



İÇİNDEKİLER

[İçeriklere geri dön](#)

ROSATOM HABERLERİ

[Belarus'ta İkinci Reaktör Devreye Alınıyor](#)

[Çin'le Ortaklıkların Güçlendirilmesi](#)

REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[SHELF-M Reaktörü: Ayrıntılar](#)

TRENDLER

[Beşi Birlikte Rosatom'a Karşı](#)

TÜRKİYE

[Akkuyu NGS'nin 1'inci Güç Ünitesi'nde Son Aşamaya Gelindi](#)



Belarus'ta İkinci Reaktör Devreye Alınıyor

Belarus Nükleer Güç Santrali'nin 2'nci Ünitesi 13 Mayıs günü devreye alındı ve ülkenin ulusal elektrik şebekesine bağlanarak ilk kilovat-saat elektriği tedarik etti. Ünitenin devreye alınması ile santral UAEK kurallarına göre faaliyette olan bir santral olarak kabul edildi. Söz konusu santral, Rosatom ve Belarus arasında nükleer teknoloji alanındaki iş birliğinin tek örneği değil.

Reaktör şebekeye nominal gücün %40'ı ile bağlanırken, bu kapasite altı gün sonra

%50'ye kadar arttırıldı. Güç ünitesinin reaktör ve türbin bölmelerindeki ana ekipmanın termal performansının tasarım değerlerine uygunluğunu doğrulamak için testler yapılması ve yapılan testlerle ünitenin gücünün kademeli olarak %100'e çıkarılması planlanıyor. Kapasitenin arttırılması sırasında santralde çalışan mühendisler, nükleer ada ve türbin adasının çalışma parametrelerini nominal performansla kıyaslayacak.

Kapasite arttırma işleminin başında açıklama yapan Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev, konuya ilişkin şunları ifade etti: **“Kapasite geliştirme testlerinin başlaması, Belarus NGS'nin tüm inşaat projesinin uygulanmasında son düzlük olarak nitelendirilebilir. Kardeş Belarus'taki ilk nükleer inşaat hem enerji endüstrisinde hem de nükleer tıp ve dijital teknolojilerde dâhil olmak üzere ülke ekonomisinin yeni**



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

alanlarında Rus-Belarus etkileşiminin daha da gelişmesi için temel oluşturdu ve bu alanları tam anlamıyla yeni bir seviyeye yükseltti.”

Rusya ve Belarus, sivil nükleer faaliyetlerin tamamında yakın temas halinde çalışmaya devam ediyor. Rosatom'un yakıt bölümü TVEL, Belarus NGS için yakıt tedarik ediyor. Şu anda santral, her 12 ayda bir kısmi yeniden yükleme ile dört yıllık bir yakıt ikmali döngüsünde çalışıyor. Bununla birlikte, yakıt ikmali aralığının 18 aya uzatılması ihtimali de yüksek. TVEL ve Belarus NGS, işletmeden çıkarma sırasında bilimsel ve teknik destek konusunda da bir anlaşma imzaladı.

Rosatom, Belarus'a nükleer sanayi alanında personel yetiştirme konusunda da destek veriyor. 2023 yılı başı itibariyle, 20'den fazla Belaruslu öğrenci Rosatom'un en önemli üniversitelerine kayıt yaptırdı ve Rus nükleer şirketi tarafından desteklenen nükleer ile ilgili branşlarda uzmanlaştı. 2022/2023 dönemini kapsayan akademik yılda, beş Belaruslu öğrenci daha Rosatom şirketinden burs aldı ve Moskova Ulusal Nükleer Araştırma Üniversitesi (MEPhI) ile Moskova Fizik ve Teknoloji Enstitüsü'ne kayıtlarını yaptırdı. Öğrenciler yeniden eğitim ve ileri eğitim programlarına da katıldı. Bununla beraber, MEPhI ve

Belarus Bilişim ve Radyoelektronik Devlet Üniversitesi ortak yüksek lisans programları sunuyor. Moskova Devlet Üniversitesi Kimya Fakültesi ile Belarus Devlet Üniversitesi arasında ATOMEXPO-2022 forumunda bilim ve eğitim alanında stratejik iş birliği anlaşması imzalanmıştı. Söz konusu iş birliği kapsamında kullanılmış nükleer yakıt yönetimine odaklanan bir müfredat geliştirilmesine öncelik verildiği biliniyor.

Nükleer tıp alanındaki iş birliği de genişlemeye devam ediyor. Geçtiğimiz Mayıs ayında, "Belarus ve Rusya'da Nükleer Tıp: Beklentiler ve Fırsatlar" konulu seminerde Belarus'a tıbbi ekipman ve radyofarmasötik tedarikine yönelik bir anlaşma imzalandı. Seminerde ayrıca kanser tedavi ekipmanları ve radyofarmasötiklerin kullanımına ilişkin bilgiler de verildi.

Nisan ayında Rosatom'a bağlı şirketler, TIBO 2023 forumunda Belaruslu ortaklarla üç anlaşmaya imza attı. Söz konusu anlaşmalardan ilki JET Mühendislik ve Teknik Merkezi ile Belenergo ve BelenergoRemNaladka şirketleri arasında imzalandı. Söz konusu anlaşma kapsamında Belarus'taki elektrik üretim santrallerine tam ölçekli simülasyonlar yerleştirilmesi ve dijital kopyaların teşvik edilmesinin yanı sıra personelin eğitilmesi ve enerji ekipmanlarının işletimi ve bakımı konusunda en iyi uygulamaların hayata geçirilmesi amaçlanıyor.

Rosatom'un bir parçası olan Rusatom Infrastructure Solutions (RIR) şirketi ile Giprosvyaz şirketi arasında imzalanan ikinci anlaşmada ise kentsel çevre, kamu hizmetleri ve ulaşım altyapısı yönetiminin optimize edilmesi ve dijitalleştirilmesi için Akıllı Şehir çözümlerinin geliştirilmesi konuları ele alınıyor. Örneğin Dijital Su Yönetimi sistemi sayesinde su şebekelerindeki kayıpların önüne geçilip elektrik maliyetleri azaltırken aynı zamanda verimlilik de artmış oluyor.



