

# Nükleer enerji

İklim değişikliğiyle mücadelede çıkmaz sokak



# Nükleer enerji

İklim değişikliğiyle mücadelede çıkılmaz sokak

Şubat 2023

Yeşil Avrupa Derneği tarafından, FREDa- Die Grüne Zukunftsakademie Austria'nın desteğiyle hazırlanmıştır. Avrupa Parlamentosu'nun Yeşil Avrupa Vakfı'na sağladığı finansal destekle yayımlanmıştır. Avrupa Parlamentosu bu yayın içeriğinden sorumlu değildir.





# İçindekiler

<b>Önsöz</b> Martin Litschauer	<b>6</b>	<b>#8:Nükleer enerji daima mevcuttur</b>	<b>32</b>
<b>Önsöz</b> Dagmar Tutschek	<b>8</b>	<b>#9: Füzyon reaktörleri güneşi yeryüzüne getirecek</b>	<b>36</b>
<b>Doğru bildiğimiz 10 yanlış</b>	<b>12</b>	<b>#10: Myrrha atık sorununu çözüyor</b>	<b>38</b>
<b>#1: Nükleersiz enerji geçişi olmaz</b>	<b>13</b>	<b>Kurgu ve gerçekler</b>	<b>40</b>
<b>#2: Yeni teknolojiler eski sorunları çözer</b>	<b>16</b>	Giderayak- Nükleerin modası geçti	<b>41</b>
<b>#3: Küçük, güvenli ve neredeyse bedava- Mini modüler reaktörler dünyanın her bölgesinde tedarik sağlar</b>	<b>18</b>	Kullanılmış yakıt çubuklarına yer yok	<b>44</b>
<b>#4: Nükleer güç ucuzdur</b>	<b>20</b>	Uranyum madenciliği- Madenden gelen ölüm	<b>46</b>
<b>#5: Nükleer karbon nötrdür</b>	<b>23</b>	Mevsimsel ve iklimsel duyarlılık	<b>50</b>
<b>#6: Nükleer güvenlidir</b>	<b>25</b>	Atom bombası dahildir	<b>52</b>
<b>#7: Eski reaktörler ya modernize edilir ya da hizmet dışı bırakılır</b>	<b>28</b>	Nükleer santraller bombaya dayanıklı değildir	<b>56</b>
		<b>Dip notlar</b>	<b>58</b>
		<b>Kaynakça</b>	<b>62</b>



# Önsöz

Martin Litschauer yazdı



Nükleer karşıtı hareket hikayem 2000 yılında Temelin nükleer santralının faaliyete geçmesine karşı yapılan protestolarla başladı. Avusturya'nın Waldviertel bölgesinin yerlisi olarak tehdidi sınırda durdurmak istedim. Gösteriler ve sınır ablukaları düzenledim, ayrıca partizan olmayan Stop Temelin platformunun sözcüsü olarak görev yaptım. Soğukta geçen onlarca saat ve yüzlerce saatlik gönüllü çalışma, enerji tedariklerimiz için yüksek risk taşıyan nükleer enerjiye ihtiyacımız olmadığına dair farkındalığı güçlendirdi. Bu farkındalık ve Eurosolar'ın desteği, o zamandan beri yenilenebilir enerjiye geçişi teşvik etmek için faaliyet gösteren "Waldviertler Energiestammtisch" organizasyonunun kurulmasını sağladı.

O zamandan bu yana neler oldu, ya da daha doğrusu: Ne olmadı? Ne Fukuşima'daki olabilecek en büyük kaza, sayısız mali fiyasko, Krsko Nükleer Santrali yakınlarındaki şiddetli depremler, Nükleer Santral ekipman tedarikçilerinin iflasları, çözilemeyen nükleer atık sorunu ve zehirli uranyum madenleri, ne de savaş alanı olarak kullanılabilir nükleer santraller, nükleer yanlısı güçlerin fikrini değiştirmek için yeterli bir gerekçe oldu.

Tam tersi. Bugün nükleer lobisi hiç olmadığı kadar güçlü. Lobiciler, neye inanılması gerektiği algısı ve gerçeklik arasında muazzam bir fark yaratmayı başardılar. Çernobil sonrası nesil, modern, güvenli, ucuz ve karbon nötr nükleer enerji masalına giderek daha fazla kapılıyor. Bu argümanlar hızlı bir şekilde çürütülebilir ve çoğu zaman sadece art niyeti gizlemeye yarar: Nükleer silah stokunu arttırmak.

Nükleer, çevreyi kesinlikle kurtarmayacaktır. Aksine, nükleer enerji santralleri iklim değişikliği nedeniyle risk altında ve yeni reaktörler onlarca yıllık inşaat süresi gerektirdiğinden enerji geçişine geç kalmış durumda.

Kendimizi korumak ve çevremizi kurtarmak istiyorsak, güneş, rüzgar ve jeotermal enerjiyi kullanmamız gerekiyor; çünkü bunlar enerji geçişini gerçekleştirmenin en hızlı ve en güvenli yolları. Aslında zaten yenilenebilir enerji çağına çoktan girmiş bulunuyoruz. AB'nin elektrik enerjisi dağılımında yenilenebilir enerji kaynakları halihazırda nükleer enerjiyi geride bırakmış durumda.

Açık havalarda doğuda Çek nükleer santrali Dukovany'yi ve batıda Temelin nükleer santralini görebiliyorum. Yüksek riskli reaktörler arasında sıkışıp kalmak bunaltıcı bir duygu çünkü radyasyon sınırı tanımaz. Güneydeki Slovenya Krško enerji santrali de aynı şekilde.

İşte tam da bu yüzden Avrupa'da ve Avusturya gibi nükleerden arındırılmış bir ülkede nükleer santrallerin olmadığı bir gelecek için çalışmak çok önemli.

## Martin Litschauer

Avusturya Parlamentosu Üyesi ve Nükleer Karşıtı Sözcü



# Önsöz

Dagmar Tutschek yazdı





Sigorta şirketleri 2021'i yüzyılın en kötü felaket yılı olarak ilan etti. Bu "kilit on yıla" muhtemelen iklim krizi ve biyoçeşitlilik-iğin büyük ölçüde kaybedilmesi ve hükümetlerin, özel sektörün ve toplumun köklü değişiklikler gerçekleştirme konusundaki ortak kararlılığı hakim olacaktır.

Rusya'nın 2022'de Ukrayna'yı işgali, uğursuz bir kapı açarak çok yönlü bağımlılıkların yeni bir boyutunu ortaya çıkardı. Savaş bölgesindeki insanların çektiği tarifsiz acıların yanı sıra, fosil yakıtlara olan inatçı bağlılığın hala amansız sonuçları var. Fiyatlar dünya çapında patlamakta, Avrupa'daki savaş hem küresel bir enerji arzı krizine hem de bir gıda güvenliği krizine dönüşmektedir.

Tüm bunlar 2010'dan bu yana artan siyasi ve ekonomik dalgalanmaların gölgesinde gerçekleşiyor. Emtia fiyatları ve tüketim, aynı şekilde enerji fiyatları, acilen ihtiyaç duyulan yeşil geçişin kısmi bir sonucu olarak pandemi sırasında yükselmiştir. Koronavirüsün toplumun sosyal dokusu üzerinde zaten ciddi etkileri olmuştu, ancak bunlar bu broşürün yazıldığı sırada içinde bulunduğumuz durumla karşılaştırıldığında sadece bir başlangıç oldu.

Artık geri kalmış, düşük kaliteli ve yüksek riskli teknolojilerin savunucularının kendi çıkarlarını desteklemeleri daha da kolay. Zaman zaman ortaya çıkan rahatsızlığa rağmen, kömürden aşamalı çıkış süreci yolunda gidiyor gibi görünüyor. Ancak, bazı AB üye ülkelerinin

alternatiflerinin olmaması nedeniyle, nükleer enerji en son AB Taksonomi Yönetmeliğinde karbon nötr yeşil enerji olarak sınıflan-dırılmıştır. Bu yönetmelik başlangıçta ekonomik faaliyetler için bir referans çalışması ve özel yatırımcılar için sermaye sürdürülebilirliğine nasıl yatırım yapılacağı konusunda rehberlik etmek ve yeşil yıkamayı önlemeye yardımcı olmak üzere tasarlanmıştır. Temmuz 2020'de yürürlüğe girerek, 2021'de İklim Değişikliğinin Azaltılması ve Adaptasyonuna ilişkin ilk Yetkilendirilmiş Yasa ile tamamlandı.

Dolayısıyla, nükleer enerjinin şu anda yeşil olarak gösterilmesi, asıl hedefle taban tabana zıttır. Nihai amaç, finans sektörü tarafından AB Taksonomisi kapsamında ekolojik açıdan sürdürülebilir finansal ürünler biçiminde pazarlanabilecek yatırım fonlarına yönelik potansiyel olarak kazançlı girişlere odaklanmaktır. Bu eğilim bazı finans çevrelerinde de sorunlu olarak görülmektedir. Avrupa'daki savaş ve nükleer silah cephaneliğinin genişletilmesiyle yadsınamaz bağlantı, bu utanç verici madalyonun diğer yüzüdür.

Krizler, basit çözümlere duyulan özlemi büyük ölçüde yoğunlaştırır. Nükleer enerji şu anda pek çok kişi tarafından kötünün iyisi olarak algılanıyor. Bu durum aynı zamanda, yeni teknolojilerin ilerlemesine inancı tam olduğu için, gelişen teknoloji ile nükleer atıkların bertarafı gibi daha önce çözülmemiş sorunların çözülebileceğine inanan yeni bir neslin geleceğini de etkiliyor.

Ancak bu sadece farklı görüşler ve nesiller meselesi değil araştırmalar aynı zamanda farklı uzman görüşleri de sunmakta. Bu broşür, "yeşil" nükleer enerji hakkındaki başlıca on yanlış kanının eleőtirel bir analizini sunmak - tadır. Avusturya Parlamentosu Üyesi ve Avusturya Yeşiller Partisi Nükleer Karőtı Sözcüsü Martin Litschauer ve Avusturya Federal Çevre Ajansı Uzman Yardımcısı Maria Niedertscheider ile yakın iş birliği içinde hazırlanmıştır. Avrupa'da geniş çaplı bir tartıőmaya rehberlik etmesi ve güya bir köprü teknolojisini olan nükleer enerjiye ilişkin anlatının kısa bir özeti olması amacıyla hazırlan mıőtır.

### **Dagmar Tutschek**

FREDA.AT, GEF.EU Baőkanı (09/2022 tarihine kadar),  
Eş Baőkan





# Doğru bildiğimiz 10 yanlış



# Yanlış 1: Nükleersiz enerji geçışı olmaz



## Elektriğe ihtiyacımız var, çok fazla elektriğe.

Ve gelecekte daha da fazlasına ihtiyacımız olacak. Nükleer enerji olmadan enerji geçışı başarılı olamaz. Güneş ve rüzgar yeterli olmayacak. Üstelik, güneş her zaman ışıldamaz ve rüzgar her zaman esmez. Nükleer enerji ise hızlı bir şekilde ve hava koşullarından bağımsız olarak kullanılabilir.

Evet, fosilden aşamalı çıkış muazzam miktarlarda elektrik enerjisi gerektiriyor ve karbon nötrlüğüne geçişin hızla gerçekleşmesi gerekiyor. AB'de 2050 yılına, Avusturya'da ise 2040 yılına kadar bunu başarmak istiyoruz. Fazla zaman kalmadı. Bu bile tek başına nükleere karşı bir argümandır. Neden?

## 1) Yeterli değil.

Şu anda dünya çapında 33 ülke 411 nükleer enerji santrali (NGS) işletmektedir (1 Temmuz 2022 itibarıyla). Bunlar dünya elektriğinin sadece %10'unu ve dolayısıyla dünya enerji ihtiyacının %2'sinden daha azını üretmektedir.<sup>1</sup>

## 2) Çok yavaş.

Avrupa'da bir nükleer enerji santrali inşa etmek en az on yıl sürmektedir. İzin prosedürleri için gereken ek seneler de göz önüne alındığında, nükleer enerjinin iklim değişikliğinin azaltılması için çok yavaş kaldığı aşikar. Mevcut nükleer enerji üretim seviyelerini korumak için bile 2030 yılına kadar her ay yeni bir reaktörün devreye girmesi gerekecektir. Bu mümkün değil. Aksine, 2021 yılında sadece altı reaktör devreye girmiş ve sekizi kapatılmıştır.<sup>1</sup>

## 3) Fazla güvenilmez.

Nükleer enerji santralleri hava koşullarına oldukça bağımlıdır, çünkü nükleer enerji santrallerinin suyla soğutulması gerekmektedir. Bu, özellikle nehirlerin az su taşıdığı kış ve yaz aylarındaki en yoğun dönemlerde büyük bir sorun teşkil etmektedir. Yaz aylarında nehirler bazen o kadar ısınır ki nükleer enerji santrallerinin kapatılması gerekir. Bu nedenle, acil enerji ihtiyacı olduğunda, nükleer enerji santralleri durma noktasına gelmektedir.

Eski nükleer reaktörler de giderek daha fazla bakım gerektirmekte ve giderek daha az güvenilir olmaktadır. 2021-22 kışında, aşınma sorunları Fransa reaktörlerinin neredeyse yarısını kapattı. Bunu, son yıllarda yaşanan en yoğun durgunluk dönemi ve korkunç elektrik fiyatları takip etti. Öte yandan, güneş ve rüzgar mevsimsel olarak birbirini kusursuz bir şekilde tamamlar.

#### 4) Hiç Esnek Değil.

Nükleer enerji santralleri bir düğmeye basılarak hızla kapatılmaz ve gerektiğinde hızla yeniden çalıştırılmaz. Her iki süreç de zaman almaktadır. Bu da nükleer enerji santrallerinin yedek güç kaynağı olma özelliğini ortadan kaldırmaktadır. Esasen bunlar temel yükleri karşılamak üzere tek tip kapasite için tasarlanmıştır. Ancak kapasitenin azaltılması üretim maliyetlerini artırmaktadır.

Avusturya, enerji geçişinin nükleer enerji olmadan da gerçekleşebileceğine bir örnektir. 1978 yılında Avusturya, Zwentendorf'ta bir nükleer enerji santrali inşa edilmesini reddetmiştir.

Nükleer enerjinin çoktan modasının geçmesi ve hizmet dışı bırakılmış olması gerekirdi.

Bununla birlikte Avusturya, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektriğin 2030 yılına kadar %100'e çıkarılmasını sağlamak adına Yenilenebilir Enerji Genişletme Yasasını (Erneuerbaren Ausbau Gesetz, EAG) kabul etti. Yenilikçi teknolojiler daha iyi erişilebilirlik ve daha ucuz üretim sağlar.

