

Çin Uzun Mesafe Ultra Yüksek Voltaj Doğru Akım (Ultra High-Voltage Direct-Current – UHVDC) Konnektörleri ve Küresel Süper Şebeke Ağları Yatırımları

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

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

Dünyanın en büyük nüfuslu ülkesi Çin enerji üretimi ve tüketimi profili hızlı bir değişim yaşamaktadır. Çağımız Çin elektrik üretim portföyü ise çoğunlukla karbonsuz doğa dostu yenilenebilir enerji kaynakları YEK menşeli rüzgar enerjisi santralleri RES ve güneş enerjisi santralleri GES kompleksleri ünitelerine doğru dönüşüm geçirmektedir. Günümüz kısa ve orta mesafeli enerji taşınması konvansiyonel alternatif akım (**alternating current – AC**) teknolojileri ile sağlanırken kıtalararası çok uzun mesafeler için ise ultra yüksek gerilim doğru akım UHVDC elektrik transmisyon hatları tercih edilmektedir. Bu bağlamda Çin 2030 yılına kadar ülkesinde 23 adet milli evrimsel UHVDC elektrik iletim hatları kurulması planlanmaktadır. Söz konusu Çin UHVDC güç nakil hatları projeleri yatırım programlarının takribi %50 si tamamlanmış konumda bulunmaktadır. Bu yazıda süper şebeke (**super grid**) kapsamında akıllı inovatif doğru akım (**direct current**) teknolojisi kanalıyla kıtalararası elektriğin nakledilmesi yatırımları projeksiyonları araştırılmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri **Oklahoma**, OK Eyaleti'nin batıya doğru çıkıntı yapan dar ve uzun kara parçası (**panhandle**) kötü doğa koşullarının hüküm sürdüğü **Kasırga Kuşağı Vadisi (Tornado Alley)** içerisinde yer almaktadır. Yörede 1930'lu yılları boyunca oluşan çok şiddetli toz fırtınaları (**Dust Bowl - dust storms**) tabii afetler sonucu bölge insanı Amerika'nın batı eyaletlerine doğru göç etmeye zorlanmıştır. 1962 yılında **Nobel Edebiyat Ödülü (Nobel Prize in Literature)** kazanan öykü ve roman yazarı **John Steinbeck**, 1939 yılı **Gazap Üzümleri (Grapes of Wrath)** adlı romanında **Oklahoma** eyaletinden doğal felaketler neticesi göç eden çiftçi ailelerinin karşılaştığı ekonomik sıkıntıları ve zorlu yaşam koşulları konu alınmıştır. Roman daha sonraları da bir sinema filmine uyarlanmıştır. Günümüzde ise **panhandle** yöresinde sürekli ve aşırı şiddetli esen rüzgarlar artık çevreyi son derecede tahrip ve harap edici gücünden ziyade teknolojik yaratıcılığa önemli katkısı nedeniyle anılmaktadır. Böylece, bölgede faaliyet gösteren rüzgar türbinleri (**wind turbines**) ise yöre sakinlerine en düşük fiyat tarifeli elektrik üretimi sunmaktadır. Rüzgar potansiyeli ve kapasitesi çok yüksek olan yöreden elde edilen bölgesel güç arzı, ne yazık ki, yeterli sayıda elektrik enerjisi tüketicisi Amerikan ailelerine hizmet verememektedir. Neden olarak da gücü tüketilecek olan **ABD** büyük kentleri, kasabaları ve endüstri kuruluşlarının bölgeden oldukça uzak kesimlerde bulunması gösterilmektedir. Bu bağlamda **Oklahoma Eyaleti** elektrik üretimlerinin çevre ve irak eyaletlere pazarlanması ile dağıtılması gerekmektedir. Yasal işlemlerin tamamlanması sonrası 2017 yılının sonlarına doğru **Tennessee Eyaleti** batı ucuna kadar uzanan 1100 kilometrelik mesafede özel kablolar monte edilerek ulusal akıllı inovatif enerji nakil hattı çalışmalarının bitirilmesi hedeflenmektedir. Neticede, **Tennessee Valley Authority - TVA** tarafından tarafından 9 milyon tüketiciye ulusal güç arzı sağlanacaktır. **ABD Plains and Eastern Clean Line** projesi olarak adlandırılan elektrik enerjisi iletim hattı kapasitesi 4000 MW gücünde olacaktır. Söz konusu güç kapasitesi ise **Greater London** elektrik enerjisi kapasitesi ile yaklaşık eşdeğer seviyede projelendirilmiştir. Elektrik şebekeleri ve güç ağları genelinde klasik **alternatif akım (alternating current – AC)** tekniği yerine proje kapsamında akıllı

