

## İÇİNDEKİLER

[İçeriklere geri dön](#)

### ROSATOM HABERLERİ

[Avrupa'nın nükleer endüstrisinin tam merkezinde](#)

[Nükleer enerji yenilenebilir hale geliyor](#)

### ROSATOM YIL DÖNÜMLERİ

[Dukovany'nin üçüncü yıl dönümü](#)

### TRENDLER

[Hidrojen çağı](#)

### TÜRKİYE

[Akkuyu, uzun bir süredir hayal edilen proje](#)



## Avrupa'nın Nükleer Endüstrisinin Tam Merkezinde

Haziran ayında Rosatom'un Orta Avrupa'daki konumunun güçlendiğini kanıtlayan üç olay yaşandı. İlk olarak Rosatom'un nükleer yakıt bölümü TVEL, Çek Cumhuriyetindeki Dukovany nükleer enerji santrali için yeni bir yakıt takımı modifikasyonuna yönelik testlerin başladığını duyurdu. Bunun yanı sıra, Rosatom, Framatome SAS ve GE Steam Power, Bulgaristan'daki Belene NES inşaat projesinde stratejik yatırımcı rolü için teklif verirken işbirliği mutabakat anlaşmaları da imzalandı. Tüm bunların yanında, Rosatom tarafından hazırlanan bir belge paketi

de, Paks II için inşaat ruhsatı almak üzere Macar düzenleyiciye sunuldu.

### Çek Cumhuriyeti

TVEL, VVER-440 reaktörleri için model yakıt tertibatı RK3+ üzerinde dayanıklılık testleri gerçekleştirmeye devam ediyor. Testler, Dukovany ve Temelin enerji santrallerini işleten kamu kuruluşu ČEZ tarafından yapılıyor. Bu testler, Rosatom'un mühendislik birimi AtomEnergMash'ın bir bölümü olan OKBGidropress tesislerinde gerçekleştiriliyor.

Yeni modifikasyon, takımda yakıt çubukları arasındaki mesafenin artması ve bir kanalın bulunmaması ile farklılık gösteriyor. Bu da köşebentli bir çerçeve yapısı ile değiştiriliyor. Yakıt takımının kesit zenginleştirme profili de optimize edilerek farklı bir şekilde zenginleştirilmiş yakıt



## ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

çubuklarının takımda yeniden düzenlenmesi sağlanıyor.

Dayanıklılık testleri, yeni düzeneklerin özelliklerini incelemeyi amaçlayan kapsamlı bir test programının parçası. Testin amacı, gerçeğe en yakın koşullarda yakıt tertibatı bileşenlerinin mekanik dayanıklılığını değerlendirmek. Dayanıklılık testlerinden önce, yakıt tertibatının hidrolik direncini değerlendirmeyi amaçlayan hidrodinamik testler de yapıldı. Bir sonraki adım ise, titreşim testi olacak. Araştırmacılar aynı zamanda, Dukovany NES'te RK3+ yakıt tertibatı kullanımı için bir güvenlik durumu da hazırlıyor. TVEL, testleri 2020 sonlarında veya 2021 başlarında tamamlamayı ve RK3+ için bir lisans ve 2021 sonlarında Dukovany'de kullanmak için bir izin almayı planlıyor.

Modifikasyonların temel amacı, yakıt ikmal aralığını uzatmak. Uzatılmış zaman aralığı, yakıt ikmal maliyetlerini düşürerek nükleer enerji santralının genel işletimini daha uygun maliyetli hale getirecek. Modifiye edilmiş yakıt düzeneklerinin bir diğer avantajı da Dukovany'nin ısı üretim kapasitesini artırma olasılığı. Çek nükleer istasyonu, en başından beri Rus yakıtıyla çalışıyor.

### Bulgaristan

Rosatom, Bulgaristan'daki Belene NGS projesinde stratejik yatırımcı rolü için teklif verirken, işbirliği yapmak üzere Framatome SAS ve GE Steam Power ile mutabakat anlaşmaları imzaladı.

Belene için bir stratejik yatırımcı seçme prosedürü Mayıs 2019'da başlatıldı. Aynı yılın Ağustos ayında Rosatom işleme katılmak için başvuruda bulundu. Stratejik yatırımcı rolü için son elemeye kalanların



listesinde Çin Ulusal Nükleer Şirketi (CNNC) ve Kore Hidro & Nükleer Enerji A.Ş. (KHNP) de yer alıyor.

Rosatom Belene Nükleer Enerji Santralinin stratejik yatırımcısı olursa, General Electric Arabelle buhar türbinleri de dahil olmak üzere türbin adası ekipmanının potansiyel bir tedarikçisi olarak kabul edilecek. Böylece Framatome SAS, bir ölçü ve kontrol (I&C) teknoloji satıcısı olarak görülecek.

**Rosatom Kurumsal Geliştirme ve Uluslararası İş Genel Yönetici Yardımcısı, Kirill Komarov da konuya ilişkin olarak, "İmzaladığımız protokoller şirketlerimiz arasında her zaman yüksek bir güven seviyesinin bir işaretidir. Küresel liderler arasındaki nükleer teknoloji alanındaki işbirliğinin Belene projesinin gerçekleşmesi için en uygun mali ve teknik koşulları yaratacağından eminiz."** diye konuştu.

Belene bu üç şirket arasındaki ilk işbirliği örneği değil. Framatome SAS, Macaristan'da Paks II ve Finlandiya'da Hanhikivi1 için I&C (Ölçü & Kontrol) sistemlerinin tedarikçiliğini yapıyor. General Electric de,

## ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)



AtomEnergMash (Rosatom'un mühendislik bölümü) ile ortak bir girişimde, Türkiye'deki Akkuyu nükleer enerji santrali ve Mısır'daki El Dabaa için türbin adası ekipmanlarının tek tedarikçisi konumunda bulunuyor.

### Macaristan

30 Haziran'da aynı isimli nükleer santral projesinin sahibi Paks II Ltd., Macaristan Atom Enerjisi Kurumuna (HAEA) inşaat ruhsatı için başvuruda bulundu.

Başvuru, güvenlik değerlendirme raporu, VVER-1200 teknolojisini açıklayan bir dizi destekleyici belge ve çevre lisansı da dahil olmak üzere daha önce alınmış lisansları içeriyor. Macar düzenleyicinin belgeleri analiz etmek için 12 ayı bulunuyor ve bunu IAEA uzmanları tarafından üç ay daha bağımsız bir değerlendirme izliyor. Bu süre zarfında, HAEA uygulamayı inceleyecek ve gerekirse ek belgeler ve bilgiler talep edecek. Başvuru değerlendirilirken, AtomStroyExport, proje için inşaat mühendisliği belgeleri geliştirecek ve bir şantiye inşa edecek. Sahadaki hazırlık çalışmalarının 2021 yılında başlaması bekleniyor. İlk olarak, Paks II şantiyesi

Tuna'dan uzak olmadığı için işçiler, bir temel çukuru kazacak ve daha sonra ana tesislerin altındaki toprağı stabilize edecekler.

Paks I'in dört ünitesi (her biri VVER-440) Macaristan'da %50'ye varan oranda elektrik üretiyor, ancak bu ünitelerin tamamı 2030'larda faaliyetten kaldırılacak. Hizmeti sonlandırılan kapasitenin yerini Paks II 'nin iki ünitesi devralacak ve ulusal enerji karmasının karbonsuz enerji payını %60'a yakın bir orana yükseltecek. Şu anda Macaristan'da tüketilen elektriğin bir kısmı komşu ülkelerden ithal ediliyor. Yeni nesil kapasite, Macaristan'ı enerji ithalatına daha az bağımlı hale getirecek.

Paks II, nükleer projelerde uluslararası işbirliğine iyi bir örnek olma özelliğini taşıyor. Yukarıda belirtildiği gibi, türbin adası için makine ve ekipman GE tarafından sağlanırken, I&C (ölçü & kontrol) sistemleri Framatome ve Siemens konsorsiyumu tarafından sağlanacak.

Çek Cumhuriyeti, Bulgaristan ve Macaristan'dan gelen nükleer mühendisler Rus iş arkadaşlarıyla çalışma konusunda





## ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

deneyim kazandı. Uluslararası işbirliği her zaman Sovyet/Rus sivil nükleer politikasının ayrılmaz bir parçası oldu. (ayrıntılar için

aşağıdaki İşbirliği Zaman Çizelgesine bakınız). Rosatom bu yıl, Rus nükleer endüstrisinin 75. yıldönümünü kutluyor.

