



## İÇİNDEKİLER

[İçeriklere geri dön](#)

### ROSATOM HABERLERİ

[Atomexpo 2024: Tüm Milletler Hoş Geldiniz](#)

[Atomexpo 2024: Anlaşmalar](#)

### YENİ İŞ ALANLARI

[Nadir Toprak Elementi Tedarik Zinciri](#)

### TRENDLER

[SMR Gösterge Tablosu](#)

### TÜRKİYE

[Türkiye'nin Nükleer Geleceği](#)



## Tüm Milletler Hoş Geldiniz

Rusya, mart ayında 75 ülkeden yaklaşık 4 bin 500 temsilcinin katıldığı, ziyaretçi ve uluslararası katılımcı sayısı ile yeni bir rekora imza atan Uluslararası Atomexpo 2024 Forumu'na ev sahipliği yaptı. Burkina Faso, Mali, Nijer ve Irak foruma ilk kez katılan ülkeler oldu. Ana teması IV. Nesil reaktör teknolojileri olan Atomexpo'da, uluslararası iş birliği, küçük modüler reaktörler, elektromobilité, çevrenin korunması, dijitalleşme ve diğer alanlara ilişkin pek çok konu ele alındı.

Forumun açılışında konuşan Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev, **“Hiçbir şey nükleer teknolojinin ilerlemesini engelleyemez, hiçbir şey Rosatom'un ilerlemesini engelleyemez ve hiçbir şey ülkemizin ilerlemesini engelleyemez”** dedi.

Forumun sloganı Temiz Enerji: Birlikte Yaratmak'tı. Aleksey Likhachev **“Gelecek ve 'birlikte', sloganın iki anahtar kelimesi. Birlikte, 4. Nesil nükleer çözümleri, termonükleer füzyonu ve diğer teknolojileri tartışacağız. Gezegenimiz için temiz enerji geleceğini ancak tüm ülkelerle birlikte inşa edebiliriz”** diye konuştu.

UAEA Genel Direktörü Rafael Grossi video konferans aracılığıyla konukları



## ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

selamlayarak şunları söyledi: **“Rosatom, 3+ Nesil, 4’üncü Nesil ve küçük modüler reaktör teknolojisinde inovasyonu teşvik ediyor. Üç yıl önce, dünyanın ilk kurşun soğutmalı hızlı nötron reaktörü BREST-OD-300’ün temelini ilk betonun dökülmesi dolayısıyla düzenlenen törene katıldık. UAEA daima buna benzer projelerde yer alacaktır, zira geleceğe yönelik ve uygulanmaya hazır teknolojileri asla kaçırmamaya kararlıyız.”**

Dünya Nükleer Birliği (WNA) Genel Direktörü Sama Bilbao y León, birincisi iklim değişikliği, ikincisi enerji güvenliği ve enerji bağımsızlığı ve üçüncüsü enerji eşitliği ve enerjiye erişim gibi küresel zorlukların üzerine eğilmesinde giderek daha fazla karar alıcının dünya nükleer topluluğunun rolünü kabul ettiğini belirtti. Sama Bilbao y León, **“Başarılı örneklerin, zamanında ve bütçeye uygun olarak teslim edilen nükleer projelerin sayısının arttığını göstermek bizim için çok önemli. Bu tür örnekler mevcut. Rosatom, Akkuyu, Ruppur, El Dabaa ve diğer projelerindeki başarısıyla övünebilir. Nükleer teknolojiyi hak ettiği şekilde tanıtmak için bu**

**fırsattan yararlanmalıyız”** ifadelerini kullandı.

#### IV. Nesil

Forumda IV. Nesil nükleer teknolojiler büyük ilgi gördü. Tema ile ilgili oturumda yapılan önemli açıklamalardan biri de IV. Nesil konseptinin reaktör teknolojisinin ötesine geçerek, diğer hususların yanı sıra kullanılmış nükleer yakıt geri dönüşümü ve atık yönetimi çözümlerini de içerecek şekilde kapsamlı hale gelmesiydi.

Forum katılımcıları IV. Nesil BREST-OD-300 reaktörünün inşaat sahasından yapılan canlı yayına da ilgi gösterdi. Proryv (Atılım) projesinin bir parçası olarak inşa edilmekte olan reaktör, bir yakıt üretim/yeniden üretim modülü (FRM) ve bir kullanılmış yakıt yeniden işleme modülü ile entegre edilecek. Yayın sırasında FRM’de bir karbotermal sentez hattı da test edildi.

#### Rusya ile İş Birliği

Birçok ülkenin temsilcisi genel kurul oturumunda Rusya ile nükleer iş birliğinin önemini vurguladı. Macaristan Dışişleri ve Ticaret Bakanı Peter Szijjártó, Avrupa’nın nükleer enerji sektöründe Rusya ile iş birliği yapmazsa rekabet gücünü kaybedeceğini ifade etti. Szijjártó’nun tahminlerine göre 2030 yılına kadar Avrupa’da elektrik talebi iki katına çıkacak. Artan talebi sadece yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılamak mümkün olmayacak.

Peter Szijjártó, **“Rusya ile nükleer iş birliği olmazsa, sürdürülebilir kalkınma hedeflerimize ulaşamayız”** ifadelerini kullandı.

Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı



## ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Alparslan Bayraktar, Türkiye ile Rusya arasındaki iş birliğinin genişletilmesi gerektiğini vurguladı. Bayraktar, Türkiye'nin Sinop'ta bir nükleer santral inşa etme planları konusunda Rosatom ile çalışmayı amaçladığını belirtti. Rosatom ayrıca SMRlerin kurulması için altyapı oluşturulması, profesyonel personelin eğitilmesi ve ilgili sanayi sektörlerinin geliştirilmesi konularında Türkiye'ye destek verecek.

Belarus Enerji Bakanı Viktor Karankevich,

Belarus ve Rosatom'un sadece nükleer güç santrallerinin inşasında değil, katkı teknolojisi, güç kaynağı ve elektromobilité uygulamaları için enerji depolama sistemleri, nükleer tıp, simülátörler, dijital teknolojiler ve benzeri alanlarda da iş birliği yaptığını belirtti.

Aleksey Likhachev uluslararası toplumu nükleer endüstrideki siyasi ayrışmalara karşı uyardı. Likhachev ayrıca nükleer teknolojiler konusunda kamu bilincinin artırılması ve bilginin yayılmasının önemini vurguladı.

