



İÇİNDEKİLER

[İçeriklere geri dön](#)

ROSATOM HABERLERİ

[Afrika, Rus Nükleer Fırsatlarını Keşfediyor](#)

[Eğitim Simülatörü](#)

REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[Kara Tabanlı Reaktöre Doğru](#)

TRENDLER

[Enerji Depolayan Teknoloji Zincirleri](#)

TÜRKİYE

[Nükleer için Büyük Planlar](#)



Afrika, Rus Nükleer Fırsatlarını Keşfediyor

Geçtiğimiz temmuz ayı sonunda, St. Petersburg’da ikinci Rusya-Afrika Ekonomik ve İnsani Forumu düzenlendi. Forum’un genel ortaklarından biri olan Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu Rosatom, Afrikalı ortaklarla nükleer teknolojinin tanınması ve yaygınlaştırılması ve bu alanda mesleki eğitim konularına dair beş anlaşma imzaladı.

Afrika kıtasında enerji sıkıntısı yaşanıyor. Dünya üzerindeki her beş kişiden biri Afrika’da yaşarken, gezegenimizde geçen yıl üretilen 30 trilyon kWh enerjinin bir trilyon kWh’lik kısmından daha azı bu kıtada üretildi. Nüfusun artmasıyla birlikte, 2050 yılına kadar dünya toplam nüfusunun üçte birini Afrikalılar oluşturacak. Kıtadaki enerji üretiminin artmaması ise sanayide veya bilgi teknolojisinde büyümenin olmayacağı ve yaşam kalitesinin düşeceği anlamına geliyor. Böyle bir tablo ise artan göç ve toplumsal ayaklanmalara işaret ediyor.

Afrika hükümetleri nükleer enerjiyi güvenilir bir enerji üretimi kaynağı olarak görüyor. “Afrika’nın Kalkınması için Nükleer Teknolojiler” başlıklı oturumda söz alan



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Ruanda Atom Enerjisi Kurulu CEO'su Fidel Ndahayo şunları söyledi: **“İhtiyaçlarımızı karşılamak için nükleer enerji kullanımını da değerlendirmek istiyoruz. Ülke nüfusunun yaklaşık %70'inin elektriğe erişimi var ve bu oranı arttırmayı umuyoruz. Güvenilirliğe ve istikrara ihtiyacımız var ve nükleer enerji çok önemli bir çözüm, önemli bir kaynak gibi görünüyor, bu nedenle bu yola girdik.”**

Nükleer teknolojinin nasıl işlediğini bizzat görmek isteyen Burundi Cumhurbaşkanı Evariste Ndayishimiye, forum sırasında Leningrad Nükleer Güç Santralini (NGS) de ziyaret etti. Leningrad NGS-2 Baş Mühendisi Alexander Belyaev, Burundi Hükümeti üyelerine VVER-1200 reaktörlü güç ünitelerine yönelik inceleme gezisinde eşlik ederken, heyete kontrol odası ve türbin adası gösterildi ve santralin benzersiz güvenlik sistemleri hakkında bilgi verildi. Gezinin ardından konuşan Burundi Hidrolik, Enerji ve Madenler Bakanı İbrahim Uwizeye, **“Ülkemizin sadece beşte birinin elektriğe erişimi var. Hidroelektrik santralleri inşası için çok çalışıyoruz ama her nükleer reaktörün onlarca hidroelektrik santralimize eşit güç kapasitesine sahip olduğunu duyunca oldukça etkilendik”** dedi.

Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu Rosatom ve Burundi arasında 27 Temmuz'da iki anlaşma imzalandı. Bunlardan ilki, nükleer enerji endüstrisine yönelik personel eğitimini kapsayan bir muhtıraydı. Söz konusu anlaşma muhtırası, uzmanlaşmış eğitim kurumları arasında iş birliği, kısa vadeli eğitim programlarının düzenlenmesi, öğretmenlerin eğitimi ve yeniden vasıflandırılması ve eğitim ve bilim literatürünün geliştirilmesi konularını kapsıyor. İkinci anlaşma ise nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanılması konusundaki iş birliği konularını içeriyor. Taraflar, Burundi'nin nükleer altyapısının oluşturulması ve geliştirilmesi, nükleer ve radyasyon güvenliği için düzenleyici çerçeve, radyoizotopların sanayi, tıp ve tarımda temel ve uygulamalı araştırma, üretim ve uygulamaları konularında birlikte çalışacak. Rosatom ve Burundi ayrıca nükleer tıbbın kullanılması ve personelin radyasyon teknolojisi uygulamasına yönelik eğitimi konusunda da iş birliği yapma konusunda anlaşmaya vardılar.

Rosatom ile Zimbabve Hükümeti arasında aynı konuda bir başka iş birliği anlaşması imzalandı. Yine 27 Temmuz'da Rosatom ve Etiyopya, nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanılması konusunda iş birliğini geliştirmek için bir yol haritası imzaladı. 2023-2025'te taraflar, ülkede büyük veya küçük nükleer santral ve nükleer bilim ve teknoloji merkezi inşa edilmesi konularını ele alacak. Söz konusu yol haritası ile Etiyopya'da özel çalışma grupları kurulması, teknik turlar ve seminerler düzenlenmesi ve nükleer altyapının geliştirilmesi konuları irdeleniyor.

Rosatom bünyesindeki Rusatom Infrastructure Solutions, Fas'ın tuzdan arındırma ve su arıtma şirketi Water And



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Energy Solutions ile bir mutabakat zaptı imzaladı. Anlaşma çerçevesinde taraflar, deniz suyunun arındırılması ve su arıtma alanındaki projelerin hayata geçirilmesi konusunda iş birliği yapacak. Water and Energy Solutions Yönetim Kurulu Başkanı Muhammed Emin Şerkavi, **“Rusya Federasyonu sözünü tutuyor ve bilgi birikimini ülkelerimizle paylaşmaya hazır olduğunu gösteriyor. Rosatom’un Fas Krallığı’nda çalışmaya karar vermiş olması, uygun fiyatlı temiz su tedariki sayesinde birbirimize ve insanlara yardım ederek birlikte büyüebileceğimizin ve bu yöndeki isteğimizin önemli bir kanıtıdır”** diye konuştu.

