



İÇİNDEKİLER

[İçeriklere geri dön](#)

ROSATOM HABERLERİ

[Rusya, Radyofarmasötik Yelpazesini Genişletiyor](#)

[İşbirliği İzotopu](#)

REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[Su Kadar Doğal](#)

TRENDLER

[Yeni Olması Gelişmiş Olduğu Anlamına Gelmez](#)

TÜRKİYE

[Dayanıklılık Ön Planda](#)



Rusya, Radyofarmasötik Yelpazesini Genişletiyor

Geçtiğimiz mart ayında Rosatom tarafından Bolivya’da inşa edilen radyofarmasötik üretim kompleksi, Bolivya hastanelerine florodeoksiglikoz tedarikine başladı. Rosatom temsilcileri, Güney Afrika’da, Rusya’da halihazırda kanser tedavisinde kullanılan

aktinyum-225’i anlattılar. Bu bölümde, Rosatom’un küresel radyofarmasötik pazarındaki başarılarına değindik.

Radyofarmasötik bağımsızlığı yakında

Rusatom Overseas Başkanı Evgeny Pakermanov, “**Florodeoksiglikoz haklı olarak ‘yüzyılın molekülü’ olarak adlandırılıyor. Bu madde, genellikle bilgisayar tomografisi veya manyetik rezonans (MR) görüntüleme ile birlikte vücut organlarının ve dokularının pozitron emisyon tomografisi (PET) taramasında kullanılıyor**” dedi.

Rusatom Overseas, Bolivya’nın El Alto



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

şehrinde bir Nükleer Araştırma ve Teknoloji Merkezi (NRTC) inşa ediyor. NRTC tesislerinden biri, radyoizotopları (örneğin florin-18) ve radyofarmasötikleri (örneğin florodeoksiglikoz) üretmek için tasarlanmış bir siklotron olma özelliği taşıyor.

Florodeoksiglukoz, intravenöz olarak uygulanan steril, berrak bir çözeltilidir. Doğal glikoza benzer ve radyoizotop florin-18 ile işaretlenmiş bir molekülü incelenen alana iletmek için kullanılır. Radyoizotop vücuda girdikten sonra tıpkı bir el feneri gibi glikoz emiliminin fazla yoğun olduğu oluşumların aydınlatılmasını sağlar. Söz konusu çözelti, metabolik olarak sağlıklı hücrelerden daha aktif olan kötü huylu hücreleri işaret eder. Normalin dışında düşük glikoz birikimi, örneğin bir kalp krizinden sonra meydana gelen yara oluşumunun bir göstergesidir.

Radyolog, hasta tomografi cihazının içindeyken bilgisayar ekranında parlak, karanlık ve normal alanları görür. Kullanılan bu yöntem sayesinde, çapı 4-5 mm kadar küçük olan patolojik odak noktaları tespit edilir. Bu hassas ölçüm, hastanın tedavi sonrası takip başarısı açısından büyük öneme sahip.

Üretimin başlaması dolayısıyla düzenlenen törende konuşan Bolivya Devlet Başkanı Luis Alberto Arce Catacora şunları söyledi: **“Artık sadece en gelişmiş altyapıya sahip bir nükleer tıp merkezine sahip olmakla kalmıyor, kanser teşhisi için bugüne kadar ithal etmek zorunda kaldığımız radyofarmasötikleri de kendimiz üretebiliyoruz. Şu anda Bolivya o kadar ileri teknolojilere sahip ki komşu ülkelere radyofarmasötik ihraç etmeyi bile planlayabiliriz. Bundan böyle kanserle daha etkin şekilde mücadele edebileceğiz!”**

NRTC’de üretilmesi planlanan radyofarmasötik yelpazesi genişletilecek. Evgeny Pakermanov,



konuya ilişkin olarak, **“Üç tıbbi radyoizotop üretim testini daha gerçekleştirdik. Böylece ticari olarak bunlara dayalı bir dizi radyofarmasötik üretme olasılığını doğruladık. Karbon-11, beyin tümörlerini, teknesyum-99m karaciğer ve beyindeki tümörlerini tespit etmek ve iyot-123 da tiroid bezi için kullanılır. Bir lansman yaptık, şimdi sırayı hangi radyofarmasötiğin alacağını göreceğiz, buna müşteri karar verecek”** dedi.

NRTC’nin yılda 500’den fazla teşhis çalışması yapılmasına yetecek kadar radyofarmasötik üretmesi planlanıyor. Gelecekte Bolivya’daki üç nükleer tıp merkezi tamamen ülkede üretilen radyofarmasötiklere sahip olacak.

Bir başka NRTC tesisi olan ve günlük kapasitesi 70 tonu bulan Çok Amaçlı Gama Işınlama Merkezi (MIC), farklı türde ürünlerin ışınlandığı test partilerini test ederek örnek imalat yapıyor. Evgeny Pakermanov, **“MIC’i yıl sonuna kadar müşteriye teslim etmeye hazırlanıyoruz. Merkezin kalan tesislerinin de yakında hizmete alınması planlanıyor. Merkezde hangi ürünlerin ve malların işleneceğine dair karar elbette müşteriye aittir”** dedi. Uluslararası tecrübeler, bu ürünlerin tahıl ürünleri, sebze, meyve, kozmetik ve tıbbi



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

malzemeler olabileceğini gösteriyor.

Radyobioloji ve radyoekoloji laboratuvarları ile 200 kw ısıl güce sahip su soğutmalı ve su kullanımlı havuz tipi araştırma reaktöründen oluşan üçüncü ve dördüncü NRTC tesislerinin inşaa faaliyetleri devam ediyor, tesislerin 2025 yılında devreye alınması planlanıyor.

Aktinyum-225 ile tanışma

Rosatom, ürettiği radyofarmasötiklerin yelpazesini genişletiyor. Bunlardan en ilginç olanı ise aktinyum-225. Aktinyum-225 radyoizotopu, öncelikle prostat bezinin ameliyat edilemeyen metastatik kanserinin tedavisinde kullanılıyor.

Geçtiğimiz şubat ayının sonu ve mart ayının başında, Rosatom'un izotop tedarikçisi İzotop ile Rosatom'un tıbbi izotop üreticilerinden biri olan Fizik ve Güç Mühendisliği Enstitüsü (IPPE) temsilcileri, Güney Afrika'nın Cape Town kentinde düzenlenen 12'nci Uluslararası Hedefe Yönelik Alfa Tedavisi Sempozyumu'nda sunum yaptılar. Temsilciler, katılımcılara aktinyum-225 bazlı ilaçların klinik deneylerindeki trendler ve IPPE'nin izotop üretiminin önemli ölçüde artırılmasını sağlayan üretim optimizasyonu hakkında bilgi verdiler.

