

ROSATOM NEWSLETTER

01.

HİKAYELER

Daha İyi Bir Gelecek İçin Güçlendirme
Eğitim: Nükleer Enerjinin Arkasındaki İtici
Güç
BRICS Kuantum Forumu'na Hoş Geldiniz



**YEARS
OF RUSSIAN
NUCLEAR INDUSTRY**



02.

TRENDLER

Küresel Denge

03.

BÖLGESEL HABERLER

Türkiye. "Türkiye'nin Nükleer Enerji
Geleceğine Katkıda Bulunmak İstiyorum"



Daha İyi Bir Gelecek İçin Güçlendirme

Ağustos 2025'te, Rusya'nın nükleer endüstrisi 80. yıl dönümünü kutluyor. 20 Ağustos 1945 tarihinde, uranyum fisyonunun enerjisinden yararlanmaya yönelik tüm çalışmaları denetlemekle görevli, SSCB Devlet Savunma Komitesi bünyesinde bir Özel Komite kurulmasına dair bir kararname imzalandı. Bu tarih, Sovyet nükleer projesinin başlangıcına işaret ediyor. Günümüzün Rus nükleer uzmanları, büyük öncüllerinin mirasını sürdürerek nükleer teknolojide yeni olasılıkların kapılarını aralıyor.



Ülkenin en iyi matematikçileri, fizikçileri, kimyagerleri ve mühendisleri, tamamıyla yeni bir enerji biçimi olan nükleer enerjiye öncülük ettiler. 1940'ların sonlarında, nükleer projeye öncülük eden fizikçi Igor Kurchatov, dünyanın uranyum fisyonu ile çalışan ilk enerji santralini inşa etmeyi önerdi. 26 Haziran 1954 tarihinde, dünyanın ilk faal nükleer güç santrali olan Obninsk Nükleer Güç Santrali şebekeye elektrik verdi. Aynı yıl, SSCB Bakanlar Konseyi, Sovyetler Birliği genelinde nükleer güç santralleri inşa etmek için geniş çaplı bir programı onayladı.

Obninsk Nükleer Güç Santrali, diğer ülkelerde nükleer enerjinin gelişmesinin de önünü açtı. Bugün dünya çapında, toplam kapasitesi 376 GW'ı aşan 416 nükleer güç ünitesi faaliyet gösteriyor. Rusya'da ise toplam kapasitesi 26,8 GW olan 36 güç reaktörü güvenilir ve temiz nükleer enerji üretiyor.

Rus nükleer uzmanları, nükleer enerji teknolojilerini sürekli olarak geliştirerek, uluslararası ortaklarına giderek daha yenilikçi çözümler sunuyor. Örneğin, VVER reaktörlerinin farklı modifikasyonları, büyük nükleer güç santralleri için küresel pazarda en çok aranan tasarım haline geldi. Rosatom'un portföyünde, 10 ülkede 33 adet yüksek güçlü VVER reaktör ünitesi için uluslararası siparişler bulunuyor.

Rosatom, aynı zamanda küçük modüler reaktör (SMR) teknolojisinde de lider. Rus nükleer mühendisleri, Akademik Lomonosov adlı yüzer nükleer güç santralini inşa eden şimdiye kadarki ilk ve tek mühendislerdi. RITM-200 reaktörüne sahip dört yüzer nükleer güç santrali daha Çukotka'daki

Baimsky GOK maden sahasına elektrik sağlamak amacıyla inşa halinde. Rusya'da Yakutistan'da kara tabanlı bir SMR inşa etmeye hazırlanan ve Özbekistan'da altı ünitelik bir SMR santrali için dünyanın ilk ihracat projesini uygulamaya devam eden Rosatom, uluslararası ortaklarıyla çeşitli yüzer nükleer güç santrali projelerini görüşüyor.

Rosatom, IV. Nesil reaktör sistemleri için bir konsept önerdi. Konsept, kullanılmış yakıtı yeniden işleyerek ve zenginleştirmeden kalan seyreltilmiş uranyumu yeniden kullanarak nükleer yakıt döngüsünü kapatırken, güvenlik ve verimlilikte önemli iyileştirmeler vaat ediyor. Bu yaklaşım, doğal uranyumun içerdiği enerjinin kullanımını en üst düzeye çıkararak hem yeni madencilik ihtiyacını hem de radyoaktif atık hacmini azaltıyor.



Bu ilkeler, Proryv (Atılım) projesi kapsamında hayata geçiriliyor: Rusya, aynı tesiste yakıtın yeniden işlenmesi ve yeniden üretim modülleriyle birlikte

benzersiz bir kurşun soğutmalı hızlı nötron reaktörü BREST-OD-300 inşa ediyor. Hızlı nötron reaktörleri, Rusya nükleer endüstrisinin temel odak noktalarından birini oluşturuyor. Bu türdeki ilk reaktör olan BR-2, 1956 yılında faaliyete geçirildi ve o zamandan beri bu türden çok sayıda araştırma ve güç reaktörü inşa edildi; bunların bir kısmı bugün hala faal olarak çalışıyor. Rosatom ayrıca, küresel nükleer camianın yoğun ilgisini çeken güçlü bir araştırma reaktörü olan MBIR'ı inşa ediyor.

Yeni liderlik

Rusya'nın nükleer endüstrisi her zaman çok yönlü oldu, yeni malzemeler, bilgi işlem sistemleri, nükleer tıp ve çok daha fazlasını geliştirdi. Rosatom, şu anda lider konumda bulunduğu birçok endüstriyi geliştirdi.

