



[İçeriklere geri dön](#)

ROSATOM HABERLERİ

[Rus SMR'lerin Muazzam Tanıtımı](#)

[Lutesyum-177 Tedavi Ediyor](#)

REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

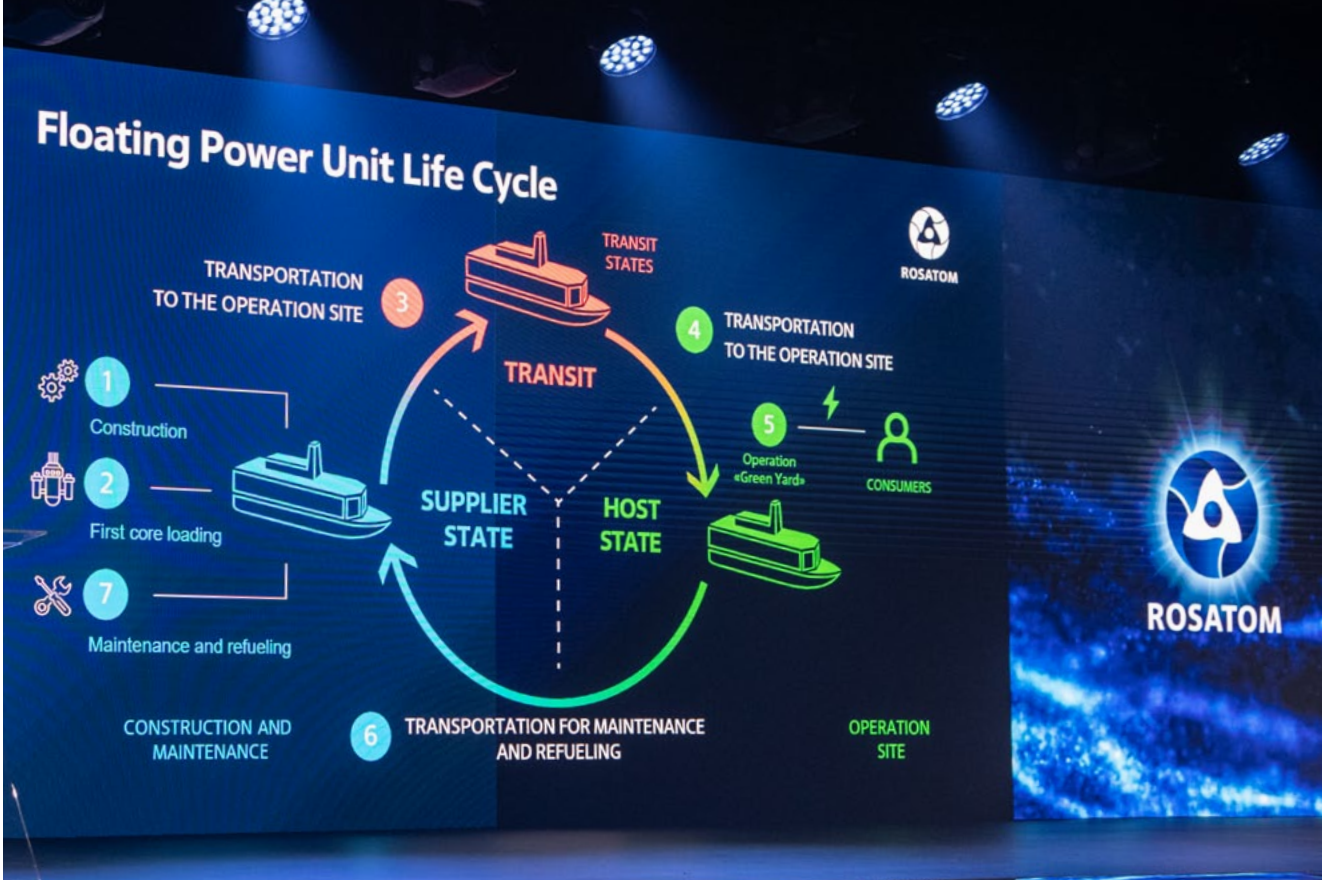
[Nükleer Füzyonun Pek Çok Yüzü](#)

TRENDLER

[Reaktör Geleceğine Genel Bir Bakış](#)

TÜRKİYE

[Akkuyu'da Yeni Aşama](#)



Rus SMR'lerin Muazzam Tanıtımı

Küçük modüler reaktörlerin (SMR'ler) hem Rosatom hem de küresel toplum için önemli bir konu haline gelmesi sebebiyle Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu, BM İklim Değişikliği Konferansı COP28'de küçük ölçekli nükleer güç santrallerine adanmış özel bir etkinlik olan SMR Günü'nü düzenledi. SMR'lerin inşası için müzakereler yürüten, anlaşmalar yapan, tasarımlar geliştiren ve belgeler hazırlayan Rosatom, SMR'lerin işletme ve bakım özelliklerini diğer ülkelerden nükleer uzmanlarla da paylaşıyor.

Rosatom'un COP28'deki programı kapsamında yer alan önemli etkinliklerden biri olan SMR Günü, Yakutistan'da inşa edilen ve Kuzey Kutbu ekosistemine dikkatle entegre edilen kara tabanlı SMR'nin muazzam bir multimedya sunumu ile başladı.

Etkinliğin konukları ayrıca Rusya'nın en kuzeyinde yer alan Çukotka bölgesindeki Pevek kentine elektrik ve ısı sağlayan Akademik Lomonosov yüzer nükleer güç santralinde sanal bir tura katılma fırsatını yakaladılar. Okuyucularımızın hatırlayacağı üzere, geçen sayımızda dünyanın bu tek açık deniz nükleer güç santraline ilk yakıt ikmalinin yapıldığından bahsetmiştik.

SMR Günü katılımcılarına video mesajla hitap eden Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev, "[Rosatom'un küçük modüler](#)



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

reaktörler alanındaki önerilerinin, çeşitli nedenlerle daha önce nükleer enerji üretimini düşünmemiş ülkeler için etkili ve çevre dostu bir seçenek olacağından eminim” dedi.

Anlaşmalar

Birçok ülke Rus SMR'leriyle oldukça ilgileniyor. Moğolistan devlet şirketi Monatom'un Genel Müdürü Dalajjargal Dorjbal, COP28'de Moğolistan'da inşa edilebilecek bir kara tabanlı SMR konseptini sundu.

Daha önce, Kasım ayı ortasında, Aleksey Likhachev ve Norinckel Başkanı Vladimir Potanin, Norilsk sanayi bölgesinde ulusal elektrik şebekesinden izole bir SMR inşasına ilişkin niyet ve iş birliği anlaşması imzalamışlardı. Taraflar, mevcut seçenekleri inceleyecek, karada SMR için öncelikli sahayı, konumu ve reaktörün inşası ve işletimi için gerekli altyapıyı belirleyecek ve en uygun proje teslim planını seçecek.

