

Güneş Sisteminde Yaşanabilir Yeğane Mavi Gezegen Dünyanın Isınması ve İklim Krizinin Önlenmesi Bağlamında Karbonsuz Nükleer Gücün Önemi

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası FMO (canguzel.taner@gmail.com)

Hükümetlerin karbon nötr ülke olma hedefleri doğrultusunda 2050 yılına kadar global net sıfır karbondioksit emisyonları ve küresel karbon ayak izinin sıfırlanması perspektifleri açısından nükleer fisyon reaksiyonları kökenli temel enerji kaynağı karbonsuz nükleer güç santralleri NGS üniteleri ile termonükleer tepkimeleri menşeli baz yüklü iklim dostu birinci nesil nükleer füzyon santralleri reaktörleri sürdürülebilir ve stabil nükleer elektrik üretimleri oranlarının gelecekte dünya enerji portföyü kapsamında yüksek düzeylere ulaşması beklenmektedir. Böylece global enerji görünümü içeriğinde yeşil, doğa dostu ve çevreci nükleer füzyon kompleksleri ve karbonsuz nükleer fisyon tesisleri düzenli güç üretimleri rakamları; baz enerji kaynakları kömür, petrol ve doğalgaz termik santralleri üniteleri elektrik üretimleri rakamlarının yerine geçecektir. Öte yandan, dünya baz enerji kaynakları fosil yakıtlı termik santraller sistemlerinin yasaklanması ile birlikte ülkelerin ortaya çıkması olası küresel enerji arz güvenliği açmazı ve ikilemi içine düşmemesi yönünden global inovasyona dayalı iklim dostu nükleer enerji projeleri yatırımları son derece önemli bir konuma yükselecektir. Birleşmiş Milletler tarafından 30 Kasım ve 12 Aralık 2023 tarihleri arasında Birleşik Arap Emirlikleri - BAE ([United Arab Emirates - UAE](#)) mega kentinde tertiplenen [Dubai COP28 BM İklim Değişikliği Konferansı](#) sırasında Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı - UAEA ([International Atomic Energy Agency - IAEA](#)) Genel Direktörü Rafael Mariano Grossi ([Rafael Grossi](#)) tarafından sunulan “net sıfır emisyonları sağlanması yönünde nükleer gücün gerekliliği” içerikli tebliği bu yazıda incelenmektedir.

Yeryüzünün ısınması ve global iklim değişiklikleri mekanizmaları sorunlarının çözülmesi açısından düşük karbon ekonomisi kapsamında temiz enerji kaynakları projeleri yatırımlarına gereksinim duyulmaktadır. Yerkürenin karbonsuzlaştırma atmosferi mücadelesi için uygulanacak global enerji eylem planları ve küresel çevre eylem planları çerçevesinde karbonsuz baz yük kaynağı nükleer fisyon enerjisi ve füzyon odaklı termonükleer enerji yatırımları son derece önemli bir köprü görevi üstlenecektir. Söz konusu ifadeler, [IAEA](#) Genel Direktörü [Rafael Mariano Grossi](#) ([Rafael Grossi](#)) bildirisini ile ilk kez [COP28 BM İklim Konferansı](#) bir oturumunda dile getirilmiştir. Genel Direktör [Grossi](#)'nin açıklamaları aşağıda belirtildiği gibi devam etmektedir. Güneş ve güneş sistemi içinde yaşamaya elverişli yeğane mavi gezegen dünyanın giderek artan ısınması karşısında doğal varlığının korunması mücadelesi bağlamında global iklim dostu evrimsel nükleer güç sistemleri, alternatif temiz enerji kaynakları arasında sayılmaktadır. Yükselen küresel elektrik enerjisi talebi ile beraber ülkelerin ekonomik büyüme hızları rakamlarını sürdürebilmesi açısından karbonsuz güvenilir global iklim dostu yenilikçi nükleer güç teknolojileri ve teknikleri öne çıkmaktadır. [IAEA](#) önderliğinde nükleer elektrik enerjisi üreticisi üye ülkeler, nükleer enerjinin barışçıl amaçlar doğrultusunda kullanılması sayesinde dünyada düşük karbon teknolojileri yaygınlaştırılması ilkesine katkı sağlamaktadır. Küresel sera gazı emisyonları olmayan aynı zamanda nükleer emniyet ve nükleer güvenlik kriterleri titizlikle uygulanan baz yüklü karbonsuz nükleer güç sistemleri; elektrik şebekelerinde gözlenen voltaj kararsızlıkları ve gerilim düzensizliklerini önlemek suretiyle

yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** tabanlı güneş enerjisi santralleri **GES** ve rüzgar enerjisi santralleri **RES** üniteleri kompleksleri işletilmesi ve çalıştırılması için istikrarlı elektrik enerjisi üretimleri temin etmektedir. Günümüzde dünyada 31 ülkede faaliyet gösteren karbonsuz nükleer elektrik reaktörleri sayısı 412 adet olup, kurulu güç kapasitesi ise 370 **gigawatt** düzeyi ile küresel toplam elektrik enerjisi üretimi profili içerisinde %10 oranında yer almaktadır.