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Belarus heyetinin daha önce Rosatom'a yaptığı ziyarette, 328 şirketten 25 bin kullanıcıyı bir araya getiren Navigator nükleer endüstri yönetim sisteminin çalışma prensibi tanıtılmıştı. Söz konusu yönetim sisteminde ağ modelleri verileri toplayıp işleyerek tahmine dayalı analizler ve tavsiyeler üretiyor.

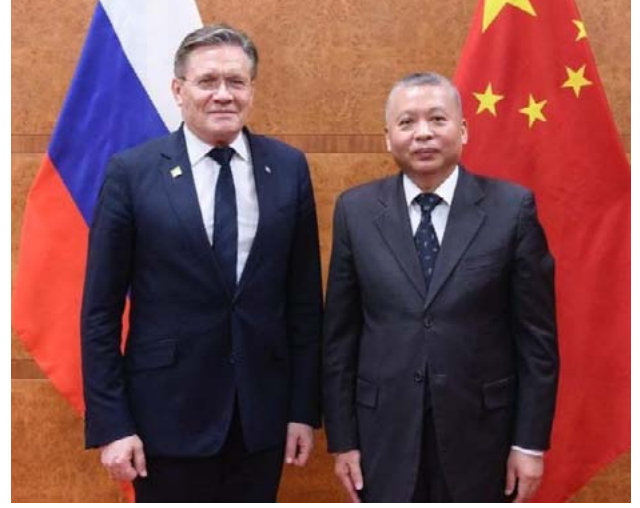
Telekomünikasyon ekipmanı alanında stratejik iş birliği anlaşmasına imza atan santral ekipmanı üreticisi T-Com ve Belaruslu Promsvyaz şirketi, yeni ürün ve çözümler geliştirmeyi ve test etmeyi planlıyor.

Lityum-iyon depolama sistemleri üreticisi RENERA, sabit kullanım için tasarlanan enerji çözümleri için enerji depolama bataryalarının teslimatını görüşüyor. Hâlihazırda RENERA, Belaruslu BKM Holding şirketine, Saint Petersburg merkezli elektrikli nakliye operatörü Gorelectrotrans için Belaruslu şirket tarafından üretilenler de dâhil olmak üzere, seyahat menzili arttırılmış Olgerd trolleybüslerine yönelik enerji depolama bataryaları tedarik ediyor.

Ortak menfaat alanlarından bir diğeri de katkı teknolojisi. Taraflar, Belarus elektrik üretim tesisleri için onarım parçaları oluşturmak üzere üç boyutlu baskı kullanılması olasılığını da değerlendiriyor.

Son olarak Rosatom ve Belarus, Sosny merkezli Ortak Enerji ve Nükleer Araştırma Enstitüsü'nde bir araştırma reaktörü inşa etme olasılıklarını görüşüyor. Bu amaçla hükümetler arası bir anlaşmanın şartları da müzakere ediliyor.

Kasım 2020'de ulusal elektrik şebekesine bağlanan VVER-1200 reaktörlü Belarus NGS'nin 1'inci Ünitesi, 2022 yılında yaklaşık 4,7 milyar kWh elektrik enerjisi üretti.



Çin'le Ortaklıkların Güçlendirilmesi

Rosatom, Çin ile iş dünyasındaki kapsamlı temaslarını sürdürüyor. Rus nükleer şirketi, Nisan ayı sonunda düzenlenen 15'inci Çin Uluslararası Nükleer Enerji Endüstrisi Fuarı – CIENPI 2023'te yeteneklerini sergilerken, bir ay sonra Rusya Başbakanı Mikhail Mishustin'in Çin'e yaptığı resmi ziyarete de katıldı. İki ülke arasındaki nükleer iş birliğinin temel alanları, Çin'de yer alan iki nükleer santraldeki dört Rus tasarımı reaktöre yönelik ekipman yapımı ve üretimini kapsıyor.

Fuardan

Rosatom, CIENPI 2023 fuarında büyük ve küçük nükleer güç santrallerinin tasarımı ve inşasının yanı sıra nükleer yakıt alanında geldiği son teknolojiyi ve çözümlerini sundu. Bu kapsamda Rosatom'un yakıt bölümü TVEL, küresel pazarda orijinal PWR teknolojisinin geliştiricilerinden tamamen



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

bağımsız olan tek nükleer yakıt olma özelliği taşıyan TVS-K yakıt demetini sergiledi.

Fuara katılan ziyaretçiler ayrıca Rosatom'un nükleer işletmeden çıkarma ve radyoaktif atık yönetimine yönelik çözümleri hakkında da bilgi edinme fırsatı buldu. TVEL Hizmetten Çıkarma Programları Direktörü Eduard Nikitin, konuya ilişkin şunları söyledi: **“Rosatom, nükleer yakıt döngüsünün son aşamasının yönetilmesi konusunda zaman içinde kendini kanıtlamış benzersiz çözümlere ve kapsamlı uzmanlığa sahiptir. Çin de nükleer enerji endüstrisinin hızlı büyümesi nedeniyle gelişmiş son aşama teknolojisinin geliştirilmesine özel bir önem veriyor. Son aşama yönetiminde ülkelerimiz arasındaki stratejik iş birliği, küresel nükleer enerji sektörü için uzun vadeli trendleri belirliyor.”**

Ziyaretçiler, faaliyeti devam eden BN-800 hızlı nötron reaktörü ile donatılmış Beloyarsk Nükleer Güç Santrali'ne ev sahipliği yapan Zarechny'deki yakıt demeti fabrikasında sanal bir tura da katıldı. Katılımcılar, interaktif bir uygulama ile VVER-1200 reaktörlerine sahip bir nükleer güç santraline de detaylı şekilde göz atma fırsatı yakaladı. Bunlar, Tianwan ve Xudabao nükleer santrallerinde yapım aşamasında olan dört üniteye kurulacak reaktörler.



Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu Rosatom'un fuardaki standına Çin Atom Enerjisi Kurumu Başkanı Zhang Kejian, UAEK Genel Müdür Yardımcısı Liu Hua, Çin Nükleer Derneği Genel Sekreteri Zhang Thinke ve küresel nükleer endüstrideki diğer şirket ve kuruluşların başkanları katıldı.