Vladimir Potanin konuyla ilgili olarak, **“Norinckel ve Norilsk sanayi bölgesi gelişiyor, bu nedenle 2030'dan sonra daha fazla elektriğe ihtiyacımız olacak”** değerlendirmesinde bulundu.

Aleksey Likhachev de konuyla ilgili olarak şunları söyledi: **“En yeni RITM-400 reaktörüne dayalı yüksek teknolojlili bir nükleer güç santrali öncelikli olarak düşünülebilir. Düşük güçlü tasarımlarımız uzun vadede ve öngörülebilir bir maliyetle güvenilir bir elektrik kaynağı sunmaktadır. Ayrıca nükleer enerji, CO2 emisyonuna neden olmaması nedeniyle iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir katkı sağlayabilir. Tüm bu avantajlar SMR teknolojisini büyük endüstriyel tesisler için rağbet gören bir seçenek haline getirmektedir.”**



10 küçük reaktör

Aralık ayı başında, Rosatom'un enerji mühendisliği bölümünün bünyesindeki ZiO-Podolsk, yeni nesil Project 22220 nükleer buzkıranlar için 10'uncu RITM-200 reaktörünü üretti. Bu reaktör, Saint Petersburg'daki Baltık Tersanesi'nde Rosatom'un siparişi üzerine inşa edilen 4'üncü seri buzkıran Çukotka'ya monte edilecek.

Aleksey Likhachev konuya ilişkin olarak, **“RITM-200 reaktörleri, Kuzey Deniz Rotasında seyrüseferi daha verimli hale getiren yeni evrensel nükleer buzkıran gemilerimize güç sağlayarak kendini kanıtladı. Aynı reaktörler 5'inci ve 6'ncı seri nükleer enerjili buzkıranlara da monte edilecek. Bu reaktörleri inşa etme kararı Rus Hükümeti tarafından daha önce verilmişti”** ifadelerini kullandı.

Eğitim

Kasım ayında, Rosatom Teknik Akademisi'nin Saint Petersburg şubesinde küçük modüler reaktörlerin güvenliğine ilişkin UAEA eğitim programı tamamlandı. Nükleer enerji programlarına başlayan 13 ortak ülkeden uzmanlar, SMR teknolojisi ve ilgili UAEA



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

güvenlik kılavuzları hakkında bilgi edindiler ve bu kılavuzların farklı küçük modüler reaktör türlerine nasıl uygulanacağını öğrendiler.

Eğitim, Rus denetim kurumu Rostechnadzor, RITM reaktör tasarımcısı OKBM Afrikantov ve Rosatom Teknik Akademisi'nden uzmanlar tarafından verildi. Rus uzmanlar, küçük modüler reaktörlerin inşası ve işletilmesi konusundaki deneyimlerini paylaştılar, nükleer altyapı, lisanslama, nükleer ve radyasyon güvenliği konularındaki soruları yanıtladılar.

Eğitim alanlar, Akademik Lomonosov ve OKBM Afrikantov'un sanal turlarının yanı sıra Rosatom'un Acil Durum Merkezi'nde düzenlenen tura da katıldılar. Katılımcılara nükleer kaza önleme ve yönetim sistemleri gösterildi ve acil durum müdahale ekiplerinin müşterek çalışmaları hakkında bilgi verildi.

Önemli tasarım değerlendirmesi

Rosatom'un enerji mühendisliği bölümü AtomEnergomash uzmanları tarafından sunulan RITM-200N reaktörü, AS-14-15 çekirdeği ve bileşenlerinin teknik tasarımları Rosatom Bilimsel ve Teknik Konseyi tarafından önemli bir değerlendirmeden geçti. RITM-200N, Yakutistan'daki küçük ölçekli nükleer güç santraline kurulacak.

Konsey, tasarımların ayrıntılı bir şekilde hazırlandığını ve iş kapsamı gerekliliklerini karşıladığını belirtti. Reaktör ekipmanı için detaylı tasarım, işletim ve kabul belgelerinin hazırlanması çalışmaları sürüyor.



Lutesyum-177 Tedavi Ediyor

Nükleer tıp dünyasından önemli haberler geliyor. Prostat kanserine yakalanmış ilk hastalara lutesyum-177 ile radyonüklid tedavisi uygulandı ve tümünde olumlu değişiklikler gözlemlendi. Bu konu ve Rosatom'un izotop çalışmalarıyla ilgili diğer haberler hakkında daha fazla bilgiyi makalemizde bulabilirsiniz.

Lutesyum

Tedavi, Rusya Federal Tıbbi ve Biyolojik Ajansı'na bağlı Federal Radyoloji ve Onkoloji Araştırma ve Klinik Merkezi'nde (FRCCRO) uygulandı. Nöroendokrin tümörlerin ve prostat kanserinin tedavisi için lutesyum-177 içeren bir madde, Rosatom'un araştırma bölümünün bir parçası olan Nükleer Reaktörler Araştırma Enstitüsü'nün (RIAR) uyguladığı teknoloji kullanılarak geliştirildi. Radyofarmasötik, kalite kontrolünün tüm aşamalarını geçti.



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

İlacı geliştirenlerden RIAR Radyonüklid Kaynaklar ve Maddeler Başkanı Oleg Andreev, **“İlk içerik üreticisi olarak, Rus tıbbi kurumlarının tüm ihtiyaçlarını karşılayabiliyor ve aldığımız tüm siparişleri zamanında karşılayabiliyoruz”** dedi. Rusya’da radyofarmasötikler dört tıp merkezine tedarik ediliyor.

Nükleer Tıp Merkezi Başkanı ve FRCCRO’da radyolog olan Pyotr Sychev’e göre tedavi etkili oldu ve hastaların hiçbirinde yan etkiye rastlanmadı.

Tedavi, doktorların öncelikle hastanın herhangi bir yan etki yaşamadığından emin olması ve ardından ilacı damardan enjekte etmesiyle uygulanıyor. İlaç iki ayda bir veriliyor. Konuyla ilgili olarak Peter Sychev, **“Hastalarımız tedavinin ilk kürünü tamamladı ve tümünün kanında prostat spesifik antijen proteini seviyesinde düşüş gözlemlendi. İyi durumdadır”** dedi.

Rosatom’un izotop ürünleri tedarik eden yan kuruluşu V/O İzotop’un CEO’su Maxim Kushnarev’in Vestnik Atomproma dergisine verdiği demeçte belirttiği üzere, lutesyum-177 tıbbi izotopu 2021’den bu yana Brezilya’ya tedarik ediliyor.