### İşbirliği Zaman Çizelgesi

- **1957**– Çekoslovakya, Sovyetler Birliği'nin desteğiyle ilk araştırma reaktörü VVR-S'yi (şimdiki LVR-15) Prag yakınlarındaki Řež'de (şimdiki Çek Cumhuriyeti) hizmete soktu. Böylece ülkede kendi kendini idame ettiren ilk nükleer zincir reaksiyonu başlatıldı.
- **1958**– Çekoslovakya, SSCB'den gelen bilgilerle Bohunice'de bulunan 1. Ünite'de (şimdiki Slovakya) ilk nükleer reaktör KS-150'nin yapımına başladı. KS-150'nin tasarımı Çekoslovakya ve Sovyetler Birliği tarafından ortaklaşa geliştirildi.
- **1959**– Macaristan, Sovyet mühendislerinin katkıları ile Csillebérc (Budapeşte)'de Sovyet tasarımı 2MW'lık bir VVR araştırma reaktörü işletmeye aldı.
- **1961**– Bulgaristan, Sovyetler Birliği'nin desteğiyle 2MW'lık bir IRT-Sofia araştırma reaktörü kurdu. Reaktör ilk kritik durumunu gerçekleştirdi.
- **1970**– Sovyetler Birliği'nin desteğiyle Kozloduy'da (Bulgaristan) nükleer enerji santrali inşaatı başladı. Tesiste Sovyet yapımı VVER-440 reaktörleri bulunuyor.
- **1974**– Dukovany'de (Çekoslovakya) Sovyetler Birliği'nin desteğiyle nükleer santral kurulmaya başlandı. Tesiste dört Sovyet tasarımı VVER-440 reaktörü bulunuyor.
- **1974**– Paks'da (Macaristan) 800MW'lık bir nükleer enerji santralinin inşasına Sovyetler Birliği'nin desteğiyle başlandı. Tesiste Sovyet yapımı VVER-440 reaktörleri bulunuyor.
- **1981**– Sovyetler Birliği'nin desteğiyle Temelin'de (Çekoslovakya) nükleer santral inşaatı başladı. Santralde iki Sovyet tasarımı VVER-1000 reaktörü bulunuyor.
- **2014**– Rosatom ve Macaristan, Paks II'de Rusya tarafından tasarlanmış iki adet VVER-1200 reaktör ünitesi inşa etmek için bir anlaşma imzaladı.



# Nükleer Enerji Yenilenebilir Hale Geliyor

Beloyarsk nükleer enerji santrali tarafından yayınlanan bir basın açıklamasında, **“2022 yılında, Rusya tamamen yenilenebilir bir nükleer yakıtla çalışan ilk nükleer reaktöre sahip olacak.”** ifadesi yer aldı.

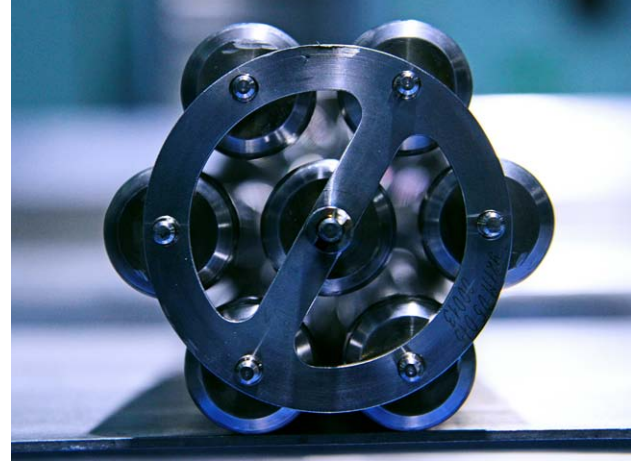
Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, artık nükleer enerjiyi yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak görmek için daha fazla neden var.

2022 yılında, Beloyarsk Nükleer Santrali 4. Ünitesi 'ndeki BN-800 reaktörü Rus nükleer endüstrisi tarihinde ilk kez tamamen karma uranyum-plütonyum oksit yakıtı (MOX yakıtı) ile çalışacak. Bu, nükleer yakıt çevrimini 'kapatma' yönünde önemli bir adım olacak.

## MOX Yakıtı Ve Üreticileri Hakkında

Konvansiyonel termal reaktörler, fisyon reaksiyonunda sadece U-235 çekirdeklerinin yer aldığı nükleer yakıt kullanıyor.

MOX yakıt peletleri, tüketilmiş nükleer yakıttan çıkarılmış plütonyum oksit ve tüketilmiş uranyum heksaflorürden (uranyum zenginleştirme prosesinin atıkları) üretilen uranyum oksitten elde ediliyor. Diğer bir deyişle, yeni yakıt, ışınlama ve zenginleştirme proseslerinden kaynaklanan atıklar kullanılarak üretiliyor. MOX yakıtı, Rusya'da adı BN-800 olan hızlı reaktörlere yükleniyor.



Konvansiyonel termal reaktörlerle (“iki bileşenli tasarım”) hızlı reaktörlerin kombinasyon halinde kullanımının çeşitli zorlukları bulunuyor. **Rosatom yakıt bölümünde görevli, Kapalı Nükleer Döngü Teknolojisi Başkan Yardımcısı Vitaly Khadeev süreci, “İlk olarak, nükleer yakıt yapımında kullanılacak daha geniş bir malzeme yelpazesine sahip olacağız. Sonra, harcanan nükleer yakıtı (yeniden işleme tabi tutulduktan sonra) depolamak yerine yeniden kullanabileceğiz. Daha sonra da, büyük miktarlarda tükenmiş uranyum heksaflorür ve plütonyumu bertaraf edebileceğiz.”** şeklinde özetledi. Hızlı reaktörlerin bir diğer avantajı da fisyon ürünlerini ve uranyum ötesi elementlerinin hayli radyoaktif izotopları olan minör aktinitleri yakma kabiliyetleri. Bu süreçte yanma, minör aktinitlerin radyoaktivitelerini azaltmaya yardımcı oluyor.

Uzman tahminlerine göre, aynı malzemenin tekrar tekrar işlenmesi yakıt çevrimindeki kullanımını 100 kat uzatıyor. Bu rakam farazi değil: U-235 doğal uranyumda %1'den az, atıkları ise 100 kat daha fazla U-238 içeriyor. 10 yıllık süre boyunca üretilen uranyum miktarının kapalı yakıt çevriminde kullanılması halinde, kabaca yapılmış hesaplar bile bu miktarın 1000 yıl



## ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

için yeterli olacağını gösteriyor.

Hatta enerji üretim çevriminde aynı malzemenin tekrar tekrar kullanılması onu yenilenebilir bir enerji kaynağı haline getiriyor. IAEA genel müdür yardımcısı Mikhail Chudakov, iki bileşenli tasarımın (üretim reaktörleri ve termal reaktörler) nükleer enerjinin yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak belirlenmesine olanak verdiğine inanıyor. Chudakov, **“Birincisi, üretim reaktörleri zincirleme reaksiyonda daha fazla kullanılacak malzemeler üretirler. İkincisi, insan yapımı minörleri yani minör aktinitleri yakmak için hızlı reaktörlere ihtiyaç vardır.”** diyor.

### Teknolojinin Nüansları

Rosatom kapalı nükleer yakıt çevriminin iki teknolojisini üzerinde çalışmalarını sürdürüyor. Üretim reaktörlerinde MOX yakıtı kullanımına dayalı teknoloji adım adım hayata geçiriliyor. BN-800 reaktöründe kullanılan MOX yakıtının üretimi, Madencilik ve Kimya Tesisinde yapılıyor. Ocak 2020’de ilk 18 yakıt demetinin yüklendiği reaktöre, 2020 yılında 180 demet daha yüklenecek. MOX yakıtının yüklenmesinin 2022’nin ilk yarısında

tamamlanarak BN-800’ün tamamen karma oksit yakıt ile çalışmasının sağlanması bekleniyor.

İkinci teknolojiye ise, ‘Proryv’ (Rusça’da ‘atılım’ anlamına gelmektedir) adı veriliyor. Bu teknolojiye uzmanlaşılması için Rosatom, yakıt üretim/yeniden üretim departmanı, harcanmış yakıt yeniden işleme bölümü ve kurşun soğutmalı hızlı nötron reaktörü BREST-OD-300’dan (‘300MW pasif güvenli pilot demonstrasyon hızlı nötron reaktörünün Rusça kısaltması’) oluşan bağımsız bir pilot merkez inşa edecek. Sodyum soğutmalı BN tipi reaktörlerin aksine, BREST soğutucu olarak kurşun kullanacak.

BREST tasarımında, reaktör çekirdeği sıvı kurşun dolu bir beton havuza yerleştiriliyor. Buhar jeneratörleri ve birincil çevrim sirkülasyon pompaları da bir havuz içine konuluyor. Nükleer yakıt kurşunu ısıtınca, akışkan duruma geçmiş olan kurşun buhar jeneratörüne akıyor ve ikincil çevrimdeki suya ısı aktarıyor.

Kurşun soğutucu ve reaktör tasarımı, daha küçük bir muhafaza ve daha küçük bir çekirdek tutucusunun kullanılmasını mümkün kılarak birçok yardımcı sistemi yedekli hale getiriyor. Tümleşik tasarım (tek basınçlı kaptaki çekirdek ve buhar jeneratörleri) soğutucu sızıntılarının kontrol altına alınmasını sağlayarak soğutucu kaybı kazalarını önüyor. BREST, karma uranyum-plütonyum nitrit (MUPN) yakıtı kullanacak. Bu yakıt, adından da anlaşılacağı gibi oksit değil nitrit karışımı içeriyor.