Rosatom Kurumsal Gelişim ve Uluslararası Ticaret Departmanı Genel Müdür Yardımcısı Boris Arseev, konuya ilişkin şunları ifade etti: **“Rusya ile Çin arasındaki iş birliği hiç bu kadar yoğun olmadığı gibi, söz konusu iş birliği nükleer enerjinin her alanında ivme kazanmaya da devam ediyor. Rusya yurtdışında nükleer santral inşasında, Çin ise yurtiçinde nükleer reaktör inşasında dünya lideri olma özelliği taşıyor. Rusya ve Çin arasındaki stratejik ortaklığın dünya nükleer enerji endüstrisini temelde yeni bir teknoloji geliştirme düzeyine taşıyacağından eminiz.”**

Resmi ziyaretten

Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev, Rusya Başbakanı Mikhail Mishustin'in Çin'e yaptığı resmi ziyaret sırasında Pekin'de Zhang Kejian ile bir araya geldi. Sektördeki meslektaşlar, 21 Mart 2023 tarihinde imzalanan Hızlı Nötron Reaktörleri ve Nükleer Yakıt Döngüsünün Kapatılması Alanında Kapsamlı Uzun Vadeli İş birliği Programı'nda belirtilen hedefe ulaşmaya yönelik yaklaşımları ele aldı. Aleksey Likhachev ve Zhang Kejian ayrıca Nükleer Konulara ilişkin Rus-Çin Alt Komisyonu'nun müteakip toplantısını gerçekleştirme konusunda mutabık kaldılar.

Rosatom grup şirketlerinin temsilcileri resmi ziyaret kapsamında düzenlenen bir iş forumuna katıldı. Rusya-Çin İş birliğinin İtici Gücü Olarak Enerji yuvarlak masa toplantısında konuşan, Rosatom'un ticari hidrojen projeleri entegratörü Rusatom



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Overseas Hidrojen Enerjisi Başkan Yardımcısı Anton Moskvın, Sahalin'deki hidrojen projesinin düşük karbonlu hidrojen üretimi ve nakliyesinde Rus-Çin ortaklığı için daha fazla fırsat yarattığını belirtti. TVEL Başkanı Natalya Nikipelova, Rosatom tarafından üretilen TVS-K yakıt demetinin avantajlarından bahsetti. Rusya-Çin Ulaştırma İşbirliği'nde söz alan Rosatom'un Arktik İşleri Özel Temsilcisi Vladimir Panov, gelişim senaryolarının yuvarlak masa toplantısında Rusya ve Çin'in deniz lojistiği, liman altyapısı ve gemi inşası alanlarında işbirliği yapabileceğini gözler önüne serdiğini ifade etti.

Tianwan ve Xudabao NGS'deki İlerlemeler

Tianwan ve Xudabao Nükleer Güç Santralleri'nde (NGS) dört üniteye inşaat ve montaj çalışmaları tüm hızıyla devam ediyor. Mayıs ayı ortasında, Tianwan NGS'nin 7'nci Ünitesi'nde, ağırlığı 391 ton ve çapı 44 metre olan ve çelikten üretilmiş olan hava geçirmez iç koruma kabuğunun alt katmanı yerine monte edildi. İlerleyen dönemde koruma kabuğunun üst katmanının monte edilip yerine yerleştirilmesi ve toplam ağırlığı 214 ton olan ekipman ve boru hatlarının kurulumunun tamamlanması planlanıyor.

Geçtiğimiz Mayıs ayı sonunda Tianwan NGS'ye bir adet personel eğitim simülatörü gönderildi. Simülatör hem ana hem de yedek kontrol odalarının tam bir kopyası olma özelliği taşıyor. Söz konusu simülatör, matematiksel modelleme kullanarak, bir reaktör ünitesinin farklı çalışma modlarında ve kazalardaki çalışma şeklini simüle ediyor.

Rosatom'un enerji mühendisliği bölümü



AtomEnergoMash'ın bir parçası olan Merkezi Makine Tasarım Bürosu (CDBMB), Tianwan NGS'nin 7'nci Ünitesi için, gaz arıtma sistemindeki kondensatın ince temizliği kapsamında ihtiyaç duyulan üç adet aerosol filtre üretti ve bölgeye sevk etti. Filtreleme elemanları süper ince cam elyaf levhalardan yapılıyor. Aynı filtreler 8'inci Ünite için de üretiliyor. CDBMB geçtiğimiz Mayıs ayında Xudabao NGS 3'üncü Ünite için iki ana ve iki yedek olmak üzere dört adet zeolit filtre üretilip bölgeye sevk etti. Söz konusu filtreler gaz akışının derinlemesine kurutulması için kullanılıyor.

VVER-1200 reaktörleriyle teçhiz edilmiş olan Rus tasarımı güç ünitelerinin inşası takvime uygun şekilde ilerliyor. Rusya Devlet Atom Enerjisi Kurumu Rosatom'un Mühendislik Birimi'nin bir bölümü olan AtomStroyExport'un Çin'deki Projelerden Sorumlu Başkan Yardımcısı Alexey Bannik, **"Nükleer enerji alanındaki başarılı iş birliğimizi genişletmeye devam edeceğiz"** dedi. ^{NL}

[Bölümün başına](#)



SHELF-M Reaktörü: Ayrıntılar

Küçük modüler reaktörlerin yanı sıra mikro reaktörler de Rosatom'un ilgi odağında. SHELF-M reaktörü bunlar arasında somutlaşmaya en yakın olanı. Reaktörün özellikleri ve inşaat beklentilerine yönelik bilgileri sunuyoruz.

Yapısal olarak öne çıkan hususlar

Termal kapasitesi 35 MW ve elektrik

kapasitesi 10 MW olan SHELF-M reaktörü, su soğutmalı, suyla dinlendirilen bir reaktör. Silumin (alüminyum-silikon alaşımı) matris içinde dağılmış uranyum dioksit ile beslenecek. Yakıt ikmal aralığının sekiz yıl olması planlanıyor. Montajı tamamlandığında reaktör modülü 11 metre uzunluğa ve 8 metre çapa sahip olacak. Ağırlığı 370 ton olup, 60 yıllık bir hizmet ömrüne sahip olacak olan reaktör, gerektiğinde bir santralden diğerine örneğin bir mavnaya üzerinde taşınabilecek.

