

## **Küresel Termonükleer Araştırmaları ve Karbonsuz Temel Enerji Kaynağı Birinci Nesil Nükleer Füzyon Elektrik Santralleri Kurulması Çalışmaları**

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

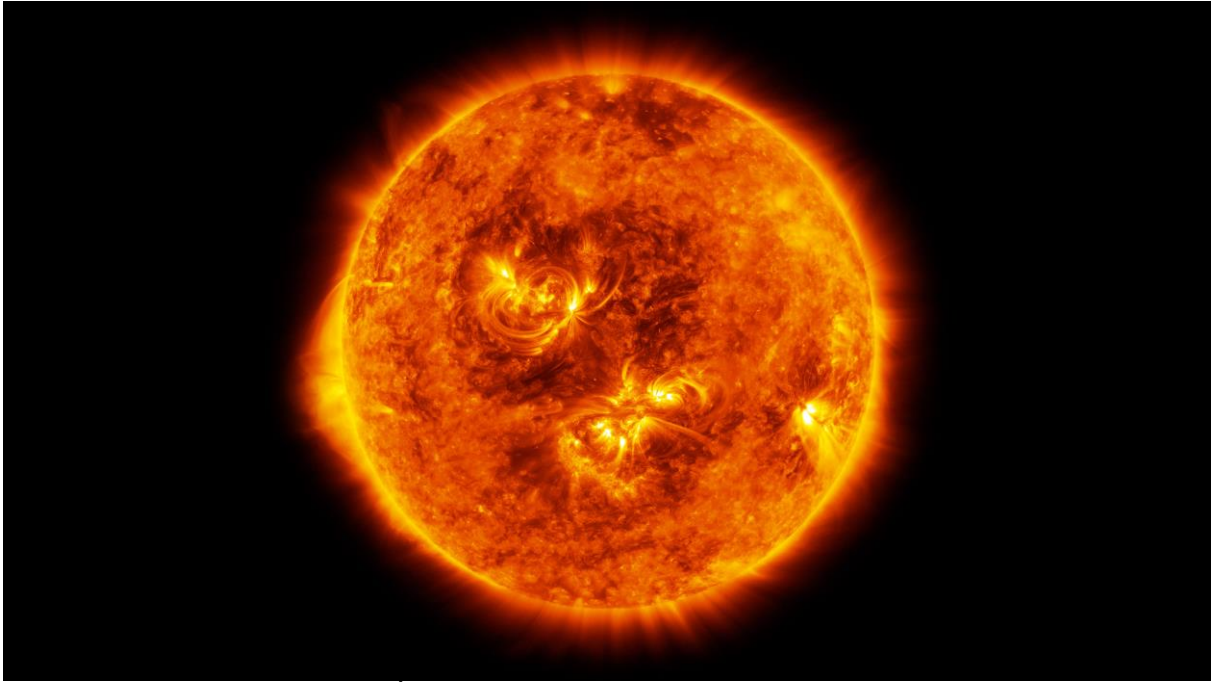
Fizik Mühendisleri Odası FMO ([canguzel.taner@gmail.com](mailto:canguzel.taner@gmail.com))

