YIL: 4 • SAYI: 36 • AĞUSTOS 2022 # www.globalsavunma.com.tr

Fiyat: Türkiye 70 TL, K.K.T.C. 60 TL, A.B. 90 TL

GLOBAL SAVUNMA

STRATEJİ | GÜVENLİK | SAVAŞ TEKNOLOJİLERİ | İSTİHBARAT



GLOBAL SAVUNMANIN BENZERSİZ KALESİ:

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ

Prof. Dr.
Abdulkadir Balıkçı
TENMAK BAŞKANI

DR.
MERVE TANER CAMCI
TENMAK NATEN AR-GE VE İNOVASYON KOORDİNATÖRÜ

Doç. Dr.
Fahri Erenel
GLOBAL SAVUNMA YAZARI

10 NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ İLE STRATEJİK SAVUNMA SANATI

32 KİMYA NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİ NASIL STRATEJİK SİLAH HALİNE GETİRDİ?

66 TAHIL KORİDORU VE BARIŞA KATKI

NÜKLEER ENERJİDEN NEDEN VAZGEÇİLEMEZ?

Doç. Dr. Selahattin ÇELİK
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Global Savunma Yazarı

Prof. Dr. Fahrettin ÖZTÜRK
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Türk havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.
Global Savunma Yazarı

Nükleer enerji günümüzde en çok konuşulan konulardan birisidir. Şüphesiz gelişmiş ülkelerin birincil enerji kaynağıdır. Ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde ise gerekliliği tartışılmaktadır. Gerçek şudur ki ülkemizin bu enerji kaynağına çok ciddi ihtiyacı vardır; enerji sıkıntımızı ve darboğazı geçmek için en iyi çözümdür.

Nükleer teknoloji, belirli elementlerin atomlarını parçalayarak açığa çıkan enerjiyi kullanır. Yakıt olarak uranyum elementini kullanır ve 1 gram uranyum 2.5 ton kömüre eş değer enerji üretir. En önemli özelliği de tam olarak az bir yakıt ile yüksek ve düşük kirlilikte güç üretme özelliğidir. İlk olarak 1940›larda geliştirilmiş ve İkinci Dünya Savaşı sırasında araştırmalar başlangıçta bomba üretmeye odaklanmıştır. 1950'lerde dikkatler, nükleer fisyonun barışçıl kullanımına ve enerji üretimi için kontrol edilmesine çevrilmiştir.

Sivil nükleer enerji şimdilerde 18.000'den fazla reaktör yılı deneyimine sahip olabilir ve nükleer enerji santralleri dünya çapında 32 ülkede faaliyettedir. Aslında, bölgesel iletim şebekeleri aracılığıyla, daha birçok ülke kısmen nükleer enerjiden üretilen güce bağımlıdır; Örneğin İtalya ve Danimarka, elektriğinin neredeyse %10'unu ithal edilen nükleer enerjiden sağlıyor. 1960'larda ticari nükleer endüstri başladığında, Doğu ve Batı endüstrileri arasında net sınırlar vardı. Bugün, ayrı Amerikan ve Sovyet alanları artık mevcut değil ve nükleer endüstri, uluslararası ticaret ile karakterize ediliyor. Bugün Asya'da yapım aşamasında olan bir reaktör, Güney Kore, Kanada, Japonya, Fransa, Almanya, Rusya ve diğer ülkelerden tedarik edilen bileşenlere sahip olabilir. Benzer şekilde, Avustralya veya Namibya'dan gelen uranyum, Fransa'da dönüştürülmüş, Hollanda'da zenginleştirilmiş, Birleşik Krallık'ta dönüştürülmüş ve Güney Kore'de üretilmiş BAE'deki bir reaktörde son bulabilir.

Nükleer teknolojinin kullanımları, düşük karbonlu enerji sağlanmasının çok ötesine uzanır. Kanser türü hastalıkların yayılmasını kontrol etmeye yardımcı olur, doktorlara hastaların teşhis ve tedavisinde yardımcı olur ve uzayı keşfetme konusundaki en önemli görevlerimize güç verir. Bu çeşitli kullanımlar, nükleer teknolojileri dünyanın sürdürülebilir kalkınmaya ulaşma çabalarının merkezine yerleştirmektedir.