Yakıt üretim/yeniden üretim bölümünün inşaatı 2022 yılında bitirilecek. Ekipmanları hali hazırda kurulmuş durumda. BREST-OD-300’ün 2026 yılında, kullanılmış yakıt

## ROSATOM HABERLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

yeniden işleme bölümünün ise önümüzdeki on yıl sonunda işletmeye alınması planlanıyor.

Rosatom'un nükleer yakıt çevrimini kapatmayı amaçlayan girişimleri, 13 yıl önce Fizik ve Enerji Mühendisliği Enstitüsünün (Rosatom'un bir bölümü) eski müdürü Anatoly Zrodnikov'un şu sözlerini anımsatıyor: **“Kapalı yakıt çevrimi bize ne verecek? (...) Cevabı felsefi açıdan çok ilginçtir. İlk ham maddeler neredeyse tükenmez hale gelir ve bu maddeler çok uzun, tarihsel açıdan anlamlı bir süre için, yani 1.000 yıldan fazla bir süre için yeterli olacaktır. Ve ihtiyacımız olduğu kadar ikincil yakıt üretebiliriz. Diğer bir deyişle, elektrik üretimi sınırlı kaynaklara değil, yeniden elde edilebilir olan**



**teknoloji ve fikri varlıklara bağlı olacaktır. Nihayetinde, bu nükleer enerjinin tamamen yenilenebilir bir kaynak haline geldiği anlamına gelecektir.”** <sup>1</sup>

[Bölümün başına](#)





## Dukovany'nin Üçlü Yıldönümü

**İlk ünitesi 24 Şubat 1985'te hizmete giren Çek Dukovany NGS, bu yıl 55. kuruluş yıldönümünü kutluyor. Daha yakından bakınca, bu üçlü bir yıldönümü olma özelliğini taşıyor.**

Nisan 1955'te Çekoslovakya Sosyalist Cumhuriyeti ve Sovyetler Birliği nükleer enerjinin barışçıl kullanımı üzerine bir anlaşma imzaladı. Aynı yılın Haziran ayında Çekoslovak hükümeti, Řež'de bir nükleer fizik enstitüsü ve Çek Teknik Üniversitesi'nde bir nükleer fizik ve mühendislik fakültesi kurulmasını öngören bir karar yayınladı. 1957 Eylül'ünde Řež'de bulunan ülkenin ilk araştırma reaktörü kritik seviyeye ulaştı.

İki ülke arasındaki ilk anlaşma 65 yıl önce imzalandı. Bugün kutladığımız birinci yıldönümü bu.

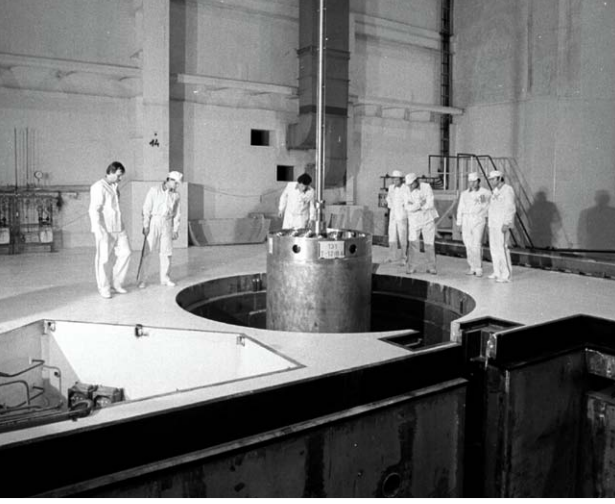
1970 yılında Çekoslovakya Dış Ticaret Bakanı Andrej Barčák ve Bakanlar Konseyi Dış Ticaret Komitesi Başkanı Semyon Skachkov Çekoslovakya, Bohunice ve Dukovany'de iki nükleer enerji santrali inşa etmek için bir anlaşma imzaladılar. Bu 50 yıl önce idi ve bu da kutladığımız ikinci yıldönümü.

Bohunice için nükleer ada ekipmanlarının tamamı SSCB tarafından sağlandı. Reaktörler, buhar jeneratörleri, sirkülasyon boruları, türbinler ve jeneratörler dahil olmak üzere Dukovany'nin birincil sirkülasyon çevrimi için çekirdek ekipman (toplam ekipmanın %80'inden fazlası) Çekoslovakya'da üretildi. SSCB, ölçü ve kontrol sistemleri ve nükleer yakıt tedarik etti. Kilit tedarikçi, ekipmanın



## ROSATOM YIL DÖNÜMLERİ

[İçeriklere geri dön](#)



üretimi, teslimatı, kurulumu ve devreye alınmasından sorumlu büyük bir mühendislik ve imalat şirketi olan Škoda Plzeň idi.

Reaktörü kritik seviyeye getirme sorumlusu Stefan Konstantinov, Atominfo.cz'a verdiği bir röportajda, her yıl bir reaktörün devreye alınmasını sağlayacak bir proje takvimi hazırlamanın zor bir görev olduğunu söyledi. Ancak planlar uyumlu hale getirildiğinde, dört reaktör ünitesinin de daha hızlı devreye alınabileceği ortaya çıktı. Stefan Konstantinov, **“Hayatımda ilk defa bir proje takvimi uzamak yerine kısaldı.”** dedi.

1974 yılında Dukovany'deki inşaat sahasında hazırlık çalışmaları başladı. Aynı yıl, Škoda, reaktör ünitesinin birincil sirkülasyon çevrimi için makine ve ekipman üretimine ve Plzeň şehrinde bir nükleer reaktör üretim tesisi inşa etmeye başladı. Şirket, dört adet VVER-440 reaktör basınçlı kabının yanı sıra reaktörün çalışması, harcanan nükleer yakıtın taşınması ve depolanması için yardımcı ekipman üretim ve tedarikini gerçekleştirdi.

İlk ünitenin inşası 1977'de başladı. Projenin zirve noktasında şantiyede

yaklaşık 12 bin kişi inşaat ve montaj işleri ile uğraşmaktaydı. 1981 yılında, Hodonin elektrik santralının başkanı Bogumil Vincenc'in müdür olarak atanmasıyla Elektrárna Dukovany (EDU) adlı şirketler grubu kuruldu. İlk beton 1979 yılında atıldı.

Dukovany, farklı ülkelerden gelen işçilerin birbirlerine nasıl yardımcı olduklarına dair güzel bir örnek. Uluslararası Rusatom Üst Düzey Başkan Yardımcısı Leoš Tomiček, **“Büyük kapasiteli bir takviye pompasının test edilmesinden sorumluydum. Test sırasında yanına geldiğimde o kadar sıcaktı ki üzerindeki boya bile kabarıyordu. Büyük olasılıkla soğutma gibi bir sistemin çalışmadığını ve pompanın acilen kapatılması gerektiğini fark ettim. Kontrol odasındaki herhangi birine ulaşmaya çalışırken telsizimi aldım, ama kimse cevap vermedi – ya sinyali duymadılar ya da meşgullerdi. Ve aniden elinde bir tornavidayla bana doğru koşan bir Rus işçi gördüm. Tamamen kaybolmuş olduğum bir andı ve meslektaşım bana ne yapacağımı gösterdi. Bunu hayatım boyunca hatırlarım. O olaydan sonra, hep yanımda bir tornavida taşıyordum.”** şeklinde anılarını bizimle paylaştı.

Dukovany'de çalışırken, Škoda Plzeň'nin devreye alma ekibinin bir üyesi olarak makine ve ekipmanı test ediyordu.

Dukovany'nin 1. Ünitesi, 12 Şubat 1985'te kritik seviyeye ulaştı ve 24 Şubat 1985'te çevrimiçi hale getirildi.

Dört birimin de şebekeye bağlanması üç yıldan az sürdü. 2. Ünite Ocak 1986'da devreye girdi, bunu Kasım 1986'da 3. Ünite ve Haziran 1987'de de 4. Ünite izledi.

Nükleer istasyon kazasız bir şekilde çalıştı. Dukovany'nin sahibi olan Çek enerji şirketi



## ROSATOM YIL DÖNÜMLERİ

[İçeriklere geri dön](#)

ÇEZ'e göre, nükleer santralin sistem ve donanımı düzenli olarak geliştirilerek değiştirildi. 2005-2012 yıllarında yapılan kapsamlı bir iyileştirmeden sonra, her bir Dukovany ünitesinin kapasitesi 510 MW'a ulaştı. 2017 yılında, güvenlik ve yedeklilik sistemleri geliştirilerek, ölçü ve kontrol sistemleri yükseltildi. Özellikle, sözde istasyon kesintisi (SBO) sırasında kullanılmak üzere kurulan 3,2MW (Megawatt)'lık iki dizel jeneratör ile yeni depreme dayanıklı mekanik çekişli soğutma kuleleri inşa edildi ve dizel jeneratör sayısı artırıldı. 2016 yılında, Çek Cumhuriyeti Nükleer Güvenlik Devlet Ofisi (SUJB), 1. Ünite için belirsiz süreyle bir işletme lisansı yayınladı. Nükleer santralin diğer üç birimi bir sonraki yıl benzer lisanslar aldı. ÇEZ web sitesindeki bir basın açıklamasında, **“İstasyonun hizmet ömrünün 2037 yılında sona ermesi bekleniyor ve 2047 yılına kadar uzatılabilir.”** ifadesi yer aldı.

