

Almanya Yeşil Enerji Devrimi Energiewende Enerji Dönüşümü Süreci İçinde Elektrik Şebekesi Sistem Kararsızlıkları ve Gerilim (Voltaj) Dengesizlikleri

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

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

Japonya depremi sonrası meydana gelen Mart 2011 tsunami süpürttü dalgaları doğal felaketler silsilesi ortaya çıkan Japon Fukushima nükleer santral kazaları Almanya kamuoyunda ciddi nükleer korku ve nükleer panik havası yaratmıştır. Alman kamuoyunda oluşan nükleer kaygı ve nükleer nefret Almanya siyasi partileri özellikle de iktidardaki partiler içerisinde ise oy kaybetme endişesine dönüşmüştür. Söz konusu politik gelişmeler sonucu Almanya temel yük kaynağı nükleer güç santrallerinin kapatılması kararını almıştır. 2022 yılına kadar kademeli şekilde kapatılacak karbonsuz nükleer reaktörler Almanya elektrik üretimi portföyü ve profilinin takribi %20 sini oluşturmaktadır. Almanya elektrik üretim profili kapsamında %50 'nin üzerindeki pay baz elektrik enerjisi kaynağı fosil yakıtlı güç santralleri olan ancak karbondioksit emisyonları son derece yüksek kömüre dayalı termik santraller ve karbon salınımları daha az kabul edilen çağdaş yeni nesil doğalgaz kombine çevrim santralleri kanalıyla karşılanmaktadır. Yaklaşık yarım yüzyılı içeren Almanya enerji stratejisi belgesi üzerinde uzun yıllardır ayrıntılı çalışmalar da yapılmaktadır. Alman enerji stratejisi belgesi perspektifi günümüzde doğa dostu ve çevreci Almanya Energiewende devrimi olarak adlandırılmaktadır. Yeşil ve çevre dostu Alman Energiewende elektrik çevrimi gereği ülkenin nükleer ve fosil yakıt kökenli elektrik enerjisi portföyünden yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) menşeli rüzgar enerjisi santralleri (RES) ve güneş enerjisi santralleri (GES) elektrik üretimi portföyüne transformasyon amaçlanmaktadır. Energiewende enerji çevrimi periyodunda hem Almanya elektrik yatırımları maliyetleri hem de elektrik ağı sistem dengesizlikleri ile gerilim ve voltaj kararsızlıkları açısından çeşitli sorunlar yaşanmaktadır. Örneğin, ekonomik bazda yaşanan problemler çerçevesinde kıyıda 30 ila 40 km uzaklıkta kurulacak açık deniz rüzgar elektrik santralleri (RES) maliyetleri kara rüzgar enerjisi santralleri maliyetlerine kıyasla çok daha pahalı düzeylere ulaşmaktadır. Bununla beraber rüzgar kapasitesi ve potansiyelinin açık denizlerde çok daha verimli seviyelerde oluşu da rüzgar santrallerinin söz konusu yörelerde kurulmalarını gerekli kılmaktadır. Ayrıca Almanya'nın kuzeyi ile doğusunda çok büyük boyutlarda kurulu ve kurulacak çevre yanlısı rüzgar enerjisi elektrik santralleri (RES) güç üretimi potansiyelinin enerji yoğun Alman sanayisinin bulunduğu güney bölgesine çağdaş yenilikçi yüksek gerilim hatları kanalıyla taşınması gerekmektedir. Almanya modern evrimsel yüksek voltaj hatları ağı aynı zamanda doğa dostu ve çevre yanlısı devasa "süper elektrik nakil hatları" adı ile de anılmaktadır. Almanya kuzey güney koridoru boyunca kurulan ve kurulmakta olan çevreci süper yüksek gerilimli enerji iletim hatları da çeşitli problemlerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu yazıda Almanya yeni elektrik ağı sistemi kararsızlıkları ve voltaj (gerilim – potansiyel farkı) dengesizlikleri araştırılmaktadır.

Almanya nükleer enerji santrallerinin kademeli kapatılmasına karşılık düzensiz güç temin eden rüzgar ve güneş temelli yenilenebilir enerji kaynaklarına (YEK) dayalı elektrik üretimi seçeneğine doğru hızla ilerlemektedir. Bununla beraber baz yük kaynağı karbon emisyonları yüksek olan kömürlü termik santraller aynı zamanda

düşük oranda da olsa gaz santralleri destekli Alman Energiewende elektrik dönüşümü politikası izlenmektedir. Energiewende enerji dönüşümü içinde kömür kaynaklı termik santraller kullanımı yoluyla elektrik üretiminin artması ise ülkenin enerji devrimini kömürün yeniden doğuşu ve dirilişi şeklinde tanımlanan kirli rönesans haline çevirmektedir. Böylece Almanya'nın küresel sera gazı emisyonları bağlamında global karbon salımları ve dünya karbondioksit salınımları artışına katkısı da yükselmektedir. Öte yandan kesikli elektrik arzı sağlayan yeşil enerji teknolojileri menşeli yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) devrimi ve dönüşüm süreci içerisinde hem Almanya genelinde hem de komşu ülkelerin elektrik şebekeleri, yüksek gerilim enerji iletim hatları ve trafo merkezleri ağlarında çok ciddi sorunlar da yaşanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) kökenli fasıllı elektrik üretimi sonucu kesintili elektrik arzı sağlayan komşu ülkeler de Almanya ile elektrik iletim hatları bağlantılarına son vererek yeni yüksek gerilimli enerji nakil hatları ve elektrik bağlantı ağı sistemleri kurulması çalışmaları başlatmıştır. Kesikli ve fasıllı güç üretimi, elektrik şebekelerinin kararsızlığı yanında muhtemel elektrik kesintileri, voltaj düşüklükleri ile hassas endüstriyel cihazlar içinde de önemli zararlara zemin hazırlamaktadır.

