

**Amerika Karbonsuz Yeni Kuşak Nükleer Enerji Santralleri Yatırımları ile Yenilikçi Şeyl-Kaya Gazı Çıkarılması ve Üretimi Gelişimi Süreçleri Etkileşimleri**

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

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

Amerika Birleşik Devletleri modern yeni kuşak nükleer güç santralleri tasarımı ve işletilmesi açısından dünyanın önde gelen ülkeleri arasında kabul edilmektedir. Düşük karbon ekonomisi enerji projeksiyonları kapsamında temel enerji kaynağı yeni nesil nükleer elektrik santralleri yatırımları ve kurulması çalışmalarının hızla ilerlemesi beklenirken Amerika'da baz yük kaynağı evrimsel karbonsuz nükleer reaktörler yapımı gelişimi periyodu şimdilik çok yavaş sürmektedir. Amerika elektrik üretimi uzun yıllardan beri yaklaşık beşte bir oranında nükleer santraller kanalıyla karşılanmaktadır. İşletim ömürleri dolan eski demode nükleer santraller ünitelerinin de çağdaş karbonsuz yenilikçi nükleer güç reaktörleri yatırımları ve yapımları ile yer değiştirmesi gerekmektedir. Halen ülkede 104 adet nükleer reaktör faaliyet göstermektedir. Bu bağlamda 24 adet modern nükleer reaktör inşaatları için Birleşik Devletler Nükleer Düzenleme Kurulu (US Nuclear Regulatory Commission – NRC) 'na resmen nükleer lisanslama başvurusu yapılmıştır. Diğer taraftan, Amerika klasik doğalgaz türü olmayan yeni nesil şeyl-kaya gazları üretimi sahaları içerisinde Marcellus şeyl gazı kaynakları (New York, Pennsylvania, Ohio, Maryland ve West Virginia Eyaletleri), Utica kaya gazı yatakları (Kentucky, Maryland, New York, Ohio, Pennsylvania, Tennessee, West Virginia ve Virginia Eyaletleri), Bakken şeyl gazı rezervleri (Montana ve North Dakota Eyaletleri), Haynesville kaya gazı kaynakları (Arkansas, Louisiana ve Texas Eyaletleri) ve Barnett şeyl gazı yatakları (Texas Eyaleti) en zengin geleneksel kabul edilmeyen gaz alanları olarak tanınmaktadır. Öte yandan, konvansiyonel doğalgaz türleri arasında sayılmayan kömür kökenli metan gazı yatakları ise Pennsylvania, Virginia, Ohio, Kentucky, Tennessee, Georgia, Alabama, Illinois, Wyoming, Montana, Colorado, New Mexico ve Washington Eyaletleri boyunca uzanmaktadır. Bu yazıda ucuz yeni kuşak şeyl gazı çıkarılması ve üretimi çalışmalarının Amerika karbonsuz evrimsel nükleer santraller kurulmasının yeniden doğuşu ve dirilişi adlandırılan Nükleer Rönesans süreci üzerindeki etkileri araştırılmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri Georgia Eyaleti ıssız bölgesinde bulunan çam ormanları Çin'in ormanlarla kaplı yörelerini andırmaktadır. Georgia Eyaleti'nde durgun akan Savannah nehri (Savannah river) kıyılarından dünyanın en büyük vinçleri göğe doğru yükselmektedir. Söz konusu görkemli vinçler iki nükleer reaktör ünitesi faaliyet gösteren karbonsuz Vogtle nükleer santral sahasında bir çift ek nükleer reaktör inşaatı ve montajı çalışmaları için kullanılmaktadır. İki ilave Vogtle nükleer elektrik reaktörleri inşaatları kapsamında harcanan dev çabalara rağmen günümüzde Amerikan nükleer sanayinin geleceği umut vermemektedir. 1979 yılında meydana gelen Pennsylvania Three Mile Island nükleer santral kazası uzun yıllar Amerika nükleer endüstrisi gelişimine büyük bir darbe vurmuştur. Three Mile Island nükleer reaktör kazası sonrası ilk kez Vogtle nükleer güç santrali resmi makamlardan iki reaktör ünitesinin işletilmesi ve lisanslandırılması bağlamında onay beklemektedir. Vogtle nükleer güç reaktörleri maliyeti yerel elektrik idareleri tarafından üstlenilmiştir.