Rosatom'un yakıt bölümü TVEL, katkı maddesi üretimine doğru genişliyor, tozlar ve 3D yazıcılar üretiyor ve Rusya ve yurt dışında katkı maddesi teknolojilerinin tanıtılmasında anahtar rol oynuyor. Rosatom ayrıca lityum iyon piller için üretim tesisleri inşa ediyor, bu tür piller için malzeme geliştirilmesini destekliyor ve yerli elektrikli araçların geliştirilmesine katkıda bulunuyor. Rosatom'un üç bölümü, Rusya genelinde elektrik şarj altyapısının kurulmasında rol oynuyor. Madencilik bölümü, mıknaş ve buna bağlı olarak elektrik motorlarının üretiminde kullanılan lityum karbonatlar, lityum hidroksitler ve bazı nadir toprak metallerinin konsantrelerini üretmek için projeler geliştiriyor. Rosatom fabrikalarından birinde mıknaş üretiminin yapılması da planlar arasında yer alıyor. Kompozit malzemeler bölümü, hammaddelerden cam ve karbon fiber kompozit bileşenlere ve ürünlere kadar dikey tedarik zincirleri oluşturdu. Rüzgar enerjisi bölümü ise Rusya'da rüzgar santralleri inşa edip işletiyor ve yurt dışında benzer projeleri araştırıyor.

Rosatom, Kuzey Deniz Rotası'nın (NSR) lojistik potansiyelini açığa çıkarıyor. Dünyanın tek nükleer enerjili buzkıran filosu sayesinde, rotadaki yük trafiği her yıl artıyor ve NSR, küresel lojistikte giderek daha önemli ve hayati bir arter haline geliyor.



Rosatom, nükleer tıp alanında da ilerleme kaydediyor. Rosatom, tıbbi izotop üretimi, radyofarmasötiklerin geliştirilerek, teşhis ve tedavide kullanımının teşvik edilmesinde lider konumda bulunuyor. Rosatom ayrıca uzmanlığını uluslararası alanda da paylaşıyor. Örneğin Bolivya'da, bir siklotron, çok amaçlı bir ışınlama merkezi, radyobioloji ve radyoekoloji laboratuvarları ve bir araştırma reaktörünü kapsayan son teknoloji bir nükleer araştırma ve teknoloji merkezi inşa ediyor.

Rosatom, belediye çöplüklerini, tehlikeli kimyasal tesisler ile ve nükleer ve radyasyonla kirlenmiş sahaları temizleyerek, birikmiş çevresel hasarları gidererek gezegeni daha temiz hale getiriyor.

Son teknolojiler

Rusya'nın nükleer endüstrisi, kuruluşundan günümüze kadar bilimsel ve mühendislik alanındaki yeniliklerde ön saflarda yer aldı. Rosatom, füzyon ve kuantum teknolojilerinin, süper bilgisayarların, yapay zekânın, doku ve organların biyofabrikasyonu ile Rusya'nın uzay programlarının geliştirilmesine ve uygulanmasına katkıda bulunuyor. Rus nükleer uzmanları hem Rusya'da hem de dünya çapında geleceğin teknolojik ortamını şekillendiriyor. Rus nükleer uzmanlarının çalışmaları, önümüzdeki on yıllar boyunca Dünya'da ve ötesinde insanlığa fayda sağlayacak.

Eğitim: Nükleer Enerjinin Arkasındaki İtici Güç

Rosatom, dünyanın dört bir yanından profesyonellere eğitim veriyor ve bunların çoğu nükleer sektörde çalışacak. 2019-2024 yılları arasında 60'tan fazla ülkeden 1.900'den fazla kişi, yalnızca uluslararası programlar kapsamında eğitim aldı. Bu programlar, Rosatom Teknik Akademisi (Rosatom Tech) tarafından IAEA iş birliğiyle yürütülüyor, ancak Rosatom Tech kendi kurslarını da düzenliyor. Rosatom Tech Rektör Yardımcısı Maria Khaletskaya, konuyla ilgili daha fazla bilgi paylaşıyor.



— Rosatom Tech'in IAEA ile iş birliği konusunda bilgi verebilir misiniz?

— Nükleer altyapı odaklı eğitim oturumları düzenlemeye başladığımız 2011 yılından bu yana IAEA ile aktif olarak çalışıyoruz. 2018 yılında Rosatom Tech, IAEA ve Rosatom Acil Durum Müdahale Merkezi, nükleer güvenlik, radyasyondan korunma ve acil durum müdahalesi alanlarındaki yetkinliklerimizi güçlendirmek için bir iş birliği anlaşması imzaladı. Bu anlaşma kapsamında ortak bir Yetkinlik Geliştirme Merkezi kurduk.

2019 yılında, nükleer enerji, nükleer güvenlik ve nükleer enerjinin enerji dışı uygulamaları olmak üzere üç alanda küresel nükleer profesyonellere eğitim veren ilk ve hala tek IAEA İş Birliği Merkezi olduk. Ekim 2024'te Rosatom Tech, IAEA ile ortaklığını genişletirken, İş Birliği Merkezi statüsünü de uzattı.

Rosatom Tech ve IAEA her yıl Nükleer Enerji Yönetimi ve Nükleer Bilgi Yönetimi Okulları düzenliyor. Ayrıca, nükleer altyapı geliştirmeye odaklanan bir IAEA projesi olan INT2024 ve küçük modüler reaktör (SMR) teknolojilerinin gelişimini destekleyen INT2023 kapsamında eğitim veriyoruz.

— Katılımcılar nereden geliyor?

— Katılımcılar dünyanın dört bir yanından, özellikle Asya, Afrika ve Orta Doğu'dan geliyor. Küba ve Kuveyt'ten katılımcılar ilk kez 2024'te aramıza katıldı, ardından 2025 yılında Myanmar'dan katılımcılar geldi. Bu ülke, Rus tasarımı dört küçük modüler reaktör inşa etmeyi planlıyor. En büyük gruplar genellikle Rosatom'un büyük nükleer santraller inşa ettiği ülkelerden geliyor. Bunlar Mısır, Türkiye, Bangladeş ve Beyaz Rusya.

— Ne tür eğitim programları sunuluyor?

— Programlarımız dört ana kategoriye ayrılıyor. İlk olarak, katılımcılara yönetim modelleri, altyapı ve insan kaynakları gelişimi dahil olmak üzere nükleer endüstriye dair geniş bir bakış açısı sunan eğitimler düzenliyoruz. Bunlar, nükleer sektöre stratejik bir bakış açısı geliştirmek isteyen genç profesyoneller ve kariyerlerinin başlarında ve ortalarındaki yöneticiler için en uygun olanlardır.

