

## Dünyanın En Büyük Termonükleer Deneme Reaktörü ITER Projesi Kanalıyla Nükleer Karbonsuz Füzyon Güç Santralleri Yapımları Gerçekleştirilmesi

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

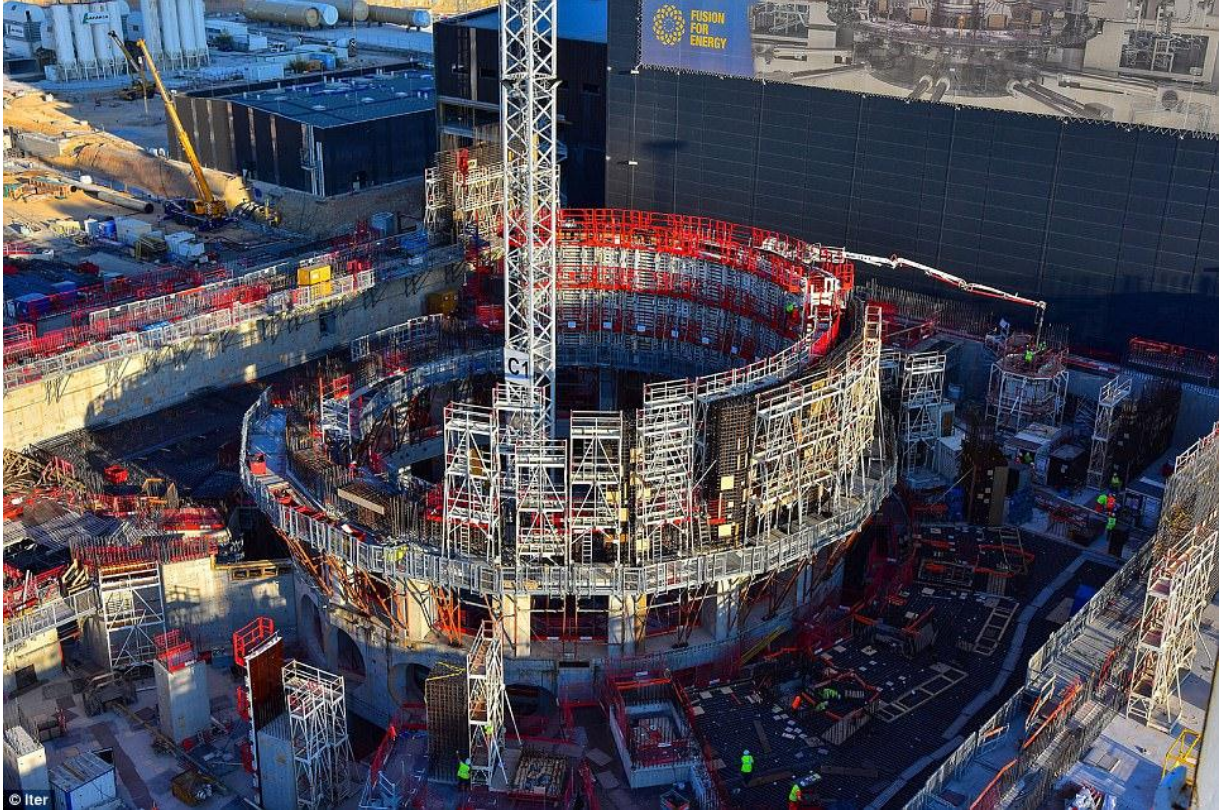
Fizik Mühendisleri Odası FMO ([canguzel.taner@gmail.com](mailto:canguzel.taner@gmail.com))

Küresel sürdürülebilir karbonsuzlaştırma teknolojileri yönünden ülkelerin enerji ve çevre eylem planları çerçevesinde global karbonsuz yeni kuşak güç santralleri yatırım projeleri gelecekte son derece önem taşıyacaktır. Özellikle sıfır karbondioksit emisyonlu nükleer füzyon üniteleri söz konusu küresel alternatif enerji kaynak çeşitliliği yaratılması projeksiyonları kategorisinde yer almaktadır. Ancak, dünya nükleer füzyon enerjisi bilimsel araştırmaları çalışmalarına öncülük eden tokamak dizaynı Uluslararası Termonükleer Deney Reaktörü (International Thermonuclear Experimental Reactor - ITER) yapımı faaliyetleri gecikmelere ve ertelemelere sahne olmaktadır. Bununla beraber düzenli manyetik alanlar menşeli tokamak tasarımı yeni nesil nükleer füzyon reaktörü ile karışık magnetli stellarator dizaynı inovatif nükleer füzyon kompleksi arasındaki yoğun rekabet de halen hüküm sürmektedir. Diğer taraftan, nükleer birleşme ve nükleer kaynaşma tepkimeleri kaynaklı nükleer plazma içerisinde oluşan aşırı yüksek sıcaklıklara dayanıklı uygun malzemeler Ar-Ge çalışmaları ise önemini korumaktadır. Uluslararası finans kaynakları yardımları, ekonomik destekler ve mali fonlar vasıtasıyla kurulması süregelen tokamak kökenli yenilikçi karbonsuz nükleer füzyon reaktörü ITER üniteleri inşaatları tamamlanması ile çalıştırılması takviminin 2045 yılına kadar uzaması bu yazı kapsamında ele alınmaktadır.