yenilikçi **doğru akım (direct current – DC)** teknolojisi uygulanması planlanmıştır. Elektrik enerjisi aktarım projeleri çerçevesinde 400000 volt – 600000 volt arası geleneksel alternatif akım teknikleri kullanılması uygun kabul edilmekte, 600000 volt ve daha yüksek güç nakli yatırımlarında ise evrimsel doğru akım teknolojileri tercih sebebi sayılmaktadır. Ultra yüksek gerilim doğru akım **UHVDC** konnektörü kurulması montaj çalışmaları Amerika'da ilk kez başlatılmaktadır. Öte yandan, inovatif yüksek voltaj gerilim hatları işletilmesi çalışmalarının yaygınlaşması ile birlikte enerji sektörünün diğer dallarına da katkı sunulması beklenmektedir. Örneğin, kömür, ham petrol ve doğalgaz gibi kirli fosil yakıtların linyit yatakları maden ocakları işletmelerinden ve hidrokarbon rezervleri kuyularından çok uzaktaki güç santralleri ünitelerine taşınması gerekmektedir. Çevre dostu yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** kökenli rüzgar **RES**, güneş **GES** ve hidroelektrik santralleri **HES** kompleksleri sistemlerinden faydalanılması ise buldukları yerlerdeki yoğun güç üretimleri sayesinde gerçekleşmektedir. Ayrıca, aşırı derecede kirli fosil yakıtların güç üretim merkezlerine nakliyesi de hem ciddi maliyet hem de çevresel risk oluşturmaktadır. Özellikle, kömürün taşınması yüksek maliyetli, ham petrolün nakliyesi de çevre tehlikesi yaratmaktadır. Bu bağlamda örneğin, kömürün çıkarıldığı maden ocakları çevresinde temel yük kaynağı güç santralleri üniteleri kurulması ve üretilen elektriğin enerji nakil hatları vasıtasıyla tüketicilere ulaştırılması daha uygun görülmektedir. Aşağıdaki haritada Çin ultra yüksek voltaj doğru akım güç nakil hatları, işletilmekte olanlar **koyu mavi renkli çizgiler** ve planlanan enerji taşıma projeleri **turkuaz renkli kesikli çizgiler** ile işaret edilmektedir. Çin nüfus yoğunluğu ise batıdan doğuya artan oranlarda **eflatun** renginden **koyu kırmızı** renklere doğru görüntülenmektedir.



Economist.com

Kaynak: The Economist Dergisi

Günümüzde geleneksel alternatif akım **AC** teknolojileri 10 kilometre ya da 100 km uzaklığa kadar yerel elektrik şebeke ve güç ağı sistemleri kapsamındaki enerji nakil hatları için kullanılmaktadır. Binlerce kilometre uzaklığa enerji iletimleri ve taşımaları proje yatırımlarının ise farklı yeni kuşak teknolojiler yoluyla gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Çin, Avrupa, Brezilya ve Amerika **Oklahoma Eyaleti** gibi yeni nesil güç nakli projeleri yatırımları da akıllı inovatif teknolojiler eşliğinde yerine getirilmektedir. Söz konusu yenilikçi teknikler, **doğru akım DC süper şebeke (super grid)** teknolojileri olarak adlandırılmaktadır.