Yenilenebilir enerji hiç olmadığı kadar ucuz. 2030 yılına kadar, sadece güneş, rüzgar, su ve biyokütle kullanarak Zwentendorf'un en iyi günlerinde sağlayabileceği elektrik miktarının sekiz katını üretebileceğiz.<sup>3</sup>

Şu çok açık: nükleer, enerji geçişini engelliyor. Bugün nükleer enerji için harcanan her kuruş, şu çok açık: nükleer, enerji geçişini engelliyor. Bugün nükleer enerji için harcanan her kuruş, daha ucuz, çevre dostu ve güvenli enerji kaynaklarının geliştirilmesinde boşa harcanacaktır. Bu durum özellikle nükleer araştırmalara geniş imtiyazlar tanıyan Avrupa Birliği için geçerli; 2014-2020 yılları arasında bu amaçla toplam 5.8 milyar Euro

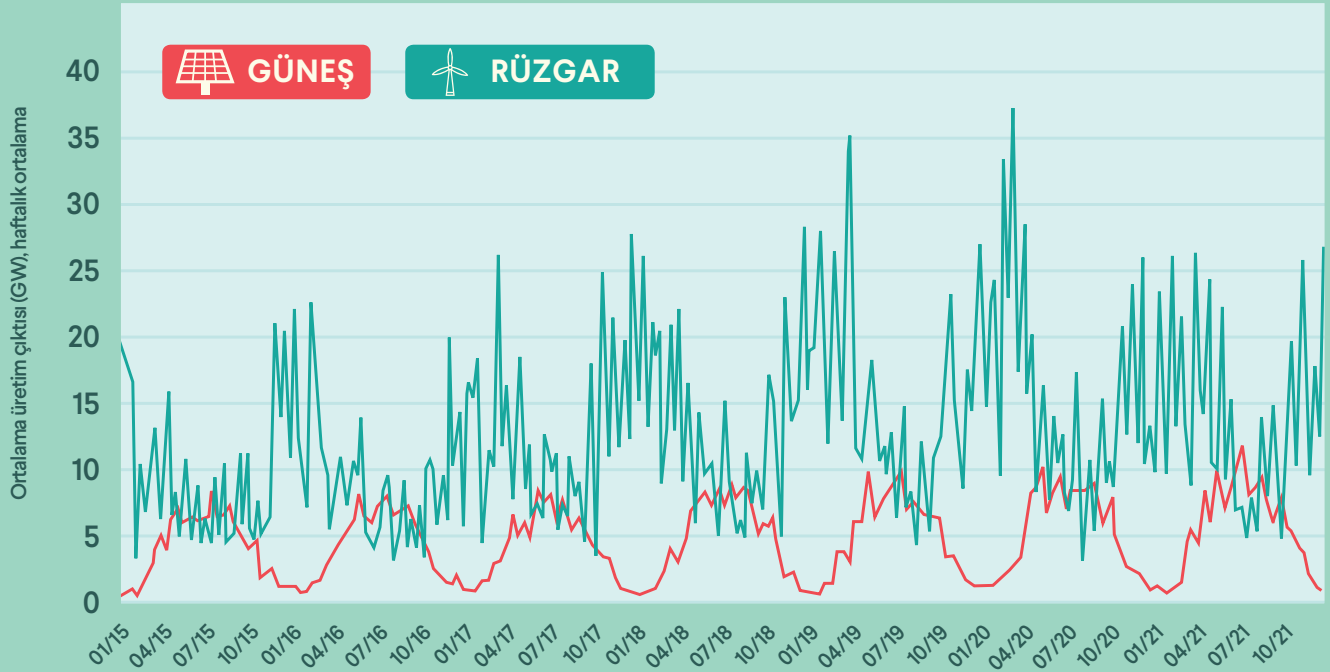
harcanmıştır. Bu miktar, elektrik şebekeleri, depolama, verimlilik ve enerji tasarruf tedbirleri gibi enerji sektörünün diğer tüm alanları için harcanan miktarla

aşağı yukarı aynıdır<sup>4</sup>. Nükleer enerji araştırmalarına ayrılan fonların en büyük kısmı, gerçekleşme şansı neredeyse hiç olmayan ve iklim değişikliğinin azaltılmasına kesinlikle katkıda bulunmayacak ITER nükleer füzyon projesine aktarılmaktadır.

Aynı para verimlilik ve enerji tasarrufunu teşvik etmek ve araştırma yapmak için kullanılsa, enerji geçişini elde etmeye çok daha yaklaşmış olurduk.



# ALMANYA + AVUSTURYA İÇİN ORTALAMA HAFTALIK ÜRETİM ÇIKTISI



Kaynak: Almanya ve Avusturya için veriler; Entso-Eye dayalı Österreichische Energieagentur (Avusturya Enerji Ajansı) (<https://www.entsoe.eu>)

## Yanlış 2: Yeni teknolojiler eski sorunları çözer

### Bill Gates Reaktörü çalışmaya hazır.

Biz ise eski önyargılar yüzünden nükleer geçiş sürecinde mışıl mışıl uyuyoruz. Toryum yakıt olarak nükleer atık oluşturmaz, sıvı tuz soğutması nükleer felaketleri imkansız hale getirir ve hızlı üretken reaktörler kendi yakıtlarını kendileri üretir. Herkes için ucuz, temiz elektrik.



IV. Nesil denilen reaktörlerin vaatleri etkileyici. Peki ticari kullanıma hazırılar mı? Bugünlerde güçlü bir şekilde tanıtılmakta olan üç yenilik hakkında kısa bir teyit yapalım.

### Erimiş tuz reaktörü

Erimiş tuz reaktörlerinde (ETR) soğutma için su yerine erimiş tuz kullanılır. Bu da reaktörleri daha güvenli ve daha verimli hale getirmektedir.<sup>5</sup> 2008 yılında Bill Gates bu amaçla özel bir şirket kurmuştur: TerraPower.

ETR'ler ABD'nin nükleer atık dağlarını yakıtla dönüştürebilir ve çekirdek erimelerini fiilen ortadan kalkabilir. Verilen vaat budur. Bugüne kadar projeye yüz milyonlarca vergilerden gelen fon yatırıldı, ancak ortada hala çalışan bir ET reaktörü yok. Öko-Institut Darmstadt, erimiş tuz teknolojisinin mevcut durumunu araştırdı. Sonuç: Bu fikir 1940'larda ABD ordusu tarafından uçak motorları için test edilmişti, ancak bugüne kadar elektrik üretimi için henüz başarılı olamadı. İlk ticari prototipin 2060 yılından önce üretilmesi beklenmiyor. Bill Gates o zaman 105 yaşında olacak ve Florida Palm Beach'teki lüks kışlık evi de Bangladeş'in yarısı gibi denizin altında kalacak; çünkü iklim krizi beklemez.

### Toryum yakıtı

Yakıt olarak uranyumun yerine toryum. Çeşitli toryum lobi grupları nükleer atık içermeyen ve güvenli toryum reaktörü masalını yaygınlaştırmaktadır.

Arka plan: Toryum yer kabuğunda uranyumdan dört kat daha fazla bulunur ve nükleer silah yapımı için uygun olmadığı iddia edilir. Ancak pek çok kişinin bilmediği şey, bu fikrin nükleer sektörü kadar eski olduğudur. Güvenlik sorunları, artan maliyetler ve teknik zorluklar 1950'lerden 1980'lere kadar süren girişimleri sekteye uğrattı. Uzmanlar toryumun uranyumdan daha güvenli, daha temiz ya da daha ucuz olduğu konusunda şüphe duymaktadır. 1950'lere geri dönmek bizi iklim krizi konusunda hiçbir yere götürmeyecektir.



## Hızlı üretken reaktörler

Nükleer çağın başlangıcında uranyum rezervlerinin çok düşük olduğu varsayılıyordu. Bu da kendi yakıtlarını üretmek için yüksek hızlı nötronlar kullanan hızlı üretken reaktörler konseptini ortaya çıkarmıştır. Pratik yan fayda: Tüketilmiş yakıt çubukları bu amaçla yeniden kullanılabilir. Ancak, bugüne kadar işletilen 20 üretken reaktörden sadece Rus BN-800 bugüne kadar çalışır durumda kalmıştır. AB standartları kapsamında onaylanması pek de olası değildir. Benzer reaktörler, büyük yangınlar ve artan maliyetler nedeniyle tekrar kapatılmak zorunda kaldı. Bazı ülkeler de hızlı üretken reaktörlerin inşasına açıkça karşı çıkmaktadır. Hızlı bir şekilde dönüştürülebilir bu maddeler büyük miktarlarda silah kalitesinde plütonyum üretmekte ve dünya barışı için nükleer bir tehdit oluşturmaktadır.<sup>6</sup>

## Sonuç

IV. nesil konseptler eski olup onlarca yıldır ilerleme kaydetmemiştir. Çözumsuz teknik sorunlar ve dehşet verici derecede yüksek elektrik fiyatları bugüne kadar ticari kullanımlarını engellemiştir. Pahalı elektrik üreten ve son derece güvenilir olmayan yeni reaktörlere kimin ihtiyacı olabilir ki?

Önümüzdeki yıllarda güvenlik ve ekonomik verimlilik açısından ezber bozan bir gelişme beklenmemektedir.



## Yanılış 3: Küçük, güvenli ve neredeyse bedava- Küçük modüler reaktörler dünyanın her bölgesinde tedarik sağlayabilir



**Çok sayıda ve çok ucuza** üretilen küçük reaktörler dünyanın en ücra köşelerine elektrik, hidrojen ve ısı götürüyor. Az yakıt kullandıkları için günümüz reaktörlerine kıyasla daha güvenliler.

Şimdiye kadar faaliyete geçirilen tek küçük modüler reaktör Doğu Sibirya Denizi'nde yüzmektedir. "Akademik Lomonossov" reaktörü Rusya'nın Pevek kentine elektrik sağlamak ve muhtemelen türünün son örneği olarak kalmaya devam edecek. İnşaatı 10 yıldan fazla sürdü ve muazzam elektrik maliyetleri büyük reaktörlerinkini bile gölgede bıraktı. Yakıt olarak uranyum kullanılmakta ve su ile soğutulmaktadır.

Gerçek teknolojik ve ekonomik atılımlar daha farklıdır.

Dünya çapında 50'den fazla farklı KMR konsepti üzerinde çalışılmakta olup, bunlardan bazıları sözde "yeni teknolojilerle" aynı sorunlarla mücadele etmektedir (bkz. Bölüm 2). Tek ortak noktaları, maksimum 300 megavatlık düşük çıktılarınıdır. Ökoinstitut Darmstadt'tan uzmanlar yeni KMR'leri zaman, maliyet ve güvenlik açısından şöyle değerlendiriyor:<sup>7</sup>

### Zaman

Ucuz ve güvenli KMR'ler sadece kağıt üzerinde bulunmaktadır ve kağıt sabırlıdır. İlk prototip üretilse bile, izin başvurularının işleme alınması yıllar sürecektir. Bilim insanlarına göre yaygın kullanımı bir hayalden ibaret.

Bu arada, OECD Nükleer Enerji Ajansı (NEA) Genel Müdürü William Magwood gibi nükleer enerjinin önde gelen isimleri bile bu şaşalı açıklamalara şüpheyle yaklaşıyor: "Eğer bu teknolojiler yaklaşık on yıl içinde piyasaya sürülmezse, enerji geçişi konusunda artık bir anlam ifade etmeyebilirler."

### Maliyetler

İddia, büyük miktarlar ve modüler yapının üretim maliyetlerini düşürmeye yardımcı olduğu yönünde. Gerçekte ise ölçek ekonomileri ancak 3.000 reaktörden sonra etkin hale gelecektir. Bu eşiğe ulaşılan kadar, daha fazla zarar verme eğiliminde olacaklar, çünkü çıktıya göre KMR'ler daha fazla inşaat malzemesi ve enerji tüketir, daha fazla yakıtı ihtiyaç duyar ve çok daha fazla nükleer atık meydana getirir.<sup>8</sup>

Gelişmeler,"tavuk mu yumurtadan çıkar yumurta mı tavuktan" ikileminde sıkışıp kalmıştır. Yüksek maliyet talebi kısıtlar ve talep olmadan seri üretim yapılamaz.

## Güvenlik

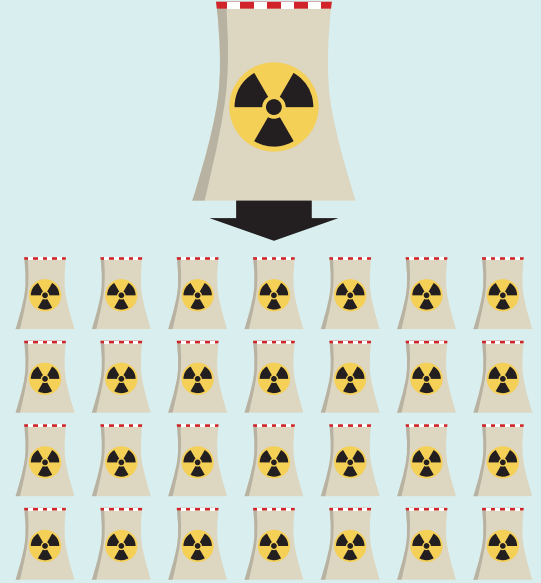
Bir mini reaktör doğal olarak daha az parçalanabilir malzeme içerir. Dünyanın dört bir yanındaki binlerce mini reaktör bu hacim temelli argümanı saçmalaştırana kadar tekrarlamaktadır. Böyle bir reaktör teröristlerin silah kalitesinde malzeme elde edebilmeleri için sınırsız olanak sunar. Öngörülebilir gelecekte nükleer silah yayılmasına neden olmayacak KMR'ler mümkün görünmüyor. Özellikle Fransa, ABD, Hindistan ve Rusya gibi nükleer güçlerin KMR'ler için yoğun lobi faaliyetleri yürütmesi muhtemelen tesadüf değil. Sivil nükleer sanayi, savunma sanayine yakıt, uzmanlık bilgisi ve iş gücü sağlamaktadır.<sup>9</sup>

Bu yüzden, SMR'lere iklim dostu etiketi vermek küresel nükleer barışa zarar verecektir.

## Darmstadt uzmanlarının vardığı sonuç

"Tartışılan teknolojilerin hiçbiri şu anda piyasada mevcut değil ve öngörülebilir bir gelecekte de olmayacaklar. Üstelik geçtiğimiz yüzyılın 1950'li ve 1960'lı yıllarında nükleer reaktörler için verilen vaatlere benzer vaatlerle pazarlanıyorlar." (bkz. Son not 7)

**Günümüzde yaygın kullanımda olan bir basınçlı su reaktörünün yerine 28 KMR'ye ihtiyaç vardır. Bugün kullanımda olan filonun tamamını karşılaması için binlercesi gerekir.**



Günümüzün standart basınçlı su reaktörlerinin kapasitesi (1000 megawatt) ile "Akademik Lomonosov" reaktörünün kapasitesi (Haziran 2022 itibarıyla faaliyette olan dünyanın tek KMR'si, 35 megawatt) karşılaştırıldığında.

## Yanılış 4: Nükleer ucuzdur



**Enerji geçişi** pahalıya mal olacak. Ucuz nükleerden şu an vazgeçmek delilik.

Ucuz nükleer her zaman bir masal olmuştur. İnaşaat maaliyetleri milyarlaraya varırken; bakım, nükleer atıkların ara ve nihai depolanması nükleer enerjiyi günümüzün en pahalı elektrik türü haline getirmektedir. Son 10 yılda güneş ve rüzgar enerjisi %90 daha ucuz hale gelirken, nükleer enerji maliyetleri istikrarlı bir şekilde artmıştır. Nükleer enerji üretimi şu anda fotovoltaik ve rüzgar enerjisinden yaklaşık dört kat daha pahalı.

Bir zamanlar nükleer reaktörlerin Avrupa'nın elektrik üretiminde devrim yaratması beklenirken, şimdilerde can çekişen bir endüstrinin sembolü haline geldiler: Avrupa Fransız basınçlı reaktörlerinin üç yeni reaktör projesi.<sup>10</sup>

### Örnek: Hinkleypoint C (Birleşik Krallık)

Öngörülen maliyetler: 20 milyar Euro. Gerçek maliyetler: 30 milyar Euro (Mayıs 2022).

Bu, kurulu kapasitede kilovat başına yatırım maliyetleri için yaklaşık 9.000 Euro eder. Fraunhofer Enstitüsü, karadaki rüzgar türbinleri için kW başına 1.500 ila 2.000 Euro hesaplamaktadır. Büyük ölçekli fotovoltaik sistemler daha bile ucuzdur. Ayrıca, Hinkleypoint C'nin tamamlanması tam on yıl ertelenmiştir.