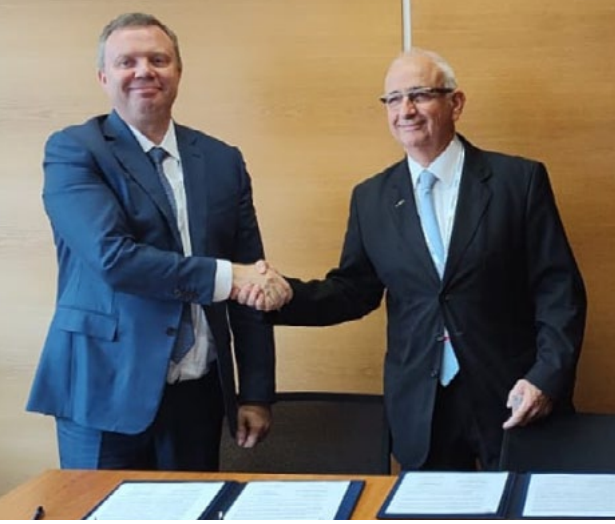
Izotop Pazarlama Başkanı Olga Walsdorf, konuya ilişkin şunları kaydetti: **“Aktinyum-225, günümüzde alfa partikül yayıcılar arasında tercih edilen bir radyofarmasötiktir. Rus nükleer şirketi, dünya çapında ilk 3 aktinyum-225 tedarikçisinden biri olma özelliği taşıırken, bu alandaki üretimini genişletmeyi planlıyor. Yaptığımız sunumda bu gerçeğin altını çizmek, aktinyum-225'in üretim ve tedarikindeki başarımızı paylaşmak, aktinyum-225'in Rusya ve dünya genelindeki tüketiminin gelişimine katkıda bulunmak bizim için önemliydi.”**

Olga Walsdorf, dünyanın her yerindeki birçok tıp kurumunun aktinyum-225 radyonüklidini yalnızca belirli hastalıkların tedavisi için kullandığını ve potansiyel kullanımına dair hiçbir fikirlerinin olmadığını söylüyor. Bu konuyu kapsamlı bir şekilde inceleyen Rosatom, uluslararası uygulamaları tutarlı bir şekilde analiz ediyor. Analiz, satışların artmasına ve potansiyel aktinyum-225 alıcılarına radyofarmasötiklerin diğer uygulama alanları konusunda tavsiyelerde bulunulmasını sağlıyor. Olga Walsdorf, **“Ne kadar çok uygulama alanı olursa ve ne kadar çok klinik deney yapılırsa, aktinyum-225 için o kadar sürdürülebilir talep garanti edilir”** dedi.

Terra Power, Cardinal Health ve Northstar gibi birçok Amerikalı şirket aktinyum-225 üretimine yatırım yapıyor. Çoğunlukla bilim dünyasının ilgi gösterdiği sempozyuma Bayer, Curium, Cardinal Health ve Siemens gibi büyük firmaların temsilcilerinin de katıldığını belirtmekte fayda var. Olga Walsdorf konuya ilişkin olarak, **“Kulağa çelişkili gelebilir ancak rakiplerimizin hırsından yararlanıyoruz çünkü onların faaliyetleri tüketici ortamını şekillendiriyor ve izotopu popüler hale getiriyor. Yedek sarf malzemeleri için bile aktinyum-225'imizi satın alabilirler”** dedi.



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

İşbirliği İzotopu

Rosatom'a bağlı TVEL Yakıt Şirketi'nin iştiraki Novosibirsk Kimyasal Konsantre Tesisi (NCCP), Brezilya şirketi Electronuclear'a Angra NGS reaktörlerinin soğutma sistemi için Lityum-7 hidroksit tedarik edecek. Söz konusu tedarik sayesinde Brezilya ve Rus nükleer şirketleri arasındaki iş birliği alanı da genişlemiş olacak.

Membranlar için izotop

Lityum-7 hidroksit (bundan böyle lityum-7 olarak anılacaktır), lityum izotoplarının toplamına göre (spesifikasyonlara bağlı olarak) %99,95 ile %99,99 arasında değişen, lityumun atomik fraksiyonuna sahip açık renkli, ince kristalli bir madde olma özelliği taşıyor. Kimyasını ayarlamak için basınçlı su reaktörlerinin birincil soğutucusuna lityum-7 ekleniyor. Lityum-7 aynı zamanda, basınçlı su reaktörleri için soğutma sıvısını arıtmak için kullanılan reaktör kalitesinde iyon değişim membranlarının hazırlanması için gerekli olan ana bileşen.

Rusatom Uluslararası Ağı (RIN), lityum-7 tedarikine yönelik sözleşme kapsamında teklif

vermeye başladı. Rosatom'un bir parçası olan şirket, Rosatom'un menfaatlerini uluslararası pazarlarda temsil ediyor. Rosatom Latin Amerika İş Geliştirme Direktörü Gonçalo Castillo, konuyla ilgili olarak şöyle konuştu: **"Bu iş fırsatı, lityum-7'nin tanıtılmasına yönelik çalışmalarımızın ürünü. Brezilya'nın nükleer enerji kurumu Eletronuclear ile temasa geçtik ve yeni ürünümüzü tanıttık. Ardından, Euronuclear'ın mevcut tedarikçileriyle bir tedarik ihalesine katılmaya davet edildik. Rosatom Latin Amerika ve Rusatom Uluslararası Ağ merkez ofisi arasındaki koordineli ekip çalışması, ihaleyi kazanmamıza yardımcı oldu."** Brezilya'ya 100 kilogramdan fazla lityum-7 sevk edilmesi planlanıyor. Sözleşmenin kısa süre içinde imzalanması ve sevkiyatın bu yıl içerisinde tamamlanması bekleniyor.

TVEL Özel Kimyasallar İş Birimi Direktörü Mikhail Metelkin ise şunları kaydetti: **"Rosatom'un yakıt birimi, küresel lityum ürünleri pazarında liderlerden biridir ve güvenilir bir tedarikçidir. Novosibirsk Kimyasal Konsantre Tesisinin, çeşitli lityum bileşiklerinin üretiminde 60 yılı aşkın deneyimi bulunmaktadır. Şirket, müşteri gereksinimlerine uygun olarak yüksek derecede kimyasal saflık sağlayan modern ve yüksek teknoloji bir üretim tesisine sahiptir."**

İşbirliğinin zenginleştirilmesi

Lityum-7 tedariki, Rosatom'un Brezilya nükleer sektörü ile iş birliğinin genişlemesini sağlıyor.

Geçen aralık ayında, Rosatom'un bünyesindeki TENEX A.Ş'nin iştiraki olan Internexco GmbH, ve Brezilya devlet şirketi Industrias Nucleares do Brasil (INB), 2023-2027'de Angra NGS'ye zenginleştirilmiş uranyumun tamamını tedarik etmek için bir sözleşmeye imza attı.



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Sözleşme, Ağustos 2022'de düzenlenen ve Internexco GmbH tarafından kazanılan uluslararası düzeydeki kamu ihalesinin ardından imzalandı. Rosatom'un zenginleştirilmiş uranyum ürünlerinin tedarikine yönelik ilk uzun vadeli bu sözleşme, 2019'da imzalanan niyet anlaşmasının da bir meyvesi olma niteliğine sahip. Sözleşme kapsamında nükleer yakıt çevrimi segmentinde ortak projelerin uygulanması planlanıyor.

Öte yandan, lityum-7 tedariki, izotop ürünleri segmentindeki iş birliğini de genişletiyor. Rus nükleer şirketinin halihazırda Brezilya'nın tıbbi izotop talebinin %50'sini karşıladığı ve ülkenin nükleer tıp için izotop ürünlerinin en büyük tedarikçilerinden biri olduğunu da hatırlatmakta fayda var.

