

ENTERKONNEKTE İLETİM ŞEBEKELERİNDE SİSTEM KARARSIZLIĞI PERSPEKTİFİNDE İBER YARIMADASI ENERJİ KESİNTİSİ

ENTERKONNEKTE SİSTEMLER VE ENTSO-E

Ömer R. TAŞKIN

Elektrik- Elektronik Mühendisi

27.Dönem EMO Ankara Şubesi Enerji Komisyonu Başkanı

SUNUM PLANI



01 ENTERKONNEKTE SİSTEMLER

02 ENTSO-E

03 TÜRKİYE'NİN ENTSO-E BAĞLANTISI

Enterkonnekte Sistem Nedir?

Enterkonnekte sistem, birden fazla elektrik şebekesinin birbirine bağlanarak ortak bir elektrik iletim ağı oluşturmaktır.

Enterkonnekte Sistemlerin Amaçları

- 1- Enerji Güvenilirliği
- 2- Enerji Ticareti
- 3- Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu
- 4- Maliyet ve Verimlilik

1. Avrupa Enterkonnekte Sistemi (ENTSO-E)

- **Kapsam:** Avrupa kıtasının büyük bölümü (AB ülkeleri, İngiltere, İskandinavya, Balkanlar ve Türkiye).
- **Özellikler:**
 - 400 kV ve üzeri yüksek gerilim hatlarıyla bağlı 30'dan fazla ülke.
 - Yenilenebilir enerji paylaşımı (rüzgar, güneş, hidroelektrik).
 - Türkiye, 2015'te ENTSO-E ile senkron bağlantıya geçti.

2. Doğu Avrupa ve Orta Asya (IPS/UPS Sistemi)

- **Kapsam:** Rusya, Belarus, Kazakistan, Kırgızistan ve diğer eski Sovyet ülkeleri.
- **Özellikler:**
 - 220 kV, 500 kV ve 750 kV hatlarla entegre.
 - Rusya'nın büyük enerji santrallerinden Avrupa Rusyası'na ve Orta Asya'ya iletim.

3. Kuzey Amerika Şebekeleri

- a) Doğu Interconnection (Doğu Kıyısı)
- b) Batı Interconnection (Batı Kıyısı)
- c) Texas Interconnection (ERCOT)
- Özellikler:
 - ABD ve Kanada'nın üç ana şebekesi, sınırlı DC bağlantılarla birbirine bağlı.
 - Texas (ERCOT) büyük ölçüde izole çalışır.

4. Çin Ulusal Şebekesi (State Grid & China Southern Grid)

- **Kapsam:** Çin'in 26 eyaleti ve büyük hidroelektrik/termik santraller.
- **Özellikler:**
 - UHVDC (Ultra Yüksek Gerilim Doğru Akım) hatlarıyla uzun mesafe iletim.
 - Tibet ve Xinjiang'dan doğu kıyısına enerji taşınır.

5. Güney Asya (SAARC Grid)

- **Kapsam:** Hindistan, Pakistan, Bangladeş, Nepal, Bhutan.
- **Özellikler:**
 - Bhutan ve Nepal'in hidroelektriği Hindistan'a ihraç ediliyor.
 - Siyasi gerilimler nedeniyle Pakistan-Hindistan bağlantısı sınırlı.

6. Afrika Enterkonnekte Sistemleri

- a) Güney Afrika Güç Havuzu (SAPP)
- b) Batı Afrika Güç Havuzu (WAPP)
- c) Doğu Afrika Güç Havuzu (EAPP)
- Özellikler:
 - Hidroelektrik (Nil Nehri, Kongo) ve güneş enerjisi paylaşımı.
 - Etiyopya'nın Grand Ethiopian Renaissance Barajı (GERD) bölgesel enterkonnekte sistemi etkileyecek.

7. Orta Doğu (GCC Interconnection)

- **Kapsam:** Suudi Arabistan, BAE, Katar, Kuveyt, Bahreyn, Umman.
- **Özellikler:**
 - 400 kV AC hatlarla bağlı 6 ülke.
 - Petrol ve doğalgaz yerine enerji çeşitlendirmesi hedefi.