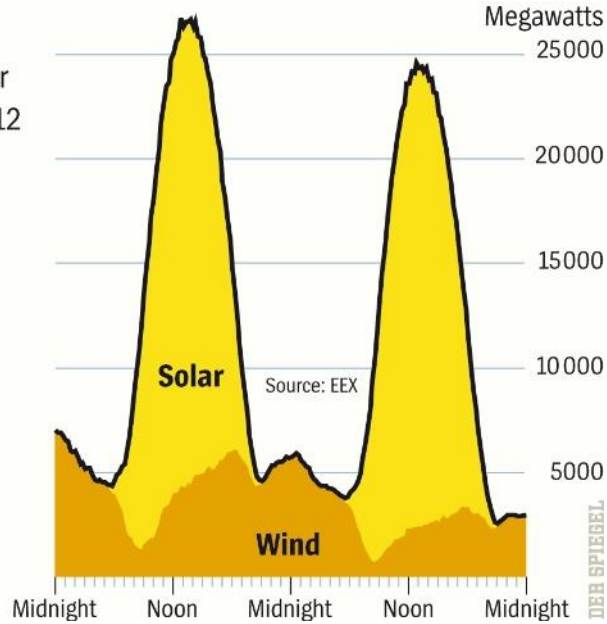
Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) teknolojilerinin aralıklı ve düzenli olmayan güç temin etmesi sonucu elektrik şebekelerinde ortaya çıkan dengesizlikler ve kararsızlıklar, Energiewende elektrik çevrimi periyodunda Almanya'nın karşılaştığı çok sayıdaki sorunlardan sadece birisi kabul edilmektedir. Almanya'da meskenlerde elektrik birim fiyatı Avrupa'nın en yüksek elektrik fiyatları arasında yer alarak artmasını da süratle sürdürmektedir. Örneğin, Almanya elektrik fiyatı kilowatt saat başına 34 cent iken Amerika Birleşik Devletleri elektrik fiyatları ise kW saat başına ortalama 12 cent civarında seyretmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) yatırımları ve güç üretimlerinin sübvansiyonu için 2012 yılı Almanya elektrik fiyatları tarifesi %10 oranında yükseltilmiştir. Bu bağlamda gelecek on yıl içinde rüzgar enerjisi santralleri (RES) ve güneş elektrik santralleri (GES) bazlı yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) güç üretimi teşviki için uygulanan elektrik ücret tarifesi ilave fonlar sonucunda gelecek 10 yıl içinde Alman elektrik fiyatlarının %30 ila %50 oranında artmasını gerektirmektedir. YEK kökenli düşük karbon ekonomileri elektrik üretimi piyasası değişim sürecinde 800000 Alman ailesinin elektrik faturalarını ödeyemez duruma düşeceği ve ekonomik yönden mağdur olacağı öngörülmektedir. Diğer taraftan, Almanya rüzgar elektrik santralleri (RES) türbinleri de %30 oranında ülkenin doğusunda kurulmuştur. Rüzgar enerjisi santralleri (RES) vasıtasıyla üretilen çok büyük miktarlarda elektrik sebebiyle bölgenin elektrik şebekesi ve yüksek gerilimli enerji nakil hatları ağı kapasitesi de aşırı derecede yüklenmektedir. Özellikle meskenlerin ve şirketlerin elektrik sarfiyatının daha az olduğu resmi tatil günlerinde rüzgar güç santralleri hiç durmadan esen rüzgarla birlikte enerji arz talep dengesi kuralına aykırı elektrik üretmektedir. Olağanüstü durumlara bir örnek olarak yine Almanya'nın doğusunda ülkenin toplam elektrik tüketimine kıyasla üç ya da dört kat fazla yapılan elektrik üretimi sayesinde Doğu Almanya elektrik şebekesi çok yüksek gerilimle birlikte sistem dengesizlikleri ve voltaj kararsızlıklarına doğru sürüklenmektedir. Sistem mühendisleri elektrik şebekesi ve enerji iletim hatları ağı içindeki stabilite, kararlılık ile dengeyi sağlamak için yüksek gerilim sistemine sürekli müdahale etmek zorunda kalmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) kökenli elektrik üretimi düzensizliği ve kararsızlığı Alman sanayi sektöründe çeşitli sorunlar da meydana getirmektedir.