Sonraki adımlar

Rosatom, Eylül 2022'de Brezilyalı holding şirketi ENBPar ile bir mutabakat zaptı imzaladı. Angra Nükleer Güç Santrali'nin işletilmesini denetleyen ve hidroelektrik projeler yürüten Eletronuclear nükleer kuruluşu aracılığıyla hareket eden şirket, uranyum madenciliği ve nükleer yakıt üretimi konularında da adım atmayı planlıyor.

Söz konusu mutabakat zaptı kapsamında ENBPar ve Rosatom arasında nükleer enerji santrallerinin inşası ve işletilmesi ile nükleer yakıt çevrimi alanında iş birliği öngörülüyor. Bununla birlikte, taraflar, nükleer sanayi için hizmet ve ürün tedarikinde uzmanlaşmış şirketler grubu oluşturmak ve hidroelektrik santrallerin işletilmesi, onarımı ve modernizasyonu ile kamuoyunu bilinçlendirme çabalarını birleştirmek için teknoloji transferi konusunda da anlaşmaya vardılar. Brezilya şirketi ENBPar Genel Müdürü Ney Zanella dos Santos, "**Rosatom'un tecrübelerinden yararlanmak, nükleer enerjide uçtan uca**

Rosatom International Network, Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu Rosatom'u yurt dışında temsil ediyor. 14 yabancı bölge merkezi, ülke ofisi ve iş temsilcisi-nden oluşan RIN, Rus nükleer endüstri kuruluşlarının dünyanın dört bir yanındaki ortaklarıyla verimli bir şekilde etkileşim kurmasına ve modern bir teknoloji liderinin en yüksek uluslararası faaliyet standartlarını karşılamasına olanak tanıyor.

TechSnabExport (TENEX), nükleer yakıt çevrimi ürünleri ve hizmetleri sağlayan bir Rosatom şirkettir. Uranyum üretimi, Rus uranyum ürünlerinin uluslararası tedariki, nükleer yakıt çevriminin son aşamasına yönelik hizmetler ve lojistik şirketin ana faaliyet alanlarıdır. TENEX ayrıca lityum madenciliği ve biyoyakıt üretimi ile de ilgileniyor.

üretim döngüsü hakkında daha fazla bilgi edinmek ve Brezilya'daki en iyi uygulamaları hayata geçirmek istiyoruz" ifadelerini kullandı.

Rosatom ve ENBPar iş birliği kapsamındaki faaliyetlerine geçen yılın kasım ayında da devam etti. ATOMEXPO-2022 Forumu'nda söz alan Ney Zanella dos Santos, küçük modüler reaktörlerin Brezilya'nın ücra bölgelerinde yaygın olarak kullanılabileceğini söyledi. Brezilya, Angra NGS'nin üçüncü ünitesini tamamlamayı (2027'de devreye alınması öngörülüyor) ve yeni üniteler inşa etmeyi planlıyor. Brezilya'nın önümüzdeki 30 yıl içinde 10 GW'lık bir nükleer kapasiteyi daha devreye alması bekleniyor.

Gonçalo Castillo, "**Eletronuclear bizi, Angra 1 ve Angra 2 için bakım hizmetlerine yönelik ihale kapsamında bir pazar araştırmasına katılmaya davet etti"** dedi. ^{NL}

[Bölümün başına](#)



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)



400 MW'a çıkarılabileceğini gösteriyor. Bu durum, müşterilerin gereksinimlerinin kolayca karşılanmasını sağlar.

Entegre modelin avantajları

Reaktörün entegre modeli, ihtiyaç duyulan ekipman listesini ve nükleer adanın boyutlarını düşürürken, büyük çaplı boruları da devre dışı bırakır. VVER-I tipi reaktördeki en büyük yüksek basınçlı soğutma sıvısı borusunun çapı 100 mm'den azdır. Bu sayede daha az güvenlik sistemine ihtiyaç duyulurken, bunların tümü pasif olabilir, bu ise yeni reaktörün tartışılmaz bir başka avantajı özelliği taşıyor. Tasarımı, insan tetiklemeli herhangi bir aktif güvenlik sistemi sağlamaz.

Modülerlik ilkesi tüm reaktör için geçerlidir. RPV, bakımı, onarımı ve hatta gerektiğinde değiştirilmesi kolay yedi modüler buhar jeneratörüne sahiptir. Reaktörün kendisi de modüler olup bu sayede iki veya üç reaktör tek bir koruma binasına yerleştirilebilir.

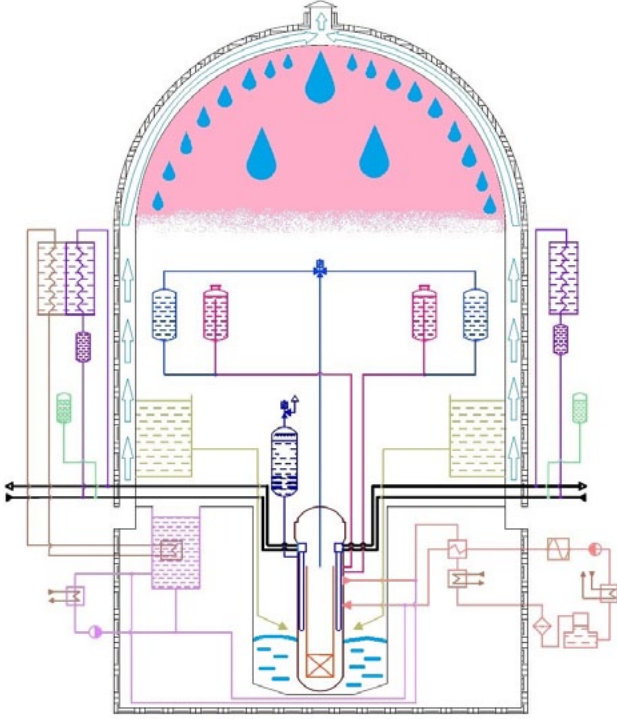
Doğal sirkülasyonun avantajları

VVER tipi reaktörler, doğal sirkülasyon modundayken nominal güçlerinin %10'undan fazlasını, bir başka ifadeyle yaklaşık 300 MW termal güç üretebilir. Bu durum testlerle onaylanmıştır. Bunu dikkate alan mühendisler, sirkülasyon döngüsündeki hidrolik direnci azaltarak ve sürekli doğal sirkülasyon için farklı koşullar yaratarak aynı RPV ile daha fazla güç elde etmeyi planlıyorlar. Bu çözümün doğruluğu, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) modellenmesi ile onaylanmıştır. Rosatom iştiraki OKB Hidroress Termal Fizik Bölüm Başkanı Mihail Bykov, konuya ilişkin, **“Aslında sirkülasyon pompalarının RPV'ye nasıl entegre edilebileceğini icat etmeye ve bu pompaları beslemeye veya bakım**



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)



yapmaya gerek yok. Şahsi fikrim, ekipman ne kadar az karmaşık ve tasarımı ne kadar basitse, bir o kadar güvenilir anlamı taşıyor” dedi.