### Örnek: Flamanville (Fransa)

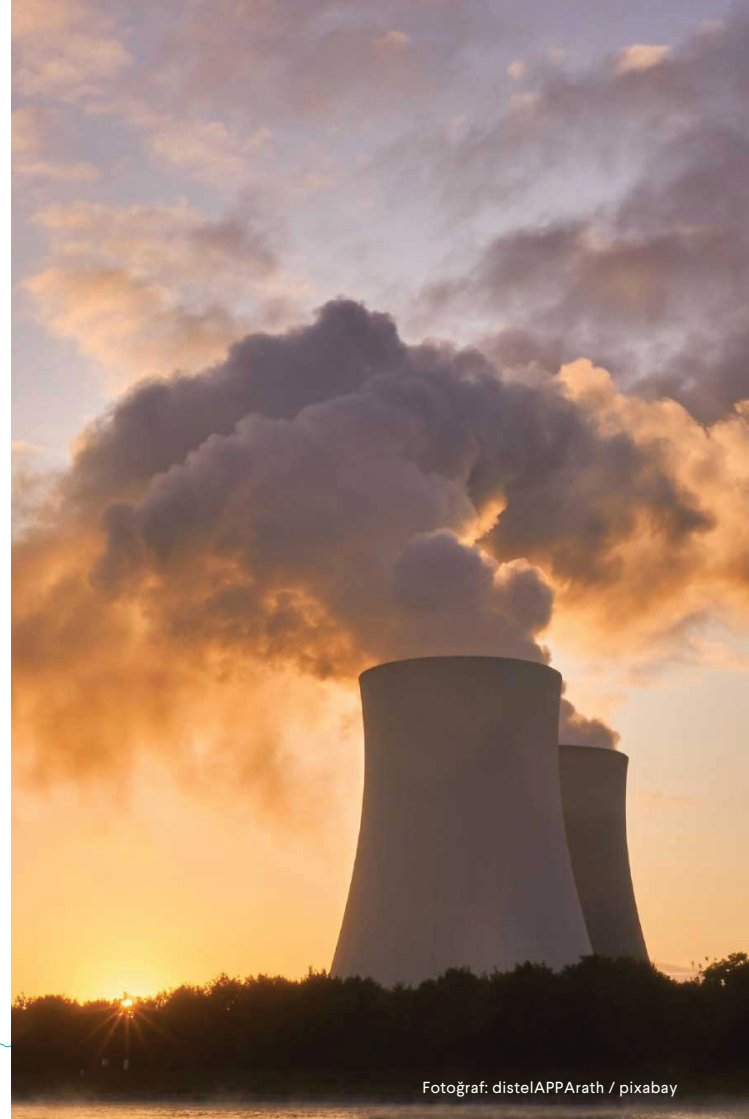
Plan: Fransız nükleer enerji santrali Flamanville sahasında "Avrupa Basınçlı Su Reaktörü" (EPR). 3,2 milyar Euro sabit fiyat; inşaat süresi altı yıl (2006- 2012). Mevcut durum (2022 itibariyle): Tamamlanma tarihi en erken 2024, yaklaşık 12,4 milyar Euro (üretici EDF) ila 19 milyar Euro (Fransız Sayıştay) arasında maliyet. Olası bir uçak kazasına karşı teknik koruma eklendiğinde maliyet yaklaşık 30 milyar Euro'ya çıkacaktır.

### Örnek: Olkiluoto (Finlandiya)

Plan: inşaat süresi dört yıl (2005-2009), maliyet 3 milyar Euro. Mevcut durum: inşaat süresi 2005'ten 2021'e uzamıştır. Maliyeti en az 8,5 Milyar Euro. Ocak 2022'deki ilk deneme çalıştırmasının hemen ardından reaktör defalarca kapatılmak zorunda kalmıştır.<sup>11</sup> 2015 yılında Fransız hükümeti müteahhit şirket AREVA'yı 7,5 milyar Euro'luk bir finansmanla kurtarmak zorunda kalmıştır. İsviçreli kuruluş Energiestiftung SES oldukça sade bir dille şöyle diyor: "Hükümetin ardı kesilmeyen devasa yardımları olmasa, Fransa'nın nükleer endüstrisi çoktan iflas etmiş olurdu."

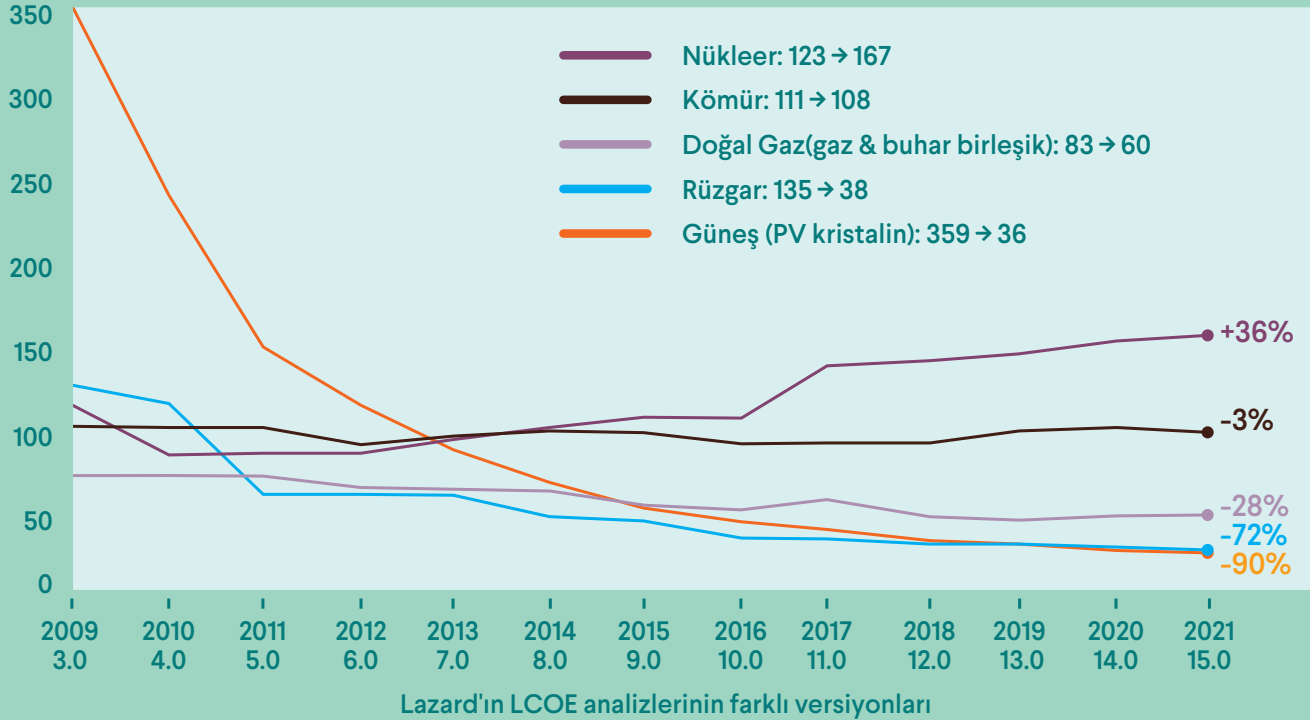
Sıfırdan bir tesis inşa etmekten çok daha pahalı olan bir diğer şey de mevcut bir tesisin ömrünü uzatmaktır. Fransa'nın mevcut elektrik üretim seviyelerini koruyabilmesi için 2030 yılına kadar eskimiş nükleer enerji santrallerine tam 100 milyar Euro yatırım yapılması gerekecektir.<sup>12</sup> 43 milyar Euro borcu olan yarı devlet enerji şirketi EDF'nin bunu nasıl yapacağı ise oldukça şüphelidir. Sonuç: Nükleer enerji para kazandırmıyor. Devlet teşvikleriyle ayakta duran ve tamamen kamu fonlarına bağımlı bir sektör.<sup>13</sup> Büyük kredi derecelendirme kuruluşları ve yatırım fonları da bunu uzun zamandır kabul etmektedir. Örneğin Standard and Poor's, Avrupa ya da Amerika Birleşik Devletleri'nde nükleer yatırımların bir manası olmadığını düşünüyor. Teslim süreleri çok uzun, yeni reaktörlerin inşası çok pahalı, modern yenilenebilir enerjiler ise çok ucuz.<sup>14</sup> Küresel yatırımcılar tek başına 2020 kriz yılında yenilenebilir enerjilere nükleer enerjinin on yedi katı kadar para yatırdı.<sup>15</sup>

Devreden çıkarılan reaktörlerin tasfiyesi ve nükleer atıkların nihai depolanması hesaplamaya dahil edilmemiştir. Örneğin Demokratik Alman Cumhuriyeti'nin (DDR) Greifswald - Lubmin nükleer enerji santrali: DDR'ye 16 yıl boyunca elektrik sağladı, ancak santralin tasfiye çalışmaları 30 yıldır devam ediyor ve şimdilik sona erecek gibi de görünmüyor. Halı hazırda 6,6 milyar Euro harcandı ve bu miktar artma eğiliminde. Alman nükleer santral işletmecilerinin tasfiye fonunda tüm Alman nükleer santralleri için yalnızca 24 milyar Euro bulunmaktadır. Gelecek nesiller bunun faturasını uzun bir süre daha ödeyeceklerdir.<sup>16</sup>



# 2009'DAN 2021'E ENERJİ MALİYETLERİ

ABD\$/megawatt saat cinsinden ortalama üretim maliyetleri\*



\* Lazard'ın 2009 LCOE analizinden bu yana ortalama düşüğe karşılık gelmektedir (sürüm 3.0)

© WNIISR - MYCLE SCHNEIDER CONSULTING

## Yanlış 5: Nükleer karbon nötrdür



**Nükleerin CO2 ayakizi** sıfırdır; fosil yakıtlardan acil çıkış olarak iş görebilir

Enerji geçişi çok fazla elektriğe ihtiyaç duymakta olup nükleer enerji bu ihtiyacı karşılamak için uygunsuz bir öneridir. Bir kilo zenginleştirilmiş uranyum, üç milyon kilo taş kömürüne eş miktarda ısı üretmektedir.<sup>17</sup> Radyoaktif bozunma ısısı da tamamen karbonsuzdur ancak bu ısıyı elektrik şebekelerine getirmek son derece karbon yoğun bir işlemdir. Tıpkı nükleer enerji santrallerinin işletilmesi, tasfiyesi ve son depolanması gibi. Somut rakamlarla ifade etmek gerekirse: bir kilovat saatlik nükleer enerji yaklaşık 104 gram karbon emisyonuna yol açmaktadır. Bu, rüzgar enerjisi veya fotovoltaiik ile açığa çıkan miktardan önemli ölçüde daha fazladır.<sup>18</sup> Cevherin içeriği azaldıkça denge daha da kötüleşmektedir. Uranyum talebi hızla artmaya devam ederse, birkaç yıl içinde kilovat saat başına 500 grama varan karbon emisyonuyla baş etmek zorunda kalacağız.<sup>19</sup>

Peki bu geniş karbon emisyon aralığı neden kaynaklanıyor? Nükleer endüstrinin ana yakıtı olan uranyum, madenden çıkarılan ve daha sonra işlenen ve yenilenemeyen bir hammaddedir. CO2 dengesi, ilgili cevherin uranyum içeriğine bağlıdır. Düşük uranyum içeriğine sahip cevherler kullanıldığında ise denge bozulmaktadır. Bu durum giderek daha sık yaşanmaktadır çünkü yüksek verimli yataklar tükenmiştir. Bu nedenle çıkarma işlemi giderek daha maliyetli ve çevreye zararlı hale gelmektedir. Sadece bu nedenle bile, nükleer enerjinin büyük ölçüde yaygınlaştırılması Dünya'nın karbon emisyonu dengesine bir katkı sağlayamayacaktır.

Halihazırda 10.000 ton uranyum cevherinden ortalama sadece yedi ton parçalanabilir uranyum - 135 çıkarılabilmektedir. Tüm bunların sonucunda devasa radyoaktif maden kuyuları ve muazzam bir kirlilik ortaya çıkar.

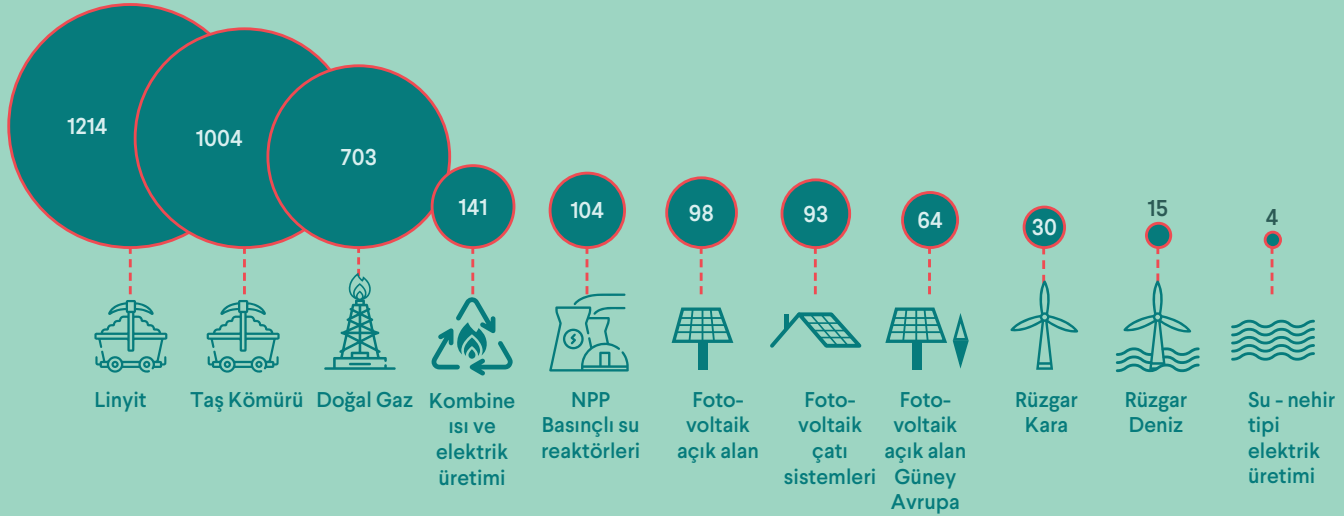
ABD'de bu büyük ölçüde kirlenmiş alanlara " Ulusal Kurban Edilmiş Alanlar" adı veriliyor. Bu santraller çoğunlukla yerlilerin topraklarında bulunmakta ve nüfusun sağlığını tehlikeye atmakta.<sup>20</sup> Bununla beraber, nükleer enerjinin karbon ayak izine ilişkin en yüksek tahminler bile yetersiz kalabilir, çünkü ortada büyük bir belirsizlik var.

Dünya genelinde 390.000 ton nükleer atık, jeolojik depoların işler hale gelmesini beklemektedir. Depoların bir milyon yıl boyunca sızdırmaz olması gerektiği için inşaatları büyük miktarlarda emisyon içerecektir.

# ELEKTRİĞİN İKLİM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Kilowatt saat başına gram cinsinden çeşitli enerji kaynaklarının karbon emisyonları

Okö-Institut, "URANATLAS" için kullandığımız elektriğin iklim emisyonlarını hesaplamıştır (ecoinvent 3.5'e göre)





## Yanlış 6: Nükleer Güvenilirdir



**Çernobil ve Fukuşima** her gün olmuyor. Bırakın kömürü, güneş ve rüzgar enerjisi bile nükleer enerjiden daha fazla can aldı.

İnternette nükleer enerjinin güvenliğine ilişkin endişe verici rakamlar her geçen gün daha sık yayınlanıyor. Örneğin, 1986 yılında Çernobil'de meydana gelen nükleer felaketin sadece 60 cana mal olduğu söylenmektedir.<sup>21</sup> Bunlar sadece kaza yerinde doğrudan radyasyon sonucu ölen insanlardır. Gerçekçi tahminlere göre 2005 yılına kadar "tasfiyeciler" olarak tabir edilen 125.000 kadar temizlik işçisi ölmüştür. Hatta bazı hesaplamalara göre ölü sayısı dünya çapında yaklaşık 500.000'dir.<sup>22</sup>

Çernobil'den Avrupa'nın büyük bir bölümüne yayılan radyoaktif bulut hala can alıyor. İnsanlar hala gecikmiş etkilerden dolayı ölüyor. Yaklaşık 1.000 km uzaklıktaki Avusturya'da, Çernobil felaketi nedeniyle 1990'lardan bu yana tümör ve kanser vakaları önemli ölçüde artmıştır.<sup>23</sup> Felaketten 35 yıldan fazla bir süre sonra, her on iki yerli Cantharellus cibarius mantarından biri radyoaktif sezyum-137 sınırlarını önemli ölçüde geçmektedir.<sup>24</sup>

2011 yılına kadar nükleer lobisi, Çernobil'deki gibi nükleer kazaları neredeyse tamamen ortadan kaldıran üstün Batı teknolojisine işaret etmekten hoşlanıyordu. Ancak daha sonra Fukuşima nükleer santralinde meydana gelen bir deprem Japonları şaşırttı. Bölgede depremler alışılmadık değil. Ancak bu büyüklükte (9.1) bir deprem muhtemelen müteahhitler tarafından öngörülmemişti. Ardından gelen on beş metrelik tsunami dalgası ise kesinlikle tahmin edilmemişti.

