

ENTERKONNEKTE İLETİM ŞEBEKELERİNDE SİSTEM KARARSIZLIĞI PERSPEKTİFİNDE İBER YARIMADASI ENERJİ KESİNTİSİ

ENTSO-E'DE ÖNCEKİ YILLARDA YAŞANMIŞ SİSTEM ÇÖKMELERİ

Halil İbrahim KOCA

Elektrik-Elektronik Mühendisi

27.Dönem EMO Ankara Şubesi Enerji Komisyonu Üyesi

ÖNCEKİ YILLARDA YAŞANMIŞ SİSTEM ÇÖKMELERİ

Ülke	Tarih	Süre (saat)	Nedenler
İtalya	28/09/2003	14	Güç sistemi arızası
Danimarka, İsveç	23/09/2003	1	Güç sistemi arızası
Yunanistan	12/07/2004	3,5	Güç sistemi arızası
Almanya (Münsterland)	25/11/2005	100	Güç sistemi arızası
Avrupa	04/11/2006	2	İletim arızası
Hollanda	12/12/2007	0,2	İletim hattına helikopter çarpması
Polonya	08/04/2008	0,4	Aşırı hava koşulları
İngiltere	20/07/2009	0,4	Bir yüksek gerilim güç kablosunun yanında kasıtlı çıkarılan yangın
Hollanda	27/03/2015	1,5	Aşırı hava koşulları
Türkiye	31/03/2015	4	N-1 güvenlik kriterinin olmaması
Ukrayna	23/12/2015	6	Siber saldırı
Balkanlar	08/01/2021	1	Öngörülemeyen yüksek yük akışları
İber Yarımadası	24/07/2021	0,5	Arızaya sebep olan bir yangın

28 Eylül 2003 İtalya Sistem Çökmesi

Sebepler:

Aşırı yüklü bir hatta ağaç teması

Hattın tekrar kapamasının faz açısı farkının çok büyük olmasından dolayı başarısız olması

Operatörlerin paralel hatların aşırı yüklenmesi ve karşı önlemlerin başlatılması konusunda hızlı tedbir alma eksikliği

Devam eden aşırı yükleme ve ardından İtalya'nın ada haline gelmesi nedeniyle ikinci aşırı yüklü hattın servis harici olması (yaklaşık 6,4 GW güç dengesizliği)

İtalya'da açı dengesizliği ve voltaj çökmesi

Sonuçlar:

İtalya'da genel sistem çökmesi (İtalya'nın farklı bölgelerinde 3 saat ile 10 saat üzerine kadar elektrik kesintileri)

Sistem çökmesinin hemen ardından diğer ülkelerde oluşan aşırı frekans ve aşırı voltajlar çeşitli şebeke elemanlarının devre dışı kalmasına neden oldu.

Kıta Avrupası'nın geri kalanında yaklaşık 2,4 GW üretim servis harici oldu.

Çıkarılan Dersler:

Geniş Alan İzleme Sistemi (WAMS) kurulum programının hızlandırılması

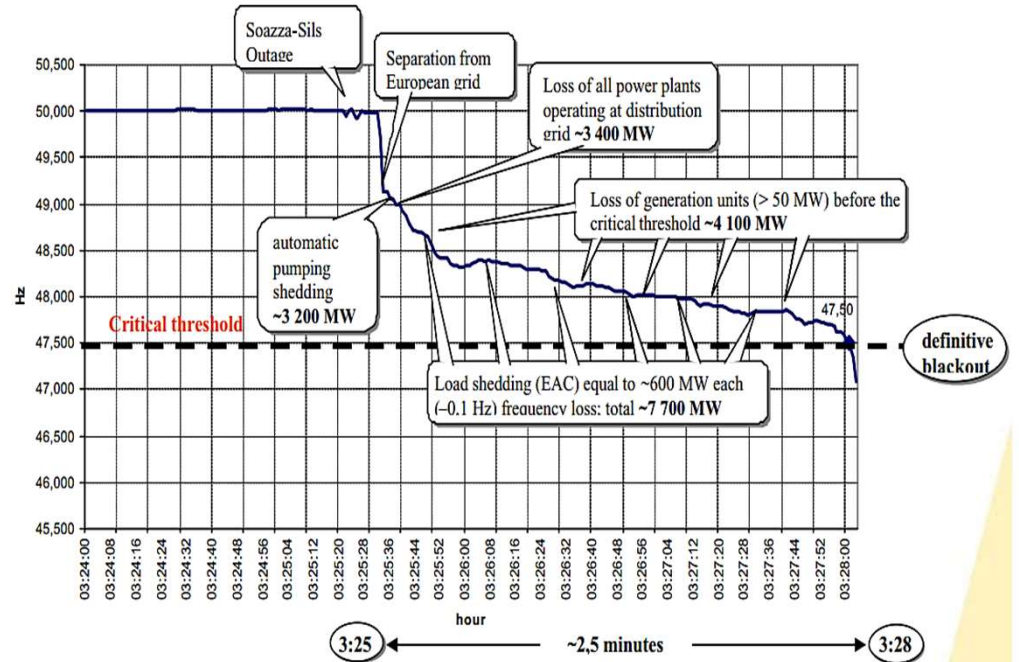
İletim Sistem Operatörleri arasındaki kuralların (N-1...) senkronizasyonu ve gerçek zamanlı veri değişiminin iyileştirilmesi