Global termonükleer füzyon enerjisi araştırma geliştirme Ar-Ge faaliyetleri yaklaşık 90 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Ancak, koordinesiz ve düzensiz yürütülen küresel nükleer füzyon enerjisi araştırmaları bir türlü başarıya ulaşamamıştır. Günümüzde yerkürenin ısınması ve global iklim değişiklikleri sorunlarının çözümü doğrultusunda çok ciddi karbonsuz iklimsel tedbirlerin alınması gerekmektedir. Dünya karbonsuzlaştırma devriminin milâdı olarak Birleşmiş Milletler BM 2015 Uluslararası Paris İklim Anlaşması Mutabakatı sayılmaktadır. Bu anlaşmanın hükümleri, küresel fosil yakıtların kullanımları ve tüketimlerinin önlenmesi için global sera gazı emisyonlarının limitlenmesi koşullarını içermektedir. Böylece, baz yük kaynakları karbonsuz yeni kuşak nükleer fisyon güç santrali reaktörleri yatırımlarının yapılması ve yine karbonsuz inovatif nükleer füzyon komplekslerinin kurulması çalışmaları yeniden dünya gündemine gelmektedir. Başlangıçta gizli olarak ulusal düzeylerde başlatılan nükleer füzyon enerjisi teknolojilerinin araştırılması ise ülkelerin finansal sıkıntıları ve ekonomik zorlukları nedeniyle sekteye uğramıştır. Son 20 yıl zarfında ülkeler küresel sera gazı salınımlarının azaltılması, sınırlandırılması, kontrol ve denetim altına alınması açısından çıkmaza düşmüştür. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı IAEA önderliğinde bazı ülkeler karbonsuz Tokamak tasarımı Uluslararası Termonükleer Deneysel Reaktörü (International Thermonuclear Experimental Reactor - ITER) projesi yatırımına girişmiştir. ITER nükleer füzyon enerjisi yatırımı; Çin, Avrupa Birliği - AB, İngiltere, Japonya, Güney Kore, Rusya Federasyonu, ABD, Hindistan ve Kanada tarafından kurulan çok uluslu konsorsiyum tarafından yapılmaktadır. Uluslararası ITER projesi söz konusu ülkelerin mali kaynakları ve bilim insanlarının katkılarıyla Fransa'nın Akdeniz kıyısındaki Marsilya şehri Cadarache kenti yakınlarında kurulmaktadır. ABD inovatif nükleer füzyon enerjisi çalışmaları da ülke genelinde son yıllarda sağlanan işbirliği ve koordinasyon ile hız kazanmaktadır. Öte yandan Almanya, Stellarator dizaynı inovasyona dayalı Wendelstein 7-X nükleer füzyon kompleksi kapsamında nükleer plazma araştırmalarını başarılı biçimde sürdürmektedir. Büyük Britanya (Great Britain - GB), inovasyona dayalı Tokamak tipi Mega Amp Spherical Tokamak Upgrade MAST adlı füzyon enerjisi tesisinin iyileştirme çalışmalarında olumlu sonuçlar elde edilmektedir. Dünyada ticari Tokamak tipi termo nükleer güç santrali reaktörleri ve Stellarator modeli nükleer füzyon elektrik santrali kompleksleri kurulmasına dair rekabet tüm hızıyla sürmektedir. Küresel nükleer füzyon araştırma geliştirme Ar-Ge projeleri kapsamında elde edilen neticeler; yüksek enerji fizikçileri, nükleer plazma fizikçileri ve parçacık fizikçilerinin üst düzey bilimsel birikimleri sayesinde gerçekleşmektedir. Global yenilikçi termonükleer füzyon enerjisi teknolojileri ile temiz, sınırsız, güvenli ve doğa dostu temel yük kaynağı karbonsuz füzyon enerjisi güç santralleri üniteleri kurulumunun son gelişmeleri bu yazıda değerlendirilmektedir.

Takribi 500 yıl önce Meksika'da kurulmuş **AZTEC** uygarlığı, güneş ile birlikte öteki yıldızların gücünün nükleer füzyon enerjisi kaynaklı olduğuna inanmıştır. **Aztekler**, Orta Meksika bölgesinde zengin mitoloji ve kültürel mirasa sahip olarak 14. ve 16.

yüzyıllar arasında yaşamıştır. Nükleer füzyon ya da termonükleer enerji kaynağının yerkürede oluşturulması, karbonsuz sürdürülebilir enerji gereksinimi teminini olası kılacaktır. Yani dev güneş enerjisinin yeryüzünde yaratılışı halinde limitsiz, temiz, güvenilir ve ucuz nükleer güç üretimi sağlanarak mavi gezegenimiz yaşanabilir olacaktır. Nükleer plazma fizikçileri, parçacık fizikçileri, nükleer füzyon fizikçileri ve konularında birden fazla akademik disiplini olan nükleer füzyon uzmanları, 10 Mayıs - 15 Mayıs 2021 tarihlerinde 28. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı - UAEA Füzyon Enerjisi Konferansı ([28th IAEA Fusion Energy Conference - FEC 2020](#))'nda toplanmıştır. IAEA FEC Konferansı kapsamında geleceğin en önemli temel enerji kaynağı kabul edilen karbonsuz nükleer füzyon enerjisinin doğrudan kullanıma sunulması hakkında ortaya çıkan anahtar fizik ve teknolojik sorunlar yanında inovatif termonükleer bilimsel görüşler tartışılmıştır. Güneş ve diğer tüm yıldızların enerjisi nükleer füzyon olarak adlandırılan nükleer kimyasal reaksiyonlar, nükleer tepkimeler ve termonükleer etkileşimler ile oluşmaktadır. Yeryüzünde nükleer füzyon reaksiyonları, nükleer kimyasal ve termonükleer tepkimeler gerçekleştirildiği takdirde sınırsız, temiz, güvenli ve düşük maliyetli nükleer füzyon elektrik üretimi elde edilecektir. Böylece dünyanın enerji ihtiyacı talebinin karşılanması mümkün olacaktır.