Nükleer teknoloji, ekonomik ve sosyal koşulları iyileştiriyor, bilgi paylaşımına katkıda bulunuyor ve nitelikli çalışanlar için kariyer olanakları sunuyor. Mısır Nükleer Güç Santralleri Kurumu Yönetim Kurulu Başkanı Emced El-Vekil, bu konuda şunları vurguladı: **“Daha geniş bir sanayileşme programının parçası olan nükleer enerji projesi, yerel sanayiler için mevcut fırsatları genişleterek ve çok sayıda istihdam yaratarak Mısır halkının yaşam koşullarına yönelik şimdiden olumlu bir etki yaratıyor.”** El Dabaa NGS’de yer alan özel nükleer okula katılım bu fırsatlardan biri.

Okuyucularımızın bildiği üzere Rosatom, Mısır’ın El Dabaa kentinde VVER-1200 tipi reaktör ile donatılmış bir nükleer santral inşa ediyor. El Dabaa NGS, Afrika kıtasındaki ikinci nükleer santral olma özelliği taşıyor. İlk NGS, reaktörleri 1984 ve 1985 yıllarında hizmete alınan ve Güney Afrika’da bulunan Koeberg NGS idi. Öte yandan, Rosatom’un yakıt şirketi TVEL ile Güney Afrika Nükleer Şirketi (NECSA) arasında ağustos ayının başında

bir mutabakat zaptı imzalandı. Anlaşma çerçevesinde taraflar, nükleer yakıt ve bileşenlerinin üretiminde iş birliği yapacak. Rosatom, uranyum arama ve madencilik faaliyetleri, nükleer tıp programları veya nükleer araştırma ve teknoloji merkezlerinin inşası projeleriyle tam 24 Afrika ülkesinde faaliyet gösteriyor.

Afrikalı liderler ve hükümet temsilcilerinin yanı sıra Afrikalı öğrenciler de Rus nükleer teknolojisinin kapasitesi hakkında bilgi edindi. “Rusya-Afrika: Bölgenin Başarılı Gelişimi İçin Bir Potansiyel Olarak Nükleer Eğitim” başlıklı gençlik forumunda söz alan Rusya Bilim ve Yüksek Öğrenim Bakan Yardımcısı Konstantin Mogilevsky şöyle konuştu: **“Nükleer fizik alanına duyduğunuz ilgiden çok memnunuz çünkü ülkemiz bu alanda rakipsiz bir deneyime sahip. Birkaç yıl içinde Obninsk’te büyük bir uluslararası merkez kurmayı hedefliyoruz. Bu merkez, eğitim almak ve becerilerini geliştirmek isteyen farklı ülkelere insanlar için bir cazibe noktası haline gelecek.”**

Forumda gerçekleştirilen oturumlardan biri olan “STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) Alanlarında Kadınlar” başlıklı oturumda, kız çocuklarına bilimsel ve teknik mesleklerin tanıtılması ve meslek seçimlerinde kız çocuklarının desteklenmesi amaçlandı. Dünya genelinde kadınlar, teknik bakımdan iyi bir eğitim almış olsalar bile, yaygın ön yargılar nedeniyle her zaman mesleklerini devam ettirme şansını bulamıyorlar.

Rusya ve özellikle de Rosatom ile Afrika ülkeleri arasında güven inşa etmeyi amaçlayan Rus nükleer endüstrisi hakkında bilgi edinmek için çeşitli fırsatlar sağlandı. Forumda söz alan Rosatom Genel



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Müdürü Aleksey Likhachev, “Nükleer alanda uluslararası iş birliği bizlerin, devlet başkanlarının ve hükümetlerin gündeminde her daim üst sıralarda yer almıştır. Şu da var ki, iş birliği için ülkeler arasındaki güven düzeyinin de oldukça yüksek seviyelerde olması kaçınılmaz. Nükleer enerji, iş fırsatları açısından değerlendirilme noktasında çok büyük güce sahip” dedi.



Eğitim Simülatörü

Geçtiğimiz temmuz ayı ortalarında, Akkuyu Nükleer Güç Santrali (NGS) sahasına tam ölçekli simülatör (TÖS) getirildi. Türkiye'nin ilk nükleer güç santralinin güç ve kontrol ünitelerinin bire bir kopyası olan simülatör, işletme personeline eğitim verilmesi, yetkinlik belgesi sunulması ve personelin bu alandaki becerilerinin artırılması için tasarlandı. Nükleer santraller için eğitim simülatörlerinin geliştirilmesi, Rosatom Group şirketlerinin bir kısmının sahip olduğu çok önemli bir yetkinlik olma özelliği taşıyor.

Tam ölçekli simülatör, Akkuyu NGS'nin reaktörlerinin güç kaynağı ve kontrol sistemlerinin dijital ikizi olan donanım ve yazılım bileşenlerini içeriyor. Bu bileşenler, kontrol ünitesinin tasarımını simüle edecek şekilde imal edildi. Tüm cihazlar, anahtarlar ve kontrol kumanda panelleri kompozisyon, konum, boyut, şekil ve renk bakımından



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Akkuyu NGS'nin güç ünitesi ekipmanıyla bire bir aynı olarak tasarlandı. Bu, personelin doğru tepkileri geliştirmesi ve pekiştirmesi bakımından büyük önem taşıyor. Ekranlarda ve göstergelerde görüntülenen bilgiler de operatörlere gerçek güç ünitesindekilerle aynı biçim ve değerlerde gösteriliyor. AKKUYU NÜKLEER A.Ş Genel Müdürü Anastasia Zoteeva, konuya ilişkin yaptığı açıklamada şunları söyledi: **“Simülasyon eğitimi, nükleer santral işletmeye alınmadan önce personelin mümkün olduğunca gerçek koşullara yakın şekilde ve her tür durumda faaliyetlerini otomatik şekilde yürütmelerine imkân sağlayacaktır.”**

Rosatom bünyesindeki Rusya Nükleer Santrallerin İşletilmesi Araştırma Enstitüsü'nde (VNIAES A.Ş) üretilen simülator, nükleer santralin her işletim modunu gerçek zamanlı olarak simüle eden karmaşık bir matematiksel model kullanıyor.

Daha önce haziran ayında Akkuyu NGS'ye bir analitik simülator teslim edilmişti. VNIAES NGS Operasyon Modelleme Destek Departmanı Başkanı Viktor Chernakov, **“Analitik simülator, tam ölçekli simülatorün kullandığı gerçek zamanlı tam ölçekli güç ünitesi modelini kullanıyor. VNIAES'te tasarlanan bu model, hiçbir yabancı modelleme kodu kullanmamaktadır. Tamamen Rus tasarımı olan bu model, Rusya'da ve dünyada geçerli olan tüm koşulları yerine getiriyor”** dedi. Analitik simülator, ünite yönetim ve kontrol panellerinin dokunmatik ekranlarda görsel olarak görüntülenebilmesi bakımından tam ölçekli simülatorden ayrılıyor.