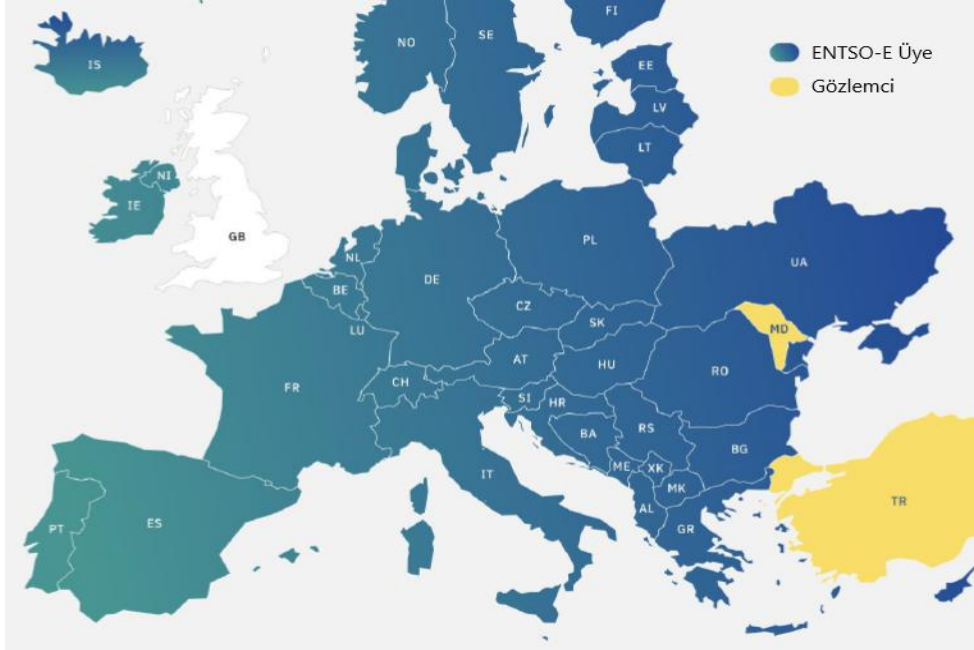
8. Güney Amerika (SIN vs. ANDEXX)

- a) Brezilya Ulusal Sistem (SIN)
- b) Arjantin-Şili-Paraguay (ANDEXX)
- Özellikler:
 - Itaipu Barajı (Brezilya-Paraguay) dünyanın en büyük hidroelektrik santrallerinden biri.

ENTSO-E Nedir?

Avrupa Elektrik İletimi Koordinasyonu Birliği (UCTE) 1 Temmuz 2009 tarihi itibarıyla Avrupa elektrik sisteminde teknik standartları belirleyen UCTE, NORDEL, BALTSO, ATSOI, UKTSOA ve piyasa kurallarını belirleyen ETSO organizasyonu bütün yetki ve sorumluluklarıyla ENTSO-E (European Networks of Transmission System Operators for Electricity- Avrupa Elektrik İletim Sistemi İşleticileri Birliği) organizasyonu çatısı altına taşınmıştır.