Dukovay Nükleer Santralinin dört ünitesi, 1985 yılından 2000 yılının ortalarına kadar 452 TWh (Terawatt saat)'den fazla elektrik enerjisi üretti. Bu miktar, yedi yıl boyunca tüm Çek Cumhuriyeti'nin elektrik ihtiyacını karşılamak için yeterli. Dukovany her yıl 14 milyar kWh (Kilowatt saat)'dan fazla elektrik üretiyor, bu da ülkenin yıllık tüketiminin %20'sini oluşturuyor.

ÇEZ, 25 Mart 2020'de 1200MWe (Megawatt elektrik) reaktörlü iki yeni güç ünitesi inşa



etmek için SUJB'ye başvuruda bulundu. Yeni ünitelerin, kullanımdan çekilen kömür yakmalı kapasitenin yerini alması kararlaştırıldı. Örneğin, Kuzey Bohemya'da bulunan ve ÇEZ'e ait olan kömürle çalışan Prunérov Enerji Santrali 5 Haziran 2020'de Dünya Çevre Gününe adanmış bir törenle kapatıldı. Yapılan basın açıklamasına göre ÇEZ, düzenleyici kuruluşun sadece bir nükleer enerji ünitesi inşa etme kararı vereceğini göz ardı etmiyor.

Rosatom, teknolojisini ve geniş bir yelpazede işbirliği fırsatlarını Çek mühendislik şirketlerine sunuyor. Taraflar bir anlaşmaya varırlarsa, 1980'lerdeki başarıyı tekrar yaşayabilir ve böylece de Çek şirketleri kendi ülkelerinde ve Orta ve Doğu Avrupa'daki diğer ülkelerde nükleer santraller için makine ve teçhizat üretmeye başlayabilir.

[Bölümün başına](#)



## Hidrojen Çağı

Bundan 20 yıl önce yenilenebilir enerji kaynakları nasıl enerji trendi idiye, hidrojen ekonomisi de bugünün yeni bir enerji trendi olarak öne çıkıyor. Hidrojen programları, Avrupa Birliği ve bireysel Avrupa ülkeleri tarafından geliştiriliyor. Almanya ulusal hidrojen stratejisine kaynak ayıran ülkelerden biri. Rosatom da, hidrojen ekonomisinde ön planda olmak istiyor. Rus nükleer kuruluşu, özel hidrojen üretim teknolojisi geliştiriyor ve endüstriyel uygulamalar için elektroliz uygulanabilirliği üzerinde çalışıyor.

Bu yıl hidrojen endüstrisinin tarihinde bir kilometre taşı haline geldi. Hidrojen teknolojisi analistlerin tahminlerinden ve münferit şirketlerin münferit

girişimlerinden, sağlam fonlarla desteklenen ulusal ve uluslararası stratejilere kadar çok yol kat etti. Bu alanın öncüleri Avrupa Birliği ve bireysel Avrupa şirketleri oldu.

### Neden Hidrojen? Almanya Örneği

Almanya karbon tarafsızlığı fikrini öne çıkaran Avrupa ülkelerinden biri. 10 Haziran 2020'de Almanya Hükümeti Ulusal Hidrojen Stratejisini kabul etti. Peki neden hidrojen?

Hidrojen seçiminin arkasındaki önemli nedenlerden biri, büyük olasılıkla 2018 yılında zaten fark edilir seviyede olan Almanya'nın yenilenebilir kapasitesindeki muazzam genişlemenin durması. NovaWind (bir rüzgar enerjisi şirketi ve Rosatom'un yan kuruluşlarından biri) CEO'su Alexander Korchagin, "**Almanya'da, yenilenebilir kapasite ilaveleri 2018 yılında azaldı,**



## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

**ancak nedenleri henüz net değil.” dedi.** 2019’un ilk yarısında Almanya, yıllık bazda %80’lik bir düşüşle 290MW gibi az bir yeni rüzgar kapasitesi ekledi. 2018 yılında yeni kapasite ilaveleri 2017 yılına göre neredeyse iki kat azaldı.

Peki yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların sessizce durdurulmasına neden karar verildi? Bunun temel nedeni, sera gazı emisyon hacmini önemli ölçüde azaltabilen enerji üretim kaynakları olarak rüzgar ve güneşe yapılan iddianın karşılığını bulamaması. 2018 yılında emisyon azalmaya başladı. O zamana kadar büyüyordu. Bu bir paradoks, ancak Almanya’daki emisyonlar, ülkenin toplam yenilenebilir kapasitesinde büyük bir paya sahip olan yeni rüzgar enerjisi kapasitesine yapılan yatırımlardaki küçülmeye paralel olarak azalıyordu.

İkinci neden, mevcut kurulu yenilenebilir enerji kapasitesinin, durağan elektrik talebinden %25 daha yüksek olması. Energy-charts.de verilerine göre 3 Temmuz 2020 tarihi itibarıyla Almanya’da toplam kurulu yenilenebilir kapasite 125,76GW (Gigawatt) iken, toplam tüketim genellikle 40GW’ta olup pik saatlerde 80-100GW’a çıkıyor.

Üçüncüsü, yenilenebilir enerji üretiminin stabil olmaması. Brandenburg Teknoloji Üniversitesi Enerji Dağıtım ve Yüksek Gerilim Mühendisliği Başkanı Prof. Harald Schwarz makalelerinden birinde, **“Bu değişikliklere bağlı olarak, Almanya’daki güvenli enerji üretim kapasitesi 2017 yılındaki 87,2 GW’tan 2030 yılında 54,8 GW’a düşecek ve bu rakam da, Almanya’nın 80-100 GW’lık pik yükü ve ülkenin kapasitesi baz alındığında güvenilir bir enerji arzı için kesinlikle yetersiz olacaktır.”** diyor.

Dördüncü neden ise, elektrik fiyatı dalgalanmaları ve dengesiz dağılımı. Harald Schwarz, **“Ne yazık ki, daha az enerjiye ihtiyaç olduğunda genellikle yenilenebilir üretim ortaya çıkacaktır. Bu nedenle, haftada birkaç kez bölge dağıtım şebekeleri, 400 kV (Kilovolt) kaplamalı iletim şebekesine yenilenebilir aşırı üretimi geri beslemeye başlar.”** diye devam ediyor.

Beşincisi, şebekelerin büyük ve genellikle stabil olmayan enerji akışlarını barındıracak kadar geliştirilmemiş olması. Alman Ulusal Enerji Dairesi, Almanya’nın ülke çapında 10 bin ila 20 bin kilometrelik 110kV’luk enerji nakil hatları inşa etmesi gerektiği sonucuna vardığı bir anket yayınladı. Ancak Prof. Schwarz, son 10 yıl içinde sadece birkaç yüz kilometre yeni hat inşa edildiğini belirtiyor.

Altıncısı, artık güneş ve rüzgar çiftlikleri için boş alanlar mevcut değil. Yakınlıkları yerel halkın sınırlarını bozuyor ve sağlık etkileri konusunda endişelere yol açıyor.

Yedincisi, yenilenebilir enerjilerin genişlemesi enerji fiyatlarını yükseltti. Yetkililer başka fiyat artışı olmayacağına dair söz vermek zorundalar.

Son ve henüz tam olarak gerçekleştirilmemiş olan sekizinci neden ise, bazıları hizmet ömürlerinin sonuna yaklaşmış veya yaklaşmakta olan rüzgar enerjisi kulelerinin imhası için bir çözüm bulunmaması.

Kısa bir özet: Almanya, yenilenebilir üretim kapasitesindeki büyümenin mevcut zorlukları aşmadığını kabul ediyor. Ülke, sera gazı emisyonlarını azaltmak yerine, yenilenebilir kaynaklar ile enerji arzını daha az istikrarlı hale getirerek, genel manzarayı değiştirmiş ve yüksek teknoloji yeni bir atık kaynağı oluşturmuş durumda.



## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

Almanya karbon tarafsızlığına giden yolculuğunda yenilenebilir enerjiden uzaklaşmayı planlamıyor, ancak enerji tedarikinde istikrarı sağlaması gerekiyor.

Alman deneyimi elbette kendine özgü, ancak aynı zamanda bu yenilenebilir enerji kaynaklarının son derece gelişmiş bir ekonominin enerji arzının temeli

### Almanya'da Hidrojen Finansmanı

#### 2016-2026 yılları arasında:

- 1.4 milyar Avroluk kaynak sağlanacak

#### 2020-2023 yılları arasında:

- Uygulama odaklı temel araştırmalar için Enerji ve İklim Fonu kapsamında 310 milyon Avro sağlanacak.
- Hidrojen teknolojisi ile ilgili uygulama odaklı enerji araştırmalarını güçlendirmek için 200 milyon Avro sağlanması planlanıyor.
- Teknoloji ve yeniliklerin laboratuvarlardan pazara aktarılmasını hızlandıran 'Enerji Geçişi için Düzenleyici Kum Havuzlarını' teşvik etmek üzere özellikle hidrojen çözümlerine yönelik 600 milyon Avro sağlanacak.
- Üretim süreçlerini karbonsuzlaştırmak için hidrojen kullanan teknolojilere ve büyük ölçekli endüstriyel tesislere yatırım için 1 milyar Avro'dan fazla kaynak sağlanacak.

