

İngiltere Tokamak Tipi Nükleer Füzyon Reaktörü Çalıştırılması ve Geleceğin Karbonsuz Baz Yüklü Termonükleer Güç Santralleri İçin Öncü Rolü

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

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

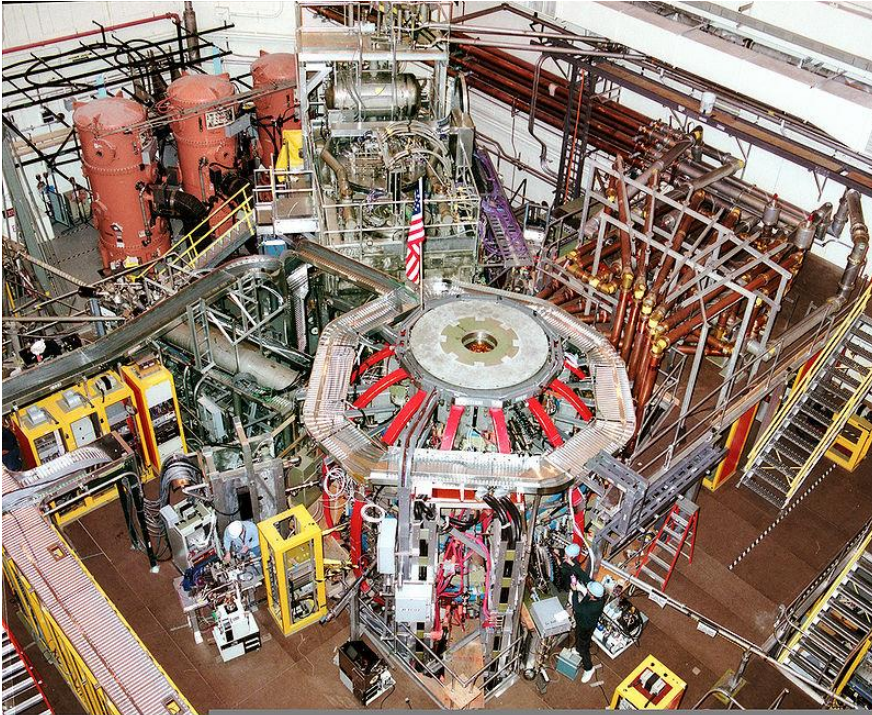
Yeryüzünde güneş enerjisinin oluşturulması ve temel enerji kaynakları karbonsuz nükleer füzyon elektrik santralleri üniteleri kurulması sayesinde hem global karbon emisyonları ve küresel karbondioksit emisyonları nedeni ile ekolojik dengesi hızla bozulan yaşanabilir mavi gezegen dünyanın kurtulması hem de sürdürülebilir dünya enerji arz güvenliği sorunları ve sıkıntıları çözümü sağlanacaktır. Küresel nükleer plazma fiziği, global yüksek enerji fiziği ve dünya parçacık fiziği dalları kapsamında yürütülen olumlu nükleer füzyon teknolojileri ve termonükleer teknikler araştırmaları yeniden temiz, doğa dostu çevreci ve yeşil dünya düzeni sağlanması için geleceğe ışık tutmaktadır. Küresel nükleer füzyon enerjisi sistemleri çeşitleri arasında stellarator tasarımı inovasyona dayalı termonükleer üniteleri ve tokamak dizaynı yeni kuşak nükleer füzyon kompleksleri ön plana çıkmaktadır. Stellarator dizaynı çağdaş Weldelstein nükleer füzyon tesisi Almanya tarafından çalıştırılmaktadır. Tokamak tasarımı Uluslararası Termonükleer Deney Reaktörü (International Thermonuclear Experimental Reactor - ITER) ise Çin, Avrupa Birliği - AB, Japonya, Güney Kore, Rusya Federasyonu, Amerika Birleşik Devletleri – ABD ve Hindistan bilim insanları kökenli çok uluslu konsorsiyum tarafından Fransa'da kurulmaktadır. Birleşik Krallık (United Kingdom - UK) yenilikçi nükleer füzyon reaktörü, araştırma geliştirme Ar - Ge safhasında olan ve ilerlemesi süren Mega Amp Spherical Tokamak Upgrade MAST adlı inovatif Tokamak dizaynı nükleer füzyon enerjisi tesisi iyileştirme çalışmaları bu yazıda kısaca ele alınmaktadır.