Kanıtlanmış yaklaşım

OKB Hidropress'te mühendislik aşamalarında birçok reaktör tasarım önerisi değerlendirilip analiz edildi. Analizler sonucunda, zamana göre test edilmiş teknolojilerin kullanılmasına karar verildi, ancak yine de birçok yeni çözüm daha üretmeleri gerekiyordu. Mikhail Bykov, konuyla ilgili olarak şunları kaydetti: **“RPV, 1.000 reaktör yılından fazla bir dönemdir faaliyette olan VVER-1000 tipi reaktörlere benziyor. Buhar jeneratörlerini ve kuru buhar üreteci borusunu kaldırmak zorunda kaldık, ancak bu noktada bir çelişki yaşadık: Soğutucu sıvı buhar üretici borusunu yıkamalı mı yoksa tam tersine ikincil döngü gövde tarafında mı düzenlenmeli?**

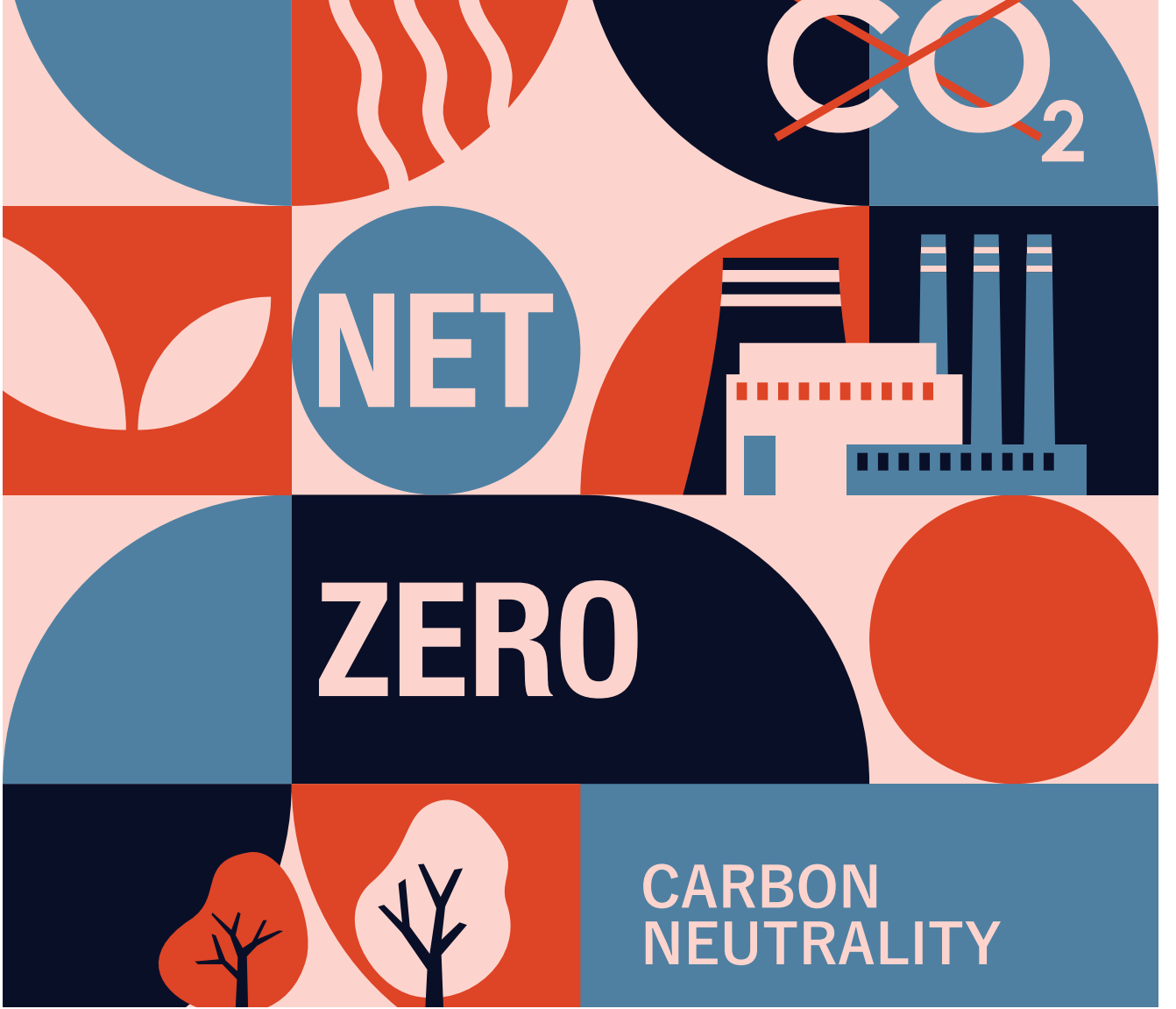
OKB Hidropress, çeşitli tipteki enerji santrallerine yönelik nükleer reaktörlerin tasarım mühendisliği, hesaplama, deneysel testler, araştırma ve geliştirme alanlarında kapsamlı hizmetler veriyor. Şirket ayrıca, tasarlanan ekipmanların kullanım ömrü boyunca mühendislik denetimi hizmeti de sunuyor.

Sürekli doğal sirkülasyonu sağlamak için düşey boru ünitesi nasıl yapılır? Zaman zaman bu tür ikilemler ve sorunlarla karşılaştık. Ve gençlerin en başından beri çalışmalarımıza dahil olması harikaydı.”

Gençler cesur fikirler sunarken, seçenekleri analiz etti ve en iyi çözümleri seçti. Daha tecrübeli arkadaşlar ise gençlere yol gösterdi. Bir VVER-I reaktörü için teknik teklif nihayet bu geliştirme aşamasının gerektirdiğinden daha fazla detaylandırıldı. Ekip, bu belgeye dayanarak, reaktör geliştirme sürecinin bir sonraki aşaması olacak olan VVER-I taslak tasarımı için görev tanımlarını hazırladı.

Taslak tasarım, tüm nükleer santral konseptini ve ihtiyaç duyulan ekipman ve sistemlerin kapsamını elde etmek için baş tasarım yöneticisi ve Ar-Ge sorumlusu ile yakın iş birliği içinde geliştirilecektir. Mikhail Bykov, **“Rosatom'un bu pazar segmentindeki liderliğini daha da güçlendirmek için birlikte, maliyet etkin, uluslararası müşteriler için cazip ve geçerli tüm güvenlik gereklilikleriyle uyumlu VVER-I tabanlı küçük bir nükleer enerji santrali geliştirebileceğimize inanıyorum”** ifadelerini kullandı. 🇺🇸

[Bölümün başına](#)



Yeni Olması Gelişmiş Olduğu Anlamına Gelmez

Avrupa Komisyonu, geçtiğimiz mart ayı ortasında karbondan arındırma hedeflerine yönelik gelişmiş reaktör teknolojilerinin kullanılmasını sağlayan “Net-Sıfır Endüstri Yasası” (NZIA) teklifini sundu. Avrupa’da,

bu tür teknolojiler yenilikçi şirketler tarafından geliştiriliyor. Bu tür şirketlere büyük çaplı yatırımlar yapılıyor olsa da Rosatom’un gelişmiş teknolojilerinin aksine yalnızca kâğıt üzerinde varlıklarını sürdürüyorlar.