Eylül ayında Leningrad Nükleer Güç Santrali, iyot-131, molibden-99 ve kobalt-60’tan oluşan ürün yelpazesine yeni bir izotop ekleyerek lutesyum-177 üretmek için lisans aldı.

Kobalt

Kasım ayı ortasında Leningrad NGS, ticari ışınlama tesislerinin gama radyasyon kaynaklarında kullanılan kobalt-60 üretimi için belirlediği yıllık hedefini gerçekleştirdi. Smolensk ve Kursk nükleer güç santralleri ile yapılan iş birliği sayesinde hedefe



planlanandan daha hızlı ulaşıldı. Leningrad NGS Direktörü Vladimir Pereguda, **“Önümüzdeki yıl için daha az iddialı kobalt-60 üretim planlarımız yok”** dedi. RosEnergoAtom İş Geliştirmeden Sorumlu CEO Yardımcısı Nikita Konstantinov, **“Rus nükleer santrallerinin güç reaktörlerinde üretilen sterilizasyon kobaltının payı bu yıl küresel kobalt-60 pazarının yaklaşık %30’unu oluşturacak”** diye konuştu.

Kobalt-60, kobalt soğurucuların reaktöre yerleştirilmesi ve 5 yıl boyunca ışınlanmasıyla elde ediliyor.

Uluslararası iş birliği

V/O İzotop bu yıl Belarus’taki kliniklerin teknesyum jeneratörü ihtiyacının tamamını karşılamak üzere bir sözleşme imzaladı, Ermenistan ve Kazakistan’a tedarikini artırdı ve Kırgızistan ve Azerbaycan’a teslimatlara başlamak için çalışıyor.

Rosatom ayrıca BDT üyesi olmayan ülkelerdeki ayak izini de genişletiyor. Moskova, temmuz ayında çevrimdışı ve çevrimiçi katılımlı BRICS uzman forumuna ev sahipliği yaptı. Ardından ağustos ayında Güney Afrika’da düzenlenen bir başka forumda nükleer tıp konusunda BRICS



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

çalışma grubu oluşturulmasına karar verildi. Maxim Kushnarev, “**Rusya’nın ve özellikle Rosatom’un bu çalışma grubunda öncü bir rol oynamasını bekliyoruz. Bu sadece bizim değerlendirmemiz değil. Güney Afrikalı bir temsilciden BRICS şirketleri arasında kaynak izotoplardan radyofarmasötiklere kadar uçtan uca üretim teknolojisine sadece Rosatom’un sahip olduğunu duymaktan büyük memnuniyet duyduk. Dünya çapında her üretim aşamasında yetkinliği bulunan birkaç şirketten biriyiz**” dedi.

Rus germanyum-68/galyum-68 jeneratörleri artık Hindistan ve Kazakistan’a tedarik ediliyor. Ayrıca, lojistik sorunlar nedeniyle iki yıldır kesintiye uğrayan Hindistan’a molibden tedariki tekrar başladı. Çin’e hem tıbbi hem de ticari izotop tedariki de artıyor. Bunlar arasında havaalanlarında kullanılan helyum-3 izotopu da yer alıyor. Çin’e yapılan izotop satışlarının bu yıl için bir buçuk ila iki kat artması bekleniyor.

Maxim Kushnarev’in de belirttiği üzere, Avrupalı şirketler Rus izotoplarını satın almayı reddetmedi ve ortaya çıkan tüm zorluklar yavaş yavaş aşıldı. Sözleşmeye tabi üretim hizmetleri sağlamak için görüşmeler devam ediyor. Kuzey Amerika’ya teslimatlar



da sürüyor.

Rosatom’un izotop iş geliştirme planları, Obninsk’te bir GMP fabrikasının inşasını öngörüyor. Bu fabrika, hem iyot-131, samaryum-153 ve molibden-99 bazlı en çok aranan radyofarmasötikler hem de lutesyum-177, aktinyum-225, radyum-223 ve diğer izotopları içeren, gelecekte meydana gelebilecek değişikliklerden etkilenmeyen ilaçlar dahil üzere çok çeşitli radyofarmasötikler ve aktif maddeler üretecek. ^{NL}

[Bölümün başına](#)



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Nükleer Füzyonun Pek Çok Yüzü

Yıl boyunca, Rosatom'un katkılarıyla reaktör teknolojisindeki son gelişmeler hakkında okuyucularımıza bilgi vermiştik. Reaktör Teknolojileri serimizi füzyon projeleri ile ilgili bir makale ile tamamlayacağız.

ITER

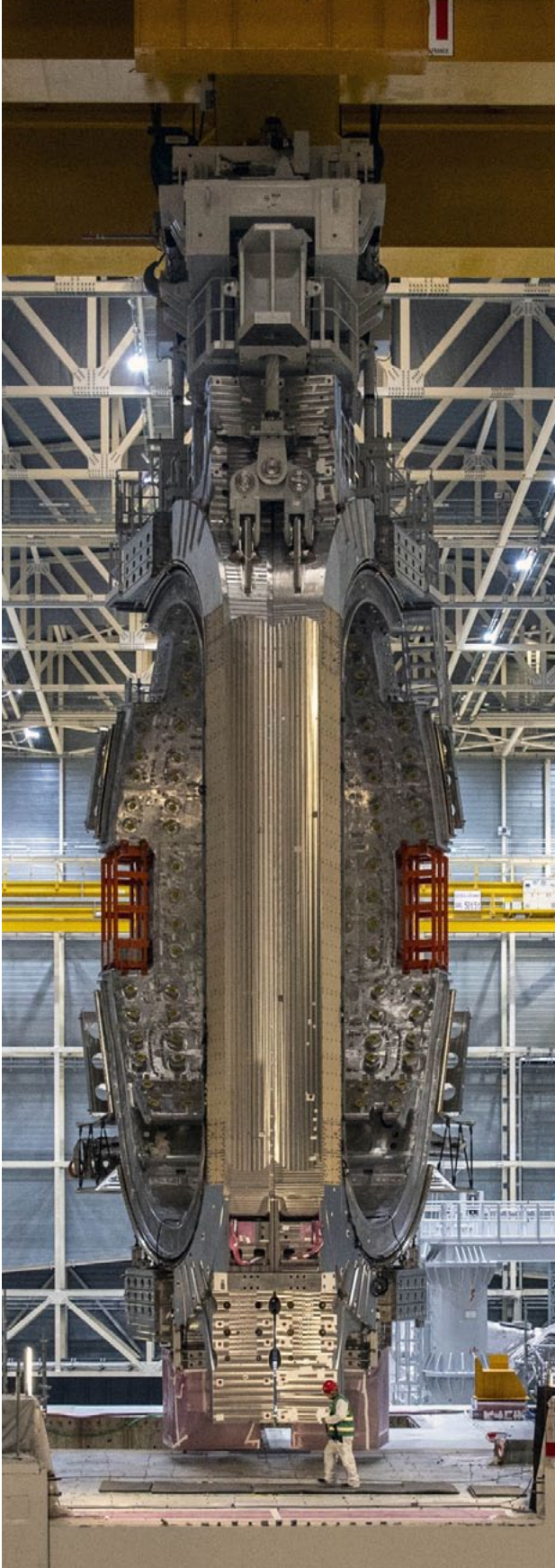
Uluslararası Termonükleer Deneysel Reaktör (ITER), Rosatom'un katkılarıyla yürütülen en büyük termonükleer proje olma özelliği taşıyor. Rusya Devlet Nükleer Enerji

Kuruluşu, reaktör sistemlerinin üretimi, araştırma ve projenin diğer alanlarında yer alıyor.