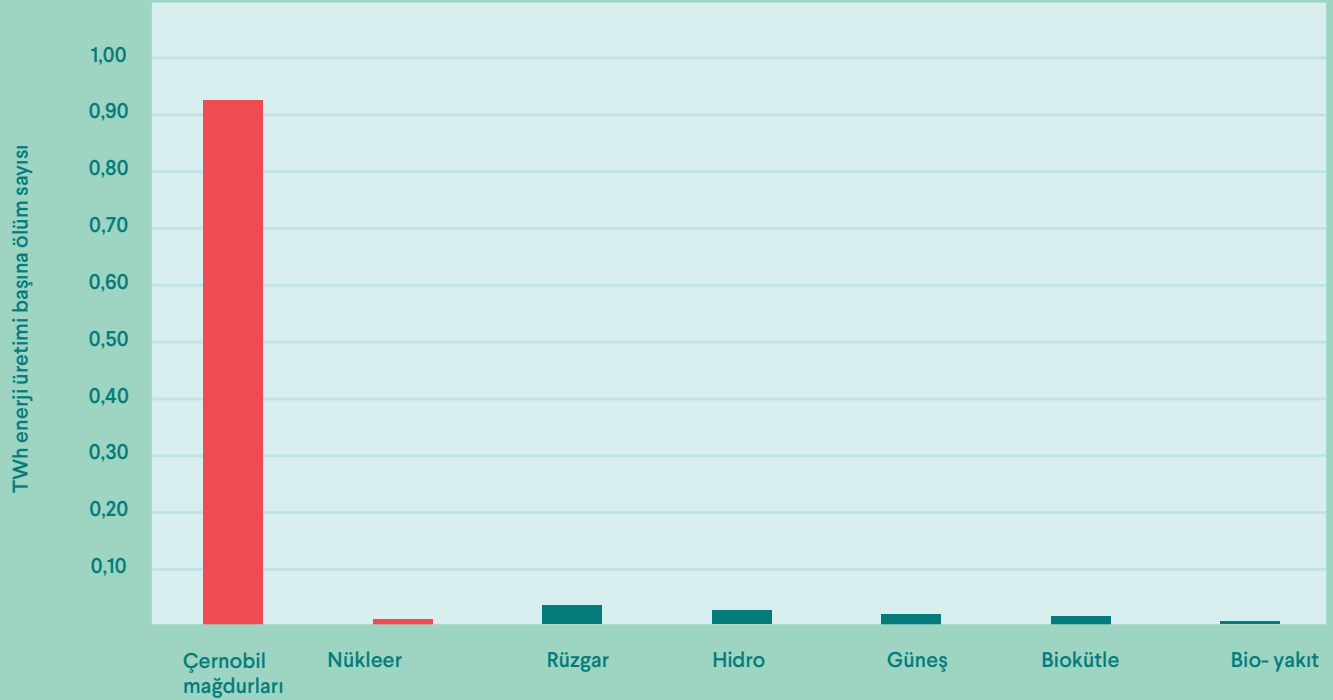
Meteoroloji ve Jeodinamik Merkez Enstitüsü şu açıklamayı yaptı: "Altı metre yüksekliğindeki tsunami koruma duvarları çok alçak tasarlanmış. Reaktör ünitelerinin ve acil durum güç jeneratörlerinin beş metre derinliğinde sular altında kalması soğutma sistemlerinin arızalanmasına neden oldu. Sadece birkaç gün içinde üç reaktör bloğu patladı ve bunun sonucunda çok sayıda reaktör erimesi ve yangın meydana geldi; ayrıca radyoaktif maddeler serbest kalarak çalışanlara ve çevredeki nüfusa bulaştı." <sup>25</sup>

Japonya bölgede, özellikle çocuklar arasında, ülke ortalamasının çok üzerinde seyreden kanser vakalarıyla herhangi bir bağlantı olduğunu bugüne kadar resmi olarak reddetmiştir. 160.000 sığınmacının üçte birinden fazlası bir daha geri dönmedi. Mağdur taraflara sağlanan destek ise mütevazı düzeyde kalmıştır. Nükleer santral işletmecisi Tepco, hükümet müdahalesiyle kurtarıldı ve şimdi 1.27 milyon ton arıtılmış suyu, yani radyoaktif kirlenmiş suyu denize boşaltmak istiyor.



Nükleer asla güvenli değildir. Çernobil ve Fukuşima olabilecek en büyük kazalardı. Daha küçük ve orta ölçekte olaylar sıklıkla meydana gelmektedir. Doğa ve sağlık için tüm olumsuz sonuçlarıyla beraber. Muhtemelen pek çok kişi 1979 yılında Three Mile Island'da meydana gelen nükleer erimeden haberdardır. Peki, Viyana'dan çok da uzak olmayan Slovakya'daki Bohunice nükleer santralinde 1977'de bir INES 4 kazası olduğundan kimin haberi var? Kısa bir süre öncesine kadar nükleer enerji santrallerinin birer savaş alanı olabileceğini kim düşünebilirdi ki? (Bkz. "Nükleer santraller bombaya dayanıklı değildir- Savaş durumunda NESler", s.56-57)

# DÜŞÜK KARBONLU ENERJİ TÜRLERİ NE KADAR TEHLİKELİ



IPPNW 2016 ve Sovacool vd. tahminlerine göre hesaplanmıştır. 2016.26

## Yanlış 7: Eski reaktörler modernize ediliyor veya kapatılıyor



**Böyle riskli bir sektörde,** kimse işini şansa bırakmaz.  
Güvenli olmayan reaktörler kapatılıyor.

Malzemede çatlaklar, güç jeneratörlerinde sorunlar... Neredeyse her hafta önümüze eski nükleer santrallerde meydana gelen olaylarla ilgili raporlar geliyor. Ortalama yaşları 31 yıla dayanmış birçok nükleer enerji santralının kapsamlı bir elden geçirmeye ihtiyacı var. Dünya genelindeki her beş reaktörden biri 41 yıldan daha eski. Reaktörler genellikle 30 ila 40 yıl boyunca çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Malzemeler her geçen faaliyet yılında daha kırılgan hale gelmekte, reaktörün radyoaktif çekirdeğini oluşturan basınçlı tankta çatlaklar oluşturmakta ve ağır ağır kazaları daha olası hale getirmektedir. Her durdurma ve yeniden başlatma, malzeme üzerinde ek baskı oluşturur.

Max Planck Enstitüsü'ne göre, olabilecek en büyük süper kazaların 10 ila 20 yıl arasında gerçekleşmesinin nedeni yaşa bağlı bozulmadır. Yani daha önce varsayılandan 200 kat daha sık.<sup>27</sup>

Çatlak bir basınç tankının acil durum soğutmasındaki sıcaklık farkına dayanamayacağı sonucuna varan çalışmalar vardır.<sup>28</sup> Avusturya Çevre Ajansı'nın (Umweltbundesamt) 900-MW serisinden toplam 32 Fransız reaktörünün işletme ömrünün 40 yıldan fazla uzatılmasına ilişkin uzman görüşü, en kapsamlı modernizasyonla bile reaktörlerin modern güvenlik standartlarına ulaşamayacağını ortaya koymaktadır. Yapılabilecek tek şey bunları kapatmaktır. Fakat bu da yeni sorunlar meydana getiriyor.

Nükleer enerji sektörü, zararların toplumsallaştırılması ve karların (devlet sübvansiyonları yardımıyla) özelleştirilmesi prensibi üzerine kuruludur.

İşletmeci şirketlerin ciddi kaza durumları ihtimaline karşı rezerv ayırmaları gerekmeyle birlikte, bu mali rezervler ihmal edilebilir düzeydedir. Örneğin Fransa'da işletmecilerin acil durumlar için 700 milyon Euro gibi mütevazı bir rakamı kenara ayırmaları gerekirken, Çek Cumhuriyeti'nde bu rakam 74 milyon Euro kadar düşüktür.

Bu rakam, Avrupa'nın ortasında meydana gelebilecek bir "olası en büyük süper kazanın" tahmini maliyeti olan 100 ila 430 milyar Euro'nun çok küçük bir kısmıdır.<sup>29</sup> İşletmeci şirketler isteseler bile kendilerini ciddi bir kazaya karşı sigortalayamazlar. Dünyadaki hiçbir sigorta şirketi bu kadar yüksek bir riski üstlenmeye hazır durumda değil.

Ayrıca, nükleer enerji şirketlerinin güvenliğe daha fazla dikkat etmeleri ve tehlike anında santralleri kapatmaları için herhangi bir teşvik de bulunmamaktadır. Fukuşima "olası en büyük süper kaza" reaktörünün işletmecisi Tepco, nükleer santrallerinde onlarca yıldır yaşanan aksaklıkları gizli tutmuş, bakım çalışmaları yetersiz kalmış ve onarım raporlarında sahtecilik yapılmıştır.<sup>30</sup> Her faaliyet yılı nükleer enerji şirketleri için yüksek getiri sağlamaktadır.

Söküm ve bertaraf milyarlarca dolara mal oluyor ve herhangi bir gelir getirmeden uzun yıllar sürebiliyor. Bu nedenle, ticari açıdan bakıldığında, nükleer santrallerin olabilecek en büyük kaza meydana gelene kadar çalışmasına izin vermek en iyisidir. Bu maliyetler daha sonra devlet tarafından karşılanmalıdır (bkz. Fukuşima).

Avusturya, 10'u yüksek riskli santral olarak sınıflandırılan 11 aktif nükleer santralle çevrilidir.





NPP	Sınır Uzaklık	Yüksek Risk Sebebi
Krško	70 km	Deprem bölgesi
Paks	180 km	Salınım muhafazası yok
Mochovce	100 km	Salınım muhafazası yok
Bohunice	60 km	Salınım muhafazası yok
Dukovany	40 km	Salınım muhafazası yok
Isar	70 km	30 yaştan yaşlı
Neckarwestheim	160 km	Deprem bölgesi
Leibstadt	110 km	30 yaştan yaşlı
Beznau	110 km	30 yaştan yaşlı
Gösgen	130 km	30 yaştan yaşlı
Temelin	65 km	Yüksek riskli bir reaktör değil, ancak Brüksel anlaşmasında çözümlenmemiş konular bulunmakta

Kaynak: <https://www.global2000.at/atomkraftwerke-um-oesterreich>

## Yanlış 8: Nükleer her zaman kullanılabilir



**Nükleer enerji santralleri** güneş açmadığında ve rüzgar esmediğinde bile çalışır. Nükleer olmadan elektrik kesintisi riskiyle karşı karşıyayız.

Nisan 2022 başında Fransız halkına elektrik tasarrufu çağrısı yapıldığında ve Carrefour süpermarket zinciri 400 mağazasının ışıklarını kısıtığında, nükleer lobisi aniden sessizliğe büründü. Nükleer bir gecede elektrik mucizesi olmaktan çıkıp ciddi bir enerji krizinin nedeni haline geldi.<sup>31</sup> O dönemde 56 nükleer reaktörden 25'i devre dışıydı, elektrik ithalatı kapasitesi neredeyse sınırdaydı ve elektrik fiyatları rekor seviyelere yükselmekteydi.<sup>32</sup>

Birçok reaktörün kritik noktalarında korozyon kaynaklı ciddi güvenlik sorunları tespit edildi ve bu sorunlar muhtemelen çoğu reaktörü etkilemekte.

Bu nedenle Fransa, diğer AB ülkeleri yenilenebilir enerji kapasitelerini hızla arttırırken, 2022 yılında eski kömür

santrallerini yeniden çalıştırmak ve yeniden elektrik ithal etmek zorunda kalacak. Nükleer enerji santralleri için 2022-2023 yılları arasındaki üretim tahminleri önemli ölçüde aşağı çekilmek zorunda kalmıştır. Bu örnek, nükleer enerjinin temel enerji kaynağı olarak kullanıldığı bir enerji tedarikinin temel sorununu ortaya koymaktadır. Güvenlik mekanizması yoktur.

Fransa'da 56 reaktörün her biri 2020 yılında ortalama 115,5 gün elektrik sağlayamamıştır.<sup>33</sup> Bu nedenle, yılın üçte birinde, çoğu tamamen beklenmedik bir şekilde meydana gelen ve genellikle birden fazla reaktörü (bir keresinde aynı anda 24'ünü birden) ilgilendiren kesintilerin telafi edilmesi gerekmiştir. Belçika'da kesinti oranı 180 gün ile daha da kötüdür, nedeni ise reaktörlerin yaşıdır.

Maksimum çalışma süresine ulaşıldığında, maliyetli ve uzun süren bakım ve modernizasyon çalışmaları zorunlu hale gelir. Avrupa'daki nükleer enerji santrallerinin büyük bir kısmı artık bu aşamadadır. Bu da başarısızlık riskini artırmaktadır.

Aynı zamanda, binlerce kilometre ötede, Kaliforniya çölünde, enerji geçişinin kilometre taşı olacak bir proje kum ve toz üzerine inşa ediliyor.<sup>34</sup> "Eland Solar & Storage Center" yakında Los Angeles metropolündeki 90.000 eve gece gündüz elektrik sağlayacak. Rüzgar ve güneş enerjisi en ucuz ve en sürdürülebilir enerji biçimleridir ve enerji geçişinin temelini oluşturacaktır.



Ayrıca bu projeler, rüzgar enerjisi ve fotovoltaiklerin birbirini iyi bir şekilde tamamladığını göstermektedir. Kışın çok daha fazla rüzgar enerjisi, yazın ise daha fazla güneş enerjisi kullanılabilir ve böylece ideal bir kombinasyon oluşur (bkz: 1 Numaralı Yanlış).

Yeni pil depolama teknolojileri ve yeşil hidrojen yakında açıkların kapatılmasına yardımcı olacaktır. Pompalı hidroelektrik santraller özellikle Avusturya'da bu işlevi zaten yerine getirmektedir.

Nükleer endüstri, her zaman kullanılabilir nükleer enerjiden bahsetmeye devam ediyor. Bu bahsetmeler, defalarca tekrarlanan elektrik kesintisi uyarılarını içermektedir. Ancak piyasalar ve yatırımcılar şimdiden bir adım öndeler ve enerji üretimindeki boşlukları doldurabilecek modern depolama teknolojileriyle birlikte güneş, rüzgar ve jeotermal enerji üzerine yatırım yapıyorlar. Lityum depolama fiyatları 2010'da 1.060 Euro/MWh iken neredeyse onda birine düşmüştür (2021'de 100 Euro/MWh'in biraz altına).<sup>35</sup> Aynı zamanda uygun fiyatlı, çevre dostu sıvı pillerin geliştirilmesi de hızla ilerlemektedir.<sup>36</sup> Elektriğin geleceği yenilenebilir ve depolanabilir olacaktır.

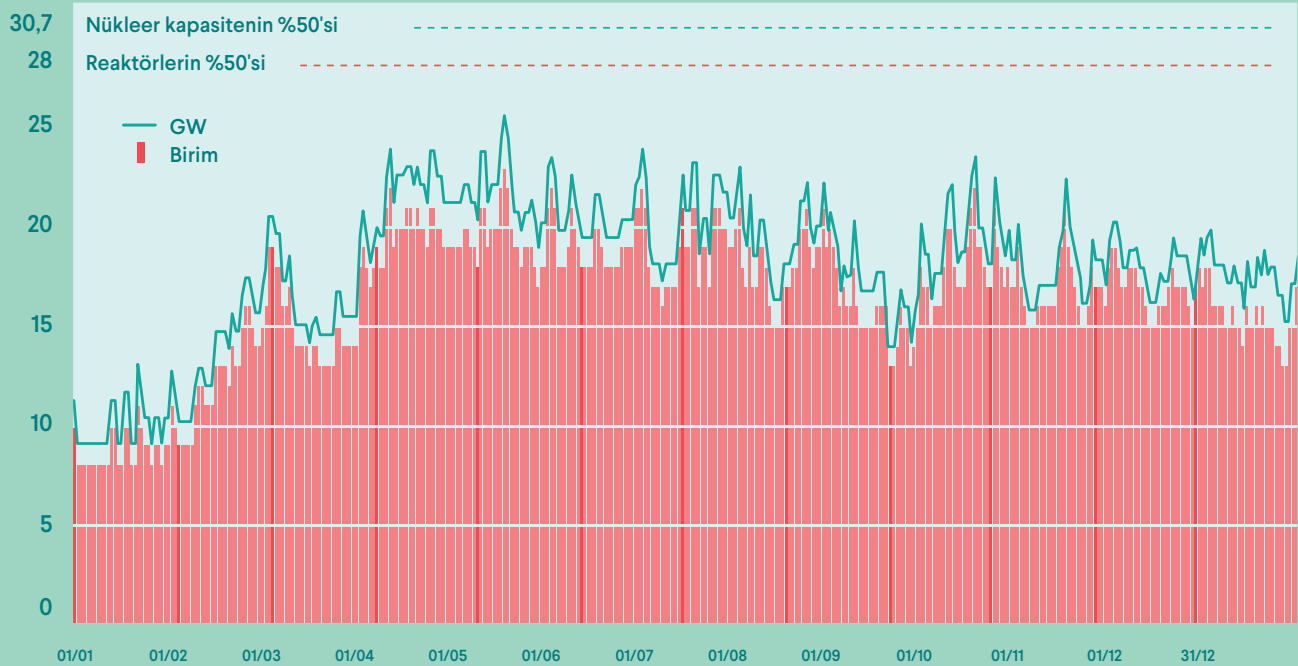


# 2021'DE FRANSA'DA REAKTÖR KESİNTİLERİ

## Enerji üretimi olmayan reaktörler.

Yılın %92'sine denk gelen 338 günde en az 10 reaktör geçici olarak elektrik üretemedi ve 58 günde veya yılın %16'sında en az 20 reaktör çalışmadı.