### Atomexpo 2024'te ele alınan konular

#### Enerji Alanı:

- Hidrojen ekonomisi
- IV. Nesil Nükleer Teknolojileri
- Nükleer ve yenilenebilir enerji arasındaki sinerjiler
- SMR kurulumu
- Nükleer altyapı
- Nükleer yakıt döngüsünün kapatılması

#### Bilim Alanı:

- Füzyon inovasyonları
- Araştırma reaktörünün kapasitesi

#### Çevre Alanı:

- İleri çevre teknolojileri
- Nükleer sürdürülebilirlik
- Radyoaktif atık yönetimi ve nihai bertarafı için altyapı ve teknolojiler
- Nükleer miras alanlarının dönüştürülmesi

#### Eğitim Alanı:

- Proaktif personel eğitimi
- Uluslararası nükleer eğitim girişimleri
- Eğitimde ortaklıklar

#### Endüstri Alanı:

- Karanlık fabrikalar
- Lityum: Entegrasyon beklentileri
- Kurumsal yenilikler
- Bağımsız elektrik mühendisliği
- Kompozit malzemeler ve eklemeli üretim alanında uluslararası ortaklıklar
- Nadir toprak metalleri üretimi

#### Dijitalizasyon Alanı:

- Dijital fabrika ve akıllı imalat
- Bilgi altyapısı için evrim teknolojileri
- Kuantum teknolojileri

#### Lojistik Alanı:

- Şehirlerde elektromobilitenin geleceği
- Kuzey Deniz Rotası'nın kapasitesi

#### Sağlık Hizmeti Alanı:

- Gıda güvenliği için nükleer teknolojiler



## Atomexpo 2024'te imzalanan anlaşmalar

Atomexpo 2024'te 80'in üzerinde anlaşma imzalandı. Bir önceki etkinlikte imzalanan anlaşma sayısının neredeyse iki katı olan bu rakamla ilk forumdan bu yana rekora imza atılmış oldu. Anlaşmaların tarafları geniş bir küresel ayak izine sahip. İş birliği alanları da çeşitlilik gösteriyor. Anlaşmaların ayrıntıları şöyle:

### Çin

Rosatom'un yakıt bölümü TVEL ile Çinli şirketler Limac Ltd. Şti. ve Dalian Baoyuan Nükleer Ekipman Ltd. Şti. nükleer devreden çıkarma ve radyoaktif atık yönetimi için bir mutabakat anlaşması imzaladı. Ortaklar, radyoaktif atık yönetimi ve taşımacılığı

konusunda birlikte ekipman üretme olasılığını değerlendiriyor.

TVEL, Rosatom'un bünyesindeki Radyoaktif Atık Yönetimi Ulusal Operatörü, Rusya Bilimler Akademisi Nükleer Güvenlik Enstitüsü ve Pekin Uranyum Jeolojisi Araştırma Enstitüsü, nükleer atıkların nihai bertarafı için bir mutabakat zaptı imzaladı. Rus şirketleri Çin'in MONEH uluslararası araştırma projesinde yer almayı planlıyor. Proje, Beishan Yeraltı Araştırma Laboratuvarının inşası ve işletilmesi sırasında kayaların hidrojeolojik özelliklerinin izlenip değerlendirilmesini öngörüyor.

Rosatom Healthcare Technology, Çin İzotop ve Radyasyon Şirketi ve CNNC Medikal Sanayi A.Ş. arasında da bir mutabakat zaptı imzalandı. Taraflar, diğer konuların yanı sıra, nükleer tıp için birlikte radyofarmasötik ve ekipman geliştirmeyi ve üretmeyi, personel eğitmeyi ve başta Rus-Çin dostluk tıp merkezleri olmak üzere tıbbi altyapı tesisleri kurmayı amaçlıyor.

Rosatom'un enerji üretim bölümünün bir parçası olan Rusatom Service ve Çin'in Jiangsu Nükleer Enerji Şirketi (JNPC), Tianwan NGS'nin 1, 2, 3 ve 4'üncü ünitelerinin kapsamlı bakımı ve söz konusu güç ünitelerinin reaktör basınç kaplarından ışınlanmış takip numunelerinin sökölüp çıkarılması için iki sözleşme imzaladı.

### Belarus

Rosatom ve Belarus Devlet Bilim ve Teknoloji Komitesi, enerji dışındaki nükleer ve nükleerle ilgili olmayan projeler için entegre bir iş birliği programına imza attı. Programın genel amacı, güvenilir tedarik zincirleri oluşturarak Rusya ve Belarus Birlik Devletlerinin teknolojik hakimiyetini sağlamak.

## ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)



TVEL ve Belarus Radyoaktif Atık Yönetimi Organizasyonu (BelRAO), Belarus'taki radyoaktif atık depolama tesisinde görev yapacak personel için kurslar ve ileri eğitim programlarının başlatılmasına yönelik bir yol haritası imzaladı.

Belarus Ulusal Bilimler Akademisi (NAS) ile Uluslararası Araştırma Merkezi'ndeki MBIR çok amaçlı hızlı nötron araştırma reaktöründe ortak araştırma yapmak üzere iş birliği anlaşması imzalandı. Taraflar potansiyel araştırma alanlarının ana çerçevesini belirleme, çok taraflı araştırma programları hazırlama, konsorsiyumun araştırma ve idari faaliyetlerine katılma gibi konularda iş birliği yapacak.

Belarus NAS ile imzalanan bir diğer anlaşma ise personel eğitimi, ileri ve uygulamalı çalışmalar, araştırmalar ve mühendislik alanında iş birliğini öngörüyor.

Rosatom ve Belarus'un ağ ve sistem mühendisliği lideri Giprosvyaz, stratejik iş birliği anlaşması imzaladı. Anlaşma, telekomünikasyon ekipmanlarının geliştirilmesi, üretimi ve test edilmesine

yönelik kapsamlı bir program öngörüyor ve bu ekipmanların Belarus ve diğer pazarlarda satılmasını hedefliyor.

### Kırgızistan

Rusya Federasyonu ve Kırgız Cumhuriyeti hükümetleri, Kırgızistan'daki eski uranyum madenciliği sahalarının ıslahı konusunda iş birliğine yönelik bir anlaşma imzaladı.

Rosatom ve Kırgızistan Enerji Bakanlığı, Kırgızistan'ın çeşitli bölgelerinde 400 MW'a kadar kapasiteye sahip küçük ölçekli hidroelektrik üretimi projeleri geliştirmek ve uygulamak için bir anlaşmaya imza attı.

Rosatom'un rüzgâr enerjisi bölümü ve Kırgızistan Enerji Bakanlığı, 1 GW'a kadar kapasiteye sahip yenilenebilir enerji tesislerinin inşası için proje geliştirme ve projeyi hayata geçirme konusunda anlaşta. İlk adım, Issık Göl bölgesinde 100 MW'lık bir pilot rüzgâr çiftliğinin inşası olacak. Daha sonra taraflar, toplam kapasitesi 900 MW'a kadar olan rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulması için diğer sahaları değerlendirmeyi planlıyor.



## ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

### Mali ve Burkina Faso

Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev, Mali Cumhuriyeti Enerji ve Su Bakanı Bintou Camara ve Burkina Faso Enerji, Madenler ve Taş Ocakları Bakanı Yacouba Zabré Gouba, nükleer enerjinin barışçıl kullanımı konusunda diyalog kurmak üzere yol haritası imzaladı. Taraflar uluslararası iş birliği için yasal bir çerçeve oluşturduktan sonra, Mali ve Burkina Faso'da nükleer enerji projelerinin uygulanması ve radyasyon teknolojilerinin tarım ve tıpta kullanılması olasılığını değerlendirecek.