İngiltere **MAST Mega Amp Spherical Tokamak Upgrade** modern termonükleer füzyon ünitesi yedi yıl süren inşaatı sonrası ilk kez Ekim 2020'de işletilmiştir. İngiliz **MAST Upgrade** nükleer füzyon kompleksi maliyeti 55 milyon pound mertebesindedir. **MAST Upgrade** çağdaş nükleer füzyon tesisi gelecekteki tüm birincil enerji kaynakları karbonsuz nükleer füzyon güç santralleri üniteleri için çok önemli test, sınav ve deneme ortamı sağlayacaktır. Ayrıca, **MAST Upgrade** nükleer füzyon sistemi, yeni termonükleer elektrik enerjisi üretim istasyonları tasarımları geliştirilmesi yönünde ciddi bir basamak ve can alıcı sıçrama tahtası da yaratacaktır. **Tokamak** termonükleer dizaynları otuz yılı aşkın süredir periyodik cetvelde ilk sıralarda yer alan küçük atom numaralı elementlerin nükleer birleşme, nükleer kaynaşma ve nükleer biraraya gelmesi biçiminde tanımlanan aynı zamanda nükleer kimyasal tepkimeler ile ortaya çıkan iyonlaştırıcı radyasyon riski ve nükleer radyasyon tehlikesi düşük olan nükleer füzyon olayına önderlik etmektedir. Böylece, periyodik tabloda önde bulunan elementlerin nükleer kimyasal reaksiyonları sayesinde sürekli temiz ve çevre dostu termonükleer elektrik enerjisi üretimi tesisleri kurulması olası kılınmaktadır. İçi oyuk halka - doughnut biçimindeki **Tokamak** dizaynı nükleer füzyon odaları, mikrodalgalar ve nükleer parçacık demetleri sayesinde ısıtılan hidrojen izotopları ve atomlarından oluşan nükleer plazma ya da süper sıcak iyonize olmuş gaz ortamı, güçlü manyetik alanlar ile sınırlandırılmaktadır. Kurulması süregelen dev **Tokamak** tasarımı **Uluslararası Termonükleer Deney Reaktörü** (International Thermonuclear Experimental Reactor - ITER), dünya karbonsuz yenilikçi nükleer füzyon güç

santralleri üniteleri gerçekleştirilmesi bağlamında küresel çabaları temsil etmektedir. **Tokamak** dizaynı **ITER** nükleer füzyon kompleksi maliyeti yaklaşık 25 milyar dolar olması ve 2027 yılında faaliyete geçmesi beklenmektedir. İngiliz yapımı **MAST Upgrade** tasarımı termonükleer kompleksi, **Tokamak** dizaynı klasik nükleer füzyon tesisi ünitesine kıyasla değişik bir geometride olup içi oyuk halka - donut şeklindeki nükleer füzyon odası yerine göbekli veya maçalı elma benzeri bir görüntü sergilemektedir. Bilim insanları, devamlı gelişme gösteren nükleer plazma açısından inovatif **MAST** tasarımı geometrinin, halka biçimindeki konvansiyonel **Tokamak** dizaynına göre çok daha kararlı ve düzenli bir ortam sunduğunu düşünmektedir. Ancak, yenilikçi **MAST** dizaynı geometrisi ise geleneksel **Tokamak** tasarımı düzenlemesine nazaran daha az anlaşılabilir bir konumda bulunmaktadır. İlk geniş ölçekli dizayn konsepti 1999 yılında başlayan **MAST** füzyon istasyonu günümüzde ekstra ısıtma gücü ile iyileştirilmekte ve nükleer plazma ünitesinden elde edilen ısı enerjisi için inovasyona dayalı teknolojiler ve diğer ileri teknikler kullanılmaktadır.

Diğer taraftan, Amerika **Princeton Plazma Fiziği Laboratuvarı** (**Princeton Plasma Physics Laboratory - PPPL**)'nda paralel bir çaba ile benzer olarak **Ulusal Küresel Torus Deneyi** (**National Spherical Torus Experiment - NSTX**) termonükleer tesisi iyileştirilmesi çalışması gerçekleştirilmiştir. Ancak, Amerikan **NSTX** nükleer füzyon kompleksi 2016 yılında yeniden işletilmesi sırasında magnet arızası yaşamış olup şimdilerde ise tekrar devreye alınması planlanmaktadır.

Küresel **Tokamak** dizaynı **Princeton NSTX** nükleer füzyon reaktörü tesisi aşağıdaki resimde görülmektedir.