Nükleer reaktörlerin inşaatı 1970'lerde çok daha yaygındı ve dünya çapında 42 reaktörün inşa edildiği 1976'da zirveye ulaştı. Bu arada 2019'da dünya çapında başlayan sadece beş nükleer reaktör inşaatı vardır. 2019 itibariyle, dünyadaki çoğu işletme reaktörü 34-35 yıldır çalışıyor.

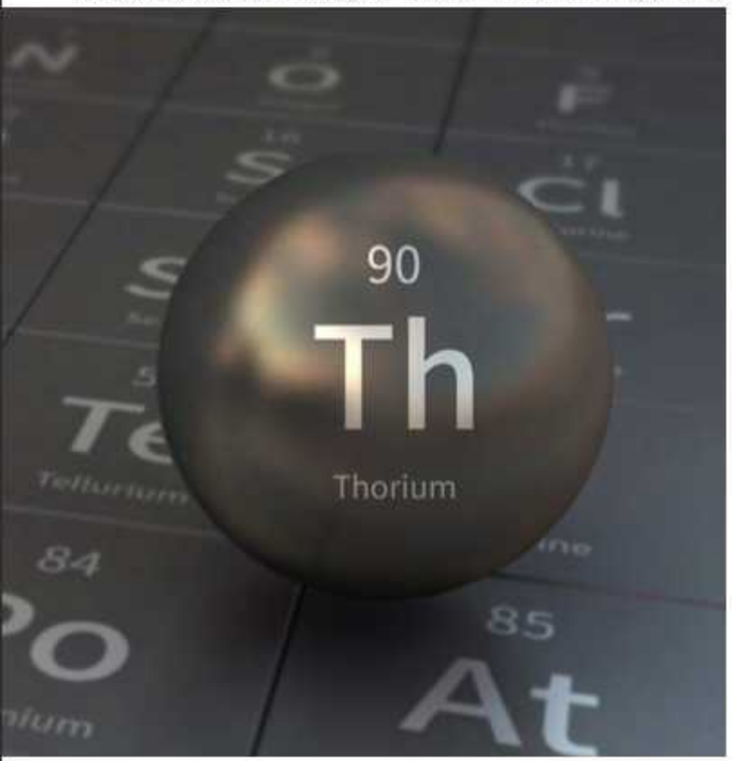
Dünya elektriğinin yaklaşık %10'u yaklaşık 440 nükleer güç reaktörü tarafından üretiliyor [1]. Mevcut kapasitenin

> DÜNYA GENELİNDE 32 ÜLKEDE FAALİYETTE OLAN NÜKLEER ENERJİ SANTRALİ VARDIR. TÜRKİYE'YE KARA SINIRI BULUNAN ÜLKELERDEN BULGARİSTAN'DA 2, ERMENİSTAN'DA 1, İRAN'DA 1 ADET AKTİF NÜKLEER SANTRAL BULUNMAKTADIR. ORTAK SU SINIRINA SAHİP ÜLKELERDEN İSE RUSYA'DA 38, UKRAYNA'DA 15, ROMANYA'DA 2 ADET NÜKLEER SANTRAL BULUNMAKTADIR. BU ÜLKELERDEN YENİ NÜKLEER YAPIMI İÇİN İRAN 1, RUSYA 2, UKRAYNA 2 ADET SANTRAL PLAN VE YAPIM AŞAMASINDADIR. BU KONUDAKİ OLUMSUZ RAPORLAR, PROPAGANDALAR VE BİLGİ PAYLAŞIMLARI ÇOK DOĞRU DEĞİLDİR.

> NÜKLEER SANTRALLERDE YAKIT OLARAK URANYUM ELEMENTİ KULLANILMAKTADIR. ÜLKEMİZDE BİLİNEN BU REZERV İLE YAKLAŞIK 38 TONLUK BİR KULLANILABİLİR URANYUM YAKITI SAĞLANABİLİR. 1 KG URANYUM 235 İZOTOPUNDAN 22,5 GWH ELEKTRİK ÜRETİLİR. ÜLKEMİZDE BİLİNEN REZERVDEN SAĞLANAN URANYUM İLE AKKUYU NÜKLEER SANTRALİNİN ÜRETECEĞİ YILLIK 35000 GWH'LİK ELEKTRİK ENERJİSİNİ 25 YIL KADAR SAĞLAYACAK YER ALTI URANYUM KAYNAĞINA SAHİP OLDUĞUMUZ SÖYLENEBİLİR.



yıl kadar sağlayacak yer altı uranyum kaynağına sahip olduğumuz söylenebilir. Ülkemizin tüm elektrik ihtiyacını uranyum yakıtı ile sağlamak istediğimizde ise sahip olduğumuz yataklar 3 yıldan daha az süre ile yetecek kapasiteye sahiptir. Tüm dünyadaki bilinen uranyum rezervler ise birkaç on yıl ile 60 yıla kadar yetecek kadar olduğu ön görülen hesaplamalar bulunmaktadır.



