

Global Yenilenebilir Enerji Kaynakları YEK Menseli RES ve GES Kompleksleri İçin Yüksek Gerilim Doğru Akım – HVDC Transmisyon Hatları Geliştirilmesi

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

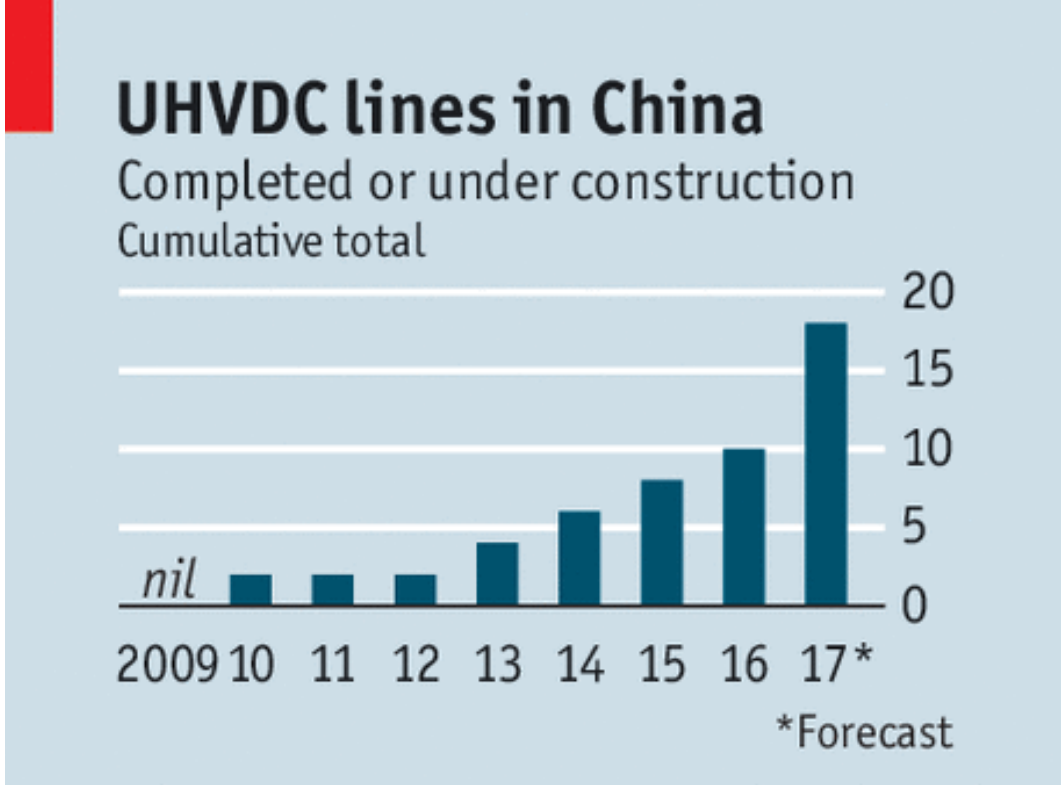
Fizik Mühendisleri Odası (canguzel.taner@gmail.com)

Küresel yenilenebilir enerji kaynakları YEK tabanlı elektrik üretimi (**electric generation**) sistemleri yaygınlaşması hızla sürmektedir. Tüm ülkeler karbon yoğun fosil yakıtlar güç üniteleri bağımlılığı sürecinden sürdürülebilir karbonsuz YEK kökenli proje yatırımları periyoduna doğru bir transformasyon ve dönüşüm geçirmektedir. Böylece, hem ulusal bütçe açıklarının kapatılması yoluyla gelir gider tablolarının düzeltilmesi hem de inovatif karbonsuz teknolojiler sayesinde dünya ekolojik denge perspektifleri doğrultusunda global ısınma ve küresel iklim değişiklikleri mekanizmaları sorunlarının çözümü hedeflenmektedir. YEK'e dayalı rüzgâr enerji santralleri RES ve güneş enerjisi santralleri GES sistemleri yer seçimi açısından coğrafi ve doğa koşulları kriterleri de birinci öncelik sayılmaktadır. RES ve GES elektrik üretim sistemleri ise genellikle güç tüketimi son derece fazla olan sanayi merkezleri ve büyük kentlerden uzak yörelere kurulmaktadır. Söz konusu durum kapsamında YEK kompleksleri vasıtasıyla üretilen enerjinin nakledilmesi (**electric power transmission**) çerçevesinde uzun mesafeli yenilikçi yüksek voltaj elektrik iletim hatları şebekesi ve ağı kurulması gerekmektedir. Ayrıca, YEK bazlı RES ve GES üniteleri güç üretimi kapasitesi artırımı ile enerji sürekliliği temini yönünden akıllı elektrik depolama sistemleri (**store electrical energy**) devreye alınması önem taşımaktadır. Böylece, YEK tesisleri elektrik üretimleri sırasında ortaya çıkan voltaj düzensizlikleri, gerilim dengesizlikleri ve kararsızlıkları önlenmesi de önem taşımaktadır. Bu yazıda diğer ülkelere örnek teşkil edecek tarzda Çin yeni güç transmisyon hatları teknolojisi projeleri kısaca incelenmektedir.