Rosatom ve Rusya'nın kuzeyindeki toplulukların yerel yetkilileri tarafından oluşturulan çalışma grupları, pilot SHELF-M ünitesi için potansiyel kurulum alanlarını



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

belirledi. Rosatom'a bağlı olan Dollezhal Güç Mühendisliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü (NIKIET) küçük nükleer enerji santralleri reaktörleri baş tasarımcısı Denis Kulikov, **“Olası sahalardan biriyle ilgili olarak nükleer santral için konsept ve ön aşama mühendislik tasarımı üzerinde çalışıyoruz”** dedi.

Kanal tipi bir reaktör olan SHELF-M reaktörünün çekirdeğinin yerleşimi ve yakıt bileşimi, nükleer enerjiyle çalışan buzkıranlarda kullanılan yapı ile benzerlik gösteriyor.

Pilot reaktörün yakıt çubukları daha önce test edilmiş ve kanıtlanmış bileşenlerden imal edildi. Örneğin, kaplama malzemesi kendini kanıtlamış bir krom-nikel alaşımı olan 42KhNM iken, çapraz şekilli yakıt çubuğunun geometrisi SM-3 ve PIK araştırma reaktörlerinde kullanılanlara benziyor. Temel yakıt çubuğu modifikasyonunun baş tasarımcısı ve teknoloji uzmanı, Rosatom'a bağlı Bochvar Rus İnorganik Malzemeler Araştırma Enstitüsü (VNIINM).

SHELF-M reaktörü, doğal birincil soğutma sıvısı sirkülasyonu modunda nominal gücünün yaklaşık %30'u ile çalışabiliyor. Dollezhal Güç Mühendisliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü (NIKIET), reaktörün tamamen monte edilmiş olarak taşınması planlandığından ve bu amaçla sınırlı boyutlara sahip olması gerektiğinden, reaktörün tamamen doğal sirkülasyon yoluyla soğutulmasına gerek duyulmuyor. Bununla birlikte, SHELF-M reaktörü güvenlik sistemlerinden bazıları yalnızca doğa yasaları esasına göre çalışıyor. Örneğin, acil durum reaktör soğutma ve soğutma sistemleri işlevlerini yerine getirmek için bir güç kaynağına veya pompalara ihtiyaç duyulmuyor.



Geleceğe yönelik çözümler

Reaktör ünitesinin konsept tasarımı üzerinde çalışan NIKIET, çalışmalarını bu yaz sonuna kadar tamamlamayı planlıyor. NIKIET bu çalışmanın ardından güç ünitesinin birincil sistemleri ve ekipmanları için malzeme geliştirmeye devam etmeyi öngörüyor.

Reaktör için benimsenen teknik çözümlere deneysel kanıt sağlamak için araştırma çalışmaları da yürütülüyor. Örneğin mühendisler, katkı teknolojisi veya kompozit malzemelerle üretilen ekipman bileşenlerinin reaktörde kullanılma ihtimalini analiz ediyor. Denis Kulikov, konuya ilişkin şunları söyledi: **“Oldukça büyük olan dış sızdırmaz koruyucu kabuğun yapısal malzemesini kompozit bir malzeme ile değiştirmek için bir çözüm arayışı içindeyiz. Bu, modülün mekanik ve mukavemet özelliklerini korurken ağırlığını da birkaç düzine ton oranında azaltmalıdır.”**

Seri reaktörler için yeni bir yakıt çubuğu türü geliştirmek üzere araştırmalar da yürütülmeye devam ediyor. Bu kapsamda Rosatom'un bir parçası olan NPO Luch'da iki metalli bir yakıt çubuğu geliştirildi.



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Shelf-M Reaktörüne Yönelik Planlar

2024 – Nükleer güç santralının reaktör ve temel ekipmanlarının mühendislik tasarımının tamamlanması; saha çalışmalarının başlaması

2026'dan itibaren – Ana tertibat ve yapısal elemanlar üzerinde dayanıklılık testlerinin tamamlanması

2027'den itibaren – Konuşlandırma sahasına ekipman teslimatının başlaması

2030 – İlk kritiklik, ilk güç ve devreye alma

2032 – İkinci ve devamındaki SHELF-M reaktör güç ünitelerinin üretimine başlanması

Çekirdeğin yapısı, yakıt tertibatlarının tipi ve hatta yakıt çubuklarının geometrisi aynı kalırken, yakıt bileşiminin bir niyobyum alaşımı içine yerleştirilmiş uranyum metal filamentler şeklinde olması planlanıyor. Benzer bir tasarıma sahip olan ancak zirkonyum kullanılan yakıt çubukları, IVG.1M tipi Kazak araştırma reaktörünün çekirdeğinde de kullanılıyor.

Uzaktan kontrol

Robotik otomasyon, yeni reaktör için geliştirilen bir diğer konsept olma özelliği

taşıyor. Çalışma sırasında personelin reaktör korumasına erişimi olmayacağından, birçok işlemin robotlar tarafından gerçekleştirilmesi gerekecek.

