gücünün yetiştirilmesi ve etkin bir şekilde kullanımı için gerekli önlemleri saptamak ve uygulanmasını sağlamak,
- Özel kuruluşların araştırma geliştirme merkezlerini kurmaları için gerekli esas ve usulleri belirlemek, bu faaliyetleri izlemek, değerlendirmek ve yönlendirmek,
- Hangi alanlara ne oranda araştırma-geliştirme yatırımı yapılması gerektiğini tespit etmek,

- Programlama ve yürütme aşamalarında sektörler ve kuruluşlar arasında koordinasyonu sağlamak.

Kararların Uygulanması

Madde 5. (*) Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nca alınan kararların uygulanmasında ilgili tüm kuruluşlar görevlidir.

Giderler

Madde 6. Birden fazla kuruluşun katılımıyla yürütülecek olan Projelerin gerektirdiği giderler, TÜBİTAK'ın bütçesine konulan ödeneklerle karşılanır.

Yönetmelikler

Madde 7. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun görevleri ile ilgili hususlar ve çalışma usul ve esasları hazırlanacak yönetmeliklerle belirlenir. Yönetmelikler bu Kanun Hükmünde Kararnamenin yürürlüğe girdiği tarihten itibaren altı ay içinde hazırlanır ve Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu tarafından onaylandıktan sonra yürürlüğe konulur.

Yürürlük

Madde 8. Bu Kanun Hükmünde Kararname yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

Madde 9. Bu Kanun Hükmünde Kararname hükümlerini Bakanlar Kurulu yürütür.

(*) 08.11.1989 tarih ve 20336 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 391 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile değiştirilmiştir.

Madde 5. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nca alınan kararların uygulanmasında ilgili tüm kuruluşlar görevlidir.



BTYK 9. Toplantısı



• Gelişmelere İlişkin Değerlendirmeler ve Kararlar

A⁺ A⁻ 🗨

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
1. Günümüzde TÜBİTAK ve Türkiye Araştırma Alanı	3
2. Avrupa Birliği Programlarına Katılım	6
3. Vizyon 2023: Ulusal Bilim ve Teknoloji Stratejileri	9
4. Bor Cevherinin Stratejik Doğal Kaynak Olarak Değerlendirilmesi	13
5. Toryumun Enerji Kaynağı Olarak Potansiyelinin Araştırılması !!!	15
6. Ulusal Gelirden Ayrılan AR-GE Payının Artırılması	16
7. Ulusal Yenilik Sisteminin Kurulmasına Yönelik Hazırlık Çalışmaları	19
8. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu Kararlarının Uygulamaya Yansıtılması Düzeninin Gözden Geçirilmesi	21

3. Ne Yapmalı?

5. Toryumun Enerji Kaynağı Olarak Potansiyelinin Araştırılması

Sorumlu Kuruluşlar: TAEK, TÜBİTAK

İlgili Kuruluşlar : İlgili üniversiteler, MTA, Eti Holding

Gelişmeler ve Yeni Karar Gerekçesi

Uranyum ve plütonyum atomlarının çekirdeklerinin parçalanması sonucunda elde edilen nükleer güç, enerji üretimine önemli katkıda bulunmaktadır. Uranyum gibi bir nükleer yakıt hammaddesi olan toryum, doğada serbest halde bulunmaz, ancak 60 dolayında mineralin içinde rastlanır. Bunlardan sadece monazit ve thorite, toryum üretiminde kullanılmaktadır. Bu mineraller de genellikle nadir toprak elementleri ile birlikte bulunmaktadır.

Dünyanın değişik bölgelerinde, değişik oranlarda toryum içeren çeşitli mineraller belirlenmiştir. Ülkemizde, MTA tarafından yapılan araştırmalar sonucunda Eskişehir-Sivrihisar-Kızılcaören yöresinde nadir toprak elementleri ve toryumu birlikte barındıran önemli sayılabilecek bir rezerv saptanmıştır. Ancak, bu rezervin tenörü çok düşüktür (% 0,21) ve cevherin zenginleştirilmesiyle ilgili sorunlar henüz çözümlenememiştir. Ayrıca bu kadar düşük tenörlü bir kaynaktan, nükleer yakıt olarak kullanılabilirlikte saflıkta toryum üretiminin oldukça pahalı olacağı beklenmektedir.

