



İÇİNDEKİLER

[İçeriklere geri dön](#)

ROSATOM HABERLERİ

[İş Birliğinde Atılan Tohumlar](#)

[Akademik Lomonosov'a yakıt ikmali](#)

REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[Reaktör Klasiklerine Yeni Soluk](#)

TRENDLER

[Nükleer Tahminler](#)

TÜRKİYE

[Sahadaki Yoğun Çalışmalar](#)



İş Birliğinde Atılan Tohumlar

Ekim ayında Rosatom, Moskova'da düzenlenen Rusya Enerji Haftası ve Minsk'te düzenlenen Belarus Enerji ve Çevre Forumu EnergyExpo olmak üzere iki önemli etkinliğe katıldı. Her iki etkinlik çerçevesinde Rus nükleer enerji kuruluşu ve iştirakleri için hem genel çerçeveleri hem de özel düzenlemeleri kapsayan bir dizi iş birliği anlaşması imzalandı.

Rosatom'un çabalarıyla nükleere sahip ülkeler arasına yenileri katıldı. Bunlar arasında Belarus, Türkiye, Bangladeş ve Mısır da yer alıyor. Rusya Devlet Başkanı Vladimir Putin Rusya Enerji Haftası'nda şunları belirtti: **"El Dabaa Afrika kıtasındaki amiral gemisi nükleer projemiz olma özelliği taşıyor. Ancak çalışmalarımız sadece santralin inşasıyla sınırlı değil. Mısır'daki dostlarımızla, personeli eğiterek ve bakım desteği sağlayarak bu ülkede sıfırdan bir nükleer enerji endüstrisi oluşturuyoruz. Diğer bir deyişle, Mısır'ın bağımsız enerji konusunda gelişim yolculuğuna katkıda bulunuyoruz. Bu kapsamlı, sistemik**



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

yaklaşım Rosatom'un reaktör güvenliği ve güvenilirliği konusundaki alışlagelmiş yüksek standartlarının yanı sıra en önemli rekabet avantajlarından biridir."

Rusya Enerji Haftası'nda

Belarus Enerji Bakanı Viktor Karankevich Rusya Enerji Haftası'nda yaptığı konuşmada Belarus'un nükleer güç santrali ile elde ettiği ekonomik gelişmelerden bahsederek şunları söyledi: **"Belarus NGS, yeni ve gelecek vaat eden sektörlerin gelişimine güçlü bir ivme kazandırmıştır, bunlar enerji yoğun endüstriler ve ısıtma ve sıcak su temini için elektrik kullanılan apartman binaları ve evlerin inşasıdır. Elektrikli araçların geliştirilmesine büyük önem verilmektedir."** Ülke, elektrikli araç sayısı arttıkça şarj altyapısını genişletiyor. Nükleer güç santrali 5,3 milyar metreküp doğal gaz tasarrufu sağladı ve 9 milyon tonun üzerinde sera gazı salımını engelledi. Mayıs ayında ikinci ünitenin de devreye alınmasıyla nükleerin Belarus'un enerji karışımındaki payı bu yıl %25'e yaklaşacak ve ardından %40'a yükselecek.

Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Alparslan Bayraktar, Akkuyu NGS'nin 1'inci Ünitesi'nin ilk elektriği 2024 yılında



üretmesinin planlandığını söyledi. Akkuyu NGS, Türkiye'nin enerji ihtiyacının %10'unu karşılayacak ve böylece 30-35 milyon ton karbondioksit salımını önleyecek.

Rosatom'un bir diğer ortağı da Myanmar. Myanmar Elektrik Enerjisi Bakanı U Nyan Tun, **"Teknoloji seviyesini yükseltmek için yenilikler getirmek şart. Nükleer enerjinin kullanılması teknolojinin gelişmesini ve ürün, hizmet ve eğitim kalitesinin artmasını sağlayacaktır. Myanmar Rusya'nın yardımıyla nükleer teknolojiyi kullanacak"** dedi.

Aynı gün Rosatom ile Myanmar Bilim ve Teknoloji Bakanlığı arasında ülkenin nükleer altyapısının değerlendirilmesi ve geliştirilmesine ilişkin bir mutabakat zaptı imzalandı. Buna göre, taraflar Myanmar'ın ihtiyaçlarını belirleyecek ve küçük nükleer güç santralleri inşa etmek için bir eylem planı hazırlayacak. Mutabakat zaptı, Myanmar'da nükleer enerjinin yaygınlaştırılmasıyla ilgili kuruluşlarda personel eğitimi ve güvenlik kültürünün geliştirilmesi konularında iş birliğini öngörüyor.

Rus nükleer enerji kuruluşu, Myanmar'ın yanı sıra iki Afrika ülkesiyle de anlaşmaya imza attı. Burkina Faso Maden, Taş Ocakları ve Enerji Bakanlığı ile nükleer enerjinin barışçıl kullanımına ilişkin bir mutabakat zaptı imzalandı. Rusya ve Burkina Faso arasında nükleer enerji konusunda varılan bu ilk anlaşma, nükleer üretim yaklaşımları, nükleer teknolojinin sanayi, tarım ve tıp alanlarından olmak üzere enerji dışında kullanımı, nükleer altyapının geliştirilmesi ve kamu bilincinin artırılması gibi pek çok alanda iş birliğinin önünü açıyor.

Rosatom ile Mali Enerji ve Su Bakanlığı arasında da bir mutabakat zaptı imzalandı. Anlaşma, nükleer altyapı, nükleer teknoloji



ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

konusunda kamu bilinci oluşturulması, temel ve uygulamalı araştırmalar, nükleer araştırma tesisleri, radyoizotopların kullanımı, nükleer ve radyasyon güvenliği, personel eğitimi ve nükleer enerji gibi konuları kapsıyor.

EnergyExpo'da

Rusya ile nükleer teknoloji alanında uzun süredir iş birliği yapan Belarus'tan şirketlerle daha özel anlaşmalar imzalandı. Rosatom'un yakıt bölümü TVEL'in bir parçası olan telekomünikasyon ekipmanı üreticisi T-com ile Belarus İletişim ve Enformasyon Bakanlığı'na bağlı Promsvyaz arasında imzalanan yol haritası bu anlaşmalardan biri. Anlaşma uyarınca taraflar, Promsvyaz iştiraklerinde telekomünikasyon ekipmanlarının geliştirilmesi, üretilmesi ve konuşlandırılması ile personelin eğitilmesi konularında iş birliği yapacak. Yol haritasında öngörüldüğü üzere taraflar, Belarus pazarının neye ihtiyacı olduğunu belirleyecek, gerekli ekipmanı sertifikalandıracak ve tedarik edecek. Yol haritası 2023-2024 dönemini kapsıyor.

TVEL ve Belarus Radyoaktif Atık Yönetimi Kuruluşu (BelRAO), Belarus'ta radyoaktif atıkların nihai bertarafına yönelik altyapının kurulması ve geliştirilmesi için uzun vadeli bir iş birliği anlaşmasına imza attı. Anlaşma, yüzeye yakın bir deponun işletilmesini ve bakımını, faaliyetlerin izlenmesini ve personel eğitimini öngörüyor.