Fakat benzer bir durum yaklaşık yarım asırdır petrol için de dile getirilmektedir. Bu hesaplamalar sadece var olan rezervlere göre yapılmakta olduğu unutulmamalıdır. Nükleer teknolojiye bu gerekçe ile sahip olmamak bu alanda güçsüz kalmaya devam etmek demektir. Ayrıca nükleer santral ile öğrenilen tecrübenin devamında uranyum zenginleştirme ve caydırıcı güç olması ve savunma amaçlı gerektiğinde silah yapabilecek bilgi birikimi ve tıp alanında kullanılacak teknolojiye de sahip olunması anlamı taşımaktadır.

GELECEĞİN NÜKLEER YAKITI TORYUM

Ülkemizde toryum ve bor elementini bilmeyen yoktur; bu iki element magazin olarak haber niteliği yüksek olması nedeni ile dönemsel olarak internet sayfalarında paylaşılmaktadır. Peki neden bu iki elemente odaklanılıyor; çünkü ülkemizde rezerv olarak bu elementlerin bol miktarda bulunuyor. Unutulmamalıdır ki bir maddenin bol olması o ülkenin refaha anında ulaşacağı anlamına gelmemektedir. Önemli olan o elementin kullanıldığı tüm teknolojik basamaklara kendi bilim ve altyapısı ile sahip olmaktır. O elementi kullanabilmek için gerekli olan teknolojiye sahip olmaktır. Örnek olarak ülkemizde en çok bulunan element bor elementidir. Böyle olmasına rağmen bordan elde edilen katma değer çok düşük seviyededir. Bizden bor alanlar daha fazla katma değer sağlamaktadırlar. Bunun nedeni de o ülkelerin boru işleyecek altyapısı olmasıdır. Yazının başında belirtilen tarihsel kronolojiye göre uranyum elementinin ilk ticari hale gelme aşamasına kadar geçen süreç yarım asır yılını bulmuştur. Toryum elementinin de gelecekte uranyumun yerini alacağı kaçınılmaz bir gerçektir.

Toryumun yakıt döngüsünde uranyumdan daha az plütonyum ve diğer trans-uranyum elementleri üretildiğinden, nükleer santrallerin en temiz yakıtı olarak kabul edilir. Çevreye daha az zarar vermesi açısından da ileride nükleer reaktörlerde uranyum yerine kullanılması düşünülmektedir. Nükleer karşıtı propaganda yapımında sıkça kullanılan uranyum rezervi tükenme gerekçesine de en önemli cevaplardan birisidir. Fakat literatürde bazı zorluklarından da bahsedilmektedir. Toryumun nükleer yakıt olarak kullanılabilmesi için uranyum-233'e dönüştürülmesi gerekmekte ve bu sırada uranyum-232 de oluşmaktadır. U-232 iztopunun çok daha fazla gama ışını yayma problemi olduğu ve durumun çevre için tehlikeli olabileceğini söyleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Fakat bunlar zaman içerisinde geliştirilecek ve çözülebilecek problemlerden olduğunu söylemek mümkündür. Çünkü benzer tüm aşamaları uranyum elementi de geçirmiş ve belli bir pazara sahip olmuştur. Hatta tehlikeli olduğu bilinmeyen dönemlerde radyum ve toryum içeren diş macunları, cildi gençleştireceğine inanılan radyoaktif katkılı kremler, çikolatalar, kahveler, oyuncaklar piyasada çok popüler bir şekilde satılırdı. Bilim bugün eskisinden daha tecrübeli ve temkinli ilerlemektedir. Toryum ile ilgili dünyada çalışan çok fazla araştırma merkezi bulunmaktadır. Fakat günümüzde toryumla çalışan ticari ölçekli bir nükleer reaktör bulunmamaktadır.