Rosatom, Ekim ayı sonunda ITER için 30'uncu elektrikli ekipman sevkiyatını yaptı. Rosatom'un bir parçası olan Elektrofiziksel Ekipman Araştırma Enstitüsü'nden (NIIEFA) Fransa'nın Cadarache kentine doğru yola çıkan yirmi tır, anahtarlama ağı üniteleri ve koruyucu şalterler için büyük bir hızlı deşarj direnci ekipman setini ITER şantiyesine teslim etti. Proje takvimi, ilk plazmanın elde edilmesini sağlayan güç kaynağına ve dağıtım sistemine ait bu bileşenlerin erken teslimine bağlı. Moskova'daki ITER Merkezi Direktörü Anatoly Krasilnikov sevkiyatla ilgili yaptığı açıklamada şunları kaydetti: **"ITER mknatıslarına güç sağlayan**



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

sistem için tüm elektrikli ekipman setinin geliştirilmesi ve üretilmesi, NII-EFA araştırma ve üretim ekibinin uzun yıllar süren özenli çalışmaları olmadan mümkün olamazdı. Bu da NII-EFA'nın uluslararası termonükleer camiadaki yadsınmaz uzmanlığını kanıtlamaktadır.”

Dahası Rosatom, Kasım ayında projenin idari organı ITER Konseyi'nin 33. Toplantısı'nda reaktörün vakum odasının ilk duvarı için olası kaplama malzemelerine ilişkin yapılan görüşmelere katıldı. Konsey, en iyisini seçmek amacıyla çeşitli malzemelerin özelliklerine ilişkin araştırma yapılmasına karar verdi. Rosatom ve Rusya Bilimler Akademisi enstitülerinin deneylere katılması bekleniyor. Konsey ayrıca inşaatın ilerleyişini değerlendirdi, Fransız nükleer düzenleyici ile iş birliğini görüştü ve inşaat sürecinin teknik yönlerini gözden geçirdi.

T-15MD ve TRT

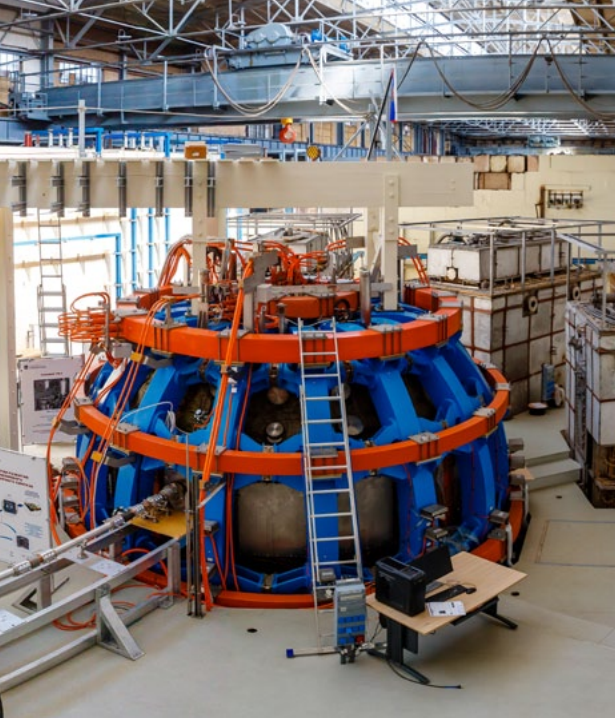
T-15MD, 1988-1995 yılları arasında Kurchatov Enstitüsü tarafından işletilen T-15 tokamakın geliştirilmiş bir versiyonu olma niteliğini taşıyor. T-15MD, selefinin temelleri üzerine kuruldu. Yeni tokamaka Mayıs 2021'de enerji verildi ve ilk plazma 2023 baharında elde edildi. Bugüne kadar güç üretim testleri yapıldı. Rosatom Araştırma ve Geliştirme Direktörü Viktor

Termonükleer reaksiyon

Kontrollü termonükleer reaksiyon, nükleer reaksiyondan farklıdır. Kontrollü termonükleer reaksiyon, daha hafif çekirdeklerin daha ağır çekirdeklere füzyonuna, nükleer reaksiyon ise ağır çekirdeklerin fisyonuna dayanır.



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Ilgisonis, tokamakın uluslararası standartları karşılayacak sonuçlar verecek şekilde geliştirildiğini belirtti. Troitsk Yenilikçi ve Termonükleer Araştırma Enstitüsü (TRINITY), reaktör teknolojili tokamak (TRT) inşa projesi için gerekli altyapıyı hazırlıyor. TRT'nin gelecekteki bir füzyon reaktörünün veya bir nötron kaynağının tam ölçekli bir prototipi olması bekleniyor. TRT, ateşlemeye yakın yarı durağan modlarda plazma davranışını incelemek ve ek plazma ısıtma, yakıt tedariki ve örtü teknolojileri yöntemlerini geliştirmek için kullanılacak. Cihaz ayrıca yeni teşhis teknikleri ve trityum teknolojilerinin geliştirilmesinde de yardımcı olacak. TRINITY, TRT için enerji üretim altyapısını oluşturmanın ön koşulu olan termonükleer tesis güçlendirme projesinin ilk aşamasını 2024 yılı sonuna kadar tamamlamayı planlıyor.

Plazma odak cihazı

Rosatom'un belkemiğini oluşturan üniversitelerinden biri olan Ulusal

Nükleer Araştırma Üniversitesi (MEPhI) ve Rosatom'un bünyesindeki Dukhov Rusya Otomatik Araştırma Enstitüsü'nden (VNIIA) bilim insanları, minyatür füzyon reaksiyonlarını başlatabilen yoğun plazma odaklı bir nötron jeneratörü geliştirdi.