Denis Kulikov, konuya ilişkin şunları söyledi: **“Kritik robotik ünitelerin tam boy test modelleri yapmayı ve bu modelleri çalışma ortamında test etmeyi planlıyoruz. Şahsi fikrim, bir uzaktan kumanda sisteminin geliştirilmesi en ilgi çekici görev olma özelliği taşıyor. Bunu pilot nükleer santralde tam olarak uygulayamayacağız, test modeli geleneksel bir kontrol paneli üzerinden çalıştırılacak. Ancak sistem yedekleme modunda test edildikten ve pilot üniteye güvenilirliği ve güvenliği onaylandıktan sonra, uzaktan kumandayı standart bir özellik haline getirmeyi umuyoruz.”**

Piyasa talebi

Modül başına 10 MW'a kadar kapasiteye sahip modüler reaktörler için geniş bir pazar bulunuyor. Bu reaktörler orta vadede hem nükleer hem de fosil kaynaklı eski üretim kapasitesinin yerini alacak ve merkezi olmayan güç kaynağına sahip uzak bölgelerdeki yeni sanayi tesisleri için yerel güç kaynağı olarak hizmet edecek. ^{NU}

[Bölümün başına](#)



Beşi Birlikte Rosatom'a Karşı

Japonya'nın Sapporo kentinde düzenlenen G7 Nükleer Enerji Forumu'nda beş ülke nükleer sektörde Rusya'ya karşı koyma konusunda anlaşmaya vardı. Nükleer yakıt tedarik zinciri birçok ülke arasında dağılmış olduğundan bu ittifak çok da güçlü görünmüyor. Söz konusu beş ülkenin çabaları ters tepeceği gibi rekabete getirilen kısıtlamalar fiyatları artıracığından kendilerine ve aynı zamanda gönüllü ve zoraki müttefiklerine de zarar verecektir.

Nükleer pazarda Rusya'ya karşı koyma eğilimi devam ediyor. Yeni anlaşmaya imza atan üye ülkeler tarafından yapılan ortak açıklamada, şu ifadelere yer verildi: **“Kanada, Fransa, Japonya, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri, bugünün faal reaktör filoları için istikrarlı yakıt tedarikini desteklemek, yarının gelişmiş reaktörleri için de yakıtların geliştirilmesini ve kullanılmasını sağlamak ve Rus tedarik zincirlerine bağımlılığı azaltmak amacıyla nükleer yakıtlar konusunda potansiyel iş birliği alanları belirlemiştir.”**

Kesintiye uğrayan tedarik

Bu ülkeler anlaşmaya neden katıldı? Açıklamada, **“Bu çok taraflı çaba, küresel bir**



TRENDLER

İçeriklere geri dön

ticari nükleer yakıt piyasası oluşturmak için her ülkenin sivil nükleer sektörlerinin sahip olduğu benzersiz kaynakları ve yetenekleri tanımayı ve bunlardan yararlanmayı amaçlayacaktır” deniyor.

Peki, bu gerçekte ne anlama geliyor? Bu, Rosatom'un aksine, hiçbir ülkenin nükleer yakıt üretim zincirindeki tüm halkalar üzerinde kontrol sahibi olmadığı anlamına geliyor. Fransa, İngiltere ve Japonya hiç uranyum üretmezken, ABD'deki uranyum üretimi en azından şimdilik ihmal edilebilir düzeyde. Ne Japonya ne de ABD henüz dönüşüm operasyonlarına sahip değil. Kanada'nın zenginleştirme kapasitesi yok. Zenginleştirilmiş uranyum yerine doğal uranyum kullanan ve farklı geometride yakıt demetlerine sahip olan Kanada'nın CANDU ve İngiltere'nin gaz soğutmalı reaktörlerinin yakıt düzenekleri basınçlı su reaktörleri için uygun değil. Açıkçası, yakıt demetlerini İsveç'te üreten ABD'nin de herhangi bir üretim kapasitesi bulunmuyor.

Dolayısıyla anlaşma, nükleer yakıt segmentinde Frankenstein'in canavarını yaratmaya yönelik bir girişim gibi görünüyor. Tüm tedarik zincirinin tek bir ülkede kurulması ya imkânsız (Fransa ya da İngiltere'nin uranyum üretme ihtimali olmadığından) ya da son derece maliyetli olduğundan (ABD'de yeni zenginleştirme kapasitesi inşa etmek gibi), gelecekte de bu durumun devam etmesi muhtemel görünüyor.

Ancak Frankenstein'in canavarı ile karşılaştırma yapmak ne kadar uygundur? Sonuçta, uluslararası üretim ve ticarete birden fazla ülkeye dağılmış bir tedarik zinciri oldukça yaygın.

Tarih, bu 'tedarik zinciri canavarının' şimdiye kadar sadece münferit parçalarının işlevsel

olduğunu gözler önüne seriyor. Örnek olarak Kanada'dan ABD'ye zenginleştirilmiş uranyum oksit (yellowcake) sevkiyatı, PWR yakıt üretiminde ABD-Japon iş birliği (Mitsubishi Metal Corp 1958'den beri Westinghouse Electric teknolojiyle zirkonyum alaşımı tüpler üretiyor), geçen yaz Fransa ve Japonya arasında Japon reaktörlerinden çıkan kullanılmış nükleer yakıtın yeniden işlenmesi için imzalanan sözleşme ve benzerleri verilebilir. Ancak, anlaşmanın tarafların her birini içeren tek bir tedarik zincirinin kurulduğu farz edilse bile, böyle bir zincirin kırılabilir olacağı da söylenebilir, çünkü bu zincirin her bir 'halkası' sadece ortak hedefin değil, aynı zamanda mümkün olduğunca kendisi için de en iyi anlaşmanın peşinde olacaktır.

Zincirin kırılabilir olmasının bir başka nedeni de zincirin halkalarının güvenilir ya da öngörülemez davranışlarıdır. Örneğin, ABD 1959 yılında Kanada ile uranyum alım sözleşmelerini yenilememiştir. Benzer şekilde İngiltere de daha az uranyuma ihtiyaç duyacağını düşündüğü için uranyum almayı reddetti. Kanada hükümeti, rezervleri için 1974 yılına kadar yıllık ortalama 500 ton uranyum satın almak zorunda kalmıştır; bu rakam, arzın kısılmasından önce yılda





TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

12.000 tondu. Daha yakın tarihli bir örnek ise Westinghouse. Şirket kötü yönetim nedeniyle iflas etmiş, çoğunluk hissedarı Japon Toshiba'yı neredeyse batırmış ve daha sonra işini yeniden yapılandırmak ve bazı varlıklarını satmak zorunda kalmıştır. Ortaklara yönelik bu zarar verici tutumun en son örneği Avustralya'nın dizel-elektrikli denizaltıların inşası için Fransa ile yaptığı sözleşmeyi iptal etmesidir. Bunun ardından Avustralya, nükleer denizaltılar inşa etmek üzere ABD ile yeni bir anlaşma imzalamıştır.