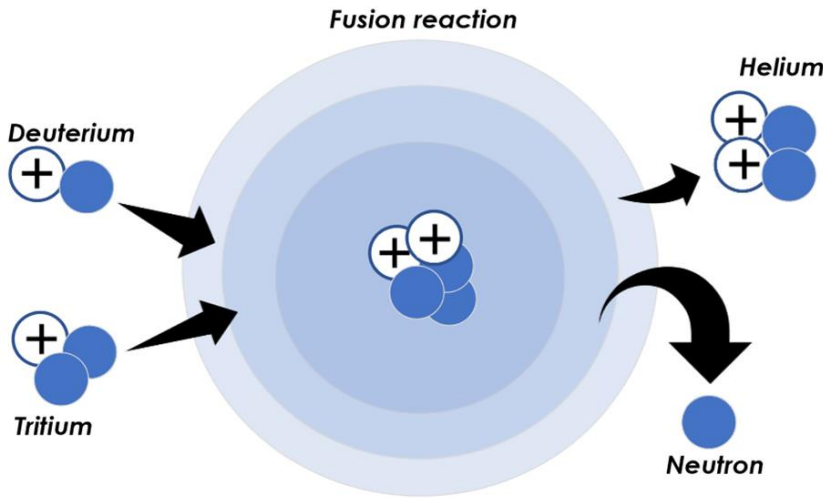
Nükleer kaynaşma ve nükleer birleşme ile meydana gelen nükleer füzyon enerjisi yoluyla uzayın derinliklerine doğru güneş ışını huzmeleri ve güneş radyasyonları demetleri yayılımını sağlayan mavi dünyamızın muazzam doğal güç kaynağı olan güneş gezegeninin nükleer füzyon enerjisi plazması resimde görüntülenmektedir.



**Kaynak:** ABD Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (National Aeronautics and Space Administration - NASA)

Nükleer füzyon iki hafif atom çekirdeğinin birleşek daha ağır bir atomu oluşturması sonucunda meydana gelen çok büyük enerji olarak tanımlanmaktadır. Nükleer plazma; nükleer füzyon reaksiyonları ve termonükleer tepkimelerin vuku bulduğu aynı zamanda pozitif iyonlar ile serbest elektronların hareket ettiği bir tür yüklü aşırı sıcak gaz bulutudur. Aynı zamanda nükleer plazma; katılar, sıvılar ve gazlardan tamamen farklı eşsiz özelliklere sahip bir ortamdır. Güneş enerjisinin oluşumu, çok yüksek sıcaklıklarda atom çekirdeklerinin nükleer kaynaması ve nükleer birleşmesi, yani

nükleer füzyon ile gerçekleşmektedir. Söz konusu atom çekirdeklerinin nükleer füzyon reaksiyonlarına girebilmeleri ve çekirdeklerin karşılıklı geri tepkileri aşabilmeleri için güneş sıcaklığının 10 milyon santigrat derece ( $10 \times 10^6$  °C) olması gerekmektedir. Böylece, atom çekirdekleri geri tepkileri aşarak çok yakın menzile girmektedir. Birbirine son derece yakın olan atom çekirdekleri, elektriksel geri tepkiye kıyasla daha etkin nükleer kuvvet sayesinde nükleer birleşme ve nükleer kaynaşma yoluna giderek karbonsuz nükleer füzyon olayı meydana gelmektedir. Atom çekirdeklerinin çok yakın mesafede çarpışması olasılıklarının artırılması için nükleer plazma ortamının küçük bir saha ile sınırlandırılması ve limitlenmesi icap etmektedir. Nükleer füzyon; yani nükleer kaynaşma ve nükleer birleşme aracılığıyla temin edilen enerji, nükleer fisyon reaksiyonları; bir başka deyimle, nükleer parçalanma ve nükleer bozunma tepkimeleri vasıtasıyla sağlanan enerjiye göre dört kat daha fazla bir düzeyde bulunmaktadır. Nükleer füzyon sayesinde ortaya çıkan yaklaşık dört misli enerji, gelecekte yenilikçi karbonsuz termo nükleer güç santral reaktörlerinin kurulması projelerine yatırım yapılmasını olası kılmaktadır. Birinci kuşak karbonsuz nükleer füzyon elektrik reaktörü ünitelerinin yakıtı olarak hidrojen atomunun döteryum ve trityum ağır izotoplarının kullanılması tasarlanmaktadır. Nükleer füzyon ve termonükleer tepkimeler kökenli nükleer kimyasal reaksiyonlara giren döteryum izotopu ve trityum izotopu yakıtlarının sadece birkaç gramı ile **terajoule** mertebesinde sürdürülebilir füzyon enerjisi üretimi temini mümkün olmaktadır. Mevzu bahis enerji, gelişmiş bir ülkede yaşayan insanın 60 yıl boyunca sürekli ihtiyaç duyduğu enerjiye yaklaşık eşdeğer gelmektedir. Nükleer füzyon reaksiyonlarına giren hidrojen izotopları; geleceğin karbonsuz nükleer füzyon enerjisi yakıtı olan pozitif yüklü döteryum izotopu ve trityum izotopu sayılmaktadır. Aşağıda nükleer plazma içerisinde termonükleer tepkimeler yoluyla nükleer kaynaşma ve nükleer birleşme gerçekleşmesi aynı zamanda çok büyük enerji ile beraber pozitif yüklü helyum ve yüksüz nötron kökenli nükleer füzyon reaksiyonu oluşumu temsili olarak görülmektedir.