#### 3 Haziran 2020'de, Koalisyon Komitesi şunları onayladı:

- Almanya'da hidrojen teknolojisinin piyasaya sürülmesini hızlandırmak için 7 milyar Avro
- Uluslararası ortaklıkları teşvik etmek için 2 milyar Avro
- Bu programların her biri için mevcut kesin miktarlar, sorumlu bakanlıklar tarafından yapılacak bütçe tahminlerine bağlı tutuluyor.

olabileceğine inanan herkes için bir uyarı olma özelliğini taşıyor. Açıkçası, siyasi değerlendirmeler Almanya'nın yenilenebilir enerji kaynaklarını terk etmesine izin vermeyecek, ancak enerji arzının istikrarıyla ilgili sorunların bir şekilde çözülmesi gerekiyor. Hidrojen ekonomisi de, tüm bu mevcut sorunlara bir çözüm olarak ortaya atılıyor. Ve henüz yüksek kapasiteli bir güç depolama sistemi ve yeni şebekeler oluşturulmadığı için herhangi bir alternatif yok gibi görünüyor.

### Sadece Almanya Değil

Diğer ülkeler de hidrojen ekonomisine oldukça ilgi gösteriyor. Avrupa Strateji yazarları konuyla ilgili olarak, "**Hemen hemen tüm Üye Devletler, Ulusal Enerji ve İklim Planlarına temiz hidrojen planlarını dahil etmişlerdir; 26 tanesi Hidrojen Girişimine kaydolmuştur ve 14 Üye Devlet, alternatif yakıtlar altyapısına ulusal politika çerçeveleri bağlamında hidrojeni dahil etmiştir. Bazıları ise ulusal stratejileri çoktan benimsemiş veya benimseme sürecindedir.**" ifadelerini kullandı. İşte bazı örnekler:

İspanya'da, alternatif enerji yasasının son baskısı hidrojeni önemli bir enerji kaynağı olarak tanımlıyor. Katalan Enerji Enstitüsü, hidrojen teknolojisini teşvik etmek amacıyla 40 İspanyol şirketi tarafından desteklenen Taula de l'Hidrogen projesini başlattı.

Rusya'da hidrojen, Rusya'daki Elektrik Depolama Pazarının Gelişimi için Yol Haritasının üç bileşeninden biri konumunda bulunuyor.

Fransa 2018 yılında, 2019-2028 için Uzun Vadeli Enerji Programına dahil edilecek olan Enerji Geçişi için Hidrojen Geliştirme Planını kabul etti.



## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

ABD Enerji Bakanlığı, Exelon tarafından işletilen bir nükleer enerji santralinde elektrolizör kurulumunu kısmen finanse etmeye hazır.

Özel şirketler hidrojen teknolojisiyle de ilgileniyorlar. Akvo Energy, BayWare, EDP, Enel, Iberdrola, MHI Vestas, SolarPower Europe, Ørsted, Vestas ve WindEurope gibi Avrupa'nın en büyük enerji şirketleri ve birlikleri de Avrupa Komisyonu'na **“Yenilenebilir hidrojene yatırım yapmanın istihdam ve büyüme yaratma açısından büyük bir potansiyele sahip olduğunu”** belirten açık bir mektup gönderdi.

Son olarak, Avrupa Birliği de bir hidrojen stratejisi geliştirdi. Bu stratejide özellikle yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjiyle üretilen hidrojenin 'temiz' olduğu belirtiliyor. Strateji, **“Temiz hidrojen 'yenilenebilir hidrojeni”** ifadesine yer veriyor . Exelon'un tecrübesi ve ilerde göreceğimiz üzere Rosatom da nükleer enerji santrallerinde karbonsuz hidrojen üretiminin mümkün olduğunu kanıtıyor. Foratom Genel Müdürü Yves Desbazeille, **“Avrupa'nın önümüzdeki 30 yıl içinde karşılaşacağı büyük zorluk göz önüne alındığında, politika yapımcıların sadece değişken yenilenebilir kaynaklara odaklanmalarını şarttır. Enerji sistemimizi dönüştürmek şu anda mevcut olan TÜM düşük karbonlu çözümleri gerektirecek. AB politikası da bunu yansıtmalıdır.”** şeklinde nükleerin hidrojen piyasasındaki rolü için düşüncelerini paylaşıyor.

### **Hidrojenin Parasını Kim Ödeyecek?**

Münferit hükümetlerin taahhütlerinin, tahsis

edilen fonlar ve ilan edilen proje zaman çizelgeleri aracılığıyla ölçülebileceğini varsaymak mantıklı görünmektedir. Exelon'un projesi ve Almanya'nın stratejisinde bu tür önlemler mevcut.

Exelon projesinin 7,2 milyon ABD Doları değerinde olduğu tahmin ediliyor ve bunun 3,6 milyon ABD Doları devletten geliyor. Şirketin bir elektroliz sahası seçmesi, projenin %30'unu tamamlaması ve tesisin çalışmasını simüle etmesi planlanıyor. Proje ile, Şirketin iş kollarının çeşitlendirilmesi ve nükleer santralden elde edilecek gelirin artırılması da hedefleniyor. POWER Magazin, Exelon Nükleer'in Mühendislik ve Teknik Destek Başkan Yardımcısı Scot Greenlee'nin sözlerini, **“Exelon, 2018'den beri nükleer santrallerini daha yapılabilir hale getirmek için “başka amaçlar için de kullanılmak üzere değiştirmenin” yöntemlerini arıyor. Şirketin girişimleri arasında akademik uzmanlar, eski çalışanlar ve eski federal düzenleyicilerin beyin fırtınası oturumunda toplanması da yer aldı. Ve son birkaç yıldır, tartışma konusunu temelde hidrojene indirgedik. Hidrojen, ilerlemesini görmek istediğimiz bir alandır. Gelecek potansiyel hidrojen ekonomisi için oldukça uygun.”** şeklinde alıntılıyor.

Almanya'ya gelince, hidrojen ekonomisi için finansman kapsamı ve kaynakları, ulusal stratejisinin en başında açıkça şöyle detaylandırıyor: **“... 2016 ve 2026 yılları arasında, toplam 1,4 milyar Avro finansman sağlanacaktır. Buna ek olarak, Federal Hükümet, mükemmel bir araştırma alanı oluşturmak için Enerji Araştırma Programı kapsamında sağlanan mali kaynaklardan yararlanmış. 2020-2023 yılları arasında, yeşil hidrojen ile ilgili uygulama odaklı temel araştırmalar için Enerji ve İklim Fonu**



## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

kapsamında 310 milyon Avro ve bu dönemde hidrojen teknolojisi ile ilgili uygulama odaklı enerji araştırmalarını güçlendirmek için 200 milyon Avro daha sağlama planları bulunmaktadır. Ayrıca, 2020 ve 2023 yılları arasında ‘Enerji Geçişi için Düzenleyici Kum Havuzlarını’ desteklemek için 600 milyon Avro sağlanacak, bu da özellikle hidrojen çözümleri için teknoloji ve yeniliklerin laboratuvardan pazara aktarılmasını hızlandıracaktır. Almanya’nın karbonsuzlaştırma programının bir parçası olarak, üretim süreçlerini karbonsuzlaştırmak için hidrojen kullanan teknolojilere ve büyük ölçekli endüstriyel tesislere yatırım için finansman sağlanmaktadır. Bunun için 2020-2023 yılları arasında 1 milyar Avro’dan fazla kaynak sağlanacaktır. Ayrıca hidrojenin üretimde ve temel malzeme endüstrisinde karbon emisyonlarının ortadan kaldırılması amacıyla kullanımını teşvik eden programlar da bulunmaktadır. Bunlar, endüstriyi hidrojen çözümlerine yatırım yapmaya teşvik etmeyi amaçlamaktadır. 3 Haziran 2020’de, Koalisyon Komitesi, Almanya’da hidrojen teknolojisinin piyasaya sürülmesini hızlandırmak için 7 milyar Avro ve uluslararası ortaklıkları teşvik etmek için 2 milyar Avro daha

sağlayan bir ‘gelecek paketini’ kabul etti. Bu programların her biri için kesin miktarlar, sorumlu bakanlıklar tarafından yapılan bütçe tahminlerine bağlıdır.”

AB Stratejisinin yatırım bölümü gelecekteki yatırımların uzman tahminlerini içeriyor. Bu tahminler, “Şu andan 2030 yılına kadar elektrolizör yatırımları 24 ila 42 milyar Avro arasında değişebilir. Buna ek olarak, aynı dönemde, gerekli elektriği sağlamak için 80-120 GW’lık güneş ve rüzgar enerjisi üretim kapasitesini büyötmek ve doğrudan elektrolizörlere bağlamak için 220-340 milyar Avro gerekecektir. Mevcut tesislerin yarısının karbon yakalama ve depolama ile güçlendirilmesine yönelik yatırımların 11 milyar Avro civarında olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca, hidrojen taşımacılığı, dağıtımı ve depolanması ve hidrojen yakıt istasyonları için 65 milyar Avro’luk yatırımlara ihtiyaç duyulacaktır. Şu andan itibaren 2050 yılına kadar, AB’de üretim kapasitelerine yapılacak yatırımlar 180-470 milyar Avro’ya ulaşacaktır.” şeklinde özetleniyor.