Nükleer yakıt çevrimindeki sorunların henüz aşılamaması nedeniyle uzun bir süre önce başlatılmış olan Toryum'a dayalı nükleer santrallerin prototipleri üzerindeki deneme çalışmaları İngiltere, Almanya ve ABD, Hindistan ve Hollanda'da halen sürdürülmektedir. Ticari ölçekte santrallerde henüz kullanılmamakta olan Toryum, sırasını bekleyen bir nükleer yakıt hammaddesi durumundadır.

Karar Taslağı

Toryumun kısa, orta ve uzun vadede enerji hammaddesi olarak kullanılma potansiyelini ve bu konudaki ulusal politika ve strateji önerilerini, şimdiye kadar bu konuda yapılan çalışmaları da dikkate alarak ortaya koyacak bir raporun hazırlanması için ilgili kuruluş temsilcilerinin katılımıyla TÜBİTAK eşgüdümünde görev yapacak bir komitenin kurulmasına ve hazırlanacak raporun üç ay içinde Başbakanlığa sunulmasına

Karar verilmiştir.



2. Nükleer teknoloji

2005/5-EK 3
12/13

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 12'nci toplantısı, Başbakan Recep ERDOĞAN'ın başkanlığında 8 Eylül 2005 tarihinde, ODTÜ yerleşkesindeki TÜBİTAK- BİLTEN'de yapıldı.

- [Başbakan Recep Tayyip Erdoğan'ın Konuşması](#)
- [TÜBİTAK Başkan Vekili Prof. Dr. Nüket Yetiş'in Sunusu](#)
- [BTYK 12. Toplantısında Görüşülen Gelişmeler ve Alınan Kararlar](#)
- [Alınan kararlara ilişkin Başbakanlık Genelgesi](#)

- [Başbakan Recep Tayyip Erdoğan'ın Konuşması](#)
- [TÜBİTAK Başkan Vekili Prof. Dr. Nüket Yetiş'in Sunusu](#)
- [BTYK 12. Toplantısında Görüşülen Gelişmeler ve Alınan Kararlar](#)
- [Alınan kararlara ilişkin Başbakanlık Genelgesi](#)

İÇİNDEKİLER

I.	Sonuçlanan Kararlar.....	1
II.	Daha Önce Alınan Kararlara İlişkin Gelişmeler Gelişmeler.....	12
III.	Ek Karar.....	24
IV.	Yeni Kararlar.....	28

- Nükleer enerjinin güvenli olarak üretilebilmesi amacıyla gereken lisansların verilebilmesi için gerekli mevzuat çalışmalarının yapılması,
- Yeni nesil nükleer reaktör teknolojileriyle ilgili değerlendirme kriterlerinin geliştirilmesi ve uygulanması,
- Geliştirilmiş-yenilikçi sistemlerden tercihine karar verilen tiplerle ilgili ön çalışmalar, prototipinin kurulması, ilgili yakıt çevrimi ve atık yönetimi çalışmaları,
- Toryumun cevherden ayrıştırılması ve saflaştırılması proseslerinin geliştirilmesi,
- Hızlandırıcılı sıvı metal soğutmalı reaktör (enerji yükseltici) tipiyle ilgili çalışmalar,
- Nükleer teknolojiye yönelik malzeme, kontrol sistemleri ve imalat teknolojileri edinme.

d) Toryumun cevherden ayrıştırılması ve saflaştırılması proseslerinin geliştirilmesi

e) Hızlandırıcılı sıvı metal soğutmalı reaktör (enerji yükseltici) tipiyle ilgili çalışmalar

GENELGE

Başbakanlıktan:

Konu: Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulumun 7 Mart 2007 Tarihli Kararları.