Kısmi katılım

Yeni yasa tasarısı, “**AB’de temiz teknolojilerin üretimini artırmayı ve Birliğin temiz enerji geçişi için iyi donanmış olmasını sağlamayı**” amaçlıyor.



TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

Yasa tasarısına göre, karbondan arındırma daha büyük ölçekte güneş pilleri ve güneş termal, kıyı rüzgâr ve açık deniz yenilenebilir enerji, pil ve depolama, ısı pompaları ve jeotermal enerji, elektrolizörler ve yakıt pilleri, biyogaz/biyometan, karbon yakalama, kullanma ve depolama ve şebeke teknolojileri, sürdürülebilir alternatif yakıt teknolojileri, yakıt döngüsünden minimum atıkla nükleer süreçlerden enerji üretmek için ileri teknolojiler, küçük modüler reaktörler ve ilgili sınıfının en iyisi yakıtlar yoluyla sağlanabilir.

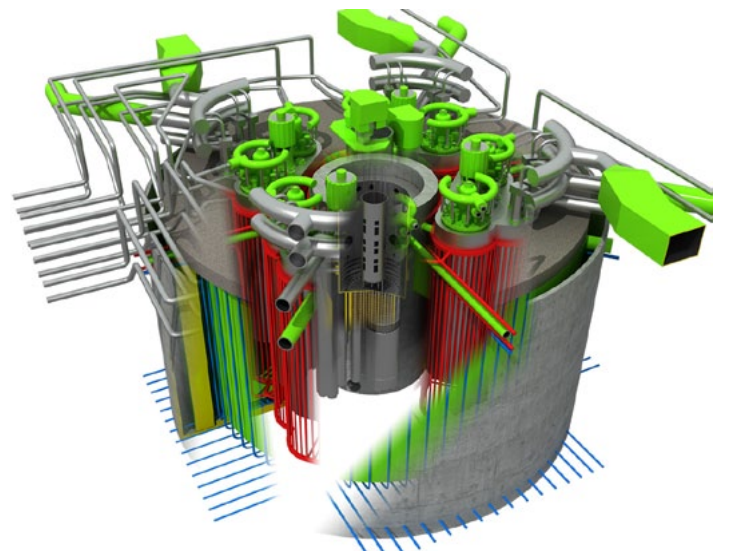
Söz konusu yasa, yeni projeler başlatılırken gereken bürokrasinin azaltılması, zaman çizelgelerinin kısaltılması ve lisans prosedürlerinin hızlandırılmasını hedefliyor. Ayrıca, sıfır emisyonlu teknolojiler için sürdürülebilirlik kriterlerinin kamu ihalelerinde dikkate alınmasını ve böylece gelecekteki satışların garanti altına alınmasını şart koşuyor ve çalışanların niteliklerini iyileştirmek için Net-Sıfır Endüstri Akademilerinin oluşturulması çağrısında bulunuyor.

Bununla birlikte, Brüksel merkezli nükleer enerji endüstrisi ticaret birliği Nucleareurope, nükleer teknolojilerin Avrupa'daki karbondan arındırmaya yönelik gelecekteki katkısının hafife alındığına inanıyor. Dernek, yaptığı açıklamada, Avrupa Komisyonu'nun Net-Sıfır Endüstri Yasası (NZIA) kapsamında Küçük Modüler Reaktörlere (SMR'ler) ve gelişmiş reaktörlere atıfta bulunarak nükleer enerjiyi kısmen dahil etmeye karar verdiğine dikkat çekti. Bu her ne kadar doğru yönde atılmış bir adım olsa da Nucleareurope nükleer sektörü bir bütün olarak dahil ederek ve nükleeri diğer stratejik teknolojilerle aynı şekilde ele alarak çok daha fazlasının başarılacağına inanıyor. Nucleareurope Genel Direktörü Yves Desbazeille, konuya ilişkin, **“NZIA kapsamına nükleerin dahil edilmesiyle**

ilgili tartışmaların çekişmeli olduğunun farkındayız, bu nedenle yasa tasarısında nükleer teknolojilere en azından bir miktar atıfta bulunulması bile olumlu. Ama maalesef bu yeterli değil” dedi.

Nucleareurope tarafından yapılan açıklamada ayrıca, NZIA'nın önümüzdeki yıllarda endüstriyel oyunculara yönelik zemin hazırlayacağı ve enerji geçişi için gerekli olan kilit teknolojiler açısından AB'nin stratejik özerklik derecesini belirleyeceği belirtiliyor. Bu bağlamda nükleer endüstri, 2050 yılına kadar Net-Sıfır hedefine ulaşmak, arz güvenliğini sağlamak, Avrupa'nın dayanıklılığını güçlendirmek ve karşılanabilirlikle mücadele etmek için gerekenleri sağlamaya hazırdır.

Bununla birlikte, görünüme göre Avrupalı yetkililer, yalnızca gelişmiş reaktörlerin ve SMR'lerin, bir başka ifadeyle tamamen yeni projelerin **“arz güvenliğini sağlayabileceğine, Avrupa'nın dayanıklılığını güçlendirebileceğine ve satın alınabilirliğin üstesinden gelebileceğine”** inanıyor.





TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

Yalnızca bu mart ayında, Avrupa’da üç yeni nükleer girişim bildirildi.

Yeni şirketlerde öne çıkanlar: Birleşik Krallık

İtalya’nın en büyük elektrik şirketi Enel, İngiltere merkezli Newcleo teknoloji şirketi tarafından inşa edilecek ilk küçük nükleer enerji santralinde hisse satın alacak. Newcleo, kurşun soğutuculu küçük modüler hızlı nötron reaktörler geliştirmeyi planlıyor. Ancak şirketin internet sitesinde reaktör geliştirmeye yönelik ilerleme hakkında 2022-2023 haberleri yer almıyor. Bilinen tek şey, **“sıvı metal ve özellikle kurşunla ilgili iyi bilinen zorluklara yönelik”** şirketin sunduğu çözümlerin test edilmesi kapsamında 2026 yılında bir elektrikli prototip oluşturulmasının planladığı hususudur. 2030 yılında 30 MW’lık bir mini reaktörün devreye alınması planlanıyor. Şirket aynı zamanda bir MOX yakıt üretim tesisine yatırım yapmayı da planlıyor. 2032’de ise 200 MW’lık kurşun soğutmalı bir SMR inşa edilmesi öngörülmüyor.

Buna karşın Rusya, karışık uranyum plütonyum nitrür yakıtı kullanacak kurşun soğutmalı BREST tipi reaktöre sahip küçük bir nükleer enerji santrali inşa ediyor. Haziran 2021’de BREST tipi bir pilot güç

ünitesinin temeli atıldı. Ünite, Proryv (Atılım) projesinin bir parçası olarak Seversk’te inşa ediliyor. BREST reaktörü ve güç ünitesinin inşası hakkında sonraki sayılarımızdan birinde Reaktör Teknolojileri bölümünde daha ayrıntılı bilgi verilecektir.