Sıcak Deniz ülkesi **Birleşik Arap Emirlikleri - BAE (United Arab Emirates - UAE)** **Basra Körfezi** kıyısında Güney Kore **KEPCO (Korea Electric Power Corporation)** Şirketi tarafından kurulan 5600 **MW** kapasiteli **Barakah Nükleer Güç Santrali NGS (Barakah nuclear power plant)** reaktörleri aşağıdaki resimde görüntülenmektedir.

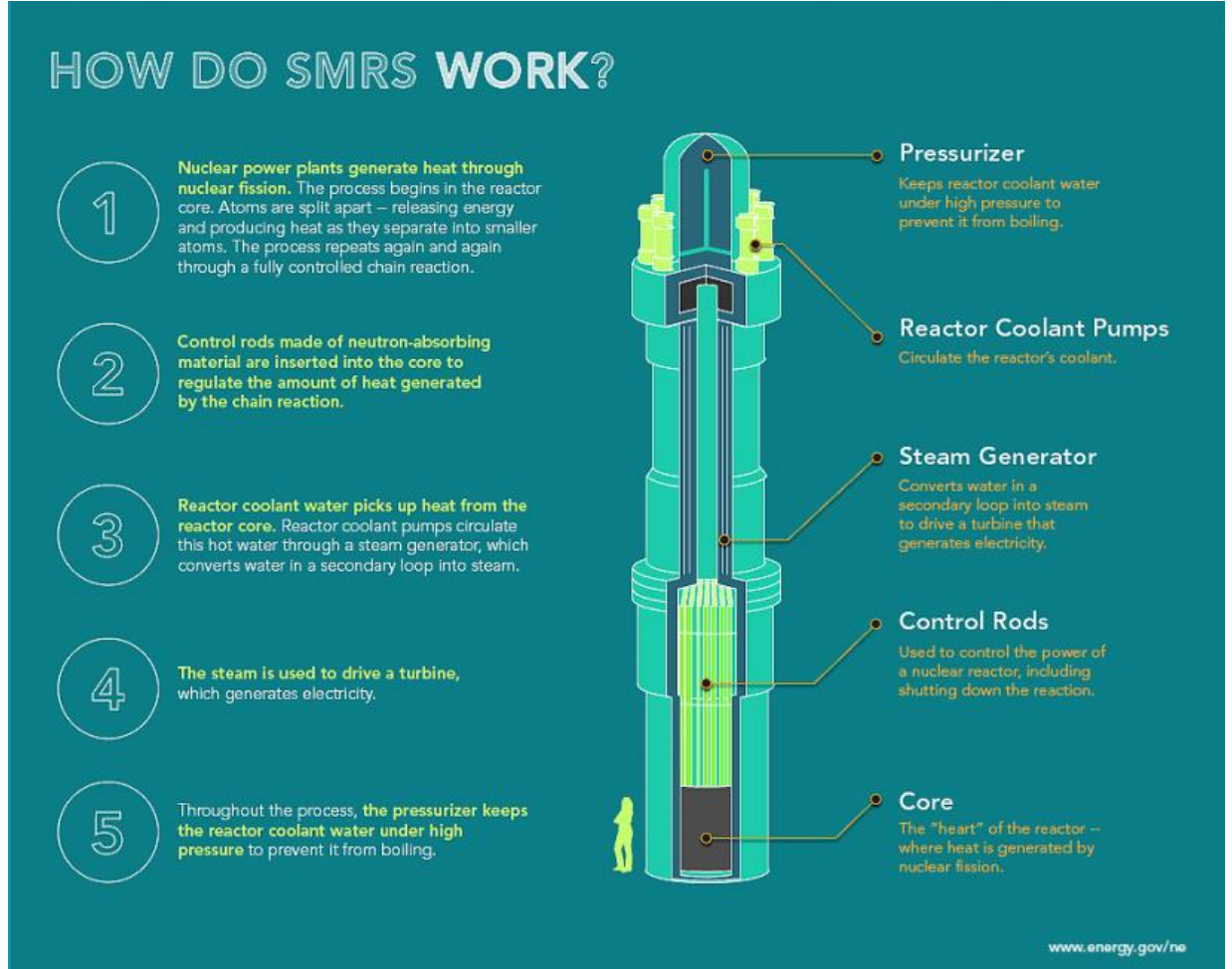


Kaynak: Emirates Water and Electricity Company – EWEC

Bangladeş, Mısır ve Türkiye de dahil olmak üzere pek çok ülke iklim dostu ilk karbonsuz nükleer güç santralleri **NGS** reaktörleri tesislerini kurmaktadır. Ayrıca, çok sayıda hükümet temiz nükleer enerji projeleri yatırımları planlamaktadır. Öte yandan Çin, Fransa, Hindistan ve İsveç gibi ülkeler; nükleer enerji programları ve nükleer güç yatırımları planlamalarını genişletmeyi hedeflemektedir. Yapılan ayrıntılı bilimsel ve teknolojik çalışmalar; 2050 yılına kadar net sıfır karbon emisyonları ve global ayak izinin sıfırlanması perspektifleri amaçlarına yönelik nükleer enerji yatırımları için sürekli ve düzenli finansman kaynakları tahsis edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Diğer taraftan, nükleer enerji sektörü yenilikleri arasında sayılan nükleer santral tasarımı sadeleştirilmiş, kapasite kullanımı esnek olan ve düşük maliyetli inovatif **küçük modüler reaktörler (Small Modular Reactors - SMRs)** kurulması faaliyetleri de giderek hız kazanmaktadır. Ayrıca, nükleer santral işletme ömürlerinin uzatılması ve nükleer reaktörlerin yenilenmesi çerçevesinde mevcut nükleer elektrik enerjisi tesislerinin nükleer güvenlik sistemleri ve ekipmanlarının sürekli denetlenmesi suretiyle elektrik şebekelerine aynı zamanda diğer sektörler de sürdürülebilir ve güvenli çevre dostu global karbonsuz nükleer enerji sağlanmaktadır. 21. yüzyılın başından beri yaklaşık 30 gigaton mertebesinde sera gazı emisyonları salınımlarının atmosfere verilmesi iklim dostu karbonsuz nükleer güç sayesinde engellenmiştir.