GENELGE

2007/8

"Bilim ve teknoloji alanındaki araştırma ve geliştirme politikalarının ekonomik kalkınma, sosyal gelişme ve milli güvenlik hedefleri doğrultusunda tespit edilmesi, yönlendirilmesi ve koordinasyonunun sağlanması" amacıyla, 4 Ekim 1983 tarihli ve 18181 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 77 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile kurulmuş bulunan Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun (BTYK) 7 Mart 2007 tarihinde yapılan 15. toplantısında, daha önce alınmış kararlarla ilgili gelişmeler gözden geçirilmiş ve bu çerçevede üç ek karar ile iki yeni karar alınmıştır.

BTYK'nın 2005/5 no'lu kararı gereği, Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından hazırlanan Ulusal Kültür ve Turizm Kamu Araştırma Programı ile İçişleri Bakanlığı (Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü) tarafından hazırlanan Ulusal Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Kamu Araştırma Programı'nın onaylanarak hayata geçirilmesine karar verilmiştir.

BTYK'nın 2006/201 no'lu kararıyla TÜBİTAK koordinasyonunda hazırlanan Ulusal Yenilik Stratejisi (2008-2010) onaylanmış, TÜBİTAK'a söz konusu Strateji Planı'nın uygulanmasını izleme ve koordinasyon görevi verilmiştir.

BTYK'nın 2006/202 no'lu kararı gereği TÜBİTAK koordinasyonunda Türkiye Araştırma Alanı (TARAL) paydaşlarının katılımıyla hazırlanan Uluslararası Bilim, Teknoloji ve Yenilik (BTY) Stratejisi Uygulama Planı'nın (2007-2010) onaylanmasına ve bu Planın uygulanmasını izleme ve koordinasyon görevinin TÜBİTAK'a verilmesine, Uygulama Planı'nda öngörülen eylem alanlarında görevli tüm kuruluşların konu ile ilgili çalışmalarını TÜBİTAK ile işbirliği içinde planlayarak yürütmelerine karar verilmiştir.

Ayrıca, BTYK toplantısında küresel ısınma ve iklim değişikliği ile nükleer teknoloji geliştirme konusunda;

1 - Küresel ısınma, iklim değişikliği, alınacak tedbirler ve uyum için gerekli bilimsel ve teknolojik araştırma programlarının, sorumlu kuruluşlar olan Çevre ve Orman Bakanlığı, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanarak bir sonraki BTYK toplantısına sunulması,

2 - Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı'nın uzun vadeli bir devlet politikası olarak gerçekleştirilmesi için gereken tüm tedbirlerin alınması, program bütçesinin gerek görüldüğünde revize edilmek kaydıyla, 2007-2015 dönemi için tahsis edilmesi ve Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı'nın ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte eşgüdüm içinde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu tarafından gerçekleştirilmesi,

olmak üzere iki de yeni karar alınmıştır.

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu kurulmasına ilişkin 77 sayılı Kanun Hükmünde Kararname gereği ilgili tüm kurum ve kuruluşlar, Kurulca alınan kararların uygulanmasında görevlidir. Bu doğrultuda, ekteki kararlarda belirtilmiş olan sorumlu ya da ilgili bütün kuruluşlar, BTYK kararlarını gerçekleştirmek üzere en üst düzeyde çaba göstereceklerdir. !!!

Türkiye'nin bilim ve teknoloji yeteneğini yükselterek, insanımızın refahını, üretim ve rekabet gücümüzü artırma yolunda alınan bu kararların uygulanması hususunda gereğinin yerine getirilmesini önemle rica ederim. !!!

Recep Tayyip ERDOĞAN

Başbakan

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 15'inci toplantısı, Başbakan Recep Tayyip ERDOĞAN'ın başkanlığında, 7 Mart 2007 tarihinde, TÜBİTAK - Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü'nde yapıldı.