### Sırbistan ve Kazakistan

Rosatom ve Sırbistan Sağlık Bakanlığı arasında nükleer tıp alanında mutabakat zaptı ve iş birliği anlaşması imzalandı. Taraflar, nükleer tıp başta olmak üzere sağlık alanında nükleer teknolojilerin kullanılmasına yönelik enerji dışı ortak projeler yürütme konusunda anlaştı. Anlaşmalarda bilhassa barışçıl nükleer teknolojileri ile kanser teşhisi ve tedavisine yoğunlaşıyor.



Benzer bir mutabakat zaptı, Rosatom Healthcare Technology ile Kazakistan'ın Zhambyl Bölgesi Sağlık Hizmetleri Bölümü arasında da imzalandı.

### Mısır

Rosatom'un bir parçası olan Rusatom RDS ve Mısır'ın Med Pharma Group şirketi, Mısır'da Tianox nitrik oksit tedavi cihazının tanıtımına yönelik iş birliğine ilişkin bir yol haritası imzaladı. İş birliğinin yeni aşaması, Mısır'daki sağlık kurumlarının ekipmanlarını geliştirmesine ve halka yönelik tıbbi hizmet kalitesinin artırılmasına yardımcı olacak.

### Macaristan

Rosatom ve Macaristan Kamu Bilgilendirme ve Gözetim Derneği (TEIT) 2024 yılı için bir faaliyet yol haritası imzaladı. Taraflar, 2014 yılında imzalanan mevcut iş birliği memorandumu kapsamında kültür, eğitim, çevre ve spor alanlarında projeler yürütmeyi planlıyor.

### Nikaragua

Rosatom Healthcare Technology ve Nikaragua



## ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Birimi, Nikaragua'da son teknoloji ile donatılmış bir nükleer tıp merkezi inşa etmek üzere ortak bir proje için yol haritasına imza attı.

### Ruanda

Rosatom'un en önemli üniversitelerinden biri olan Tomsk Politeknik Üniversitesi (TPU) ile Ruanda Atom Enerjisi Kurulu arasında bir mutabakat zaptı imzalandı. Taraflar, nükleer fizik ve diğer alanlarda eğitim, öğretim ve araştırma konularında iş birliğini geliştirme konusunda anlaşmaya vardı.

### Suriye

Rosatom ve Suriye Atom Enerjisi Komisyonu, Temmuz 2020'de imzalanan mutabakat zaptı için bir uygulama planını onayladı. Plan, tıbbi radyoizotop ve ticari ışınlama için radyasyon teknolojilerinin tedariği, personel eğitimi gibi konuları öngörüyor.

### Ermenistan

Rosatom Service ve Haykakan Atomayin Elektrakayan (Ermenistan NGS), Ermenistan NGS'nin 2'nci Ünitesi'nin reaktörü için ekipman temini ve soğutma sisteminin iyileştirilmesi için anlaşma imzaladı.

### Cezayir

Rosatom ve Cezayir Enerji ve Maden Bakanlığı, nükleer enerjinin barışçıl kullanımında iş birliği için bir yol haritasına imza attı. Yol haritası, bilimsel ve teknik iş birliğinin ve personel eğitiminin geliştirilmesine yönelik adımları içeriyor ve çalışma gruplarının toplantılarını ve teknik gezileri öngörüyor. [NL](#)

### [Bölümün başına](#)





## Nadir Toprak Elementi Tedarik Zinciri

Rosatom, nadir toprak elementleri sektöründe cevher madenciliğinden rüzgâr türbinleri ve elektrikli arabalar gibi nihai ürünlere kadar uçtan uca bir üretim ve tedarik zinciri oluşturuyor. Tüm zincirin nasıl işlediğine ilişkin yazıyı aşağıda bulabilirsiniz.

Rusya'nın kuzeybatı bölgesi Murmansk'ta bulunan ve Rosatom'un madencilik bölümünün bir parçası olan Lovozero Madencilik ve İşleme Tesisi loparit cevheri üretiyor. Loparit, titanyum, tantal, niyobyum ve nadir toprak elementleri (NTE) içeren bir mineral olma özelliği taşıyor. Lovozero Madencilik ve İşleme Tesisi, Rusya'nın NTE içeren tek konsantre üreticisi. Bu konsantre daha sonra Urallar'daki Solikamsk Magnezyum Tesisi'ne gönderiliyor.

Solikamsk Magnezyum Tesisi'ndeki üretim, hammaddelerde bulunan ticari bileşenlerin en iyi şekilde kullanılmasına olanak sağlayacak şekilde düzenlenmiş durumda.



## YENİ İŞ ALANLARI

[İçeriklere geri dön](#)

Solikamsk Magnezyum Tesisi başlıca ürünü olan magnezyumu üretirken yan ürün olarak klor da elde ediyor. Klor, loparit konsantresini işlemek ve nadir toprak elementlerini çıkarmak için kullanılıyor. Elde edilen nadir toprak klorürleri daha sonra çeşitli işlemlere tabi tutularak bugüne dek ihraç edilen karışık nadir toprak karbonatına dönüştürülüyor. Solikamsk Magnezyum Tesisi, bünyesinde bir ayırma süreci başlatmaya ve seryum, lantan, neodim, praseodim ve orta nadir toprak elementleri (samyum, gadolinyum ve evropiyum) konsantrelerinin ayrı ayrı bileşiklerini üretmeye yönelik adımlar attı.

Saint Petersburg merkezli Rusredmet şirketi, Solikamsk Magnezyum Tesisi'nden aldığı sipariş üzerine karışık nadir toprak konsantreleri için bir pilot ayırma tesisi kurdu. Süreç akışı şöyle: Karışık konsantre nitrik asit içinde çözülüyor. Elde edilen nitrat çözeltisi, önce seryum, ardından diğer elementleri çıkarmak için elektro-oksidize ediliyor. Çıkarma işlemi çöktürme, kurutma ve tavlama takip ediyor. Ayırıştırma tesisinin 2026 yılında faaliyete geçmesi bekleniyor.

Şirket, yılda 2 bin 500 ton seryum, lantan, neodim ve praseodim bileşiklerini üretmeyi planlıyor. Bunların %18'i (450 ton) 370 ton

metale eşdeğer olan neodim ve praseodim oksitlerden oluşacak. Elde edilen bileşikler başta cam yapımı, metalürji ve katalizör üretimi olmak üzere çeşitli endüstrilerde kullanılacak.