İkinci kategori, teknik konulara çok fazla derinlemesine girmese de, pratik konuları ele alan ve temel bilgileri pekiştiren daha fazla odaklı dersleri kapsıyor. Bu dersler, farklı geçmişlere sahip geniş bir katılımcı yelpazesine açık.

Üçüncü kategori, belirli bir konu alanında daha derinlemesine bilgi edinmek isteyen deneyimli profesyoneller için uygulamaya yönelik atölyelerden oluşuyor. Bu programlar genellikle gerçek dünya vaka çalışmalarını kapsıyor ve meslektaşlar arasında uygulamalı deneyim paylaşımını teşvik ediyor.

Son olarak, ileri düzey kitlelere yönelik olarak tasarlanan ve katılımcı ülkelerin özel ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde özelleştirilmiş bilimsel ziyaretler var.

Tüm programlarımızı öne çıkaran en önemli özellik, program konusuyla ilgili nükleer tesislere teknik saha turlarının dahil edilmesi.

— Bu yıl hangi dersler var?

— Bu yıl, nükleer tesisler için yer seçimi ve küçük modüler reaktörler için fizibilite çalışmalarından bilgi yönetimine, paydaş ilişkilerine, kapalı nükleer yakıt çevrimine, radyoaktif atık yönetimine, stratejik karar alma süreçlerine ve IV. Nesil reaktör teknolojileri için dijital çözümlere kadar her şeyi kapsayan çeşitli eğitim programları sunuyoruz.

Örneğin, bu Mayıs ayında, küçük nükleer reaktörler (SMR) dahil olmak üzere nükleer güç santralleri için yer seçimi sürecine adanmış bir kurs düzenledik. Kurs, aralarında Ermenistan, Brezilya, Kazakistan, Sri Lanka ve Zambiya'nın da bulunduğu 18 farklı ülkeden 20'den fazla katılımcıyı bir araya getirdi. IAEA uzmanları, nükleer güç santral inşasına verilen destek hakkında konuştu ve üye devletlerle ilgili deneyimlerini paylaştı. Katılımcılar ise kendi ülkelerindeki nükleer programlarından edindikleri bilgileri paylaşarak, karşılaştıkları engelleri ve bunları nasıl çözdüklerini anlattılar. Kurs kapsamında Kalinin Nükleer Güç Santrali'ni de ziyaret ettiler.

— Kurslar yüz yüze mi yapılıyor?

— Çoğunlukla evet. Ancak ihtiyaç duyulduğunda video konferans yoluyla uzaktan veya karma formatlarda da eğitim sunuyoruz.

— Nasıl başvuruda bulunulabilir?

— Yalnızca IAEA'nın resmi platformu InTouch+ aracılığıyla. Rosatom Tech ve IAEA, konuları, tarihleri, formatları, müfredatı ve eğitmenleri koordine ederek kursların gerçek dünya uzmanlığı sunmasını sağlıyor.

— Kurslar sınavla mı bitiyor?

— IAEA ile ortak programlarımızda final sınavı yoktur. Katılımcılara kurs sonunda tamamlama sertifikası veriliyor.

— Rosatom Tech ayrıca kendi eğitim programlarını da yürütüyor. Bunlar neler?

— Nükleer Eğitim Transferi proje ofisimiz, yurt dışından üniversite öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrenciler için tasarlanmış kısa süreli Eğitmen Eğitimi kursları düzenliyor. Hem teknik bilgi hem de öğretim metodolojimizi paylaşarak, yabancı üniversitelerin kendi nükleer eğitim programlarını oluşturmalarına yardımcı oluyoruz.

— Bu kurslar hangi konuları kapsıyor?

— Büyük VVER-1200 reaktörleri ve RITM-200 küçük modüler reaktörleri dahil olmak üzere Rosatom'un temel ihracat teknolojilerinin yanı sıra nükleer tıp, çok amaçlı ışınlama merkezleri, araştırma reaktörleri ve siklotronlar gibi nükleer enerjinin enerji dışı uygulamalarına odaklanıyoruz. Son yıllarda, nükleer altyapı konusunda eğitimler ekledik. Ayrıca, yeni katılan ülkeler için radyoaktif atık bertaraf tesisleri ve stratejik enerji planlaması konularında pilot kursları başarıyla uyguladık. İleriye dönük olarak, yenilenebilir enerji teknolojileri ve enerji arzı senaryo modellemesi alanlarına genişlemeyi ve nükleer enerji programı uygulayıcı kuruluşu (NEPIO) konusunda yeni bir kurs geliştirmeyi planlıyoruz.

Eğitmen Eğitimi kursları; yüz yüze, çevrimiçi, karma ve kendi temponuzda ilerleyebileceğiniz tüm formatlarda sunuluyor. Bu yıl, Somali ve Malavi gibi yeni gelen ülkeler dahil olmak üzere 40'tan fazla ülkeden katılımcımız oldu.

— Hangi konulara daha çok talep var?