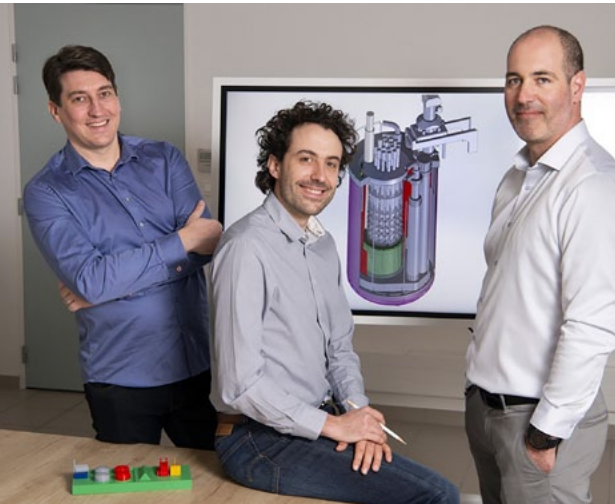
Yeni şirketlerde öne çıkanlar: Fransa

Fransa Alternatif Enerjiler ve Atom Enerjisi Komisyonu (CEA), küçük modüler reaktörler geliştirmek için iki yeni şirket kurdu.

Bu şirketlerden birisi Hexana. Bu yenilikçi şirketin, yüksek sıcaklıklı bir termal enerji depolama ünitesi ile birlikte çalışan küçük bir sodyum soğutmalı hızlı nötron reaktörü geliştirmesi planlanıyor. Santral, her biri 400 MW termal güce sahip iki SMR’ye ve ısıyı elektriğe dönüştürebilen bir termal enerji depolama ünitesine sahip olacak. Reaktörler karışık uranyum plütonyum oksit yakıt kullanacak.

Santralin yükü takip modunda çalışacak şekilde esnek olması (elektrik talebindeki dalgalanmalara göre güç çıkışının ayarlanması) ve gaz yakıtlı santrallerle rekabet edebilmesi gerekiyor. Ayrıca endüstriyel tüketicilere ısı da sağlayabilmelidir.

Rusya’da, sodyum soğutmalı hızlı nötron reaktör teknolojileri, neredeyse nükleer endüstrinin başlangıcından beri çalışılıyor ve geliştiriliyor. Hem araştırma hem de enerji reaktörleri inşa edildi, ancak enerji üretimi segmentinde küçük reaktörler yerine kapasiteleri kademeli olarak 350 MW’tan (BN-350) 800 MW’a (BN-800) yükselen büyük reaktörler daha dikkat çekici olmuştur. Sonraki adımda, 1.200 MW’lık BN-1200 reaktör ünitesinin inşa edilmesi planlanıyor. Çevre çalışmaları, yakındaki uçuş rotalarının analizi, su yönetimi koşullarının





TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

değerlendirilmesi gibi yeni reaktör ünitesi için mühendislik araştırmaları sahada çoktan başladı.

Erimiş klorür reaktörlü bir güç ünitesi geliştiren Stellaria ise bir diğer Fransız girişimi. Bu erimiş tuz reaktörünün termal çıkışı 250 MW ve elektrik çıkışı 100 MW olup çekirdeğinin hacmi 4 metreküptür. Reaktörün uranyum, plütonyum MOX, küçük aktinitler ve toryum dahil olmak üzere farklı yakıt türlerini kullanabileceği öngörülüyor.

Rosatom erimiş tuz reaktörleri de geliştiriyor, ancak bu reaktörler florür kullanıyor. Rosatom iştiraki, Dollezhal Güç Mühendisliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Aralık 2022'de, erimiş tuz araştırma reaktörü (MSRR) için bir taslak tasarım sundu. Bu konuya bültenimizin son sayısında değinmiştik.

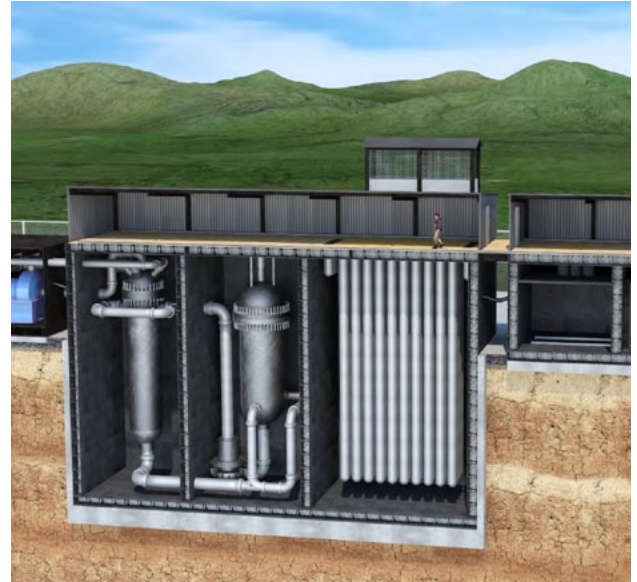
Her iki şirketin de Fransa 2030 kalkınma planı kapsamında Yenilikçi Nükleer Reaktörler yarışmasına katılması bekleniyor. Fransız hükümeti program için 500 milyon avro ayırdı.

Gelişmiş reaktörlerin karmaşıklığı

Avrupa Komisyonu tutumunu değiştirmese, mevcut reaktör teknolojilerini kullanan santrallere yönelik düzenleme, insan kaynağı veya pazarlama desteği verilmeyecek. Bu husus, örneğin, Framatome'un EPR reaktörlü iki güç ünitesi inşa etmeyi planladığı, henüz inşa edilmemiş olan Sizewell C nükleer güç santrali için de geçerlidir. NZIA, Polonya'nın ABD merkezli Westinghouse ile ortaklaşa inşa etmeyi umduğu büyük güç ünitelerini de hariç tutacak.

Fransız ve Birleşik Krallık merkezli bu yenilikçi şirketlere yaptığımız bu hızlı bakış, reaktörlerin gelişimin henüz çok erken aşamada olduğunu gösteriyor. Bu şirketlerin önünde muazzam miktarda malzeme çalışması, hesaplamalar, ayarlamalar, testler ve fizibilite çalışmaları öylece duruyor. Bu husus, zaman ve yetkin profesyonellerin yanı sıra ciddi miktarlarda finansal kaynak anlamında da geliyor.

Öte yandan, özellikle erimiş klorür reaktör projeleri olmak üzere bazı projelerin fizibilitesi şüphe uyandırıyor. Rus mühendisler, cıva gibi yapısal malzemeler üzerinde etkili olduğu için klorürü kullanmayı düşünmüyor. Klorür yapıları





TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

hızla aşındırdığı için bu fikir, SSCB’de nükleer teknoloji gelişiminin henüz çok başlarında iken terk edildi.