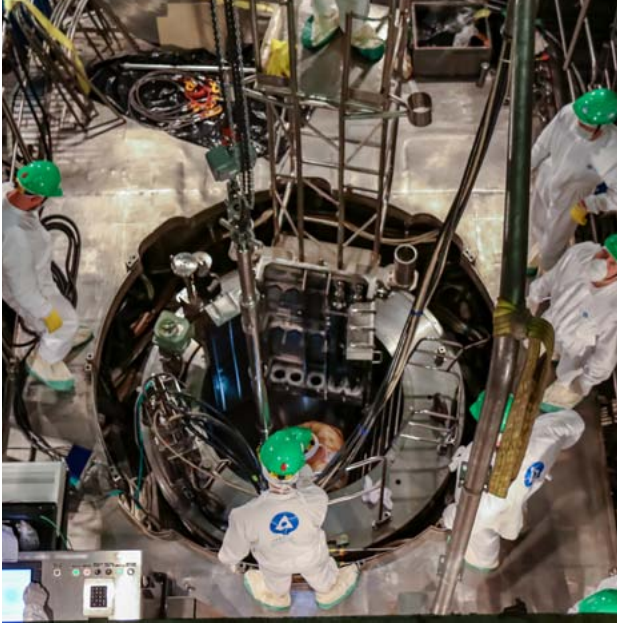
Rosatom ve Belarus Doğal Kaynaklar ve Çevre Koruma Bakanlığı ayrıca tehlikeli atık yönetimi, geri dönüşüm ve bertaraf,



çevresel izleme faaliyeti ve miras yönetimi konularında iş birliği yapılmasını öngören bir mutabakat zaptı da imzaladı.

Bekleyen zorluklar

Rusya Enerji Haftası'nda konuşan Rosatom Genel Müdürü Aleksey Likhachev, Rus nükleer enerji kuruluşunun stratejik planlarını özetledi. Başlıca zorlu hedeflerden birini, küresel nükleer enerji endüstrisinin gelişimini engelleyen malzeme ve çevresel kısıtlamaları ortadan kaldıracak olan nükleer yakıt döngüsünü "kapatmak" oluşturuyor. Rosatom, 2032-2034 yıllarında hızlı ve termal reaktör kompleksleri inşa ederek kapalı yakıt döngüsü teknolojisini artırmaya başlamayı planlıyor. 2050'den sonra tamamen yeni bir termonükleer üretim teknolojisi ortaya çıkabilir. Aleksey Likhachev konuyla ilgili olarak şu ifadeleri kullandı: **"Bu konsepti ticarileştirmekten hala uzak olsak da fikir için daha fazla çaba ve para harcayarak çalışmalara devam edeceğiz."**



Akademik Lomonosov'a yakıt ikmali

Reaktör yakıt ikmali rutin bir işlem gibi görünse de dünyanın ilk yüzer nükleer santraline yakıt ikmali söz konusu olduğunda, haberler küresel nükleer camia ya da daha geniş anlamda enerji camiası için ilginç bir hal alıyor.

Yakıt sevkiyatı

Yüzer nükleer güç santrali, tamamı Rusya'nın Kutup bölgelerinde yer alan Çukotka Özerk Bölgesi'ndeki Pevek kentinde demir atmış bulunuyor. Yeni yakıt demetleri Pevek'e Kuzey Deniz Rotası üzerinden getirildi. RosEnergoAtom'da Seri Olmayan Reaktör İşletme Departmanı'nın baş uzmanı olarak görev yapan Anton Markov konuyla ilgili olarak, "Her Rus nükleer buzkırını ve yüzer güç santrali için yakıt, Rosatom'un yan

kuruluşu olan Elemash'ta üretiliyor. Gerekli fabrika testlerinden geçtikten sonra, ilk reaktöre ait yakıt demeti Elemash'tan Rus nükleer filosunun üssü olan Murmansk'a trenle sevk edildi. Murmansk'ta taze nükleer yakıt ve büyük boyutlu ekipmanlar Çukotka'ya gönderilmek üzere bir motorlu gemiye yüklendi" dedi.

Reaktör çekirdeğinin özellikleri

Yüzer güç ünitesi, nominal çalışma modunda 70 MW'a kadar elektrik ve 50 Gcal/saat ısı üretebilen iki KLT-40S nükleer reaktörle donatılmış durumda. Bu, 100 bin nüfuslu bir şehrin ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli.

Yüzer güç santralindeki KLT-40S reaktörleri, eskiden olduğu gibi kanal tipinde değil, kartuş tipinde özel bir reaktör çekirdeğine sahip. Kartuş tipi çekirdeğin yakıt ikmal aralığı 3-3,5 yıla çıkıyor ve elektrik üretim maliyetinde yakıtın payı 1,5 kat azalıyor.

Yüzer güç santraline yakıt ikmalinin de kendine has özellikleri bulunuyor. Büyük nükleer reaktörlerde olduğu gibi, yılda bir veya bir buçuk yılda bir yakıt demetlerinden bazıları değil, tüm reaktör çekirdeği değiştiriliyor. Bu yakıt ikmali, yüzer güç santralinin devreye alınmasından bu yana, kapsam ve süre açısından en büyük bakım işlemi olma niteliğini taşıyor. Süreç, yüzer güç santrali personeli, Rosatom'un özel bakım sağlayıcısı AtomEnergoRemont, Rosatom'un enerji mühendisliği bölümünün bir parçası olan reaktör tasarımcısı OKBM Afrikantov ve diğer şirketler tarafından yürütülüyor.

Yakıt ikmali işlemi

Yüzer güç santrali reaktörlerine birbiri ardına yakıt ikmali yapılır. Reaktörlerden birine yakıt ikmali yapılırken diğeri elektrik



üretmeye devam eder, böylece tüketiciler elektrik kesintisi yaşamaz.

Yakıt ikmali işlemi, temmuz ayı sonlarında başladı. Kullanılmış yakıt demetleri çıkarıldı ve depoya yerleştirildi. Hem taze hem de kullanılmış yakıt yüzer güç santralinde özel olarak hazırlanmış izole odalarda depolanıyor.


Halihazırda buhar jeneratörlerinin iç parçaları değiştiriliyor. Değiştirme işlemi tamamlandığında taze yakıt ikmali başlayacak. Çekirdek yakıtla yüklendikten sonra reaktör monte edilecek. Bu işlemi, taze çekirdek ile ilk kritiklik ve ilk güç verme işlemi izleyecek.

İşlemin güvenliği, yüzer güç santrali üzerine kurulu reaktör kontrolü ve Pevek'te bulunan otomatik radyasyon izleme sistemlerinin sensörleri ile sağlanıyor. Sensör değerleri normalden sapma göstermiyor.