Akkuyu NGS'de görev yapacak olan operatörler, mesleki becerilerini geliştirmek için geçen yıldan bu yana tam ölçekli ve analitik simülatorlerde eğitim alıyor. İlk



olarak VNIAES ve Leningrad NGS'de eğitim alan operatörlerden oluşan yedi mühendis grubu, VNIAES'te verilen kontrol ünitesi operatörleri kursunu başarıyla tamamladı. Bu grupta Rus üniversitelerinin Nükleer Enerji Mühendisliği bölümünden mezun olan Rus ve Türk mezun öğrenciler de bulunuyor. Eğitimlerin ardından VNIAES'te kurulu olan simülatorler sökülerek Akkuyu NGS'ye gönderildi. Eğitim merkezi binası tamamlandığından simülatorler buraya kurulacak ve faaliyete geçecek. Kurulumun tamamlanmasıyla işletme izni almak için bir dizi işletmeye alma öncesi teste tabi tutulacak.

VNIAES A.Ş, küçük santraller (Bilibino ve Akademik Lomonosov) dışındaki tüm Rus tasarımı nükleer santraller (RBMK, VVER-440, VVER-1000 ve VVER-1200 reaktörlü nükleer santraller) için tam ölçekli ve analitik simülatorler üretiyor.

VNIAES A.Ş ayrıca nükleer santrallerin dijital ikizlerini de geliştiriyor. Mart 2022'de piyasaya sürülen Sanal NGS yazılım paketi, 3,5 milyondan fazla değişkeni hesaplayarak 300'ün üzerinde nükleer santral sisteminin çalışmasını simüle ediyor. Şubat 2021'den bu yana VNIAES, RITM-200 ve Shelf modüler



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

reaktörlere sahip küçük nükleer santraller için dijital ikizin geliştirilmesi üzerinde çalışıyor. Yeni sistem ve piyasaya sürülmesine yönelik testlerin 2024 yılında yapılması planlanıyor.

VNIIAES A.Ş., nükleer santraller için simülasyon üretimi yapan tek Rosatom Group şirketi değil. 2020 yılında gruba katılan JET Mühendislik ve Teknik Merkezi (JET ETC) de bu alanda faaliyet gösteren bir diğer şirket. JET ETC, yurtdışında inşa edilen Rus tasarımı nükleer santrallerde kurulan hemen hemen her simülasyonu (Çin'de iki, Hindistan, Beyaz Rusya ve Bangladeş'te birer simülasyon) tedarik etti. Çin'de yer alan Tianwan NGS'nin 7 ve 8'inci Güç Üniteleri için yine bir simülasyon bu mayıs ayında sevk edildi. Normal şartlarda 2024 yılı için planlanan sevkiyat, personel eğitime daha fazla zaman ayrılması için öne çekilerek planlanandan erken teslim edildi. Xudabao NGS'nin 3 ve 4'üncü Güç Üniteleri için bir simülasyon, yine programın ilerisinde olarak, 2024'ün başlarında sevkiyata hazırlanıyor.

JET ETC ayrıca Macaristan'daki Paks I NGS için tam ölçekli bir simülasyonun geliştirilmesi faaliyetlerine devam ederken, Mısır'ın El Dabaa ve Rusya'nın Kursk II NGS'leri için de simülasyonlar üretiyor.

Şirket ayrıca diğer enerji santralleri için simülasyonlar ve dijital ikizler geliştirilmesi konusunda da faaliyet gösteriyor. Örneğin bu Nisan ayında şirket, Minsk'teki (Belarus) TIBO 2023 forumunda Belenergo ve BelenergoRemNaladka ile Belarus Enerji Bakanlığı tarafından işletilen enerji üretim santrallerinde tam ölçekli simülasyonlar ve dijital ikizler kurmak için bir anlaşma imzaladı. Ortaklık aynı zamanda enerji santrali çalışanlarının eğitimini ve mesleki becerilerinin artırılmasını ve elektrikli ekipman operasyonunda en iyi uygulamaların tanıtılmasına imkân veriyor.

[NL](#)[Bölümün başına](#)



Kara Tabanlı Reaktöre Doğru

RITM-200N, Rusya'nın ilk kara tabanlı küçük modüler reaktörü (SMR) olacak. Rosatom'un bir yan kuruluşu olan OKBM Afrikantov'da tasarlanan bu reaktör, bir önceki model olan RITM-200 deniz reaktöründen farklılık gösteriyor. Bu yazıda söz konusu farklılıklar ayrıntılı olarak ele alınıyor.

Arka plan

Rusya'nın ilk kara tabanlı küçük modüler

reaktörü yakında Saha Cumhuriyeti'nde (Yakutistan) inşa edilecek. 2018 yılında Rosatom ile Yakutistan Hükümeti arasında bu yönde bir iş birliği anlaşması imzalanmıştı. Anlaşma metninde de belirtildiği gibi, her ikisi de Rosatom'un bir parçası olan OKBM Afrikantov ve Moskova Devlet İhtisas Tasarım Enstitüsü (GSPI), yerel makamlar ve kuruluşların desteğiyle bir nükleer enerji santrali için bir dizi fizibilite çalışması yürüttü.

Şubat 2020'de Yakutistan, Ust-Yansk'ta RITM-200N reaktörlü küçük bir nükleer enerji santrali inşa etmek için bir pilot proje başlatıldı. Proje kapsamında, pilot santralin 55 MW elektrik gücü kapasiteli tek reaktöre sahip olması planlanıyor.



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

OKBM Afrikantov, 2022 yılında RITM-200N reaktörü ve reaktör çekirdeği için ayrıntılı bir mühendislik tasarımı üretti. Nisan 2023'te Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu Rosatom'a bağlı RosEnergoAtom A.Ş., Rusya Federasyonu Federal Çevre, Teknoloji ve Nükleer Yönetim Denetleme Servisinden (Rostekhnadzor) lisans aldı.