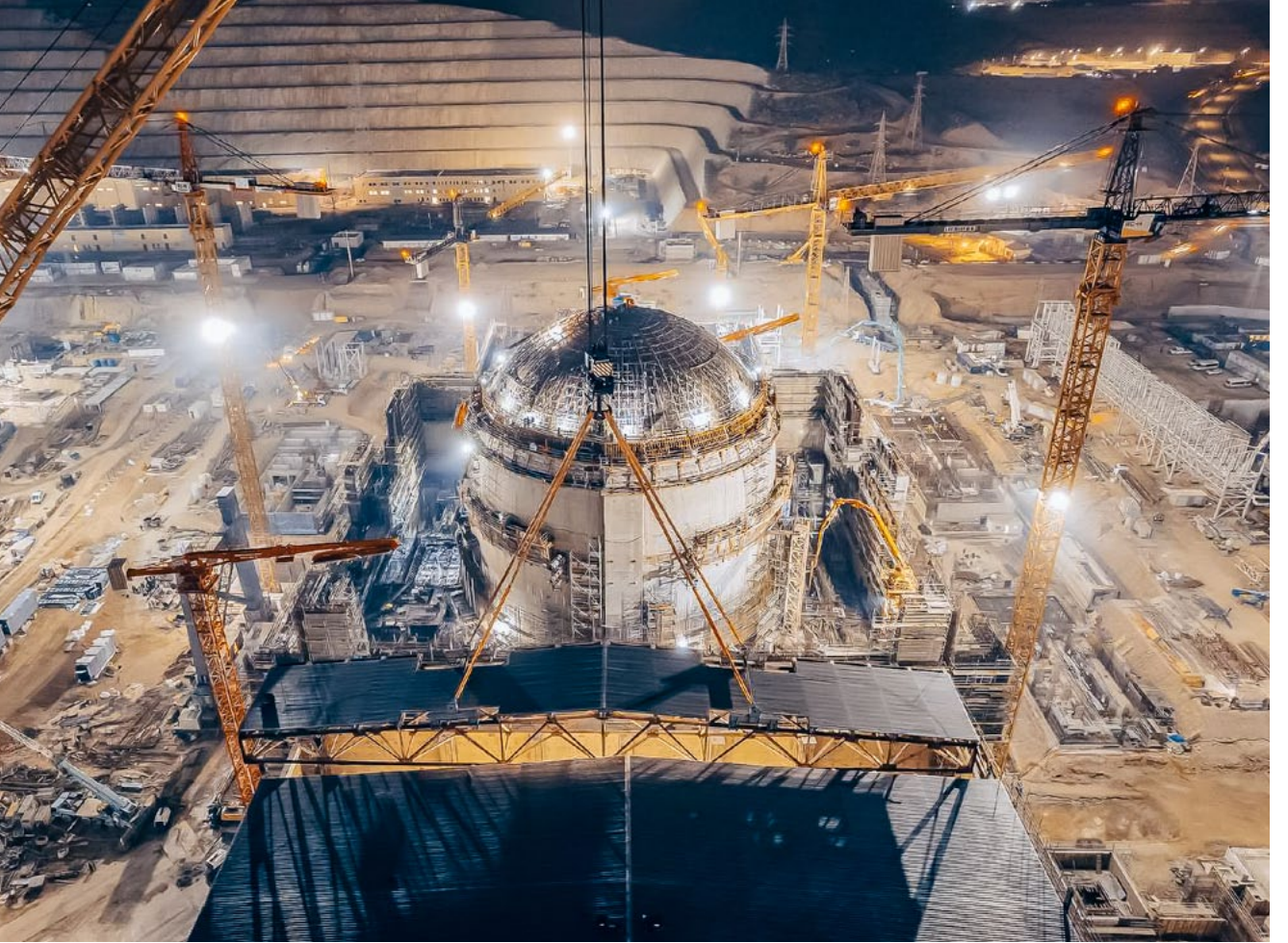
Klorür teknolojisi henüz emekleme aşamasında olduğundan, yatırımcılar yüksek bir harcama ve hatta proje iptali riskiyle karşı karşıya. Örneğin, mart ayında Urenco, **“stratejisi kapsamında gerekli yeniden önceliklendirme nedeniyle”** 4 MW’lık yüksek sıcaklıklı gaz soğutmalı bir mikro reaktör geliştiren U-Battery projesini desteklemeyi bıraktı. ABD merkezli NuScale bir başka örnek olarak verilebilir: CFPP projesinin maliyeti 9.336 milyar ABD dolarına yükseldi ve santralden elde edilen enerji için hedef fiyat, MWh başına 58 ABD doları olan önceki tahminden %53 artışla megavat saat başına 89 ABD doları oldu.

Reaktör teknolojileri geliştirmeli, yeni çözümler aranmalı ve yeni tasarımlar denenmeli ama her yeni projeye de “gelişmiş” teknoloji gözüyle bakılmamalı. “Yeni” demek mutlaka “daha iyi” anlamına gelmez. Bunlar, birbirinin yerine kullanılmamalı ve teknoloji, pazarlama ile karıştırmamalı. Teknolojisi verimliyse ve müşteriler tarafından rağbet görüyorsa, bir reaktör “gelişmiş” reaktör olarak kabul edilebilir.

Dünya Nükleer Haberler (World Nuclear News) internet sitesindeki yayımları analiz ederek, “gelişmiş reaktörlere” yönelik ilk bahislerin 2014 yılına kadar uzandığını ve terimin ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri’nde kullanıldığını gördük. Ağustos ayında, Güney Koreli mühendisler ve Argonne Ulusal Laboratuvarı ortaklaşa bir EBR-II prototip reaktörü geliştirme konusunda anlaşmaya vardılar. Kasım ayında, ABD Enerji Bakanlığı’ndan beş Ar-Ge projesine 13 milyon ABD doları kaynak aktarıldı.

Büyük reaktör segmentinde VVER-1200 ve SMR segmentinde RITM-200 haklı olarak gelişmiş reaktör olarak sayılabilir. VVER-1200 reaktörleri halihazırda üç kıtada inşa ediliyor veya inşa edilmeye hazırlanıyor. Rus nükleer buzkıranlar RITM-200 reaktörleri ile donatılmıştır. Önümüzdeki birkaç yıl içinde, Baimsky GOK madencilik ve işleme tesislerine güç sağlamak için yüzer güç ünitelerine de RITM-200 reaktörlerinin kurulması planlanıyor; bu reaktörlerin kıyı versiyonu Yakutistan’da inşa edilecek. ^{NL}

[Bölümün başına](#)



Dayanıklılık Ön Planda

Türkiye'nin ilk nükleer santralinin inşa faaliyetlerinin devam ettiği şantiye alanında tüm inşaat ve montaj çalışmaları son sürat devam ediyor. Santral hızla büyümeyi sürdürüyor. Uzmanlar, santralin en yüksek güvenlik standartlarına uygun olacağından emin.

Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nin (NGS) 2'nci Güç Ünitesi'nin reaktör binasına, nükleer güç santrallerinin güvenlik sisteminin ana unsurlarından biri olan iç koruma kabuğunun (İKK) dördüncü katmanı nisanda

kuruldu. Reaktör binasının sızdırmazlığı için kullanılan çelik kaplama ve özel betondan oluşan iç koruma kabuğu, reaktör binasının korunmasını sağlarken, boru hattı geçişleri ve kutup vinci için destek görevi görüyor.

Yapım aşamasındaki Akkuyu NGS'nin Genel Müdür Birinci Yardımcısı ve Yapı İşleri Direktörü Sergey Butskikh şunları ifade etti: **“Dördüncü katman silindirik yapıların sonucusudur. Ardından bu yaz kurulması planlanan kubbe kısmı montaj işlemlerine başlanacak. Daha sonra üçüncü ve dördüncü katmanların kaynak işlemlerini yapmayı, taşıma ve personel kilidi unsurları da dahil olmak üzere gömülü parçaları güçlendirmeyi ve monte etmeyi planlıyoruz.”**

Öte yandan, 1'inci Güç Ünitesi'ndeki



TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

katmanın kurulumu 3 ay sürdü. Türbin binasının çatısı, toplam ağırlığı 1100 ton olan dokuz adet genişletilmiş kirişten oluşuyor. Kirişler, şantiyede bu işlem için önceden hazırlanan iki kızak üzerinde paralel olarak birleştirilerek monte edildi. Montaj işlemi sırasında Liebherr ağır paletli vinç kullanıldı.