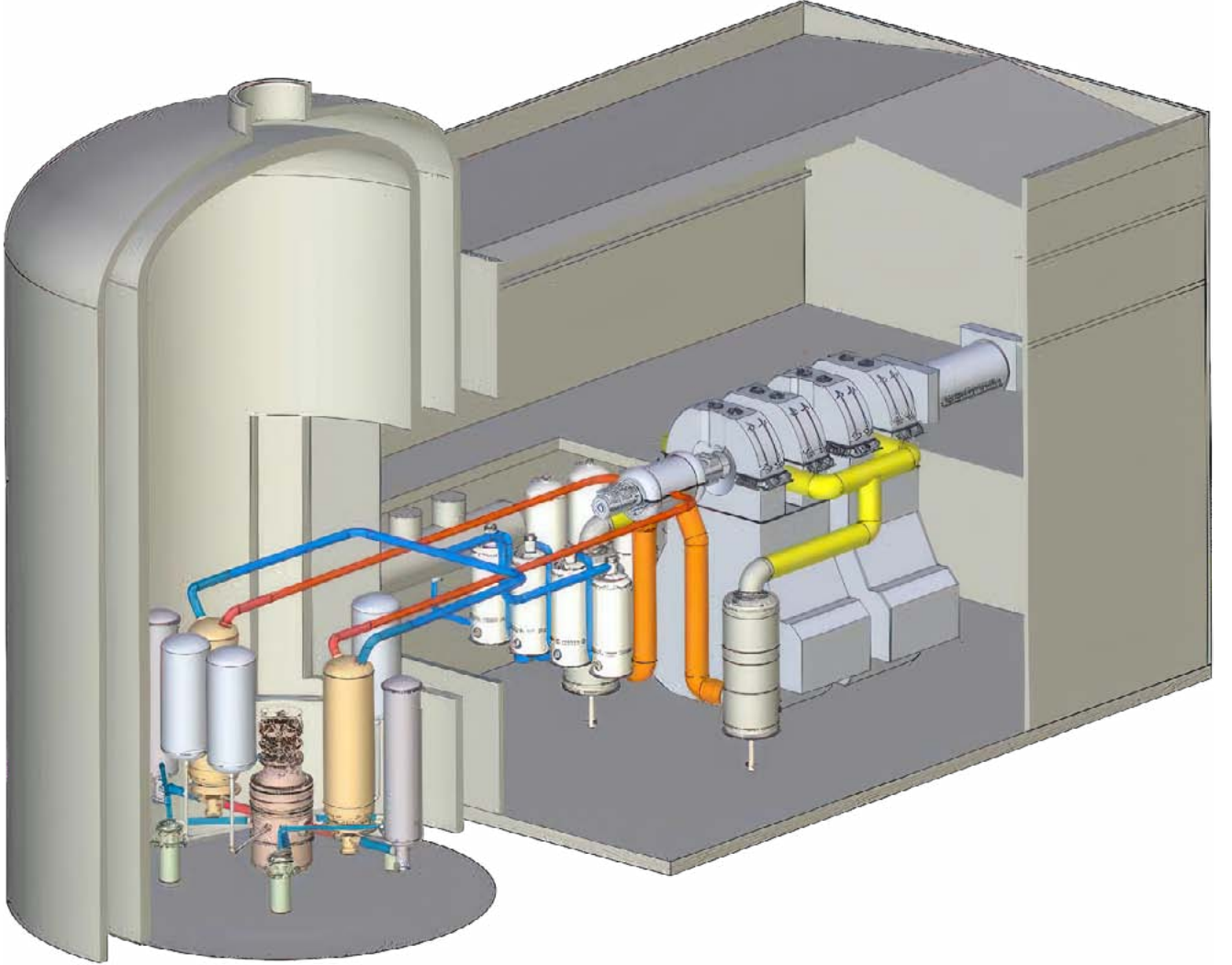
Pevek'teki yüzer güç santrali

Okuyucularımız yüzer nükleer santralin 9 Eylül 2019 tarihinde Pevek'e teslim edildiğini hatırlayacaktır. Yüzer nükleer güç santrali, Aralık 2019'da Çukotka Özerk Bölgesi'nin Chaunsky-Bilibino Sanayi Bölgesi'nin ücra elektrik şebekesine ilk elektriği vererek Rusya'nın en kuzeyinde yer alan güç santrali oldu. Bu unvan daha önce Bilibino Nükleer Enerji Santrali'ne aitti. Mayıs 2020'de yüzer güç santrali ticari işleme alındı.

Eylül 2023'te Pevek ve Bilibino'yu birbirine bağlamak için 490 km uzunluğunda 110 kV'luk bir elektrik hattı devreye alındı. Hat, yüzer güç santralinden elektrik ileterek Bilibino tüketicileri ve yerel maden sahaları (Baimsky GOK bunların en büyüğü olma özelliği taşıyor) için güç kaynağının güvenilirliğini artırdı.

İlk reaktördeki bakım işlemi yıl sonuna kadar tamamlanacak. Elemash'ın merkezi Elektrostal'dan Pevek'e nükleer yakıt sevkiyatı, ikinci reaktörün yakıt ikmali ve buhar jeneratörünün iç parçalarının değiştirilmesi olmak üzere aynı işlemlerin 2024 yılında da yapılması planlanıyor. 

[Bölümün başına](#)



Reaktör Klasiklerine Yeni Soluk

Ekim ayında Rosatom'un üst düzey yöneticileri, araştırmacıları ve mühendisleri, Rusya'daki önemli reaktör teknolojisi gelişmelerini tartışmak üzere Yeni Nükleer Enerji konferansında bir araya geldi. Söz konusu gelişmelerden biri,

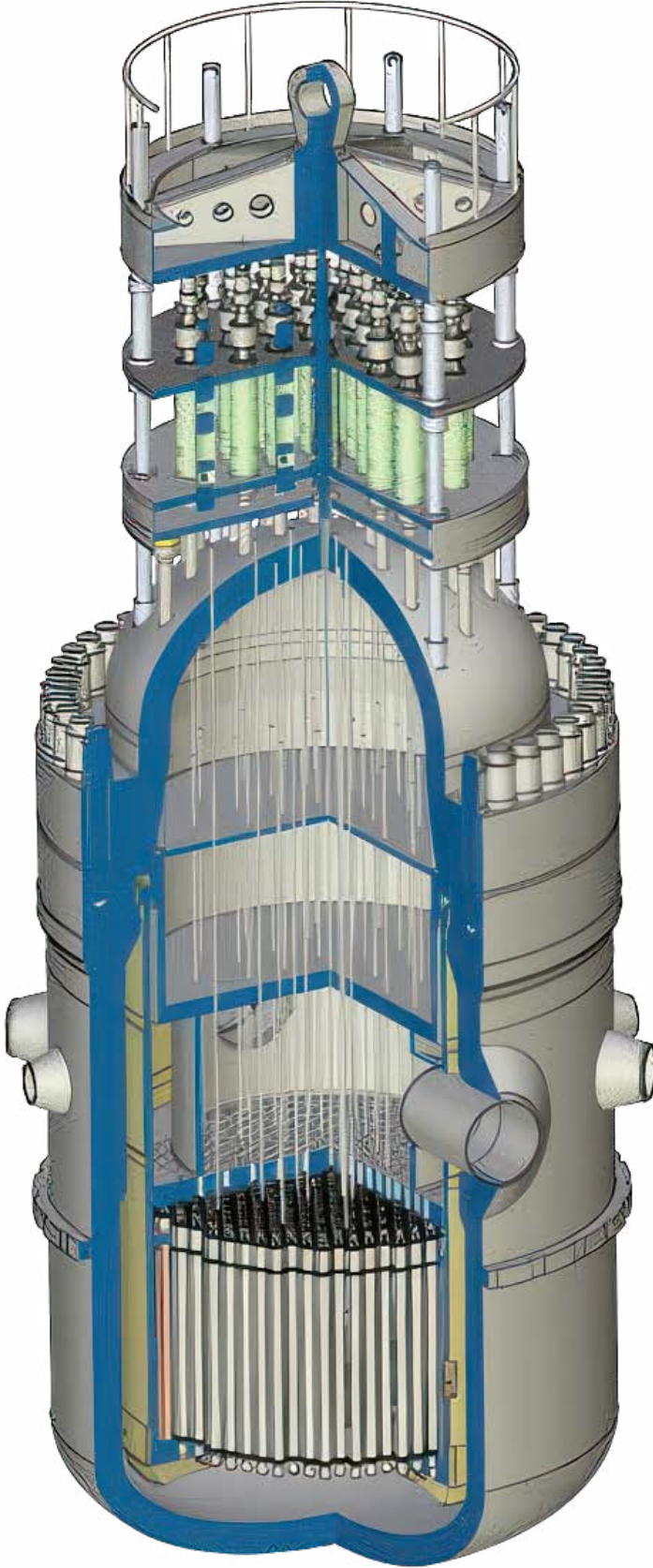
büyük ve orta ölçekli reaktörler için kanıtlanmış VVER tasarımında yapılan bir değişiklikti. Spektrum değişim kontrollü, su soğutmalı, su moderatörlü bir güç reaktörü olan VVER-S ile ilgili bilgiyi aşağıda bulabilirsiniz.