Örneğin, günün ilk saatlerinde sabah 3 de sadece milisaniye mertebesinde bir voltaj düşüklüğü Hamburg'da faaliyet gösteren Hydro Aluminum tesisinin makinelerinin yavaşça durması neticesi üretimin kesilmesine ve alüminyum üretim hattında sıkışan ürünlerin makinelere çarpması sonucunda öğütücü ünitesinin bir bölümünde 12300 dolarlık hasara yol açmıştır. Üç hafta içerisinde iki kez voltaj düşüklüğü yaşayan söz konusu üretici firma kendi elektrik jeneratörleri ile acil durum koşullarında sisteminin takviyesi için 185000 dolar maliyetli kesintisiz güç kaynakları (**Uninterrupted Power Supply – UPS**), bataryalar ve ek donanımlarını satın almak zorunda kalmıştır. 25 – 26 Mayıs 2012 tarihlerinde Almanya yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) menşeli güneş enerjisi santralleri (GES) ve rüzgar elektrik santralleri (RES) güç üretimi ile beslenen elektrik şebekesinde yaşanan dengesizlikler ve kararsızlıklar aşağıdaki grafikte gösterilmektedir. Söz konusu YEK bazlı elektrik üretim dengesizliği ve düzensizliğinin güç üretiminde hiç sapma göstermeyen yüksek performanslı 1410 megawatt 'lık temel yük kaynağı karbonsuz Brokdorf nükleer güç santrali elektrik üretimi ile karşılaştırıldığında yaşanan enerji verimi tutarsızlıkları ve kararsızlıkları kolaylıkla gözlenebilmektedir. Grafikte sarı renkli gösterilen güneş elektrik santralleri (GES) güç üretimi, güneş radyasyonları ve güneş ışınları kanalıyla yayılan enerjinin yoğun olduğu öğle saatlerinde gece yarısına kıyasla çok büyük bir farklılık arz etmektedir. Grafikteki açık kahve renkli rüzgar enerjisi santralleri (RES) elektrik üretimi ise GES elektrik üretimi verilerine nazaran daha kararlı bir seyir izlemektedir.

Fluctuating Output

Wind and solar energy fed into the power grid, for example, on May 25 and 26, 2012
In comparison: Net output of the Brokdorf nuclear power plant: 1,410 megawatts



Kaynak: Avrupa Enerji Borsası (European Energy Exchange – EEX)

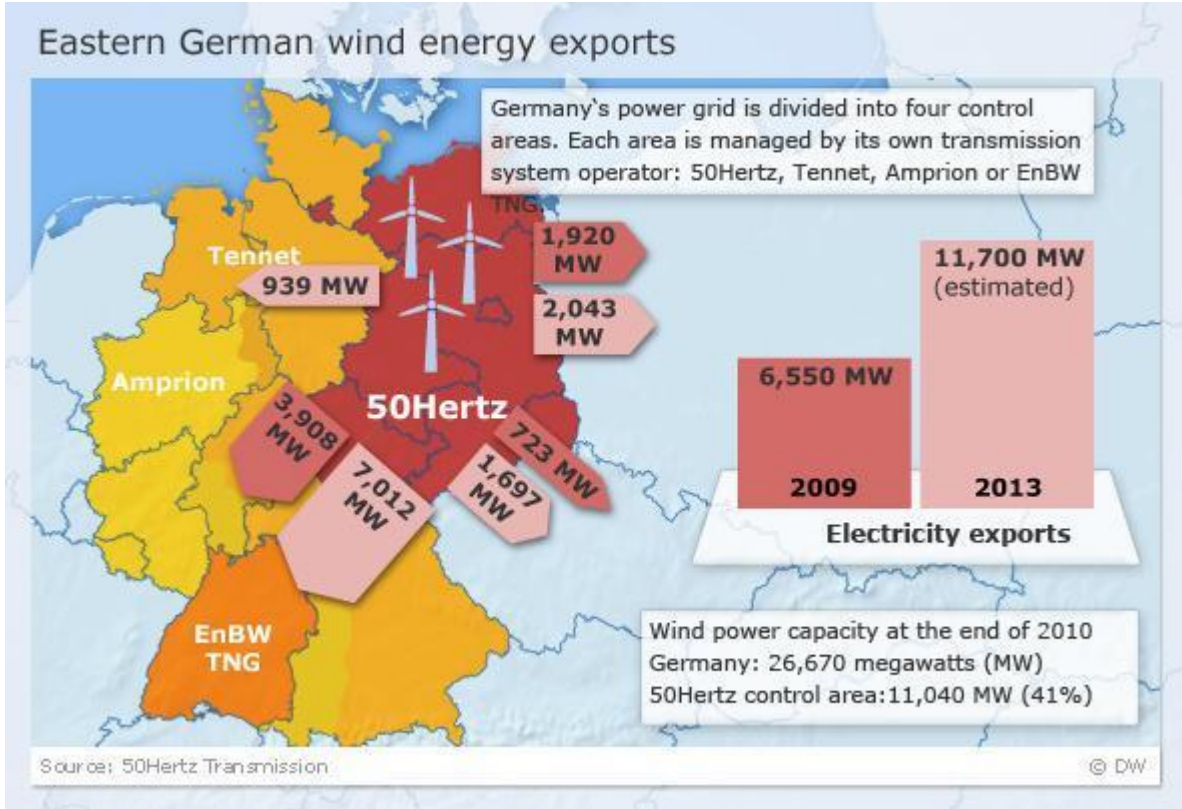
Yukarıdaki paragrafta Alman elektrik şebekesi, trafo merkezleri ve yüksek gerilim hatları ağı sistemlerinde çevre yandaşı YEK elektrik üretimleri nedenli ortaya çıkan uyumsuzluklar sonucu son üç yılda kısa elektrik kesintileri ve voltaj düşüklükleri %29 oranında artmıştır. Aynı süreç zarfında Almanya elektrik hizmeti bağlamında elektrik iletim ve dağıtım servisi aksaklıkları sayısı da %31 düzeyine yükselmiştir. Elektrik üretim ve dağıtım sektöründe doğan aksaklıkların sadece yarısının Alman ekonomisine maliyeti yüz binlerce euro olmaktadır. Alman elektrik şebekelerinde görülen dengesizlikler ve tutarsızlıklar karşısında özellikle sanayi sektörü dalındaki