Tabiat şartları ve coğrafi koşullar ile müzakere edilmesi imkânsız olup söz konusu durum yenilenebilir enerji kaynakları YEK sistemleri bağlamında da kuşkusuz geçerliliğini korumaktadır. Örneğin, **Kuzey Denizi (North Sea)** açıklarında rüzgâr çiftlikleri ve parkları bulunurken **Atacama Çölü (Atacama Desert)** içerisinde ise güneş panelleri ışıltılı bir görüntü sergilemektedir. Karbonsuz YEK üniteleri çoğunlukla elektriğin yoğun tüketildiği yerleşim yerleri ve endüstriyel bölgelerden irak kesimlerde güç üretimi yapmaktadır. Küresel yenilenebilir enerji kaynakları YEK tesisleri komplekslerinin artırılması aynı zamanda global sürdürülebilir karbondioksit emisyonlarının azaltılması, sınırlandırılması ve kısıtlandırılması ilkeleri çerçevesinde uzak yerlerde sağlanan etkin gücün tüketim alanlarına inovatif **akıllı şebekeler (smart grid)** ağı ile verimli biçimde taşınması icap etmektedir. Klasik güç iletim ve dağıtım teknolojileri uzun yıllardır mevcut olup, günümüzde kısa ve orta mesafeli enerji nakli alternatif akım (**alternating current – AC**) teknolojileri yoluyla sağlanmaktadır. Ancak, çok uzun mesafelere son derece yüksek voltajlı enerji transmisyonu temini açısından **AC sistemleri** yetersiz ve kifayetsiz düzeyde kalmaktadır. Bu gibi uzaklıklar için **ultra yüksek voltaj doğru akım (Ultra High-Voltage Direct-Current – UHVDC)** konnektörler kullanılması daha uygun görülmektedir. Böylece, evrimsel **ultra yüksek gerilim doğru akım UHVDC** enerji transmisyon hatları aracılığıyla hem yeşil, doğa dostu ve çevreci elektrik şebekeleri hem de kararlı, düzenli ve dengeli güç arzı temin edilmektedir. Aynı **UHVDC** güç nakil hatları, uzak hidroelektrik santralleri **HES** sistemleri komplekslerinden enerji taşınması

yanında elektrik üretimine ihtiyaç duyulmadığı zamanlarda türbin (**turbine**) üniteleri yukarısına suyun yeniden pompalanması yöntemi gibi tersine de çalışabilmektedir.

Çin inovasyona dayalı **ultra yüksek gerilim doğru akım UHVDC** enerji transmisyon hatları kurulması tamamlanan ve inşaatı süregelen kümülatif toplam sayıları aşağıdaki tabloda verilmektedir. Çin yenilikçi **UHVDC** güç nakil hatları sayısı 2009 yılında sıfır iken 2017 yılı rakamları da tabloda tahmini değer olarak gösterilmektedir.