Geçmiş

1980'lerde dünya genelinde araştırmacılar, moderatör hacmini artırarak nötron spektrumunu yumuşatma yoluyla reaktivite kontrolü kavramını değerlendirdiler. Hacim ya yakma işlemi sırasında çekirdekten



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

çıkarılan displacer çubukların kullanımı ya da soğutma sıvısının ağır su ile seyreltilmesi olmak üzere iki şekilde arttırılabilirdi. Spektrum değişim kontrolü, bölünebilir izotop üretimiyle yakıt tasarrufu sağlama yöntemlerinden biri olarak görülmüştü.

Daha sonra rafa kaldırılan bu fikir, 2005 yılında yeniden gündeme getirildi. Şu anda Rosatom Genel Müdürü Danışmanı olan Vladimir Asmolov liderliğindeki bir ekip “süper VVER” geliştirmek için çalışmalara başladı. Ekip, bir spektrum değişim kontrol reaktörünün geliştirilmesine odaklandı ve bunun için 600 MWe güç kapasitesine sahip orta ölçekli bir reaktör tasarımı seçti. VVER-S için tahmin edilen yeniden üretim faktörü 0,7 ila 0,8 iken, geleneksel VVER reaktörleri 0,35 ila 0,4 arasında bir faktöre sahip. İlk Ar-Ge aşamasında elde edilen sonuçlar, bir sonraki geliştirme çabalarının temelini oluşturdu. 2019-2020 yıllarında söz konusu VVER konsepti çalışmaları devam etti. Ekip tarafından yürütülen araştırma, bir VVER-S reaktörü ile uygun maliyetli bir nükleer tesis inşa etmenin mümkün olduğunu kanıtladı.

VVER-S projesindeki mevcut Ar-Ge faaliyetleri beş hedefe ulaşmayı amaçlıyor. Bu hedeflerden ilki, açık nükleer yakıt çevriminde doğal uranyum tüketiminin azaltılması. İkincisi, reaktörün tam uranyum-plütonyum çekirdeği ve kapalı nükleer yakıt çevriminde 0,7 ila 0,8’lik bir yeniden üretim faktörü ile verimli bir şekilde çalışabilmesini sağlamak. Üçüncüsü reaktörün günlük % 100-40-100 aralığında yük takip modunda çalışmasını sağlamak. Dördüncüsü, temelde yeni tasarım çözümleriyle inşaat süresinin ve maliyetinin azaltılmasını sağlamak. Beşincisi ise radyoaktif atık miktarının azaltılması.

VVER-S konsepti, geleneksel VVER reaktör ünitelerinin işletilmesinden elde edilen deneyime dayanıyor. VVER-S için



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

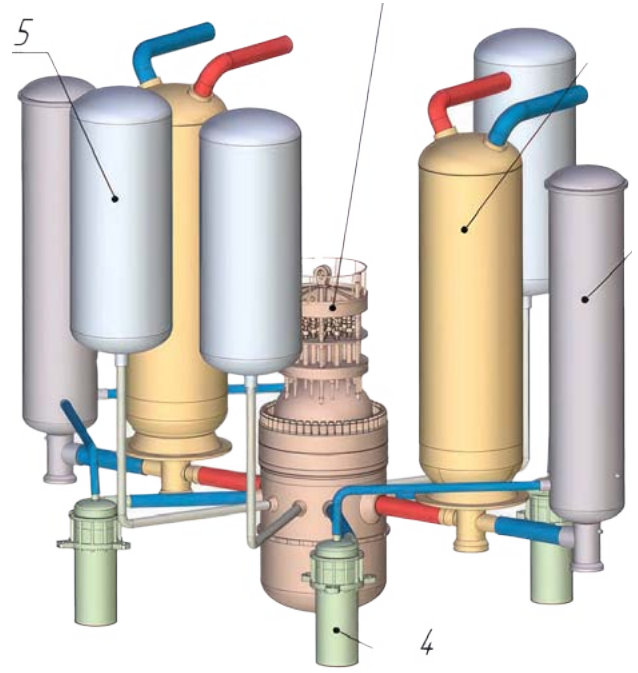
düşünülen çözümlerin tamamen yeni olduğu söylenemese de araştırmacılar, mühendisler ve tasarımcılar reaktör performansını artırabilecek çok çeşitli öneriler üzerinde çalıştılar. Yenilikçi çözümlerin bir araya gelmesiyle, yeni tasarım yerel ve uluslararası pazarlar için oldukça umut verici olabilir.

VVER-S teknolojisi, 2021 yılında Rosatom Denetleme Kurulu tarafından onaylanan Rusya'nın Nükleer Kalkınma Stratejisi 2050 ve Beklentiler 2100'de yer alıyor.

Nasıl çalışıyor?

VVER-S Proje Yönetim Ofisi Başkanı Viktor Mokhov, konuyla ilgili olarak **“Geleneksel VVER teknolojisi, yanma ve emilim kontrolü için ilk reaktivite marjının boron sistemi tarafından telafi edilmesini sağlar, yani bunu ana soğutma sıvısındaki borik asit konsantrasyonunu değiştirerek yapar”** dedi.

VVER-S reaktöründe spektrum değişimi, reaktör nominal işletim gücünde çalıştığı sırada güçte değişiklik yapılırken su-uranyum oranının değiştirilmesi yoluyla kontrol edilir. Bu, çekirdekteki özel yakıt demeti kanallarında bulunan su displacer çubuklarının mekanik olarak çıkarılmasıyla gerçekleştirilir. Displacerler yakıt döngüsünün başında çekirdeğe daldırıldığından, reaktörde daha az moderatör bulunur ve nötron spektrumu daha serttir. Bu, tek sayılı fisyon yapabilen izotopların fisyon kesitini azaltır ve uranyum-238 izotopunun rezonans yakalama kesitini artırır. Her iki etki de çekirdekte daha fazla bölünebilir malzemenin üretildiği süreci azaltır ve bölünebilir plütonyum-239'un birikmesine katkıda bulunur, bu da yıllık yakıt yükünde bölünebilir malzeme tasarrufu sağlar. Spektrum sertleşmesinin bir diğer etkisi de uranyum-238 izotopundaki fisyon oranının artmasıdır. Displacer



çubuklar çıkarıldığında nötron spektrumu sertten termal olana değişir ve reaktivite artar.

Yanma sürecinde reaktiviteyi kontrol etmek için displacerların kullanılması, reaktörün nominal işletme gücünde çalışması sırasında bor kontrolünün kullanımından vazgeçilmesini mümkün kılıyor. Ancak VVER tipi reaktörlerde bor kontrolünden tamamen vazgeçmek zor çünkü bu tasarım reaktörü kritik altı duruma getirmeyi ve bu durumda tutmak için farklı fiziksel ilkelere dayanan iki bağımsız güvenlik sisteminin kullanılmasını gerektiriyor.

Yakıt ve ekipman özellikleri

Uzmanlar VVER-S'nin, açık nükleer yakıt çevriminden kapalı nükleer yakıt çevrimine etkili geçişi kolaylaştıran VVER teknolojisinin bir evrimi olduğuna inanıyor.

VVER-S için iki yakıt montajı tasarımı düşünülüyor. İlk tasarım geleneksel bir tip olup, kontrol çubukları için artan sayıda



REAKTÖR TEKNOLOJİLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

kanala sahip, bazı “gri” kontrol çubukları reaktivite kontrolü için kullanılıyor. İkinci tasarım ise evrimsel niteliğe sahip ve yakıt çubukları ile displacer kanalları arasındaki boşlukları küçültüyor, bu da yakıt montajları içinde su-uranyum oranını 1.5 ile 2.0 arasında değiştirmeyi mümkün kılıyor.