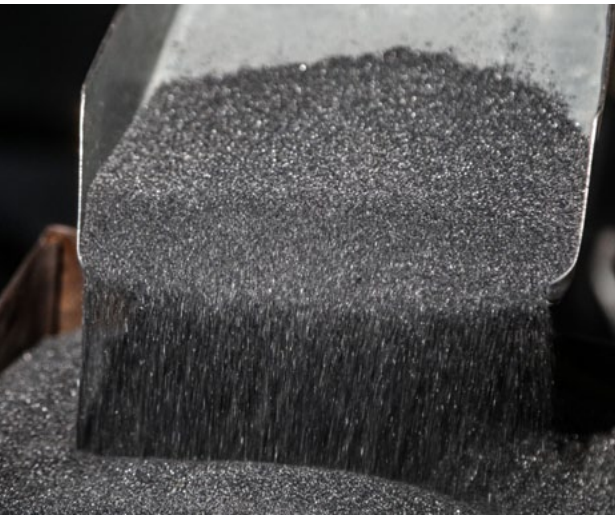
Rosatom'un çabalarıyla Rusya'da yakında bir başka NTE tüketici endüstrisi daha ortaya çıkacak. Bu, neodim ve borun kütlenin yaklaşık yarısını oluşturduğu kalıcı nadir toprak neodim-demir-bor (NdFeB) mıknatıslarının üretimi olacak. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'na (IRENA) göre, nadir toprak mıknatıslarının üretimi 2022 yılında küresel NTE arzının %29'unu oluşturdu.

Rosatom'un yakıt bölümünün bir parçası olan Rusatom MetalTech, ilk 1000 tonluk üretim hattı için mühendislik belgeleri hazırlıyor. NdFeB mıknatıs tesisi 2028 yılında Rusya'nın Glazov bölgesinde faaliyete geçecek. İkinci üretim hattının kurulmasıyla tesisin kapasitesi yılda 3 bin ton kalıcı mıknatısa çıkacak. Bu miktar, önemli Rus endüstrilerinin bu ürünlere yönelik ihtiyaçlarını neredeyse tamamen karşılamaya yetecek.

Analistlere göre, nadir toprak mıknatısı üretim pazarına şu anda yaklaşık %90'lık bir payla Çin hâkim durumda. Ülkenin toplam üretim kapasitesinin yılda 300 bin ton NdFeB mıknatıs olduğu tahmin ediliyor.

Tüketici elektroniği, elektromobilité (arabalar, scooterlar, vb.) ve rüzgâr enerjisi üretimi, kalıcı nadir toprak mıknatıslarının çoğunu tüketen endüstri sektörleri olma özelliği taşıyor. Uzmanlar, elektromobilité ve rüzgâr enerjisi üretiminin talebin başlıca itici güçleri olacağı konusunda hemfikir.

Rusatom MetalTech CEO'su Andrey Andrianov Atomexpo 2024'te yaptığı





## YENİ İŞ ALANLARI

[İçeriklere geri dön](#)

açıklamada, “**Bu büyük kapasiteli kalıcı nadir toprak mıknatısı üretimiyle, otomotiv endüstrisi de dahil olmak üzere yerel rüzgâr enerjisi ve makine mühendisliği endüstrileri için kalkınma hedeflerine ulaşmak üzere Rus yüksek teknoloji şirketlerine en kaliteli mıknatısları bütünüyle tedarik edeceğiz**” dedi.

Rosatom her iki segmentte de yer alıyor. Rus nükleer enerji kuruluşunun rüzgâr enerjisi bölümü Rusya’da rüzgâr çiftlikleri inşa ediyor. Mart ayında, Rosatom’un Stavropol Bölgesinde bulunan Trunovskaya Rüzgâr Çiftliği’nin 35 MW’lık ikinci fazı ulusal elektrik şebekesine bağlandı. 38 rüzgâr türbininden oluşan Trunovskaya, toplam 95 MW kurulu güce sahip. Trunovskaya Rüzgâr Çiftliği, Rosatom tarafından devreye alınan dokuzuncu rüzgâr çiftliği. Rüzgâr çiftliklerinin toplam kapasitesi 1 GW’ı aşıyor.

Rosatom elektromobilite alanında da faaliyet gösteriyor. Kuruluşa bağlı şirketler, tek bir gövdeye yerleştirilmiş bir elektrik motoru, bir şanzıman ve bir invertörden oluşan eksiksiz bir elektrikli tahrik sistemi geliştiriyor. TVEL Başkanı Natalya Nikipelova Atomexpo 2024’te yaptığı konuşmada, “**Lityum üretimimizdeki kimyasal süreçleri iyileştiriyor ve kendi bataryalarımızı,**