ENTSO-E



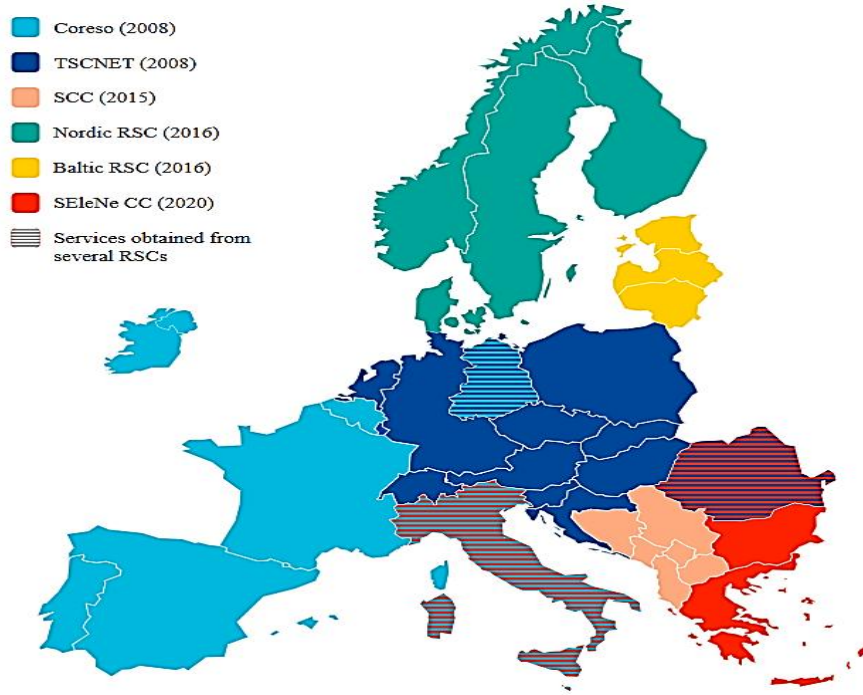
Şekil 1. ENTSO-E üyesi ülkeler

- 1 Temmuz 2009 Kuruluş
- 40 İletim Sistemi İşletmecisi (TSO)
- 36 Ülke
- 550 Milyon İnsan
- Türkiye ve Moldova Gözlemci Üye
- Türkiye 18 Ekim 2010'te Üye Oldu
- Ukrenergo 16 Mart 2022'de Üye Oldu
- Estonya, Litvanya ve Letonya 9 Şubat 2025'te Üye Oldu

ENTSO-E



Şekil 2. ENTSO-E iletim operatörleri senkron bağlantı ilişkisi



Şekil 3. RCC/RSC'ler ve sorumlu oldukları iletim operatörleri

ENTSO-E üyelerinin imzaladığı çok taraflı anlaşmada, RCC/RSC'ler beş hizmeti yerine getirmelidir.

- Güvenlik analizi
- Kapasite hesaplaması
- Kesinti koordinasyonu
- Yeterlilik tahmini
- Ortak şebeke modeli

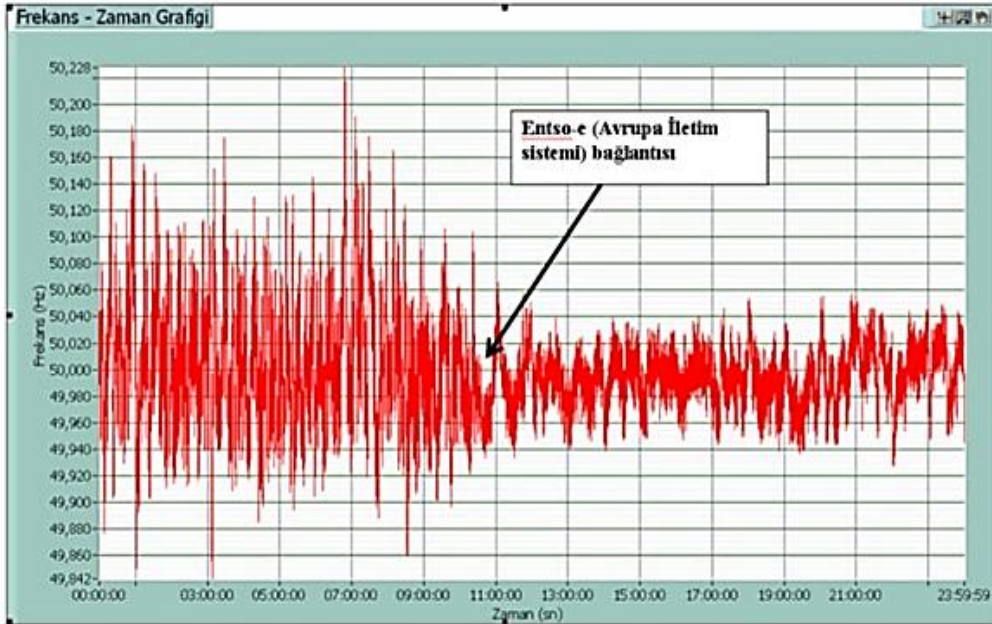


Şekil 4. SCC hizmet alanı ve hizmet verdiği iletim operatörleri

Merkezi Sırbistan'da bulunan SCC, 3'ü hissedar iletim operatörü olmak üzere toplamda 6 iletim operatörüne hizmet vermektedir.

Türkiye hissedar değildir.