VVER-S yakıt çubukları ve ana reaktör sistemleri için mümkün olduğunca kanıtlanmış çözümler kullanılacak. Bunlar AES-2006 ve VVER-TOI tasarımlarında test edilen ve kullanılan çözümler olma özelliği taşıyor. Reaktör 1600 MW termal kapasiteye ve %38 verimlilik oranıyla 650 MW'a kadar elektrik kapasitesine sahip olacak. Gerekli miktarda yakıt ve displacer sağlamak için VVER-1000 için tasarlanmış büyük bir reaktör kabı kullanılması planlanıyor.

VVER-S çekirdeğinin tamamı uranyum-plütonyum yakıtla yüklenecek, dolayısıyla bu reaktör tasarımına sahip güç santralleri kapalı nükleer yakıt döngüsü konseptine en etkin şekilde uyacak.

Kola NGS

VVER-S için seçilen orta güç kapasitesi, Rosatom'un emekliye ayrılan kömürlü termik santrallerin yerini almayı veya şebeke altyapısı gelişmemiş ya da izole şebelere sahip bölgelere elektrik sağlamayı planlayan

müşterilere rekabetçi bir teklif sunmasını sağlayacak.

Kola NGS, VVER-S reaktörlü ilk güç ünitesini inşa etmek için seçildi çünkü mevcut I. Nesil VVER-440 güç üniteleri yakında hizmet dışı bırakılacak. Rusya Federasyonu'ndaki Enerji Tesisleri için mevcut Genel Plan, teknik çözümlerinin haklılığını ortaya koymak ve tasarımın geleneksel VVER reaktörleri ve alternatif güç kaynakları ile rekabet edebilir olduğunun kanıtlanması halinde 2035 yılına kadar bir VVER-S ünitesinin inşa edilmesini öngörüyor. VVER-S güç üniteleri, teknoloji Kola NGS'de test edildikten ve yeni reaktörün verimliliği onaylandıktan sonra uluslararası müşterilere de sunulabilecek.

AR&Ge aşamaları

Ön Ar-Ge aşamasının tamamlanmasıyla proje, reaktör ünitesi ve güç santrali için temel tasarım çözümlerinin geliştirileceği tam ölçekli bir mühendislik aşamasına girdi. VVER-S projesi için benimsenen tasarım çözümlerinin haklılığını ortaya koymaya yönelik araştırmalar da devam ediyor. Maliyetlerin, geliştirme beklentilerinin vb. değerlendirilmesi için 2024 yılı sonuna kadar bir dizi belge hazırlanacak. Kola NGS'deki ilk VVER-S ünitesinin 2035 yılında devreye alınması planlanıyor. ^{NL}

[Bölümün başına](#)



Nükleer Tahminler

Ekim ayında Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve ABD Enerji Bilgi Yönetimi (EIA) enerji piyasası tahminlerini yayınladı. Bu kuruluşlar nükleer enerjiyi yenilenebilir enerji üretiminin yanı sıra düşük karbonlu bir enerji kaynağı olarak kabul ediyor. Ancak nükleer katkıların ölçeğini tahmin etmek halen zor. Her üç tahmin 2050 yılına kadar olan dönemi kapsıyor ve enerji erişilebilirliği ile karbon nötrlüğü

başlıca zorluklar olarak görülüyor. Üç raporun yazarları da elektrik üretiminin ve tüketiminin artacağı ve elektriğin toplam enerji tüketimindeki payının artacağı fikrini paylaşıyor.

Gelecek Belirsiz

Genel olarak, üç tahminden ikisinde gelecekle ilgili yüksek belirsizlikten bahsediliyor. UAEA'dan yazarlar, tahminlerin gerçeği etkileyen tüm faktörleri tam olarak yansıtmadığını kabul ediyor: **“Düşük ve yüksek tahminler, nükleer enerjinin yayılması üzerinde etkisi olan farklı itici faktörler hakkında birbirine zıt,**



TRENDLER

İçeriklere geri dön

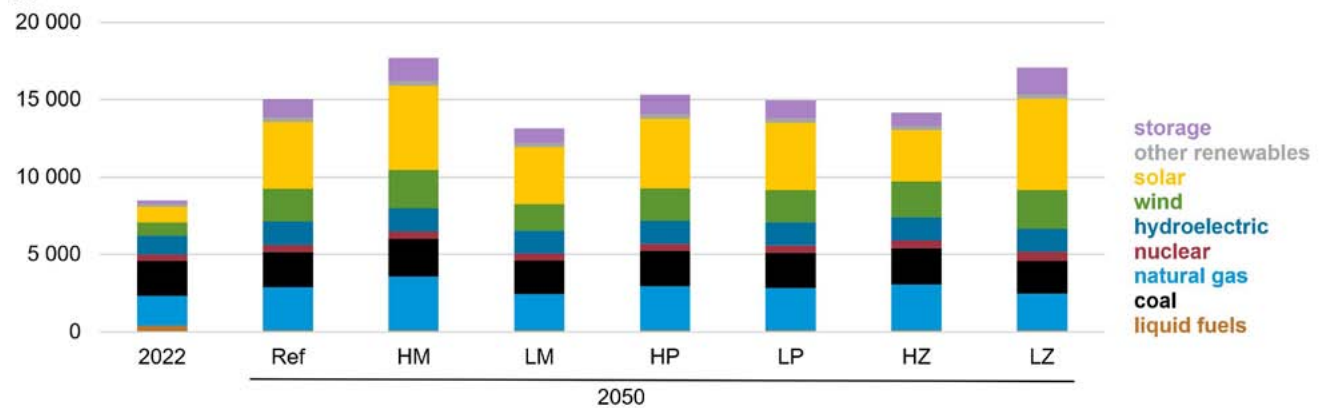
ancak aşırı olmayan temel varsayımları yansıtmaktadır. Bu faktörler ve bunların nasıl gelişebileceği ülkeden ülkeye değişmektedir. Bu tahminler, geleceği öngörmek veya en düşükten en yükseğe kadar mümkün olan tüm senaryoların tamamını yansıtmak amacını taşımamaktadır.”

EIA tahminine ilişkin yazarlar belirsizlik konusunda daha da yüksek tahminlerde bulunuyor: “Küresel enerji sisteminin gidişatını değiştirecek beklenmedik sürprizler ya da atılımlar neredeyse kesin olarak gerçekleşecektir. Yogi Berra’nın dediği gibi, ‘Gelecek artık eskisi gibi değil’. Bu nedenle, modeli sunulan durumlar öngörü olarak yorumlanmamalıdır. Aksine IEO2023, ortak enerji geleceğimizi şekillendirmeye devam eden dünyanın dört bir yanındaki karar vericiler için faydalı bir ölçüt sunmaktadır.”

IEA tahmininin yazarları geleceğe daha güvenle bakıyor. Yazarların ortaya koyduğu üç senaryodan birinin gerçekleşeceğine inanılıyor. Belirsizlikler şu şekilde ele alınıyor: “Analizimiz, özellikle Çin’in ekonomik büyümesinin hızı ve büyük ölçekli bir üretim kapasitesi genişlemesi ile açılan daha hızlı güneş fotovoltaik (PV) uygulaması olasılıkları konusundaki belirli belirsizliklere odaklanıyor (ki bu genişleme Çin liderliğinde gerçekleşiyor). <...> Jeopolitik gerilimlerde herhangi bir kötüleşmenin enerji güvenliği ve hızlı, uygun maliyetli geçişlerin perspektiflerini nasıl zayıflatacağını inceliyoruz.”

