

Nükleer Mikroreaktörler: Küçük Ölçekli Enerji Devrimi

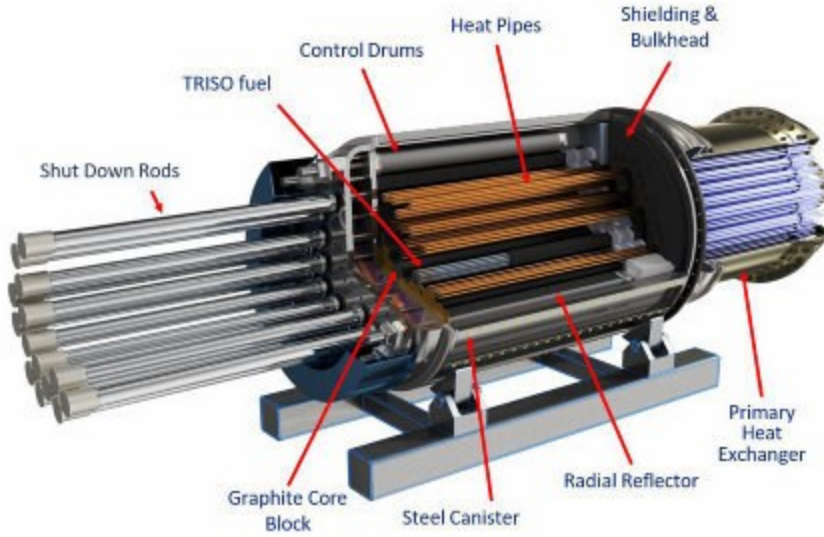
Özetleyerek ve yorumlayarak hazırlayan/1,2/: Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi, Almanya, ybatakan4@gmail.com, 18.01.2025

Westinghouse ve Radiant, dünyanın en küçük ve en yenilikçi nükleer reaktörlerinden bazılarını geliştirmekte önemli bir aşamaya ulaştı. Her iki şirket, ABD Enerji Bakanlığı'ndan (DOE) kritik bir finansman aldı: **Westinghouse eVinci mikroreaktörü için 3 milyon dolar, Radiant ise Kaleidos mikroreaktörü için 2 milyon dolar destek aldı.** Bu finansman, Idaho Ulusal Laboratuvarı'nda inşa edilen ve 2026 yılında tamamlanması beklenen Mikroreaktör Deneyleri Gösterimi (DOE) test alanında gerçekleştirilecek deneyler için hazırlık yapılmasına olanak sağlayacak.

Yorum: Buradan görüldüğü gibi ABD'de devlet ve şirketler iş birliği içinde olup ARGE çalışmalarını devlet desteklemekte tereddüt etmiyor (Y.Atakan).

Mikroreaktörler nasıl çalışır? Mikroreaktörlerin Teknik Özellikleri ve Avantajları

Mikroreaktörler ile, adlarından da anlaşılacağı gibi bilinen büyük nükleer reaktörlerden çok daha az enerji üretiliyor. 50 megawatt veya daha az enerji üreten bu reaktörler, tam ölçekli santrallerin 1000 Megawattlık gücüyle karşılaştırıldığında küçük modüler yapıdadır. Böylelikle, güvenilir enerji sağlanması ve su bazlı soğutma sistemlerine gerek kalmayan tasarımlarıyla, uzak bölgeler ve altyapının sınırlı olduğu yerler için çekici bir enerji kaynağı olmaktadır.