firmalar kendi güç kaynakları ve regülatörlerini kurmaları sebebiyle büyük finansal zararlara uğramakta aynı zamanda global marketlerde küresel rekabet piyasa gücünü yitirmektedir. Elektrik üretiminde istikrarsızlıklar ve dengesizlikler ile baş etmeye çalışan Alman firmaları sorunlarına hükümetin kısa süre zarfında çözüm bulmaması halinde dara düşen şirketlerinin yatırımlarını yurt dışına kaydıracağı yolunda uyarılar da yapılmaktadır. Almanya'nın doğusundaki elektrik arzı fazlalığı ülkenin batısı ile Polonya ve Çek Cumhuriyeti'ne pazarlanmaktadır. 2009 yılında pazarlanan elektrik miktarı rüzgarın çok kuvvetli estiği günlerde toplam 6.5 gigawatt 'a kadar çıkmıştır. Pazarlanacak elektrik miktarının gelecekteki doğa yanlısı rüzgar elektrik santralleri (RES) kapasitesi artışına paralel olarak yükselmesi beklenmektedir. Almanya'nın doğu bölgesinde üretilen elektrik arzı bolluğunun ülkenin güneyine ve Rhineland sanayi bölgesine nakledilmesi için elektrik enerjisi taşıma üniteleri altyapı eksikliklerinin giderilmesi de gerekmektedir. Alman enerji yasaları elektrik şebekelerinde yeşil güce öncelik verilmesi gerektiğini şart koşması nedeniyle Almanya elektrik ağı kontrol merkezleri çok büyük miktarlarda elektrik üretildiği zamanlarda bile rüzgar enerjisi santralleri (RES) elektrik üretimini şebekeye almak zorunda kalmaktadır. Sistem operatörleri temel enerji kaynakları kömür santralleri, gaz elektrik santralleri ve karbonsuz nükleer güç santralleri vasıtasıyla üretilen baz yükü elektriğe her zaman güven duyduğundan bahse konu tesislerin devre dışı tutulmamasına da ayrı bir dikkat göstermektedir. Bu bağlamda talebi aşan ve bol miktarda olan çevre dostu rüzgar elektrik santralleri (RES) güç üretimi kapasitesinin pazarlanması gereğine de ihtiyaç duyulmaktadır.

Almanya yüksek gerilim enerji iletim ve dağıtım hatları ağına ilave olarak ek transmisyon altyapısı yatırımları planları da yapmaktadır. İş başındaki Alman Hükümeti çevreci yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) menşeli elektrik üretimi fazlalığının kuzey güney koridoru boyunca ülkenin her yerine aktarılması ve dağıtımı için üç adet güç otobanı (power autobahn) adlandırılan evrimsel yüksek gerilim transmisyon hatları kurmayı planlamaktadır. Almanya'nın kuzeyinde düşük karbon ekonomisi kapsamında üretilen doğa dostu RES kaynaklı elektriğin güneydeki enerji tüketicileri ile müşterilerine sunulması için tasarlanan yenilikçi yüksek voltaj transmisyon hatları uzunluğunun 2022 yılına kadar yaklaşık 2750 km ve iyileştirilmesi gereken mevcut elektrik iletim ağı kablolarının uzunluğunun ise 3000 km olacağı öngörülmektedir. Belirtilen plan Almanya'nın dört temel elektrik şebeke işletici firması tarafından sunulan projeksiyona kıyasla küçük ölçekli proje kabul edilmektedir. Firmalar tarafından makro boyutta toplam maliyeti 25 milyar dolar olan dördüncü enerji aktarma koridoru ile beraber yeni kabloların döşeneceği takribi 4000 km yüksek gerilim iletim ve dağıtım hatları kurulması önerilmektedir. Alman Hükümeti güç nakil hatları geliştirilmesi için tasarlanan 10 yıllık süreci 4 yıla indirme planı yanında son zamanlarda ülke elektrik şebekesi ile enerji ağlarının millileştirileceğine dair duyurular da yapmaktadır.