**Kaynak:** Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (International Atomic Energy Agency - IAEA), M. Barbarino

Güneşteki dev çekim kuvveti nedeniyle nükleer füzyon enerjisi sahası kabul edilen ve yüksek sıcaklık gerektiren nükleer plazma ortamı, daha aşırı sıcaklıklı kuvvetlere

ihtiyaç duymadan doğal biçimde oluşmaktadır. Nükleer kimyasal tepkimeler, termonükleer reaksiyonlar ve nükleer füzyon tepkimeleri tamamen nükleer plazma içinde gerçekleşmektedir. Yeryüzünde nükleer plazma kapsamında nükleer füzyon enerjisi olayını gerçekleştiren döteryum ile trityum izotoplarının yoğun basınç altında birleşmesi ve nükleer plazmanın sınırlı boyutta tutulması için en az 100 milyon santigrat derece ( $100 \times 10^6$  °C)'ye ulaşan ortam sıcaklıkları icap etmektedir. Böylece, yeterli net güç kazanımı açısından uzunca bir süre termonükleer reaksiyonlar, nükleer füzyon tepkimeler ve nükleer kimyasal reaksiyonların sürdürülmesi imkânı da sağlanacaktır. Kuşkusuz, sürdürülebilir net nükleer füzyon güç kazancı da nükleer plazmanın ısıtılması için harcanan güce kıyasla daha yüksek oranda olacaktır. Bu durumda nükleer plazma ortamının meydana getirilmesi çerçevesinde karbonsuz termonükleer füzyon reaktörü kurulumu yönünde yeterli koşullar da sağlanacaktır. Ancak, nükleer plazmanın limitlenmesi, kararlılığı, dengesi, kontrol ve denetim altında tutulması şartına yönelik bilimsel ve teknolojik araştırmaların ileri ve yenilikçi aşamalara taşınması gerekmektedir. Söz konusu inovasyona dayalı nükleer füzyon enerjisi **araştırma geliştirme Ar-Ge** faaliyetleri kapsamında yeni materyallerin denenmesi aynı zamanda inovatif nükleer füzyon teknolojilerinin test edilmesi konularında global termonükleer bilim insanları ve nükleer füzyon enerjisi mühendisleri yoğun çalışmalar yürütmektedir. Küresel yenilikçi nükleer füzyon enerjisi teknolojileri ve inovatif nükleer plazma teknikleri araştırmaları dünya genelinde 50 den fazla ülkede yapılmaktadır. Dünya çapında yapılan araştırmalarda termo nükleer etkileşimler, nükleer kimyasal reaksiyonlar ve nükleer füzyon enerjisi tepkimeleri ortamı yani nükleer plazma yaratılmasının sağlanmasına rağmen net füzyon enerjisi güç kazanımı ve termo nükleer elektrik enerjisi verimi bulgularının kanıtlanması icap etmektedir. Netice itibarıyla yıldızlardakine benzer nükleer füzyon enerjisinin yeryüzünde oluşturulması aynı zamanda net termo nükleer elektrik enerjisi üretimi elde edilmesi için bilimsel işbirliği, uluslararası füzyon enerjisi teknolojik ortaklıkları ve işbirliklerinin kurulması icap etmektedir. Bu bağlamda küresel finansal ve ekonomik kaynak ağırlıklı global nükleer füzyon enerjisi girişimlerinin önemi de vurgulanmaktadır. Nükleer füzyon enerjisinin varlığı 1930'lu yılların başlarında keşfedilmiştir. Termonükleer enerji kaynağı için ne çeşit bir manyetik alan geometrisi ve nükleer plazma modelinin kullanılacağına tespiti ve yeterli karbonsuz nükleer füzyon güç üretiminin nasıl sağlanacağı uzun zamandan beri bilim insanları tarafından araştırılmaktadır. Başlangıçta nükleer füzyon enerjisi araştırmaları ulusal boyutlarda gizli biçimde yürütülmüştür. Bununla beraber son derece kompleks niteliği yanında karmaşık özelliğe sahip olan nükleer füzyon enerjisi bilimsel ve yenilikçi teknolojik araştırma çalışmalarının maliyetlerinin yüksekliliği karşısında termo nükleer elektrik enerjisi üretimi temini kapsamında uluslararası füzyon enerjisi işbirlikleri, global ortaklıklar ve işbirlikler tesisi olgusu da çok geçmeden anlaşılmuştur. Bu bağlamda 1958 yılında **Birleşmiş Milletler BM** himayesinde İsviçre Cenevre kentinde ikincisi düzenlenen **Atom Enerjisinin Barışçıl Kullanımı** konusundaki uluslararası konferans sırasında gizlice yapılmakta olan global nükleer füzyon araştırmaları ilk kez resmen açıklanmıştır.

**Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı - UAEA** (International Atomic Energy Agency - **IAEA**), global termo nükleer **araştırma geliştirme Ar-Ge** faaliyetleri çalışmalarının odağında yer almaktadır. Küresel nükleer füzyon enerjisi ilerlemeleri ve gelişmeleri hakkında bilgi paylaşımı sağlayan **Nükleer Füzyon Dergisi** 1960 yılında **IAEA** tarafından yayımlanmıştır. Söz konusu **IAEA Nükleer Füzyon Dergisi**, günümüzde global termonükleer enerji alanında yayımlanan önde gelen periyodikler arasında bulunmaktadır. Küresel nükleer füzyon enerjisi araştırmacıları, 1961 yılında

Uluslararası **IAEA Füzyon Enerjisi Konferansı** ile bir araya gelmiştir. **IAEA Füzyon Enerjisi Konferansları** iki senede bir olmak üzere 1974 yılından beri düzenlenmektedir. Böylece, dünya nükleer füzyon enerjisi ve termonükleer füzyon teknolojisi konularında araştırma yapan bilim insanları ile mühendislerin bilgi birikimlerini paylaşmaları temin edilmektedir. Nükleer füzyon kompleksi tasarım türü ve yer seçimi hakkında yaklaşık 20 yıl süren müzakereler sonucu 2007 yılında **Tokamak tipi Uluslararası Termonükleer Deney Reaktörü** (International Thermonuclear Experimental Reactor - **ITER**) tesisi yatırımının Fransa'da yapımı kararlaştırılmıştır. Dünyanın en büyük füzyon enerjisi tesisi olan **ITER** kompleksi sayesinde termonükleer enerji kaynağının bilimsel olarak kanıtlanması yanında gelecekteki nükleer füzyon enerjisi kökenli güç üretimi ünitelerinin teknolojik fizibilitesi ve uygulanabilirliğinin araştırılması çalışmaları hedeflenmektedir. **Uluslararası ITER Anlaşması**, **IAEA Genel Direktörü** nezaretinde imzalanmıştır. **ITER** tesisi yetkilileri tarafından kontrollü nükleer füzyon ile birlikte net termo nükleer güç üretimi yatırımı olasılığının ayrıntılı şekilde incelenmesi planlanmaktadır. Karbonsuz **ITER** kompleksi ile uluslararası işbirliklerinin kolaylaştırılması, global iştiraklerin artırılması ve düzenli koordinasyonun sağlanması bağlamında **IAEA** termo nükleer enerji uzmanları tarafından küresel ölçekte inovatif nükleer füzyon enerjisi teknolojisi çalışmaları ve bilimsel toplantıları düzenlenmektedir. Gelecek nesiller için çok önemli kabul edilen karbonsuz, doğa dostu ve güvenli nükleer füzyon enerjisi ile beraber insanlığın milyonlarca yıl sürdürülebilir baz yüklü temiz enerji kaynağı güç üretimi ihtiyacının karşılanması beklenmektedir. Küresel termonükleer elektrik enerjisi üretimi yakıtları olan hidrojen atomunun döteryum ve trityum izotopları rezervleri dünyada bol miktarlarda yaygın biçimde bulunmaktadır. Örneğin döteryum izotopu, deniz suyundan düşük maliyetli, trityum izotopu ise doğal olarak lityum elementinden üretilebilmektedir. Gelecekteki karbonsuz füzyon enerjisi elektrik santralleri kompleksleri ünitelerinde yüksek aktiviteli uzun yarı ömürlü nükleer atıklar meydana gelmeyecektir. Böylece, küresel nükleer atık idaresi kapsamında yürütülen aynı zamanda dünya kamuoylarını kaygılandıran yüksek aktiviteli radyoaktif atıkların depolanması ve yok edilmesi sorunları ortadan kalkacaktır. Ayrıca, çok daha önemlisi klasik nükleer güç santralleri **NGS** reaktörleri ünitelerinde görülen nükleer yakıt erimesi kazaları neticesi çevreye yayılan iyonlaştırıcı radyasyon riski ve tehlikesi felaketlerinin vuku bulması da inovatif karbonsuz termonükleer reaktörler tesisleri güç üretimi prosesleri sırasında gerçekleşmesi pratik olarak imkânsızdır. Sonuçta, iyonlaştırıcı radyasyon tehlikesi, karbondioksit emisyonları ve diğer zararlı sera gazı salınımları olmayan çevre dostu düşük karbon enerji kaynağı temiz nükleer füzyon güç santralleri ile birlikte dünyanın en büyük sorunları arasında yer alan yerkürenin ısınması ve global iklim değişikliği mekanizması problemlerinin hafifletilmesi olasılığı doğacaktır.