Nükleer elektrik enerjisi ile kentlerin ısıtılması, tuzlu suyu tatlı suya dönüştüren nükleer tesisler (**Nuclear Desalination**) ve geleceğin en temiz enerji kaynağı **hidrojen üretimi** için karbonsuz nükleer gücün kullanımı da küresel iklim krizi çözümü yönünde önemli bir alternatif çevreci iklim dostu nükleer enerji yöntemi kabul edilmektedir.

Temel enerji kaynağı iklim dostu yenilikçi küçük modüler reaktör (**Small Modular Reactor - SMR**) çalışma prensibi, nükleer reaktör elemanları ve donanımları aşağıdaki şemada gösterilmektedir.



Kaynak: www.energy.gov

En üst düzeyde sağlanan global nükleer emniyet ve nükleer güvenlik standartları ile beraber küresel karbonsuz iklim dostu nükleer güç kompleksleri ve tesislerinin gelecekte **net sıfır emisyonlar (net zero emissions)** hedefleri doğrultusunda önemli bir rol alması beklenmektedir. Küresel ekolojik denge koşulları temininin başarılması bağlamında yeni kuşak nükleer güç santalleri **NGS** reaktörleri yatırım projelerinin gerçekleşmesi için yeterli parasal kaynakların sağlanması açısından zorlu ve çetin bir mücadele süreci yaşanacaktır. Nükleer güç projeleri yatırımları finansmanı yönünden ise eşit şartların oluşturulması gerekmektedir. Enerji uzmanları tarafından halihazır iklim projeksiyonları çerçevesinde 2050 yılına kadar iki kattan daha fazla nükleer güç kapasitesi rakamlarına ihtiyaç duyulmakta olduğu yine **IAEA** Genel Direktörü **Rafael Mariano Grossi (Rafael Grossi)** tarafından **Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı - UAEA Yönetim Kurulu (IAEA Board of Governors last month)** Kasım 2023 tarihli

toplantısında ifade edilmiştir. Sonuçta, dünya liderlerinin bir araya geleceği Mart 2023 tarihinde Başkent Brüksel’de Belçika Hükümeti ve **IAEA** ile ortaklaşa düzenlenen **Nükleer Enerji Zirvesi (Nuclear Energy Summit)** sırasında karbonsuz iklim dostu nükleer güç sistemlerinin rolü yeniden gündeme taşınacaktır.