Diğer taraftan komşu ülkeler Polonya ve Çek Cumhuriyeti Almanya'nın kendilerine ait güç şebekeleri ile ağlarını kullanmasına dair önlemler de almaktadır. Almanya söz konusu ülkelerin elektrik şebekelerini izinsiz ve herhangi bir ücret ödemeksizin kullanmaktadır. Polonya ve Çek Cumhuriyeti, Almanya'nın müsaadesiz ve ücretsiz elektrik şebekelerini kullanmasını önlemek aynı zamanda güç şebekelerinin kararlılığını ve dengesini bozarak ülkelerinde elektrik kesintileri nedeni olan Alman yeşil enerji ihracatını da engellemek amacıyla sınırlarına çok büyük elektrik enerjisi devre kesicileri montajları gerçekleştirmektedir. Komşu ülkelere başlatılan bu girişim

ve eylemle birlikte Almanya'nın elektrik ağının komşu ülkelerle ilişkisine son verilerek Avrupa gc şebekesi sisteminin bölünmesine ve ckmesine de önyak olunmaktadır.

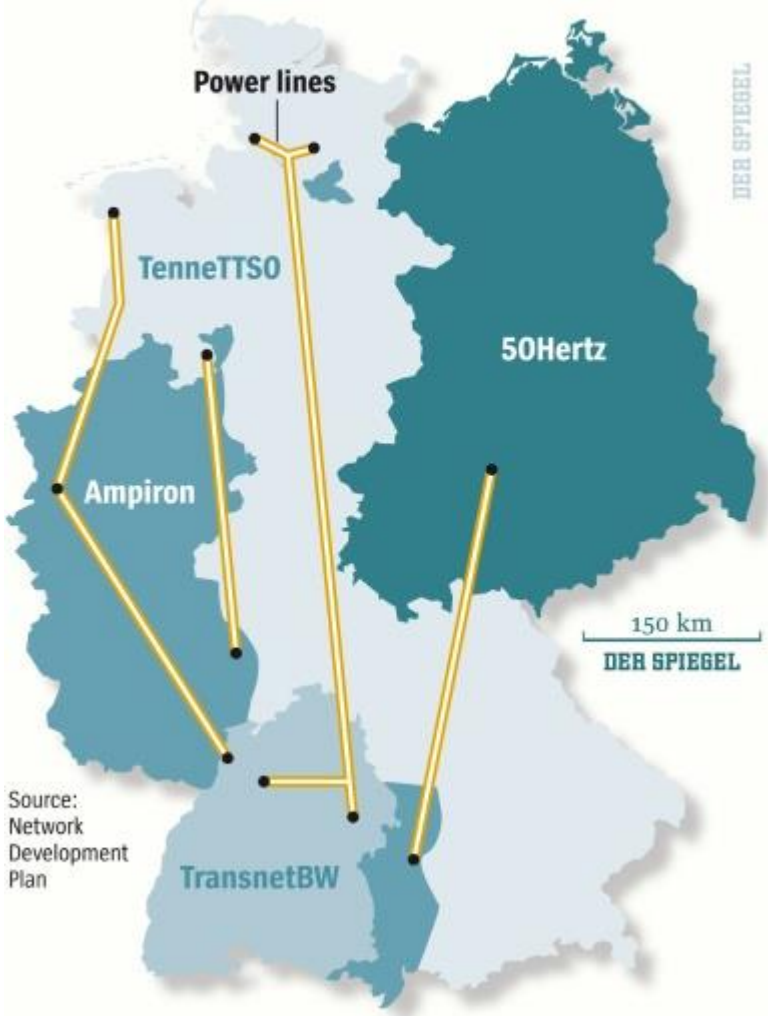


Kaynak: 50Hertz Transmission

Haritada Almanya'nın doğusunda rüzgar elektrik santralleri RES gc üretimi pazarlanması gösterilmektedir. Almanya elektrik şebekesi dört adet kontrol bölgesine ayrılmıştır. Her bir bölge 50Hertz, Tennet, Amprion ve EnBW TNG transmisyon sistem operatörleri tarafından yönetilmektedir. Bölgeden elektrik enerjisi pazarlanması 2009 yılında 6550 MW gerçekleşmesine karşılık 2013 yılında gc ihracatının 11700 MW 'a ulaşması da öngörülmektedir. Öte yandan, 2010 yılı sonu itibariyle Almanya genelinde toplam cvre yandaşı rüzgar gc santralleri elektrik üretimi 26670 megawatt (MW) gerçekleşmiş olup %41 oranında 11040 MW gc üretimi ise rüzgar enerjisi kanalıyla sadece 50Hertz firması tarafından temin edilmiştir.