Verilerin yorumlanmasına yönelik yaklaşımlar da farklı. ÇED, verileri, ortasında referans noktaları olan bir olasılık çerçevesi olarak yapılandırıyor. Analizde, “IEO2023, küresel enerji sisteminin mevcut gidişata odaklanan bir dizi politikadan bağımsız temel çizgiyi temsil etmektedir” deniyor. IAEA geleneksel olarak iki - yüksek ve düşük

Electricity generating capacity, world
gigawatts



Data source: U.S. Energy Information Administration, *International Energy Outlook 2023* (IEO2023)

Note: Ref=Reference case; HM=High Economic Growth; LM=Low Economic Growth; HP=High Oil Price; LP=Low Oil Price; HZ=High Zero-Carbon Technology Cost; LZ=Low Zero-Carbon Technology Cost.

Fig. 1. WORLD URANIUM PRODUCTION AND REACTOR REQUIREMENTS, tonnes U

Data: World Nuclear Association



TRENDLER

İçeriklere geri dön



- senaryo sunarken, IEA Belirtilen Politikalar Senaryosu (STEPS), Açıklanan Taahhütler Senaryosu (APS) ve 2050 itibariyle Net Sıfır Emisyon (NZE) Senaryosu olmak üzere üç senaryoyu dikkate alıyor.

Belki de en önemli fark, UAEA ve ÇED tarafından ortaya atılan tahminlerin gelecekteki gelişmelere ilişkin bazı seçenekler oluşturması. IEA'nın tahmini, belirli eylemler için ısrarlı ve tekrarlanan bir tavsiye:

“Düzenli bir geçişin anahtarı, temiz enerji sisteminin tüm yönlerine yapılan yatırımların artırılmasıdır <...> Ancak, özellikle Çin dışındaki birçok yükselen ve gelişmekte olan ekonomide yeni temiz enerji projelerinin hızını artırmak, üstesinden acilen gelinmesi gereken bir sorun; NZE Senaryosunda gerekli seviyelere ulaşmak için enerji geçişlerine yapılan yatırımların 2030 yılına kadar beş kattan fazla artması gerekmektedir.”

Ancak gelişmekte olan ekonomilerin neden enerji ve en önemlisi mali politikalarını IEA uzmanlarının hedefleriyle uyumlu hale getirmek zorunda oldukları açık değil.

Nükleer gelecek

Nükleer enerjiye olan ilgi arttı. IAEA

tahminlerine göre, **“Bu gelişen enerji ortamı ışığında, iklim eylemine yönelik güçlü taahhütler ve enerji arz güvenliğine yönelik yenilenen incelemelerle birlikte, bazı Üye Devletler enerji politikalarını nükleere yönelik olarak gözden geçirmiş ve mevcut reaktörlerin uzun vadeli işletilmesine ve III/III+ Nesil tasarımların yeni inşasına yönelik kararlar almıştır. Ayrıca hem elektrikli hem de elektriksiz uygulamaları hedefleyen küçük modüler reaktörlere olan ilgi ve bu reaktörlerin geliştirilmesi de giderek artan sayıda ülkede hız kazanmıştır.”**

Bununla birlikte, kurulu nükleer kapasiteye ilişkin belirli rakamlar farklılık gösteriyor. EIA'nın şu tahmini, şüpheli olma özelliği taşıyor: **“Nükleer kapasite, nükleer inşaatlar üzerindeki ekonomik etkileri araştırmak için ekonomik olmayan kısıtlamaları (yani jeopolitik hususları) hafiflettiğimiz Düşük ZTC (Düşük Sıfır Karbon Teknolojisi Maliyeti - RN) durumu hariç çoğu durumda sabittir. Bu durumda, nükleer kapasite 2022'deki 400 GW'lık kapasiteye kıyasla 2050'de 194 GW artmaktadır”**

IAEA'ya göre, düşük durum tahminleri dünya nükleer kapasitesinin ılımlı bir artışla 458 GW(e)'ye çıkacağını gösteriyor. Yüksek senaryoda ise dünya nükleer kapasitesinin 2050 yılına kadar iki kattan fazla artarak 890 GW(e)'ye ulaşması bekleniyor. 2022 sonu itibariyle dünya genelindeki toplam nükleer kapasite 371 GW (PRIS'e göre Ekim 2023 sonu itibariyle 370,17 GW). IAEA, bir önceki yıla kıyasla düşük durum tahminini %14, yüksek durum tahminini ise %2 oranında arttırdı.

Yüksek durumda, toplam nükleer elektrik üretim kapasitesinin 2030 yılına kadar küresel olarak yaklaşık %24 ve 2050



TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

yılına kadar 2022 kapasitesine kıyasla yaklaşık %140 artması öngörülüyor. Düşük senaryoda, nükleer elektrik üretim kapasitesinin 2030 yılına kadar yaklaşık %9 ve ardından 2050 yılına kadar yaklaşık %23 artacağı tahmin ediliyor.

Düşük durumda, nükleerin toplam elektrik üretim kapasitesi içindeki payının 2050 yılına kadar azalacağı öngörülüyor. Yaklaşık yüzde 1,7 puanlık bir azalma bekleniyor. Yüksek senaryoda, nükleerin toplam elektrik üretim kapasitesi içindeki payının 2050 yılına kadar yaklaşık %1 puan artması bekleniyor.

IEA tahmininin farklı bölümleri farklı tahminler sunuyor. Tahminlerden birine göre (s. 106), **“nükleer enerjinin payı tüm senaryolarda zaman içinde büyük ölçüde sabit kalmaktadır.”** Diğer bir tahmine göre (s. 126), **“STEPS’te nükleer enerji kapasitesi 2022’de 417 GW’dan (metinde böyle yazılmış) 2050’de 620 GW’a çıkmaktadır.”** Yazarlar, reaktör ömrünün uzatılması ve yeni ilavelerin kurulu nükleer kapasiteyi 2050 yılına kadar APS senaryosunda 770 GW’a, NZE senaryosunda ise 900 GW’a çıkaracağına inanıyorlar. Sayfa 126’daki tahminde belirtildiği üzere **“nükleer inşaat, yeni rekorlar kırmaktadır.”**

Her halükârda, gelecek beklentisindeki iki kat fark büyük ve aynı zamanda yüksek belirsizliği işaret ediyor.

EIA ve IEA tahminleri, yenilenebilir enerji üretimi ve CO2 yakalama ve bertarafı ile fosil yakıt üretimini de içeren düşük karbonlu enerji kaynakları arasında nükleeri de içeriyor. IEA tahmininde belirtildiği üzere (IEA verilerinden hareketle), nükleer üretim son 50 yılda yaklaşık 70 milyar ton karbondioksit emisyonunu önledi.

Uygulamada karşılaşılan zorluklar

IEA tahmini, farklı enerji sektörlerinin doğasında var olan riskleri sıralıyor. Nükleer enerjiye ilişkin olarak, izin ve sertifikaların alınması, nitelikli personel eksikliği ve finansman maliyeti ile ilgili risklerin yüksek olduğu düşünülüyor. Bunlar en büyük risk grupları değil, zira örneğin rüzgâr enerjisi ve elektrik şebekelerinin her biri için dört risk belirtiyor.

IEA tarafından sıralanan zorluklar, finansman, ekonomik zorluklar ve yeni inşaatlar için arz kısıtlamaları gibi IEA tarafından belirlenen zorluklarla örtüşüyor. IEA tahminlerine göre, **“Son yıllarda, türünün ilk örneği olan projelerin inşaat maliyetlerindeki aşımalar ve gecikmeler, Amerika ve Avrupa’da yüksek proje riski algısına yol açarak yeni projeler için yatırım kararlarının alınmasını engellemiştir”**. Bununla birlikte, yazarlar, diğer bölgelerdeki nükleer güç ünitelerinin, tahminlere göre ve belirlenen zaman dilimleri içinde inşa edildiğini belirtiyorlar. Düzenleyici ve endüstriyel uyumun yanı sıra yüksek seviyeli radyoaktif atıkların nihai bertarafı konusunda da ilerleme kaydedilmesi için çaba sarf ediliyor.