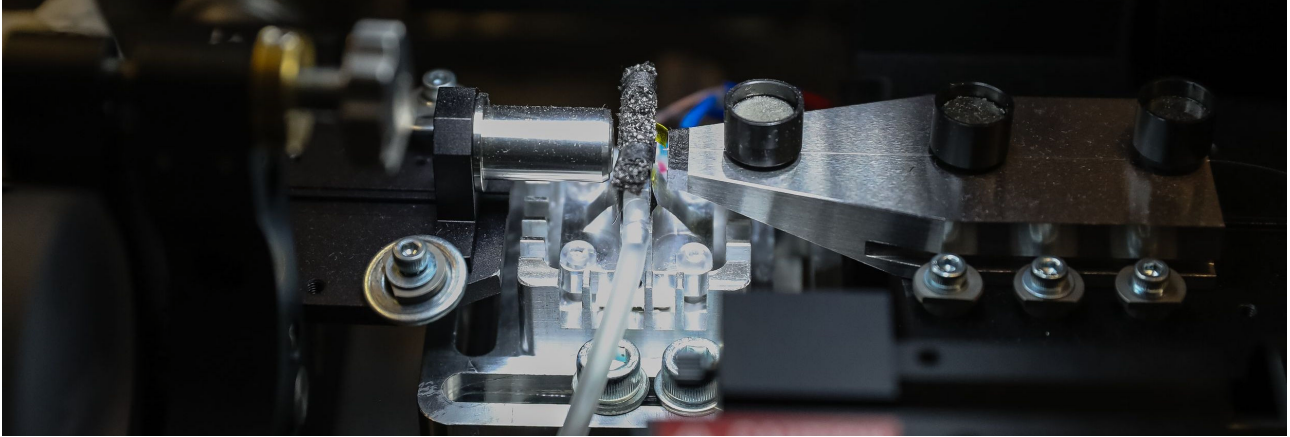
— En fazla ilgiyi araştırma reaktörleri, SMR'ler ve nükleer tıp konusundaki kurslar görüyor.

— Kurslar nasıl organize ediliyor?

— Kurslar genellikle sektörel bir müşterinin talebi üzerine düzenleniyor. Kayıtlar genellikle 2-3 ay önceden açılıyor. Çoğu kurs 1-2 hafta sürüyor; daha ileri düzey programlar giriş sınavı gerektirebiliyor. Sonunda, gerekirse tekrar alma şansı olan bir final değerlendirmesi yapılıyor.

BRICS Kuantum Forumu'na Hoş Geldiniz

Kuantum teknolojileri üzerine uluslararası bir forumun 2026 yılında Rusya'da düzenlenmesi planlanıyor. Etkinlik, BRICS Bilim, Teknoloji ve İnovasyon Etkinlik Takvimi'ne resmen eklendi. Bu, üye ülkelerin, kuantum teknolojilerinin ilerlemesine güçlü destek verdiğini ifade ettikleri, 6-7 Temmuz'da Rio de Janeiro'da düzenlenen 17. BRICS Zirvesi'nin ardından gerçekleşti.



Kuantum Forumu takvime eklendi

Kuantum teknolojileri uluslararası forumu resmen BRICS Etkinlik Takvimi'ne dahil edildi.

Rusya'nın ulusal kuantum ekosisteminin kilit oyuncularından biri, kuantum araştırmalarının sınırlarını zorlamak için akademik kurumlar, üniversiteler, sanayi şirketleri ve yeni kurulan şirketlerle iş birliği yapan Rosatom'dur. Rusya hükümetiyle 2020 yılında imzalanan bir anlaşma kapsamında Rosatom, ülkenin kuantum hesaplama çalışmalarına liderlik ediyor. 2026 yılından itibaren Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu Rosatom, kuantum sensörlerinin geliştirilmesini de denetleyecek. Rosatom'un kuantum programı, temel araştırmaların devamını sağlarken, kuantum teknolojilerinin nükleer sektör ve diğer endüstrilerde gerçek dünyadaki uygulamalarına öncelik veriyor. Programın önemli bir bileşeni de kuantum eğitiminin yaygınlaştırılması.

Rosatom, kuantum alanında küresel iş birliğini de destekliyor. Rosatom Kuantum Teknolojileri Müdürü Ekaterina Solntseva, "Sahip olduğumuz yüksek potansiyelle, ileri teknolojilere adil ve açık erişimin güçlü savunucularıyız, çünkü bilimsel ve teknolojik ilerlemenin nihai amacı bütün dünyada yaşam kalitesini iyileştirmek. Bu nedenle kuantum teknolojilerinin BRICS gündemine dahil edilmesini tam olarak destekliyor ve uluslararası iş birliği fırsatlarını memnuniyetle karşılıyoruz" dedi.

Rio zirvesiyle birlikte düzenlenen 13. BRICS Bilim ve Eğitim Bakanları Toplantısı'nın ardından hazırlanan bildiride, kuantum teknolojileri en önemli öncelik olarak kabul edildi: "Gelişmekte olan teknolojilerin ve ulusal yeniden sanayileşme süreçlerinin hızla ilerlediği yeni bir bağlamda, Brezilya'nın, 2025 yılında yapay zekâ, kuantum teknolojileri ve endüstride inovasyonu öncelik olarak ele alma önerisini büyük bir takdirle karşılıyoruz. Bu temalar, bu yılki çeşitli BRICS BTİ diyaloglarında ve girişimlerinde vurgulandı." Birleşmiş Milletler'in (BM), 2025 yılını Uluslararası Kuantum Bilimi ve Teknolojisi Yılı olarak ilan ettiğini belirtmekte fayda var.

Rusya'nın kuantum evrimi

Rusya'nın ulusal kuantum programı, kuantum teknolojisine odaklanan çeşitli yol haritalarının imzalanmasıyla 2020 yılında ivme kazandı. Bunlardan biri olan Rosatom tarafından koordine edilen Kuantum Hesaplama yol haritası, dört öncelikli platformun hepsinde çalışan kuantum bilgisayarlarının oluşturulmasıyla sonuçlandı: 50 kubitlik bir iyon tuzağı sistemi, 50 kubitlik bir nötr atom sistemi, 35 kubitlik bir fotonik işlemci ve 16 kubitlik bir süperiletken devre sistemi. Araştırmacılar ayrıca kuantum optimizasyonu, kuantum kimyası, simülasyon ve büyük veri analizi gibi alanları hedefleyen 34 kuantum algoritması geliştirdiler. Bu kuantum işlemcilere uzaktan erişim sağlamak için nihayetinde yerli bir bulut platformu oluşturuldu. 2030 yılına kadar odak noktası, nükleer sektörün

öncülüğünde, kuantum teknolojilerinin endüstriler genelinde pratik uygulamalarına kayacak.