- [Başbakan Recep Tayyip Erdoğan'ın Konuşması](#)
- [TÜBİTAK Başkan Vekili Prof. Dr. Nüket Yetiş'in Sunuşu](#)
- [Gelişmelere İlişkin Değerlendirmeler ve Kararlar](#)
- [Basın Bülteni](#)
- [Alınan Kararlara İlişkin Başbakanlık Genelgesi](#)

2 – Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı'nın uzun vadeli bir devlet politikası olarak gerçekleştirilmesi için gereken tüm tedbirlerin alınması, program bütçesinin gerek görüldüğünde revize edilmek kaydıyla, 2007-2015 dönemi için tahsis edilmesi ve Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı'nın ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte eşgüdüm içinde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu tarafından gerçekleştirilmesi,

2 – Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı'nın uzun vadeli bir devlet politikası olarak gerçekleştirilmesi için gereken tüm tedbirlerin alınması, program bütçesinin gerek görüldüğünde revize edilmek kaydıyla, 2007-2015 dönemi için tahsis edilmesi ve Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı'nın ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte eşgüdüm içinde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu tarafından gerçekleştirilmesi,

olmak üzere iki de yeni karar alınmıştır.

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu kurulmasına ilişkin 77 sayılı Kanun Hükmünde Kararname gereği ilgili tüm kurum ve kuruluşlar, Kurulca alınan kararların uygulanmasında görevlidir. Bu doğrultuda, ekteki kararlarda belirtilmiş olan sorumlu ya da ilgili bütün kuruluşlar, BTYK kararlarını gerçekleştirmek üzere en üst düzeyde çaba göstereceklerdir. !!!

Türkiye'nin bilim ve teknoloji yeteneğini yükselterek, insanımızın refahını, üretim ve rekabet gücümüzü artırma yolunda alınan bu kararların uygulanması hususunda gereğinin yerine getirilmesini önemle rica ederim. !!!

KARAR

2007/ 102 Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı (2007-2015)

İLGİLİ DİĞER KARARLAR

- -

SORUMLU KURULUŞLAR

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- TAEK

İLGİLİ KURULUŞLAR

- TÜBİTAK
- Üniversiteler

GEREKÇE

Dünyadaki gelişmelere bakıldığında, nükleer enerji programlarının başarıya ulaşmasında temel faktörün yakıt çevrimi dahil olmak üzere nükleer enerji teknolojilerinin özümsemesi ve yerleştirilmesi olduğu görülür. Bu, bir program dahilinde gerekli araştırma ve geliştirme çalışmalarının kademe kademe yürütülmesiyle gerçekleştirilebilir.

Hızlı bir gelişme sürecinde bulunan ülkemizin gelecekteki enerji ihtiyacının karşılanmasında değerlendirilmesi gereken en önemli seçeneklerden biri nükleer enerjidir. Ülkemizin Beş Yıllık Kalkınma Planlarında ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) elektrik enerjisi üretim planlama çalışmalarında yer alan, ve gelecekte elektrik üretimi dışında hidrojen üretimi ve deniz suyundan tatlı su eldesi gibi farklı amaçlarla da kullanılması planlanan nükleer enerji teknolojilerine yönelik araştırma ve geliştirme çalışmalarının zamanında yapılması, bu teknolojilerde ulusal yetkinliğin kazanılması açısından gereklidir.

Bu bağlamda, nükleer enerji teknolojileri geliştirmeye ve enerji üretebilecek tesisleri yerli olanaklarla tasarımıyarak önümüzdeki on yıl içerisinde gerçekleştirmeyi hedefleyen "Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı" hazırlanmıştır.

KARAR

Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı'nın uzun vadeli bir devlet politikası olarak gerçekleştirilmesi için gereken tüm tedbirlerin alınmasına, ekteki bütçenin gerek görüldüğünde revize edilmek kaydıyla 2007-2015 dönemi için tahsisine ve Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı'nın ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte eşgüdüm içinde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu tarafından gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

BTYK 16.