Ulusal düzenlemelerin genişletilmesi ve acil durum prosedürlerinin güncellenmesi

28 Eylül 2003 İtalya Sistem Çökmesi



İtalyan şebekesinin Avrupa şebekesinden ayrılma sınırları



İtalya'daki frekans tepkisi

4 Kasım 2006 CESA'nın Üç Adaya Ayrılması



Sebepler:

N-1 kriterinin yerine getirilmemesi (bazı manevralardan önce gerekli sayısal hesaplamalar yerine sadece şebeke durumunun ampirik bir değerlendirmesi yapılmıştır.),
Arıza-bakım yeniden planlanması sonrasında komşu iletim sistem operatörleri arasında yetersiz koordinasyon,
Aşırı yükleme nedeniyle hatların kademeli olarak devre dışı kalması.

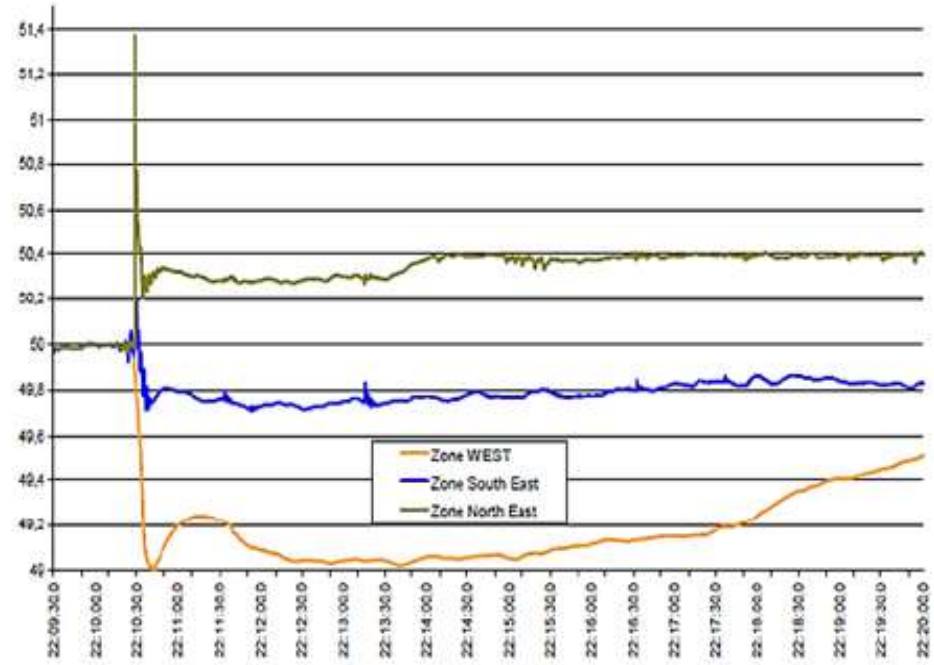
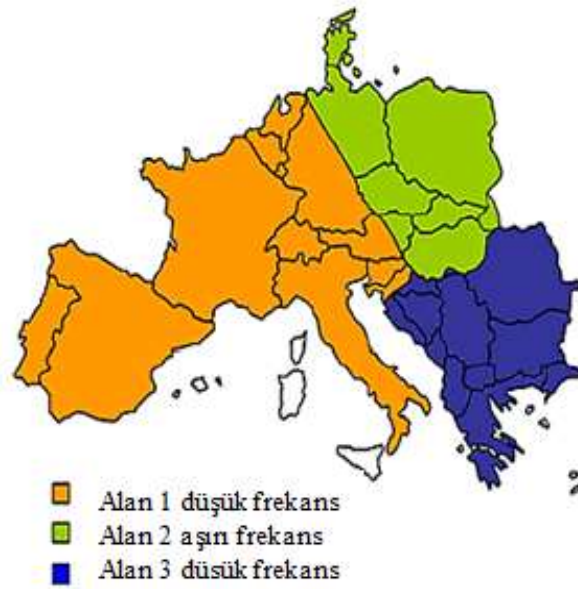
Sonuçlar:

Batı adasında yaklaşık 17 GW tüketim kesintisi,
Batı adasında yaklaşık 10,9 GW üretim kesintisi,
Kuzeydoğu adasında yaklaşık 6,2 GW rüzgar üretimi kesintisi,
Fas ve Cezayir ile olan bağlantı hatları servis harici oldu.