Toryumun nükleer yakıt olarak kullanılması ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir. Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) ve OECD verilerine göre 880 bin ton ile dünyadaki toryum rezervinin yüzde 11'i Türkiye'de bulunmaktadır [4].

2011 yılında Japonya'da gerçekleşen tusunami felaketi sonrasında Fukuşima Nükleer Santrali'nde oluşan radyoaktif sızıntı, tüm dünyanın nükleere olan bakış açısını bir kez daha değiştirmiştir. Birçok ülke, mevcut nükleer santrallerini kapatıp yenilenebilir enerjilere daha fazla ağırlık verme kararı almıştır. Fakat yenilenebilir enerji ile tüm dünyanın enerji ihtiyacını karşılamanın önünde bazı engeller bulunmaktadır. Nükleer santrallerden vazgeçmeyen ülkeler ise toryumun nükleer yakıt olarak kullanımını araştırmaya öncülük etmeye başlamışlardır. ABD, Çin, Norveç, Kanada ve Hindistan gibi ülkeler, toryumun elektrik üretiminde kullanılabilmesi için projeler yapan ülkelerin başında gelmektedir. Bu alanda en çok toryum rezervine sahip olan Hindistan, dünyada en büyük ilerlemeyi sağlayan ve en büyük araştırma yatırımı yapan ülkedir. Hindistan'ın bu elementle elektrik üretmeyi başarması durumunda enerjide dışa bağımlılığını tamamen aşacak olması, bu motivasyonlarındaki en büyük etkendir. Çin'de de ülkenin tüm elektrik ihtiyacını tam 20 bin yıl boyunca karşılamaya yetecek kadar toryum rezervi olduğu iddia edilmektedir [4]. Ülke olarak bizim de bu motivasyon ile başka ülkelerden medet ummadan bu teknoloji ile ilgili çalışmaları paralel olarak sürdürmemiz ve işbirlikleri yapmamız oldukça önemlidir. Ülkemizi refaha kavuşturacak tüm alanlarda araştırma alanları oluşturmalıyız ve bu konularda geç kalmamalıyız. Şuan uranyum ile çalışan bir nükleer santrali daha yeni tamamlamak üzereyiz.

Dünyadan 70 yıl geride olmamızın nedeni çok fazla bilimsel araştırmaya yatırım yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Bu alanda çalışan bilim insanlarının sayısının arttırılması, toryum çalışan ülkelere araştırmacılar yollanması ve hızlı bir şekilde toryum araştırma reaktörü geliştirilmesi için ciddi bir enstitü kurulması büyük önem arz etmektedir. Gerekirse bu enstitüye yurtdışı araştırmacıları da transfer edilerek yurtdışında yapılan çalışmaların ülkemiz bilim insanlarınca içselleştirilmesi sağlanmalıdır. En önemlisi ise sürekliliği olan kesintisiz Ar-Ge olanaklarını devam ettirmektir. Tarih boyunca oluşan olumsuz nükleer kaynaklı kazalar diğer tüm ülkelerin tamamen bu enerjiden vazgeçmezken bizim çok bir alternatifimiz varmış gibi nükleere ara vermemiz en büyük gecikmelerimizdendir. Nükleeri sadece enerji üreten bir sistem olarak düşünmemeli, uzayda, tıpta, savunmada kullanılabilecek en önemli bir bilimsel birikim olarak kabul etmeli ve bilimin her alanında olduğu gibi nükleer çalışmalarında da varlık göstermeliyiz.

Sonuç olarak ülkemizin enerji ihtiyacı göz önünde bulundurulduğunda yenilenebilir enerji kaynaklarının yanı sıra mutlaka nükleer santrallere sahip olmamız gerektiği aşikardır. Genç nüfusumuz ve üretim hızımız bu yatırımların en kısa sürede yapılmasını nükleer enerjinin hayatımıza girmesini zorunlu kılmaktadır. Ülkemiz toryum konusunda zengin bir ülkedir. Burada da uranyumun yanında toryum konusunda mutlaka adımlar atılmalı ve bu alanda öncü olmamız gereklidir. Önümüzde çok büyük fırsatlar vardır. Bu fırsatlar değerlendirilse gelecek bizim olacaktır.