Kaynaklar:

- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Nükleer Güç Santralleri Gelişiminde Nükleer Emniyet ve Nükleer Güvenlik, 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.
- Amerika Birleşik Devletleri Enerji Politikası ve Evrimsel Nükleer Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- ABD** Nükleer Enerji Politikaları Çerçevesinde Geliştirilen Modern Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Stratejileri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Almanya Yeşil Enerji Devrimi Energiewende Enerji Dönüşümü Süreci İçinde Elektrik Şebekesi Sistem Kararsızlıkları ve Gerilim (Voltaj) Dengesizlikleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Dünya Elektrik Arz Güvenliği Sıkıntıları Çözümü Perspektifleri Kapsamında Yüzer Karbonsuz Yeni Nesil Nükleer Enerji Santralleri Kurulması Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Klasik Nükleer Güç Santrali **NGS** Ünitelerine Kıyasla Denizlerde Kurulacak Yüzer ve Denizaltı İnovatif Nükleer Reaktör Kompleksleri Avantajları, Ahmet Cangüzel Taner, **Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- 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.
- Suudi Arabistan Nükleer Enerji Programı ve Ortadoğu Ülkeleri Zenginleştirilmiş Uranyum ve Plütonyum - 239 (Pu -239) Nükleer Silahlar Üretilmesi Olasılığı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2018.
- Amerika Nükleer Yakıt Arz Güvenliği ve Nükleer Silahlar Geliştirilmesi Açısından Önemli Sayılan Hızlı Üretken Deneme Reaktörleri Dirilişi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2018.
- Çin, Hindistan, Türkiye, Mısır, Suudi Arabistan, Ürdün ve **BAE** Nükleer Güç Programları ile Birlikte Nükleer Yakıt Uranyum Ticareti Canlanması, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2018.
- Karbonsuz Hızlı Nükleer Santraller veya Hızlı Üretken Reaktörler ile Baz Yüklü Küçük Modüler Nükleer Güç Reaktörleri (**SMR**) Yatırımları Projeksiyonları, 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.
- Temel Enerji Kaynağı Karbonsuz Yeni Nesil Nükleer Güç Santralleri **NGS** Üstünlükleri ve İyonlaştırıcı Radyasyon Teknolojileri Avantajları, Ahmet Cangüzel

- Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2020.
- Temel Güç Kaynakları Karbonsuz Mini Nükleer Elektrik Reaktörleri ve Global Nükleer Yakıt Erimesi Kazaları Karşısındaki Teknolojik Üstünlükleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2020.
 - ABD** Yönetimince Mali Destek Uygulanan Birincil Enerji Kaynakları Karbonsuz Mini Modüler Nükleer Güç Üniteleri Maliyetleri Artışları Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2020.
 - Microsoft Şirketi Kurucusu ve Dünyanın Önde Gelen Girişimcisi **Bill Gates**'in Temel Enerji Kaynağı Karbonsuz Nükleer Güç Santrali **NGS** Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2021.
 - 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.
 - Çin Karbonsuz Toryum Yakıtlı Dördüncü Nesil Ergimiş Tuz Santralleri **ETS** Kompleksleri Kurulması ve Ticari Nükleer Güç Üretimi Başlatılması Planları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2021.
 - 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.
 - Alternatif Baz Yüklü Karbonsuz Nükleer Elektrik Santralleri Geliştirilmesi Süreci Kapsamında Nükleer Yakıt Olarak Toryum Elementi Kullanımı ve Tüketimi, 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 Sıfırlanması Yönünde Karbonsuz Baz Yüklü İnovatif Nükleer Güç Santralleri **NGS** Reaktörleri Ekonomik Destekleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2023.
 - Baz Yüklü Yüzer Karbonsuz Yeni Kuşak Nükleer Güç Santrali Reaktörleri Ünitelerinin Küresel Karbonsuzlaştırma Hedefleri Kapsamındaki Rolü, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2023.
 - Küresel Termonükleer Araştırma Geliştirme Çalışmaları ile Kurulması Planlanan Baz Yüklü Çevreci Karbonsuz Nükleer Füzyon Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2023.
 - Birleşmiş Milletler **BM COP28** İklim Zirvesi Müzakereleri ile **IAEA** Tarafından Çevreci Karbonsuz Füzyon Enerjisi Çalışmalarının Gündeme Taşınması, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2023.
 - Net Zero "Needs Nuclear Power" **IAEA** says in Landmark Statement Backed by Dozens of Countries at **COP28**, **IAEA** Yayını, 01 Aralık 2023.

Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi:

www.fmo.org.tr/_yayinlar/faydali-bilgiler