Güney Afrika'daki Koeberg Nükleer Güç Santrali bir talihsizlik yaşadı. Koeberg NGS'nin iki reaktörü Fransız Framatome şirketi tarafından inşa edilmiş ve yakıt tedarik edilmişti. 1990'larda Westinghouse, Koeberg NGS'ye yakıt tedariki için teklif vermeye karar verdi. Amerikalı üreticiden ilk yakıt teslimatı 2000 yılında santrale ulaştı. Yakıt tedarik lisansının süresi 2020'de doldu ve Güney Afrika ile Amerika Birleşik Devletleri arasındaki hükümetler arası anlaşma da geçtiğimiz aralık ayında sona erdi. Anlaşmayı uzatma girişimleri başarısız olurken, lisans geçici olarak yenilense de mevcut durumun istikrarlı olduğu söylenemez. Koeberg NGS sadece yakıt sevkiyatının askıya alınmamasını umuyor çünkü aksi takdirde nükleer santral kapanacak ve ülkedeki enerji krizi derinleşerek kesintilere yol açacak. Bu durum sadece yerel halk için değil aynı zamanda yerel madencilik şirketlerinin Batılı sahipleri için de önemli bir sorun teşkil ediyor. Enerji krizi, Güney Afrika'nın en büyük tedarikçilerinden biri olması nedeniyle bu yıl piyasada artan platin sıkıntısına katkıda bulundu.

Artan fiyatlar

Anlaşma elbette üye ülkelerdeki nükleer yakıt şirketlerine fayda sağlayacak. Üye ülkeler, siyasi destek ve potansiyel olarak iş geliştirme

sübvansiyonları ve yeni sözleşmeler alacak. Ancak bu tür sözleşmeler, aynı üye ülkelerden ve onların siyasi müttefiklerinden olanlar da dâhil olmak üzere nükleer yakıt alıcıları için dezavantajlı olacak.

Bu yılın ilk sayısında Rus uranyumunun ABD piyasasındaki fiyatının ABD'li üreticilerin fiyatının yarısı ve piyasa ortalamasının bir buçuk katı seviyesinde olduğunu kaleme almıştık. Rus uranyumunu satın almayı reddetmek nükleer yakıt fiyatlarını arttırarak ABD'de nükleer enerji üretimini daha az rekabetçi hale getirmek anlamına geliyor. Doğal olarak bu durum ABD'de çok iyi anlaşılıyor ve bu nedenle Rosatom ile ABD'li kamu kuruluşları arasındaki pragmatik iş birliği medyadaki endişelere rağmen devam ediyor.

Batılı tedarikçilerin Rus uranyumuna kıyasla daha yüksek fiyatlar vermesi ise Bulgaristan'da endişe yaratıyor. Bulgaristan Sosyalist Partisi Yürütme Bürosu Sekreteri Borislav Gutsanov, konuya ilişkin şunları ifade etti: **“Belene NGS projesinin askıya alınması ve projenin potansiyel Rus yatırımcılarla gerçekleştirilmesinin imkânsız hale gelmesi, Bulgar vergi mükelleflerinin yaklaşık 4 milyar Euro'sunu donduracak, öyle değil mi? Belene NGS'yi hem Avrupalı**





TRENDLER

İçeriklere geri dön

hem de Rus yatırımcıların katılımıyla inşa etmek ne kadara mal olurdu? Yaklaşık 10 milyar Avro. Peki bir önceki parlamentonun onayladığı Westinghouse ile olası iş birliği ne kadara mal olacaktı? Yaklaşık 30 milyar Avro. Aradaki fark çok açık... Kimin çıkarlarını koruduğumuzu bilmem kaçınıcı kez soruyorum: Bulgaristan'ın mı yoksa bir başkasının mı?"

Dolayısıyla fiyat artışı piyasa ve siyasi faktörlerin birleşiminden kaynaklanıyor. Önemli bir tedarikçinin pazardan kısıtlanması, ilgili pazar segmentlerinde bir kıtlık yaratır; sonuç olarak alıcılar daha fazla alım yapacak ve kalan tedarikçiler rekabet azaldıkça fiyatları yükseltecek. Onları ne engelleyebilir? Tüm dünya bu tür kısıtlamaların hidrokarbon piyasasındaki etkilerini 2022 yılında Rusya'dan gelen tedarikin yaptırımı tabi tutulmasının ardından gördü. Ancak nükleer yakıt piyasasında da bir çılgınlık ve talep artışı yaşandı. Urenco CEO'su Boris Schucht, siparişlerin 2022'de %24, 2023'ün ilk çeyreğinde ise %10'dan fazla arttığını belirtti.

Piyasa davranışının özellikleri

Üye ülkeler Rusya'yı nasıl izole etmeyi planlıyor? Anlaşmayı kaleme alanlar bunu, "Sivil nükleer teknoloji, ekipman veya malzemelerin tedariki yürürlükteki yerel yasalara, yönetmeliklere ve uluslararası anlaşmalara tabi olacaktır" şeklinde açıklıyor. Anlaşma ayrıca 'üçüncü ülkelere' teslimat yapılmasını da öngörüyor. Yüksek sesli ancak muğlak ifadeler olmasa bile, bunların öncelikle Doğu Avrupa ülkelerine atıfta bulunduğu açık. Bunlar arasında Ukrayna (Şubat ayında Cameco ile zenginleştirilmemiş hekzaflorür tedariki için 10 yıllık bir sözleşme imzaladı), Bulgaristan (Kozloduy NGS'ye nükleer yakıt tedariki için nisan ayında Cameco, Urenco ve Westinghouse



ile sözleşme imzaladı) ve Çek Cumhuriyeti (Westinghouse ve ÇEZ mart ayında bir sözleşme imzaladı) yer alıyor.