OKBM Afrikantov ve GSPI, inşaat ruhsatının alınması kapsamında Rostekhnadzor'a sunulacak bir güvenlik raporu hazırlanmasına yönelik olasılıksal güvenlik analizleri yapıyor. OKBM Afrikantov ayrıca, reaktör ekipmanı için ayrıntılı tasarım belgelerinin yanı sıra devreye alma ve işletme belgeleri geliştirmeye başladı.

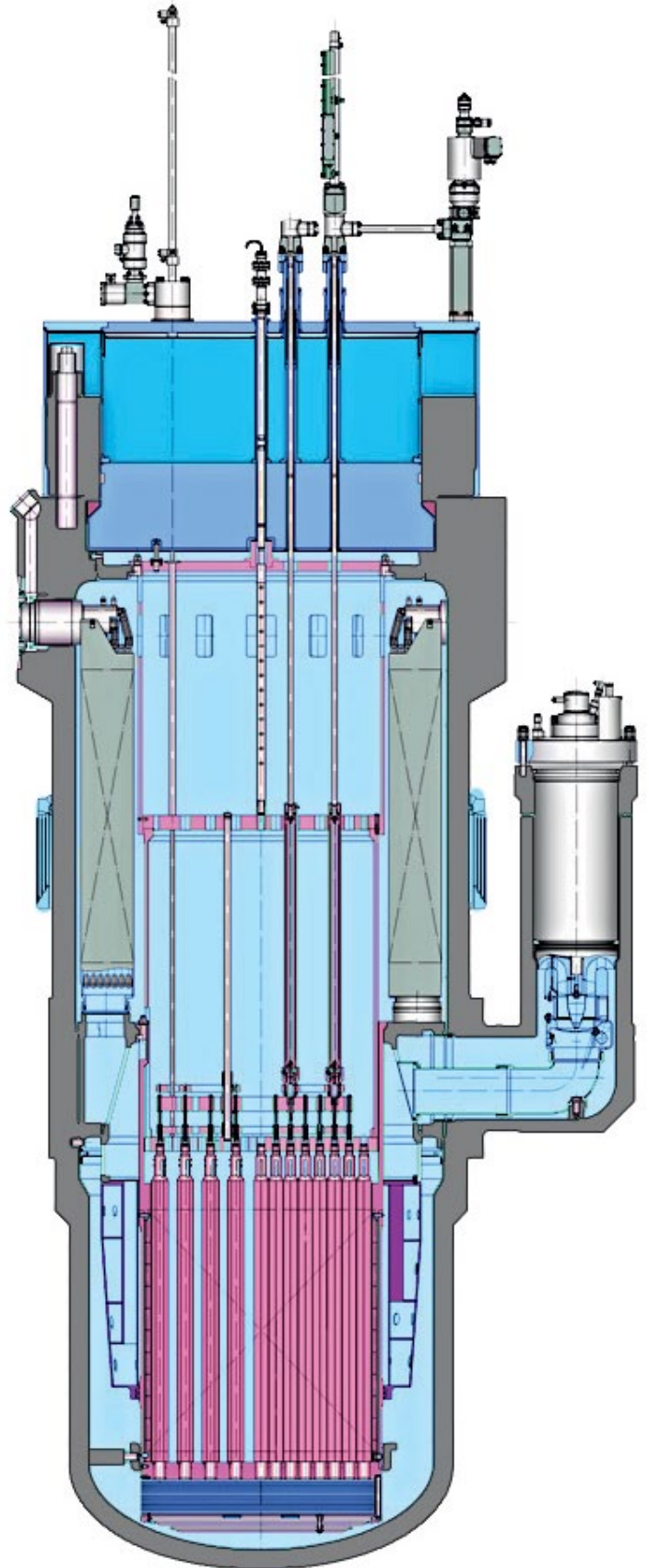
Mevcut düzenleyici çerçevenin iyileştirilmesi, küçük modüler reaktörler için standardizasyon belgelerinin geliştirilmesi ve inşaat sahasının hazırlanmasına paralel olarak çalışmalar devam ediyor.

Kara tabanlı modifikasyonu

Nükleer buzkıranlar üzerine kurulmuş evrensel bir deniz tabanlı reaktörü olan RITM-200, kara tabanlı küçük modüler reaktörün prototipi olma özelliği taşıyor. Gerekli tüm tasarım temeli ve deneysel doğrulamaların yerinde yapıldığı reaktör, kompakt boyut, mükemmel yük takip etme becerileri ve az miktarda sıvı radyoaktif atık gibi SMR açısından kritik özelliklere sahip ticari ölçekte üretildi. Diğer bir temel özellik, reaktör ünitesinin entegre tasarımı.

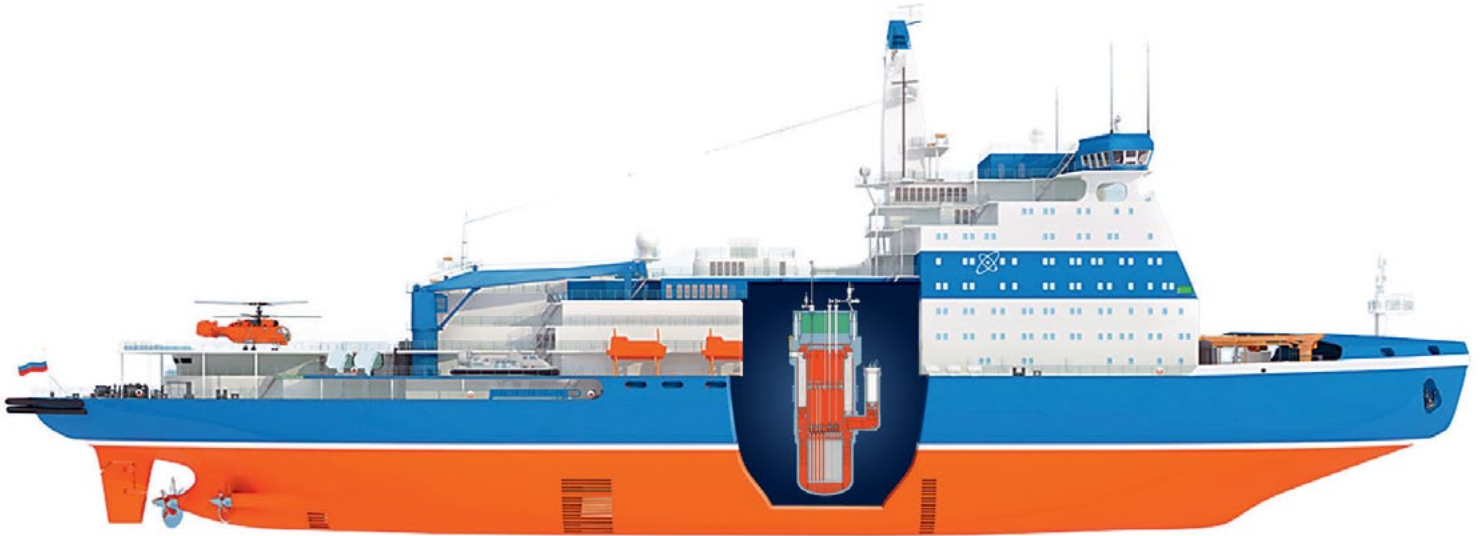
RITM-200N reaktörü, mümkün olduğunca, RITM-200 ve RITM-200S reaktörlerinde (yükseltilmiş yüzer güç ünitelerine kurulacak) kullanılan tasarım ve yerleşim çözümlerinden faydalanıyor.