Toplantısı



Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 16. toplantısı, Başbakan Recep Tayyip ERDOĞAN'ın başkanlığında, 20 Kasım 2007 tarihinde, TÜBİTAK - Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü'nde yapıldı.

- [Başbakan Recep Tayyip ERDOĞAN'ın Konuşması](#)
- [Devlet Bakanı Prof. Dr. Mehmet AYDIN'ın Konuşması](#)
- [TÜBİTAK Başkan Vekili Prof. Dr. Nüket YETİŞ'in Sunusu](#)
- [Gelişmelere İlişkin Değerlendirmeler ve Kararlar](#)
- [Basın Bülteni](#)
- [Alınan Kararlara İlişkin Başbakanlık Genelgesi](#)

3. Ne Yapmalı?

İÇİNDEKİLER

A. Gündem	A – 1
B. Katılımcı Listesi	
C. Kararlar	
D. Önceki Kararlara İlişkin Gelişmeler	
Ulusal Bilim ve Teknoloji Sistemi Performans Göstergeleri [2005/3]	D – 1
Ulusal Uzay Araştırmaları Programı [2005/9]	D – 13
2006 – 2008 Kamu Ar-Ge Ödeneği [2005/202]	D – 67
Küresel Isınma, İklim Değişikliği, Alınacak Tedbirler ve Adaptasyon (Uyum) Alanında Çalışma Yapmak [2007/101]	D – 68
Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı [2007/102]	D – 71

KARAR

2007/ 102 Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı (2007-2015)

Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı'nın uzun vadeli bir devlet politikası olarak gerçekleştirilmesi için gereken tüm tedbirlerin alınmasına, ekteki bütçenin gerek görüldüğünde revize edilmek kaydıyla 2007- 2015 dönemi için tahsisine ve Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı'nın ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte eşgüdüm içinde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu tarafından gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

İLGİLİ DİĞER KARARLAR

- -

DAHA ÖNCE GELİŞME RAPORLANAN TOPLANTI

- -

SORUMLU KURULUŞLAR

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- TAEK

İLGİLİ KURULUŞLAR

- TÜBİTAK
- Üniversiteler

GELİŞME

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 7 Mart 2007 tarihinde yapılan 15. toplantısından bugüne kadar Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı (2007–2015) kapsamında yapılan çalışmalar aşağıda sunulmaktadır. Bu çalışmalar için gerekli harcamalar Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) bütçesinden karşılanmıştır. Bundan sonra yürütülecek faaliyetlerin Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 7 Mart 2007 tarihinde aldığı kararın ekinde yer alan bütçeden sağlanması planlanmaktadır. Gelecekte yürütülecek faaliyetlerin çok sayıda vasıflı insangücü ihtiyacı göstermesi nedeniyle, bu ihtiyacın TBMM'nin gündeminde bulunan Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanunun geçici birinci maddesinde TAEK'e sağlanan olanakla giderilmesi mümkün olacaktır.

Sinop Nükleer Teknoloji Merkezi (SNTM) kurulması kapsamında yürütülen faaliyetler:

- 1) Sinop'ta 39.000 dönüm alanındaki saha Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'na tahsis edilmiştir.
- 2) Kurulması planlanan Sinop Nükleer Teknoloji Merkezi ve nükleer güç santrali ile ilgili olarak yer ve çevre etütlerine devam edilmektedir. Yürütülmekte olan çalışmalar:
 - a. Yerbilim araştırmaları (jeolojik araştırmalar, yüksek çözünürlüklü sismik araştırmalar)
 - b. Mikro-deprem araştırmaları
 - c. Raporların sayısallaştırılması
 - d. Meteorolojik ölçümler

.....

- 7) Nükleer yakıt teknolojisi konusunda yürütülecek Ar-Ge faaliyetleri kapsamında SNTM'de Toryum Mükemmeliyet Merkezi kurulması çalışmaları sürdürülmektedir. !!!