Rus araştırmacılar, kuantum kayıtlarını büyütme (kübit sayısını artırarak), operasyonel doğruluğu iyileştirmek ve kuantum cihazlarını küçültmek gibi iddialı hedefler belirliyorlar. Rusya, 2030 yılına kadar 300 kübitlik bir kuantum işlemci üretmeyi ve daha da önemlisi gerçek dünya sorunlarını çözmeye başlamayı amaçlıyor.

Potansiyel uygulamalar arasında optimizasyon görevleri, yeni malzemelerin keşfi (ilaç bileşikler dahil), kişiselleştirilmiş tıp ve daha verimli lojistik operasyonları yer alıyor.

Kuantum teknolojileri nükleer sektörde halihazırda test ediliyor. Örneğin, kuantumdan ilham alan algoritmalar, Rusya'nın IV. Nesil nükleer enerji sistemi geliştirme girişimi olan Proryv (Atılım) Projesi kapsamında uzun vadeli üretim planlamasını ve nükleer yakıt teslimatını optimize etmek, kaynak tahsisini ve üretim verimliliğini artırmak için kullanıldı.

Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev, Haziran 2025'te Saint Petersburg Uluslararası Ekonomik Forumu kapsamında düzenlenen "Kuantum Atılımı: Araştırma Yatırımlarından İş Projelerine" başlıklı iş kahvaltısında yaptığı konuşmada, "Rosatom, kuantum hesaplamanın lojistik, mühendislik ve nükleer yakıt operasyonlarında uygulanmasında temkinli bir şekilde ilerliyor. Ve IV. Nesil nükleer güç santralleri söz konusu olduğunda, kuantum teknolojilerinin sadece yardımcı olmakla kalmayıp aynı zamanda gerekli olduğuna inanıyoruz. Şimdi, kuantum hesaplama ve algoritmalar kullanarak endüstriyel zorlukları nasıl çözeceğimizi öğrenmenin zamanı. Ölçeklenebilir, endüstriyel düzeyde kuantum makineleri geldiğinde harekete geçmeye hazır olmalıyız" dedi.

Küresel Denge

Son birkaç on yıldır, nükleer güç santralleri yakıtı olarak dünyanın en büyük uranyum tüketicileri ile uranyum üreten ülkeler nadiren örtüşüyordu. Ancak şimdi, nükleer güç santrali sahibi ülkeler yerli uranyum madenciliğini başlatmak, yeniden başlatmak veya önemli ölçüde genişletmek için adımlar atarken, uranyum zengini ülkeler kendi nükleer güç santrallerini inşa etmeyi planlarken, durum giderek değişiyor. Rosatom, dünya çapında nükleer teknolojinin ilerlemesini yönlendiren bu iki eğilimin her ikisinde de yer alıyor.



Tarihsel olarak, büyük uranyum üreticisi bölgeler, büyük uranyum tüketicisi ülkelere coğrafi olarak farklı oldu. Kazakistan, Avustralya, Namibya, Özbekistan ve Nijer ürettikleri uranyumun tamamını ihraç ediyor. Buna karşılık, Avrupa ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ihtiyaç duydukları uranyumun neredeyse tamamını ithal ediyor. Güney Afrika, Hindistan ve Çin ise ihtiyaç duydukları uranyumun bir kısmını ithal ediyor. Rusya ve bir ölçüde Çin ise farklı bir strateji izleyerek, başka ülkelerde uranyum madenciliği girişimleri kurdu. Rusya için en başarılı ve kalıcı ortaklık Kazakistan ile oldu.

Son yıllarda nükleer enerji yeni bir rönesans yaşıyor ve yukarıda anlatılan durum değişmeye başladı. Kazakistan, Özbekistan ve Namibya kendi nükleer güç santrallerini inşa etme yolunda adımlar atarken, ABD, Brezilya, Arjantin ve İsveç sadece nükleer filolarını genişletmeyi değil, aynı zamanda doğal uranyum konsantresinin yerli üretimini de canlandırmayı planlıyor.

Kazakistan

Kazakistan, 15 yıldan fazla bir süredir dünyanın en büyük uranyum üreticisi konumunda. 2024 yılında ülke, kısmen Rosatom ile ortak girişimler aracılığıyla 23.270 ton uranyum üretti.

Mangystau Nükleer Güç Santrali'ndeki reaktörün 1999 yılında kapatılmasından sonra ülkede artık nükleer güç santrali bulunmadığından, Kazakistan tüm uranyumu ihraç ediyor.

Ancak bu durum değişmek üzere. Geçen yıl Kazakistan ulusal bir referandum düzenledi ve planlanan birkaç reaktörle birlikte nükleer kapasite inşa etmek için kamuoyundan onay aldı. İlk nükleer güç santrali, teklifi Kazakistan Nükleer Sanayi Geliştirme Kurumlararası Komisyonu tarafından en iyi seçenek olarak seçilen Rosatom liderliğindeki uluslararası bir konsorsiyum tarafından inşa edilecek. Bu haziran ayında düzenlenen Saint Petersburg Uluslararası Ekonomik Forumu'nda (SPIEF), Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev ve Kazakistan Cumhuriyeti Atom Enerjisi Ajansı Başkanı Almasadam Satkaliyev, ülkede büyük bir nükleer kapasite projesi için temel adımları özetleyen bir yol haritası imzaladı. Kazakistan Nükleer Güç Santralleri ve Rosatom'un mühendislik bölümü AtomStroyExport, Almatı Bölgesi'nin Jambıl Bölgesi'ndeki inşaat projesi için temel iş birliği ilkelerini tanımlayan bir çerçeve anlaşması imzaladı.

Uranyum üretiminde ilk 3 ülke (tU, WNA verileri, 2022):

Kazakistan – 21.227
Kanada – 7.351
Namibya – 5.613

Özbekistan

Özbekistan, dünyanın önde gelen uranyum üreticilerinden biri. Dünya Nükleer Birliği'ne (WNA) göre, ülke 2022 yılında tahmini 3.300 ton uranyum çıkardı, ancak hiçbir zaman nükleer güç santrali sahibi olmadı.

