

## Baz Yüklü Karbonsuz Nükleer Elektrik Santralleri Üniteleri Yapımı Yönünde Artan Küresel İlqi Karşısında Yükselen Dünya Uranyum Madeni Üretimleri

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası FMO ([canguzel.taner@gmail.com](mailto:canguzel.taner@gmail.com))

Yerkürenin ısınması, global iklim değişikliği problemleri ve çok farklı boyutlara ulaşan küresel enerji arz güvenliği sorunları ile karşı karşıya kalan ülkeler, karbonsuz güç kaynaklarının çeşitlendirilmesi bağlamında ciddi çalışmalar yürütmektedir. Birincil enerji kaynakları; yenilenebilir enerji kaynakları YEK ve yenilenebilir olmayan enerji kaynakları adı altında iki sınıfta temsil edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları YEK kökenli güç sistemleri içerisinde güneş enerjisi santralleri GES, rüzgâr enerjisi santralleri RES, dalga enerjisi üniteleri, biyokütle (**biomass** - odun, şeker kamışı, şeker pancarı, mısır, buğday gibi tahıl ürünleri ve benzeri) kompleksler, jeotermal enerji santralleri JES, hidroelektrik santraller HES ve gelgit enerjisi (medcezir enerjisi - **tidal power**) tesisleri yer almaktadır. YEK menşeli karbonsuz RES, GES ve HES kompleksleri; baz yüklü ve temel elektrik enerjisi üretimleri arasında sayılmamaktadır. Rüzgârsız, güneşsiz ve kurak geçen meteorolojik hava şartları çerçevesinde söz konusu YEK odaklı karbonsuz, doğa dostu, çevreci ve yeşil kurulu güç kapasiteleri sektöre uğramaktadır, Yenilenebilir olmayan enerji kaynakları kabul edilen kömür, petrol ve doğalgaz yakan termik santral kompleksleri ile karbonsuz nükleer fisyon santralleri ve gelecekteki güneş tabanlı doğa dostu, çevreci ve yeşil nükleer füzyon santrali üniteleri ise sürdürülebilir enerji arz güvenliği temin eden baz yüklü, temel, primer ve birincil güç sistemleri arasına girmektedir. Bahse konu primer enerji kaynakları sürekli ve her an elektrik enerjisi üretimleri sağlayabilmektedir. Öte yandan, dünya genelinde Birleşmiş Milletler BM 2015 Paris İklim Anlaşması maddeleri ve hükümleri uyarınca 2050 yılına kadar küresel karbon ayak izinin sıfırlanması, global karbon ve karbondioksit emisyonlarının yok edilmesi için hükümetler, karbon nötr ülke olma yolunda karbonsuz güç üretimleri programları uygulamaktadır. Böylece, küresel fosil yakıtlar tüketimi, kullanımı ve yaygınlaşması trendine dair gelecek yasaklamalar doğrultusunda global karbonsuzlaştırma teknolojileri açısından önemli sayılan temel yük kaynağı karbonsuz nükleer güç santralleri NGS üniteleri popüler hale gelmektedir. Dünyanın üç büyük ülkesi Amerika Birleşik Devletleri ABD, Rusya Federasyonu ve Çin ile birlikte diğer kalkınmakta olan pek çok ülkenin karbonsuz nükleer enerji santrali reaktörleri kurulmasına yönelik giderek artan ilgisi karşısında yeniden global uranyum madeni üretimleri canlanması ve dirilişi bu yazıda ele alınmaktadır.

Rusya Federasyonu Başkanı **Vladimir Putin** ve Çin Lideri **Xi Jinping**'in de katıldığı Avrasya güvenlik ve savunma ortaklığı **Şanghay İşbirliği Örgütü (Shanghai Cooperation Organisation - SCO)**'nün 03 Temmuz 2024 tarihli toplantısı Kazakistan'ın Başkenti **Astana**'da düzenlenmiştir. Kazakistan Başkanı **Tokayev** ile Çin Lider **Xi**, enerji ve madencilik sektörü dallarında işbirliği çalışmalarının artırılması gerekliliğini vurgulamıştır. Ayrıca, Rusya Federasyonu ve Çin arasında söz konusu sektörlerdeki sınırsız ortaklık faaliyetleri de Kazakistan toplantısında gündeme taşınmıştır. Ukrayna'da süregelen savaş Rusya'ya ham petrol ve doğalgaz bağlılığı nedeniyle Avrupa ülkelerinde enerji arz güvenliği zafiyeti problemleri doğurmaktadır. Gelişen yeni durum, karbonsuz nükleer enerjinin canlanması birlikte nükleer yakıt