**Provence**, Fransa'nın güney doğusunda ılıman iklimi, sık orman örtüsü ve geleneksel Fransız sebze türüsü ile ünlü bir Avrupa kentidir. Ayrıca **Provence** kenti, mavi gezegenin geleceği açısından çok önemli kabul edilen ve yeryüzünün en karmaşık nükleer kompleksi olan karbonsuz nükleer füzyon makinası inşaatı sayesinde tanınmaktadır. **Uluslararası Termonükleer Deney Reaktörü** (International Thermonuclear Experimental Reactor - ITER) günümüzde yolculuk, yol veya yöntem (journey, path or method) anlamına gelen Latin kökenli sözcükler ile anılmaya başlamıştır. Tokamak tipi **ITER** kompleksi içerisinde 1 milyon makina parçaları, makina elemanları ve makina komponentleri bulunacaktır. İnovasyona dayalı nükleer füzyon reaktörü ana kabı ya da temel gövdesi yaklaşık 23000 ton civarında olacaktır. Mevzu bahis karbonsuz **ITER** nükleer füzyon tesisi ana gövdesi ağırlığı Paris **Eyfel Kulesi (Eiffel Tower)** ağırlığının üç misline eşdeğer gelmektedir. Doğa dostu, çevreci ve yeşil **ITER** nükleer füzyon santrali kurulması maliyeti ise en az 20 milyar dolar dolaylarında olması beklenmektedir. İyimser görüşler doğrultusunda 35 ülkenin katılımı ve işbirliği ile gerçekleşecek olan çevreci **ITER** yatırımı uzun vadeli son derece iddialı bir projenin başarılması yönünde ilk dev uluslararası girişim niteliği taşımaktadır. Milletlerarası ve toplumsal değerleri dikkate almayan kişiler tarafından ise **ITER** projesi; gereksiz harcamaların yapıldığı, finansal kaynakların gecikmeler ve ertelemeler yoluyla heba edildiği belirsiz seyreden beyhude uluslararası yatırım teşebbüsü olarak yorumlanmaktadır. Tokamak dizaynı **ITER** nükleer füzyon kompleksi yapımı 2007 yılında başlamış ve 2016 senesinde bitirilmesi planlanmıştır. Bununla beraber şimdilerde yapılan öngörülere göre **ITER** tesisi üniteleri inşaatlarının tamamlanması 2025 yılına kadar sarkacaktır. Yetersiz yönetim, tartışmalı idare ve kabaran maliyetler, yenilikçi **ITER** nükleer füzyon enerjisi

santrali yatırımının uzaması ve aksamasının nedenleri arasında gösterilmektedir. Uzun ve ince bir yol üzerinde ilerleyen inovatif **ITER** projesi yatırımının başarıya ulaşması da olası kabul edilmektedir. Önceleri **Fransa Atom Enerjisi Komisyonu (French Atomic Energy Commission - CEA)** bünyesinde çalışan Fizikçi **Dr Bernard Bigot** 2015 yılından beri **ITER** yatırım projesi Genel Direktörü olarak görevini sürdürmektedir. Sürüncemeli **ITER** nükleer füzyon enerjisi yatırım projesi programı ve ağır aksak yürüyen takvimi **Dr Bigot** tarafından yeniden düzenlemiştir.