TÜRKİYE'NİN ENTSO-E BAĞLANTISI



Şekil 5. Senkron bağlantı frekans değişim grafiği

18 Eylül 2010 (Cumartesi Günü) Türkiye Elektrik Sistemi Avrupa Elektrik İletim Sistemine saat 09.00 itibariyle bağlanmıştır.

ENTSO-E kuralları gereği kalıcı bağlantının iki ENTSO-E organı olan Sistem İşletme Komitesi altındaki Kıta Avrupası Bölgesel Grubu (RGCE Plenary) ve Sistem Geliştirme Komitesi altındaki Güneydoğu Bölgesel Grubu tarafından onaylanması gerekmekte idi. Nitekim Kıta Avrupası Bölgesel Grubu 9 Nisan 2014 tarihinde, Güneydoğu Bölgesel Grubu ise 24 Nisan 2014 tarihinde TEİAŞ'ın bağlantısının kalıcı senkron bağlantıya dönüştürülmesine karar vermiştir.

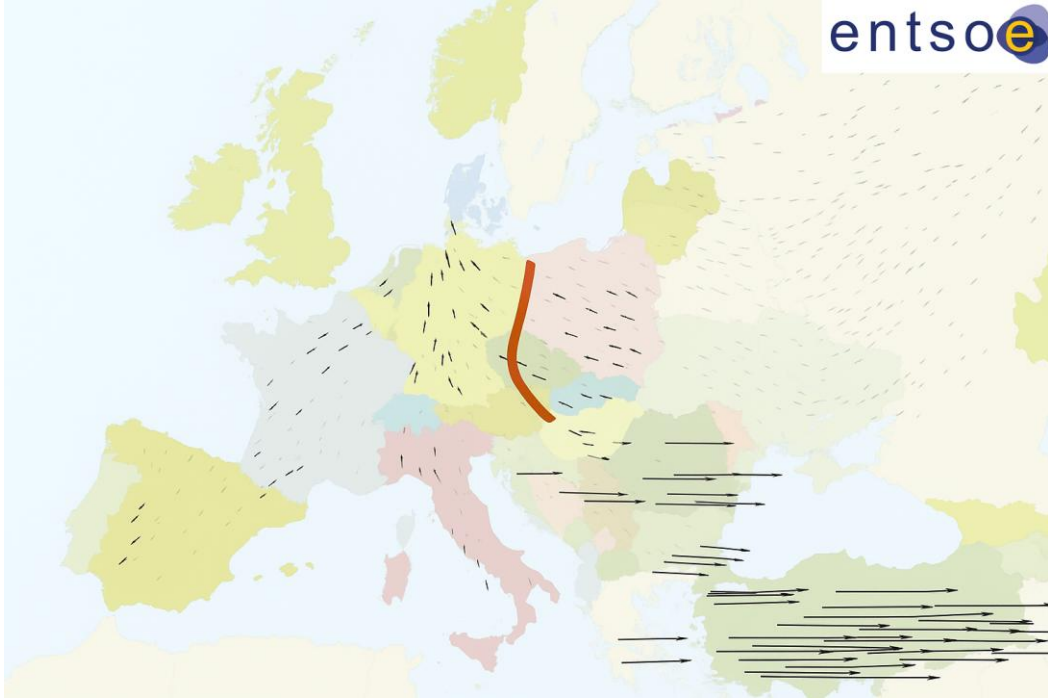
Bağlantı İçin Neler Yaptık...

- 2000 Yılında UCTE'ye üyelik başvurusu yaptık.
- 2003 Yılında yapılan teknik çalışmada Türkiye Bağlantısının ENTSO-E'ye uygun ve faydalı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.
- İki adet çalışma başlatılmıştır:

1- “ Türkiye Elektrik Sisteminin UCTE Elektrik Sistemine Bağlantısı için Tamamlayıcı Teknik Çalışmalar” (TEİAŞ ve UCTE üyesi elektrik iletim şirketleri uzmanlarınca 28 Eylül 2005 – 20 Nisan 2007 tarihleri arasında yürütüldü.)