Maksimum rakam 22 reaktör (18,1 GW), minimum rakam ise 7 reaktör (5,5 GW) olmuştur.



Grafik © WNISR 2021 üzerine  
temellendirilmiştir.



## Yanılış 9: Füzyon reaktörleri güneşi yeryüzüne getirecek



**Nükleer Füzyon** yalnızca bir ara aşamadır. Füzyon reaktörleri sayesinde sınırsız enerjiye sıfır riskle ulaşabileceğiz.

Fikir kulağa cazip geliyor. Enerji üretmek için atomik füzyon yerine nükleer füzyonu kullanmayı başarırız, güneşi dünyaya getirmiş olacağız. Radyoaktif parçalanabilir madde olmadan sınırsız enerji. Sayısal modelde harika görünüyor. Güney Fransa'daki Cadarache nükleer araştırma merkezinde 2007 yılından bu yana dünyanın ilk füzyon reaktörü tesisinin inşası için çalışmalar devam etmektedir. ITER'de (Uluslararası Termonükleer Deneysel Reaktör) AB'nin yanı sıra ABD, Rusya, Çin, Hindistan, Kore, Japonya ve İsviçre olmak üzere yedi ülke daha yer almaktadır. Tesisin 2025 yılına kadar tamamlanması ve ilk nükleer füzyonların 2036 yılında gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.<sup>37</sup>

Marsilya'nın kuzeydoğusundaki Provence tepelerinde yer alan proje için büyük beklentiler ve çok yüksek miktarda fon yatırımı söz konusu. Ancak, şu anda hesaplanan yaklaşık 30 milyar Euro'luk yatırıma ve geniş uluslararası iş birliğine rağmen, sınırsız ve ucuz elektrik üreten bir enerji santrali hayalinin gerçeğe dönüşmesi oldukça belirsiz ve hatta olası değil. Bu yolda birkaç büyük engelin aşılması gerekiyor. Avrupalı Yeşiller, ITER'i çoktan önemli kaynakları yenilenebilir enerji kaynaklarından uzaklaştıran "kuruntu projesi" olarak adlandırdı. Başlangıçta 5 milyar Euro olarak tahmin edilen proje maliyetleri, artan bir ivmeyle 15 milyar Euro'ya ulaştı.<sup>38</sup>

### Plazma sıcaklığı

ITER'in plazma üretmesi planlanmaktadır. Plazma, maddenin dördüncü temel halini ifade eder (katı, sıvı ve gaz dışında). 150 milyon santigrat derece sıcaklıkta (güneşten on kat daha sıcak) atomik yapı çözülür. Atom çekirdeği ve elektronlar ayrılır. Füzyon, bunun sonucunda ortaya çıkan ve vakumlu bir tankta güçlü manyetik alanlar tarafından bir arada tutulan plazmada gerçekleşir. İşlem sırasında, bir elektron ve bir proton ile bir nötron içeren hidrojen atomu döteryum, iki nötronlu bir hidrojen atomu olan trityum ile birleşerek bir helyum atomu ve serbest bir nötron oluşturur. Sorun: Füzyon sürecinin bozulmasını önlemek için, plazmayı içeren vakumlu tankın muazzam sıcaklıklara ve nötronlarla yapılan ek bir bombardımana dayanabilmesi gerekir.

ITER'de deneme aşamasında bu süreç için yaklaşık 7 ila 8 dakikalık bir periyod planlanmaktadır. Daha sonraki büyük ölçekli üretim sırasında bu yeterli olmayacaktır. Bu işlem için kullanılacak tankların malzemesi henüz bulunamadı.

### Trityum

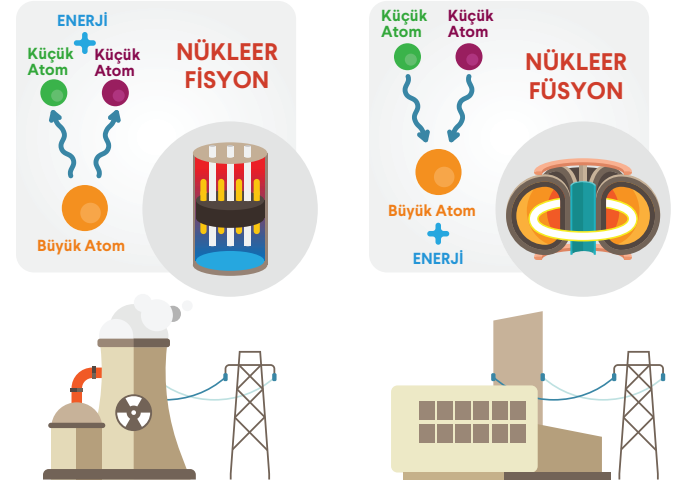
Füzyon süreci için döteryum ve trityum gerekir. Döteryum deniz suyundan kolayca elde edilebilir. Öte yandan trityum, eski ağır su reaktörlerinden çıkan bir atık üründür ve elde edilmesi maliyetlidir. Bu nedenle, füzyon reaktörlerinin kendi trityumlarını üretmeleri gerekecektir.40 Bu da ITER'i yenilenebilir enerji geçişiyle doğrudan rekabete sokacaktır, çünkü üretim için büyük miktarlarda lityum gerekir. Sonrasında da örneğin; pil üretimi için yeterli lityum kalmayacaktır. Trityumun kullanımı da zordur ve insan organizmasında radyasyon hasarına neden olur.

### Verimlilik

Füzyon işleminin nispeten kısa fazları sırasında, üretilen ısının sürece giren enerjinin yaklaşık bir buçuk katından fazlasını üretmediği ITER'den bilinmektedir. Böylesine pahalı bir girişim için bu yetersiz bir çıktıdır. Tabii ki, büyük ölçekli bir tesiste ITER tarafından tanımlanan 1:10 verimlilik hedefine ulaşılması mümkün olabilir. Ancak, böyle bir reaktörün hangi noktada herkese elektrik sağlayabileceği oldukça belirsizdir. ETH Zürih'te fizikçi olan Michael Dittmar umursamaz bir alaycılıkla şöyle diyor: "ITER sadece bir prototip, olsa olsa temel araştırmalar için ilgi çekici olabilir.

Nihayetinde mesele plazmanın birkaç saniye için 150 milyon santigrat dereceye kadar nasıl ısıtılacağıdır."41

Özetlemek gerekirse: ITER'in inşası 2007'de başladı, 2025'te tamamlanması ve 2036'da ilk füzyonun gerçekleştirilmesi planlanıyor. Sadece 2007'den 2020'ye kadar küresel sıcaklık ortalama 0,4°C civarında yükseldi. Füzyon reaktörü iklim krizi için kesinlikle etkili bir çare değildir.



# Yanlış 10: Myrrha atık sorununu çözüyor



## Kimin nihai depoya ihtiyacı var ki?

Yeni süreçler yüksek seviyeli radyoaktif nükleer atıkları zararsız hale getiriyor.

Belçika'nın küçük bir kasabası olan Mol'de uluslararası bir araştırma ekibi, küresel nükleer atık sorununa kesin çözüm vaat eden bir teknoloji üzerinde çalışıyor. Myrrha, (SCK - CEN) nükleer araştırma merkezindeki projenin kulağa güzel gelen adı ve AB tarafından ortak finansmanı içermekte.<sup>42</sup>

Konsept akla yatkın ve kulağa cazip geliyor. Bir parçacık hızlandırıcı, yüksek seviyeli radyoaktif atıklara doğru yüksek hızlı nötronlar gönderir, bozunur, yani kısa ömürlü ve kararlı izotoplara dönüşür. Bu basit prosedür nükleer atık sorununu çözer. Ancak, nükleer füzyon ve IV. Nesil reaktörlerde olduğu gibi, Myrrha projesinde de hayal edilen ile gerçeklik arasında büyük bir fark var. Örneğin Almanya, Bundesamt für nukleare Entsorgungssicherheit'ın (BASE)

(Alman Federal Nükleer Güvenlik Ofisi) uzman görüşüne dayanarak Myrrha projesine katılmama kararı almıştır.<sup>43</sup>

Sebepler ortada.

## Myrrha nihai depo arayışını çözmüyor

Transmutasyon, uzun ömürlü transuranik elementlerin yalnızca bir kısmını dönüştürür. Yakıtın yeniden işlenmesi ve nakliyesinden işinimlanmaya kadar birçok işlem gerektirecektir. Sadece Almanya'nın nükleer atıkları için tüm bu işlemler, en uygun koşullar altında yüzyıllar alacaktır. 300 yıllık transmutasyondan sonra, 150 tondan geriye 30 ton transuranik element kalacaktır.

Dahası, Almanya'daki yüksek seviyeli radyoaktif atıkların % 40'ı vitrifiyedir ve yeniden işlenemez.

Transmutasyon yeni fizyon ürünleri oluşturur. Bunlar arasında yarı ömrü 15.7 milyon yıl olan yüksek seviyeli radyoaktif iyodin-129'un yanı sıra büyük miktarda güvenli bir depolama tesisi gerektiren, düşük ve orta seviyeli nükleer atıklar da bulunmaktadır. Üstelik yakıtın yeniden işlenmesi de nükleer silahların yayılması, dolayısıyla askeri amaçlarla kullanılmasını riskini artırmaktadır.

## Bu teknolojiye deneyimsiz

Hızlı nötron spektrumlu yeni reaktör konseptleri, özel yeniden işleme tesisleri ve yüksek transuranik içerikli yakıtların

geliştirilmesi, kurulması ve büyük ölçekte yaygınlaştırılması gerekecektir. Bunun başarılıp başarılamayacağı ve başarılacaksa ne zaman olacağı belirsizdir. Nükleer enerjinin elektrik üretimi için kullanılmasına ilişkin yetmiş yıllık deneyimin ardından, bu yeniden işleme tesisleri için onlarca yıllık geliştirme çalışması ve kurulum süresi gerekeceği açıktır.

Enerji dönüşümünü finanse etmek için kullanılan fonlar sınırsız değildir. Bu nedenle, hangi gelecek teknolojilerine şimdiden yatırım yapmak istediğimizi dikkatle düşünmeliyiz.

Myrrha ve transmutasyonla ilgiliyse, şu anda sadece yüksek maliyetler ve yanlış ata oynama riski görüyoruz.

**CAUTION**



**RADIOACTIVE  
MATERIALS**

# Gerçekler & kurgular





## Giderayak – Nükleerin modası geçti

Nükleerin vaat edebileceği tek gelecek, hizmet dışı kalmış nükleer reaktörler ve radyoaktif atıklardan oluşan bir miras olacaktır. İşte nedenleri:

Nükleer enerjide bir numaralı ülke olan Fransa son on yılda kaç yeni nükleer enerji santralini devreye aldı? Tek bir tane bile almadı. Fransa'nın en yeni nükleer enerji santrali olan Chivaux, 2002 yılından bu yana elektrik üretmekte ve operasyonel sorunlar yaşamaktadır. Geçtiğimiz 20 yıl boyunca tüm Avrupa'da sadece üç reaktör şebekeye bağlandı: Temelin 1 ve 2 ile Romanya'daki Cernavoda 2 reaktörleri. Nükleerin altın çağı 40 yıl önce sona erdi. 1975 yılında rekor sayıda 44 yeni reaktör elektrik şebekesine bağlandı.

2021 yılında, üçü Çin'de olmak üzere sadece altı tane vardı. Sebebini öğrenmek uzun sürmüyor.

Nükleer artık rekabet gücüne sahip değil. Onlarca yıllık inşaat süresi, inşaat gecikmeleri ve yüksek maliyetler yatırımcıları caydırıyor. Yatırımcılar, 2020'de yenilenebilir enerjiyi nükleerden 17 kat daha fazla fonladı.

Bu da sonuçsuz kalmadı. 2020 yılında, yenilenebilir enerji segmentindeki büyüme nükleer enerjiyi dünya çapında gölgede bırakmıştır. Yenilenebilir enerji, bir önceki yıla göre 256 GW daha fazla elektrik üretmiştir. Buna karşılık nükleer enerji 0,4 GW ile çok az bir artış göstermiştir.<sup>44</sup> AB'de yenilenebilir enerjiden elde edilen elektrik (hidroelektrik hariç) fosil yakıtlardan elde edilen elektrik oranını aşmıştır. Güneş ve rüzgar uzun zamandan beri yarışı kendi lehlerine çevirdi.<sup>45</sup> Temmuz 2021'de dünya genelinde ortalama yaşı 31 yıl olan 411 reaktör faaliyet göstermekteydi.<sup>46</sup>

Bunların dünya enerji tedarikine katkısı 2018'de %2 civarındaydı ve düşüş eğilimi gösteriyordu.

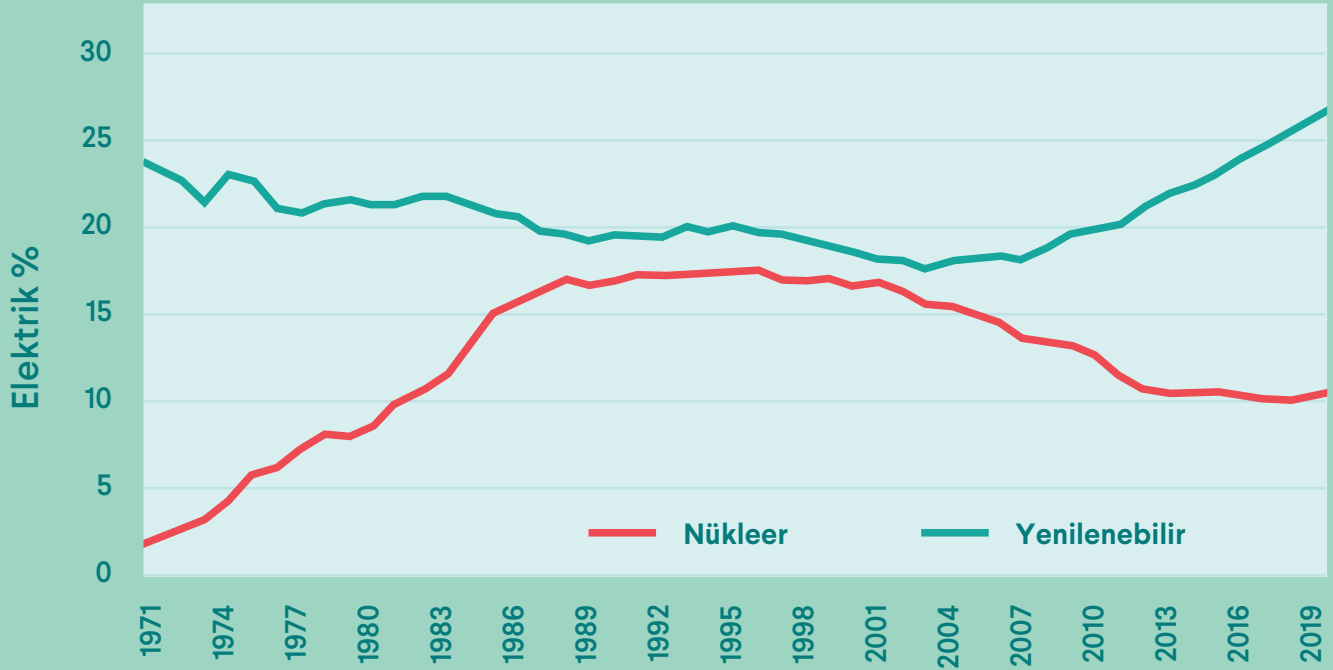
### Nükleerin zamanı neden doldu?