Elektrifikasyon altyapı çalışmalarının filizlendiği 1880'li ve 1890'lı yıllarından itibaren klasik alternatif akım **AC** teknolojisi, ticari rekabet ve elektrik güvenliği kriterleri eşliğinde hemen her yerde görülen global akım savaşları "**battle of currents**" na sahne olmuştur. Elektrik bir hat içerisinde alternatif akım **AC** olarak hareket ettiğinde dalga karakteri taşımaktadır. Hat içinden doğru akım **DC** geçtiğinde ise titreşim, salınım ve dalga karakterleri gözlenmemektedir. Her iki teknik de düzgün ve düzenli çalışmasına karşın 19. yüzyılda trafolar, dönüştürücüler ve transformatörler (**transformer**), konvansiyonel **AC** teknolojileri seçimi lehinde önemli rol oynamıştır. Güç santralleri kompleksleri üniteleri elektrik enerjisi üretimi uzunca bir yol kat edeceği için daha verimli enerji iletim süreci sağlanması yönünde hattın başında transformatörler sayesinde **AC** voltajlar yükseltilmektedir. Hattın öteki ucuna gelen **AC** gerilimler de yine trafolar ve yüksek güç dönüştürücü tesisleri vasıtasıyla normal düzeylerine indirilerek konut, iş yeri ve sanayi merkezleri işletmelerinin tüketimine sunulmaktadır. Enerjinin doğru akım **DC** teknolojileri ile nakli sırasında ise sözü edilen güç yükseltici - indirici trafo tesisleri ve dağıtım kompleksleri sistemlerinin kurulmasına gerek duyulmamaktadır. Civa arklı valflerin (**mercury-arc valve**) devreye girmesi ile birlikte 1920'li yıllarda **AC** teknikleri konumlarını güçlendirmiştir. Bununla beraber 1950'li yıllarda keşfedilen transistörlere (**transistör**) akran ve eşdeğer kabul edilen **tristör** adlı yarı iletken anahtarlama elemanları da onlarca ve yüzlerce kilometre mesafeye doğru yol almaya meyleden güç şebekeleri ve elektrik ağları sistemleri açısından büyük bir avantaj sağlamamıştır. İngiltere ve Fransa arasındaki **Manş Denizi (English Channel)** altından geçen enerji transferi bağlantısı temini doğrultusunda hem yüksek voltaj doğru akım **DC** güç iletim hatları hem de yüksek gerilim alternatif akım **AC** elektrik nakil hatları döşenmiştir. Ancak, mevzu bahis yüksek voltaj enerji iletim hatları kapsamında bazı özel durumlar yaşanmıştır. Örneğin, **Manş Denizi AC** elektrik taşıma hattı bağlantısı işletmeye alındığında su içerisinde elektromanyetik etkileşmeler oluşması nedeni ile çok miktarda enerji ve güç kayıpları ortaya çıkmıştır. Günümüzde kıtalararası mesafelerde enerji taşınması bağlamında her iki teknoloji arasındaki avantaj dengesi değişmektedir. Alternatif akım **AC** teknolojisi kullanılan elektrik iletim hatları içeriğinde voltaj yükselirken akım daha uzağa sürülmekte ve hat içerisinde birbirine izleyen dönüşümlerin sıkıştırılması suretiyle enerjinin sürekli artan bir miktarı da boşa harcanmaktadır. Doğru akım **DC** tekniği kullanan sistemler ise böyle bir sorunla karşılaşmamaktadır. Ayrıca, uzun mesafeli doğru akım **DC** elektrik hatları kurulması maliyetleri de daha düşük olmaktadır. Her bir doğru akım **DC** kablosu, eşdeğer **AC** kablosuna kıyasla çok daha fazla elektrik enerjisi taşınması sebebiyle özellikle, **DC** hatları elektrik direkleri de küçük bir saha kaplamaktadır. Gerçekte **tristörler (thyristor)** pahalı olup, tristörlü dönüştürücü tesisleri finansmanı da artmaktadır. Amerika **Plains and Eastern** enerji nakil hattı maliyeti ise yaklaşık 1 milyar dolar düzeyindedir ve toplam proje yatırımı faturasının %20 sine karşılık gelmektedir. Diğer taraftan, kıtalararası transmisyon hatları için ultra yüksek voltaj gerektiğinden doğru akım **DC** tekniği halen en iyi