> MAYIS 2021 İTİBARİYLE, ÇİN VE HİNDİSTAN SIRASIYLA TOPLAM 17 VE 6 ADET NÜKLEER REAKTÖR PLANI YAPAN ÜLKELERİN İLK İKİ SIRASINDA OLUP DÜNYADA TOPLAMDA 54 ADET NÜKLEER SANTRAL KURULUM AŞAMASINDADIR. MAYIS 2021'DE ABD, 93 İLE EN FAZLA İŞLEYEN REAKTÖR SAYISINI BİLDİRDİ VE ONU 56 REAKTÖRLE FRANSA İZLEDİ. 2019 YILINDA, FRANSA'NIN ELEKTRİK ÜRETİMİNİN NEREDEYSE YÜZDE 71'İ, DÜNYANIN EN YÜKSEK NÜKLEER GÜCÜ ÜRETİM ORANI İLE ÜRETİLDİ.

KAYNAKLAR

[1]https://www.statista.com/statistics/267158/number-of-nuclear-reactors-in-operation-by-country/#:~:text=As%20of%20October%202021%20there,operation%20as%20of%20this%20time.
[2]https://web.archive.org/web/20160207220815/https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx
[3]https://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures.aspx
[4]https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/Uranyum-Toryum.pdf.
[5]https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/058b1c734b04704_ek.pdf?dergi=88

yaklaşık %15'ine eşdeğer yaklaşık 55 reaktör daha yapım aşamasındadır. 2020'de nükleer santraller 2553 TWh elektrik sağlamıştır. 2020'den önce nükleer enerjiden elektrik üretimi art arda yedi yıl artış göstermiştir. 2020'de 13 ülke elektriğinin en az dörtte birini nükleerden üretmiştir. Fransa elektriğinin yaklaşık dörtte üçünü nükleer enerjiden sağlamakta ve ilk 3. nesil nükleer reaktörü kuran ülkedir [2]. Slovakya ve Ukrayna elektriğinin yarısından fazlasını nükleerden alırken, Macaristan, Belçika, Slovenya, Bulgaristan, Finlandiya ve Çek Cumhuriyeti üçte bir veya daha fazlasını elde ediyor. Güney Kore normalde elektriğinin %30'dan fazlasını nükleerden alırken, ABD, İngiltere, İspanya, Romanya ve Rusya'da elektriğin yaklaşık beşte biri nükleerden karşılanıyor. Japonya, elektriğinin dörtte birinden fazlası için nükleer güce güvenmeye alışmıştı ve bu seviyeye yakın bir yere geri dönmesi bekleniyor. Mayıs 2021 itibariyle, Çin ve Hindistan sırasıyla toplam 17 ve 6 adet nükleer reaktör planı yapan ülkelerin ilk iki sırasında olup dünyada toplamda 54 adet nükleer santral kurulum aşamasındadır. Mayıs 2021'de ABD, 93 ile en fazla işleyen reaktör sayısını bildirdi ve onu 56 reaktörle Fransa izledi. 2019 yılında, Fransa'nın elektrik üretiminin neredeyse yüzde 71'i, dünyanın en yüksek nükleer gücü üretim oranı ile üretildi.

Hem eski fosil yakıt ünitelerini, özellikle de çok fazla karbondioksit yayan kömürle çalışan yakıt ünitelerini değiştirmek hem de birçok ülkede artan elektrik talebini karşılamak için dünya çapında yeni üretim kapasitesine açık bir ihtiyaç bulunmaktadır. Son yıllarda fosil yakıtların kullanımı için ağır şartlar öne sürülmekte kullanımında azalmaya gitmek teşvik edilmektedir. Havacılık alanında da önemli adımlar atılmaktadır. Fosil yakıt kullanımında bir plan dahilinde hızla azalma yapılacaktır. 2019 yılında elektriğin % 63'ü fosil yakıtların yakılmasından elde edildi. Son yıllarda kesintili yenilenebilir elektrik kaynaklarına yönelik güçlü desteğe ve büyümeye rağmen, fosil yakıtların elektrik üretimine katkısı son 15 yılda önemli ölçüde değişmedi (2005'te % 66,5).

