

## **Çin, Yeni Kuşak Nükleer Enerji Santralleri, Global Yenilikçi Nükleer Santral İnşaatları ve Dünya Sera Gazı Emisyonları**

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

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

Global elektrik enerjisi talebi ve dünya elektrik ihtiyaçları gelişmelerine paralel olarak küresel elektrik üretimi de hızla artmaktadır. 2008 yılında yaşanan küresel finansal krizler ve global mali iflaslar karşısında ülkelerin ekonomik büyüme hızları sekteye uğrasa da dünya elektrik enerjisi talebi tekrar yükselme sürecine doğru girmektedir. Global elektrik gereksinimleri ile birlikte ülkelerin küresel enerji arz güvenliği çıkmazı ve zafiyeti sorunlarından kaçınma planları da global elektrik üretimi yükselme trendine katkı sağlamaktadır. Son zamanlarda küresel baz elektrik yükü kaynaklı enerji ihtiyaçları karşılanması temeline ülkelerin fosil yakıtlar talepleri büyük artışlar göstermektedir. Küresel fosil yakıt talebi artışları nedeniyle global birincil enerji kaynakları petrol, doğalgaz ve kömür gibi dünya fosil yakıt fiyatları bir türlü düzenli bir seyir izleyememektedir. 1973 yılında küresel petrol fiyatları, özellikle de ham petrol varil fiyatınının 1 dolardan 2 dolara fırlamasından beri kararlı zemine oturamamıştır. Öte yandan, dünya petrol, doğalgaz ve kömür kullanımları ve tüketimleri yoğun biçimde yükselmesi ise küresel sera gazı emisyonları artışları ile beraber global ısınma ve küresel iklim değişikliği problemleri de önemli aynı zamanda bilimsel olarak da belirsiz ciddi boyutlara doğru sürüklenmektedir. Global sera gazları emisyonları içerisinde karbon salınımları ve karbondioksit salınımları yüksek oranlarda bulunmaktadır. Bu bağlamda çoğu gelişmekte olan ülkeler ekonomileri karbon emisyonları ve karbondioksit salınımları olmayan global nükleer güvenlik kriterleri birinci öncelikli temel elektrik yükü kaynağı evrimsel nükleer güç santralleri kurulması için planlar yapmaktadır. Ancak 2011 yılı Japonya depremi, tsunami süpürtü dalgaları doğal felaketler sonucu oluşan Fukushima nükleer elektrik reaktörleri kazaları sonrası ülkelerin global nükleer enerji programları ve planları da sekteye uğramıştır. Japon Fukushima nükleer güç santrali kazaları sonuçlarından bilhassa pasif nükleer güvenlik sistemleri ile ilgili alınan dikkat çekici derslerin uygulandığı nükleer güvenlik ölçütleri sayesinde küresel yeni nesil nükleer güç santralleri inşaatları yeniden yeşermeye başlamıştır. Örneğin, başta Çin olmak üzere dünya genelinde Rusya Federasyonu, Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri, Güney Kore gibi hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde baz yük kaynağı yeni kuşak nükleer elektrik reaktörleri inşaatları sürdürülmektedir. Çağdaş nükleer santraller elektrik üretimi için Çin, diğer ülkelere kıyasla dev yenilikçi nükleer teknolojik hamleler gerçekleştirmektedir. Bu makalede Çin enerji portföyü perspektifleri kapsamında küresel nükleer güvenlik ölçütleri öncelikli modern evrimsel nükleer reaktörler kurulması planları araştırılmaktadır.

Ocak 2013 başlarından itibaren Huaneng Shandong Shidao Bay evrimsel nükleer güç santrali ve daha önceleri de Yantai Haiyang yenilikçi nükleer elektrik santrali kurulması çalışmaları Çin Shandong Eyaleti içerisinde yer alan çok büyük nükleer santral inşaat sahaları içinde başlatılmıştır. Çin nükleer reaktör inşaatları ve projeleri, alt yapı çalışmaları bolluğu yaşanan ülkede sıradan faaliyetler gibi görünmektedir. Ancak, Pekin Tsinghua Üniversitesi (Beijing Tsinghua University) tarafından geliştirilen tamamen yeni tasarım ileri nükleer santral inşaatı ise çok farklı bir görüntü