Westinghouse'un eVinci mikroreaktörü ve Radiant'ın Kaleidos reaktörü, DOE tarafından dünyanın en güvenli nükleer yakıtı olarak tanımlanan tristructural isotropic (TRISO) yakıt tanecikleriyle çalışıyor. Bu küçük, haşhaş tohumu büyüklüğündeki tanecikler, aşırı sıcaklıklara dayanıklı karbon ve seramik katmanlarla kaplanmıştır. **eVinci, pasif bir ısı borusu sistemi ile soğutulurken, Kaleidos helyum gazı soğutma mekanizması kullanıyor.**

Westinghouse Çözümü

eVinci™ Mikroreaktör, aktif nükleer araştırma olanakları sunarken maliyet açısından rekabetçi, esnek ve dayanıklı bir güç ve ısı kaynağı sağlar. eVinci'nin küçük boyutu, esnek taşınabilirlik ve hızlı sahada kurulum imkanı sunar. Westinghouse, yeni teknolojiyi 60 yılı aşkın nükleer tasarım ve mühendislik deneyimiyle birleştirerek araştırma uygulamalarını destekler.

Özellikler özetle:

5 MWe ve 6 MWth güç ile 150°C’de çalışır

8+ yıl yakıt ömrü (bilinen bugünkü reaktörlerde ortalama 1,5 yıl)

Mevcut şebeke ile sorunsuz uyum

Kompakt, fabrikada üretilmiş tasarım sayesinde hızlı ve esnek kurulum

Çalışma güvenliği için yerinde kalan kapatma çubukları ve ek özel koruma

Yüksek koruma ve güvenlik tasarımı olanağıyla, bakım ve onarım için reaktöre erişim sağlanabilir

Reaktör, güç ve ısı üretimine tam operasyonel durumda devam ederken aynı zamanda araştırma reaktörü hizmetleri de sunabilir.

eVinci mikoreaktörünün temel avantajları, **gelişmiş ısı borusu teknolojisine** dayanmaktadır. Isı boruları, pasif ısı transferini mümkün kılarak zorunlu akışlı reaktör soğutma sisteminin karmaşıklığını ortadan kaldırır. Westinghouse, tam otonom çalışmayı ve uzaktan izlemeyi destekleme yeteneğini sağlamak için on yıllara dayanan nükleer alet ve kontrol deneyiminden yararlanmaktadır.

Yorum: Gelişmiş ısı borusu teknolojisi nasıl çalışır, su kullanılmayan bu reaktör tipinde ısı enerjisi reaktörden borulardaki havayla mı transfer edilip, sonunda elektrik elde edilecek açıklanmıyor? (Y.Atakan)

Mikoreaktörler, taşınabilirliği, hızlı konuşlanma olanağı ve güvenilir sıfır karbon enerji üretimiyle eşsiz bir seçenek sunuyor. Mikoreaktörlerin, sürekli yakıt sağlanması ve şarj gerektiren dizel jeneratörlere ve bataryalara göre önemli avantajları bulunuyor. Bu taşınabilir reaktörler, temiz enerji çözümü, kasırga bölgelerindeki felaket kurtarma çalışmalarını devrimleştirebilir ve askeri üslerin yeniden destek çabalarını güçlendirebilir.

Mikoreaktörlerin yakıt döngüsü, her 1,5 ila 2 yılda bir yeniden yakıt doldurulması gereken geleneksel nükleer reaktörlerden daha uzun sürer. eVinci, 8 yıl boyunca 5 MW güçte çalışarak enerji üretmek için tasarlanmıştır. Kaleidos ise 1,2 MW güçte enerji çıkışını 5 veya daha fazla yıl boyunca sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Mikoreaktörlerin en büyük avantajlarından biri taşınabilirliği ve hızlı devreye alınabilmeleridir.

Enerji altyapısının olmadığı kırsal bölgeler, askeri üsler, madencilik operasyonları ve hatta Ay gibi gelecekteki uzay yerleşimlerinde kullanılabilecek şekilde tasarlanan bu reaktörler, düşük karbonlu ve güvenilir enerji sağlamalarıyla dikkat çekmektedir. Örneğin, eVinci mikoreaktörü 8 yıl boyunca kesintisiz 5 MW enerji üretme kapasitesine sahiptir ve bu da dizel jeneratörlere kıyasla büyük bir avantaj sunar.