Özbekistan, nükleer çağa Rus tasarımı küçük modüler reaktörlerle (KMR) giriyor. Rosatom, 2024 yılında Özbekistan hükümetiyle 55 MW RITM-200 reaktörleriyle donatılmış altı güç ünitesi inşa etmek için bir sözleşme imzaladı ve ilk ünitenin 2029 yılında devreye girmesi planlanıyor. Bu, bir SMR nükleer güç santralini inşası alanında dünyadaki ilk ihracat sözleşmesi. Özbekistan'ın Cizzak Bölgesi'nde saha hazırlıkları devam ederken, Rusya santral için ilk reaktörün üretimine başladı. Ayrıca SPIEF'te, Rosatom ve Özbekistan Bakanlar Kurulu'na bağlı Nükleer Enerji Geliştirme Ajansı, Özbekistan'da 1 GW VVER-1000 reaktörlü iki (potansiyel olarak dört) güç ünitesi inşa etmenin fizibilitesini çalışmak üzere bir anlaşma imzaladı.

Namibya

Namibya Uranyum Enstitüsü'ne göre, ülkede, 2023 yılında 8.283 ton uranyum üretildi. Rosatom'un Wings projesi, yeni bir uranyum madenciliği bölgesinin önünü açabilir ve doğu Namibya'da ekonomik kalkınmayı canlandırabilir.

Namibya ayrıca bir nükleer güç santral inşa etme görüşmelerine başlamayı planlıyor. Namibya Devlet Başkanı Netumbo Nandi-Ndaitwah yaptığı açıklamada; "Namibya'nın ne zaman bir nükleer güç santraline sahip olacağını söyleyemem, ancak görüşmelerin bu mali yıl içinde kesinlikle başlayacağından sizi temin edebilirim" dedi. Namibya, Güney Afrika'dan gelen ve genellikle istikrarsız olan elektrik ithalatına bağımlı olduğundan, yerli elektrik üretimi kritik bir hedef. Devlet Başkanı Nandi-Ndaitwah, ülkenin maden potansiyelinden tam olarak yararlanmasının önemini vurgulayarak, "Sadece maden ihraç etmemeli, aynı zamanda bunları burada işlemeliyiz. Değer zincirindeki yerimizi almalıyız" ifadesini kullandı.

Rosatom bu planları desteklemeye hazır. Rosatom Orta ve Güney Afrika CEO'su Ryan Collier, geçen sonbaharda Namibya'da düzenlenen 2. Nükleer Bilim ve Teknoloji Konferansı'nda yaptığı konuşmada, "Nükleer, Afrika ülkelerinde sürdürülebilir enerji sistemleri için sağlam bir temel oluşturabilir. Rosatom, bu hedefe ulaşmak için geniş bir yelpazede çözüm geliştirdi. [...] Namibya'nın nükleer enerji olanaklarını keşfetmesinden mutluluk duyuyoruz. Bu karar, ülkeyi Afrika kıtasında önemli bir enerji oyuncusu haline getirebilir" diye konuştu.

Kurulu nükleer kapasiteye göre ilk 3 ülke (GW, IAEA verileri, 2025):

Amerika Birleşik Devletleri – 96,95
Fransa – 63
Çin – 55.32

Brezilya

Brezilya, Angra Nükleer Güç Santrali'nde şu anda toplam kapasitesi 1,88 GW olan iki reaktör işletiyor. Brezilya, nükleer filosunu genişletme ve uranyum üretimini artırma seçeneklerini değerlendiriyor. Bu planların uygulanması, Rosatom ile iş birliğini gerektiriyor. Brezilya Devlet Başkanı Luiz Inácio Lula da Silva, bu Mayıs ayında Rusya Devlet Başkanı Vladimir Putin ile yaptığı görüşmede, Brezilya'nın küçük modüler reaktörler inşa etmek konusunda Rusya ile iş birliği yapmak istediğini söyledi. Ayrıca, Brezilya hükümeti ve Rosatom, ülkede ortak uranyum ve lityum madenciliği projeleri hakkında görüşmeler yürütüyor.

İsveç

İsveç en az 15 yıldır uranyum çıkarmıyor ve 2018 yılındaki yasakla, üretimi tamamen durdurdu. Ancak geçen yıl İsveç hükümeti, kapsamlı bir incelemenin ardından yasağın kaldırılmasının tavsiye edildiğini belirten bir rapor yayımladı. İlgili bir yasa tasarısının, 1 Ocak 2026'dan önce parlamentoya sunulması bekleniyor. İsveç'te projeleri olan yabancı arama şirketleri bu adım konusunda yoğun şekilde lobi faaliyetleri yürütüyor.

İsveç, şu anda toplam kapasitesi 7 GW olan altı nükleer reaktör işletiyor. Hükümet, 2035 yılına kadar 2,5 GW yeni nükleer kapasite inşa edilmesi gerektiğini açıkladı. Önümüzdeki on yıl içinde dört ila on yeni ünitenin (nihai karar bekleniyor) inşa edilmesi bekleniyor.

Arjantin

Arjantin şu anda iki santralde, ikisi Atucha'da ve biri Embalse'de olmak üzere toplam 1,64 GW kapasiteli üç reaktör işletiyor. Aralık 2024'te, ulusal hükümet nükleer geliştirme stratejisini açıkladı. Arjantin'in Nükleer Planı, Atucha sahasında yerli tasarımı bir SMR inşa edilmesini, nükleer altyapının modernizasyonunu ve ülkede uranyum madenciliğinin yeniden canlandırılmasını öngörüyor. WNA'ya göre, Arjantin son 12 yıldır uranyum üretmiyor. Nükleer Plan, Fransa Cumhurbaşkanı Emmanuel Macron'un dikkatini çekti. Haziran ayında Nice'te düzenlenen BM Okyanus Konferansı'nda, Arjantin Cumhurbaşkanı Javier Milei ile Nükleer Plan'ın uygulanmasında iş birliği konusunda anlaştı ve uranyum dahil olmak üzere "kritik" minerallerin geliştirilmesinde iş birliği konusunda bir mutabakat zaptı imzaladı.