Bölgesel açıdan

IEA ve EIA tahminlerinin yazarları farklı bölgelerdeki nükleer endüstrinin özelliklerine değinmiyorlar, bu nedenle aşağıda sunulan bilgiler IEA tahmininde alındı.

Kuzey Amerika’da, yüksek senaryoya göre toplam kurulu kapasite 2050 yılına kadar %44 artarak 156 GW’a ulaşırken, düşük senaryo toplam kurulu kapasitenin mevcut seviyeden üçte bir oranında azalarak 67 GW’a düşmesini öngörüyor. Yüksek senaryoda, nükleer enerji santrallerindeki



TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

elektrik üretimi 2022 seviyesinden yaklaşık bir buçuk kat artarak 2050 yılında 1.297 TWh'ye ulaşacak. Düşük senaryoda ise elektrik üretimi üçte bir oranında azalarak 547 TWh'ye düşecek. Nükleerlerin payı yüzyılın ortasına kadar yüzde 1,5 oranında artabilir ya da 9 puan düşebilir.

Hidroelektrik enerjinin her zaman güçlü bir yere sahip olduğu Latin Amerika'da nükleer güç santralleri ilk olarak 1970'lerde ortaya çıktı. O zamandan bu yana nükleerlerin payı dört katına çıkmış olsa da enerji karışımındaki payı %2 gibi ılımlı bir seviyede kaldı. Yüksek senaryoda kurulu nükleer kapasite 2050 yılına kadar beş kat artarak 25 GW'a ulaşırken, düşük senaryoda yaklaşık iki katına (12 GW'a) çıkacak. Nükleer üretim, yüksek ve düşük senaryolarda sırasıyla altı kat artarak 197 TWh'ye veya %30 artarak 92 TWh'ye ulaşacak. Nükleerlerin toplam kurulu kapasite içindeki payı ya 1,6 puan artacak ya da değişmeyecek. Nükleerlerin elektrik üretimindeki payı üç katına çıkacak ya da çok daha ılımlı bir hızda artacak.

Batı, Kuzey ve Güney Avrupa'da nükleerlerin payı 1980 ve 1990 yılları arasında iki katına çıktı ve daha sonra azalarak %19'a düştü. Bölgedeki kurulu nükleer kapasite hem düşük hem de yüksek durum senaryolarında 2030 yılına kadar azalacak. Daha sonra

yüksek senaryoda 2022 seviyesinden üçte bir oranında artarak 2050'de 131 GW'a ulaşacak ya da %40 oranında azalarak 60 GW'a düşecek. Nükleer üretim ya %91 artışla 1.075 TWh'ye (11 puan artış) ulaşacak ya da yaklaşık %12 (5 puandan fazla) düşüşle 2050'de 493 TWh'ye gerileyecek.

Doğu Avrupa'da nükleerlerin payı 1980'den bu yana dört kat artarak 2022 itibariyle %23'e ulaştı. Yüksek senaryoda, kurulu nükleer kapasitenin mevcut seviyelerden neredeyse iki katına çıkarak 2050 yılına kadar 102 GW'a ulaşması beklenirken, düşük senaryoda %11 gibi düşük bir oranda artarak 59 GW'a ulaşması bekleniyor. Nükleer üretimin payı sırasıyla 6 puan artarak 800 TWh'ye ulaşacak veya 1,5 puan azalarak 461 TWh'ye düşecek.

Afrika'da nükleer, 1990-2010 yılları arasında toplam elektrik üretiminin yaklaşık %2-3'ünü oluşturuyor. O zamandan bu yana, başta gaz ve hidroelektrik olmak üzere diğer üretim türlerindeki artış nedeniyle payı %1,2'ye düştü. Kıtadaki elektrik tüketiminin 2022 yılına kıyasla 2050 yılında dört katına çıkması bekleniyor. Afrika'nın nükleer enerji üretim kapasitesinin 2050 yılına kadar yüksek senaryoda on kattan fazla artarak 20 GW'a, düşük senaryoda ise beş kat artarak 9 GW'a ulaşması öngörülüyor. Yüksek senaryoda, nükleer enerji üretiminin 2050 yılına kadar





TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

14 kattan fazla artarak 144 TWh'ye ulaşacağı ve payının üç katına çıkacağı tahmin ediliyor. Düşük senaryoda ise üretim, yedi kat artarak 69 TWh'ye ulaşacak ve toplam enerji üretimindeki payı %2'ye çıkacak.

Batı Asya bilindiği üzere çok fazla petrol kullandı. Bölgede fosil yakıtlar 40 yılı aşkın bir süredir toplam enerji tüketiminin yaklaşık %80'ini oluşturuyor. Elektrik üretimi ise aynı dönemde 13 kat arttı. Nükleerlerin toplam elektrik üretimindeki payı 2022 yılında %1,7 idi. Yüksek senaryoya göre bu oran 2050 yılına kadar beş kat artarak 24 GW'a ulaşacak. Düşük senaryoda ise bu pay üç kat artarak 14 GW'a çıkacak. Aynı zamanda, nükleer enerji santrallerindeki elektrik üretimi yüksek senaryoda sekiz kattan fazla (5 puan) artarak 189 TWh'ye, düşük senaryoda ise beş kat (2 puan) artarak 112 TWh'ye ulaşacak.

Güney Asya'da nükleer üretim 2022 yılında elektrik üretiminin %3'ünü oluştururken, bu bölgede kömür birincil enerji kaynağı olma özelliği taşıyor ve onu gaz takip ediyor. Elektrik üretimi 2050 yılına kadar üç kattan fazla artacak. Yüksek senaryoda, nükleer kapasitenin 2050 yılına kadar yedi kattan fazla artarak 74 GW'a ulaşması ve nükleerlerin toplam enerji karışımındaki payının %2,5'e çıkması bekleniyor. Düşük senaryoda ise nükleer kapasite dört kat artarak 42 GW'a ulaşacak ve nükleerlerin payı %1,4'e düşecek. Bölgedeki nükleer enerji üretimi yüksek senaryoda sekiz kat (5 puan) artarak 578 TWh'ye, düşük senaryoda ise beş kat (1,5 puan) artarak 331 TWh olacak.

Orta ve Doğu Asya'da elektrik enerjisinin payı 1980'den bu yana iki kattan fazla artarak 2022'de toplam enerji tüketiminin dörtte birinden fazlasına ulaştı. Nükleerlerin toplam elektrik üretimindeki payı 2000 yılına kadar arttı ve daha sonra 2022 yılında yaklaşık

%6'ya düştü. Yüksek senaryoda bölgedeki kurulu nükleer kapasitenin 2050 yılına kadar dört katına çıkarak (4 puan artarak) 345 GW'a, düşük senaryoda ise iki katına çıkarak 192 GW'a ulaşacağı varsayılıyor. Bu durumda nükleerlerin payı mevcut %2,8 oranından %3,6'ya çıkacak. Yüksek senaryoda elektrik üretimi 2050 yılına kadar 4,5 kat (11 puan) artarak 2.777 TWh'ye, düşük senaryoda ise neredeyse %280 (5 puan) artarak 1772 TWh'ye çıkacak.

Güneydoğu Asya'da elektrik üretimi 1980'den bu yana dört kat arttı. Bölgede henüz nükleer güç santrali bulunmuyor. Bölgenin ana enerji kaynaklarını kömür, gaz ve hidroelektrik oluşturuyor. Bölgede yüksek senaryoda 11 GW, düşük senaryoda ise 3 GW nükleer kapasite inşa edilmesi bekleniyor. Nükleer güç santralleri yüksek ve düşük senaryolarda sırasıyla 87 TWh ve 24 TWh elektrik üretecek.