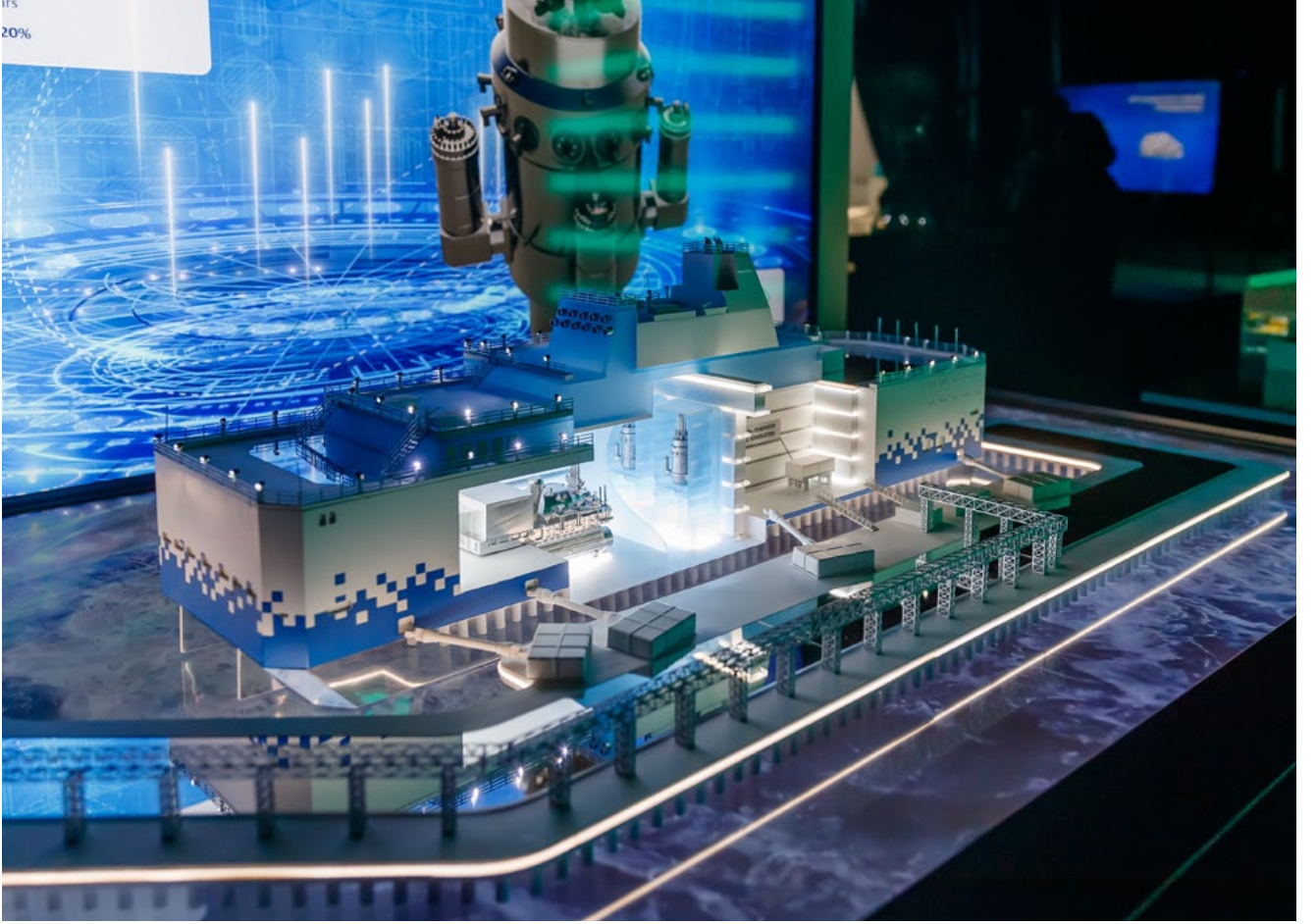


**elektrikli tahrik sistemlerimizi ve diğer bileşenlerimizi geliştiriyoruz. Tüm önemli bileşenlerin üretimini sağlasak da Rosatom bu noktada elektrikli otomobil üreticisi olmayacak. Ancak tüm otomobil üreticilerini çabalarını birleştirmeye ve Rus yapımı elektrikli otomobilleri fiyat açısından rekabetçi hale getirmek için gerektiği kadar çok bileşenle pazarı zenginleştirmeye çağırıyoruz**” diye konuştu. <sup>NL</sup>

[Bölümün başına](#)



## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

## SMR Gösterge Tablosu

Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (OECD) bünyesinde yer alan Nükleer Enerji Ajansı, Küçük Modüler Reaktör (SMR) Gösterge Tablosunun ikinci sayısını yayımladı. Bu yayın SMR teknolojilerindeki gelişmeleri özetliyor ve verileri çok boyutlu olarak sınıflandırıyor. SMR Gösterge Tablosu yatırım yöneticileri için değerli bir referans olarak görülse de bu alanda öncü olan Rusya'nın SMR projeleri ve teknolojileriyle ilgili belirgin yanlışlıklar olduğu göz

önünde bulundurulmalı. Dolayısıyla yatırım kararları için bu kaynağı kullanırken dikkatli olunması önerilir.

Küçük Nükleer Reaktör (SMR) Gösterge Tablosunun ikinci baskısı için NEA uzmanları dünya çapında 98 SMR teknolojisi belirlese de bunlardan sadece 56'sı analiz edildi. **“Bunlar, gerekli kamuya açık bilgilerin değerlendirilebilir olduğu ve ilgili tasarımcıların katılmaya niyetli görüldüğü SMRlerdir.”** Geri kalanlar ise aktif geliştirme aşamasında olmayan, insan kaynağı ya da mali kaynağı bulunmayan veya iptal edilmiş ya da süresiz olarak durdurulmuş SMR teknolojilerini kapsıyor. SMR Gösterge Tablosunun son



## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

baskısında yer alan değerlendirmeler, 10 Kasım 2023'e kadar olan ilerlemeye dayanıyor.

Bu tablonun SMR verileri, konseptten ticari kullanıma doğru ilerleme, ülkelere göre konumlandırma, saha sahipleri, yakıt zenginleştirme gereksinimleri, soğutma sıvısı türü, uygulamalar ve başka özellikleri de kapsayacak şekilde çeşitli boyutlarda ele alındı.

### Metodolojiye giriş

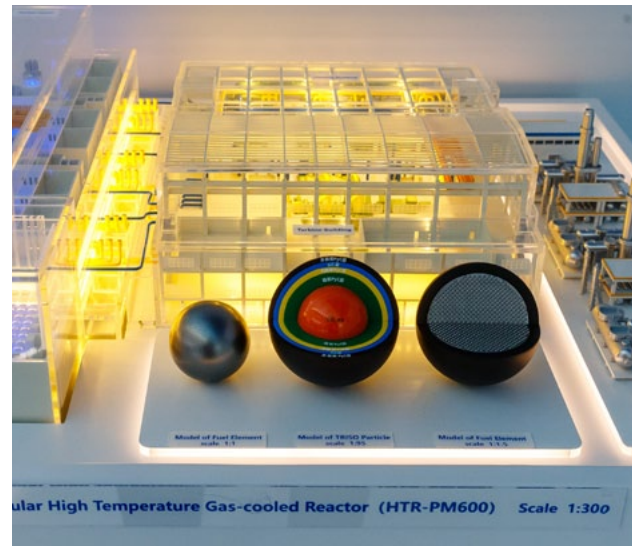
Dikkatli bir okuyucuyu ilk şaşırtan nokta faaliyette olan SMRlerin sayısı olacaktır: **“Kurulmuş ve faaliyette olan üç SMR bulunmaktadır. Bunlar Çin'deki HTR-PM, Rusya'daki yüzer KLT-40S ve Japonya'daki Yüksek Sıcaklık Test Reaktörü'dür (HTTR).”** Ancak HTTR bir araştırma reaktörüdür ve araştırma reaktörleri genellikle SMR olarak adlandırılmaz. Tanıtım reaktörleri de dahil olmak üzere sadece enerji üretim tesisleri SMR olarak kabul edilir. Yazarlar bu reaktörleri SMRler arasına dahil etme inisiyatifiyle hareket emiş olsalar da en azından Rosatom'un Rusya'nın Dimitrovgrad bölgesinde inşa etmekte olduğu ve ilgili tarafların araştırma programına katılmaya davet edildiği MBIR çok amaçlı hızlı nötron araştırma reaktörünü de dikkate almaları gerekirdi.

SMR teknolojisi için henüz potansiyel bir uygulama olarak ticari gemilerden bahsedilmesi kafalarda soru işaretleri uyandırıyor. Peki ya Rosatom'a ait olan dünyanın tek nükleer enerjili hafif yük gemisi Sevmorput? Bu gemi Kuzey Deniz Rotasında faaliyet gösteriyor ve yükleri varış limanlarına ulaştırıyor.

Tabloya ilişkin yazıda Rus tasarımı RITM-

400 reaktörlerinden de bahsedilmiyor. Bunlardan ilki Leader Project ailesinin Rossiya buzkıranına monte edilecek. Reaktörler için kor ekipmanı ve kontrol sistemlerinin üretimine çoktan başlandı. Rus madencilik devi Nor Nickel'in üretim tesislerine güç sağlamak üzere RITM-400 reaktörünün karada bir modifikasyonunu inşa etmek için görüşmeler devam ediyor. Taraflar bir niyet ve iş birliği anlaşması imzaladı.

Son olarak ve en önemlisi de SMR Gösterge Tablosunda, Rosatom'un bir parçası olan Dollezhal Enerji Mühendisliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü (NIKIET) tarafından geliştirilmekte olan SHELF-M reaktörlü kara tabanlı küçük ölçekli nükleer güç santralinden söz edilmiyor. Rusatom Overseas CEOsu Evgeny Pakermanov, Atomexpo 2024 forumunda SHELF tasarımının ön uç mühendislik aşamasının tamamlandığını ve bu teknolojinin uygulanmasıyla ilgili bir dizi araştırma ve geliştirme programının da gerçekleştirildiğini söyledi. Kurulum bölgesi (Çukotka) ve en büyük tüketiciler de belirlendiğinden, SHELF projesinin başlatılması kararının bu yıl içinde





## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

verilmesi bekleniyor. SHELF-M reaktörlü nükleer güç santrali Sovinoye altın yatağına ve Çukotka'daki komşu bölgelere enerji sağlayacak.