Westinghouse'un yakıt teslimatının önümüzdeki yıl başlayacağını açıklamasına rağmen, VVER-440 reaktörleri için yakıt tedarikçisi olarak Rosatom'a bir alternatif olmadığını belirtmekte fayda var. Ancak ABD'li şirket bile Rus yakıtını ikame etmenin yedi yıl alacağını kabul etti. Dolayısıyla yakıtın yeniden yüklenmesi en erken 2030 yılında başlayabilir. Kayıtlara geçmesi için şunu belirtmekte fayda var, Westinghouse'un Ukrayna'da VVER-1000 yakıt gruplarının üretimine başlaması 14 yıl (alternatif yakıtı karar verildiği andan ilk yakıt grubunun yeniden yüklenmesine kadar geçen süre) ya da 10 yıl (mühendislik çalışmalarının başlamasından itibaren) sürdü. Yakıt gruplarının güvenliğini etkileyen kusurların giderilmesi için beş yıl daha harcandı.

VVER-440 reaktörlerinin 1970'lerde ve 1980'lerde Avrupa'da inşa edildiği de vurgulanmalı. Bunlar Rus tasarımı çok iyi reaktörlerdir; hizmet ömürleri uzatılmıştır, ancak sonsuz değildir. 2030-2045 yıllarında hizmet dışı bırakılacaklar. Bu da alternatif yakıtın en fazla 5 ila 15 yıl süreyle tedarik edileceği anlamına geliyor. Bu süre zarfında



TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

tedarikçinin geliştirme maliyetlerini karşılması ve planlanan kârı elde etmesi gerekecektir. Siyasi nedenlerle daha uygun fiyatlı, güvenilir ve kullanımı kolay Rus yakıtını almayı reddeden tüketicilere ancak sempati duyabiliriz.

Elbette en büyük endişe, alternatif yakıtın, özellikle de Rus yakıt tertibatlarıyla ne kadar güvenli (çekirdekdeki yakıt bir defada değil, gruplar halinde değiştirilir) olacaktır. Yakıt üreticileri ve santral operatörleri her reaktör için reaktör çekirdeği parametrelerini yeniden hesaplamak zorunda kalacaktır. Bu kolay bir süreç değildir, bunu sadece birkaç

kişi yapabilir ve önemli riskler barındırır. Bir kaza meydana gelmesi halinde suçun alternatif yakıt üreticilerinde olacağı açıktır. Bu nedenle politika ve piyasa rekabeti hiçbir şekilde nükleer güvenliğin önüne geçmemelidir.

Rosatom, ittifakın yarattığı risklerin farkındadır ve çıkarlarını koruyacaktır. Rus nükleer şirketi büyümeye, ilişkiler kurmaya, ortaklıklar oluşturmaya, çeşitli ülkelerle iş birliğini derinleştirmeye ve genişletmeye, hâlihazırda test edilmiş en iyi çözümleri sunmaya ve nükleer enerji, enerji dışı ve nükleer olmayan segmentler için yeni çözümler geliştirmeye devam ediyor. Rosatom, ev sahibi ekonomilere güç sağlayan temiz ve güvenilir nükleer santraller inşa ediyor, nükleer bilim merkezleri kuruyor ve donatıyor, tıbbi izotoplar ve radyofarmasötikler üretiyor ve eski santralleri ve tesisleri zararlı maddelerden arındırarak çevreye özen gösteriyor. Gezegenin ve üzerinde yaşayan insanların iyiliği için normalde yapılması gereken de budur. Bu kapsamda bize katılmak isteyen de pek çok kişi bulunuyor. ^{ML}

[Bölümün başına](#)



Akkuyu NGS'nin 1'inci Güç Ünitesi'nde Son Aşamaya Gelindi

Geçen mayıs ayının sonlarında iç koruma kabuğunun kubbesine beton dökme işleminin tamamlanması ile Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nin (NGS) 1'inci Güç Ünitesi'nin inşaat

faaliyetlerinde son aşamaya gelindi. Kalan üç üniteadaki çalışmalar takvime uygun şekilde ilerliyor.

İç koruma kabuğu (İKK), reaktör binasının sızdırmazlığını sağlar. İKK'ya beton dökme işlemi temel inşaat aşamalarından biri olma özelliği taşıyor. İKK kubbesinin azami düzeyde dayanıklı olması için 422 ton çelik donatı kullanıldı ve 3200 m³'ten fazla beton döküldü. Beton, bileşimin yüksek su tutma kapasitesini, güvenilirliğini, dayanıklılığını ve homojenliğini koruyarak kendiliğinden sızdırmaz hale gelmesine ve yapının alanını kendi ağırlığıyla tamamen doldurmasına



TÜRKİYE

İçeriklere geri dön

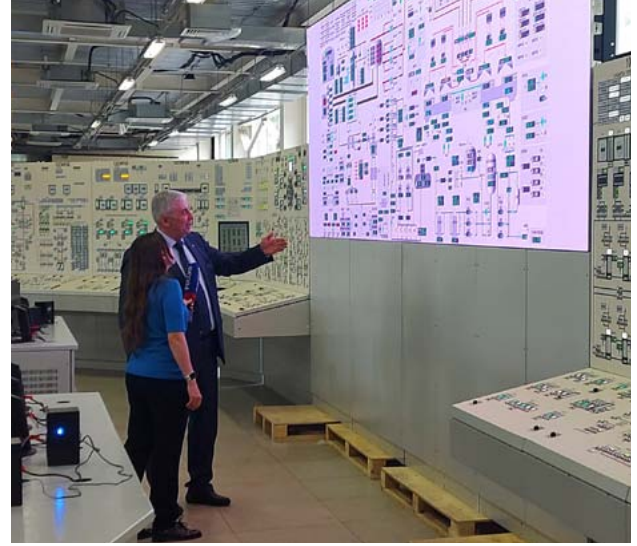
imkân sunan yüksek akışkanlığa sahip. İKK kubbesinin üst noktası 61,7 metre yüksekliğe ulaştı.