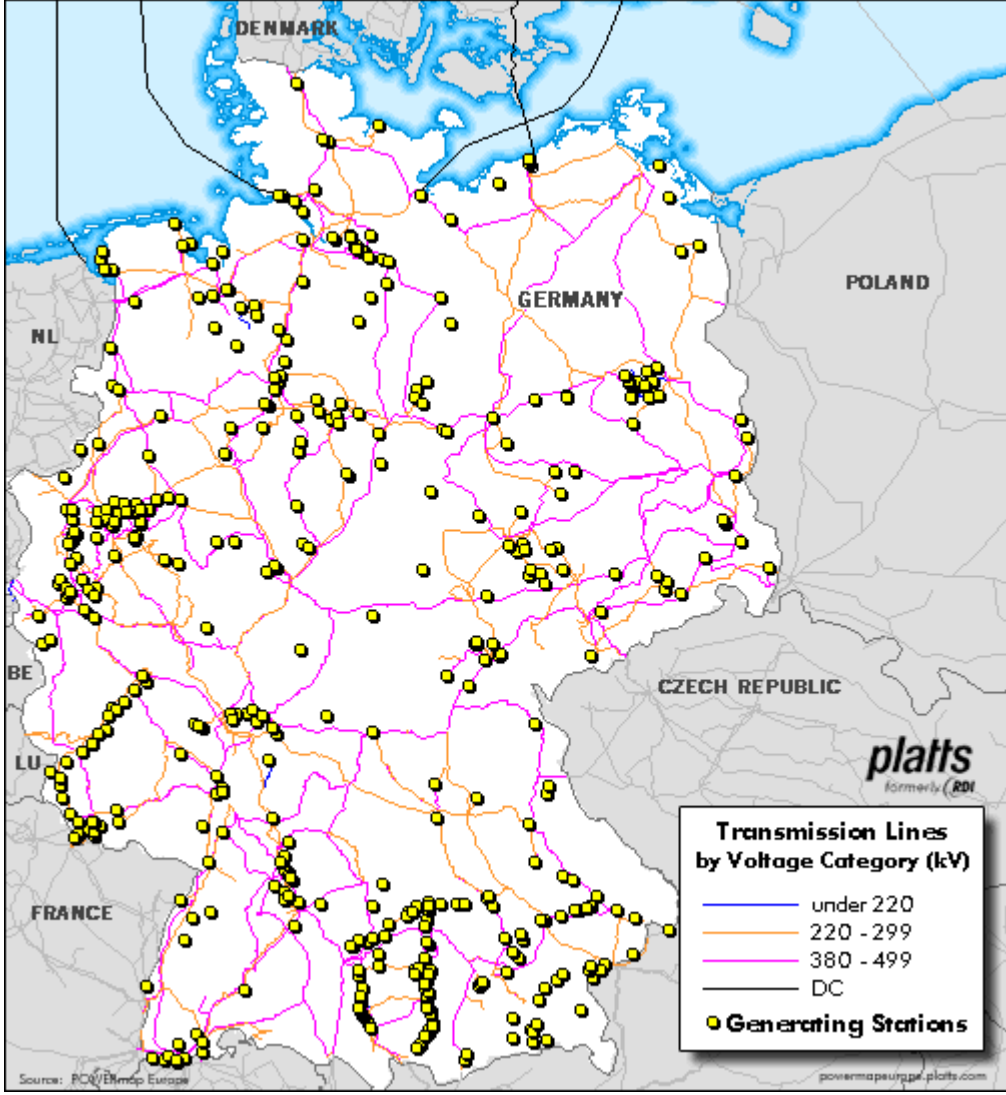
Long Lines

Power-grid operators and the planned power-line expansion



Kaynak: Network Development Plan

Almanya elektrik şebekesi operatörleri TenneTTSO, 50Hertz, Ampiron ve TransnetBW tarafından planlanan yüksek gerilim enerji aktarım hatları projeleri ilerlemesi ve gelişimi haritada gösterilmektedir.



Yukarıda voltaj kategorisi (kV) bazında Almanya transmisyon hatları 220 kV altı, 220 – 299 kV, 380 – 499 kV aralığı ve doğru akım (DC) olarak haritalanmaktadır. Sarı noktalar ile Almanya elektrik üretim tesisleri işaret edilmektedir.

Almanya Energiewende enerji dönüşümü stratejisi çerçevesinde sıkı bir yenilenebilir enerji kaynakları YEK programı uygulamaktadır. Energiewende enerji çevrimi kapsamında Almanya 2050 yılına kadar YEK kökenli enerji üretimi kapasitesini %80 düzeyine çıkarmak suretiyle temel yük kaynağı karbonsuz nükleer elektrik santralleri güç üretimi kapasitesini ise 2022 yılına kadar kademeli şekilde son vermeyi planlamaktadır. YEK menşeli rüzgar elektrik santralleri RES ve güneş enerjisi santralleri GES elektrik üretimleri yatırımları için büyük finansal kaynaklar harcanmasına rağmen Almanya enerji darlığı ve elektrik kesintisi ile karşı karşıya kalmaktadır. Örneğin, güneşin yüzünü göstermediği ve rüzgarın esmediği soğuk kış şartları sürecinde yenilenebilir enerji kaynakları YEK güç üretimi azalması nedeniyle Almanya elektrik kısıntısı ve enerji arz güvenliği zafiyeti içerisine düşmektedir. Diğer taraftan yenilenebilir enerji kaynakları YEK 'e dönüşüm periyodunda Alman aileleri bütçeleri de ekonomik zorluklar içine doğru sürüklenmektedir. Almanya doğa dostu ve çevreci yeşil enerji sübvansiyonları ve mali destekleri bağlamında yürürlüğe konulan vergiler 2012 yılında %50 oranında artırılmıştır. Artırılan YEK vergileri