Thorium Energy Conference THEC13

October 27 - 31, 2013, Globe of Science and Innovation, CERN, Geneva, Switzerland



27-31 Ekim 2013 tarihlerinde CERN'de (Cenevre, İsviçre) yapılan Uluslararası Toryum Enerji Konferansına (ThEC-2013) 38 ülkeden 200 delege katılmıştır. Konferansta **69 adet sözlü ve 20 adet poster** bildiri sunulmuştur.

Konferansa Bakanlığımız Enerji İşleri Genel Müdürlüğünce oluşturulan Toryum Çalışma Grubu üyeleri arasından ülkemizdeki çeşitli Üniversitelerde çalışan 4 akademisyen ve 1 Bakanlık temsilcisi katılmıştır.

Ülkemiz adına konferansta **2 sözlü sunum ve 1 poster** sunumu yapılmıştır.

Konferansın web sayfası: <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=222140>



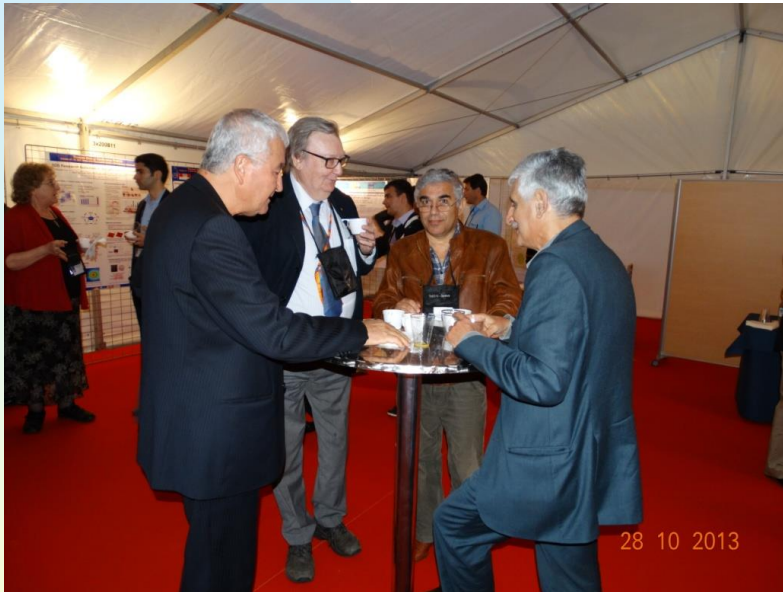
<http://www.itheo.org/>



<http://www.ithec.org/>

Thorium Energy Conference THEC13

October 27 - 31, 2013, Globe of Science and Innovation, CERN, Geneva, Switzerland



Sumer Şahin, Carlo Rubbia, Atif Çetiner, S.S.



Muammer Kaya, S.S., Canip Sevinç, Carlo Rubbia, Atif Çetiner

Maalesef. Süreç devam ettirilemedi...

Nasıl bir Model Uygulanabilir?

PERSPEKTİF ENERJİ

ANKARA / MART 2013



AK PARTİ
Ekonomi İşleri Başkanlığı
Enerji Çalışma Grubu Raporu

Çalışma Grubu Koordinatörü

Doç. Dr. Erdiñ Yazıcı

Çalışma Grubu Başkanı

Aytunç Zafer Akça

Çalışma Grubu Üyeleri

Prof. Dr. Saleh Sultansoy / Prof. Dr. Hacı Mehmet Şahin / Prof. Dr. Şemsettin Türköz

Prof. Dr. İlhami Güler / Prof. Dr. Ali San

Burak Küçükaydın / İskender Basat Şahin / Köksal Onur İnci / Özden Saygılı

Ali Ayar / Serdar Duman / Mustafa Demirel / Mustafa Karakaya / Mehmet Fatih Toraman / Ömer İyiduar

