

MINİ, MİKRO MODÜLER NÜKLEER REAKTÖRLERİN (SMR) BUGÜNÜ ve YARINI?

Yüksel Atakan, Radyasyon Fizikçisi, Dr. Almanya, ybatakan4@gmail.com

Medyada sık sık mini ve mikro nükleer reaktörlerin kamyonlarla taşındığı fabrikalarda ya da küçük yerleşim yerlerinde işletileceği haberleri yer alıyor ve çok kişi bunların ne olduğunu merak ediyor. Modüler Reaktörler (SMR) olarak adlandırılan bu reaktörler 10 MW ile 300 MW¹ arasındaki kurulu elektrik gücünde olan reaktörlerdir. Bunlar enerjiye gereksinim duyulan fabrikalara, işletmelere ve küçük yerleşim yerlerine, deniz kıyılarına, adalara parçalar halinde (modüler) taşınıp oralarda montajları yapıldıktan sonra, işletilebildiklerinden SMR olarak adlandırılıyorlar. Mini reaktörleri bugün General Electric, AREVA, Westinghouse ve Mitsubishi şirketleri yapıyor. Hyperion ve NuScale gibi başka şirketler de araştırmalarla ileride bunlardan çok sayıda yapabileceklerini açıklıyorlar. Bunları, araştırmalarla geliştirenler ise daha çok çeşitli üniversiteler. Ancak SMR'lerin işletilebilmeleri için ABD Nuclear Regulatory (NRC) Komisyonunun onayı gerekiyor. Hyperion şirketi 30 MW'lık SMR'lerin fiyatını, 25 ile 32 milyon USD arasında kestiriyor. Westinhouse, 300 MW SMR için 1 milyar USD fiyat veriyor.

10 MW kurulu güçteki bir reaktör küçük bir yerleşim yerinde 20.000 kadar evin yıllık elektrik gereksinimini karşılayabiliyor. Hesaplırsak : $10 \text{ MW} \times 0.80 \text{ kapasite faktörü} \times 365 \text{ gün} \times 24 \text{ saat} = 70.000 \text{ MWh} = 70.000.000 \text{ kWh}$; 2-3 kişilik bir evin (hanenin) yıllık ortalama elektrik gereksinimi 3.500 kWh alındığında, buradan $70 \text{ milyon kWh} / 3.500 = 20.000 \text{ ev (hane)}$ sayısı bulunur.

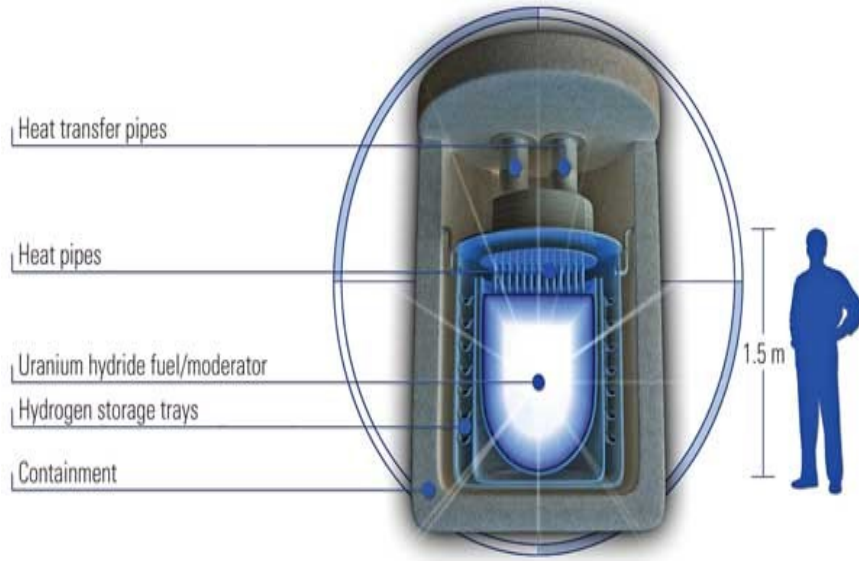
Küçük modüler reaktörlerin büyük avantajı, istenildiği yere taşınıp orada elektrik ürettiği için Yüksek Gerilim Hatlarıyla (YGH) elektriğin iletimine gerek olmaması. Ayrıca üretim sırasında oluşacak radyoaktif madde miktarının büyük reaktörlere göre çok daha az olması sonucu, bunları taşımak, izole etmek, depolamak ve bunlardan korunmak için çok karmaşık sistemlere gerek olmaması. Nükleer reaktörler CO₂ gazını, Güneş santrallerinden de daha az saldıklarından, bunların baca gazları iklimi etkilemiyor denebilir.

Şekil 1: Los Alamos National Laboratory' nin geliştirdiği ve Hyperion Power Generation ve Santa Fe şirketlerinin yaptığı bu 30 MW'lık, 10 ton kütledeki mini reaktörü, sadece 1,5 m çapında olup, radyasyon zırhıyla kapatılmış (kapsüllenmiş) 5-7 yıl kullanılabilecek nükleer yakıt içeriyor. Uranyum hidrid'in kullanılacağı bu reaktör, gemi ya da kamyon ile taşınabiliyor ve güvenlik nedenleriyle 3 m betonla yer altına da gömülebiliyor. Bu reaktörlerin kaza olasılığının, alınan bir dizi önlemlerle çok, çok az olduğu açıklanıyor. Hyperion şirketi bu reaktörlerde üretilen elektriğin fiyatının kWh başına 1 USD-Cent kadar olabileceğini kestiriyor ve 10 yıl içinde bu tip 4.000 SMR yapılmasını planladıklarını açıklıyor.