Eski reaktörlerin şebekeyle bağlantısı güvenlik gerekçesiyle kademeli olarak kesiliyor. Ayrıca, bakım ve onarım çalışmalarına duyulan ihtiyaç, çalışma süresiyle birlikte önemli ölçüde artmakta. Arıza ve kesintiler sadece bir güvenlik tehlikesi olmakla kalmayıp aynı zamanda paraya mal olur ve güç kaynağını kesintiye uğratar. Fransa'nın nükleer enerji üretimini bugünkü seviyesinde tutabilmesi için eskimiş nükleer enerji santrali filosuna 100 milyar Euro yatırım yapması gerekecek.<sup>47</sup> Yeni nükleer enerji santrallerinin inşası çok zaman alır ve maliyetlidir (bkz: 4 Numaralı Yanlış). Bugünkü nükleer enerji üretim seviyesini korumak için 2030 yılına kadar 178 reaktörün devreye alınması gerekecek. 10 ile 15 yıl sürecek inşaat sürelerini



düşünürsek, Avrupa'da bir nükleer devrimi tamamen hesaptan çıkarabiliriz. Yalnızca Çin reaktör filosunu hızla büyütmekte, fakat orada da kaynak sorunları yaşanacaktır. Yalnızca yenilenebilir enerji kaynakları olan fotovoltaik ve rüzgar santrallerinin fiyatlarında hızlı bir düşüş yaşanmakta. Rüzgar türbinleri ve fotovoltaik tesisler hızlı bir şekilde kurulabilir, daha küçük boyutlarda kullanılabilir ve verimlidir. Üçüncü büyük yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik açısından ise genişleme potansiyeli daha düşük, yine de eski santraller makul maliyetlerle modernize edilebilir. Nükleer reaktörlerin aksine. Hala yağım aşamasında olanlar da dahil bu reaktörlerin hiçbiri, bu yüzyılın ortalarında artık faaliyette olmayacak. Nükleerin küresel elektrik tüketimindeki payı giderek azalıyor.

# KÜRESEL ELEKTRİK PAYI: NÜKLEER VS. YENİLENEBİLİR



Kaynak: IEA, Yakıtlara göre dünya elektrik üretim dağılımı, 1971'den 2019'a kadar.

## Kullanılmış çubuklara yer yok

Nükleer enerji santralleri 1950'lerden beri faaliyette olmasına rağmen, dünyanın hiçbir yerinde kullanılmış yakıt çubukları için nihai depo bulunmamakta. Bu atıklar gelecek yüz binlerce yıl boyunca radyoaktif olmaya devam edecek.

Nükleer enerjinin azalan önemi, büyüyen bir nükleer atık yığınıyla tezat oluşturmaktadır. 1954'ten bu yana yaklaşık 390.000 ton yüksek seviyeli radyoaktif atık üretilmiştir.<sup>48</sup> Bunların üçte biri yeniden işlenmiş, geri kalanı ise geçici olarak depolanmıştır. Bu, nükleer enerji santrallerinin yakınındaki geçici tesislerde veya nükleer silah üslerinde yapılır. Son derece tartışmalı bir çözümdür. Bugüne kadar radyoaktif atıklar için kalıcı bertaraf sahaları kurulmasına yönelik tüm girişimler başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Çoğu durumda, değerlendirilen sahalara nihai bertaraf için gereken katı güvenlik kriterlerini karşılayamamıştır.

Genelde civardaki topluluklar şiddetli bir direniş göstermiştir. Nükleer enerjiyi destekleyen bir ülke olan Fransa'da bile önümüzdeki bir milyon yıl için güvenli bir nükleer atık deposu bulunmamaktadır. Nükleer enerji santrallerinin inşası ve işletilmesi en azından bir süreliğine istihdam yaratırken, bir nükleer enerji deposu tehlikeli olmasından dolayı istenmeyen teslimat trafiği yaratır. Yalnızca Finlandiya'daki Olkiluoto sahasında 450 metre derinlikte "Onkalo" jeolojik derin deposu inşa ediliyor ve önümüzdeki birkaç yıl içinde tamamlanması

bekleniyor, fakat burada da çözülmemiş teknik sorunlar var.

Aşağıda zamansal boyutları daha iyi göstermek için birkaç örnek bulunuyor. Bilinen adıyla Ötzi olan Hauslabjoch'lu adam 5.000 yıldan biraz daha uzun bir süre önce yaşamıştır. Altamira'nın dünyaca ünlü mağara resimleri yaklaşık 15.000 yıl önce yapılmıştır. Willendorf Venüsü yaklaşık 30.000 yaşındadır. Bir milyon yıl önce, Dünya Geç Pleistosen (Buzul Çağı) dönemindeydi. O zamanlar, prehistorik mamut bizim enlemlerimize özgü bir türdü. Ancak ilk insanlar Orta Avrupa'da daha sonraları görülmeye başlanmıştır.

Yüksek seviyeli radyoaktif atıklar sorunun sadece bir parçası. Dünyadaki nükleer atıkların radyoaktivitesinin % 95'ini bünyesinde barındırmakla birlikte, hacminin yalnızca %5'ini oluşturmaktadır. Geri kalanı reaktör bileşenlerinden, koruyucu giysilerden ve tıbbi, endüstriyel ve araştırma kullanımlarından kaynaklanan atıklardan oluşur; orta ile düşük seviyeli radyoaktif nükleer atıklardır. Bu nükleer atık daha az radyoaktiftir, ancak yine de insan sağlığı için son derece zararlıdır ve nihai depolarda güvenli bir şekilde saklanmalıdır. Avusturya'da ulusal Atık Yönetimi Danışma Kurulu (Entsorgungsbeirat) ulusal atık yönetimi stratejisinin uygulanmasından ve yeri henüz belirlenmemiş olan nihai depolama tesisinin inşasından sorumludur.<sup>49</sup> Nükleer çağ 21. yüzyılın ortalarına kadar sürecek olsa bile, 100 yıl boyunca yaklaşık %2'lik mütevazı bir enerji katkısı, bir milyon yıllık son derece tehlikeli ve pahalı mirasıyla tezat oluşturmaktadır.

**30 000  
NESİL**

ortaya çıkan risklerle  
başa çıkacak  
ve bilgileri aktarmak  
zorunda kalacak

**1 MİLYON  
YIL**

bir atık deposunun  
sıkıca kapatılması  
gereken süre

**390 000  
TON  
YÜKSEK SEVİYE  
RADYOAKTİF ATIK**

onlarca yıldır güvenli şekilde  
nihai olarak bertaraf edilmeyi  
bekliyor

# Uranyum madeni – Madenden gelen ölüm

Nükleer enerjinin temiz, güvenli olduğunu ve enerjide kendi kendine yeterlilik yarattığını düşünenler uranyumu unutupyorlar. Uranyum madenciliği çevresel yıkıma ve ölüme neden olmaktadır. Maden kuyuları, yeraltı suları ve topraktaki radyoaktif kirlilik binlerce yıl boyunca kalmaya devam edecektir.

## AB'de radyoaktivitenin geçmişi

Bugün AB, 110 reaktörünün bir numaralı yakıtı olan uranyumun neredeyse tamamını ithal etmektedir. AB'deki tek aktif uranyum madeni olan Romanya'daki Crucea madeni esasen stoklama için kullanılmaktadır. Bu her zaman böyle değildi. Tarihsel olarak bakıldığında, örneğin eski Doğu Almanya ile Almanya, dünyanın en büyük beşinci madencilik ülkesidir. Bunun askeri sebepleri vardı: Hitler atom bombasını istiyordu ve daha sonra Saksonya ve Thüringen'deki madenlerden elde edilen Alman uranyumu Sovyet silah cephaneliği için kullanıldı.

Maden, Demir Perde'nin yıkılmasından bu yana kapalı olmasına rağmen, bugüne kadar tüm kuyular ve atıklar güvenli bir şekilde kapatılmamıştı. Tortular, uranyum madenciliğinden arta kalan zehirli çamurdur.

## Tehlikeli bağımlılık- Rusya'ya karşı

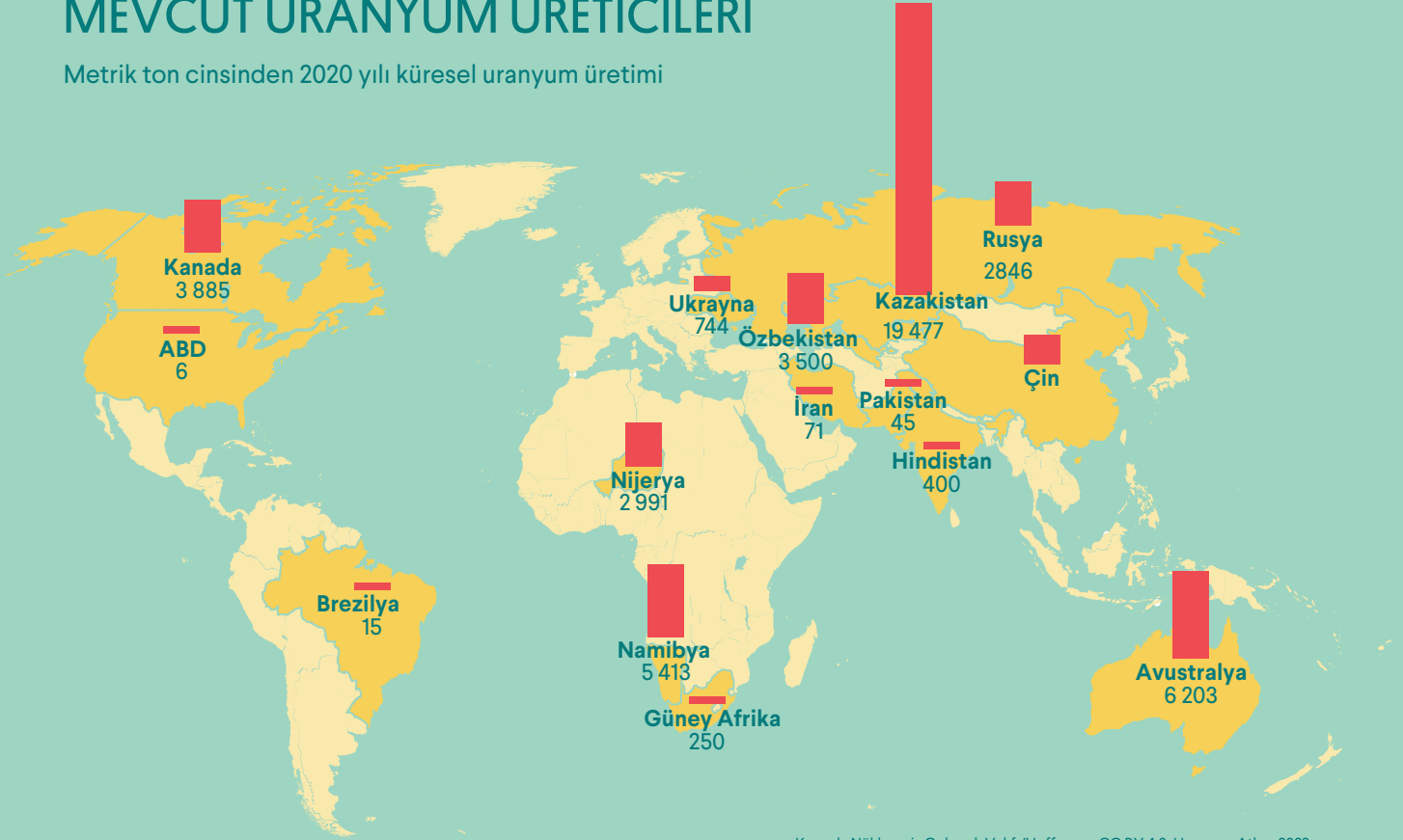
Nükleer enerji AB'nin Rusya'ya olan gaz, kömür ve petrol bağımlılığını azaltabilir mi? Uranyum ticareti incelendiğinde bunun tam tersi bir durum ortaya çıkmakta. AB, doğal uranyumun %20'sini Rusya'dan, %20'sini de Rusya'nın uzun süredir müttefiki olan Kazakistan'dan ithal etmekte. Rusya ayrıca yakıt geliştirme alanında da yoğun bir faaliyet göstermekte ve %26'ya varan oranda zenginleştirilmiş uranyum üretmektedir. Bu durum bir gecede değişmeyecek, değişemez de. Teknik olarak, Rus tasarımı 18 AB reaktörü için sadece Rus yakıt çubukları kullanılabilir. Dolayısıyla AB'de enerjide kendine yeterlilik ancak nükleer enerji olmadan mümkündür.

## İnsani acılar ve çevre felaketleri

Orta Çağ'ın tıp doktorları buna "dağ hastalığı" diyorlardı. Madenciler arasında gizemli bir akciğer hastalığı ve bir dizi ölüm vakası. Bugün, kimyasal nedenleri bilinmekte. Uranyum açısından zengin bölgelerdeki madencilik, uranyumun bozunma ürünü olan radonun yanı sıra kötü huylu tümörlere, embriyonik malformasyonlara, kısırlığa ve bir dizi başka hastalığa neden olabilen radyoaktif izotoplar ve ağır metaller açığa çıkarmaktadır. Alman Radyasyondan Korunma Federal Ofisi (Bundesamt für Strahlenschutz) Doğu Almanya'dan 59.000 eski madenci üzerinde bir araştırma yapmış ve akciğer kanseri riskinin %50 ila %70 oranında arttığını tespit etmiştir. Bu madencilerin 7.000'i (neredeyse %12'si) radyasyona maruz kalmaları nedeniyle erken ölmüştür.

# MEVCUT URANYUM ÜRETİCİLERİ

Metrik ton cinsinden 2020 yılı küresel uranyum üretimi



Kaynak: Nükleersiz Gelecek Vakfı/Hoffmann, CC BY 4.0, Uranyum Atlası 2022

Bu arada AB'deki nükleer şirketler uranyum madenciliğini ve bunun ölümcül sonuçlarını tamamen dış kaynaklara ihale etmişlerdir.

Uranyumun %70'i dünya çapında yerli halkların yaşadığı bölgelerde çıkarılmakta ve on yıllardır buralarda insani trajedilere neden olmaktadır.

Buna karşı direniş artıyor, bazı durumlarda da başarılı oluyor. Ancak Kanada'daki Kree'ler, New Mexico'daki Diné'ler, Avustralya'daki Aborjinler ve Afrika madenlerindeki madenciler, devlere karşı mücadele vermekte. ABD'de 15.000 maden kuyusunun sadece üçte birinin kayıtlı olduğu tahmin ediliyor. Bu madenleri çevreleyen alanlar, şirketler buraları terk ettiği ve restorasyon çalışmaları onlarca yıldır devam ettiği için kirlenmiş durumda.

Uranyum madenciliği dünyanın büyük bir bölümünü yaşanmaz hale getirdi. Ancak uranyum işinden para kazanıp sorumluluklarından kaçan birçok şirket için ne büyük şanstır ki kanser ve tümörler menşee etiketi taşımazlar.







# Mevsimsel ve İklimsel duyarlılık

Nükleer santraller hassas yapılardır. Bunların dengesini bozmak için şiddetli bir hava olayı bile gerekmez. Çok sıcak bir yaz veya oldukça kurak bir kış yeterlidir.

Olağanüstü şiddetli bir fırtına 24 Haziran 2021 gecesi Çek Cumhuriyeti'nin güneyini kasıp kavurdu. Çatılarda, evlerde ve elektrik hatlarında meydana gelen hasar çok büyüktü. 10,000 ev günlerce elektriksiz kaldı. Temelin nükleer santralının 2. reaktör bloğunun yüksek gerilim şebekesiyle bağlantısı kesildi ve güvenli çalışma garantisi edilemez hale geldi. Üç elektrik direğinin devrilmesi bütün bir reaktörü kapatmaya yetti.

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'ne (IPCC) göre, iklim krizi kendini fırtınalar, seller ve kuraklıklarla daha önce tahmin edilenden çok daha erken, güçlü ve sık bir şekilde gösteriyor.<sup>50</sup> Temelin, çok daha büyük bir tehdidin yalnızca bir belirtisi.

## Bazıları sıcaktan hoşlanmaz.

Nükleer enerji santralleri sürekli olarak soğutulmalıdır. Bu nedenle reaktörler genellikle nehirler boyunca veya deniz kenarında bulunur. Muazzam miktarlarda soğutma suyu

ihtiyaç duyarlar. Bu su soğutulduktan sonra nehirlere geri gönderilir. Radyoaktif değildir. Ama sıcaktır. Nehirlerin ekolojik dengesi için gitgide daha fazla ısınmaktadır.<sup>51</sup> Soğutma suyu olmadan nükleer santral çalışamaz. Normalde çok titiz olan İsviçreli mühendisler bile bu yüzden istisnai durumlarda nükleer santrallerin yakınındaki nehir suyu sıcaklıklarının 30°C'ye kadar çıkmasına izin vermektedir. Bu durum nükleer enerji endüstrisini memnun eder ancak bölgenin çoğu balığı etmez. Alabalıklar 18° C'den fazla su sıcaklığına zor dayanır. Büyük yayın balıkları suyu 18° ile 22° C arasında sever. Ancak su daha sıcak olursa yayın balıklarının da sonu gelir.