Sergey Butskikh, konuya ilişkin açıklamasında, **“Türbin binasının çatı kirişlerinin montajı, dikkatli bir hazırlık gerektiren karmaşık ve zaman alıcı bir işlemdir. Her bir kiriş on milimetre hassasiyetle monte ediliyor. Akkuyu inşaat ve montaj ekibi, sıkı programa ve zorlu hava koşullarına rağmen bu görevi başarıyla tamamladı”** dedi.

Akkuyu NGS sahasındaki inşaat ve montaj çalışmaları, dört güç ünitesi, kıyı hidroteknik yapıları, güç dağıtım sistemi, idari binalar, eğitim merkezi ve NGS fiziksel koruma tesisleri olmak üzere ana ve yardımcı tesislerin tümünde devam ediyor.

Rus şirketleri, inşası devam eden santral için gerekli tüm ekipmanları üretiyor. Nisan ayında, Rosatom’un enerji mühendisliği birimi AtomEnergMash’in bir bölümü olan ZiO-Podolsk, Akkuyu NGS’nin 1’inci güç ünitesi için ikinci düşük basınçlı türbin yoğuşturucusu üretti ve sevk etti. Türbin yoğuşturuculardan ilki geçtiğimiz mart ayında sevk edilmişti. Söz konusu yoğuşturucular, ZiO Podolsk tarafından üretilen ekipman arasındaki en gelişmiş parçalar olma özelliği taşıyor. Türbin yoğuşturucuları, birbirine paralel bağlı yatay yüzeyli ısı eşanjörleridir. Ana yoğuşturucu önceden ısıtmak ve gerekli sıcaklıkta tutmak için türbin ana kondansatörünün iletim kanalına monte edilirler.

Mart ayında, Akkuyu NGS’nin yakıt bileşenleri, Rosatom’un yakıt bölümünün bir parçası olan Elemash’ta yapılan kabul



muayenesini geçti. Uranyum dioksit ve gadolinyum oksit içeren ve yakıt düzeneklerinin üretimine yönelik emiciler ve yakıt elementleri kabul muayenesini geçen hususlar. Elemash’ın CEO Yardımcısı Ivan Pchelin, **“Türk nükleer düzenleme kurumunun temsilcileri, Elemash’ın her departmanındaki iyi koordine edilmiş ve profesyonel çalışmalarını övdü”** dedi.

Rusya, Türkiye’nin nükleer endüstri alanında ihtiyaç duyacağı personelin yetiştirilmesine yardım ediyor. Rosatom’un temel üniversitesi Ulusal Nükleer Araştırmalar Üniversitesi (MEPhI), nükleer fizik ve teknoloji alanında üç yıllık bir yüksek lisans programına öğrenci alımı yapacağını ve adayların 1 Nisan tarihine kadar gerekli başvuruları yapmaları gerektiğini duyurdu. Öğrenciler, ilk yıl Rusça teknik ağırlıklı eğitim görecektir, sonraki iki yıl da uzmanlık derslerini alacak.

AKKUYU NÜKLEER A.Ş. Genel Müdürü Anastasia Zoteeva konuya ilişkin olarak şunları söyledi: **“Nükleer enerji alanında yüksek nitelikli Türk uzmanlar yetiştirmek, Akkuyu NGS projesinin önceliklerinden biridir. 300’den fazla genç mühendis Türkiye’nin ilk nükleer santrali sahasında istihdam edildi ve Akkuyu’nun işletme aşamasında kendilerine katkıda bulunacak çok değerli deneyimler kazanıyorlar.”**



TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

Yine nisan ayında AKKUYU NÜKLEER A.Ş., 23 Nisan Ulusal Egemenlik ve Çocuk Bayramı vesilesiyle, 6-16 yaş arası çocuklar için geleneksel bir yaratıcılık yarışması düzenledi. Türkiye çapında düzenlenen yarışmaya Türkiye'nin dört bir yanından çocuklar katıldı. Bu yıl, yarışmada Energetic Century videosu ve Atomic Superhero çizimi dahil olmak üzere yeni kategoriler yer aldı. Kazananlar çeşitli hediyelerle ödüllendirildi.

Türkiye, 11 ili etkileyen depremlerin yaralarını sarmaya devam ediyor. Doğal afetlerin yapım aşamasındaki nükleer santralin faaliyetlerine yönelik potansiyel etkileri Türk kamuoyu nezdinde tartışılmaya devam ediyor. Uzmanlar, Akkuyu NGS'nin olabilecek en güvenli yerde bulunduğundan emin.

Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Sismoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Şakir Şahin, Akkuyu NGS sahasının depremsellik açısından riski az bir bölgede olduğunu belirtti. Şahin, konuya ilişkin, **“Bu bölge, Devoniyen kayalık bölgesinde yer almaktadır. Yani zemini sağlam”** dedi. Şahin, Akkuyu NGS'nin inşa edildiği bölgenin 100 kilometre yarıçapındaki alanda aktif fay hattı bulunmadığının ve santralin tsunamiden etkilenmemesi için deniz

TVEL, Rosatom'un yakıt birimi ve dünyanın en büyük nükleer yakıt tedarikçisidir. Rusya'daki nükleer güç santrallerinin tek yakıt tedarikçisi olan şirket, tüm güç, filo ve araştırma reaktörlerine yakıt temin eder. Dünyadaki 15 ülkede nükleer güç santrallerine ya da dünyadaki her altı güç reaktörüne yakıt tedarik eder.

AtomEnergMash (AEM), Rosatom'un nükleer, termal, petrol, gemi yapımı ve çelik üretim tesisleri için makine ve ekipmanların tasarım, üretim ve tedarikinde kapsamlı çözümler sunan, Rusya'nın en büyük enerji makineleri üreticilerinden biri konumundaki elektrik mühendisliği birimi olarak çalışmalarını yürütüyor.

seviyesinden 10,5 metre yükseklikte inşa edildiğinin de altını çizdi.

Hacettepe Üniversitesi Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Şule Ergün, Rusya tasarımı, 3+ Nesil VVER-1200 reaktörlü nükleer santrallerde güvenliğin her zaman ön planda tutulduğunu hatırlattı. Prof. Dr. Ergün, konuya ilişkin, “Bu nükleer santraller, aktif güvenlik sistemlerinin yanı sıra güçlü bir deprem ve tsunaminin olumsuz sonuçlarına karşı güç kaynağına, operatör müdahalesine veya otomatik koruma sistemlerine ihtiyaç duymayan pasif sistemlerle donatılmıştır. Akkuyu NGS'de gerçekleştirilen yapısal testler ve denetimler, güvenlik gerekliliklerine uygunluğu ve aşırı dış etkilere dayanma kabiliyetini göstermektedir” dedi.

[Bölümün başına](#)