sergilemektedir. Çin çağdaş yenilikçi teknolojik gelişimi simgesi kabul edilen nükleer enerji projesi, ülkenin nükleer güç teknolojileri ilerlemelerinin ne kadar önemli ve ciddi boyutlara ulaştığının işareti sayılmaktadır. 2011 yılına kadar Çinli liderler ve yönetim kadroları ülkede modern nükleer teknoloji oluşturulması için tam bir fikir birliği içerisinde idi. Böylece, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi kapsamında alternatif ve yeni enerji kaynak çeşitleri yaratmak suretiyle %2 oranında olan Çin nükleer elektrik üretimi payının yükseltilmesi hedeflenmekteydi. Çin nükleer teknoloji programı yoluyla atmosfere çok yüksek miktarlarda sera gazı emisyonları yayan kömür kaynaklı elektrik santralleri sayıları azaltılarak küresel ısınma ve küresel iklim değişiklikleri sorunları meydana getiren ulusal karbon salımları ile karbondioksit emisyonları dizginlenmesi, kısıtlanması, sınırlandırılması, kontrol ve denetim altına alınması amaçlanmaktaydı. Ayrıca, yeni kuşak nükleer teknolojiler geliştirilerek Çin'in dünya nükleer enerji marketi içinde yer alması, küresel nükleer reaktör tedarikçisi ülkeler sınıfına girmesi ve global ekonomik gücünün perçinlenmesi planlanmaktaydı. Bu arada resmi kaynaklara dayalı nükleer veriler ve rakamlara göre 2010 yılında 10 gigawatt olan Çin nükleer güç kapasitesi 2030 yılına kadar 200 gigawatt'a çıkarılması öngörülmekteydi. Çin'de ülke genelinde modern nükleer santral kurulması ve planlaması çalışmalarının yoğun şekilde yapıldığı sırada Mart 2011'de üzücü Japonya depremi ile sonrası oluşan tsunami süpürtü dalgaları tabii afetler sonucu Fukushima nükleer reaktör kazaları vuku buldu. Japon Fukushima nükleer enerji santrali kazaları üzerine Çin Hükümeti sağ duyulu bir şekilde Shandong nükleer santral inşaatı da dahil ülkede yapımı süren tüm nükleer reaktörlerin lisanslama işlemleri ve kurulması faaliyetlerini nükleer güvenlik sistemleri yeniden ayrıntılı gözden geçirileceği gerekçesiyle geçici olarak durdurdu. Yenilikçi nükleer güvenlik sistemleri gözden geçirilme sürecinin uzaması ise Çin nükleer karşıtı platformlar ve görüşlerini cesaretlendirerek önemli ölçüde güçlendirdi. Ülke nükleer karşıtı platform çevreleri ise evrimsel, ileri ve yüksek nükleer teknoloji gelişmeleri bağlamında talihsizlik sayılan Fukushima nükleer elektrik reaktörleri kazaları neticesi "Çin nükleer enerji programı sonlandırılacak mı?" hevesine kapıldı. Hatta bazı doğa dostu ve yeşil çevreler, çağdaş yeni kuşak nükleer reaktörler için tahsis edilen ekonomik sübvansiyonlar ve mali desteklerin güneş enerjisi santralleri (GES) ile rüzgar enerjisi santralleri (RES) yatırımlarına doğru yönlendirileceğine dair umutlandı.

Yukarıda kısa şekilde anlatılan Japonya nükleer güç santrali kazaları sonucu gelişen küresel nükleer enerji ikilemi ve global nükleer güç sarmalı süreci dünyanın hiçbir ülkesinde Çin kadar karmaşık bir seviyede devam etmemiştir. Nükleer güç santralleri ilk yatırım maliyetleri tutarları yüksek olması yanında güvenli olarak kurulması ile işletilmeleri zorlu olan aynı zamanda deneyim ve incelik isteyen nükleer teknolojik yöntemlerin titizlikle uygulandığı elektrik üretim teknolojileri sınıfından sayılmaktadır. Nükleer elektrik reaktörleri kurulumu ve çalıştırılması güçlüklerle dolu kabul edilmesine rağmen insan sağlığı ve çevre güvenliği perspektifleri açısından bir dizi kazanımlar sunmaktadır. Söz konusu kazanımların başında nükleer santraller çevreye sera gazı emisyonları yapmamaktadır. Diğer taraftan, Çin elektrik üretimi %80 oranında kömür yakan güç santralleri kanalıyla karşılanmaktadır. Kömür kökenli elektrik santralleri güç üretimi sayesinde Çin, küresel sera gazı salımları açısından dünyada ilk sırada bulunmaktadır. Kömür kaynaklı termik santraller atmosfere yoğun miktarlarda karbon emisyonları ve karbondioksit salınımları gerçekleştirmeleri nedeniyle Çin hava kirliliği, insan sağlığı ve çevre güvenliği ile küresel ekolojik denge parametrelerinin bozulması bakımından çok ciddi boyutlara erişen tehditler oluşturmaktadır. Çin'in dünyanın en kirli fosil yakıtı kömür bağımlılığı ise ülkenin

iddialı nükleer enerji projeksiyonları ve programlarına dahi gölge düşürmektedir. Örneğin, ülke nükleer güç programları kapsamında nükleer elektrik üretimi, Çin elektrik enerjisi üretimi portföyü içerisinde sadece yüzde on seviyesinde yer almaktadır. Onda bir düzeyindeki Çin nükleer güç üretimi bile ülkenin çevre kirliliği sorunlarını çözebilecek yeterlilikte görülmemektedir. Her şeye rağmen Çin nükleer güç projeksiyonları ülkenin çevresel problemlerinin aşılmasında çok önemli bir hamle olarak nitelendirilmektedir.