olan uranyum madeni taleplerini ciddi biçimde artırmaktadır. Küresel uranyum üretimi 2023 yılında 65000 ton olup, 2030 yılında ise 75000 ton'a yükselmesi öngörülmektedir. Dünya uranyum madeni fiyatları 2016 yılından beri beş kat artmıştır. Özellikle, Çin nükleer yakıt uranyum talebi son zamanlarda biraz yavaşlamasına rağmen global uranyum madeni üretim artışları yönünde mevzu bahis ülkenin uranyum ihtiyacı en büyük nedeni oluşturmaktadır. Küresel uranyum nükleer yakıt talepleri artışları Kazakistan'a olumlu şekilde yansımaktadır. Kazakistan dünyanın en büyük uranyum madeni üreticisi ve ihracatçısı konumunda bulunmaktadır. Global uranyum madeni arzı %43 oranında Kazakistan tarafından karşılanmaktadır. Dünyanın ikinci büyük uranyum madeni üreticisi Kanada'nın ise küresel uranyum üretimi payı da yaklaşık %30 düzeyinde seyretmektedir. Kanada, mevcut küresel uranyum madeni arzı potansiyeli ve kapasitesinin korunması amacıyla uranyum madeni üretimleri rakamı 1997 yılında 736 ton iken 2025'de 31000 ton'a artırmayı hedeflemektedir. Günümüzde Amerika Birleşik Devletleri ABD uranyum madeni gereksinimi, %25 seviyesinde Kanada uranyum madeni ihracatı yoluyla temin edilmektedir. Böylece, Kazakistan ve Kanada dünyanın ileri gelen global uranyum madeni tedarikçileri arasına girmektedir.

Kazakistan **South Torkuduk** uranyum maden ocağı sahası aşağıdaki resimde görüntülenmektedir.



**Kaynak:** KATCO

Gezegenin en büyük uranyum madeni alıcıları ve müşterileri arasında ise Çin yer almaktadır. Kazakistan küresel uranyum madeni ihracatları %50 oranında Çin'e yapılmaktadır. Çin uranyum madeni arzı takribi %70 düzeyinde Kazakistan uranyum madeni istihsalı yoluyla sağlanmaktadır. Devlete ait **Çin Ulusal Uranyum Şirketi** (China National Uranium Corporation - **CNUC**), Kazakistan yerel uranyum maden ocakları işletmeleri ile çok sayıda anlaşmalar imzalamıştır. Böylece, gelecekteki Kazakistan uranyum madeni üretimleri kullanma ve pazarlama hakları yaklaşık %60 oranında adı geçen Çin kamu sektörü **CNUC** firmasına verilmektedir. Ayrıca Çin ve Kazakistan; **Şanghay (Shanghai)** bağlantılı uranyum nakliyesi, taşınması ve

transportu geliştirilmesi yönünde müzakereler de sürdürmektedir. Diğer ülkeler de Kazakistan uranyum madeni kaynakları ile rekabet gücü ve etki alanını artırmaya çalışmaktadır. Örneğin, Rusya Federasyonu, Kazakistan topraklarında baz yüklü karbonsuz nükleer güç santrali **NGS** üniteleri kurulması bağlamında açılan bir ihaleyi kazanarak söz konusu ülke üzerindeki bağlarını güçlendirmeyi hedeflemektedir. Ancak, bahse konu Rus yapımı karbonsuz temel güç kaynağı nükleer elektrik santrali yatırımı Kazak Hükümeti tarafından referandum yoluyla kamuoyu görüşüne sunulacaktır. Diğer taraftan, Kazakistan ham petrol ihracatı bir petrol boru hattı ile Rusya limanına akıtılarak ülkelere pazarlanmaktadır. Bu arada Kazak uranyum madeni üretimleri %25 oranında Rusya Federasyonu tarafından kontrol altında tutulmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri **ABD**, Rusya dan zenginleştirilmiş uranyum tedariki ticari faaliyetlerini durduracaktır. Ayrıca, **ABD** ulusal uranyum maden ocaklarının işletilmesi de yeniden başlatılmaktadır. Öte yandan, Batı ülkeleri de Kazakistan'dan doğrudan uranyum madeni ithalatları gerçekleştirmeyi planlamaktadır. Söz konusu ülkelerin bir kısım uranyum ithalatları da Rusya Federasyonu yerine Çin vasıtasıyla yapılacaktır. Sonuçta, global yüksek uranyum fiyatları sürmesi halinde diğer ülkelerin de uranyum madeni üretmesi beklenmektedir.