teknolojik seçim sayılmaktadır. **ABD Plains ve Eastern** elektrik enerjisi taşıma projesi yatırımı beklentisi yüksek olmasına rağmen dünya geniş kapsamlı yeni nesil **UHVDC** teknolojileri ile daha henüz karşılaşmaktadır. Özellikle Çin ise söz konusu küresel yeni kuşak **UHVDC** teknikleri temelinde bir adım ileri seviyede yol almaktadır. İkinci sayfada yer alan haritada hızla gelişen Çin ulusal **UHVDC** hatları yapımı yatırımları ve proje planlama faaliyetleri ayrıntılı biçimde gösterilmektedir. Gerçekte bahse konu **UHVDC** enerji iletim hatları gelişimi sürecine Çin coğrafi yapısı önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Örneğin, Çin kömür yatakları ve rezervleri %75 oranında ülkenin çok uzak yöreleri olan kuzey ve kuzey batı kesimlerinde yer almaktadır. Çin hidroelektrik santralleri **HES** üniteleri de %80 düzeyinde yine oldukça irak güney batı bölgelerinde bulunmaktadır. Çin nüfus yoğunluğu ise mevzu bahis enerji kaynaklarından en az 2000 kilometre uzaklık içinde doğuya doğru artmaktadır.

Çin **UHVDC** teknolojisi kullanımı 2010 yılında **Yunnan** Eyaleti **Xiangjiaba Dam** barajından ülkenin en kalabalık kenti **Şanghai (Shanghai)**'a 800000 volt'luk elektrik enerjisi iletim hattı (**Xiangjiaba-Shanghai HVDC system**) projesinin tamamlanması ile birlikte başlamıştır. Çin ulusal **UHVDC** enerji nakil hattı ile taşınacak güç 6400 MW düzeyinde olup, Romanya ortalama elektrik tüketimi profili rakamlarına eşdeğer bir düzeye ulaşmaktadır. **Jinping-Sunan** güç iletim hattı projesi 2013 yılında bitirilmiş ve **Sichuan Eyaleti (Sichuan province)**'nden kıyı kesiminde yer alan **Jiangsu** Eyaleti'ne **Yalong Nehri (Yalong River)** hidroelektrik santralleri **HES** ünitelerinden 2300 MW gücünde elektrik enerjisi taşınması gerçekleştirilmektedir. En büyük Çin **UHVDC** konnektörü olan 3400 km uzunluğunda halen inşaat çalışmaları devam eden **Changji -Guquan** enerji nakil hattı, kömür rezervleri ve rüzgar enerjisi zengin kuzey batıda bulunan **Xinjiang**'dan doğu **Anhui** Eyaleti'ne 12000 MW güç iletimi temin edecektir. Sadece **Changji-Guquan** elektrik nakil hattı ile taşınacak enerji miktarı ise İspanya ortalama güç kullanımı kompozisyonu rakamlarının yarısına tekabül etmektedir. Son derece uzun mesafeli enerji nakil hattı sistemi içerisinde elektrik akımının iletilmesi için ise 1.1 milyon volt'luk elektrik enerjisi gerekmektedir. Ülkede **UHVDC** teknolojisi uygulanması çalışmalarının başarılı biçimde yürütülmesinde tek el konumundaki devlete ait Çin elektrik üretim ve dağıtım firması **State Grid (State Grid Corporation of China)** çok önemli rol oynamaktadır. Çin **State Grid** şirketi, diğer ülkelerde **UHVDC** güç iletim hattı projeleri ihalelerini de kazanmaktadır. Örneğin, Brezilya'da **Amazon Nehri (Amazon River)**'nin bir kolu olan **Xingu Nehri (Xingu River)** üzerindeki **Belo Monte** hidroelektrik santrali (**Belo Monte Dam**) ünitelerinden **Rio de Janeiro** kentine kadar döşenecek 2500 kilometre uzunluğundaki **UHVDC** elektrik iletim hattı yatırımı Çin **State Grid** firması tarafından yapılacaktır. Çin'in komşusu Hindistan'da da **ABB, Siemens, General Electric** gibi dev Avrupa ve Amerikan şirketleri ile birlikte benzer güç iletim hatları kurulması yatırım projeleri yürütülmektedir. Bu bağlamda **Assam**'dan Hindistan'ın en yoğun nüfuslu bölgesi olan **Uttar Pradesh**'e 1700 km uzunluğundaki Kuzey Doğu **Agra** transmisyon hattı kanalıyla hidroelektrik güç taşınması gerçekleştirilecektir. Enerji iletim hattı projesi tamamlandığında maksimum kapasitesi 6000 MW'a kadar ulaşan güç nakli hizmeti yapılacaktır. Söz konusu iletilecek ulusal enerji sayesinde 90 milyon Hintlinin elektrik talebi karşılanacaktır. Ayrıca, **Chhattisgarh** Eyaleti **Champa, Chhattisgarh** kenti yakınlarındaki temel yük kaynağı kömür yakıtlı termik santraller ünitelerinden sağlanan yine 6000 MW'lık güç de **Delhi**'den geçerek **Haryana** Eyaleti **Kurukshetra** kentine kadar diğer bir enerji iletim hattı ile nakledilecektir. **UHVDC** teknolojisinin Çin, Brezilya ve Hindistan gibi gelişen ekonomilerde kullanımı yanında kıtalararası enerji hatları açısından da önemli değer taşımaktadır. Elektrik enerjisi boşuna bir akım