OECD Uluslararası Enerji Ajansı, enerji ile ilgili yıllık senaryolar yayınlamaktadır. Dünya Enerji Görünümü 2021'de, diğer hedeflerin yanı sıra temiz ve güvenilir enerji sağlanması ve hava kirliliğinin azaltılması ile tutarlı olan iddialı bir "Sürdürülebilir Kalkınma Senaryosu" bulunmaktadır. Bu karbonsuzlaştırma senaryosunda, nükleerden elektrik üretimi 2050 yılına kadar neredeyse %75 artarak 4714 TWh'ye ve kapasite 669 GWe'ye çıkıyor. Dünya Nükleer Birliği bundan daha iddialı bir senaryo ortaya koydu - Harmony programı, 2050 yılına kadar 1000 GWe'lik yeni nükleer kapasitenin eklenmesini, o zaman elektriğin %25'ini (yaklaşık 10.000 TWh) 1250 GWe kapasiteden teklif ediyor. Bu, 2021'den itibaren yılda 25 GWe eklemeyi ve 1984'te eklenen 31 GWe'den veya 1980'lerde 201 GWe'lik toplam rekordan çok farklı olmayan, yılda 33 GWe'ye çıkmayı gerektirecektir [3]. Dünyanın elektriğinin dörtte birinin nükleer aracılığıyla sağlanması, karbondioksit emisyonlarını önemli ölçüde azaltacak ve hava kalitesini iyileştirecektir. Global ısınma konusundaki en etkili çözümlerden biridir. Gelişmiş ülkeler nükleer enerji ihtiyacınız oldukça temiz olarak karşılamakta ve diğer ülkelere göre avantajlı durumda olmaktadırlar.

> TORYUMUN YAKIT DÖNGÜSÜNDE URANYUMDAN DAHA AZ PLÜTONYUM VE DİĞER TRANS-URANYUM ELEMENTLERİ ÜRETİLDİĞİNDEN, NÜKLEER SANTRALLERİN EN TEMİZ YAKITI OLARAK KABUL EDİLİR. ÇEVREYE DAHA AZ ZARAR VERMESİ AÇISINDAN DA İLERİDE NÜKLEER REAKTÖRLERDE URANYUM YERİNE KULLANILMASI DÜŞÜNÜLMEKTEDİR. NÜKLEER KARŞITI PROPAGANDA YAPIMINDA SIKÇA KULLANILAN URANYUM REZERVİ TÜKENME GEREKÇESİNE DE EN ÖNEMLİ CEVAPLARDAN BİRİSİDİR.

Ülkemiz özelinde nükleer santral yatırımı maalesef oldukça geç kalınmış bir yatırım olarak günümüze kadar ulaşmıştır. Türkiye 1957'de Birleşmiş Milletlerin bir kuruluşu olan Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (UAEA)'nın üyesi oldu. İlk nükleer çalışma ve araştırmalar ise 1962'de İstanbul'da Küçükçekmece gölü kıyısında kurulan 1 MW'lık TR-1 araştırma reaktörüyle başladı. 1970'li yılların başlarında, nükleer santral sahası için fizibilite ve yer araştırmaları gerçekleştirildi. Bu çalışmalar kapsamında, nükleer santralın maliyet/fayda açısından kurulabileceği en uygun yerler olarak; Mersin-Akkuyu, Sinop-İnceburun, ve Kırklareli-İğneada sahaları belirlendi. Akkuyu Sahası için TEK tarafından saha lisans çalışmaları gerçekleştirilmiş ve yapılan yer etütlerine ve araştırmalarına dayanarak, Akkuyu için "Yer Raporu" hazırlandı. Bu rapor, lisanslama yetkisi olan Başbakanlık Atom Enerjisi Komisyonu'na sunuldu. Lisanslama yetkilisi kurum, 1976 yılında Akkuyu Sahası için "yer lisansı" onayladı. Eylül 1984'de, Başbakan Turgut Özal'ın, "nükleer santralların imalatçı firmalarla oluşturulacak bir ortaklık vasıtasıyla kurulması, 15 yıl süreyle işletilmesi ve tüm borçların enerji satışlarıyla geri ödenmesinden sonra devredilmesi" tarzında yaptığı yap-işlet-devret önerisi, nükleer santral projesine önemli bir girişim sağladı. 1986'da meydana gelen Çernobil nükleer santral kazasının yarattığı olumsuz etkilerden dolayı nükleer santrallerle ilgili çalışmalar askıya alındı. 1988 yılında TEK Nükleer Santraller Dairesi Başkanlığı kapatıldı. Günümüzde ise geç kalınmış olsa bile sonuçlanmaya yakın bir santral kurulumu hızla devam etmektedir. Cumhurbaşkanımız Sayın Recep Tayyip Erdoğan'ın açıklamalarına göre, "Akkuyu Nükleer Güç Santrali, yılın her günü, günün 24 saati çalışarak 4800 MW'lık kurulu gücüyle elektrik üretecektir.