**Neden Daha Erken Olmasın?**

Cevap bir yandan, sadece yenilenebilir kaynakların artan emisyonlar için sihirli bir değnek olarak görüldüğü gerçeğinde yatıyor. Öte yandan, hidrojenin neredeyse yüz yıldır bilinen kendi doğasında varolan bazı dezavantajları bulunuyor. İnsanlar hidrojeni farklı taşımacılık şekillerinde kullanmak için birçok girişimde bulundu, ancak hepsi de farklı nedenlerden dolayı başarısız oldu.

İlk sorun, atmosferik oksijen ile hidrojen karışımlarının son derece patlayıcı olması ve güvenli ve güvenilir depolama sistemlerinin bulunmaması. Hava gemilerinin tarihe





## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

### 2030 yılına kadar AB'de hidrojen finansmanı (AB Stratejisine göre):

- Elektrolizörlere 24-42 milyar Avro yatırım yapılacak
- Gerekli elektriği sağlamak için 80-120 GW güneş ve rüzgar enerji üretim kapasitesini artırmak ve elektrolizörlere doğrudan bağlamak için 220-340 milyar Avro gerekecek.
- Mevcut tesislerin yarısının karbon yakalama ve depolama ile güçlendirilmesine yaklaşık 11 milyar Avro yatırım yapılacak.
- Hidrojen taşıma, dağıtım ve depolama ve hidrojen yakıt istasyonlarına 65 milyar Avro yatırım yapılacak.

Şu andan itibaren 2050 yılına kadar, AB'de üretim kapasitelerine yapılan yatırımlar 180-470 milyar Avro'ya ulaşacak.

karişmalarının sebebi yarattıkları patlama tehlikesi ve bu tehlike ortadan kalkmış değil. Haziran 2019'da, Sandvik'te (Norveç) gerçekleşen patlama bir hidrojen yakıt istasyonunu yok etti. Kazada can kaybı olmamasına rağmen, istasyon sahibi Uno-X, diğer Avrupa ülkelerinin yanı sıra Norveç'teki üç yakıt istasyonunun tümündeki hidrojen satışlarını askıya aldı.

İkinci sorun, hidrojenin yüksek uçuculuğu ve atomlarının küçük boyutu olarak öne çıkıyor. Depodaki en ufak bir sızıntı bile bir aracı yakıtsız bırakmaya yetiyor. Bu aracın bir uçak olduğu hayal edildiğinde tehlikenin boyutu açıkça anlaşılabilir. Sonuç olarak, hidrojen depolama sistemleri (hidrojen dolu nanotüplerden oluşan tanklar gibi) hem çok pahalı olması, hem de bir aracın toplam ağırlığını ve boyutunu artırması bakımından dezavantajlı olabiliyor. Büyük miktarda

hidrojen depolamak ise, daha da zor görünüyor. Harald Schwarz, gaz tutucularda hidrojen depolanmasını öneriyor, ama bu sadece bir öneri.

Üçüncü sorun tüketici deneyimi ile ilgili. Taşımacılığın hemen hemen her sektörün itici gücü olduğu biliniyor. Ancak hidrojenle çalışan araçların altyapısı, lityum iyon pilli elektrikli araçların altyapısından çok daha az gelişmiş. Ölçek ekonomisi nedeniyle, elektrikli arabalar daha az maliyetli ve şarj istasyonları arasındaki maksimum mesafe daha uzun.

Dördüncü sorun, ticari hidrojen üretiminin büyük miktarda su gerektirmesi. Nihayetinde, su ortadan kaybolmayacak, ancak üreticiler suyun kaynağını oluşturacakları her bir göl veya nehir için su dengesini hesaplamak zorunda kalacaklar.

Ve son olarak, hidrojenin kökeni ve fiyatı da özellikle de karbonsuzlaşma açısından temel bir sorun olarak öne çıkıyor. Buhar metan yapılandırması, hidrojen üretiminin en ucuz ve dolayısıyla en yaygın yöntemi şeklinde görülüyor. Kömür gazlaştırma en eski yöntem iken, elektroliz çevre tarafından en kabul edilebilir ancak maliyetli bir teknik olarak kabul ediliyor. Elektroliz ile üretilen hidrojen 'yeşil' sınıfına giriyor. (aşağıdaki 'Şartlar ve Tanımlar' bölümüne bakınız). Fransız ulusal hidrojen stratejisi üzerinde çalışan uzmanlara göre, elektriğin MWh (Megawatt saat) başına 50 Avro olması ve elektrolizörün yılda 4 ila 5 bin saat çalışması şartıyla, elektroliz yoluyla üretilen hidrojenin kilogram başına maliyeti 4-6 Avro. Buna karşılık, buhar yapılandırması ile üretilen hidrojenin maliyeti kilogram başına 1,5-2 Avro olarak hesaplanıyor. Stratejiyi hazırlayanlar, elektroliz maliyetinin kg başına 2-3 Avro'ya düşebileceğine



## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)



inanyorlar. AB Stratejisine göre, yeşil hidrojenin maliyeti kilogram başına 2,5 ile 5,5 Avro arasında değişmekte ve ölçek ekonomisi nedeniyle azalması beklenmekte.

Taşımacılık, maliyeti etkileyen bir diğer etken olarak öne çıkıyor. Fransız stratejisine göre, gıda işleme, metalurji, elektronik ve cam üretimi gibi sektörlerde son fiyatı kg başına 10-20 Avro'ya çıkarıyor. Taşımacılıktan sonra, hidrojenin fiyatı nadiren kg başına 8 Avro'nun altında kalıyor. Taşımacılığın hidrojeni yerel bir ürün haline getireceği varsayılabilir, ancak Almanya'nın ulusal stratejisi, kuzey (Kuzey ve Baltık Denizleri) ve güney sınırlarından ithal edilmek üzere üretilen yeşil hidrojenin sadece bir kısmını sağlıyor.

Hükümet desteği ve lobi faaliyetleri hariç, hidrojen kabul edilebilir bir enerji kaynağı ancak en cazip kaynak değil. Rosatom Overseas'e (Rosatom'un bir bölümü) göre hidrojen otomobiller sadece Toyota, Honda, Daimler, Nissan ve GM tarafından üretilirken, elektrikli otomobiller hemen hemen her küresel otomobil üreticisi tarafından üretiliyor.

Trenler, hidrojenle çalışan araç serisine nispeten yeni eklendi. En başarılı deney

Coradia iLint, Aşağı Saksonya'da 600km'lik bir hat üzerinde hizmet veren bir hidrojen treni. Teknoloji, şimdi Alstom'un bir girişimi olan LHB tarafından geliştirildi. Aşağı Saksonya hükümeti 2022'ye kadar 14 hidrojen trenini daha piyasaya sürmeyi planlıyor. Bu tür trenler 140km/s'e kadar yakıt ikmali yapmadan 1.000 kilometreye kadar gidebiliyor. Birleşik Krallık'taki ilk hidrojen treni Hydroflex, Şubat 2020'de işletmeye alınmıştı. Ancak, tankı sadece 75 mil yol almaya imkan sağlıyor. Haziran 2020'de Alstom, İtalya için hidrojen trenleri geliştirmek üzere büyük enerji altyapı şirketlerinden Snam ile beş yıllık sözleşme imzaladı.

**Kısa özet:** Enerji sektöründe yeni bir sektör oluşturulması, yeni enerji kaynağını uygun maliyetli hale getirmek için paydaşların büyük yatırımlar yapmasını gerektiriyor. Bunlar olmadan, hidrojen endüstrisi büyük olasılıkla 1000 kilometreye kadar giden şehirlerarası yolcu trenleri gibi birkaç sektörde kendini gösterebilecek.

### Piyasa Detayları

Hidrojen piyasası siyasi irade tarafından yönlendirildiğinden, sadece üretimin değil, düzenleyici uyum sürecinin de teşvik edilmesi gerekiyor. Alman Hidrojen Stratejisi'nden bir bölümde şu belirtiliyor: **“Önlem 13: Hidrojen ve yakıt hücresi tabanlı sistemler için hareketlilik uygulamalarına yönelik standartların uluslararası çapta uyumlaştırılmasının savunuculuğunun üstlenilmesi (örn. yakıt ikmali standartları, hidrojen kalitesi, resmi kalibrasyon, hidrojenle çalışan araç tipi onayı, gemiler için ruhsatlandırma, vb.)”**

AB Stratejisinin taslak sürümünde küresel hidrojen çıktısı 74 milyon ton olarak tahmin



## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

ediliyor ve bu miktarın yalnızca %4'ü 'yeşil' hidrojenden oluşuyor. Hidrojenin kilogram başına 1,5-2 Avro hedef fiyatı olduğu göz önüne alındığında, mevcut piyasa büyüklüğünün parasal olarak yılda yaklaşık 150 milyar Avro olduğunu hesaplamak hiç de zor olmuyor. Gerçek uzun süreli tahminlerin faydasız olduğunu gösterdiğinden tüketim ve üretim tahminlerini alıntulamaktan kaçınacağız.