RITM-200N reaktöründe tüm güvenlik





REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

sistemleri yedekli olarak tasarlandı. Bu, aktif sistemler tarafından yerine getirilen kritik güvenlik işlevlerinin hepsinin pasif güvenlik sistemleri tarafından kopyalandığı anlamına geliyor.

SMR karada kurulacağı ve Arktik ortamında işletileceği için RITM-200N tasarımına özel teknik çözümler dahil edildi, gerekli araştırma ve deneysel çalışmalar yapıldı. Bu çözümlerden bazıları kapsamında, değiştirilemeyen reaktör ekipmanının hizmet ömrünün 40 yıldan 60 yıla çıkarılması hedefleniyor. Reaktörün enerjisi tamamen kesilse veya soğutma sıvısı kaybetse bile (Fukuşima'da olduğu gibi) reaktörün en az 72 saat güvenli kalmasını sağlamak için pasif güvenlik sistemleri de geliştiriliyor. Diğer bir dizi çözüm, hem doğal (depremler) hem de insan yapımı (20 tonluk bir uçak kazası) dış etkilere karşı koruma sağlıyor.

Birincil devrede soğutma sıvısı kaybı kazalarını izlemek için reaktöre sinyal cihazları kurulacak. Cihazların sağlayacağı veriler, acil durumlara daha zamanında ve doğru müdahale etmeyi sağlayacak. Operasyon sırasında reaktör kabının

durumunu izlemek için “şahit numuneler” kullanılacak. Bunlar, reaktör kabının (reaktörden farklı olarak güvenli bir şekilde çıkarılabilirler) tahribatlı teste tabi tutulduğu aynı çelikten yapılmış tükenir test parçaları olma özelliğini taşıyor.

Kara tabanlı RITM-200 reaktörü, deniz tabanlı versiyonuna göre daha yüksek buhar kapasitesine (305 t/s - 248 t/s) ve daha yüksek güç kapasitesine (190 MW - 175 MW) sahip.

Yakıt

RITM-200N reaktörlerinin çekirdeği, deniz tabanlı reaktörlerde kullanılan reaktör çekirdeklerinden 45 cm daha uzun olan 1650 mm yakıt çubuklarına sahip 199 yakıt demeti içerecek. Kara tabanlı reaktör, intermetalik bir yakıt yerine, yakıt olarak %20'den daha az oranda zenginleştirilmiş uranyum içeren bir uranyum oksit seramiği kullanacak. Bu özellikler, yakıtın enerji potansiyelini neredeyse iki katına (kara tabanlı reaktör için 8 TWh'ye karşın deniz tabanlı reaktör için 4,5 TWh) çıkarıyor. Akademik Lomonosov yüzer nükleer santralının KLT-40S reaktöründe



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

kullanılan seramik yakıt fonksiyonel hale geldi. Yakıt kaplamaları, korozyona dayanıklı bir alışımdan yapılacak ve yakıt çubuklarıyla birlikte yük takip modunda çalışacak şekilde tasarlanacak. Kara tabanlı reaktörler için yakıtın tasarım ömrü deniz tabanlı reaktörün yakıtı ile aynı, yani 10 yıl.

Planlar

Küçük modüler reaktörün temelini 2024 yılında atılması planlanıyor. 2027 yılında

işletme ruhsatının alınması, ardından 2028 yılında santralin devreye alınması hedefleniyor. Yakutistan SMR'sinin sağlayacağı elektriğin ana tüketicilerinin, büyük Kyuchus altın madenindeki madencilik ve işleme tesisleri, nadir toprak metal ve kalay yatakları ve yakındaki Ust-Kuyga, Deputatsky, Kazachye ve Severny kasabaları olacağı düşünülüyor. [NL](#)

[Bölümün başına](#)



Enerji Depolayan Teknoloji Zincirleri

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) temmuz ayında, bir dizi temiz enerji üretimi ve depolama teknolojisi ile elektrikli araçlar için gerekli olan minerallere yönelik başlıca pazar eğilimlerini özetleyen Kritik Mineraller Pazar İncelemesi 2023 raporunu yayınladı. Rusya temiz enerji pazarının önemli bir oyuncusu olan Rosatom, bu eğilimleri takip ederek sürdürülebilir tedarik için önlemler alıyor, arama ve madencilikten enerji depolama sistemleri, elektrikli araçlar ve rüzgâr türbinleri gibi nihai ürünlere kadar uzanan teknoloji zincirleri geliştiriyor.

Küresel görünüm

IEA raporuna göre, 2017'den 2022'ye kadar olan beş yıllık dönemde enerji sektöründeki lityum talebinde üç kat, kobalt talebinde %70 ve nikel talebinde %40'lık artış oldu. Örneğin 2022'de elektrikli araç satışları 2021'e kıyasla %60 artarak 10 milyon araca ulaştı. Bu yıl %30'luk bir artışın olması ve sayının 13 milyon araca ulaşması bekleniyor. 2022'de bir önceki yıla göre %20 azalarak 75 GW'a gerilemiş olsa da rüzgâr kapasitesi ilavelerinin bu yıl %70 artarak 120 GW'ın üzerine çıkacağı tahmin ediliyor.

Artan talep, fiyatları ve üretim artışını tetikledi, böylece yeni enerji sektörleri (güneş, rüzgâr, depolama ve elektrikli araçlar) için hayati önem taşıyan mineraller pazarı beş yılda iki katına çıkarak 2022 yılında 320 milyar ABD dolarına ulaştı. Tek



TRENDLER

İçeriklere geri dön

tek mineraller açısından bakıldığında, lityum pazarı 6,7 kat, nadir toprak elementleri 2,5 kat, nikel 3,1 kat ve kobalt 1,9 kat büyüdü.