Ali Balta / Denizhan Bütün / Eyüp Sabri Koçak / Mustafa Fatih Oruçöz / Maksut Saraç

Erdiñ Dumlu / Mustafa Kılıç / Alpaslan Akburak / Ekrem Özüker

III. ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIKTAN NASIL KURTULUNABİLİR? / 27

1. İlk Adım: Nükleer Santraller ve Toryum / 29

Yeşil Nükleer Enerji - Toryum / 31

Hızlandırıcı Sürümlü Sistem Kapsamında Yapılması Gerekenler / 32

Akkuyu ve Sinop Nükleer Santralleri İçin Yapılması Gerekenler / 32

Nükleer'de AR-GE Kapsamında Yapılması Gerekenler / 33

Raporun Özet kısmından

Nükleer Santraller ve Toryum

Günümüzde dünyanın elektrik üretiminin **%14**'ü nükleer santrallerden elde edilirken, OECD ülkelerinde ise bu oran **%21**'dir. Gelişmekte olan ülkelerin enerji ihtiyacının hızla artması dikkate alındığında güvenilir ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak nükleer enerjinin elektrik üretimindeki oranının artması kaçınılmazdır. Mevcut nükleer santraller *fisyon* temelli olup, yakıt olarak **Uranyum** ve kısmen **Toryum** kullanmaktadırlar. 3. ve özellikle 4. nesil nükleer santrallerde yakıt olarak **Toryum** önem kazanmaktadır. **Türkiye dünya Toryum rezervlerinin %11'ine sahiptir.** 1 GW kurulu gücündeki santralden kesintisiz güç üretmek için; **3,5 milyon ton kömür** veya **200 ton Uranyum** gerekirken sadece **1 ton Toryum** kullanılması yeterli olmaktadır. Başta **Çin, Rusya, Hindistan, ABD, AB, Japonya ve Güney Kore** olmak üzere birçok ülkede Toryum yakıtlı reaktörlerin geliştirme çalışmaları yoğunluk kazanmıştır. Gelecekte ***bir ülkenin hem Toryum rezervlerine, hem de onu güvenle kullanacak kendi üretimi ADS teknolojisine sahip olması; kalıcı, ekonomik, stratejik ve sürdürülebilir bir değer*** oluşturacaktır.

Raporun Öneriler kısmından

Nükleer Santraller ve Toryum

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı nezdinde;

- MTA tarafından Türkiye'nin Toryum rezervlerinin net olarak belirlenmesi gereklidir.
- TAEK tarafından "Toryum ayrıştırma süreçleri"nin geliştirilmesi planlanmalıdır.
- TAEK başkanlığında ADS için nükleer reaktör tasarımı çalışmaları başlatılmaktadır.

- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı nezdinde;

- GeV enerjili proton hızlandırıcısı tasarımı çalışmaları başlatılmalıdır.
- Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı (veya Japonya'da olduğu gibi Kurumu) kurulmalıdır.

- Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu nezdinde;

- 20 Kasım 2007 tarihli toplantıda alınan karar kapsamında kurulması öngörülen "**Toryum Mükemmeliyet Merkezi**" ile ilgili gereken çalışmaların yapılması sağlanmalıdır.

- Ar-Ge ve Akademik Strateji anlamında;

- Akkuyu NGS'de maksimum nükleer teknoloji transferinin sağlanması amacıyla ETKB, TAEK ve üniversite temsilcilerinden oluşan bir çalışma grubu ivedilikle oluşturulmalıdır.
- Sinop NGS projesinde Toryum katkılı reaktör teknolojisi seçilmesi düşünülmelidir.
- Sinop (ve sonraki) NGS'ler için model önerisi: Japonya ve/veya Güney Kore ile konsorsiyum kurularak toryum rezervlerimizin ortak kullanımına karşılık nükleer teknoloji transferi sağlanması planlanmalıdır.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlı Milli Laboratuvarlar sistemi kurulmalıdır.
- İleri nükleer teknolojiye sahip ülkelere programlı olarak öğrenci gönderilmeli ve bu öğrencilerin kurulacak milli laboratuvarlar ile Nükleer Teknolojiler Üniversitesi'nde istihdam edilmesi sağlanmalıdır.
- Nükleer teknoloji geliştirilmesine yönelik ileri araştırma reaktörleri kurulması planlanmalıdır.