2- “UCTE ile Senkron Paralel İşletme için Türkiye Elektrik Sistemi Frekans Kontrol Performansının İyileştirilmesi”

- Teknik Çalışmalar Projesi kapsamında MW, MVAR ve frekans değerlerinin gerçek zamanlı kontrolü yapılması gerektiği ortaya çıktı ve gerçekleştirildi.
- Frekans kayıtlarında tepeden tepeye yaklaşık 100 mHz genliğinde ve yaklaşık 30 s periyodunda bir salınım gözlemlenmiştir. Bu haliyle bağlantı uygun değildi.



Şekil 5. 0.15 Hz Doğu-Batı bölgeler arası salınım

Türkiye Modu (0,15 Hz) bölgeler arası salınım modu ne kadar düşük olursa onun algılanması ve sönümlendirilmesi de o kadar zor olmaktadır.

“Türkiye Elektrik Sisteminin UCTE Elektrik Sistemine Bağlantısı İçin Tamamlayıcı Teknik Çalışmalar” Projesi (2. Proje) genel hedefi ise Türkiye elektrik piyasasını AB iç elektrik piyasasına tam olarak entegre edebilmek için Türkiye elektrik sisteminin frekans kontrol performansının, UCTE şebekesi ile senkronize paralel işletilmesine başlanması için UCTE tarafından istenen seviyeye yükseltilmesiydi.

Bağlantı İçin Neler Yaptık...

- 29 santrale ziyarette bulunulmuş, modelleme için detaylı veriler alınmış ve model doğrulaması yapılmıştır.
- Santral üreticilerinin sağladığı teknik dokümanlar detaylı şekilde incelenmiş, simülasyon ortamında modellendikten sonra 0,15 Hz'lik bölgeler arası salınımları sönmümleyebilecek veya bu salınımları artırmayacak bir ayar seti belirlenmeye çalışılmıştır.
- Proje kapsamında senkron bağlantıdan sonra düşük frekanslı bölgeler arası salınımlarla başa çıkabilmek için önemli sayıda ünite (yaklaşık 12.000 MW), 0.15 Hz frekans aralığındaki salınımları sönmümleyebilen modern tipte PSS ile donatılmıştır.
- Yaklaşık 100 MVAR ilave reaktif kontrol gücü (STATCOM: Sincan 50 MVAR, SVC:Toscelik 210 MVAR, Atakaş 330 MVAR, İçdaş 300 MVAR, Çolakoğlu 310 MVAR) tesis edilmiştir.
- Ayrıca yine hem ülkemizi hem de Kıta Avrupası'nı korumak ve işletme güvenliliği sağlamak adına özel koruma sistemleri geliştirilmiş ve güncellenmiştir.

Türkiye'nin Kıta Avrupası bölgesine bağlanması ile;

- Avrupa'da uygulanan sistem işletmesi ile ilgili kural ve standartların sistemimizde aynen uygulanması, son kullanıcılara yönelik kaliteli ve kesintisiz hizmet sunumunu mümkün kılmıştır.
- Sistemimizdeki üretici/tüketicilerin Avrupa'daki stabil frekanslı elektrik kalitesini aynen alabilmeleri imkânı doğmuştur.
- Stabil frekans nedeni ile sisteme bağlı bütün üretim/tüketim tesislerinin bakım gereklilik süreleri uzamış, bakım/tamir masrafları azalmış, frekans kalitesine doğrudan bağlı ürün üreten tesislerin daha kaliteli ürün üretmesi sağlanmıştır.
- Piyasa oyuncularını Avrupa iç elektrik piyasasına erişim imkânına kavuşmuştur.
- Sistemde tutulan primer frekans rezervi ihtiyacı (sıcak yedek) 700-800 MW'lardan 300 MW'lara düşmüştür.
- Avrupa sınırındaki kapasite nedeni ile arz güvenliğini artmıştır.

TEİAŞ uzmanlarının ENTSO-E'nin çeşitli çalışma gruplarına (oy hakkı olmadan) katılarak teknik yeterliliklerini artırması, aynı zamanda bu çalışma gruplarında yapılacak çalışmalara katkı koyması, alınacak kararları sınırlı ölçüde etkileyebilmesi mümkün hale gelmiştir.

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM...

Ömer R. TAŞKIN

Elektrik- Elektronik Mühendisi

27.Dönem EMO Ankara Şubesi Enerji Komisyonu Başkanı