Karayıkım (Felaket) Yönetiminde Mikoreaktörlerin işlevi (rolü)

Mikoreaktörlerin sağlayabileceği avantajlar arasında karayıkım sonrası enerji tedariki öne çıkıyor. 2012’de Nome, Alaska’da yaşanan bir fırtınanın ardından, yerel dizel santrali için yakıt sağlanamaması büyük bir krize yol açmıştı. Bir mikoreaktör bu durumda dizel santralinin yerini kolayca alabilir ve kesintisiz enerji sağlayabilirdi. Westinghouse’un başkan yardımcısı Leah Crider, eVinci’yi “yakıt değiştirmeden 8 yıl boyunca enerji sağlayabilen bir pil” olarak tanımlıyor ve bu teknolojinin oyun değiştirici bir seçenek olduğunu vurguluyor.

Düzenleme, onaylama süreci ve amaç?

Westinghouse, mikoreaktörlerinin düzenleme ve onaylama sürecinde önemli ilerlemeler olmuştur. Şirket, ABD Nükleer Düzenleme Komisyonu’ndan (NRC) tasarım kriterleri ve kontrol sistemleri için

onay almayı başaran ilk geliştirici olmuştur. Bu gelişme, reaktörlerin onaylanma (lisanslama) sürecine önemli bir temel oluşturuyor.

eVinci'nin modüler yapısı, fabrikada monte edildikten sonra konteynerlerle taşınmasını olası kılmaktadır. Westinghouse, bunu Pittsburgh yakınlarındaki yeni tesisinde denedi. Ayrıca, şirketin Kanada Saskatchewan Araştırma Konseyi ile yaptığı iş birliği, mikroreaktörlerin ticari kullanım potansiyelini göstermektedir. **Westinghouse, gelecekte yüzer nükleer santraller ve Ay üsleri gibi yenilikçi uygulamaları da araştırmaktadır.**

Sonuç ve Gelecekteki Durum

Westinghouse ve Radiant, mikroreaktör teknolojisini 2030 yılına kadar ticarileştirmeyi öngörmektedirler. Bunun için NRC'den onay (lisans) alma süreçlerini tamamlamaları gerekecek. Bu sırada, Idaho'daki DOME test alanında yapılacak deneyler, mikroreaktörlerin güvenliği ve işleme (operasyonel) verimliliğiyle ilgili önemli veriler sağlayacaktır. Mikroreaktörlerin sunduğu esneklik, taşınabilirlik ve sıfır karbon enerji üretimi, onları hem bugünkü hem de gelecekteki enerji gereksinimi için ideal bir çözüm durumuna getirmektedir.

Bu yenilikçi teknoloji, uzak bölgelerden uzay araştırmalarına kadar geniş bir yelpazede kullanılabilir. Karayıkım (Felaket) yönetimi, askeri üsler ve madencilik çalışmaları (operasyonları) gibi zorlu alanlarda dizel jeneratörlere göre daha sürdürülebilir ve verimli bir seçenek sunan mikroreaktörler, enerji sektöründe devrim yaratma gücündedir.

Yorum: Bu mikroreaktörlerin 2030'dan sonra Dünya'da çok sayıda işletilmesi bekleniyor. Henüz ARGE sürecinde olan bu reaktörlerin tam olarak başlangıçtan sonunda elektrik üretecek şekilde çalışmalarını kapsayacak teknik ayrıntıları şekilleriyle birlikte henüz hazırlanıp yayınlanmış değil. Ayrıca gerek nükleer gerekse radyasyon güvenliğinin sağlanması araştırılıp yayınlandığında güvenilirlikleri daha iyi anlaşılacaktır. Bu reaktörlerin ancak ABD Nükleer Düzenleme Kurulu'nun (NRC) onayını aldıktan sonra piyasaya çıkacakları beklenmelidir (Y.Atakan).

Kaynaklar

1. Two Nuclear Microreactors Reach Milestone

Westinghouse and Radiant are developing some of the world's smallest reactors

Shannon Cuthrell 09 Jan 2025

2. <https://westinghousenuclear.com/data-sheet-library/evinci-microreactor-the-next-generation-nuclear-research-reactor/>