**ITER** nükleer füzyon enerjisi tesisi kalbi sayılan ana gövde inşaatı aşağıdaki resimde görülmektedir.



© Iter  
Kaynak: Mail Online Science & Tech

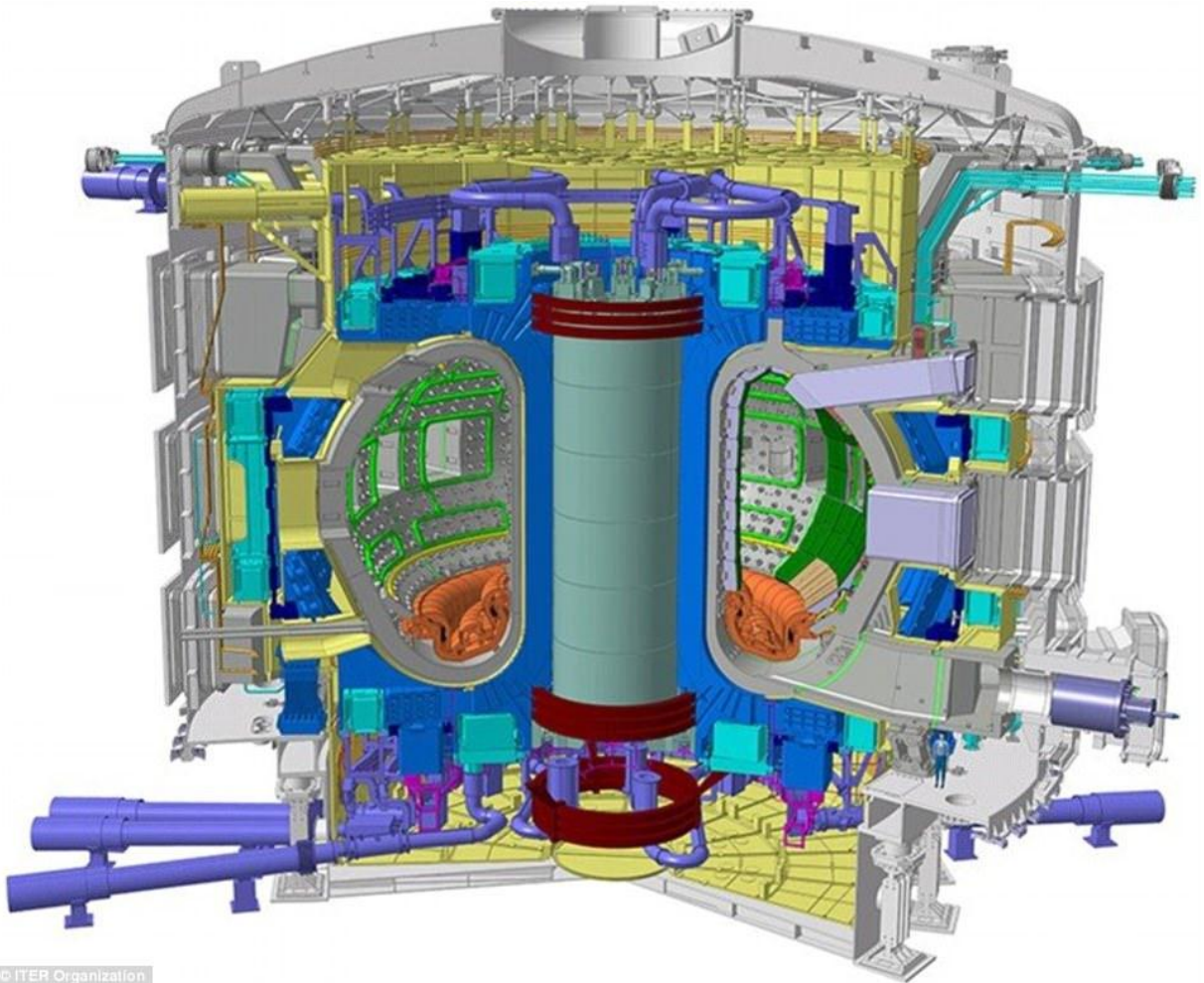
**ITER** füzyon tesisi inşaatı çalışmalarının %60 oranında tamamlandığı belirten **Dr Bigot**, 2025 yılında **ITER** kompleksi işletilmesi faaliyetlerinin başlayacağını ifade etmektedir. İlk nükleer füzyon bilimsel araştırmaları kapsamında reaktörde döteryum - trityum plazmaları fiziği konusunda projeler yürütülmesi planlanmaktadır. Hidrojene ait döteryum ve trityum izotopları, nükleer füzyon yakıtları oluşumu için önde gelen elementler sayılmaktadır. Ancak, söz konusu nükleer füzyon denemeleri 10 yıl sonra başlayacaktır. Birinci aşamada nükleer plazmayı ısıtmak için kullanılan enerjiye kıyasla nükleer reaksiyonlar ve nükleer tepkimeler kanalıyla en az 10 kat daha yüksek enerji dönüşümü sağlanması hedeflenmektedir. **Dr Bigot**, **ITER** bilimsel araştırmaları sonucu elde edilen veriler doğrultusunda ancak 2045 yılı sonrası nükleer enerji mühendisleri ve nükleer fizikçilerin doğa dostu karbonsuz nükleer füzyon elektrik santralleri tasarımları gerçekleştireceklerini bildirmektedir. Bununla beraber nükleer enerji yatırımcısı firmaların rekabeti neticesi ticari nükleer füzyon güç reaktörleri üniteleri kurulması çalışmalarının daha önce de başlayacağı öngörülmektedir. **ITER** deneme reaktörü kompleksi çalışmalarının başarıya ulaşacağından kuşku duyulmadığını işaret eden **Dr Bigot**, yeniden yapılanan ve