Maksimum sıcaklıkların aşılması halinde nükleer enerji santrallerinin kapatılması ya da kapasitelerinin sınırlandırılması gerekmektedir. Bu sadece teoride değil, halihazırda gerçekleşmiş bir durumdur. Örneğin 2003, 2006 ve 2015 yıllarında. 2018'de Kuzey Avrupa'daki santraller bile ilk kez etkilenmiştir(Kuzey İrlanda, Finlandiya, İsveç).

Benzer bir sorun da yaz ve kış aylarındaki uzun kurak dönemlerden kaynaklanmaktadır. İklim değişikliği ilerledikçe bunlar daha sık meydana gelmektedir. Eğer nehirde yeterli soğutma suyu yoksa, tek seçenek nükleer santrali yavaşlatmak ya da kapatmaktır. Elektrik tüketimi yüksek olduğunda bu durum daha sık yaşanır; yaz aylarında, klimalar tam gaz çalışırken ve kış aylarında, dışarıdaki sıcaklıklar sıfırın altına düştüğünde.

Birkaç yıl öncesine kadar elektriğinin yaklaşık %70'ini nükleer santrallerden elde eden Fransa, yakın geçmişte birkaç kez üretim kapasitesinin sınırlarına ulaşmıştır. Avrupa'daki tüm nükleer enerji santralleri bir yıl içinde Neusiedl Gölü'nün dört katı kadar suyu buharlaştırmaktadır.<sup>52</sup> Su azaldığında, küresel elektrik talebinin sadece %2'sini karşılayan bir endüstriden çok daha fazla suya ihtiyaç duyacak ana sektör tarım olacaktır.

### Suyu ısındı

Su sıkıntısı nükleer enerji santralleri için çok zararlıdır. Ancak çok fazla su daha da vahimdir. Fukuşima tsunamisi bunun etkileyici bir kanıtıydı. İklim değişikliği nedeniyle yükselen deniz seviyeleri ve artan fırtına dalgaları riski, toplamda tüm nükleer santrallerin %41'ini oluşturan kıyı nükleer santralleri için özel bir tehdit oluşturmaktadır. Bu durum, İngiliz Nükleer Danışmanlık Grubu tarafından Haziran 2021'de yayınlanan bir raporda tespit edilmiştir: "İklim kaynaklı deniz seviyesinin yükselmesi, fırtına kabarması, şiddetli yağış ve nehir akışının artması nedeniyle, Birleşik Krallık'taki nükleer tesisler sular altında kalmaya mahkumdur - hem de nükleer endüstrinin veya düzenleyicilerin tahminlerinden çok daha kısa bir süre içinde."<sup>53</sup>

ABD'li albaylar da ABD nükleer enerji santralleri için benzer bir değerlendirmede bulunuyor: İklim değişikliği reaktörlerin %60'ını sel veya şiddetli fırtına riski altına sokuyor ve hükümet böyle bir olay için hazırlıklı değil.<sup>54</sup> Tablo iyi değil.

Almanya ve Belçika'da 2021 yazında açıkça görüldüğü gibi nehirler de giderek artan sıklıkta taşıyor. Meuse Nehri Temmuz 2021'de 1926'daki tüm zamanların en yüksek su seviyesini aştığında, Tihange nükleer santrali risk altındaydı. Saniyede 2.140 metreküp su, nükleer santralin güvenlik tamponunu %20'ye kadar düşürdü. İsviçre'deki Beznau ve Gösgen nükleer enerji santrallerinin sahalarındaki durum da benzer şekilde sorunludur. Özellikle Beznau'da Aare, Reuss ve Limmat nehirlerinin şiddetli taşkınları toprak erozyonunun artmasına, dolayısıyla nükleer santralin üzerine inşa edildiği zeminin zayıflamasına neden olmaktadır.<sup>55</sup> Nükleer enerji şirketleri giderek artan şekilde olağandışı olaylar karşısında reaktörleri kısa sürede kapatmak zorunda kalacaktır. Bu durum güvenlik açısından risk oluşturmaktadır, çünkü aşırı sıcaklık farkları reaktör malzemesinin kırılma riskine neden olmaktadır. Örneğin, Belçika'daki yüksek riskli Tihange 2 ve Doel 3 reaktörlerinde çok sayıda endişe verici çatlak tespit edilmiştir. İki reaktörün 2023 yılına kadar devre dışı kalması planlanmaktadır.<sup>56</sup>

### Sonuç

Nükleer santral güvenlik tasarımları geçmişteki olağandışı hava olaylarına dayanmakta, ancak iklim değişikliğinin yeni zorluklarını göz ardı etmektedir.<sup>57</sup> Şimdiye kadar nükleer şirketleri sadece oturup izlediler. Ancak bir an önce harekete geçmeleri gerekiyor çünkü kapatma işleminden sonra bile yakıt çubuklarının yıllarca sahada soğutulmaya devam etmesi gerekiyor.

# Atom bombası dahildir

Dünyadaki plütonyum stokları yeryüzündeki tüm yaşamı birkaç kez yok etmeye yetecek düzeydedir. Yüzlerce yeni küçük nükleer enerji santrali inşa etme planları, nihayet bir nükleer bombaya kolayca erişmek isteyen herkesi mutlu edecektir.

Gece yarısına 100 saniye var. Soğuk Savaş döneminde bile Kıyamet Saati dünyanın sonuna 2020'deki kadar yakın değildi. Bulletin of the Atomic Scientist'ten Amerikalı bilim adamları alarma geçti. Yeni bir nükleer silahlanma yarışı içindeyiz ve bombayı elde etmek hiç bugünkü kadar kolay olmamıştı.<sup>58</sup> Askeri bir çatışmada kullanılan ilk atom bombası olan Little Boy henüz çok sofistike değildi.

Sadece yaklaşık bir kilogram fizyon uranyumu ile 64 kilogram zenginleştirilmiş uranyum içeriyordu. Yine de Ağustos 1945'te Little Boy, Japon şehri Hiroşima'yı tamamen yok etti ve yaklaşık 250.000 kişinin hayatına mal oldu. Üstelik 3 ile 5 kilogram plütonyum, etkili bir atom bombası için yeterlidir ve yapımı artık bir mucize değildir.

Halihazırda nükleer bombaya sahip devletlerden biri olan İsrail'in Suriye ve İran gibi komşu Arap ülkelerine

defalarca askeri müdahalede bulunması sebepsiz değildir. Nükleer silah yapımına elverişli malzemelerin kontrolsüz kanallar ile terör örgütlerinin eline geçebileceğine dair korkular artmaktadır. Almanya Federal Yurttaşlık Eğitimi Ajansı (Bundeszentrale für politische Bildung) internet sitesinde 2014 yılı itibariyle nükleer silahların durumunu listelemektedir. O dönemdeki 15.700 nükleer savaş başlığının %80'i (!) herhangi bir sözleşmeye dayalı kontrol mekanizmasına tabi değildir.

Uranyum stokunun sadece %6'sı sivil amaçlar için kullanılmakta, geri kalanı askeri olarak sınıflandırılmaktadır. Plütonyum stokunun yaklaşık %47'si sivil kullanıma, yaklaşık %53'ü ise askeri kullanıma ayrılmıştır. Dünyadaki silah kalitesinde uranyum ve plütonyum stokuyla, 13.080 savaş başlığından oluşan mevcut cephanelik yüz kat arttırılabilir.<sup>59</sup> Aynı zamanda, sadece 100 nükleer savaş başlığı tüm insan ırkını yok etmeye yetecektir.

Nükleer enerji santralleri, bomba yapımı için bir kılıf görevi görür çünkü ihtiyaç duyulan plütonyumu üretmektedirler. Teorik olarak, dünya çapında mevcut olup, sivil ve askeri nükleer kompleksler bileşik kaplardır. Fransa Cumhurbaşkanı Macron bunu açıkça söylemiştir: "Sivil nükleer güç olmadan askeri nükleer güç olmaz; askeri nükleer güç olmadan sivil nükleer güç olmaz."<sup>60</sup> Bu nedenle özellikle Fransa, ABD, İngiltere ve Çin gibi büyük nükleer güçlerin yeni nükleer teknolojilere büyük yatırımlar yapması şarttırıcı değildir.

Bu ülkelerin hiçbiri BM Nükleer Silahların Yasaklanması Antlaşmasını imzalamamıştır. Modern hafif sulu reaktörlerin yanı sıra Bill Gates'in sodyum reaktörü de dahil olmak üzere, günümüz nükleer enerji santrallerinin tasarımı askeri kökenlidir.<sup>61</sup> Nükleer uzmanı Jan Haverkamp, silah kalitesinde uranyum elde etme teknolojisini içerdiği için bu reaktörü "nükleer silahların yayılması açısından bir kabus" olarak nitelendirmektedir.<sup>62</sup>

Dünyadaki plütonyum stoklarının her zaman emniyetli bir şekilde gözetim ve kontrol altında olduğunu varsaymak bir yanılısamdır. Eğer her yerde çok sayıda yeni küçük NES inşa edilirse güvenlik daha da zorlaşacaktır.

Mini reaktör başına daha az miktarda radyoaktif madde üretilmesine rağmen, daha küçük hacimlerin korunmasının maliyeti büyük reaktörlerinkinden az değildir.

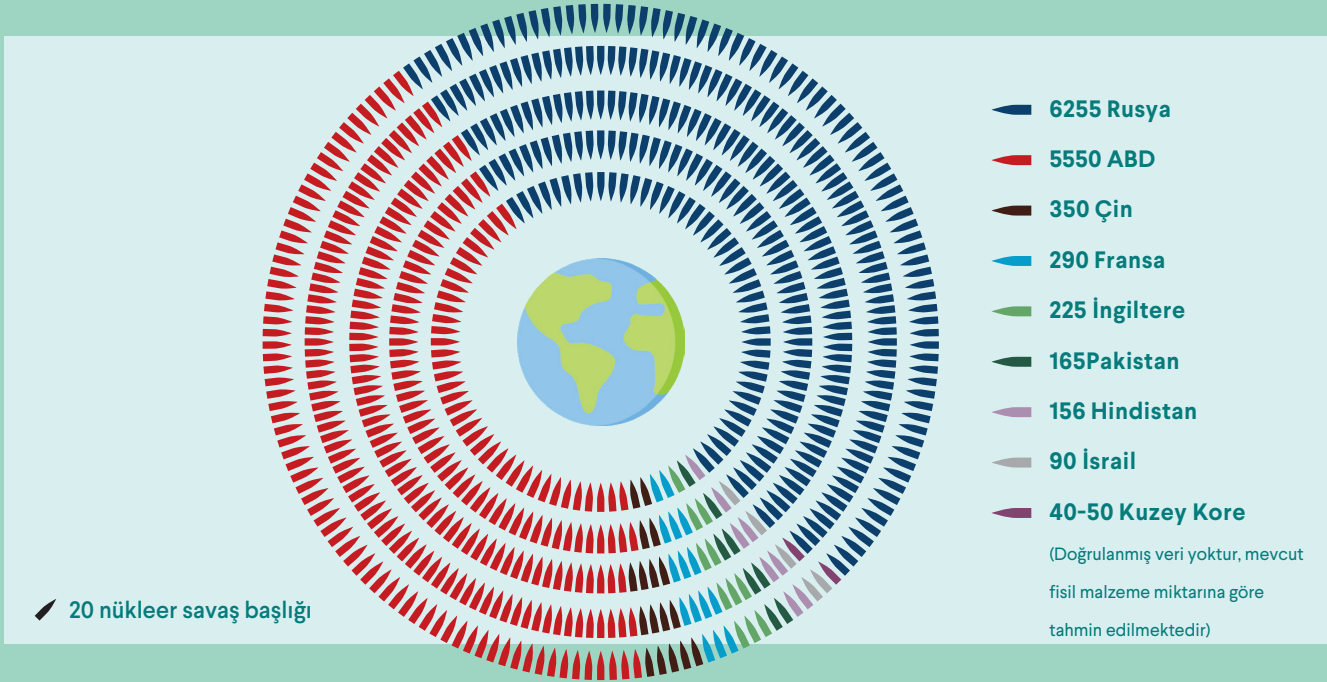
Üstelik Little Boy'un tahrip gücüne sahip bir nükleer bombaya da gerek yok. Hızlı bir terör saldırısı için küçük format yeterlidir.

Bu, nükleer enerji santrallerinin çözülmemiş bir başka güvenlik sorunudur. Nükleer güç ve nükleer silahlar, karşılıklı olarak birbirinin varlığını sürdüren ikizlerdir.



# ÜLKE BAŞINA NÜKLEER SAVAŞ BAŞLIĞI SAYISI

2022 itibari ile durum



Kaynak: Nükleersiz Gelecek Vakfı/Hoffmann, CC BY 4.0, Uranyum Atlası 2022



# Nükleer santraller bombaya dayanıklı değildir

## Savaş halinde NES'ler

Nükleer çağın başlangıcından bu yana, nükleer santrallerin yakın çevresinde hiçbir savaş alanı olmamıştır. Bu durum Rusya'nın Ukrayna'yı işgali ve beraberinde tarihi boyutlarda bir nükleer felaket riskini getirmesiyle değişti.

Nükleer enerji santralleri kelimenin tam anlamıyla bombaya dayanıklıdır sloganı onlarca yıl boyunca kullanıldı. Bir nükleer santralin savaş durumunda ateş altında kalması söz konusu olamazdı, çünkü bu durum çatışmanın tüm taraflarını büyük bir tehlikeye sokacaktı. Saldırıları dahil. Ancak Rusya'nın Şubat 2022'de Ukrayna'ya ve oradaki nükleer santrallere saldırmasından bu yana durum değişti. Üstelik nükleer enerji santralının güvenlik yapılarını çökertmek için bombardıman ya da füze saldırısı gerekmez.

Nükleer enerji santralleri de dahil olmak üzere elektrik şebekeleri savunmasızdır. Kim şiddetli bir fırtına sırasında aniden karanlıkta kalmamıştır ki? Elektrik kesintileri nükleer enerji santrallerinde hızla tehlikeli hale gelebilir, çünkü yakıt çubuklarının kapatıldıktan yıllar sonra bile aktif olarak

soğutulmaya devam edilmesi gerekir. Harici güç bağlantısı kesilirse, acil durum soğutma sistemleri devreye girer. Örneğin Ukrayna'daki Zaporizhzhya nükleer santralinde, santrali yaklaşık yedi gün boyunca soğutmaya devam edebilen dizel jeneratörler mevcuttur. En geç bu vakitten sonra, bir erimenin önlenmesi için jeneratöre yakıt ikmali yapılmalı ya da elektrik şebekesi onarılmalıdır. Savaş zamanında bu durum oldukça belirsizdir.

NES güvenliğinin önemli bir ayağı da personelin ruhsal ve fiziksel durumudur. Tükenme ve yorgunluk muhtemelen Çernobil (Ukrayna, 1986) ve Three Mile Island (ABD, 1979) reaktör felaketlerinde rol oynamıştır.

Rus birlikleri hasarlı Çernobil nükleer santralini ele geçirip Ukraynalı teknisyenlerin planlanan vardiya değişimlerini aksattığında, radyoaktif kalıntının güvenliği artık garanti altında değildi. Yorgunluktan kaynaklanan konsantrasyon eksikliği veya silahlı savaşçıların personele yönelik tehditleri, hızlı bir şekilde dikkatsizliklere veya kötü kararlara yol açabilir. Bunun ölümcül sonuçları olabilir.

Tepkimeç zırhına doğrudan bir saldırı her zaman ihtimal dışı olarak görülmüştür. Ancak bunun için kasıtlı ve hedefli bir saldırıya bile gerek yoktur. Modern silahlar elektronik kontrol sistemleri aracılığıyla hedeflerine kilitlenirler. Yüzde yüz kesinlik diye bir şey yoktur. Küçük bir programlama hatası veya bir hacker saldırısı planlanan rotadan sapmalara neden olabilir.



Buna karşı hiçbir koruma bulunmamaktadır. Ölümcül radyasyon yükü herkesi uzun bir süre boyunca ve nükleer endüstrinin modellerini hesaplarken varsaydığından çok daha büyük ölçüde etkileyecektir.