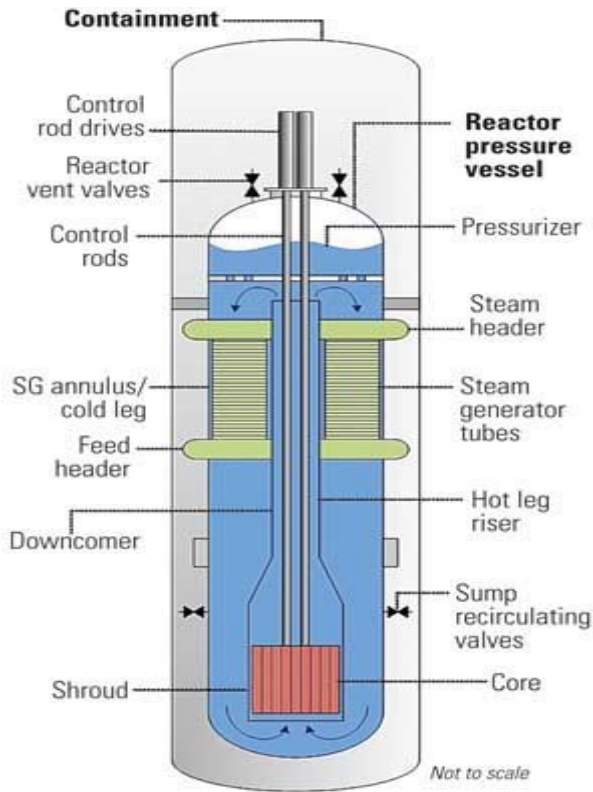
Bu küçük reaktörlerin bir olumlu yanı da, dar arazi ya da dağlık bölgelerde bunların kurulup çalıştırılabilmesi. Böyle yerlere ise Güneş tarlaları kurulamıyor.

Bu reaktörlerin yakıtları büyük reaktörlerle karşılaştırıldığında çok daha seyrek değiştirilebiliyorlar, 3 ile 7 yıl boyunca aynı yakıt kullanılabiliyor. Bu da başka bir avantaj. Bazı SMR'lerin ise 30 yıl yakıt değiştirmeden çalışmaları planlanıyor. Teknolojide araştırmalar sürüyor.

Şekil 1: Hyperion şirketinin küçük reaktörü (SMR) görülüyor.



Bu çeşit küçük reaktörler, bir arıza ve kaza durumunda, insan eline gerek kalmadan normal su dolaşımıyla otomatik olarak durdurulabiliyorlar (BKz. Şekil 2).



Şekil 2: NuScale Power tasarımında doğal dolaşım ile su kullanılacağından pompalara ve borulara da gerek kalmıyor. Su, reaktörün kalbini geçerken ısınıyor, sonra reaktör kabı içinde yükseliyor ve buhar üreteçlerine geçiyor, soğuduğunda ise yerçekimiyle aşağı yönlenecek.

Rusya Rosatom şirketi, Dünya’da ilk kez 35 MW’lık yüzer (SMR) reaktörünü 2020’den beri çalıştırıyor (Resim).



Kasım 2023’de Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı Viyana’da (IAEA) yapılan bir toplantıda SMR konusu ele alınmış, bunların özellikle deniz, göl kıyılarında ve adalarda elektrik gereken yerlerde yüzer deniz araçları üzerinde, kullanılmasının büyük yarar sağlayacağı açıklanmış ve böyle yerlerin çevreye CO₂ ve kurum salan fosil yakıtlı termik santrallerden kurtulacağı vurgulanmıştır.

Toplam olarak 80 adet SMR’in, bugün Arjantin, G.Kore, Kanada, Rusya ,Çin ve ABD’de yapımı sürüyor. Bunlar sadece elektrik üretmek için değil, ısıtmada ve deniz suyundan tuzu arındırmada ve endüstride buhar üretiminde de kullanılacaklar /1/.

SMR’lerin Dünya’daki iş hacminin 2033 yılında 72 milyar USD ve 2043 yılında da 295 milyar USD’yi bulacağı kestiriliyor /3/.

Bill Gates de SMR reaktörlerin geleceğin enejisine katkı sağlayacağı için, bunlar üzerindeki bilimsel araştırmaları sürdürüyor. Bill Gates bilinen uranyumlu ve su soğutmalı reaktörlerin yanı sıra, su yerine sıvı sodyum soğutmalı reaktörlerin de kullanımını öngörüyor. Sodyumun kaynama noktasının su’dan 8 kat fazla olması ve reaktör kalbi çevresinde sürekli pompalanmaya gerek olmaması da büyük avantaj /4/

Microsoft Şirketinin de tüm büro ve data merkezlerinde gelecekte, geliştirilmiş SMR kullanma kararı aldığı açıklandı /5/.

Not: Bu yazımız HBT dergisinin Aralık 2023 sayısında yayımlanmıştır.

Kaynaklar

1. IAEA web sitesi
2. <https://www.energy.gov/ne/articles/commercializing-advanced-nuclear-reactors-explained-five-charts>
3. <https://www.idtechex.com/en/research-report/nuclear-small-modular-reactors-smrs-2023-2043/934>
4. <https://abcnews.go.com>
5. <https://www.theverge.com/2023/9/26/23889956/microsoft-next-generation-nuclear-energy-smr-job-hiring>

¹ : 1 MW = 1 MegaWatt= 1 Milyon Watt = 10.000 adet 100 Watt'lık ampül gücünde

10 MW'lık bir SMR 100.000 adet 100 Watt'lık elektrik ampulü gücünde.