olarak tanımlanmamaktadır. Gerçekte imkân tanındığı takdirde muhtelif kanallar vasıtasıyla yayılması da dahil olmak üzere sivilara benzer bir davranış göstermektedir. Yayılma eğilimi nedeninden dolayı enterkonnekte hatlar yoluyla bağlanan şebekeler yönünden uzun mesafelerde **AC** ağları sayesinde gücün toplanması zor kabul edilmektedir. **UHVDC** konnektörleri, süper şebekeler (**super grid**) olarak adlandırılmasına rağmen nadiren gerçek ağlar düzeyinde davranmaktadır. Hat üzerinde daha ziyade bir noktadan bir noktaya ulaşma eğilimi sergilenmekte ve söz konusu noktalardan kesinlikle bir sapma gözlenmemektedir. Bu yüzden bazı elektrik üretim ve dağıtım firmaları uzun mesafeler kadar nispeten kısa uzaklıklar için de güç nakli amaçlı olarak söz konusu konnektörlere olumlu bakmaktadır. Teknolojiye olumlu yaklaşan firmalar arasında Almanya kuzey doğu elektrik şebekesi ağını işleten **50Hertz Transmission** transmisyon şirketi de yer almaktadır. Alman **50Hertz** Firması özellikle çevreci yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** bazlı rüzgar enerjisi santralleri **RES** kompleksleri üniteleri yoluyla üretilen doğa dostu gücün taşınması ve iletilmesi hizmetlerine katkı sağlamaktadır. **50Hertz** şirketi üretilen elektriği çoğunlukla Almanya'nın yoğun nüfusu olan güney bölgesine ve Avusturya'ya iletmektedir. Diğer taraftan, oluşan ekstra gücün Polonya ve Çek elektrik şebekelerine gönderilmesi ise Almanlar arasında hoşnutsuzluk yaratmaktadır. Üretilen enerjinin uzak mesafelere pazarlanması olasılığı karşısında **50Hertz** firması, diğer güç dağıtım şirketleri ile birlikte ortaklaşa yeni **UHVDC** hattı işletilmesi konusunu hedeflemektedir. **SuedOstLink** olarak adlandırılan hat, **Bavaria** Eyaleti **Meitingen** trafo merkezi kanalıyla ve Güney Almanya nükleer elektrik santralleri ünitelerinin sökülme çalışmaları (**nuclear decommissioning**) sonucu ortaya çıkacak ulusal güç arzı zafiyeti sorunlarının önlenmesi çerçevesinde devreye girecektir. **50Hertz** Şirketi Yönetim Kurulu Başkanı **Boris Schucht** çok daha büyük planlar da yapmaktadır. **Boris Schucht**, **UHVDC** enerji nakil hatları ağının on yıl zarfında kuzeyde İsveç ile **Bavaria** eyaletinin güneyine kadar uzanacağını vurgulamaktadır. Böylece, **Mr Schucht** Avrupa'da enterkonnekte ağlar sayesinde birbirine bağlanan gerçek **UHVDC** şebekesi gelişimi süreci ve yükselişi periyodunu öngörmektedir.