Westinghouse tasarımı Vogtle nükleer enerji santrali ek reaktör üniteleri inşaatı dev Japon Toshiba Holding kuruluşunca gerçekleştirilmektedir. Yeni nükleer reaktör ünitelerinin %46 'sının sahibi konumunda olan Southern Company firması, mevzu bahis nükleer yatırımın ülkenin en büyük altyapı projeleri arasında yer aldığını açıklamaktadır. Kazılan çok büyük bir temel üzerine oturtulan devasa beton ve çelikten ibaret çanak içerisine nükleer reaktör parçaları montajları da tamamlanmak üzeredir. Çoğunluğu çelik reaktör koruma kabı (containment vessel), ağır tonajlı vinç yardımıyla belirtilen alana yerleştirilmiştir. Alanda mavi plastik ambalajlı küçük bir kamyon büyüklüğünde korunmasız ve zararsız gibi görülen reaktör kalbi sayesinde 250000 adet konutun elektrik ihtiyacı karşılanabilecektir. Nükleer santral sahası içerisinde bir havaalanı kadar ayrılan yörede ise 5000 araç park edebilecektir. İfade edilen rakamlar etkileyici olmakla beraber Güney Karolayna (South Carolina) Eyaleti nehir kıyısında kurulu Vogtle nükleer santrali ve ek iki adet yeni nesil nükleer elektrik reaktörü, Amerikan Nükleer Rönesans sürecinin dört ila beş yıl önceki en son izlerini taşımaktadır. Ülke çapında halen işletilen 104 nükleer reaktör ünitesine ilaveten 24 yeni kuşak nükleer güç reaktörü için Amerika Birleşik Devletleri Nükleer Düzenleme Kurumu (US Nuclear Regulatory Commission – **NRC**) 'na nükleer lisans başvurusu yapılmıştır. NRC 'ye yeni lisanslama müracaatı yapılan nükleer reaktörlerin eyaletlere göre dağılımı ve son durumları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Tabloda **lisanslama başvurusu geri alınmış veya durdurulmuş nükleer reaktörler (x)**, **nükleer lisanslama süreci devam eden nükleer reaktörler (?)** ve **nükleer lisanslanması onaylanmış nükleer reaktörler** ise (√) işaretleri ile simgelenmiştir.

Yıllar	Eyaletler	Nükleer Lisanslama Başvuru Sahibi	Durumu
2007	<b>Maryland-MD</b>	<b>Constellation</b>	<b>x</b>
	<b>Texas-TX</b>	<b>NRG</b>	<b>x</b>
	<b>Alabama-AL</b>	<b>Tennessee Valley Authority-TVA</b>	<b>x</b>
	Virginia-VA	Dominion	?
	South Carolina-SC	Duke	?
2008	<b>Mississippi-MS</b>	<b>Entergy</b>	<b>x</b>
	<b>North Carolina-NC</b>	<b>Progress (halen Duke)</b>	<b>x</b>
	South Carolina-SC	South Carolina Electric & Gas	√
	Georgia-GA	Southern	√
	Florida-FL	Progress (halen Duke)	?
	<b>Missouri-MO</b>	<b>Ameren</b>	<b>x</b>
	<b>New York-NY</b>	<b>Constellation</b>	<b>x</b>
	<b>Louisiana-LA</b>	<b>Entergy</b>	<b>x</b>
	<b>Texas-TX</b>	<b>Exelon</b>	<b>x</b>
	Michigan-MI	Detroit Edison	?
	Texas-TX	Luminant	?
Pennsylvania-PA	PPL	?	
2009	Florida-FL	Florida Power & Light	?