### Rosatom'un Teknolojisi

Rosatom neredeyse yarım yüzyıldır hidrojen teknolojisi ve çözümleri geliştiriyor.

Büyük bir nükleer araştırma ve mühendislik merkezi ve Rosatom'un bir iştiraki olan OKBM Afrikantov, elektrik ve farklı ham maddelerden hidrojen üretmeyi amaçlayan MGR-T reaktörlü bir nükleer enerji santrali için tasarım geliştirdi.

Bir Rosatom iştiraki olan Leipunsky Fizik ve Enerji Mühendisliği Enstitüsü, sıvı metal elektrokimyasal hidrojen jeneratörleri üzerinde çalışıyor. Bu jeneratörlerde hem ısı transfer ortamı hem de kimyasal madde olarak sıvı metal kullanılıyor. Çalışma prensibi kısaca şöyle: Sıvı metal içeren kabın alt kısmı su buharıyla beslenir ve onunla reaksiyona girer. Reaksiyon gaz halindeki hidrojeni açığa çıkarırken oksijen eriyikte çözülmüş olarak kalır. Eriyikteki ısı ve kütle transferi yoğunlaşır ve hidrojen, bir kondansatörde reaksiyona girmemiş olan sudan kolayca ayrılır. Bu proje henüz araştırma ve geliştirme aşamasında.

Bir diğer umut verici teknoloji ise 1.000°C'de çalışan yüksek sıcaklıklı helyum reaktörleri (HTHR). Test standları kurulan bu teknolojinin temel bileşenleri (reaktör, seramik yakıt, enerji dönüşümü, ekipman ve yapısal malzemeler) geliştirilmiş ve test edilmiş durumda.

### Terimler ve tanımlar *Almanya'nın Ulusal Hidrojen Stratejisinden:*

**"Gri hidrojen** fosil hidrokarbonların kullanılmasından kaynaklanır. Gri hidrojen esas olarak doğal gazın buhar yapılandırması yoluyla üretilir. Fosil ham maddesine bağlı olarak, üretimi önemli miktarda karbon emisyonuna yol açar.

**Mavi hidrojen**, karbon yakalama ve depolama (CCS) sistemi kullanılarak üretilen hidrojendir. Bu, hidrojen üretme sürecinde üretilen CO2'nin atmosfere girmediği anlamına gelir ve böylece hidrojen üretimi dengede karbon-nötr olarak kabul edilebilir.

**Yeşil hidrojen:** Yeşil hidrojen suyun elektrolizi yoluyla üretilir; elektroliz için

kullanılan elektrik yenilenebilir kaynaklardan elde edilmelidir. Kullanılan elektroliz teknolojilerinden bağımsız olarak, kullanılan tüm elektrik yenilenebilir kaynaklardan elde edildiğinden ve dolayısıyla sıfır karbonlu olduğundan hidrojen üretimi sıfır karbonludur.

**Turkuvaz hidrojen:** Turkuvaz hidrojen, metanın termal parçalanması (metan pirolizi) yoluyla üretilen hidrojendir. Bu, CO2 yerine katı karbon üretir. Prosesin karbon nötrü olması için ön koşullar, yüksek sıcaklıklı reaktörün ısısının yenilenebilir veya karbon nötr enerji kaynaklarından üretilmesi ve karbonun kalıcı olarak bağlanmasıdır."



## TRENDLER

[İçeriklere geri dön](#)

Küresel ilgi odağı 2017 yılında hidrojen teknolojilerine kaymaya başladığında, Rosatom kurumsal araştırma ve geliştirme stratejisine hidrojen ekonomisini dahil etti. Geçen sonbaharda, Rus nükleer şirketi Sakhalin adasında hidrojenle çalışan bir tren hizmeti başlatma amaçlı yeni bir projeyi uygulamaya koydu. Bu pilot projeye amaçlanan teknolojiyi test etmek ve gerekli yeterlilikleri kazanmak. Rosatom'un buradaki görevi de, yakıt hücrelerini sağlamak.

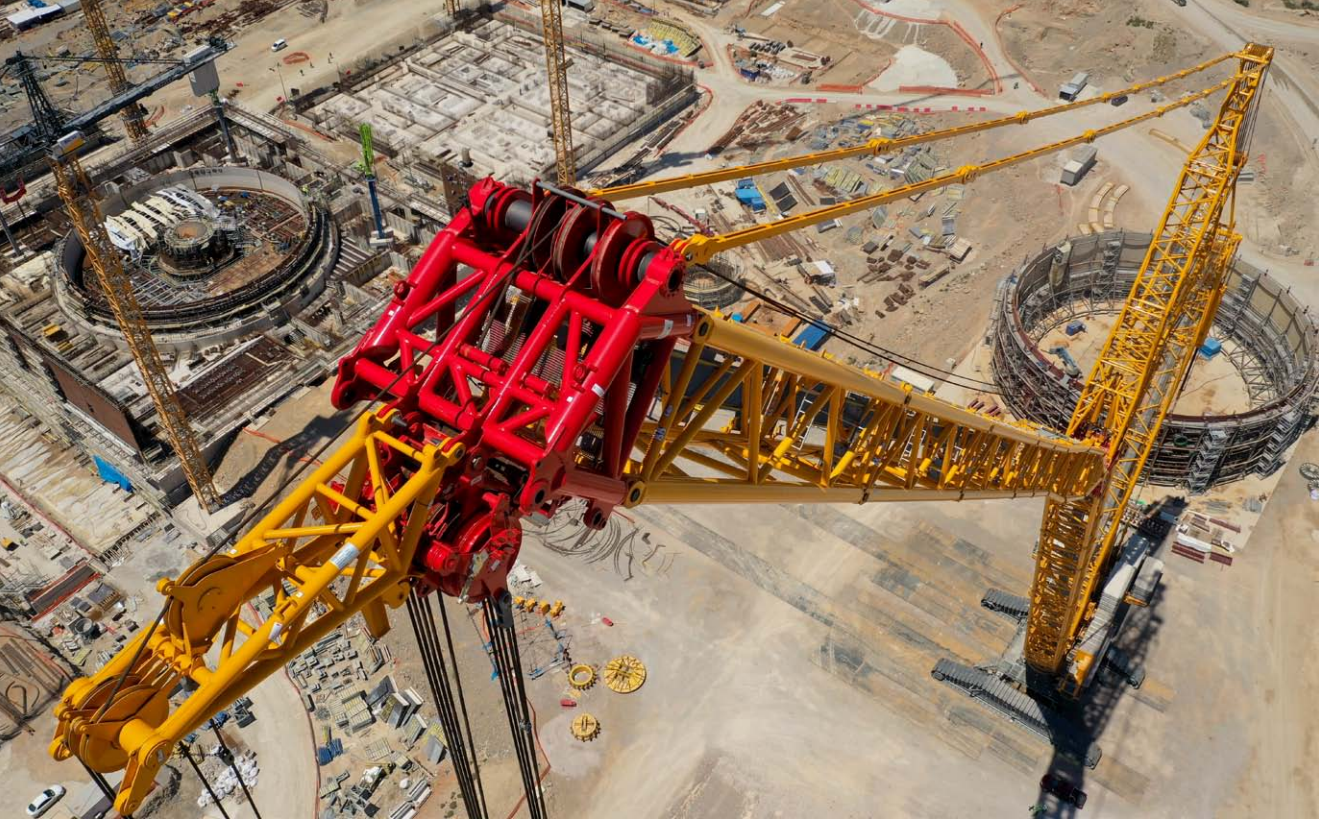
Proje ilerleme kat ediyor: Haziran 2020'de Rusya Nükleer Enerji Santrali İşletme Enstitüsü (Rosatom şirketi VNIIAES), Kola Nükleer Enerji Santrali'nde kurulacak bir nükleer ve hidrojen enerji yetkinlik merkezi için fizibilite çalışması yürütmek üzere Rosatom'un elektrik santrali RosEnergoAtom ile sözleşme imzaladı. **“Yetkinlik Merkezinin amacı, elektrolitik hidrojenin üretimi, saklanması ve taşınması için teknolojinin onaylanması olacaktır.”** diyen RosEnergoAtom temsilcisi, **“Uzun bir yolculuğun en başındayız** “açıklamasını yaptı. VNIIAES ayrıca bir hidrojen yakıt istasyonu, deniz yoluyla orta ve uzun mesafeli hidrojen taşımacılığı için bir kriyojenik depolama tankı konsept tasarımı ve modüler bir hidrojen sıvılaştırma ünitesi için teknik gereksinimler ve tasarım

özellikleri geliştirecek. Buna ek olarak, VNIIAES, Kuzey Deniz Rotası üzerinden Japonya'ya buz sınıfı tankerlerle hidrojen depolama ve nakliyesi için bir sıvı organik taşıyıcı sistemi için bir tasarım temeli oluşturacak.