Jeneratörün vericisi küçük (birkaç santimetre çapında) bir plazma odak deşarj odası, bir enerji depolama cihazı ve bir yüksek gerilim şaltından oluşuyor. Plazma oluşturmak için gaz halindeki hidrojen izotopları plazma odak odasına pompalanıyor, ardından iki elektroda yüksek voltaj uygulanıyor. Voltaj uygulandığında, şalt tetikleniyor ve depolama cihazındaki tüm enerji odaya aktarılıyor. Yüzlerce kiloamperlik akım, odadaki gazı iyonize ediyor ve bir plazma kılıfı, yani belirli bir yapıya sahip sıcak bir plazma oluşuyor. Kılıf, kendi manyetik alanı altında elektrotlar arasında hızlanır ve plazmanın sıkıştığı, "pinch" adı verilen bir noktaya sıkıştırılıyor. Burası füzyon reaksiyonlarının gerçekleştiği plazma odağı olma özelliği taşıyor. Bu reaksiyonlar birkaç on nanosaniye sürüyor. O anda, verici, nötron radyasyonu, X-ışınları, plazma jetleri, elektron ve iyon ışınları dahil olmak üzere farklı türlerde radyasyon türleri üretiyor. Elektrotlardan voltaj kaldırıldığında, gaz normal durumuna geri dönüyor.

Bu cihaz, mega bilim projeleri için nötron ve gama ışını dedektörlerini ayarlamak için kullanılabilir. Cihazdan, algılama sistemi bileşenlerini radyasyon direnci açısından test etmek için de yararlanılabilir. Bu tür testler uzay araçlarındaki ekipmanlar ve radyoelektronik bileşenler için gerekli. Cihazın bir başka muhtemel kullanımını da çeşitli darbeli radyasyon türlerinin canlı organizmalar üzerindeki etkisini incelemek ve farklı maddelerin nötron aktivasyon analizini yapmak oluşturuyor.

MEPhI Siber Fiziksel Sistemler Enstitüsü

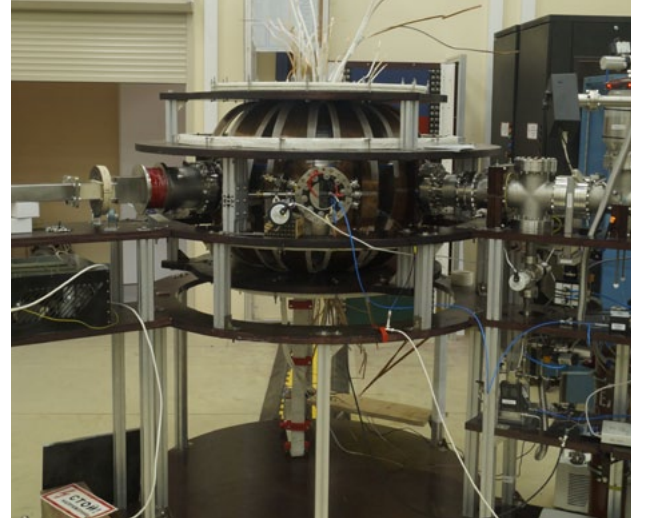


REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Müdür Yardımcısı Elena Ryabeva, konuyla ilgili olarak **“Eskiden tüm ekipmanlar darbeli kaynaklar, reaktörler ve hızlandırıcılar kullanılarak ayarlanırdı. Bunlar çok sayıda kontrol sistemine sahip tonlarca ağırlıkta devasa cihazlar. Bizim ünitemiz 150 kilogram gibi hafif bir ağırlığa sahip ve iki eğitimli mühendis tarafından taşınabiliyor”** dedi. Yoğun plazma odaklı nötron jeneratörü halihazırda laboratuvarında öğrenciler tarafından kullanılıyor.

Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev'in Rusya Enerji Haftası'nda belirttiği üzere Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu'nun henüz bir füzyon ticarileştirme konsepti bulunmuyor. Bununla birlikte Likhachev, çalışmalara devam edileceğini ve bu fikre para ve çaba harcanacağını sözünü verdi.



Genç Bilim Adamları Konferansı'nda konuşan Rusya Devlet Başkanı Vladimir Putin de füzyon araştırmaları için fon ayırma vaadinde bulundu. [NL](#)

[Bölümün başına](#)



Reaktör Geleceğine Genel Bir Bakış

COP28 konferansı öncesinde UAEA, 2022 yılının önemli olaylarını ve ajans uzmanlarının küresel nükleer endüstrinin geleceğini şekillendireceğine inandıkları eğilimleri kapsayan Nükleer Teknoloji Görünümü 2023 raporunu yayınladı.

Nükleer kapasite artışları

UAEA, küresel nükleer üretim görünümünü

üst üste ikinci kez yukarıya dönük revize etti. Kurulu nükleer kapasite, yüksek durum senaryosunda 2050 yılına kadar 873 GW'a çıkabilir ve bir önceki yılın yüksek durum tahminine göre %10 artabilir. Dolayısıyla nükleer enerjinin küresel elektrik üretimindeki payı mevcut %9,8'den %14'e çıkabilir. Bu senaryonun gerçekleşmesi için, mevcut filo genelinde ömür uzatma yoluyla uzun vadeli işletmeye sistematik geçiş yapılması ve önümüzdeki 30 yıl içinde yaklaşık 600 GW yeni kapasite inşa edilmesi gerekecek.

Rosatom bu hedefe önemli bir katkı sağlıyor. Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu, 7 ülkede 22 güç ünitesi inşa ediyor ve 11 ülkede toplam 33 ünitenin inşası devam



TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

ediyor. Kuruluşundan bu yana geçen 18 yılda Rosatom, 9'u Rusya dışında olmak üzere 18 büyük güç ünitesi inşa etti. Bu yıl, Türkiye'de inşası süren Akkuyu NGS ve Bangladeş'te inşa edilen Ruppur NGS'ye taze nükleer yakıt teslim edildi.

Rapora göre, yeni inşa edilecek nükleer kapasitenin finansmanı halen zorluk teşkil etse bazı olumlu gelişmeler de yaşıyor. 2022 yılında nükleer enerji, Avrupa Birliği'nin sürdürülebilir finans taksonomisine ve dünyadaki diğer taksonomilere dahil edildi. Genel olarak UAEA, düşük karbonlu elektriğin güvenilir tedarikine katkısı nedeniyle politika yapımcıların nükleere yönelik tutumlarında iyileşme olduğunu belirtiyor. Rosatom tarafından nükleer güç santrallerinin inşa edildiği Türkiye ve Mısır, Paris Anlaşması kapsamında karbonsuz bir geleceğe yönelik ulusal katkılarına nükleer enerjiyi de dahil etti.