Lityum üretimi 2017'de yaklaşık 45 bin tondan 2022'de yaklaşık 130 bin tona çıkarken, temiz enerji sektörlerinin payı %30'dan %56'ya yükseldi. Nikel üretimi yaklaşık 2,1 milyon tondan yaklaşık 3 milyon tona yükselirken, temiz enerjinin bu miktardaki payı %6'dan %16'ya çıktı. Kobalt üretimi 100 bin tondan 170 bin tona çıkarken, temiz enerji sektörlerinin payı %14'ten %40'a çıktı.

2023'te birçok madenin fiyatı düşmüş olsa da bazıları 2010'ların ikinci yarısındaki ortalama seviyelerinin üzerinde kaldı. Bu durum en çok da lityumda görüldü. Lityumun 2016-2020 ortalama fiyatı ton başına 20 bin ABD dolarının altındayken, geçen yılın sonlarında lityum karbonatın ton başına fiyatı 70 bin ABD dolarına yaklaştı. Lityumun 2023'ün ikinci çeyreğindeki fiyatı ise ton başına 40 bin ila 50 bin ABD doları aralığında seyretti.

İstikrarsızlıkla mücadele eden hükümetler ve şirketler arzı mümkün olduğunca güvenilir hale getirmeye çabalıyor.

Raporda, **“Yeterli ve sürdürülebilir mineral tedarikinin sağlanması için politika müdahalelerine ihtiyaç duyulduğu giderek daha fazla kabul görmektedir”** ifadeleri yer alıyor. Geçtiğimiz birkaç yıl içinde, yeni enerji üretimi ve depolama teknolojileri için mineral üretimi ve tedarikine yönelik yatırımları sağlamak ve belirli ihracat ve ithalat kısıtlamaları getirmek amacıyla dünya çapında 100'den fazla politika ve düzenleme yürürlüğe koyuldu.

Bu tür minerallere yapılan yatırım 2021'de 2020'ye kıyasla %20 ve 2022'de 2021'e

kıyasla %30 arttı. Raporda şu ifadelere yer veriliyor: **“Enerji geçişinde kullanılan minerallerin geliştirilmesinde önemli bir yere sahip 20 büyük madencilik şirketinin yatırım seviyelerine ilişkin detaylı analizimiz, temiz enerjinin yaygınlaştırılmasının arkasındaki güçlü ivmenin etkisiyle kritik minerallere yönelik sermaye harcamalarında büyük artış olduğunu gösteriyor.”** Keşif harcamaları da bir önceki yıla göre %20 arttı ve bu büyümenin büyük kısmını lityum oluşturdu. Segmentin liderleri Avustralya ve Kanada olurken, Brezilya ve Afrika ülkeleri de arama harcamalarında artış kaydetti.

Rusya

Geçtiğimiz birkaç yıl içinde Rusya, elektrikli araç segmentini geliştirme ve yeni enerji üretimi ve depolama teknolojileri için hayati önem taşıyan minerallerin güvenilir tedarikini sağlama yönündeki çabalarını büyük oranda yoğunlaştırdı. Rus hükümeti 2020 yılında, diğer elementlerin yanı sıra nadir toprak elementlerinin (NTEler) tedarikine ilişkin Yeni Malzeme ve Maddeler Teknolojisi Yol Haritasını onayladı. Yol haritası 2022 yılında güncellendi. Hükümet ayrıca 2021 yılında Elektrikli Araç





TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

Teknolojisini Geliştirme Programı 2030'u kabul etti.

Yeni Malzeme ve Maddeler Teknolojisi Yol Haritası kapsamındaki NTE hedeflerinin gerçekleştirilmesinden sorumlu olan Rus nükleer şirketi Rosatom aynı zamanda hem güç hem de elektrikli araç uygulamaları için Rusya enerji depolama sistemleri pazarında ve rüzgâr enerjisi pazarında da önemli bir oyuncu. Rosatom, bu pazarlarda dikey üretim ve teknoloji zincirleri oluşturmak için gerekli yetkinliklerini geliştirmek amacıyla çalışmalarını sürdürüyor.

Rusya, yeni enerji üretimi ve depolama teknolojileri için gerekli pek çok mineral konusunda kendi kendine yetiyor. Özellikle, önemli bir küresel nikel madencisi olan Rusya merkezli Nornickel, aynı zamanda temiz enerji segmenti için gerekli olan kobalt, bakır ve platin grubu metalleri de üretiyor. Bir başka Rus şirketi olan RUSAL, küresel alüminyum pazarında önemli bir oyuncu. Birçok Rus şirketi bakır üretiyor. Ülke ayrıca gübre uygulamaları için büyük ölçekte çıkarılan ve elektrikli araçlar için lityum demir fosfat pillerde de kullanılabilen fosfatlar açısından da zengin.

Rusya'nın şu ana kadar yerli bir lityum üretimi bulunmasa da bu sorun çözülmeye çalışılıyor. Şubat ayında, Nornickel ve Rosatom'un ortak girişimi olan Polar Lithium, Kolmozerskoye lityum yatağı için bir madencilik lisansı aldı. Üretimin 2029 yılında başlaması planlanıyor. Rezerv tahminlerinin 2024 yılı sonuna kadar netleşmesi bekleniyor. Ön tahminlere göre, yatak yılda 1,96 milyon ton cevher üretecek. Bu, 45 bin ton lityum karbonat ve hidroksite eşdeğer. Söz konusu miktar Rusya'nın ihtiyacını karşılamaya yetecek ve geriye ihracat için daha fazlası kalacak.

Rosatom lityum alanında da yabancı ortaklıklar kuruyor. Bültenin son sayısında Rosatom'un iştiraki Uranium One Group ile Bolivya devlet şirketi Yacimientos de Litio Bolivianos'un Salar de Pastos Grandes'te 25 bin tonluk bir lityum karbonat üretim tesisi kurmak için 600 milyon dolarlık bir çerçeve anlaşma imzaladığından bahsedilmişti.