Economist.com

Kaynak: [The Economist](#) Dergisi

Global yüksek voltaj doğru akım **UHVDC** enerji aktarım hatları, güçlendirici tesisleri ile birlikte planlanmaktadır. Adı geçen enerji kompleksleri gezegenin etrafı boyunca iletim yeteneğine sahip olan süper şebeke (**super grid**) ağı niteliği halinde tasarlanmaktadır. Söz konusu global ultra yüksek gerilim doğru akım güç nakil hattı projesi henüz tasarım aşamasında bulunmaktadır. Bununla beraber dünyada bir ülke bahse konu yüksek kapasiteli küresel akıllı elektrik taşıma hatları teknolojileri hakkında hızla ilerleme kaydetmektedir. Bu bağlamda devlete ait Çin elektrik üretim ve dağıtım şirketi **State Grid (State Grid Corporation of China)**, 2009 ve 2020 yılları arasında planlanan 88 milyar dolarlık milli **UHVDC** enerji nakil hatları yatırımı kapsamında projenin yarısını tamamlamak üzeredir. Çin **State Grid** Firması, 2030 yılına kadar 23 adet ulusal **UHVDC** ultra yüksek gerilim güç nakil hattı yatırım projesi çalışmalarının bitirilmesini ve milli enerji taşıma hatları komplekslerinin işletmeye alınmasını hedeflemektedir. Çin yenilikçi yüksek gerilim hatları geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması yatırımları hiç de şaşırtıcı gelmemektedir. Demiryolları ağının iyileştirilmesi faaliyetlerinden kentlerin altyapı projelerine kadar ülke genelinde Çin yönetimi çok yaygın inovasyona dayalı yüksek maliyetli yatırımlar gerçekleştirmektedir. Güneş ışınları kanalıyla kavru lan **Gobi Çölü (Gobi Desert)**,

aşırı derecede rüzgârlı **Sincan Uygur Özerk Bölgesi Xinjiang Eyaleti** ve **Tibet Platosu (Tibetan Plateau)**'nda yer alan dik dağ yamaçlarından akan debisi aşırı yüksek nehirler ile kollarının tümünü kapsayan Çin yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** kapasitesi yoğun biçimde ülkenin ırak kesimlerinde bulunmaktadır. Öte yandan, çok ciddi hava kirliliği sorunları oluşturan Çin temel yük kaynağı konvansiyonel kömür ve düşük kaliteli linyit yakıtlı termik santraller ünitelerinin büyük kentlerden uzak yerlere taşınması için Hükümet ilave ekonomik teşvikler ve mali fonlar sağlamaktadır.

Çin **Xinjiang** Eyaleti **Dabancheng District** yöresi karbonsuz rüzgâr elektrik santralleri **RES** çiftliği ve parkı aşağıdaki resimde görüntülenmektedir.



Çin evrimsel ultra yüksek gerilim doğru akım iletim hatları sayesinde diğer ülkelere örnek olacak iki büyük teknolojik ders sunmaktadır. Birinci ders olarak tüm ülkelere Çin, yenilikçi **UHVDC** güç nakil hatları sistemlerinin dev boyutlarda kurulabileceğini göstermektedir. Örneğin, inşaatı devam eden 3000 kilometre uzunluğundaki Çin enerji taşıma hattı güç kapasitesi, **Greater London** güç kapasitesine kıyasla yaklaşık üç kat daha büyüktür. İkinci ders ise uzun menzilli transmisyon hatları kaynaklı sorunların koordinasyon yoluyla aşılması işaret edilmektedir. **UHVDC** enerji iletim hatları ile şebekeler arası finansal çıkarların ve ekonomik menfaatlerin başa baş dengelenmesi amaçlanmaktadır. Bu gibi güç iletim sistemleri ağı yatırım projesi kurulması maliyeti aşırı derecede fazla olmaktadır. Enerji üretim ve dağıtım şirketleri ise elektriği yüksek fiyatlar ile pazarlaması nedeninden dolayı karbonsuz yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** güç üreticileri ile kıyasıya rekabete yanaşmamaktadır. **YEK** kompleksleri sahaları çevresinde ikâmet eden tüketiciler de düşük fiyatlarla elektrik sağlaması sebebiyle yörelerinde üretilen gücün diğer uzak bölgelere satılarak yerel enerjiye fazla para ödeme görüşüne direnmektedir. Bu gibi ekonomik menfaatler