Küçük modüler reaktörler

Küçük ölçekli nükleer üretime olan ilgi, UAEA tarafından ortaya koyulan son trendlerden birini teşkil ediyor. Raporda, **“Gelişmiş büyük su soğutmalı reaktörlerle SMR'lerin önümüzdeki otuz yıl içinde kapasite artışlarının büyük bölümünü oluşturması beklenmektedir”** deniyor.

Rosatom, Akademik Lomonosov adlı yüzer nükleer güç santralini işletmeye alan dünyadaki ilk şirket oldu ve üç SMR projesine daha devam etti. Bu projelerden ilkinin, Baimsky GOK maden sahasına elektrik sağlamak için dört açık deniz güç reaktörünün inşası oluşturuyor. İkinci proje ise Yakutistan'da kara tabanlı küçük ölçekli bir nükleer enerji santrali. Söz konusu iki projede RITM-200 reaktör teknolojisi çeşitli modifikasyonlarla kullanılacak. Ayrıca Rosatom, Sovinoye yatağına ve yakınındaki



cevher sahalarına enerji sağlayacak Shelf-M reaktörlü küçük bir NGS'nin inşası üzerinde çalışıyor. Rosatom, küçük ölçekli nükleer santraller için yaklaşık on reaktör tasarımı geliştiriyor. Rosatom ile başta Moğolistan ve Myanmar olmak üzere diğer ülkelerin hükümetleri arasında küçük modüler reaktörlerin inşası konusunda görüşmeler sürüyor.

Yeni teknoloji

Raporda da belirtildiği üzere bazı ülkeler, gelişmiş ve daha verimli kısmen veya tamamen kapalı yakıt çevrimlerinin kademeli olarak devreye sokulması için mevcut su soğutmalı reaktörlerin gelişmiş versiyonlarını giderek daha fazla değerlendiriyor, inceliyor ve uyguluyor: **“Rusya Federasyonu'nda, hızlı spektrumlu çekirdek olasılığı da dahil olmak üzere, su soğutmalı, su moderatörlü süperkritik basınçlı yenilikçi güç reaktörleri üzerine kavramsal çalışmalar devam etmektedir. Son tasarımlar küçük modüler versiyonlara [...] odaklanmakta ve gelişmiş emniyet, güvenlik, ekonomi ve sürdürülebilirlik üzerinde durmaktadır.”** Bununla birlikte Rosatom, tayf kaymalı kontrol reaktörü VVER-S ile ileri bir geliştirme aşamasına girdi (önceki sayımızda bu konudan bahsetmiştik).



TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

Raporda erimiş tuz reaktörleri de gelecek vaat eden soğutucu teknolojileri arasında sayılıyor. Bu teknoloji Rosatom tarafından da enerji üretimi amaçlı olmasa da takip ediliyor. Soğutucu olarak erimiş tuz kullanılan bir araştırma reaktöründe, daha az radyoaktif fisyon ürünleri elde etmek amacıyla minör aktinitler için transmutasyon teknolojisinin denenmesi amaçlanıyor. Reaktörün 2030 yılında kritik aşamaya gelmesi planlanıyor.

Raporun ayrı bir bölümü hızlı nötron reaktörlerine ayrıldı. Dünya çapında Çin ve Hindistan'da birer tane ve Rusya'da üç tane olmak üzere faaliyette olan 5 sodyum soğutmalı hızlı nötron reaktörü bulunuyor. Rosatom, 1200 MWe kapasiteli BN-1200 adlı bir başka hızlı sodyum soğutmalı reaktör inşa etmeyi planlıyor. Reaktör için ilk betonun 2027 yılında dökülmesi öngörülüyor. Bir başka sodyum soğutmalı hızlı nötron ünitesi olan 150 MWe kapasiteli çok amaçlı araştırma reaktörü MBIR'ın inşası da devam ediyor.

Soğutucu olarak ağır sıvı metal kullanan teknolojiler giderek daha fazla ilgi çekiyor. Rosatom, 300 MWe kapasiteli BREST-OD-300 adlı pilot kurşun soğutmalı hızlı nötron reaktörünü inşa eden dünyadaki ilk şirket olarak bu konuda da bir adım önde.

Nükleer enerjinin elektrik dışı kullanımları

Nükleer Teknoloji Görünümü, bölgesel ısıtma veya ticari amaçlar için ısı üretimini (bağımsız olarak veya elektrikle birlikte), suyun tuzdan arındırılmasını ve hidrojen üretimini nükleer enerjinin en umut vadeden elektrik dışı uygulamaları olarak adlandırıyor. Rosatom tüm bu alanlarda da faaliyet gösteriyor. Örneğin, Çukotka'daki Akademik Lomonosov, yakındaki Pevek

kentine ısı sağlıyor. Akkuyu'da reaktörler, sıhhi, içme ve yangın söndürme ihtiyaçları için su sağlamak üzere Rosatom tarafından tasarlanan ve üretilen bir tuzdan arındırma tesisi kuruluyor. Kola Nükleer Enerji Santrali, elektroliz yoluyla hidrojen üretimi için bir test tezgâhı tesisi kurmayı planlıyor. Bunun da ötesinde Rosatom, yıllık kapasitesi yaklaşık 110 bin ton olan bir hidrojen üretim tesisi ile 200 MWt yüksek sıcaklıklı gaz soğutmalı bir reaktörün tasarımı üzerinde çalışıyor. İlk ünitenin 2032 yılında inşa edilmesi bekleniyor.

Doğal uranyum

UAEA uzmanları incelemelerinde küresel tahminlerden alıntı yaparak önümüzdeki 5 yıl içinde uranyum talebinin yılda yaklaşık 160 milyon pound U3O8'den yaklaşık 190 milyon pounda çıkacağını belirtiyorlar. Raporunda, **“Spot uranyum fiyatında daha fazla artış beklentisiyle, NGS'lerin satın alma departmanlarının uranyum cevheri konsantresini ileriye dönük olarak satın almak ve uranyum tedarikçileriyle bir kez daha uzun vadeli sözleşmeler geliştirmek isteyeceği tahmin edilmektedir. Bu durum, 2027 yılına kadar yaklaşık 52,00 USD/lb U3O8'den yaklaşık 65,00 USD/lb U3O8'e yükselmesi beklenen spot uranyum fiyatını daha da artırma potansiyeline sahiptir”** ifadelerine yer veriliyor. Gerçekler şimdilik tahminlerden daha iyi: 4 Aralık 2023 itibarıyla spot fiyat 81,45 USD/lb oldu.