Öte yandan, yenilikçi teknoloji kapsamında kusurlu kabloların izole edilmesi açısından özel devre kesici donanımlar ve zor bir işlem olan akım akışının yönetilmesi doğrultusunda sistemde yeni şalter panoları gerekmektedir. Söz konusu çalışmaların başarılı biçimde yürütülmesi halinde yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** tabanlı komplekslerin kullanımı ve devreye alınması çok daha kolay olacaktır. Almanya'da rüzgar çok şiddetli estiğinde ve elektrik talebi düşük olduğu zaman örneğin geceleri fazladan üretilen gücün İskandinavya ülkeleri hidroelektrik santrallerine **UHVDC** hatları ile iletilmesi planlanmaktadır. İletilen güç sayesinde **HES** türbinlerinin yukarısına suyun tekrar pompalanması suretiyle su gelecekte kullanılma amaçlı potansiyel enerji olarak tutulacaktır. Böylece, **UHVDC** enerji iletim hatları ağları aracılığıyla bir tür batarya niteliği taşıyan hidroelektrik güç ve diğer **YEK** elektrik üretim sistemleri arasında koordineli işletim mekanizması temin edilecektir. Asya'da ise çok daha büyük bir gelişim öngörülmektedir. Örneğin, Çin **State Grid** firması 2030 yılına kadar ülkede 23 adet **UHVDC** hattı yatırımlarının tamamlanmasını planlamaktadır. Ayrıca, dev enerji nakil hattı projeksiyonları da gündeme gelmektedir. Rus **Rosseti** Firması, Japon **SoftBank** ve Güney Kore **KEPCO** Şirketi arasında Asya süper şebeke ağı kurulması yönünde Mart 2016 tarihinde mutabakat zaptı imzalanmıştır. Süper şebeke ağı projesi kapsamında çok rüzgarlı Sibiry (Siberia)'da üretilen elektriğin Güney Kore Başkenti **Seoul**'e kadar taşınması tasarlanmaktadır. Söz konusu proje Avrupa'da atıl kalan **Desertec** projesi yatırımını akla getirmektedir.

Desertec yatırımı ile kavurucu yüksek sıcaklık hüküm süren çok geniş Sahra Çölü (**Sahara**)'nden Avrupa'ya solar enerji nakli hedeflenmiştir. Uluslararası ve kıtalararası projeler teknolojik sorunların dışında politik riskler de içermektedir. Sonuçta, çoğu teknolojik problemlerin çözümü aşama aşama giderilmesine rağmen düşük maliyetli ve doğa dostu çevreci küresel temiz enerji kaynakları sistemlerinden yeterince faydalanılması için milletlerarası politik uzlaşma ön koşul olarak ortaya çıkmaktadır.

Brezilya yüksek voltaj doğru akım – **HVDC** enerji nakil hattı aşağıdaki resimde gösterilmektedir.



Kaynaklar:

- 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.
- Almanya Enerji Reformu Düşük Karbon Ekonomileri Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Devrimi ve **Energiewende** Enerji Çevrimi Açmazı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Almanya Yeşil Enerji Devrimi **Energiewende** Enerji Dönüşümü Süreci İçinde Elektrik Şebekesi Sistem Kararsızlıkları ve Gerilim (Voltaj) Dengesizlikleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Almanya Yenilenebilir Enerji Kaynakları (**YEK**) Kapsamında Açık Deniz Rüzgâr Elektrik Santralleri (**RES**) ve Enerji Dönüşümü (**Energiewende**) İkilemi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Çin Yüksek Sera Gazı Emisyonları Karşısında Karbonsuz Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Kökenli **RES** ve **GES** Elektrik Üretimleri Projeleri Geliştirilmesi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Çin'in Yüksek Ekonomik Büyüme Hızları Bağlamında Gelişen Küresel Ekolojik