En sonunda yukarıda anlatılanların ışığı altında Çin lider kadrosu da yeni nesil nükleer santraller kurulması ve işletilmesi konularında kararlı adımlar atmaya karar vermiştir. Bu bağlamda Ekim 2012 'de uzun zamandır bekletilen nükleer projeler üst karar merci Çin Halk Cumhuriyeti Devlet Konseyi tarafından onaylanmıştır. Onaylanan Çin nükleer projeleri aşağıda tabloda gösterildiği gibi ülkede 27 yenilikçi nükleer reaktör inşaatı başlatılması çalışmalarını içermektedir. Mevzu bahis rakam bir ülkede eş zamanlı başlatılan dünyada eşi görülmemiş rekor düzeyde evrimsel nükleer reaktör inşaatları sayısı olarak kabul edilmektedir. Çeşitli ülkelere ait inşaatları devam eden küresel yeni kuşak nükleer reaktör sayıları Ocak 2013 tarihi itibarıyla tablo halinde verilmektedir.

Ülkeler	İnşaatları Süren Reaktör Sayısı
Çin	27
Rusya Federasyonu	11
Hindistan	7
Amerika Birleşik Devletleri	5
Güney Kore	5
Diğer Ülkeler	14

**Kaynak:** Bloomberg New Energy Finance

Tabloda global yeni nesil nükleer elektrik reaktörü inşaatları sayısı toplam 69 olarak belirtilmektedir. Nükleer santral inşaatları sayıları yönünden birinci sırada yer alan Çin'i Rusya Federasyonu, Hindistan, ABD ve Güney Kore izlemektedir. Tayvan, Ukrayna, Slovakya, Japonya, Pakistan, Arjantin, Brezilya, Finlandiya, Fransa ve Birleşik Arap Emirleri yeni kuşak nükleer santral inşaatları devam eden ülkeler arasında bulunmaktadır.

Çin ileri nükleer elektrik santralleri gelişim süreci içerisinde en ciddi kaygı nükleer güvenlik konularından kaynaklanmaktadır. Öte yandan, 2011 yılında Çin'de 40 kişinin ölümü ile sonuçlanan korkunç hızlı tren kazası vuku bulmuştur. Çin'in test edilmiş uluslararası tasarımlarla çelişen yerli yenilikçi teknoloji uygulama programı, çok sayıda yapılan yolsuzluklar ve güvenlik zafiyetleri de kazanın meydana geliş nedenlerini oluşturmuştur. Nükleer enerji ile yapılan çok büyük girişimde de aynı hataların tekrarlanabileceği Çin kamuoyunda endişe yaratmaktadır. Bununla beraber Çin resmi makamları tarafından nükleer güvenlik ölçütleri ve sistemlerinin gözden geçirilmesi ciddi biçimde ele alınmaktadır. Ancak, bu durumda Çin modern nükleer enerji programı eskine kıyasla daha yavaş yol alacaktır. Örneğin, son gelişmelerin ışığında 2030 yılına kadar kurulu nükleer güç kapasitesi rakamlarının 130 ila 140 gigawatt arasında olacağı öngörülmektedir. Çin'in iç bölgelerinde kurulacak bazı nükleer reaktör projeleri, deprem riskleri, yörelerdeki su yetersizliği, nükleer santralde çalışacak eğitilmiş reaktör operatörleri teminindeki güçlükler ve mali kaynak bulma sıkıntıları nedeniyle iptal edilmiştir. Öte yandan, Çinli yetkililer yeni lisanslandırılacak