Sinop (ve sonraki) NGS'ler için model önerisi: Japonya ve/veya Güney Kore ile konsorsiyum kurularak **toryum rezervlerimizin ortak kullanımına karşılık NÜKLEER teknoloji transferi ve ortak geliştirilmesi** sağlanabilir:

- NGS kurulum ve işletme maliyetinin yaklaşık %5 ini yakıt olarak kabul edersek, 1 santralin kurulum ve işletme maliyeti 20 santralin yakıt maliyetine eşittir.
- Toryum maden rezervlerimiz 10 000 adet 1 GW'lık NGS'nin işletme süresince (60yıl) yakıtını karşılamaya yeterlidir.
- Japonya ve Güney Kore'nin toryum rezervi yoktur.

Bu Rapor ülkemizde Toryum çalışmalarının ivmelenmesinde istisnai rol oynadı.

Ardınca:

3 Ekim 2013'de Enerji Bakanlığında 1 günlük Çalıştay. **TAEK katılmadı.**

Kasım 2014'de Enerji Bakanlığı Web sayfasında Toryum Komisyonunun hazırladığı Toryum Belgesi yayınlandı

Aralık 2014'de TAEK Danışma Kurulu Toryum toplantısı (saçma bir rapor)

20-22 Şubat 2015 2.Ulusal Toryum Çalıştayı. TAEK katılımı yasakladı!

9 Mart 2018 "TÜBA-Nükleer Enerji Çalıştayı ve Paneli", 2019'da rapor yayınlandı

Sonsöz: Öngörü ve Öneriler

Önümüzdeki 5-10 yıl: Toryum yakıtlı (%90 ve üzeri) **geleneksel tipli nükleer reaktörlerin ticarileşmesi**

Önümüzdeki 10-15 yıl: Toryum yakıtlı (%90 ve üzeri) **ergimiş tuz nükleer reaktörlerin ticarileşmesi**

Önümüzdeki 15-20 yıl: %100 Toryum yakıtlı (**gerçek «yeşil» nükleer enerji**) **hızlandırıcı sürümlü (ADS) nükleer reaktörlerin ticarileşmesi**

kuvvetle muhtemeldir.

Buna ilaveten, **ADS:**

- Geleneksel uranyum yakıtlı nükleer reaktörlerden çıkan **atıkların yakılmasına**
- Askeri Plutonyumun yakılmasına
- **U238**'i nükleer yakıt olarak kullanılmasına imkan sağlayacaktır.

Toryum çalışmaları AB, ABD, Çin, Hindistan, Rusya, Güney Kore ve Japonya'da hızlı şekilde ilerlemektedir. Bu çalışmaları Türk ve İslam coğrafyasında da başlatmalıyız !!!

Öneriler

1. BTYK kararlarının (**özellikle 2007/102 No'lu Karar**) neden uygulanmadığı irdelemeliyiz
2. 2016/102 No'lu kararın gereği yapılırken 2007/102 No'lu kararın eklerinden yararlanmalıyız
3. Kaliteli insan gücü yetiştirmek için **Nükleer Teknoloji Üniversitesi** kurmalıyız (dışarıya öğrenci göndermekle bu iş çözülmez)
4. ETKB nezdinde **Ulusal Araştırma Lab'ları** (DoE benzeri) kurmalıyız
5. Uluslararası İşbirliklerine (**MYRRHA** ve benzeri) etkin bir şekilde katılmalıyız

....

En önemlisi: En üst düzeyde alınan kritik kararların uygulanması ile ilgili kontrol sistemi kurmalıyız !!!!!