sonucu Alman elektrik fiyatları faturaları da %10 oranında yükselmiştir. Kayrılan endüstrilere kıyasla asıl mali yükü bazı tüketicilerin taşımasına rağmen elektrik fiyatlarının yükselmesi ayrıca Almanya iş dünyası üzerinde de çok ciddi kaygılar uyandırmaktadır. Öte yandan Almanya elektrik üretim idareleri yenilenebilir enerji kaynakları yedeği olarak doğalgaza dayalı güç santralleri yerine ucuz olduğu gerekçesi ile baz yük kaynağı kömürle işletilen termik santraller enerji üretimini tercih etmektedir. Kömür yakıtlı elektrik santralleri tercihi ise Avrupa küresel sera gazı emisyonları azaltılması, sınırlandırılması, kontrol ve denetim altına alınması prensiplerine taban tabana zıt bir durum oluşturmaktadır. Almanya'nın çoğu yöresinde kullanılan gaz çıkarıldığı yerler yakınındaki tüketim bölgelerine doğalgaz boru hatları kanalıyla sevk edilmektedir. Dünya ham petrol fiyatlarına endekslenen Avrupa doğalgaz fiyatları trendi yüksek bir seyir izlemektedir. Diğer taraftan küresel klasik doğalgaz rezervleri ve kaynaklarına ilave geleneksel gaz türü olmayan yeni kuşak kaya gazı – şeyl gazı yatakları keşfi de dünya doğalgaz fiyatları üzerinde etkili olması beklenmektedir. Ancak, pek çok Avrupalı gaz tüketici şirketler ve gaz ithalatçısı ülkeler Rus küresel doğalgaz tedarikçisi Gazprom Firması ile pazarlık masasına oturmalarına rağmen Avrupa gaz fiyatı müzakereleri sonuçsuz kalmaktadır. Örneğin, 2012 yaz aylarında Avrupa gaz fiyatları Amerika Birleşik Devletleri doğalgaz fiyatları tarifesine kıyasla üç kat daha fazla düzeye erişmiştir. Avrupa gaz fiyatı tarifesi kömür fiyatı tarifesine nazaran çok pahalı bir düzeye ulaşmaktadır. Amerika'da kömür yakan güç santralleri yerine modern yeni kuşak doğalgaz kombine çevrim santralleri kurulur iken Avrupa kömürle çalışan elektrik santralleri seçeneğine yönelmektedir. Böylece Amerika sera gazı emisyonları azalmasına karşın Avrupa sera gazı salınımları artmaktadır. Bloomberg New Energy Finance yenilenebilir enerji kaynakları YEK danışmanlık firması tarafından Kasım 2012 başlarında Almanya güç üretim idareleri doğalgaz yakan elektrik tesisleri ürettikleri megawatt başına 11.70 euro zarar etmelerine karşılık kömür yakıtlı güç tesisleri ise megawatt başına 14.22 euro kazanç sağladığı hesaplanmıştır. Alman Hükümeti çevreci yeşil enerji politikaları teşvikleri kapsamında Almanya'nın doğusunda yenilenebilir enerji kaynakları YEK kökenli enerji üretimi hem Almanya hem de komşu ülkelerin elektrik şebekeleri, trafo merkezleri ve güç ağıları sistemleri üzerinde kararsızlıklar ve dengesizlikler oluşturmaktadır. Bu bağlamda sanayi sektöründe faaliyet gösteren Alman firmaları ani elektrik kesintileri sırasında hassas cihazlarının zarar görmemesi için kesintisiz güç kaynakları (UPS), elektrik jeneratörleri ve güç kesintilerine karşı acil durum destek sistemleri kurulması seçeneğine yönelmektedir. Almanya elektrik faturası tarifeleri 2012 yılında bir önceki yıla kıyasla %10 oranında yükselmiştir. Meskenlerde kullanılan elektriğin fiyatı Amerikan elektrik fiyatları tarifesine nazaran üç misli pahalı bir düzeyde bulunmaktadır. Kuşkusuz 800000 Alman aile elektrik faturalarını ödemek için ekonomik sıkıntı içinde kıvrılmaktadır. Ülkenin enerji sektöründeki gelişmelerine paralel aynı zamanda dolar/euro paritesi değişimi neticesi Almanya Hükümeti daha önceki tahmini %1 olan 2013 yılı ekonomik büyüme hızı rakamları öngörüsünü mecburen %0.4'e kadar düşürmüştür. Diğer taraftan Almanya 2011 yılı ekonomik büyüme hızı %3 iken 2012 yılında %0.7 ye gerilemiştir. Euro 'nun beklenmedik şekilde değişim süreci yaşaması Almanya ve tüm Avrupa Birliği ekonomisini derinden sarsmaktadır. Ayrıca ülkenin Energiewende enerji devrimi programı politikasının söz konusu ekonomik yavaşlama ile durgunluğa katkısının ne olduğunu da şüphesiz herkes merak etmektedir. Sonuçta, muhtemelen Amerika Birleşik Devletleri için de Almanya deneyimi ve örneği uygun enerji politikası seçimi ve izlenmesi konusunda yeni kıtaya önemli bir uyarı niteliği taşımaktadır.