nükleer reaktörlerin üçüncü nesil nükleer santral türünün en üst modeli olması konusunda ısrarcı davranmaktadır. Halihazırdaki pek çok nükleer reaktör projesi eski tasarım nükleer santral kategorisinde nitelendirilmektedir. Söz konusu demode nükleer reaktör dizaynı kapsamında pasif nükleer güvenlik sistemleri eksiklikleri göze çarpmaktadır. Japon Fukushima nükleer güç reaktörleri, tsunami süpürtü dalgaları sonrası oluşan elektrik kesintileri dolayısıyla nükleer reaktörlerin soğutulması sorunları yaşamıştır. Nükleer reaktör kalbi yakıt elemanları ve nükleer santral tesisleri içinde geçici depolanmış aşırı yüksek aktiviteli sıcak radyoaktif atıkların soğutulması için kullanılan pompalar mutlaka sürekli ve düzenli elektriğe ihtiyaç duymaktadır. Japonya Fukushima nükleer santral kazaları sonucu sağlanan önemli nükleer teknolojik dersler ile birlikte Fransız Areva Şirketi ve Amerikan Westinghouse Firması tarafından yenilikçi pasif nükleer güvenlik sistemi sayılan aynı zamanda elektrik kesintilerinden etkilenmeyen yerçekimine dayalı çalışan nükleer reaktör soğutma sistemleri geliştirilmiştir. Sonuçta endüstri uzmanları, Çin'in gözde Shandong evrimsel nükleer santral projesi haricinde ülkenin şimdilik ithal nükleer teknoloji sistemlerine ve uluslararası nükleer reaktör tedarikçisi ülkeler firmalarına bağlı kalacağını beklemektedir. Ancak dış kaynaklı nükleer teknoloji bağımlılığının ise Çinli mühendisler tarafından geliştirilen yerli nükleer teknolojik tasarımların düzenli ve güvenli biçimde çalıştığı kanıtlanıncaya kadar süreceği öngörülmektedir. Bu durum halihazırdaki ulusal gurura bir darbe niteliği taşısa da hem yabancı nükleer teknoloji ihraç eden firmalar ve nükleer santral tedarikçileri açısından hem de Çin halkının nükleer güvenliği açısından iyi, aynı zamanda sağlıklı gelişme olarak kabul edilmektedir.

### **Kaynaklar:**

- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Almanya Nükleer Santraller ve Nükleer Enerjinin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Güç Santralleri ve Nükleer Enerjinin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- İngiltere'de Enerji Arz Güvenliği, Enerji Kaynaklarının Çeşitlendirilmesi, Nükleer Nükleer Santraller ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Enerji Santralleri, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Geleceği ve Enerji Kaynak Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Santraller ve Gelecekteki Nükleer Enerji Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Çin ve Hindistan'da Ekolojik Felaketler, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Çin ve Hindistan'ın Kyoto Protokolü Sonrası Küresel Isınma ve Değişikliği Faili Sera Gazı Emisyonları ile ilgili Muhtemel Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Fransa'da Nükleer Santraller ve Nükleer Reaktörlerin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Güç Santralleri Gelişiminde Nükleer Emniyet ve Nükleer Güvenlik, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Avrupa'da Nükleer Santraller Ve Nükleer Enerji Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.

- İtalya'da Nükleer Santraller, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Çevre Eylem Planları ve Enerji Eylem Planları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Fosil Yakıtlı Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları Faydalı Bilgiler, 2009.
- Çin; Nükleer Santraller, Elektrik Üretimi Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İleri Nükleer Santraller, İklimsel Değişim Mekanizmaları, Küresel Isınma ve İklim Değişiklikleri Bilimsel Raporları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Amerika;Yeni Nesil Nükleer Elektrik Santralleri ve Nükleer Rönesans, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İleri Reaktörler, Karbon Borsası ve Küresel Finansal Kriz, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İngiltere; Yenilikçi Nükleer Santraller ve Enerji Ulaşım Telekomünikasyon Altyapı Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Kömür Yakan Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Japonya Depremi Tsunami ve Nükleer Reaktörler, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- 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.
- Almanya Nükleer Elektrik Santralleri Kapatılması Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Almanya Nükleer Santraller Kapatılması Kararı Sonrası Elektrik Üretimi Çıkmazı, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Amerika Birleşik Devletleri Enerji Politikası ve Evrimsel Nükleer Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Çağdaş Nükleer Santraller ve Avrupa Basınçlı Su Reaktörleri (European Pressurized Water Reactor-EPR) ile ilgili Fransa'nın Pazarlama İnkilemi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Almanya Enerji Devrimi ve Enerji Dönüşümü-Energiewende Politikaları, Fosil Yakıtlı ve Nükleer Enerji Tabanlı Ekonomi Sistemi Portföyünden Yenilenebilir Enerji Kaynakları Temelli Ekonomi Sistemi Portföyüne Transformasyon, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD Nükleer Enerji Politikaları Çerçevesinde Geliştirilen Modern Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Stratejileri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Asya Kıtası Elektrik Üretimi Perspektifi Kapsamında Temel Enerji Kaynağı Kömür Kullanımı ile Çin ve Hindistan'da Kömürle Çalışan Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Çin, Yeni Nesil Şeyl Gazı Yatakları Zenginliği ve Global Konvansiyonel Olmayan Yenilikçi Kaya Gazı Rezervleri Bolluğu, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- The Economist Dergisi (19 Ocak 2013 – 25 Ocak 2013).

Fizik Mühendisleri Odası Resmi İnternet Sitesi:

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