UAEA uzmanları şu tahminde bulunuyorlar: **“Önümüzdeki beş ila on yıl içinde Avustralya, Brezilya, Kanada, Moritanya ve Namibya da dahil olmak üzere yeni uranyum madenlerinin açılması beklenmektedir. Ancak, bu yeni faaliyetlerden beklenen üretim, şu anda ikincil kaynaklarla doldurulan arz açığını**



TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

kapatmak için yeterli olmayacaktır. Bu nedenle, önümüzdeki yıllarda geleneksel ve geleneksel olmayan yatak türleri de dahil olmak üzere uranyum arama faaliyetlerinin artması beklenmektedir.”

Rosatom'un, Rusya ve Kazakistan'da yataklar geliştirmekte ve araştırmalar yürütmekte olduğunu ve Tanzanya ve Namibya'da madencilik projeleri bulunduğunu hatırlatmakta fayda var.

Yakıt

Yakıt segmentinde UAEA uzmanları, mevcut büyük ölçekli reaktörler için yakıt güvenliğinin iyileştirilmesi, kazaya dayanıklı yakıtların geliştirilmesi, daha yüksek yakma ve zenginleştirme ve daha yüksek ortalama yakma yöntemiyle yakıt çevrimlerinin uzatılmasına ilişkin eğilimler olduğunu saptadılar.

Ayrıca, yeni reaktör tasarımları gelişmiş yakıtların geliştirilmesini gerektiriyor. Raporda, “[...] **Yenilikçi nükleer yakıt konseptlerinin çoğunu üretmek için HALEU (U-235'te %20'ye kadar zenginleştirilmiş yüksek testli düşük zenginleştirilmiş uranyum - RN) gerekecek**” diyor. Amerika Birleşik Devletleri'nin gelişmiş reaktörler için bir HALEU altyapısı kurma planları olsa da şu anda sadece Rusya Federasyonu HALEU yakıt üretimi için bir tedarik zincirine sahip.

Rosatom, nükleer yakıtı daha güvenli ve daha uygun maliyetli hale getirmek için yeni yakıt bileşenleri ve yapısal malzemeler geliştirmek üzere sistematik olarak çalışıyor. Yakıt performansını iyileştirmek için başta kompozit olmak üzere yeni kaplama malzemeleri için üretim teknolojileri üzerinde çalışılıyor. Örneğin, kompozit silisyum karbür kaplama örnekleri bu yılın



başlarında BOR-60 araştırma reaktöründe reaktör içi testlerin ilk aşamasını geçti.

Kullanılmış nükleer yakıt (SNF) yönetimi ve bertarafı için yeni yöntemlerin geliştirilmesi giderek daha önemli hale geliyor. Rosatom'un faaliyetleri SNF segmentinde birkaç alanı kapsıyor. Bu alanlardan ilkinin, SNF'den, öncelikle karışık uranyum oksit (MOX) ve uranyum-plutonyum olmak üzere yeni yakıtların üretilmesi oluşturuyor. Örneğin, BN-800 reaktörü bir yıldır neredeyse tamamen MOX yakıtı yüklü bir çekirdekle faaliyet gösteriyor. Rosatom ayrıca ticari miktarlarda uranyum-plutonyum nitrür karışımı (MUPN) yakıtı elde etmek için de çalışıyor.

İkinci olarak, Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu, SNF'nin yeniden işlenmesini, değerli bileşenlerin çıkarılmasını ve ardından en radyoaktif elementlerin (minör aktinidler) dönüştürülmesini sağlayan dengeli bir nükleer yakıt döngüsü konsepti geliştiriyor. Transmutasyon konsepti reaktör içi test aşamasına geldi. Aralık ayında, minör aktinidler, amerikyum-241 ve neptünyum-237 içeren MOX yakıtlı ilk üç yakıt demeti, Rosatom'un yakıt bölümünün bir parçası olan Maden ve Kimya Tesisi'nde kabul testlerini



TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

geçti. Yakıt demetleri 2024 baharında Beloyarsk NGS'deki BN-800 reaktörüne yüklenecek. Araştırmacıların beklediği üzere, amerikyum ve neptünyum hızlı nötronlar tarafından radyasyona tutulacak ve orijinal izotoplardan daha düşük radyoaktiviteye ve daha kısa yarı ömre sahip olacak daha hafif elementlere bozunacak.

Üçüncü olarak Rosatom, çeşitli kullanılmış nükleer yakıt ve radyoaktif atık türlerinin

güvenli yönetimi için yöntemler, araçlar ve teknikler geliştiriyor ve bunları nükleer miras yönetiminde etkili bir şekilde uyguluyor. Bu uygulamalar, Rusya'nın Kuzey Kutbu bölgesinin kuzeybatısında uzun yıllardır başarıyla sürdürülüyor.

Dördüncü olarak Rosatom, kullanılmış nükleer yakıt ve radyoaktif atıkların nihai bertarafı için altyapı kuruyor. Son olarak Rosatom, eski maden sahalarında birçok rehabilitasyon girişiminde yer alıyor. Bu girişimlerden biri, geçen yüzyılın ortalarında madencilik faaliyetlerinin başladığı SSCB'deki ilk maden olan Özbekistan'daki eski Taboshar uranyum madeninde sonbaharda tamamlandı.

Yukarıda verilen bilgileri özetleyecek olursak, Rosatom'un faaliyetleri sadece nükleer endüstri trendleriyle uyumlu olmakla kalmıyor, aynı zamanda birçok durumda bu trendlerin ön saflarında yer alıyor. [NL](#)

[Bölümün başına](#)



Akkuyu'da Yeni Aşama

Akkuyu NGS'nin 1'inci Ünitesi devreye alma izni aldı. Bu arada, Türk hükümeti nükleer kapasite artırımını değerlendiriyor. Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu Rosatom da bu yeni projelerde yer almaya hazır olduğunu açıkladı.

Aralık ayında, Türkiye Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) AKKUYU NÜKLEER A.Ş.'ye santralin ilk güç ünitesini faaliyete geçirmesi için izin verdi.

AKKUYU NÜKLEER A.Ş Genel Müdürü Anastasia Zoteeva, konuya ilişkin olarak **“NDK'nın kararı, nükleer güç santrallerinin inşası için Türk mevzuatının ve uluslararası standartların tüm gerekliliklerinin tarafımızca yerine getirildiğini ve ilerlemeye hazır olduğumuzu teyit etmektedir”** dedi.



TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

Verilen bu izin, NGS inşaatının son aşaması olan ve santralin güvenli bir şekilde işletilmesine temel teşkil eden devreye alma çalışmalarının başlatılmasını mümkün kılıyor. Bir sonraki aşama ise 1'inci Güç Ünitesi'nin işletilmesi için gerekli lisansın alınması olacak. Bu lisans, nükleer yakıtın reaktöre yüklenmesini ve devreye alma öncesi kontrol işlemlerine başlanmasını sağlayacak.