adlandırılan **ITER** tesisi ile birlikte şebeke ölçekli küresel füzyon enerjisi elektrik üretimleri yolu açılacağını dile getirmektedir.

Öte yandan, **ITER** nükleer füzyon enerjisi deneme reaktörü üniteleri, özel sektör firmalarının uğraşı vermediği nükleer plazma içinde meydana gelen son derece yüksek sıcaklıklara dayanıklı uygun malzemeler geliştirilmesi konularına da ağırlık verecektir. Trityum radyoizotopunu verimli biçimde üretecek olan **ITER** tesisi kapsamında güç santrali ünitelerinin nükleer güvenlik ve nükleer emniyet kriterleri yönünde faaliyet sürdürmesi de sağlanacaktır. Örneğin, döteryum izotopuna benzemeyen tarzda trityum izotopu radyoaktif madde özelliğine sahip olup, doğada sadece kısa süre ve anlık olarak bulunmaktadır. İnşaatı devam eden dev **ITER** tesisi, Fransa'da yürütülen en büyük yatırım projesi ünvanını taşımaktadır. Aynı zamanda **ITER** kompleksi yatırımı son derece önemli hedefler doğrultusuna ilerlemektedir. Ancak **ITER** nükleer füzyon enerjisi yatırım projesi, serbest ekonomi piyasası koşulları karşılığı olan devlet müdahalesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Sonuçta, Fransa genelinde hüküm süren devlet müdahaleciliği politikası karşısında rekabete dayalı serbest pazar ekonomisi şartları ve kuralları ortamının galip gelmesi beklenmektedir.

Tokamak tasarımı **ITER** nükleer füzyon enerjisi kompleksi kalbi görüntüsü aşağıda temsili olarak verilmektedir.



© ITER Organization

**Kaynak:** Mail Online Science & Tech

Fransa **St-Paul-lez-Durance** kenti yakınlarında kurulması devam eden **Cadarache** çevreci karbonsuz nükleer füzyon enerjisi kompleksi inşaatı içinde vinçler, beton mikserleri, kamyon üstü beton pompaları ve beton atma kamyonları çalışmalarını yoğun biçimde sürdürmektedir.



**Kaynak:** The Economist Dergisi

### **Kaynaklar:**

- Nükleer Reaktörler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Güç Santralleri Gelişiminde Nükleer Emniyet ve Nükleer Güvenlik, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Çeşitleri, Ahmet Cangüzel Taner **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Evren, İnsan ve İyonlaştırıcı Radyasyonlar, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Nükleer Füzyon Enerjisi (Nükleer Kaynaşma Birleşme Enerjisi) Termonükleer Füzyon Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği Kapsamında Güneş Kökenli Nükleer Füzyon Enerjisi Güç Üretimi Amaçlı Uluslararası Termonükleer Deney Reaktörü **ITER**, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2014.
- İnovasyona Dayalı Yeni Nesil Stellarator Termonükleer Füzyon Makinesi ve Yenilikçi Tokamak Füzyon Enerjisi Reaktörü Arasındaki Teknolojik Rekabet, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Enerji Piyasası Tekelleşmesi Önlenmesi, Küresel Fosil Yakıtlar ve Nükleer Güç ile **YEK** Menşeli **RES, GES, HES, JES** ve Biyokütle Elektrik Üretim Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2018.
- The Economist Dergisi (04 Mayıs 2019 – 10 Mayıs 2019).

**Fizik Mühendisleri Odası Resmi İnternet Sitesi:**

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