**Kaynak:** Birleşik Devletler Nükleer Düzenleme Kurulu (US Nuclear Regulatory Commission – **NRC**)

Tabloda belirtilen nükleer reaktör inşaatlarının yakın bir gelecekte başlatılması öngörülmemektedir. Ekonomik ölçekte konsorsiyumlar tarafından desteklenen bazı firmalar günümüzde dağılmış bir kısmı da nükleer lisans başvurusu işlemlerini geri çekmiştir. Örneğin, Mayıs 2013 'de bir Amerikan elektrik üretim ve dağıtım şirketi olan Duke Energy 'nin planladığı 6 adet nükleer reaktör inşaatı lisanslandırılması işlemlerinin iptal edildiği US NRC tarafından duyurulmuştur. Amerika enerji üretim ve

dağıtım şirketleri yeni nükleer reaktör inşaatları yatırımları başlatılması bir yana nükleer elektrik üretimi sağlayan nükleer güç santralleri ünitelerinin kapatılması prosedürlerini yürürlüğü koymaktadır. Ayrıca, yine Mayıs 2013 tarihinde Wisconsin Eyaleti'nde faaliyet gösteren aynı zamanda nükleer lisanslanma süresi bitimine 20 yıl gibi uzunca periyot bulunmasına rağmen Dominion Power Firması'na ait bir nükleer elektrik santrali güç üretimi tamamen ekonomik nedenlerden dolayı durdurulmuştur.

Amerika nükleer güç endüstrisi gelişiminin sekteye uğramasının asıl sebebi olarak 2008 yılında million **British thermal units (mBtu)** başına 13 dolara (13 dolar / mBtu) tırmanan Amerikan doğalgaz fiyatları endeksinin 2012 yılında 2 dolar / mBtu 'ya kadar düşmesi gösterilmektedir. Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi Birleşik Devletler Nükleer Düzenleme Kurumu'na doğalgaz fiyatlarının zirve yaptığı 2008 yılında maksimum sayıda Amerikan nükleer enerji reaktörlerinin nükleer lisans müracaatı yapılmıştır. Geçen 3 yıldan beri Amerika, klasik doğalgaz çeşidi kabul edilmeyen yeni kuşak şeyl gazı-kaya gazı üretimi bolluğu ve zenginliği yaşamaktadır. Her ne kadar Amerika doğalgaz fiyatları 2012 yılında 4 dolar / mBtu'ya kadar yükselmesine rağmen ülkedeki geleneksel gaz türü olmayan geniş yenilikçi şeyl gazı rezervleri sayesinde gelecek yıllarda söz konusu artışın da son bulacağı tahmin edilmektedir. Amerikan düşük gaz fiyatları bazı modası geçmiş baz yük kaynağı nükleer santraller elektrik üretimi maliyetlerini etkilemektedir. Temel enerji kaynağı modern yeni nesil doğalgaz kombine çevrim santralleri güç üretimi maliyetlerine kıyasla nükleer reaktör güç üretimi maliyetleri daha pahalı düzeye çıkmaktadır. Evrimsel nükleer santral inşaatları finansmanının çok büyük boyutlara ulaşması da nükleer yakıtlı tesislerin elektrik üretim maliyetleri düzeylerini fosil kaynaklı termik santraller güç üretimi maliyetlerine nazaran yükseklerle taşımaktadır. Örneğin, bir çift çağdaş yenilikçi Vogtle nükleer elektrik reaktörü ilk yatırım maliyeti 15 milyar dolar olması evrimsel nükleer güç reaktörlerinin fosil yakıt kökenli elektrik santralleri karşısındaki rekabet gücüne ciddi bir darbe vurmaktadır. Mart 2011'de Japonya' da doğal felaketler sonrası vuku bulan Fukushima nükleer enerji reaktörleri kazaları sonrası NRG Energy Şirketine ait iki adet reaktör projesi askıya alınmıştır. Projenin iptali neticesi 331 milyon dolar zarara uğrayan NRG Energy Şirketi Yönetim Kurulu Başkanı David Crane, çağdaş yenilikçi doğalgaz güç santralleri elektrik üretimi maliyeti kilowatt saat başına 0.04 dolar (0.04 dolar / kilowatt) iken nükleer elektrik üretimi maliyetinin ise en az 0.10 dolar / kilowatt seviyesinde seyrettiğini belirtmektedir. Üç ila dört yıl öncesine kadar Amerika, enerji arz güvenliği zafiyeti ve çıkmazı içerisine düşmemek açısından Rusya Federasyonu'ndan sıvılaştırılmış doğalgaz (Liquefied Natural Gas – LNG) ithali için 100 milyar dolar maliyetli LNG gazı ithalat terminaleri kurmayı planlanmakta idi. Ancak keşfedilen zengin şeyl-kaya gazları kaynakları sayesinde Amerika'nın gelecek beş ila on yıl içinde sıvı doğalgaz (Liquid Natural Gas – LNG) ihracatı için LNG doğalgaz ihracat terminali tesisleri kurması beklenmektedir. Böylece yakın gelecekte Amerika Birleşik Devletleri LNG ithalatçısı ülkeler statüsünden LNG ihracatçısı ülkeler statüsüne terfi edecektir. Önceleri Amerika'da yeni nesil kaya gazı çıkarılması ve üretilmesi teknolojilerinin çok hızlı ilerleyeceği tahmin edilememiştir. Ülkede enerji arz güvenliği açmazı ve ikilemi yaşanmaması için nükleer enerji endüstrisi ile yeni kuşak nükleer santralleri teknolojileri geliştirilmesi bağlamında mali teşvikler ve ekonomik sübvansiyonlar sağlanmasına dair yasal düzenlemeler 2005 yılında Birleşik Devletler Kongresi tarafından onaylanmıştı. Meselâ, nükleer santral kazası halinde reaktör sahibinin sorumluluğunu sınırlayan ve yeni reaktörler için 18 milyar dolar borç garantisi ile birlikte santral maliyetlerinin artması durumunda ise 2 milyar dolar teminat