Rosatom ayrıca NTE segmentinde kapsama alanını da genişletiyor. Mayıs ayında Rus devlet şirketi, titanyum ve bileşikleri, tantal, niyobyum ve hafif NTE'lerin üretimi için bir kaynak malzeme olan loparit konsantresi üreticisi Lovozersky GOK'u satın aldı. Rusya'nın tek loparit konsantresi üreticisi olan Lovozersky GOK tarafından üretilen loparit konsantresi, Solikamsk Magnezyum Fabrikasında işleniyor. Rusya Devlet Başkanı'nın kararnamesine göre fabrikanın hisseleri de Rosatom'a devredilecek.

Rosatom, mineral kaynaklarını güvence altına almanın yanı sıra üretilen bileşen yelpazesini de genişletiyor. Örneğin Rosatom'un yakıt bölümü TVEL, Glazov'da (Udmurtya Bölgesi) büyük ölçekli kalıcı nadir toprak mıknatıslar (neodimyum) üretmeyi planlıyor. Söz konusu miktans,





TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

rüzgâr türbinleri için elektrik motorları ve jeneratörlerinin önemli bir bileşeni olma özelliği taşıyor. Şirketin 2028 yılına kadar 1000 tonun üzerinde neodimyum-demir-bor mıknatıs üretmesi bekleniyor. Üretimin 2030'dan sonra 3 bin tona kadar çıkarılması mümkün. Rosatom MetalTech (TVEL'in bir parçası) CEO'su Andrey Andrianov, Udmurtia Hükümeti ile imzalanan anlaşmayla ilgili olarak şunları söyledi: **“Otomotiv ve havacılık endüstrilerinden elektronik uygulamalara ve güçlü jeneratörlere kadar Rus ekonomisinin gelişen sektörlerini kapsayacak şekilde nadir toprak mıknatıs pazarının yeni segmentlerine girmeyi planlıyoruz.”**

Rosatom, Rusya'da yeni rüzgâr üretim kapasitesinin inşasında lider konumunda bulunuyor. Rüzgâr enerjisi bölümü NovaWind, bugüne kadar 940 MW yeni rüzgâr kapasitesinin eklenmesini sağladı, 2027 yılına kadar toplamda yaklaşık 1,7 GW yeni kapasite devreye alınacak. NovaWind, rüzgâr türbinleri için parça ve bileşenler üretiyor ve mıknatıslara ek olarak türbin kanatları üretimine başlamayı planlıyor.

Rosatom ayrıca akümülatör üretimi konusunda da çalışıyor. TVEL'in iştiraki RENERA, Kaliningrad'da, yıllık 4 GWh

kapasiteli pil hücreleri üretmek için yakında bir lityum iyon pil fabrikası inşa etmeye başlayacak. Proje haziran ayında resmi onay aldı. RENERA önümüzdeki aylarda inşaat çalışmalarına başlayacak ve sahadaki hazırlıklar tamamlanmış olacak. Lityum iyon pil fabrikasının 2025 yılında devreye girmesi ve onu benzer fabrikaların izlemesi bekleniyor.

RENERA halihazırda Moskova'da bir batarya montaj tesisi işletiyor ve Saint Petersburg'da faaliyet gösteren artırılmış seyahat menzilli trolleybüsler gibi toplu taşıma uygulamaları için enerji depolama sistemleri tedarik ediyor.

RENERA ayrıca Rus yapımı elektrikli otomobil Atom için de batarya tedarik edecek. Akümülatörlere ek olarak Rosatom mühendisleri bu araç için nispeten ucuz ve güvenilir bir motor geliştiriyor. Mühendisler en başından beri, diğer elektrikli araç modelleri için geniş bir motor yelpazesi oluşturmak üzere modifiye edilebilirlik özelliği sağladılar. Atom'un 500 kilometrelik bir seyahat menziline sahip olması ve soğuk Rus iklimine adapte edilmesi bekleniyor.

Elektrikli araç teknolojisi iyi geliştirilmiş bir şarj altyapısı gerektirdiğinden, şarj istasyonları da Rosatom'un ilgi odağında. Elektrik enerjisi bölümü RosEnergoAtom, ilk olarak milyondan fazla şehri ve Moskova ile Saint Petersburg'u birbirine bağlayan otoyollar gibi büyük otoyolları kapsayacak bir elektrikli şarj istasyonları zinciri kurmayı planlıyor. Finam Management şirketinin önde gelen uzmanlarından Dmitry Baranov konuyla ilgili olarak şunları belirtti: **“Rusya, 2024 yılına kadar, bir aracı 20 dakikada tamamen şarj eden yaklaşık 3 bin hızlı şarj istasyonu da dahil olmak üzere en az 9 bin 400 şarj istasyonunu faaliyete geçirmeyi planlıyor. Rosatom'un planlarının hayata geçirilmesi, şirketi**



TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

pazar lideri haline getirecek ve yerel elektrikli araç teknolojisinin altyapısının gelişimine katkıda bulunacak.”

Baranov'a göre elektrikli otomobillerin sayısının artması, yeni markaların piyasaya sürülmesi, tüketicilerin ilgisinin artması ve elektrikli araç şarj ve servis altyapısının genişlemesiyle Rusya'da elektrikli araç teknolojisi segmenti istikrarlı bir şekilde gelişiyor. Rusya Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından hazırlanan iyimser senaryoya göre elektrikli araçlar 2030 yılına kadar pazarın %15'ini oluşturacak.

Son olarak Rosatom, batarya geri dönüşüm işine de girmeyi planlıyor. Bu amaçla, Rus

devlet şirketi bir batarya geri dönüşüm tesisi kurmak için proje başlattı. Halihazırda mühendislik tasarım çalışmaları devam ediyor ve saha inceleme sonuçları düzenleyici kurum tarafından inceleniyor.