Kaynaklar:

- Almanya'da Nükleer Enerjinin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Enerji Santralleri, Enerji Kaynak Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Güç Santralleri Gelişiminde Nükleer Emniyet ve Nükleer Güvenlik, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Avrupa'da Nükleer Santraller ve Nükleer Enerji Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Fosil Yakıtlı Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları Faydalı Bilgiler, 2009.
- İleri Nükleer Santraller, İklimsel Değişim Mekanizmaları, Küresel Isınma ve İklim Değişiklikleri Bilimsel Raporları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Almanya; Enerji Stratejisi ve Nükleer Güç Santralleri İşletilmesi Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Japonya Depremi Tsunami ve Nükleer Reaktörler, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Fukushima Nükleer Güç Santralleri Kazaları Sonrası Modern Nükleer Santraller Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Japonya Deprem Tsunami Süpürtü Dalgaları Doğal Felaketler Sonucu Nükleer Reaktör Kazaları Sonrası Almanya Nükleer Enerji Politikası Sarmalı, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Almanya Nükleer Elektrik Santralleri Kapatılması Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Almanya Nükleer Santraller Kapatılması Kararı Sonrası Elektrik Üretimi Çıkmazı, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Kömür Yakan Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Doğalgaz Çevrim Santralleri ve Kömürlü Elektrik Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- 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.
- İngiltere Düşük Karbon Ekonomisi Devrimi ve Maliyetleri Yüksek Doğa Dostu Yeni Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yatırımları Stratejisi, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD Kömüre Dayalı Elektrik Santralleri Karbon Salımları ve Karbondioksit Emisyonları Bertaraf Edilmesi Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Amerika Birleşik Devletleri Kömür Kökenli Termik Santraller Geleceği ve Karbondioksit Emisyonları ile ilgili Federal Seviyede Yeni Yasal Düzenlemeler, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Asya Kıtası Elektrik Üretimi Perspektifi Kapsamında Temel Enerji Kaynağı Kömür Kullanımı ile Çin ve Hindistan'da Kömürle Çalışan Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Der Spiegel Dergisi, 2012.

- ABD Nükleer Enerji Politikaları Çerçevesinde Geliştirilen Modern Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Stratejileri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD Klasik Olmayan Doğalgaz (Şeyl Gazı-Kaya Gazı) Devrimi Sonrası Global Şeyl Gazı Piyasası Gelişimi ve Klasik Doğalgaz Fiyatları Trendi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Amerika ve Avrupa Ülkelerinde Yeni Nesil Kaya Gazı Çıkarılması ve Çağdaş Şeyl Gazı Üretimi Teknolojileri ile ilgili Çevresel ve Ekolojik Perspektifler, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Avrupa Doğalgaz Fiyatlandırma Sistemi ve Küresel Gaz Fiyatları Farklılıkları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD Nükleer Enerji Politikaları Çerçevesinde Geliştirilen Modern Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Stratejileri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Yeni Keşfedilen Global Kaya Gazı Rezervleri Sayesinde Temin Edilecek Doğalgaz Sanayi Sektörü Gelişim Süreci İçinde Küresel Karbondioksit Emisyonları Kontrol ve Denetim Altına Alınması Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Küresel Doğalgaz Devrimi ile Geliştirilen Global Klasik Doğalgaz ve Klasik Olmayan Şeyl Gazları – Kaya Gazları Rezervleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Çin, Yeni Nesil Şeyl Gazı Yatakları Zenginliği ve Global Konvansiyonel Olmayan Yenilikçi Kaya Gazı Rezervleri Bolluğu, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD, Geleneksel Olmayan Doğalgaz Türü Kaya Gazı Rezervleri Zenginliği ile Klasik Olmayan Doğalgaz Çeşidi Kömür Yataklı Metan Gazı (Coalbed Methane-CBM) Bolluğu Sayesinde Ulaşacağı Endüstriyel ve Ekonomik Kazanımlar, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Amerika Birleşik Devletleri Kömür Kullanan Termik Santraller ve Yeni Çevre Kirliliği Yasal Düzenlemeleri Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Avrupa Kömür Yakıt Kaynaklı Elektrik Santralleri Projeksiyonları ile Dünyanın Kirli Enerji Kaynağı Kömürün Yeniden Doğuşu ve Dirilişi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Dünya Doğalgaz Piyasası Projeksiyonları, Rusya Federasyonu Gaz Şirketi Gazprom'un Mali Çıkmazı ve Ekonomik Sıkıntıları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- ABD Enerji Politikaları Değişimi Sürecinde Küresel Isınma ve Global İklim Değişikliği Sorunları ile ilgili Yeşil, Doğa Dostu ve Çevreci Son Gelişmeler, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- 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.
- Avrupa Klasik Olmayan Doğalgaz Türü Yeni Kuşak Şeyl Gazı (Kaya-Gazı) Aranması Çıkarılması ve Üretimi ile Şeyl Kayalarını Hidrolik Kırma (Hydraulic Fracking) ve Kayaları Hidrolik Çatlatma (Hydraulic Fracturing) Teknolojileri Uygulamalarının Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.

Fizik Mühendisleri Odası Resmi İnternet Sitesi:

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