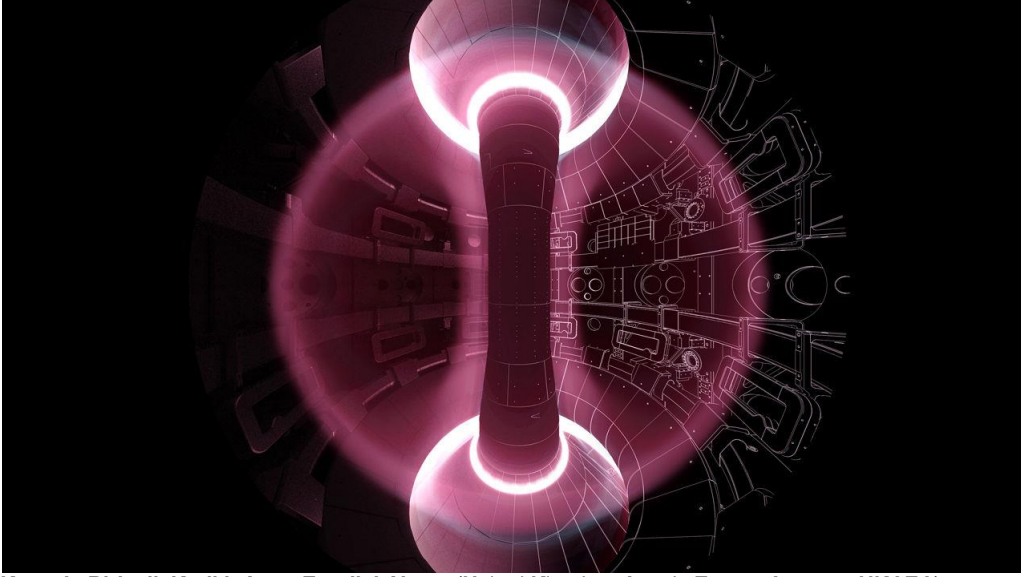


Kaynak: Wikipedia Özgür Ansiklopedi

İngiliz bilim insanları yenilikçi **MAST Upgrade** termonükleer tesisi ile birlikte performansı yüksek bir ilerleme sağlanacağını ve küresel **tokamak** pilot güç santrali (**spherical tokamak demonstration power plant**) kurulması olasılığı için önemli hamle olacağını umut etmektedir. Sonuçta, 2019 yılında 220 milyon pound maliyeti

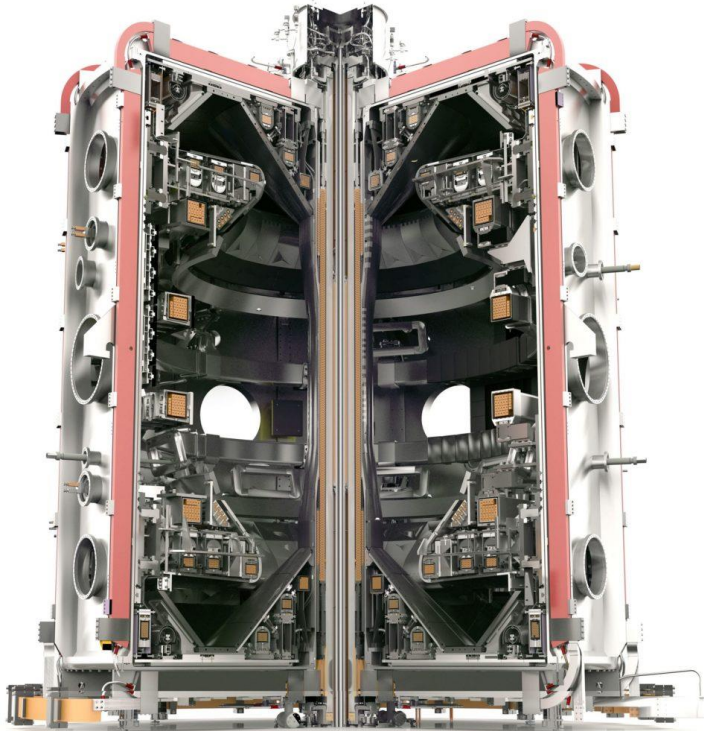
olan Enerji Üretimi İçin Küresel Tokamak (Spherical Tokamak for Energy Production) tasarımı yatırımı ile yola koyulan İngiliz nükleer füzyon araştırmacıları yaklaşık 20 yıl sonra baz enerji kaynağı yeni nesil termonükleer füzyon santrali ünitesi ile beraber ülkede ilk nükleer füzyon elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirmeyi beklemektedir.

Birleşik Krallık **UK** yeni deneysel füzyon reaktörü içerisindeki nükleer plazma şeklinin bilgisayar simülasyonu görüntüsü aşağıda resimde görülmektedir.



Kaynak: Birleşik Krallık Atom Enerjisi Ajansı (United Kingdom Atomic Energy Agency - UKAEA)

Büyük Britanya (**Great Britain - GB**) **MAST Upgrade** yenilikçi termonükleer füzyon enerjisi kompleksi kesiti görünümü aşağıda resmedilmektedir.



Kaynak: Birleşik Krallık Atom Enerjisi Ajansı (United Kingdom Atomic Energy Agency - UKAEA)

Kaynaklar:

- İyonlaştırıcı Radyasyonların Biyolojik Etkileşme Mekanizmaları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Çeşitleri, Ahmet Cangüzel Taner FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Enerji Santralleri, Enerji Kaynak Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası 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.
- Orta Doğu Parçacık Hızlandırıcısı (Particle Accelerator) SESAME Uluslararası Yeni Siklotronu (Synchrotrons) Deneysel Bilim ve Uygulamaları Merkezi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Dünyanın En Büyük Termonükleer Deneme Reaktörü ITER Projesi Kanalıyla Nükleer Karbonsuz Füzyon Güç Santralleri Yapımları Gerçekleştirilmesi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2019.
- Olumlu Termonükleer Bilimsel Araştırmaları Doğrultusunda Ticari Karbonsuz Nükleer Füzyon Elektrik Santralleri Kurulması Hakkında Özel Sektör İlgisi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2019.
- American Association for the Advancement of Science - AAAS Science Dergisi, 30 Ekim 2020.

Fizik Mühendisleri Odası Resmi İnternet Sitesi:

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