Ayrıca, NEA SMR Gösterge Tablosunda bir sebepten ötürü NIKIET'in BREST-OD-300 reaktörünün bağımsız bir geliştiricisi olarak adlandırıldığı da dikkate alınmalı. Ancak NIKIET, Rosatom'un bir yan kuruluşudur. Daha genel bir ifadeyle Rosatom, her biri farklı tamamlanma aşamasında olan en az 10 SMR tasarımı üzerinde çalışmaktadır.

### Değerlendirme dairesi

Yazarlar, her bir SMR tasarımının ilerlemesini değerlendirmek için 6 eş merkezli halkaya ve altı sektöre bölünmüş bir daire kullanmaktadır. Her sektör belirli bir değerlendirme boyutunu ele almaktadır. Lisanslama bunlardan ilkidir: **“Lisanslamadaki ilerlemenin değerlendirilmesine yönelik kriterler, düzenleyicilerle lisanslama öncesi etkileşimler, tasarım onayı, inşaat ve işletme lisanslarının verilmesi dahil olmak üzere uluslararası lisanslama normlarını yakından takip etmektedir. Herhangi bir düzeyde birden fazla yetki alanında lisanslama faaliyetleri olan SMRlere puan verilir.”**

Konumlandırma ikinci boyuttur: **“Yer seçimindeki ilerlemeyi değerlendirme kriterleri, saha sahiplerinin kararlarını yansıtmakta ve sahaların SMR inşası için lisanslamaya hazır olup olmadıklarını göz önünde bulundurmaktadır. Herhangi bir seviyede birden fazla sahada ilerleme kaydeden SMR teknolojilerine puan verilir.”**

Finansman üçüncü boyuttur: **“Finansman değerlendirmelerinin kriterleri hem**



**reaktör tasarımcılarının kamuoyuna yaptıkları açıklamaları hem de kamuoyuna açık kaynaklardan elde edilen finansman raporlarını yansıtmaktadır.”**

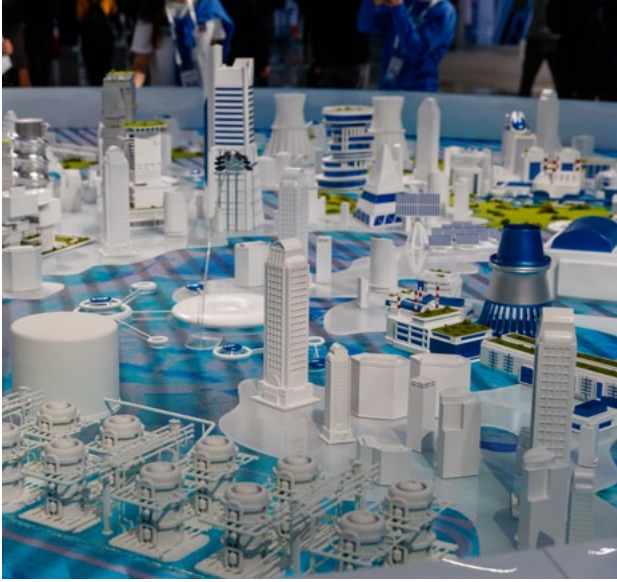
Tedarik zinciri hazırlığı dördüncü boyuttur: **“Tedarik zinciri hazırlığındaki ilerlemeyi değerlendirme kriterleri, tedarikçiler veya mühendislik, tedarik ve inşaat şirketleri ile mutabakat zaptları, bağlayıcı sözleşmeler ve resmi ortaklıklar, ortak girişimler veya konsorsiyumlara yansıyan artan taahhüt düzeylerini dikkate alır.”**

Katılım beşinci boyuttur: **“Katılım kriterleri, SMR projesiyle ilişkili kişi ve topluluklarla yapılan ve mutabakat zaptları, onaylar, belediye toplantıları veya fayda paylaşımı anlaşmalarıyla kanıtlanan katılımların sayısını yansıtmaktadır.”**

Yakıt altıncı boyuttur: **“Yakıt konusundaki ilerlemenin değerlendirilmesine yönelik kriterler, nitelikli yakıtın ticari olarak tedarik edilmesine yönelik ilerlemeye**



## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

**dayanmaktadır. Yakıt için lisanslı ve faaliyette olan bir yakıt üretim tesisi mevcut olduğunda, bu tesis halihazırda faaliyette olan tesislerde kullanılan diğer tesislerle birlikte değerlendirilir. Bu gelişmişlik seviyesindeki SMRler için sonraki aşamalar, yakıt tedariki için sözleşmeleri ve reaktörü belirli bir yakıtla çalıştırmak için bir lisansı içerir.”**

Yukarıdaki kriterler temel değerlendirme boyutlarını kapsamakta ve farklı SMR tasarımlarındaki ilerlemeyi takip edebilmektedir ancak kullanılan ölçütler tartışmalıdır. Örneğin, herhangi bir seviyede birden fazla sahada ilerleme kaydeden SMR teknolojilerine mutlaka puan verilmeli midir? Bu bağlamda Westinghouse örneği akla gelebilir. Şirket iki sahada büyük ünitelerin eşzamanlı inşaatını tamamlayamamış ve Virgil C Summer projesi askıya alınmıştı.

NuScale ile ilgili bir skandalı hatırlarsak, puan olarak birden fazla yetki alanında lisanslama faaliyetleri de belirsiz görünmektedir. Şirket bir tasarım için lisans almak üzere başvurmuş ancak daha sonra

lisanslamayı planladığı başka bir tasarım inşa etmeyi teklif etmişti. Geçtiğimiz kasım ayında, Idaho Ulusal Laboratuvarında ABD'nin ilk küçük modüler reaktörünü inşa etme planları iptal edilmişti ve NuScale yanıltıcı bilgi vermekle suçlanmıştı. NuScale'in diğer ülkelerde SMR inşa etme iddiası en azından bu bağlamda etik dışıdır.

Katılım kriterleri de tartışmalıdır. En yüksek puan, **“sivil toplumla 10 veya daha fazla katılım faaliyeti yürütüldüğüne dair kanıt”** olması halinde verilmektedir. İlk olarak, neden 10 sayısının belirlendiği açık değildir. İkinci olarak, neyin katılım faaliyeti olarak değerlendirileceği belirsizdir.