Amerika

ABD Başkanı Donald Trump, Mayıs 2025'te, ülkenin

nükleer enerji kapasitesini bugünkü yaklaşık 97 GW seviyesinden 2050 yılına kadar 400 GW'a çıkarmayı amaçlayan dört başkanlık kararı imzaladı. 2030 hedefi, mevcut ünitelerin iyileştirilmesi yoluyla 5 GW kapasite eklemek ve 10 yeni büyük reaktörün inşasına başlamak. Kararnamelerden birinde, ABD'nin düşük, orta ve yüksek zenginleştirilmiş uranyum talebini karşılayacak düzeyde uranyum dönüştürme ve zenginleştirme kapasitesini genişletmek için bir plan hazırlanması öngörüldü. Bir diğesinde ise, Amerikalı nükleer şirketlerin tercih edilen ortaklar haline getirilmesi ve uluslararası nükleer iş birliğinin temelini oluşturacak en az 20'si yeni olmak üzere 123 anlaşmanın imzalanması hedefleniyor.

ABD de yerli uranyum üretimini artırmaya çalışıyor. Şimdiye kadar sınırlı ilerleme kaydedildi. Enerji Bilgi İdaresi'nin, 2025 yılının ilk çeyreğine ilişkin raporuna göre, zaten zayıf olan uranyum üretimi, 2024'ün dördüncü çeyreğinde yaklaşık 25 ton düşüşle 120 tona geriledi.

Rusya

Rosatom, nükleer sektörde 60'tan fazla ülkede faaliyet gösteren küresel bir lider. Yurt dışı inşaat portföyünde, 10 ülkede 33 büyük reaktör ünitesi ve Özbekistan'da inşa edilecek altı küçük modüler reaktörden oluşan dünyanın ilk ihracat projesi yer alıyor.

Rusya, kendi reaktör filosunu ve uranyum üretimini artırırken, dünya çapındaki dost ülkelere hem uranyum madenciliği hem de nükleer üretimin geliştirilmesinde destek veriyor. Ulusal Enerji Santrali Yerleşim Ana Planı, 2042 yılına kadar farklı kapasitelerde 38 yeni reaktör inşa edilmesini öngörüyor. Toplam kurulu güç, mevcut 26,8 GW'tan 18,9 GW ve ülkenin enerji karışımındaki nükleer enerjinin payı %25'e yükselecek. Planlar arasında yerli madenlerde uranyum üretiminin artırılması da yer alıyor.

39 reaktör

Rosatom'un uluslararası nükleer inşaat siparişleri portföyü

Bazı çıkarımlar

Hem nükleer hem de uranyum sektörlerindeki kronik yatırım eksikliği dikkate alındığında, hangi planların ne kadar hızlı hayata geçirileceğini tam olarak tahmin etmek zor. Ancak eğilim apaçık ortada: Hükümetler,

nükleer santral işletmecileri ve uranyum şirketleri, cevherden reaktöre kadar tedarik zincirini güvence altına almak için yarışıyor ve nükleer yakıt döngüsündeki eksik halkaları mümkün olan her yerde yurt içinde oluşturmayı hedefliyor.

Daha geniş bir bakış açısıyla, ana vatanlarında tam dikey entegrasyon sağlamayı amaçlıyorlar. Nükleer güç santrallerinin uranyum madenciliğiyle birlikte inşa edilmesi ise en basit, uygun maliyetli ve teknolojik olarak en uygulanabilir seçenektir.

Çin'in stratejisi burada ayrıca ele alınmıyor, çünkü tutarlılığını koruyor: Ülkede istikrarlı bir şekilde yeni reaktörler inşa ediliyor ve yerli kaynaklar dahil olmak üzere uranyum tedarikini aktif olarak güvence altına alıyor.

Bu makale, özellikle belirli zaman çizelgeleri boyunca öngörülen talebi tüketimle dengelemeyi amaçlamıyor. Bununla birlikte, Kazakistan ve Özbekistan'ın kendi kendine yeterliliğe öncelik verdiği ve kendi nükleer güç santrallerini inşa etmeyi planladığı ortada. Aynı durum muhtemelen Namibya, Brezilya, Arjantin ve hatta hem uranyum çıkaran hem de nükleer güç santrali işleten herhangi bir ülke için de geçerli olacak. Bu, uranyum üretimlerinin artık diğer alıcılar tarafından kullanılabilir olmayacağı anlamına geliyor.

Ancak bu, yatırım analistlerinin yakın gelecekte uranyum kıtlığı ve fiyat artışı korkularını körüklemek için sıklıkla vurguladıkları türden bir risk değil. Küresel nükleer endüstri uzun zamandır uranyumdan daha fazla enerji üretiyor. Ayrıca, uranyum piyasasının spot ticaretten giderek uzaklaştığını ve gerçek işlemlerin uzun vadeli sözleşmelere yöneldiğini belirtmek de önemli. Temmuz 2024'ten bu yana, spot fiyattaki dalgalanmalar göz ardı edildiğinde, uzun vadeli fiyat yarım kilogram başına yaklaşık 80 ABD doları seviyesinde sabit kaldı.

Uzun vadeli sözleşmeler, büyük tedarik hacimleri ile uzun ve detaylı planlama ufukları gerektiriyor. Tutarlı çözümler ve yeni yataklara sürekli yatırım, güvenilir madencilik faaliyetleri ve kullanılmış yakıtın yeniden işlenmesi ve seyriltilmiş uranyumun kullanılmasıyla nükleer yakıt döngüsünün kapatılmasını gerektiriyor. Bu önlemler bir araya geldiğinde, nükleer enerji kapasitesinin uzun vadeli işletilmesini sağlar. Rosatom ve Rusya'nın bir bütün olarak yaptığı da tam olarak bu. İşte bu yüzden Rosatom ile ortaklık güvenilirlik anlamına geliyor.