doğrultusunda bölgesel mali çıkarların korunması ve uzlaşa sağlanması bağlamında çok az sayıda ulusal elektrik üretim ve dağıtım şirketi faaliyet göstermesi zorunlu görülmektedir. Örneğin, Çin'de **State Grid** enerji üretim ve dağıtım firması tekel konumunda bulunmaktadır. Ortaya çıkan görüşlerin uygulanması çerçevesinde bazı ülkeler için Çin'in önderlik etme politikasının izlenmesi diğer kriterlere nazaran daha pratik kabul edilmektedir. Kalkınmakta olan ülkeler açısından ise kurulu ulusal elektrik altyapı yetersizliği bir avantaj sayılmaktadır. Afrika ovalarında solar enerji güç üretimi parkları ve çiftlikleri ile güçlü akan nehirler üzerine inşa edilmiş hidroelektrik santraller **HES** üniteleri elektrik üretimlerinin süratle büyüyen kentlere nakledilmesi için **UHVDC** hatları kurulması olası öngörülmektedir. Hindistan iki adet **UHVDC** elektrik iletim hattı yatırımı planlamakta ve artan ihtiyaca binaen çok sayıda inşa edilmesi de tasarlanmaktadır. Diğer taraftan, gelişmiş zengin ülkeler açısından yenilikçi ultra yüksek gerilim elektrik taşıma hatları kurulması daha karmaşık ve girift bir hale dönüşmektedir. Örneğin, Avrupa elektrik üretim ve dağıtım firmaları oldukça iyi düzeyde çalışmasına rağmen sınır ötesi **UHVDC** şebeke faaliyetleri kapsamında uyumlu bir yasal çerçeve gerekmektedir. En büyük farklı, değişik ve ayrı uygulama ise **Amerika Birleşik Devletleri** genelinde hüküm sürmektedir. **ABD**, **UHVDC** güç iletim kompleksleri finansmanı yönünden kıtasal büyüklükte dev bir ekonomiye sahip konumda kabul edilmektedir. Bununla beraber demode enerji nakil sistemleri son derece bölük pörçük ve parçalı bir durum sergilemektedir. Amerika'da 3000 adet güç üretim ve dağıtım firması faaliyet göstermekte olup her bir şirket kendi müşterilerine elektrik temini üzerine odaklanmaktadır. Bir kaç eyalet uzakta bulunan müşterilere bile kesinlikle öncelik verilmemekte ve elektriğin o eyaletlere temini de günümüz koşullarında şirketlere ekonomik getiri sağlamamaktadır. Bu bağlamda Amerika'nın üç bölgesel şebeke ağının birbirine bağlanması planı da çok zor ve sıkıntılı duruma düşmektedir. Sadece **ABD Merkezi Federal Hükümet** süregelen sorunları ele aldığı takdirde yeşil, doğa dostu ve çevreci milli yenilikçi elektrik şebekesi ağı kurulması yolu açılacaktır. Öte yandan, Çin'de **UHVDC** güç nakil hatları ağları kurulması da tüm ulusal enerji sorunlarının çözümü yönünde yeterli bir çare görülmemektedir. Meselâ, Çin enerji arz güvenliği problemleri halen devam etmektedir. Çin'in doğu kıyasına kadar 3000 kilometre uzunluğunda enerji nakil hattı kurulumu ulusal sınırlar dahilinde olmasına rağmen halen elektrik üretimini sekteye uğratmaya yönelik siyasi sabotajlar ve politik saldırılara maruz kalma olasılığı taşımaktadır. Diğer temiz şebeke sistemleri arasında ülkede yaygınlaşan güneş enerjisi santralleri **GES** üniteleri ve inovatif akülü enerji depolama kompleksleri ünitelerinin Çin enerji profili kapsamında yer alması da muhtemel sayılmaktadır. Sonuçta, her şeye karşın sıfır karbon emisyonlu çevre dostu elektrik şebekeleri oluşturulması çerçevesinde Çin **UHVDC** hatları önemli bir rol üstlenecektir. Ayrıca, gelecekte ehveni şer baz yük kaynağı doğalgaz kombine çevrim santralleri tesisi ve diğer temiz alternatif enerji kaynakları sistemlerinin Çin modası geçmiş geleneksel kömür santralleri yerine kurulması da beklenmektedir.

Kaynaklar:

- Almanya Enerji Devrimi ve Enerji Dönüşümü- **Energiewende** Politikaları, Fosil 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.
 - İngiltere Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) Kökenli Açık Deniz (Offshore) ve Kıyılara Yakın Kara Rüzgâr Elektrik Santrali (RES) Çiftlikleri (Onshore Wind Farms) Güç Üretimleri Profili, 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.
 - 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.
 - The Economist** Dergisi, (14 Ocak 2017 – 20 Ocak 2017).

Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi:

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