Metinde şu ifadeler yer verilmektedir: **“Ana akım, nükleer olmayan medyada videolar, podcastler veya röportajlar aracılığıyla katılım faaliyetlerinin yanı sıra şu paydaş gruplarından mutabakat zaptları, onaylar, belediye toplantıları ve fayda paylaşım anlaşmaları da dikkate alınacaktır: Ulusal hükümetler, alt ulusal hükümetler, yerli hükümetler, işçi sendikaları, sivil toplum kuruluşları, topluluk örgütleri, üniversiteler, son kullanıcılar ve müşteriler ve danışma kurulları.”** İşte bir örnek: Dünyanın ilk yüzer nükleer santrali Akademik Lomonosov'un desteğiyle Rusya'nın Pevek kentinde bir Ortodoks kilisesi inşa edildi. Bu bir veya birkaç katılım faaliyeti olarak değerlendirilmedi midir?

BREST-OD-300 tasarımıyla ilgili olarak **“katılım faaliyetleriyle ilgili doğrulanabilir kamu kaynaklarından yakın zamanda herhangi bir bilgi elde edilememiştir”** ifadesinin gerçekte bağdaşmadığını da vurgulamakta fayda var. BREST-OD-300, Rosatom'un yakıt bölümünün bir parçası olan Sibiry Kimya



## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

Fabrikası (SCP) tesislerinde inşa ediliyor, bu nedenle katılımın kapsamı her iki şirketin de faaliyetleri dikkate alınarak değerlendirilmeli ya da en azından tesisin bulunduğu Seversk göz önünde bulundurulmalıydı. BREST-OD-300'ün katılımını SCP veya Rosatom'un yakıt bölümünden ayrı olarak değerlendirmek, çok reaktörlü bir nükleer santralin her bir reaktörünün katılımını ölçmeye çalışmak kadar anlamsızdır. Seversk'in bir şirket kenti olduğu unutulmamalıdır, bu nedenle SCP'nin toplum yaşamına katılımı onlarca yıldır maksimum düzeydedir.

### Atık sihirbazı

NEA, küçük ve gelişmiş reaktörler için atık entegrasyonu konusunda ortak bir proje önerdi: **“NEA Küçük ve Gelişmiş Reaktör Tasarımları için Atık Entegrasyonu Ortak Projesi (WISARD-Türkçe’de sihirbaz anlamına geliyor), atık yönetimini SMR ve Gelişmiş Reaktör tasarım yaşam döngüsünün başından itibaren entegre etmek için mevcut benzersiz fırsat penceresinden yararlanmayı amaçlamaktadır <...> Özel NEA WISARD platformu, başarılı ve sürdürülebilir bir program oluşturmanın anahtarı olacak şekilde, tesis yaşam döngüsü boyunca paydaşlar arasındaki iş birliğini ve anlayışı kolaylaştıracaktır.”** Böyle bir platform oluşturma fikri son derece ilginç, faydalı ve umut vericidir. Ancak platform üyeliği OECD ülkeleriyle sınırlı kalırsa, diğer ülkeler muhtemelen kendi SMR atık yönetim sistemlerini geliştirecek veya örneğin BRICS gibi başka bir birlik içinde benzer bir platform kuracaktır.

Gösterge Tablosunda da belirtildiği üzere SMR atık yönetimi şimdilik gelişimin ilk aşamasındadır: **“SMRlerin atık yönetimi planlaması ve kullanım ömrü sonundaki**

**döngü yönetimine hazırlık açısından kaydettiği ilerlemeyi değerlendirmek için doğrulanabilir kamu kaynaklarından elde edilen yeterli bilgi mevcut değildi. NEA SMR Gösterge Tablosunun sonraki baskıları üzerindeki çalışmaların, bu alandaki ilerlemeyi değerlendirmek için bir metodoloji ve kriter geliştirilmesini içermesi bekleniyor.”**

### SMRlere Giriş

Rus tasarımlarına ilişkin bilgiler doğruysa, SMR Gösterge Tablosu, SMR teknolojisindeki ilerleme konusunda daha fazla bilgi edinmek, mevcut SMR tasarımlarını çeşitli kıyaslama ölçütleriyle karşılaştırmak ve belirli bir teknolojiye veya tasarıma yatırım yapmaya değip değmeyeceği sorusuna tahmini bir yanıt bulmak isteyen finans yöneticilerine tavsiye edilebilir. Metinde, Rosatom temsilcilerinin uzun yıllardır farklı ortamlarda dile getirdiği nükleer enerji üretiminin şu üç temel avantajı vurgulanmaktadır: Karbonsuzlaştırmaya katkı, fiyat istikrarı ve elektrik üretimi. SMR Gösterge Tablosunu hazırlayanlar kendinden emin bir şekilde şunu belirtmişlerdir: **“SMRler, karbonsuzlaştırma hedeflerinin desteklenmesinde önemli ve giderek artan bir rol oynayacaktır.”**

Ayrıca nükleer enerjinin karşılaştığı zorluklar arasında nükleer projelerin zamanında ve bütçeye uygun olarak gerçekleştirilmesi, rekabetçi oranlarda önemli miktarda sermayeye erişimin sağlanması, sağlıklı ve esnek bir tedarik zincirinin sağlanması ve kalifiye işgücünün temin edilmesi yer alıyor.

Bu, SMRlerin daha küçük boyutları nedeniyle daha güvenli olma, inşa edilmelerinin daha kolay olması ve





## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

mutlak anlamda daha ucuz olmaları gibi avantajlarını vurguluyor. Buna ek olarak SMRlerin mevcut şebekelere entegre edilmeleri daha kolaydır, daha fazla dağıtım seçeneğine sahiptirler ve genellikle ısı üretimi (Akademik Lomonosov'da olduğu gibi) ve izotoplar gibi ek uygulamalar için potansiyele sahiptirler.

Yazarlar SMR teknolojisinin iki fırsat penceresine sahip olduğundan eminler. İlk olarak, **“Yüksek hazır olma düzeyine sahip SMRler ve gelişmiş reaktörler, 2030’lu ve 2040’lu yıllarda hız kazanması beklenen karbonsuzlaştırma**

**çabalarını destekleyerek 2050 yılına kadar net sıfır hedefine ulaşmada temel rol oynayacaklardır.”** İkinci olarak, **“Halihazırda daha düşük hazır olma düzeyine sahip SMRler ve gelişmiş reaktörler, 2040lardan itibaren elektrik, ısı ve hidrojen tedarik etmek için geniş ölçekte konuşlandırılabilir ve gelişmiş nükleer yakıt çevrimleriyle uzun vadeli sürdürülebilirliğe katkıda bulunabilirler.”**

NL

[Bölümün başına](#)



## Türkiye'nin Nükleer Geleceği

Akkuyu NGS'nin 1'inci Ünitesinde tam ölçekli devreye alma ve işletmeye alma çalışmaları başladı. Bu arada, Türk heyeti Uluslararası Atomexpo 2024 forumunda aktif olarak yer aldı. Türk yetkililerin temsilcileri yaptıkları konuşmalarda Türkiye'nin nükleer enerji endüstrisinin daha hızlı geliştirilmesi gerektiğini vurguladılar.

Akkuyu NGS uzmanları, kullanılmış yakıt havuzunun hidrolik testlerini ve reaktörden yakıt yükleme ve boşaltma işlemlerine olanak sağlayacak yeniden yükleme makinesinin montajını başarıyla gerçekleştirdi. Reaktör soğutma sıvısı pompa sisteminin elektrik motorlarının montajı tüm hızıyla devam ediyor.