### **Kaynaklar:**

- Radyoaktif Atıkların Yok Edilmesi veya Nihai Depolanması, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Nükleer Atıkların İdaresi ve Yönetimi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO**, 2007.
- Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Türleri, Ahmet Cangüzel Taner **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Evren, İnsan ve İyonlaştırıcı Radyasyonlar, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İyonlaştırıcı Radyasyonların Biyolojik Etkileşme Mekanizmaları, 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.
- 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.
- ABD Nükleer Güç Santralleri NGS** İşletilmesi ve Nükleer Yakıt Çevrimi Sonrası Radyoaktif Atıkların Saklanması ve Nükleer Kalıntıların Depolanması Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Atom Bombası Üretilmesi Sonrası Uranyum Nükleer Atıkları Depolanan Özbekistan, Kırgızistan, Tacikistan Fergana Vadisi Radyoaktif Kontaminasyonu, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Gezegeenin Geleceği Açısından Hemen Gündeme Alınması Gereken Sorunlar Arasında Sayılan Küresel Isınma ve Global İklimsel Değişim Mekanizmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Finlandiya **Nükleer Güç Santralleri NGS** İşletilmesi Sonucu Oluşan Nükleer Atıkların Ulusal Radyoaktif Maddelerin Yönetimi Kapsamında Bertarafı, 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.
- İngiltere Tokamak Tipi Nükleer Füzyon Reaktörü Çalıştırılması ve Geleceğin Karbonsuz Baz Yüklü Termonükleer Güç Santralleri İçin Öncü Rolü, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2020.
- Küresel Karbonsuzlaştırma Teknolojileri Perspektifleri ile 21. Yüzyıl Global Isınma ve İklim Değişiklikleri Sorunları Dizginlenmesi Stratejileri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2020.
- Dünya Karbonsuzlaştırma Devrimi Süreci Başlatan **Birleşmiş Milletler BM** 2015 Paris İklim Anlaşması Hükümleri Uygulamalarının Durumu ve Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2020.
- Amerikalı Nükleer Füzyon Enerjisi ve Nükleer Plazma Fizikçileri Termo Nükleer Elektrik Santralleri Kurulması Mali Destekleri için İşbirliği Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2020.
- Hidrokarbon Kaynaklarının Yerini Alacak Geleceğin Altın Madeni Tanımlanan Lityum Elementi İçin Deniz Suyu Yoluyla Sınırsız Üretim Teknolojisi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2020.
- What is Fusion, and Why is so difficult to achieve? , **IAEA** Yayını, 2021.