Kola NGS'nin saatte 20.5 ve 21.33 metre küp hidrojen üreten iki elektrolizörü bulunuyor. Yılda 4.500 metre küpe karşılık gelen tesis ihtiyacı dengesi ile, mevcut kapasitenin ticari ölçekte hidrojen üretmek ve müşterilere satmak için fazlasıyla yeterli olduğunu hesaplamak kolay görünüyor. Yüksek sıcaklıklı buhar ile birleştiğinde elektroliz işlemi daha verimli hale geliyor. Termal enerji elektrik enerjisinin bir bölümünün yerine geçiyor ve böylece tüketilen elektriğin elde edilen hidrojene oranını iyileştiriyor. Dolayısıyla VNIIAES'in çalışması mevcut teknolojinin nasıl geliştirilebileceğini göstermesi açısından oldukça önemli.

Kısa bir özet: Rosatom hidrojen ekonomisi için tescilli çözümlerin geliştirilmesi için çalışarak hidrojen pazarında bir pay kazanmak için ilgili yetkinlikleri geliştirmeye devam ediyor.

[Bölümün başına](#)



## Akkuyu, Uzun Bir Süredir Hayal Edilen Proje

Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Fatih Dönmez, Türkiye'nin ilk nükleer santrali Akkuyu'nun şantiyesini ziyaret etti. Bakan, kaydedilen ilerlemeye övgüde bulundu ve yapım aşamasında olan nükleer santralle ilgili profesyonel personel eğitiminin gerekliliğinden söz etti. Bu kapsamda, nükleerle ilgili alanlarda uzmanlaşan 140'tan fazla Türk öğrenci de, Rus üniversitelerinden mezun oldu.

Akkuyu'da ikinci ünite taban altlığının beton dökme işlemi başladı. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Fatih Dönmez şantiyeye

yaptığı ziyarette, “2. Ünite'nin ilk ünitenin faaliyete geçmesinden bir yıl sonra hizmete başlamasını bekliyoruz.” dedi.

Bakan, Akkuyu'nun dünyanın en güçlü ve güvenli santrallerinden biri olacağını vurguladı. Bakan Dönmez, inşaat çalışmalarının Türkiye Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) ve diğer bağımsız denetleme organlarının yakın gözetimi altında olduğunu da hatırlattı.

Fatih Dönmez, ülkenin ilk nükleer santralinin inşasına yerli firmaların da dahil edilmesinin önemine değinerek, “**Projenin yerel içeriği ve yerel kaynaklı malzemeler konusunda proje sahibiyle anlaştık. Kalite standartlarını tanımlamak ve bu standartlara uygun malzemeler kullanmak elbette çok önemli. Türk Standartları Enstitüsü (TSE), laboratuvarlarında Türk yapımı malzemelerin test edilmesi ve**



## TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

**sertifikalandırılması konusunda Rusya ile anlaşma yapmıştır. Bu da ulusal standartlarımızın gelişimine katkıda bulunacaktır.” dedi.**

Fatih Dönmez, korona virüs salgını sırasında çalışan sağlığı ve güvenliğine büyük önem verildiğini ve inşaat alanındaki çalışmaların Sağlık Bakanlığı yönetmeliklerine uygun olarak düzenlendiğini de sözlerine ekledi. Dönmez: **“Neyse ki ciddi bir hastalık vakası olmadı. Çalışanlarımız için güvenli bir ortam sağlamaya ve çalışmaya devam ediyoruz. Gerek proje sahibi gerekse müteahhit firmaların çalışanları ve yöneticileri, inşaat sahasında sağlık ve güvenliği koruma konusunda kendilerini sorumlu hissediyorlar.”** dedi. Bakan, güvenliğin projenin her aşamasında başlıca önceliklerden biri olduğunu vurguladı. Fatih Dönmez, **“Tehlikeli davranışlara karşı tavrımız her zaman sıfır tolerans olmuştur.”** ifadelerini kullandı.

İnşaat alanında yaklaşık 6.700 kişinin çalıştığını da belirten Bakan. **“İşçilerin neredeyse %90’ı mühendisler de dahil olmak üzere Türk vatandaşı. Projede Rusya ve diğer ülkelerden gelen mühendisler de çalışıyor– özel nitelikler gerektiren işin en kritik kısmını gerçekleştiriyorlar. Dört reaktör de aynı anda inşa edildiğinde, sahada toplam 15.000-16.000 işçi olacaktır. Santral faaliyete geçtikten sonra çalışan sayısı 3 bin civarında olacak. Bu sayıya mühendisler ve başta teknik personel olmak üzere orta kalifiye işçiler de dahil olacak.”** diye konuştu.

Dönmez’in aktardığına göre, Türk hükümeti yerel olarak, Türk meslek okulları ve yüksekokullarında teknik personel yetiştirmeye hazırlanıyor. Dönmez konuya ilişkin olarak, **“Milli Eğitim Bakanlığı ile**



**işbirliği içinde bu amaçla düzenlemeler geliştirildi. Başta Gülnar ilçesi olmak üzere Mersin ilindeki meslek yüksekokullarının nükleer ile ilgili alanlarda müfredat sunmasına karar verilmiştir.”** dedi.

Bakan, Türk öğrencilerin Rusya’ya okumaya gönderildiğini de hatırlatarak, **“Bunların 143’ü Rus üniversitelerinden mezun oldu, diploma aldı ve Akkuyu’da iş buldu. Bir yıl veya önümüzdeki iki yıl içinde mezun olacak 102 öğrencinin daha alandaki ekibe katılmasını bekliyoruz. Ayrıca Türkiye’den 22 öğrenci daha yüksek lisans programlarına Rusya’da devam etmektedir. Bu yıl, Ustalık kursunu almaları için Rusya’ya 25 öğrenci göndermeyi planlıyoruz.”** açıklamasında bulundu.

Daha önce Rusya’da 6.5 yıl okuyan Türk öğrenciler, Rus üniversitelerinde aldıkları eğitimi büyük bir Türk gazetesi olan Hürriyet’e anlattı. O öğrencilerden biri olan Atahan Kisecik. gazeteye verdiği demeçte, **“2012 yılında Rusça eğitim programına katıldım. İlk başta oldukça zordu. Nükleer enerji santrallerinde staj yapıyorduk. Kendi alanlarındaki en iyi öğretmenler tarafından eğitildik. Öğrendiğimiz en önemli şeylerden biri yaptığımız iş için kişisel sorumluluk almak**



## TÜRKİYE

[İçeriklere geri dön](#)

**ve hata yapmamaktır. Her şey için kurallar uygulanıyordu.”** ifadelerini kullandı.

Haziran ayı başlarında, ikinci Akkuyu çalışan grubu, Rosatom'un Teknik Akademisinde bir eğitim kursuna başladı. Kurs, korona virüs salgını nedeniyle online eğitim olarak veriliyor. İnşaat alanındaki ofis binalarından birinde, Rosatom'un Obninsk ve Novovoronezh Teknik Akademisi öğretim üyeleri tarafından video bağlantısı ile düzenlenen online dersler için geniş bir oda tahsis edildi. Proje lideri Natalia Shulepova'ya göre, e-öğrenme, Akkuyu nükleer enerji santralının planlandığı zamanda faaliyete geçirilmesi için personeli eğitmeye devam etmelerini sağlıyor. **“Görevimizi zorlu bir ortamda yapıyoruz. Yeni koşullarda hedeflerimize ulaşmaya devam ettikçe yeni öğretim yöntemleri ve eğitim teknolojisi geliştireceğiz.”**

Korona virüs salgınına rağmen santralin inşaatı planlandığı gibi gidiyor. Haziran sonunda, AEM Teknolojilerinin Volgodonsk merkezli bir üretim tesisi olan AtomMash (Rosatom'un mühendislik bölümü AtomEnergoMash'ın bir bölümü) Akkuyu'nun 1. Ünitesi için buhar jeneratörlerinin üretimini tamamladı.

Bir nükleer adanın çekirdek ekipmanlarından biri olan buhar jeneratörleri, türbin jeneratörünü döndüren buharı üretme görevini üstleniyor.



Nükleer reaktörün bir parçası olan buhar jeneratörleri 15 metre uzunluğunda ve 4 metreden büyük bir çapta. Her buhar jeneratörü ayrıca 340 metrik ton ağırlığa sahip. Bir reaktör ünitesinde ise, dört buhar jeneratörü bulunuyor.

Bu arada, AEM Teknolojilerinin Petrozavodsk merkezli üretim tesisi (Rosatom'un AtomEnergoMash'ının bir bölümü) nükleer santralin ilk ünitesinde kurulacak basınçlandırıcı için bileşenlerin işlenmesini tamamladı. Nükleer adada kullanılacak olan ağır iş makinalarının en kilit parçalarından biri olan basınçlandırıcı, birincil çevrimindeki basıncı oluşturmak ve korumak için tasarlanıyor. PetrozavodskMash, şu sıralarda Akkuyu Nükleer Santrali'nin iki ünitesi için basınçlandırıcı üretiyor. <sup>NL</sup>

[Bölümün başına](#)