Bu tesis, tek başına ülkemizin ihtiyacının yüzde 10'unu karşılayacak elektrik üretimi gerçekleştirecektir. Bu oran dünyadaki oran ile aynı olup önümüzdeki yıllarda dünya hedefi olan % 25'lik orana çıkılması enerjide dışa olan bağımlılığın azaltılması noktasında önem arz etmektedir. Ülkemiz özelinde nükleer enerjideki bu gecikmelerin gerisindeki nedenlerin araştırılarak yeni ve faydalı teknolojilerde gelecekteki yatırımlara ışık tutması için yeni nesillere ve özellikle mühendislere aktarılması oldukça önem arz etmektedir.

Ülkemizin etrafındaki ülkelerde nükleer santraller mevcuttur. Türkiye'ye kara sınırı bulunan ülkelerden Bulgaristan'da 2, Ermenistan'da 1, İran'da 1 adet aktif nükleer santral bulunmaktadır. Ortak su sınırına sahip ülkelerden ise Rusya'da 38, Ukrayna'da 15, Romanya'da 2 adet nükleer santral bulunmaktadır. Bu kara ve su sınırı olan ülkelerden yeni nükleer yapımı için İran 1, Rusya 2, Ukrayna 2 adet santral plan ve yapım aşamasındadır.

Bu konudaki olumsuz raporlar, propagandalar ve bilgi paylaşımları çok doğru değildir. Her yerde olduğu gibi nükleer santralde de kazalar yaşanabilir. Bin olumlu çıktının yanında bir olumsuzluğun olması yatırımı olumsuz kılmamalıdır. Türkiye'nin bu enerjiye şiddetli ihtiyacı vardır. Aksi taktirde gelişen Türkiye enerji ihtiyacını karşılayamaz veya çok pahalı olarak karşılar ve bu durum üretimin birim maliyeti önündeki en önemli engel olarak karşımıza çıkar.

Nükleer Reaktör Yakıtı Uranyumun Durumu

Nükleer santrallerde yakıt olarak uranyum elementi kullanılmaktadır. Uranyumun nükleer enerji üretimi dışında önemli bir kullanımı yoktur. Uranyum bol miktarda bulunur ve jeopolitik olarak çeşitlilik gösteren çok çeşitli ülkeler arasında dağılır. Uranyumun dağıtımı, tarihi petrol krizleri sırasında yaşanan piyasa bozulmaları riskini büyük ölçüde azaltır. Dünya uranyum rezervinde Avustralya ilk sırada yer alır. Bilinen uranyum rezervinin 1 milyon 664 bin tonu Avustralya'da, 745 bin tonu Kazakistan'da, 509 bin tonu Kanada'da ve 507 bin tonu Rusya'da bulunmaktadır. Dünya genelinde 47.731 tonluk uranyum üretiminin yarısı Kazakistan (19477 ton) ve Özbekistan (3500 ton) ülkelerince sağlanmaktadır. Diğer önemli üretimler Avustralya (6203 t), Namibya (5413 t), Kanada (3885 t), Nijer (2991 t), Rusya (2846 t) ve Çin (1885 t) gibi ülkelerde gerçekleştirilmektedir. MTA'nın 2017 yılı verilerine göre Ülkemizde toplam 12614 ton uranyum rezervi olduğu belirlenmiştir. MTA, Nevşehir-Avanos-Yeşilöz sahasında uranyum arama çalışmalarına devam etmektedir [4]. Uranyum cevher yatağının 1 tonundan yaklaşık 2,721-3,180 kg arasında yakıt olarak kullanılabilir uranyum Triuranyum Oktaoksit (U3O8) elde edilmektedir [5]. Ülkemizde bilinen bu rezerv ile yaklaşık 38 tonluk bir kullanılabilir uranyum yakıtı sağlanabilir. 1 kg uranyum 235 izotopundan 22,5 GWh elektrik üretilir. Ülkemizde bilinen rezervden sağlanan uranyum ile Akkuyu nükleer santralinin üreteceği yıllık 35000 GWh'lik elektrik enerjisini 25