Aralık ayında Akkuyu NGS inşaat sahasında modern bir kimya laboratuvarı da hizmete girdi. VVER-1200 reaktörlerinin en önemli güvenlik özelliklerinden birini, farklı devrelerdeki suyun birbirine karışmasını önleyen çift devreli buhar üretimi oluşturuyor. Kimya laboratuvarının uzmanları, ultra saf tuzdan arındırılmış suyun göstergelerini modern uluslararası gerekliliklere uygunluk açısından analiz edecek. Laboratuvar, reaktörün ilk kapalı devresinde yani reaktör ünitesi ile buhar jeneratörü arasında sirkülasyonu sağlamak için tasarlandı.

Akkuyu NGS'nin Genel Müdür Birinci Yardımcısı ve Yapı İşleri Direktörü Sergey Butckikh, kimya laboratuvarının devreye alınmasıyla ilgili olarak şunları söyledi: **“Laboratuvar uzmanları şimdiden, ilk güç ünitesinin devreye alınmasına hazırlık olarak Akkuyu NGS'nin teknolojik sistemlerinin ekipman ve boru hatlarının yıkanması için gerekli olacak tuzdan arındırılmış suyun kimyasal analizini yapıyorlar. Laboratuvarda hem deneyimli Rus mühendislerin hem de bilgi, deneyim ve modern kimyasal izleme teknolojilerini benimseyen genç Türk uzmanların çalıştığını da belirtmeliyim.”**

Rus şirketleri, Türkiye'nin ilk nükleer güç santrali için yenilikçi ekipmanları zamanında üretmeye ve tedarik etmeye devam ediyor.

Kasım ayı sonunda, Rosatom'un enerji mühendisliği bölümü AtomEnergomash'ın Saint Petersburg'daki üretim tesisinden Akkuyu NGS'nin 1'inci Ünitesi için iki yatay nem separatorü yeniden ısıtıcı sevk edildi. Sevk edilen ürünlerin toplam ağırlığı 640 tona ulaştı.

Adından da anlaşılacağı üzere nem separatorü yeniden ısıtıcı, nemi ayırmaya ve yüksek basınçlı silindirden çıkan ve türbinin orta basınçlı silindirine giren buharı yeniden ısıtmaya yarıyor. Bu cihaz, güç ünitesinin türbin odasında bulunuyor ve türbinin verimliliğini ve güvenilirliğini artıran yardımcı sistemlere ait olma özelliği taşıyor.

Dünyanın en büyük nükleer inşaat projelerinden biri olan Akkuyu, kamuoyunun ilgi odağında. Nükleer santral düzenli olarak Açık Kapı Günleri etkinliği düzenliyor. Kasım ayı sonunda Akkuyu NGS bir kez daha kapılarını inşaat sahasını görmek isteyenlere açtı. AKKUYU NÜKLEER A.Ş'nin üst düzey yöneticileri, video bağlantısıyla projenin gidişatı hakkında bilgi verdi ve katılımcıların sorularını yanıtladı.

Anastasia Zoteeva, Nisan ayında ilk parti taze nükleer yakıtın sahaya teslim edilmesi ve Ekim ayında Türkiye'nin nükleer sektör çalışanlarına yönelik ilk eğitim merkezinin faaliyete geçmesi nedeniyle 2023'ün projedeki önemli gelişmeler açısından rekor bir yıl olduğunu belirtti.

AKKUYU NÜKLEER A.Ş. İnşaat Müdür Yardımcısı Dmitry Romanets de ilk ünitede devam eden çalışmalar hakkında ayrıntılı bilgi verdi. 2024 yılına kadar yakıtın yüklenmesi ve ilk kilovat-saat elektriğin üretilmesi planlanıyor. Bir NGS ünitesinin işleme alınmasının çok aşamalı bir operasyon olduğunu belirten Romanets, her aşamanın nükleer güvenlik gerekliliklerine



TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

uygun olarak yerine getirileceğini söyledi.

Etkinlik kapsamında genç Türk nükleer mühendisler, Akkuyu NGS sahasında sanal bir tur gerçekleştirdi. İzleyiciler, 1'inci Ünite'nin türbin adasını, taze nükleer yakıt deposunu ve eğitim merkezini ziyaret etme şansı buldu.

Büyük beklentiler

Rusya ve Türkiye arasında nükleer alandaki iş birliği devam edebilir. Rosatom, 17. Uluslararası Kongre ve Fuarı Energy Is Future (EIF) 2023'te Türkiye'ye yeni iş alanlarını da kapsayan çok disiplinli teklifini sundu.

Rosatom, Kasım ayında İstanbul'da düzenlenen etkinliğin ana ortağı oldu. EIF, Orta Doğu ve Kuzey Afrika enerji sektörü için Türkiye'nin en büyük fuarlarından biri olma özelliği taşıyor. Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu temsilcileri, kara ve deniz tabanlı küçük modüler reaktörlerindeki son gelişmeler, Rosatom'un enerji üretim teknolojilerine odaklanarak Türkiye pazarı için sunduğu kapsamlı ürünler ve su tuzdan arındırma, arıtma ve saflaştırma çözümleri hakkında bilgi verdi.

Enerji, Türkiye ile Rusya arasındaki iş birliğinde önemli bir rol oynuyor. Bu konu, Rusya Başbakan Yardımcısı Alexander Novak tarafından Rusya-Türkiye Hükümetlerarası

Ticari ve Ekonomik İş Birliği Komisyonu toplantısının ardından dile getirildi.

Akkuyu NGS'nin Rusya'nın sivil nükleer enerji sektöründeki amiral gemisi projesi olduğunu vurgulayan Alexander Novak, **“Rosatom'un nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanımı konusundaki uzmanlığının Sinop'ta yeni bir nükleer enerji santrali inşa etmek için kullanılabileceğine inanıyoruz. Küçük nükleer reaktörler alanında da ortaklık teklif etmeye hazırız.”**

Akkuyu Nükleer A.Ş. Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı Anton Dedusenko, DÜNYA gazetesine verdiği demeçte, Rosatom'un Türkiye enerji sektöründe yeni yatırımlar yapmaya istekli olduğunu söyledi. Türkiye'de yeni projelerin ve yeni ortaklık fırsatlarının en üst düzeyde değerlendirildiğini belirten Anton Dedusenko, **“Türk ortaklarımızla iş birliğimizi genişletme fırsatlarını görüşmeye her zaman açığız ve teknolojik potansiyelimizi ve üretim kapasitemizi göz önünde bulundurarak, Türk tarafının ülkede yeni nükleer üretim kapasitelerinin inşasına yönelik önerilerini değerlendirmeye ve karşılığında etkili ve karşılıklı fayda sağlayan çözümler sunmaya hazırız”** diye konuştu. ^{NL}

[Bölümün başına](#)