“Türkiye’nin Nükleer Enerji Geleceğine Katkıda Bulunmak İstiyorum”

Türkiye’den Ayşe Asena Aslan, Rus üniversitelerinin görünürlüğünü artırmayı ve uluslararası öğrencileri Rusya’da eğitim görmeye teşvik etmeyi amaçlayan Rus Nükleer Eğitim Elçileri Programı’nın elçilerinden biri. Şu anda Moskova Enerji Mühendisliği Enstitüsü’nde yüksek lisans yapan Aslan, Türkiye’nin ilk nükleer güç santrali Akkuyu’da çalışmayı hayal ediyor. Ayşe, nükleer enerji alanında kariyer yapmayı neden seçtiğini, IAEA bursunu nasıl kazandığını ve Rus eğitiminin neden öne çıktığını inandığını paylaşıyor.



Kısaca kendinizden bahseder misiniz?

Adım Ayşe Asena Aslan. İzmir’de doğup büyüdüm. Şu anda Moskova Enerji Mühendisliği Enstitüsü’nde Isı Mühendisliği ve Teknolojisi alanında yüksek lisans yapıyorum.

Bu mesleği neden seçtiniz?

Çocukluğumdan beri mühendislik ve enerjiye ilgi duyuyorum. Uluslararası programlar – örneğin Akkuyu Nükleer Güç Santrali Uzmanlık Eğitim Programı – eğitimimi almama yardımcı oluyor. Bu program aracılığıyla Rusya’da yüksek lisans eğitimime kaydoldum. Eğitimimi tamamladıktan sonra Türkiye’nin ilk nükleer güç santrali olan Akkuyu’da çalışacağım.

Ayrıca Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı’ndan (IAEA) Marie Skłodowska-Curie Bursu’nu da kazandım. Bu burs, akredite üniversitelerde nükleer alanda yüksek lisans yapmak isteyen genç kadınlara her yıl veriliyor.

Gelecekteki mesleğinizde en çok neyi seviyorsunuz?

Hem enerji güvenliğini hem de çevreyi etkileyen ileri teknoloji sektöründe çalışmayı seviyorum. Mesleğim gereği sorumluluk sahibi, titiz ve sürekli öğrenmeye açık olmak çok önemli.

Sizce Rus eğitiminin avantajları nelerdir?

Rusya, nükleer eğitimde küresel bir lider. Ailemin üyeleri (bazıları mühendis) kararımı destekledi. Rusya’da eğitim almak, önde gelen uzmanlardan uygulamalı deneyim ve bilgi edinmemizi sağlıyor.

Kabul edilmek zor muydu?

Evet, her iki program için de sınavları ve mülakatları kapsayan sıkı bir seçim süreci vardı. Örneğin, Marie Skłodowska-Curie Bursu’nu alabilmek için Rosatom’un ortak üniversitelerinden birinde öğrenci olmanız gerekiyor. Dahası, anadalinız nükleer enerjiyle ilgili olmalı. Başvuru dönemi her yıl yaz aylarında başlıyor. Başvuru sürecinin başlangıcı hem IAEA’nın resmi internet sitesinde hem de üniversitelerin internet sitelerinde duyuruluyor.

Eğitiminiz nasıl gidiyor?

Eğitim yoğun; çok sayıda laboratuvar ve araştırma çalışması yapıyoruz. Genel olarak dersler çok ilgi çekici. Bu, uzmanlık gerektiren yüksek lisans düzeyindeki konuları incelemek ve Rusça dil becerilerimi geliştirmem için harika bir fırsat. Ayrıca tezim üzerinde çalışmaya devam ediyorum.



Rusça öğrenirken herhangi bir zorlukla karşılaştınız mı?

Evet, Rusça gerçekten zor bir dil, özellikle de dil bilgisi. Ama üniversitedeki öğretmenlerim ve arkadaşlarım sayesinde her gün pratik yapıyor ve becerilerimi giderek geliştiriyorum.

Rusya'da neyi seviyorsunuz?

Beni en çok etkileyen şey, Rusya'daki insanların beklediğimden çok daha nazik, daha duyarlı ve samimi olmalarıydı. Yabancı öğrencilere ve özellikle de Türklere burada büyük bir samimiyetle ve misafirperverlikle davranıldığını fark ettim. Türk olduğumu öğrendikten sonra insanların bana daha fazla ilgi gösterdiğini ve beni desteklemek için ekstra çaba sarf ettiğini defalarca hissettim.

Rus toplumunun geleneklere, kültürel mirasa ve aile bağlarına çok fazla değer vermesinden etkilendim. Bu bakımdan Rus kültürü Türk kültürüne çok benziyordu, bu da kendimi burada güvende ve evimde hissetmemi sağladı.

Ders çalışmanın dışında hobileriniz nelerdir?

Ben Rus nükleer eğitiminin bir elçisiyim ve bilim ve teknolojiye kadınları desteklemeyi amaçlayan STEM'deki Kadınlar RNEA (Rus Nükleer Eğitim Elçileri) topluluğunun aktif bir üyesiyim.

STEM, Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarını kapsayan disiplinler arası bir yaklaşımı ifade ediyor.

Bu topluluğun bir parçası olarak, nükleer enerji ve mühendislik gibi alanlarla ilgilenen genç kadınlara ilham vermek amacıyla internet tabanlı seminerler, sesli bloglar ve eğitici çevrim içi etkinlikler düzenliyoruz.

Ayrıca STEM alanında kadın temsiliyi güçlendirmek ve üniversite öğrencilerine mesleki gelişimlerinde rehberlik etmek için çabalıyoruz.

Mezun olduktan sonra nerede çalışmayı planlıyorsunuz?

Türkiye'deki Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nde çalışmayı planlıyorum. Ülkemin ilk nükleer güç santrali. Bu, üreteceği temiz enerji açısından Türkiye'ye fayda sağlayacak stratejik bir proje. Santralin gelişimine ve güvenli işletimine katkıda bulunmak istiyorum.