- Sorunlar Karşısında Ulusal Yeni Çevre Kirliliği Yasal Düzenlemeleri Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Kanada Ham Petrol Üretimi İçerisinde Alberta Katran Kumları Kökenli Ağır **Bitümen** Petrol Nakliyesi Paradoksu ve Kuzey Amerika Alternatif Hidrokarbon Boru Hatları Yoluyla Petrol Kumları Taşınması Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları Faydalı Bilgiler, 2014.
 - Çin Elektrik Üretim Portföyü İçinde Doğa Dostu ve Çevreci **Yenilenebilir Enerji Kaynakları** **YEK** Menşeli Rüzgâr Türbinleri Güç Üretimleri Problemleri Çözümü, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
 - Hindistan Sera Gazı Emisyonları Artışları Karşısında Doğa Dostu, Çevreci ve Yeşil Temiz Enerji Kaynakları **YEK** Projeleri Yatırım Programları Uygulamaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
 - Dünya Düşük Karbon Ekonomisi **Yenilenebilir Enerji Kaynakları** **YEK** Elektrik Üretim Sistemleri Gelişim Süreci İçerisinde **YEK** Güç Üniteleri Yatırımları Artışı, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
 - Yenilenebilir Enerji Kaynakları** **YEK** ile Güneş Radyasyonları Kökenli **Güneş Enerjisi Sistemleri** **GES** ve Silikon Kristalli Fotovoltaik Pil Maliyetleri Düşüşleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
 - Düşük Karbon Enerjileri **Yenilenebilir Enerji Kaynakları** **YEK** Kökenli Rüzgâr Elektrik Santralleri **RES** ve **Güneş Enerjisi Santralleri** **GES** Kompleksleri Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
 - Afrika Enerji Politikaları Üzerinde Küresel **Yenilenebilir Enerji Kaynakları** **YEK** Menşeli **Güneş Enerjisi Sistemleri** **GES** Üniteleri Maliyeti Düşüşleri Etkisi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
 - Amerika Birleşik Devletleri **Yenilenebilir Enerji Kaynakları** **YEK**'e Dayalı Açık Deniz (Offshore) Rüzgâr Enerjisi Santralleri **RES** Çiftlikleri Gelişim Periyodu, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
 - Karbonsuz **Yenilenebilir Enerji** Kaynakları **YEK** Tabanlı **GES** ve **RES** Kompleksleri ile Yoğun Çevre Kirliliği Oluşturan Kömür Santralleri Rekabeti, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Yeni Nesil Akıllı Telefonlar, Dizüstü Bilgisayarlar, Robotlar, İnsansız Hava Araçları **İHA**, Uydular, Otomobiller ve Güç Santrallerinde Kullanılan Yeniden Şarj Edilebilir İnovatif Lityum İyon Bataryalar Geliştirilmesi Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - YEK** Kökenli **GES** ve **RES** Kompleksleri Enerji Depolama (**Store Electrical Energy**) Sistemleri İçin Efsanevi Kral Sisifos (**Sisyphus**) Tren Düzeneği, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Kalkınmakta Olan Ülkeler Kapsamında İnovasyona Dayalı Çevre Dostu Yenilikçi Karbonsuz **Güneş Enerjisi Santralleri** **GES** Kompleksleri Gelişim Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Klasik Pompaj Elektrik Stoklama Sistemleri Çerçevesinde İnovatif Sualtı Elektrik Enerjisi Depolama (**Energy Storage**) Teknolojisi Projeleri Geliştirilmesi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Global **Yenilenebilir Enerji Kaynakları** **YEK** Menşeli **RES** ve **GES** Kompleksleri İçin Yüksek Gerilim Doğru Akım – **HVDC** Transmisyon Hatları Geliştirilmesi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2017.
 - The Economist** Dergisi, (14 Ocak 2017 – 20 Ocak 2017).

Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi:

www.fmo.org.tr/_yayinlar/faydali-bilgiler