garantisi verilmesine paralel 1 milyar dolar vergi indirimi de getirilmişti. Nükleer santral maliyetlerinin fahiş oranlarda yükselmesi karşısında yıllar mertebesini bulan nükleer santral inşaatı gecikmelerinin önüne geçmek amacıyla Birleşik Devletler NRC nükleer lisanslama yöntemleri modernize edilmişti. Bu bağlamda Vogtle nükleer elektrik reaktörleri maliyeti 660 milyon dolar yatırımla projelendirilmesine rağmen açık ara farkla Southern Firması'na maliyeti 8.7 milyar dolara fırlamıştır.

Öte yandan, nükleer mali destekler ve ekonomik fonlar da reklâmı yapıldığı kadar doğru ve düzgün çalışmamaktadır. Nükleer sübvansiyonlar ve ekonomik desteklerin kısa vadeli çözümler olması yanında nükleer lisans işlemlerinin umut edilenden daha yavaş ilerlemesi nedeniyle NRC nükleer lisanslama başvuruları da güç durumlara düşmektedir. Diğer taraftan, Vogtle konsorsiyumu reaktör tasarımı, beklenmedik maliyet artışları ve gecikmelerden kaynaklanan sorunlar ile karşı karşıya kalmıştır. Nükleer santral inşaatı daha şimdiden 18 ay gecikmeli sürdürülmekte ve santral maliyeti de 737 milyon dolar yükselmiş konumda bulunmaktadır. İlaveten yasal anlaşmazlıklardan kaynaklanan 900 milyon dolar ve maliyet artışlarına dayalı ekstra finansal harcamalar da söz konusu bilançonun artmasına sebep olmaktadır. Bu arada konsorsiyum, Birleşik Devletler Enerji Bakanlığı (**United States Department of Energy – US DOE**) ile borç garantisi konusunda anlaşma yapmaya çabalamasına rağmen Bakanlığın mali sorumluluk üstlenmesi de olası görülmemektedir. Southern Firması ise yukarıda belirtilen finansal konulara hiç mi hiç ilgi duymamaktadır. Firma yetkilileri 40 ila 60 yıllık reaktör ömrünün elektrik tüketicileri için iyi bir seçenek olduğunu vurgulamaktadır. Gelecekteki doğalgaz fiyatları dalgalanmaları ve fosil yakıtların kullanılmasının sınırlandırılması ile kısıtlanmasına dair yeni yasal düzenlemelerden nükleer reaktörler etkilenmeyecektir. Ayrıca, süreklilik arz etmeyen düşük kapasiteli yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) kökenli güneş elektrik santralleri (GES) ve rüzgar enerjisi santralleri (RES) güç üretimi stratejisine kıyasla yüksek performanslı karbonsuz nükleer elektrik üretimi, enerji arz güvenliği açısından zorunlu görülmektedir. Söz konusu firma ucuz yoldan borçlanabilmekte ve yönetmeliğe uygun şekilde değişmeyen müşterilerine de makul sabit kârla elektrik satışı gerçekleştirebilmektedir. Georgia Eyaleti 2009 yılında yapılan yasal düzenleme sayesinde yeni reaktörler işletmeye alınmadan önce nükleer reaktör inşaatları sırasında bazı maliyet artışlarının tüketicilerden karşılanabilmesine de imkân tanımaktadır. İfade edilen yeni nükleer santraller inşaatları için verimli sayılan belirtilen yasal düzenlemeler ve kurallar ise tartışma ortamı