# Dipnotlar

- 1 Schneider, M. et al. World Nuclear Industry Status Report 2022 (WNISR, 2022)
- 2 Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). 2021. Es war einmal - die Märchen der Atomlobby.  
[https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/nuklearpolitik/maerchen-atomlobby.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/nuklearpolitik/maerchen-atomlobby.html)  
  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). 2020. Atomkraft? Nicht einmal 2 Prozent der weltweiten Endenergie.  
[https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:7e36e3f8-30d0-42ba-ae6c-2e94cbe1150a/Atomkraft\\_2\\_Prozent\\_Endenergie\\_ua.pdf](https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:7e36e3f8-30d0-42ba-ae6c-2e94cbe1150a/Atomkraft_2_Prozent_Endenergie_ua.pdf)
- 3 [https://www.bmk.gv.at/service/presse/gewessler/20210706\\_eag.html](https://www.bmk.gv.at/service/presse/gewessler/20210706_eag.html)
- 4 [ausgestrahl.de](http://ausgestrahl.de), 2020. Irrweg in der Klimakrise. Warum Atomkraft keine Antwort auf den Klimawandel ist. [ausgestrahl.de](http://ausgestrahl.de). Hamburg
- 5 Pistner, C., Englert, M., (2017). Neue Reaktorkonzepte. Eine Analyse des aktuellen Forschungsstands. Öko-Institut e.V. Im Auftrag der Schweizerischen Energie-Stiftung.
- 6 <https://english.kyodonews.net/news/2022/02/379f9222010d-opinion-us-japan-fast-reactor-cooperation-raises-nuclear-security-concerns.html> (accessed June 2022)
- 7 Pistner, C., Englert, M., Küppers, C., Hirschhausen, C., Steigerwald, B., & Donderer, R. (2021). Sicherheitstechnische Analyse und Risikobewertung einer Anwendung von SMR-Konzepten (Small Modular Reactors): Vorhaben 4720F50500.
- 8 Krall, L. M., Macfarlane, A. M., & Ewing, R. C. (2022). Nuclear waste from small modular reactors. Proceedings of the National Academy of Sciences, 119(23), e2111833119.
- 9 Claußen A. et al., 2019. How Nuclear Power Powers the Bomb. Information of the German Affiliate of IPPNW International Physicians for the Prevention of Nuclear War. Berlin.  
[https://www.ippnw.de/commonFiles/pdfs/Atomenergie/IPPNW-Information\\_How\\_nuclear\\_power\\_powers\\_the\\_bomb\\_2019\\_EN.pdf](https://www.ippnw.de/commonFiles/pdfs/Atomenergie/IPPNW-Information_How_nuclear_power_powers_the_bomb_2019_EN.pdf)
- 10 LAZARD. Levelized cost of energy analysis - Version 15.0. October 2021. <https://www.lazard.com/media/451905/lazards-levelized-cost-of-energy-version-150-vf.pdf>
- 11 <https://www.heise.de/news/Atomkraft-Weiterer-Verzoegerung-im-finnischen-Reaktor-Olkiluoto-3-6352466.html>
- 12 <https://www.world-nuclear-news.org/RS-EDF-faces-EUR100-billion-reactor-upgrade-bill-says-audit-office-1102164.html> (accessed June 2022)
- 13 <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/frankreich-neue-atomreaktoren-gebremster-strompreisanstieg-verschuldete-edf-erhaelt-milliarden-vom-staat/28083122.html>

- 14 S&P Global, 2019. The Energy Transition: Nuclear Dead And Alive. [https://www.euractiv.com/wp-content/uploads/sites/2/2019/11/Energy-Transition\\_Nuclear-Dead-And-Alive\\_11-Nov.-2019.pdf](https://www.euractiv.com/wp-content/uploads/sites/2/2019/11/Energy-Transition_Nuclear-Dead-And-Alive_11-Nov.-2019.pdf)
- 15 Schneider, M. et al. World Nuclear Industry Status Report 2021 (WNISR, 2021)
- 16 <https://www.mdr.de/nachrichten/deutschland/politik/atomkraftwerk-abbau-hoehere-kosten-100.html>
- 17 <https://www.energie-lexikon.info/uran.html>
- 18 Nuclear Free Future Foundation/Hoffmann, CC BY 4.0, Uranatlas 2022
- 19 Wallner, Andrea, et al. "Energy Balance of Nuclear Power Generation. Life Cycle Analyses of Nuclear Power." (2011).
- 20 Nuclear Free Future Foundation/Hoffmann, CC BY 4.0, Uranatlas 2022
- 21 [https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Todesopfern\\_der\\_Nuklearkatastrophe\\_von\\_Tschernobyl](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Todesopfern_der_Nuklearkatastrophe_von_Tschernobyl)
- 22 Claussen, Angelika, and Alex Rosen. "30 years life with Chernobyl, 5 years life with Fukushima. Health consequences of the nuclear catastrophes of Chernobyl and Fukushima." (2016).
- 23 Fairlie, Ian. TORCH-2016. An independent scientific evaluation of the health-related effects of the Chernobyl nuclear disaster. Commissioned by GLOBAL 2000/ Friends of the Earth Austria (2016)
- 24 Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz. 2021. Radioaktivität in Wildpilzen und Wildfleisch aus Österreich. <https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Strahlenschutz/Lebensmittelueberwachung/Radioaktivitaet-in-Wildpilzen-und-Wildfleisch-aus-Oesterreich.html> (Accessed 2022)
- 25 <https://www.zamg.ac.at/cms/de/geophysik/news/vor-10-jahren-die-dreifach-katastrophe-von-tohoku-in-japan>
- 26 Sovacool, Benjamin K., et al. "Balancing safety with sustainability: assessing the risk of accidents for modern low-carbon energy systems." Journal of cleaner production 112 (2016): 3952-3965."
- 27 <https://www.mpg.de/forschung/kernenergie-nuklearer-gau>
- 28 Arnold N., et al. 2017. Potential radiological Impacts of a Pressure Vessel rupture of Tihange 2. Institut für Sicherheits- und Risikowissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien.
- 29 Reuster L. 2017. Nukleare Haftungs- und Deckungsvorsorge Wer zahlt einen Super-GAU in Deutschlands Nachbarländern? Forum Ökosoziale Marktwirtschaft e. V. Berlin.
- 30 <https://web.archive.org/web/20120118234709/http://www2.jnes.go.jp/atom-db/en/trouble/individ/power/f/f20080527/index.html>
- 31 [https://www.n-tv.de/wirtschaft/Frankreich-im-Podcast-Wieder-was-gelernt-Atomnation-mit-Stromproblem-article23305361.html?utm\\_source=pocket-newtab-global-de-DE](https://www.n-tv.de/wirtschaft/Frankreich-im-Podcast-Wieder-was-gelernt-Atomnation-mit-Stromproblem-article23305361.html?utm_source=pocket-newtab-global-de-DE)

- 32 <https://reneweconomy.com.au/france-pays-the-steep-cost-of-inflexible-and-ageing-nuclear-aselectricity-prices-soar/>
- 33 Schneider, M. et al. World Nuclear Industry Status Report 2021 (WNISR, 2021)
- 34 <https://www.reuters.com/business/energy/us-approves-massive-solar-project-californiadesert-2021-05-03/>
- 35 <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-11-30/battery-price-declines-slow-down-in-latestpricing-survey>
- 36 <https://spectrum.ieee.org/what-energy-storage-would-have-to-cost-for-a-renewable-grid>
- 37 <https://www.iter.org>
- 38 <https://www.euractiv.com/section/energy/news/iter-nuclear-fusion-reactor-hit-by-covid-delay-rising-costs/>
- 39 <https://www.swr.de/wissen/1000-antworten/wissenschaft-und-forschung/wie-heiss-ist-die-sonne-100.html>
- 40 Fairlie, Ian. "Tritium hazard report: pollution and radiation risk from Canadian nuclear facilities." Greenpeace 2007 (2007).
- 41 <https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/kernfusionsforschung-milliardengrab-oder-klimaretter-a-5ef2d340-3205-47be-9c35-3b60ed0597ae>
- 42 <https://myrrha.be/about-myrrha>
- 43 [https://www.base.bund.de/DE/themen/kt/kta-deutschland/p\\_und\\_t/partitionierungstransmutation.html](https://www.base.bund.de/DE/themen/kt/kta-deutschland/p_und_t/partitionierungstransmutation.html)
- 44 Schneider, M. et al. World Nuclear Industry Status Report 2021 (WNISR, 2021)
- 45 European Commission, "Quarterly Report on European Electricity Markets", DG Energy, Vol. 13, 2021.
- 46 Schneider, M. et al. World Nuclear Industry Status Report 2022 (WNISR, 2022)
- 47 <https://www.world-nuclear-news.org/RS-EDF-faces-EUR100-billion-reactor-upgrade-bill-says-auditoffice-1102164.html>
- 48 [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1963\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1963_web.pdf)
- 49 <https://www.entsorgungsbeirat.gv.at/themen/ueber-uns/nationales-entsorgungsprogramm>
- 50 IPCC, 2022: Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

- 51 Raptis, Catherine E., und Stephan Pfister. „Global freshwater thermal emissions from steam-electric power plants with once-through cooling systems“. *Energy* 97 (2016): 46–57.
- 52 Berechnung auf Basis Medarac, Hrvoje, Davide Magagna, und G. I. Hidalgo. Projected fresh water use from the European energy sector. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018.
- 53 <https://www.nuclearconsult.com/wp/wp-content/uploads/2021/06/Climate-Change-UK-Nuclear-June-2021.pdf>
- 54 Brosig M et al. Implications of Climate Change for the U.S. Army. United States Army War College (2019).
- 55 <https://www.derbund.ch/akw-auf-sand-und-kies-gebaut-541344771053>
- 56 <https://www.zeit.de/politik/deutschland/2018-01/tihange-atomkraftwerk-belgien-niederlande-aachen>
- 57 International Atomic Energy Agency, 2019. Adapting the Energy Sector to Climate Change. Vienna. Identifiers: IAEAAL 19–01258 | ISBN 978–92–0–100919–7. Classification: UDC 620.91:551.588.7 | STI/PUB/1847
- 58 <https://thebulletin.org/2021/11/australian-uk-us-nuclear-submarine-deal-exposes-civilian-militarylinks/>
- 59 <https://sicherheitspolitik.bpb.de/user/pages/07.m6/03.infographics/01.nuclear-warheads-and-fissionable-material-2014/M06-G01-de.pdf>
- 60 Élysée, “Notre avenir énergétique et écologique passe par le nucléaire. Déplacement du Président Emmanuel Macron sur le site industriel de Framatome”, French Government, December 2020, op. cit.
- 61 Stirling, Andy, und Philip Johnstone. „A Global Picture of Industrial Interdependencies Between Civil and Military Nuclear Infrastructures“. SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY: Social Science Research Network, 13. August 2018. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3230021>.
- 62 <https://www.dw.com/en/scientists-pour-cold-water-on-bill-gates-nuclear-plans/a-59751405>

# Kaynakça

## 25-27: Yanlış 6: Nükleer güvenlidir

B.K. Sovacool et al. / Journal of Cleaner Production 112 (2016) 3952e3965

our world in data:

<https://ourworldindata.org/safest-sources-of-energy>

<https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Strahlenschutz/Lebensmittelueberwachung/Radioaktivitaet-in-Wildpilzen-und-Wildfleisch-aus-Oesterreich.html>

Todesopfer Tschernobyl (Maximum aus Tabelle 4-1):  
[https://www.ippnw.de/commonFiles/pdfs/Atomenergie/IPPNW\\_Report\\_T30\\_F5\\_Folgen\\_web.pdf](https://www.ippnw.de/commonFiles/pdfs/Atomenergie/IPPNW_Report_T30_F5_Folgen_web.pdf)

## 41-43: Son Geldi: Nükleerin Modası Geçti

<https://www.iwr.de/news/atomenergie-wird-fuer-stromerzeugung-irrelevant-zu-teuer-und-zu-langsam-news37071>

## 47-49: Uranyum Madeni: Madenden Gelen Ölüm

Nuclear Free Future Foundation/Hoffmann, CC BY 4.0, Uranatlas 2022

<https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/uranatlas-2019/>

[https://euratom-supply.ec.europa.eu/publications/esa-annual-reports\\_en](https://euratom-supply.ec.europa.eu/publications/esa-annual-reports_en)

## 57-58: Nükleer güç santralleri bomba geçirmez değil

<https://www.energiezukunft.eu/politik/kernkraftwerke-im-kriegsgebiet/>

<https://www.iaea.org/nuclear-safety-and-security-in-ukraine>

<https://www.greenpeace.de/frieden/ukraine-krieg-bedrohliche-lage-dortige-atomkraftwerke>

<https://healthysleep.med.harvard.edu/healthy/matters/consequences/sleep-performance-and-public-safety>

## Yayın ayrıntıları:

### **Yayıncı ve medya sahibi:**

GEF- Yeşil Avrupa Vakfı, B-1210 Brüssel, Mundo Madou-  
Avenue des Arts 7-8

FREDA- Die Grüne Zukunftsakademie, A-1060 Wien,  
Loquaiplatz 12/4,

**Konsept:** Dagmar Tutschek, Michael Schmid

**GEF proje koordinasyonu:** Kel Nkondock

**Düzenleme ve metinler:** Maria Niedertscheider, Michael  
Schmid

**İngilizce Çeviri:** Edith Vanghelof

**Fotoğraflar:** Michael Schmid (Kapak, s. 17, 35, 42, 53),  
Johannes Plenio, Petar Avramoski, Recognize Productions,  
Armin Forster (pexels.com), Markus Distelrath, Monica  
Schreiber, distelAPPArath, Der Weg (pixabay.com)

**İnsan Simgeleri:** Freepik / flaticons.com tarafından  
oluşturulmuştur

**Düzen:** Christoph Gratzner

**Baskı:** druck.at



Bu yayının metin ve görselleri Creative Commons  
Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)  
lisansı altındadır. Lisans sözleşmesi için bkz. [https://  
creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode). Özet  
için (yerine geçmez) bkz. [https://creativecommons.org/  
licenses/by-sa/4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0).

Bu yayında yer alan fotoğrafların telif hakkı koşulları her  
fotoğrafın altında belirtilmiştir.

Yeşil Avrupa Vakfı (GEF), Avrupa düzeyinde bir siyasi  
vakıf olup, misyonu Avrupa'da canlı bir tartışma  
ortamına katkıda bulunmak ve vatandaşların Avrupa  
siyasetine katılımını teşvik etmektir.

GEF, Yeşil siyaset ailesinin hem içinde hem de ötesinde  
Avrupa politikaları ve siyaseti üzerine tartışmaları  
yaygınlaştırmaya çalışmaktadır. Vakıf, yeni fikirler için  
bir laboratuvar görevi görmekte, sınır ötesi siyasi eğitim  
ve Avrupa düzeyinde iş birliği ve değişim için bir  
platform sunmaktadır.

FREDA- Die Grüne Zukunftsakademie zur Förderung  
politischer Bildung und Kultur, Avusturya Yeşillerinin  
siyasi kuruluşu olup, misyonu süregelen tartışmalara  
müdahalede bulunmak, sinerji yaratmak, Avrupa'daki  
diğer Yeşil ve ilerici aktörlerle birlikte pozitif vizyon  
çalışmaları yapmak ve bunların yaygınlaştırılmasına  
katkıda bulunmaktır. Ekonomi ve sosyal adaletin adil  
bir geçiş ruhuyla yeniden yapılandırıldığı canlı, barışçıl  
ve sürdürülebilir bir korona sonrası toplum için.

# Nükleer Enerji

## İklim değişikliğiyle mücadelede çıkılmaz sokak

Fukuşima'daki olabilecek en büyük kaza felaketinden sonra, nükleer enerjiden çıkış artık kesin gibi görünüyordu. Ancak iklim krizi ve artan enerji talebiyle karşı karşıya kalan nükleer sektörü şimdi yeni vaatlerde bulunuyor: mini nükleer santraller, toryum reaktörleri ve nükleer atık sorununa basit çözümler.

Bu broşür, baştan çıkarıcı yanılsamalar ile acı gerçekleri karşılaştırmaktadır. Kısa, öz ve sade bir dille.

FREDA- Die Grüne Zukunftsakademie ve Parlamento Üyesi, Nükleer Karşıtı Sözcü Martin Litschauer tarafından hazırlanmıştır.



GEF.EU



FREDA.AT