### **Kaynaklar:**

- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Nükleer Güç Santralleri ve Nükleer Enerjinin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Enerji Santralleri, Enerji Kaynak Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Amerika; Yeni Nesil Nükleer Elektrik Santralleri ve Nükleer Rönesans, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010
- İleri Nükleer Santraller, İklimsel Değişim Mekanizmaları, Küresel Isınma ve İklim Değişiklikleri Bilimsel Raporları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Fukushima Nükleer Güç Santralleri Kazaları Sonrası Modern Nükleer Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Japonya Deprem Tsunami Süpürtü Dalgaları Doğal Felaketler Sonucu Nükleer Reaktör Kazaları Sonrası Almanya Nükleer Enerji Politikası Sarmalı, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Amerika Birleşik Devletleri Enerji Politikası ve Evrimsel Nükleer Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Japonya 2011 Fukushima (Fukuşima) Daiichi Nükleer Güç Santrali **NGS** Kazaları Sonrası Nükleer Enerji Teknolojisinin Yeniden Canlanması, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Japonya 2011 Yılı Deprem ve Süpürtü Dalgaları Doğal Felaketler Sonucu Fukushima Nükleer Elektrik Santrali Kapatılması Sonrası Nükleer Enerji Teknolojileri Stratejisi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Japonya Mart 2011 Deprem ve Tsunami Süpürtü Dalgaları Tabii Afetler Zinciri Sonrası Japon Nükleer Enerji Santralleri Projeksiyonları Dirilişi Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Rusya Federasyonu Küresel Karbonsuz Nükleer Güç Santralleri Yatırımları ile Çin, Güney Kore, Fransa ve Amerika Nükleer Enerji Projeleri Rekabeti, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2018.
- Küresel Çevreci **YEK** Kökenli **RES** Üniteleri, **GES** Kompleksleri ve Global Baz Yüklü

- Uranyum Yakıtlı Karbonsuz **NGS** Reaktörleri Stratejisi ile Ekonomisi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2018.
- Dünyanın En Büyük Nükleer Güç Santrali Kazaları Arasında Sayılan Japonya Fukushima Nükleer Elektrik Reaktörleri Sonrası İzlenen Japon Politikası, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2019.
- Amerikan Enerji Bakanlığı **DOE** Tarafından Yenilikçi İleri Nükleer Santraller Geliştirilmesi İçin Sunulan Ekonomik Destekler ve Mali Yardımlar, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2020.
- Küresel Karbonsuzlaştırma Teknolojileri Perspektifleri ile 21. Yüzyıl Global Isınma ve İklim Değişiklikleri Sorunları Dizginlenmesi Stratejileri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2020.
- Küresel İnovatif Nükleer Güç Sanayi Gelişmeleri Doğrultusunda **Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı UAEA** 2050 Nükleer Elektrik Üretimi Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2021.
- Japon Fukushima Daiichi **Nükleer Güç Santrali (NGS)** Reaktörleri Kazaları Sonrası Baz Yüklü Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Gelişimi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2021.
- Baz Yüklü Küresel Petrol, Doğalgaz ve Kömür Yakan Termik Santraller Ünitelerinin Çalıştırılması ile Artan Global İklim Krizi Kaygıları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2021.
- Küresel Fosil Yakıtlar Fiyat Artışları ve Global Enerji Arz Güvenliği Riski Bağlamında Amerikan Uranyum Madenlerinin Yeniden İşletilmesi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2022.
- Global Enerji Arz Güvenliği Darboğazı Aşılması Açısından İklim Dostu Karbonsuz **Nükleer Güç Santralleri NGS** Reaktörleri Popülaritesi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2022.
- Dünya İklim Krizi, Rusya Ukrayna Savaşı ve Artan Küresel Doğalgaz Fiyatları Sonucu Yükselen Global Küçük Modüler Güç Reaktörleri **SMR** İlgisi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2022.
- Güney Kore Net Sıfır Karbon Emisyonları Planı Başarılması İçin Doğa Dostu **YEK** ve Karbonsuz **NGS** Karbonsuzlaştırma Teknolojileri Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2023.
- Amerika Karbon Ayak İzinin Sınırlanması Yönünde Karbonsuz Baz Yüklü İnovatif Nükleer Güç Santralleri **NGS** Reaktörleri Ekonomik Destekleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2023.
- Güneş Sisteminde Yaşanabilir Yeğane Mavi Gezegen Dünyanın Isınması ve İklim Krizinin Önlenmesi Bağlamında Karbonsuz Nükleer Gücün Önemi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2023.
- Yoğun Karbon Emisyonlu Baz Yüklü Kömür Santralleri Yerine Temel Enerji Kaynağı Karbonsuz Yenilikçi Nükleer Santraller Kurulması Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2023.
- İngiltere İnovasyona Dayalı Evrimsel Yeni Nesil **Nükleer Güç Santrali (NGS)** Reaktörleri Maliyetleri Artışları ile Karbonsuz Nükleer Enerji Rönesansı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2024.
- Tayvan Enerji Üretimi Projeksiyonları Kapsamında Karbonsuz **Nükleer Güç Santrali NGS** Reaktörleri Kapatılması ile Elektrik Kesintileri Olasılıkları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2024.
- The Economist Dergisi, (06 Temmuz 2024 - 12 Temmuz 2024).

**Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi:**

[www.fmo.org.tr/\\_yayinlar/faydali-bilgiler](http://www.fmo.org.tr/_yayinlar/faydali-bilgiler)