Okyanusya'da da henüz nükleer kapasite bulunmuyor. Elektrik enerjisi çoğunlukla kömürden elde ediliyor. Yüksek senaryoya göre, 2050 yılına kadar bölgede 2 GW nükleer kapasite inşa edilmesi bekleniyor. Düşük senaryoda ise yeni inşaat öngörülüyor. Buna göre, nükleer üretim ya yılda 14 TWh'ye ulaşacak ya da sıfırda kalacak.

Rosatom, kendi payına, dünya çapında nükleer üretimin gelişimine büyük katkı sağlıyor. Rus nükleer enerji kuruluşu, 2022'den sonraki dönemde de uluslararası pazardaki en büyük oyuncu olmaya devam ediyor. Rosatom yedi ülkede 32 güç ünitesi inşa ediyor ve 11 ülkede toplam 33 ünitenin inşası da devam ediyor. Kuruluşundan bu yana geçen 18 yıl boyunca Rosatom, 9'u Rusya dışında olmak üzere 18 büyük güç ünitesi (yüzer nükleer santral hariç) inşa etti. ^{NL}

[Bölümün başına](#)



Sahadaki Yoğun Çalışmalar

Dört güç ünitesinin her birinde çalışmaların tüm hızıyla devam ettiği Akkuyu NGS sahasında, gerekli bina ve yapılar ile bir radyasyon izleme istasyonu inşa edildi. Kasım ayı başında, eğitim merkezinin yeni binasında santral personeli için tam ölçekli bir simülatörün açılışı yapıldı.

Akkuyu Nükleer A.Ş Genel Müdür Birinci Yardımcısı ve NGS Yapı İşleri Direktörü Sergey Butskikh, açılışla ilgili olarak şunları

belirtti: “**Tam ölçekli bir simülasyon merkezinin devreye alınması sayesinde operatörlerimiz, gerçek nükleer santralde olduğu gibi santralin işletilmesine ilişkin tüm olası senaryoları mümkün olduğunca yakın koşullarda tecrübe edebilme fırsatı bulacaklar.**”

Tam Ölçekli Simülatör, Akkuyu NGS reaktör güç kaynağı ve kontrol sistemlerinin dijital ikizi olan bir yazılım ve donanım kompleksi içeriyor. Simülatör, reaktörün tüm çalışma modlarının gerçek zamanlı simülasyonunu sağlayan karmaşık bir matematiksel model kullanıyor.

Tüm ekipmanları ve kontrol panelleri güç ünitesinin yönetim panosundaki



TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

ekipmanlarıyla aynı olan simülâtörün monitörlerinde görüntülenen bilgiler, operatöre gerçek bir NGS güç ünitesindeki benzer bir biçimde ve değerlerde yansıyor. Simülâtörde eğitim gören çalışanların Akkuyu NGS’de çalışmaya başlamadan önce sertifika sınavını geçme ve Türkiye Cumhuriyeti Nükleer Düzenleme Kurumu’ndan (NDK) lisans alma gibi diğer aşamaları da tamamlamaları gerekecek.

Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Nükleer Altyapı Geliştirme Dairesi Başkanı Salih Sarı konuyla ilgili olarak şunları söyledi: **“Simülâtör yıllar boyunca Akkuyu santralinde hizmet edecek. On binlerce Türk mühendis ve operatör burada eğitim alacak.”**

Sahada büyük inşaat ve montaj çalışmaları devam ediyor. Ekim ayı sonunda, 3’üncü Ünite’nin reaktör binasında iç koruma kabının dördüncü katmanının montajı tamamlandı.

İç koruma kabı, nükleer güç santralının pasif güvenlik sisteminin en önemli unsurlarından biri olma özelliği taşıyor. İç koruma kabı modülleri, reaktör bölmesinin sızdırmazlığını sağlıyor ve boru hatları ile NGS’nin işletme aşamasında reaktör bakım işlemlerinde kullanılan kutup vincini destekliyor.

Sergey Butskikh konuyla ilgili olarak, **“Sonraki aşamada, üçüncü ve dördüncü katmanların kaynaklanması, nakliye ve personel hava kilidi unsurları da dahil olmak üzere gömülü parçaların güçlendirilmesi ve montaj işlemlerini gerçekleştirmeyi planlıyoruz. Ardından reaktör binasının kubbesi de dahil olmak üzere üç iç koruma kabı modülünden oluşan reaktör bölmesinin kubbe kısmının tasarım konumuna yerleştirilmesine geçeceğiz”** dedi. Butskikh, Akkuyu NGS’nin



dört güç ünitesinin inşaatının, planlanan takvime göre etkin bir şekilde ilerlediğini de sözlerine ekledi.

Ekimde 1’inci güç ünitesinde 390 ton kaldırma kapasiteli ilk köprü vinci işleme alındı. Reaktör binasındaki en önemli makinelerden biri olan kutup vinci, nükleer santral ekipmanlarının en yüksek güvenlik sınıfına ait olma özelliği taşıyor. İşleme almaya hazırlık sırasında ana taşıma mekanizmasının statik testleri 487,5 tonluk simüle edilmiş yüklerle gerçekleştirildi.

Vinç, reaktör yakıt ikmali ve bakımın bir parçası olarak kaldırma ve taşıma işlemlerini gerçekleştirdiği, nükleer yakıtı yakıt taşıma makinesine teslim ettiği ve çeşitli ekipmanları taşıdığı için reaktör ünitesinin hem inşası hem de işletimi sırasında kullanılıyor. Vincin tasarımı, taşıma işlemlerini reaktör binasının merkezindeki herhangi bir noktada yapabilme imkânı sunuyor.

Ekim ayında ayrıca otomatik radyasyon izleme sistemi (ARMS) için 40 metre yüksekliğinde bir direk santral sahasının yakınına dikildi. Direk, meteorolojik aletleri,



TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

antenleri ve şebeke hatlarını taşıyacak şekilde tasarlandı. ARMS, nükleer santralin her çalışma modunda tampon ve gözlem bölgelerindeki radyasyon seviyesini ve hava koşullarını sürekli olarak izleyecek.

Rosatom, Akkuyu sahası çevresindeki sosyal girişimlerini de sürdürdü. AKKUYU NÜKLEER'in desteğiyle, Gülnar ilçesi, yaşlılar için bir gündüz bakım tesisi, kadın kulübü, gençlik merkezi, macera panda parkı ve ilk ve ortaokullar için müzik sınıfı da dahil olmak üzere birçok sosyal tesisin açılış törenine ev sahipliği yaptı.

Ekim ayında, Mersin'in Silifke ilçesinde Rosatom'un desteğiyle Ruhun Yelkenleri

projesi kapsamında yelken yarışları ve ustalık sınıfları da düzenlendi. Aralarında özel ihtiyaçları olanların da bulunduğu 11 ülkeden yaklaşık 30 kişi yelkenle açıldı ve ardından çeşitli ustalık sınıflarına katıldılar. AKKUYU NÜKLEER A.Ş. Üretim ve İnşaat Organizasyon Direktörü Denis Sezemin projeye ilgili olarak, **"Bu, insanlara destek ve kendilerini aşma fırsatı veren eşsiz bir proje. Ayrıca sadece sosyal adaptasyon değil, aynı zamanda yeni yetenekler geliştirme fırsatı da sunmaktadır. Rusya Devlet Nükleer Enerji Kuruluşu Rosatom, insanların yaşam kalitesini artırmaya yönelik projeleri aktif olarak desteklemektedir"** dedi.

[Bölümün başına](#)