Ana tesislerindeki çalışmalara paralel olarak, yardımcı altyapı da planlandığı şekilde devreye alınıyor ve santral binaları inşa ediliyor. Dört grup NGS operatörünün eğitimlerini tamamlamış oldukları eğitim merkezinin ilk aşaması ve taze yakıt



## TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

depolama tesisi normal seyrinde çalışıyor. İnşa edilen nükleer santralin işletme atölyeleri aşamalı olarak tamamlanıyor. Kimyasal su arıtma tesislerinin, buhar tedarik sisteminin, termal boru hattı sisteminin inşaatı da tamamlanırken 1'inci güç ünitesinin pompa istasyonunda ekipmanlar monte edilerek ana vinç mekanizmaları işletmeye alındı.

Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev, NGS inşaat sahasına yaptığı çalışma ziyareti sırasında inşaat çalışmalarının gidişatını inceledi. Çalışmaların gidişatı hakkında açıklama yapan Aleksey Likhachev, **“Nükleer ada alanında işler takvime uygun ilerliyor. Bu yıl bütün sistemleri kontrol edeceğiz, bunlar arasında ilk çevrim sistemleri de yer alıyor. Hidrolik testleri gerçekleştireceğiz ve yakıt simülasyonlarını reaktöre yükleyeceğiz. Akkuyu NGS 1'inci ünitesinin önümüzdeki yıl Türkiye enerji sistemine dahil olması için elimizden geleni yapıyoruz. Bütün çabalarımız ve Türk şirketlerinin çalışmaları buna yönelik olarak devam ediyor. Projede birçok Türk şirketi yer alarak büyük bir profesyonellik ve bir o kadar da başarılı mobilizasyon gösteriyorlar”** dedi.

**Atomexpo 2024**

Forumun genel oturumunda konuşan Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Alparslan Bayraktar, Türkiye'de elektrik tüketiminin 20 yılda üç kat arttığını ve artışın devam ettiğini söyledi. Bakan, artan elektrik talebini karşılamak için ülkenin nükleer de dahil olmak üzere yeşil enerji kaynaklarını geliştirmesi gerektiğini belirtti. Alparslan Bayraktar, ülkenin ilk nükleer santralinin inşaat sahasına taze nükleer yakıtın teslim edilmesiyle Türkiye'nin bir önceki yıl resmen nükleer güç haline geldiğini hatırlattı.



Akkuyu'nun dört ünitesi toplamda 4 GW elektrik üretecek ancak hükümet, nükleer kapasiteyi arttırmayı planlıyor ve bunun için Türkiye'nin en az dört ünite daha inşa etmesi gerekiyor. Bakan ayrıca küçük ölçekli nükleer üretim çözümlerine olan ilgiyi ve ülkenin insan kaynakları potansiyelinin geliştirilmesinin önemini vurguladı.

Türk gazetecilerin sorularını yanıtlayan Rosatom Genel Müdür Birinci Yardımcısı ve Uluslararası İş Geliştirme Direktörü Kirill Komarov da Akkuyu inşaat projesinin Rus nükleer şirketi için özel önemine dikkat çekti. Komarov, hükümetler arası anlaşmaya göre, santralin dört ünitesinin de 2028 yılı sonuna kadar inşa edilmesi gerektiğine dikkati çekti. Kirill Komarov, 1'inci Ünitenin son inşaat aşamasında olduğunu ve devreye alma işlemlerinin devam ettiğini söyledi. Akkuyu sahasında çoğu Türk vatandaşı olmak üzere yaklaşık 30 bin kişinin çalıştığını söyleyen Komarov, yerel işletmelerin de sahadaki çalışmalarda ve tedarik zincirlerinde yoğun olarak yer aldığını ifade etti. Kirill Komarov, Akkuyu NGS projesi kapsamında Türk şirketleriyle 5 milyar doların üzerinde sözleşme imzaladığını ve bu sürecin devam ettiğini söyledi.



## TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

Kirill Komarov, Türkiye'nin nükleer enerjinin geliştirilmesinde büyük umutlara sahip olduğunu vurguladı ve Rosatom'un Türkiye'nin yeni nükleer inşa projeleri üzerinde çalışmaya hazır olduğunu vurguladı.

### Akkuyu'dan Haberler

Rosatom'un nükleer yakıt bölümünün yönetici şirketi TVEL, Akkuyu Nükleer A.Ş ile 1'inci ve 4'üncü ünitelerin işletmeden çıkarılması ve santralin altyapısına ilişkin maliyet tahminlerinin hazırlanması ve ilgili yönergelerin hazırlanması için bir anlaşma imzaladı.

TVEL Başkanı Natalia Nikipelova, **“Rosatom bu alanda kapsamlı deneyim kazanmıştır ve gerekli teknoloji ve çözümlere sahiptir. Rus mühendisler, Akkuyu güç ünitelerinin devreden çıkarılması ve atık yönetiminin planlanmasında kapsamlı destek sağlayacak ve güvenli ve etkili bir yaklaşım sunacak”** diye konuştu.

Akkuyu'daki VVER-1200 reaktörlerinin tasarım ömrü 60 yıldır ve uzatılabilir. Bu, Rosatom'un daha inşaat aşamasında bir maliyet planı ve yönergeler geliştireceği ve ilerde nükleer santralin zamanında devreden çıkarılmasını finanse etmek için yeterli olacak

ödenekleri hesaplayacağı anlamına geliyor.

Mart ayı sonunda Akkuyu NGS'nin 4'üncü Ünitesi'nde konsol kirişi kuruldu. Kor tutucunun üç parçasından biri olan bu kiriş, kor tutucunun gövdesini ve servis hatlarını koruduğu için güvenlik sisteminin önemli bir parçası olma özelliği taşıyor. Kiriş, su temini, buhar çıkarma, havalandırma ve alet hatlarını taşımak üzere tasarlandı. Reaktör bölmesinde yer alan ağır ve büyük boyutlu bir çelik yapı olan konsol kirişinin ağırlığı 166 ton, çapı 9,5 metre ve yüksekliği 2,3 metre.

Akkuyu NGS Genel Müdür Birinci Yardımcısı ve Yapı İşleri Direktörü Sergey Butckikh konuya ilişkin açıklamasında, **“Akkuyu NGS projesinde görev alan Rus ve Türk uzmanlar, çeşitli reaktör tesisi yapılarının kurulumunda geniş deneyime sahipler. 4'üncü ünite konsol kirişinin kurulumu mükemmel bir şekilde gerçekleştirildi. Tüm operasyon sadece 3 saat sürdü. Bir sonraki aşamada yönlendirme plakası ve reaktörün kuru korumasını kurulacak. 4'üncü ünite ve diğer Akkuyu NGS tesislerinde montaj çalışmaları tüm standartlara ve güvenlik kurallarına uygun şekilde yürütülmektedir”** ifadelerini kullandı.

[Bölümün başına](#)