AKKUYU NÜKLEER A.Ş. Genel Müdürü Anastasia Zoteeva çalışmaların tamamlanmasıyla ilgili olarak şunları söyledi: **“Sıkı ekip çalışması, dört güç ünitesinin tamamının aynı anda inşa edilmesini mümkün kılıyor. 1’inci Güç Ünitesi için ilk parti nükleer yakıtın teslimatından sonra nükleer güç santralının güvenlik sisteminin en önemli unsurlarından biri olan iç koruma kabuğuna beton dökme işlemini tamamladık. Dış koruma kabuğu montajı ile kabul işlemlerini gerçekleştireceğiz.”**

Akkuyu NGS’de beton dökme çalışmaları sırasında yüksek kaliteli özel beton karışımı kullanılıyor. Karışımın sıcaklık, oturma ve yoğunluk gibi özellikleri sürekli kontrol ediliyor. Betonun her bir partisi bir dizi laboratuvar testine tabi tutuluyor.

Diğer üç ünitedeki inşaat çalışmaları devam ediyor. Akkuyu NGS’nin 3’üncü Güç Ünitesi’ne İKK’nın üçüncü katmanı geçtiğimiz mayıs ayında kuruldu. 24 bölümden oluşan kaynaklı bir yapı olan İKK’nın üçüncü katmanı, 12 metre yüksekliğe ve toplam 280 ton ağırlığına sahip. İç kabuğun parçaları 44 metre çapında tek bir dairesel ünite halinde bir araya getirildi. Üçüncü katın yerleştirilmesinden sonra 3’üncü ünite 28,95 metre yüksekliğe ulaşmış oldu.

Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu Rosatom, santral inşasının yanı sıra nükleer santrale yönelik personel eğitimleri ile de ilgileniyor. Rusya’daki Balakovo Nükleer Güç Santrali (NGS), geçtiğimiz mayıs ayında, aralarında Akkuyu NGS’nin de bulunduğu 7 nükleer güç santralinde görev yapan uzmanlar için verilen eğitim seminerine ev sahipliği yaptı. Üç gün süren



seminerde katılımcılar, deneyimli uzmanların rehberliğinde, operasyonel karar alma kavramını irdeleyip uygulamaya koydular. Reaktörlerin işletilmesi sırasında nükleer santrallerin güvenli ve verimli şekilde faaliyet göstermesini sağlamak için en uygun çözümün bulunması gerekir. Durumun analiz edilerek olası risklerin değerlendirilmesi ışığında uygun metodolojiye dayanarak karar verilmesi etkili bir operasyonel kararın önemli unsurlarından birini teşkil ediyor.

Eğitim materyalleri, nükleer santrallerin işletilmesinde uzun yıllara dayanan uluslararası deneyime dayanıyor. WANO Moskova Merkezi Eğitim Programı Başkanı Sergey Loktionov, **“Bu tür seminerler küçük, orta ve üst düzey yöneticilerin liderlik becerilerinin geliştirilmesine yardımcı oluyor”** dedi.

Akkuyu personeli sadece Rusya’da değil, santralde de yerinde eğitim alıyor. Geçtiğimiz mayıs ayında, Rosatom’un bir parçası olan Rusya Nükleer Santrallerin İşletilmesi Araştırma Enstitüsü (VNIIAES A.Ş) nükleer santral işletme personelinin eğitimi için Türkiye’ye tam ölçekli ve analitik olmak üzere iki adet simülasyon gönderdi. Bir nükleer güç ünitesinin tam ölçekli simülasyonu



TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

(FST), kontrol odası işletme personelinin eğitimi, sertifikalandırılması ve kazandırılan niteliklerin sürdürülmesi için tasarlandı. Akkuyu NGS'nin 1'inci Güç Ünitesi'nin gerçek ana ve yedek kontrol panellerinin tam kopyalarını içeren FST, güç ünitesinin uçtan uca matematiksel modeliyle entegre edilmiş, donanım ve yazılımın bir kombinasyonu olma özelliği taşıyor.

Analitik simülator, tam ölçekli simülatorün kullandığı gerçek zamanlı tam ölçekli güç ünitesi modelini kullanıyor. Analitik simülator, kontrol panellerinin dokunmatik ekranlarda görsel olarak görüntülenebilmesi bakımından tam ölçekli simülatorden ayrılıyor.

VNIAES, yakın gelecekte, Akkuyu Eğitim Merkezi'ne beş eğitim sınıfı için ekipman göndermeyi de planlıyor.

Türkiye'nin Mersin ilinde inşası devam eden dört güç üniteli nükleer santralin

hem Türkiye'nin enerji sektöründe hem de çevrenin korunmasında önemli bir rol oynaması bekleniyor. Rosatom'un Orta Doğu ve Kuzey Afrika Direktörü ve Bölge Başkan Yardımcısı Alexander Voronkov, ülkelerin ekonomik, endüstriyel, sosyal ve hatta siyasi anlamdaki sürdürülebilir kalkınmasının, iklim açısından nötr, 7/24 kullanılabilir ve öngörülebilir düşük karbonlu enerji kaynaklarının dengeli bir şekilde bir araya getirilmesine bağlı olduğunu belirtti. Rusya Federasyonu'na bağlı Tataristan Cumhuriyeti'nin başkenti Kazan'da düzenlenen "Rusya-İslam Dünyası: Kazan Forum 2023" başlıklı 14'üncü Uluslararası Ekonomi Forumu'nda söz alan Voronkov, şunları ifade etti: **"Türkiye'de VVER-1200 tipi reaktörlerle donatılmış dört güç ünitesine sahip Akkuyu NGS, tek başına ülkenin elektrik ihtiyacının yaklaşık %10'unu karşılayacak ve atmosfere salınan karbondioksit miktarını yılda yaklaşık 18 milyon ton azaltacaktır. Bu da neredeyse yılda 10 milyon otomobilin atmosfere saldığı emisyonu eşdeğerdır!"**

Nükleer santrallerin enerjiye yönelik faydalarının yanı sıra bölgelerin ekonomik ve sosyal altyapısı için de önemli bir itici güç olduğunu belirten Alexander Voronkov, **"Örneğin, santraldeki bir işyeri, ilgili endüstrilerde ve altyapıda on yeni işin yaratılması için gerekli koşulları sağlamakta, bölgenin kalkınmasını hızlandırmakta ve ülkenin Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'sının yanı sıra teknoloji, eğitim ve bilimin gelişmesine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır"** dedi.

NL

[Bölümün başına](#)