Yukarıdaki kısa genel bakış, Rosatom'un yeni enerji üretimi ve depolama teknolojisinin birçok segmentine dahil olduğunu ve elektrikli araç segmentinde dikey bir teknoloji zinciri oluşturma niyetini ortaya koyuyor. Rosatom, uzmanlık ve teknolojik bilgi edinerek Rusya'nın teknolojik bakımdan egemen olmasını sağlıyor ve yüksek teknoloji ihracatı için sağlam bir temel atıyor. ^{NL}

[Bölümün başına](#)



Nükleer için Büyük Planlar

Türkiye Enerji Bakanlığı iki nükleer santral daha inşa etmeye yönelik planlarını paylaşıyor. Bu arada, temmuz sonu ve ağustos başında sahadaki bir dizi önemli inşaat faaliyetinin tamamlandığı Türkiye'nin ilk nükleer güç santrali Akkuyu hızla büyüyor.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Alparslan Bayraktar, Sabah gazetesine verdiği demeçte, Türkiye'nin önümüzdeki beş yıl içinde iki nükleer santral daha inşa etmeyi

planladığını söyledi. Karadeniz'deki Sinop kenti ve Trakya'daki sahalarda santraller için potansiyel yerler olarak değerlendiriliyor. Bakan Bayraktar, **“İkinci ve üçüncü nükleer santraller için 2023-2028 yılları arasında lisans almayı ve [tesislerin] temellerini atmaya başlamayı planlıyoruz”** dedi. Bayraktar, Akkuyu NGS'ye ilişkin anlaşmanın 2010 yılında imzalandığını ve ardından projenin tamamlanması, izinlerin alınması ve sahada gerekli hazırlıkların yapılmasının üç ila beş yıl sürdüğünü de hatırlattı.

Temmuz ayı ortalarında Bayraktar düzenlediği basın toplantısında, ikinci ve üçüncü nükleer santrallerin inşası için Rusya, Çin ve Güney Kore ile ön görüşmelerde bulunduğunu söyledi. Toplantıda Bayraktar,



TÜRKİYE

İçeriklere geri dön

ülkenin enerji talebinin istikrarlı bir şekilde arttığını belirterek şunları vurguladı: **“Önceliğimiz sürdürülebilir enerji arzını güvence altına almaktır. Dış kaynaklara olan bağıllığımızı azaltmalıyız”**. Bayraktar ayrıca Türkiye'nin 2053 yılına kadar karbon-nötr hale getirilmesi gerektiğine de değindi.

Bayraktar, Türkiye'nin 2050'lere kadar küçük modüler reaktörler de dahil 20 bin MW'ın üzerinde nükleer kurulu güce sahip olacağını da belirterek şöyle konuştu: **“Yani nükleer kurulu gücümüz neredeyse dört Akkuyu büyüklüğünde olacak. Bunların bir kısmı büyük ölçekli santraller olabilir ama bir kısmı özellikle sanayimizin enerjideki dönüşümü için çok önemli olan küçük modüler reaktörler.”**

Bayraktar, temmuz ayı sonunda Ankara'da Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev ile Akkuyu inşaat projesinin gidişatı konusunu da ele aldı. Alparslan Bayraktar görüşmeyle ilgili olarak, **“Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev ve beraberindeki heyet ile bakanlığımızda bir araya geldik. Türkiye'nin yeni nesil enerjisi olacak Akkuyu projesinin güncel durumuna ilişkin değerlendirmelerde bulunduk”** dedi.

Akkuyu'daki dört reaktör ünitesinin tamamının inşaatı devam ediyor. Ağustos ayı başında, reaktör binasının temel döşemesinin betonlanma işlemi tamamlandı.

Döşemenin maksimum dayanıklılığını sağlamak için reaktör binasının temeline 3 bin 500 ton armatür ve 17,5 bin metreküp beton karışımı döküldü. Karşılaştırma yapmak gerekirse bu miktardaki beton ile 10 futbol sahasına 1 metre yükseklikte zemin oluşturulabiliyor.

Beton üzerinde yapılan başarılı laboratuvar



testlerinin ardından 4'üncü ünitenin inşaatının bir sonraki aşaması olan reaktör binasının dış ve iç duvarlarının inşası da başladı. Temmuz sonunda sahada 400 kilovat gerilime sahip entegre gaz yalıtımlı şalt tesisinin montajına başlandı. Tesisat, elektriğin Türk şebekesine iletilmesi için tasarlandı.

Baralar, devre kesiciler, topraklama ayırıcılar, akım trafoları ve gaz yalıtımlı baralar gibi elektriğin iletimi için gerekli yardımcı bileşenleri ve bağlantı bileşenlerini bir arada bulunduran şalt tesisi, hem entegre dağıtıcının boyutlarını önemli ölçüde azaltıyor hem de işletme konforunu ve güvenilirliğini artırıyor.

Akkuyu Nükleer A.Ş Genel Müdür Birinci Yardımcısı ve NGS Yapı İşleri Direktörü Sergey Butckikh, konuyla ilgili olarak **“Şalt tesisinin gaz yalıtımlı olduğunu belirtmekte fayda var. Gaz yalıtımı alevlerin yayılmasını engellemektedir. Tesisin montajı tamamlandıktan sonra Akkuyu elektroteknik sisteminin başlatma ve ayarlama işlerine başlayacağız”** dedi.

Temmuz ayının başlarında Rosatom'un enerji



TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

mühendisliği bölümü AtomEnergMash'ın bir parçası olan Atommash, 2'nci Ünite'nin buhar türbini kondansatörü için boru modülleri sevk etti. Türbin kondansatörünün bir parçası olan boru modülleri nükleer santralin türbin binasına monte ediliyor. Her biri, modülün boyunca özel bir sırayla düzenlenmiş 14 binden fazla borudan oluşuyor. Akkuyu'da deniz suyu, türbinden geçen buharı soğutmak ve yoğunlaştırmak için bu tüpler aracılığıyla pompalanacak. Sevkiyat, her biri 125 ton ağırlığında dört boru modülü içeriyor. Akkuyu NGS'ye deniz yoluyla ulaştırılacak

olan modüller 3 bin kilometre yol kat edecek.

Temmuz ayı başında Rosatom Teknik Akademisi Küresel Nükleer Güvenlik ve Emniyet Enstitüsü ve NEPT A.Ş., AKKUYU NÜKLEER A.Ş çalışanlarına tesis güvenliği analizi ve iç kontrollerin temelleri hakkında sahada eğitim verdi.

Santral güvenliğinden sorumlu Akkuyu çalışanlarına yönelik bir hafta süren eğitim programında uluslararası düzenleyici çerçeve, güvenlik tehdit analizi ve güncelleme prosedürleri, güvenlik altyapı analizinin amaç ve yöntemleri, iç kontrol prosedürleri gibi konular ele alındı.

Başta UAEK Nükleer Güvenlik Standartları Serisi olmak üzere en iyi uluslararası uygulamaları kapsayan eğitim programında Rusya'nın uzmanlığı ve Akkuyu projesinin özelliklerine de değinildi. Kursu tamamlayanlar, akademik performans ve öğrendikleri bilgilerinin değerlendirilmesi için sınavdan geçirildi. [NL](#)

[Bölümün başına](#)