yaratmaktadır. Örneğin, Florida Eyaleti'nde değişiklik yapılan yeni yasal düzenleme gereği bazı şirketler nükleer santral inşaatları başlamadan önce de düzenli kâr etmeye başlamaktadır. Ancak söz konusu tahmini nükleer santral maliyetleri bu durumda yaklaşık 25 milyar dolara kadar yükselmektedir. Diğer taraftan, nükleer atıkların yok edilmesi teknolojileri açısından aşırı radyoaktif olan kullanılmış nükleer yakıtlar konusundaki sorunlar halen devam etmektedir. ABD Başkanı Barack Obama 'nın talimatı üzerine Enerji Bakanlığı radyoaktif atıkların bertaraf edilmesi için Nevada 'ya gömülmesi planlarını askıya almıştır. Nevada Eyaleti'nden Demokrat Parti çoğunluk lideri Harry Reid, itinalı çalışma ile söz konusu sonuca ulaşıldığını beyan etmektedir. Mart 2011 Japon Fukushima nükleer santral kazası dolayısıyla nükleer gücün geleceği hakkında yatırımcılar kaygı duymaktadır. Sonuçta ortaya çıkan nükleer kaygılara dair oldukça duyarsız kalan politikacılar ise Amerika enerji politikası ve stratejisi perspektiflerinin her yönüyle sürdürülmesi bağlamında ısrarcı davranmaktadır.

## **Kaynaklar:**

- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- 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.
- 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.
- Fosil Yakıtlı Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları Faydalı Bilgiler, 2009.
- Amerika;Yeni Nesil Nükleer Elektrik Santralleri ve Nükleer Rönesans, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası 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.
- Amerika Birleşik Devletleri Enerji Politikası ve Evrimsel Nükleer Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- ABD Nükleer Enerji Politikaları Çerçevesinde Geliştirilen Modern Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Stratejileri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Amerika Birleşik Devletleri Petrollü Kaya Gazı Üretimi, Petrollü Şeyl Gazı Sanayi ve Küresel Doğalgaz Fiyatları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD, Geleneksel Olmayan Doğalgaz Türü Kaya Gazı Rezervleri Zenginliği ile Klasik Olmayan Doğalgaz Çeşidi Kömür Yataklı Metan Gazı (Coalbed Methane-CBM) Bolluğu Sayesinde Ulaşacağı Endüstriyel ve Ekonomik Kazanımlar, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD Klasik Olmayan Doğalgaz (Şeyl Gazı-Kaya Gazı) Devrimi Sonrası Global Şeyl Gazı Piyasası Gelişimi ve Klasik Doğalgaz Fiyatları Trendi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Amerika Birleşik Devletleri Kömür Kullanan Termik Santraller ve Yeni Çevre Kirliliği Yasal Düzenlemeleri Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- The Economist Dergisi (01 Haziran 2013 – 07 Haziran 2013).

Fizik Mühendisleri Odası Resmi İnternet Sitesi:

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