Çıkarılan Dersler:

İletim sistem operatörlerinin N-1 kriteri uygulamalarını gözden geçirmesi,
Acil durum operasyonları için bir master plan oluşturulması,
Bölgesel ve bölgeler arası koordinasyon için yeni standartlar ve yasal çerçevelerin uyarlanması,
Sistem durumunu anlık olarak izlemenin mümkün kılınması.

4 Kasım 2006 CESA'nın Üç Adaya Ayrılması



Arıza sonrası oluşan adalar ve frekans tepkileri

31 Mart 2015 Türkiye Sistem Çökmesi

Sebepler:

İnşaat ve bakım çalışmaları nedeniyle birden fazla önemli 400 kV hattın servis harici olması,
Türkiye'deki tüm seri kapasitörlerin servis harici olması,
Sistem iletim kapasitesinin yanlış değerlendirilmesi, (N-1) dinamik güvenlik uyumluluğunun olmaması,
Yetersiz koruma rölesi ayarları,

Sonuçlar:

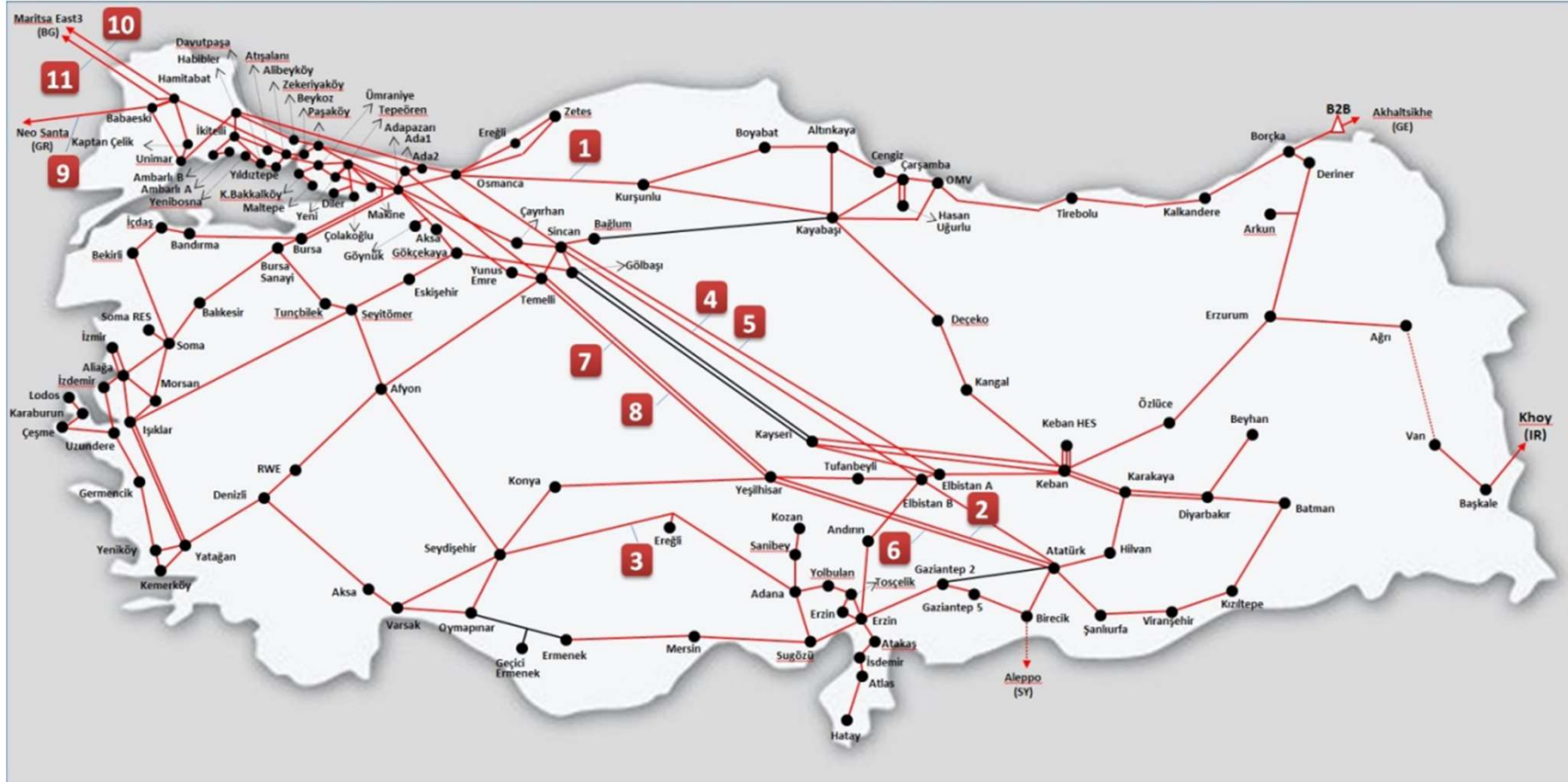
Hatların artarda servis harici olmasıyla senkronizasyon kaybı yaşandı ve sonrasında Türkiye Elektrik Sistemi Kıta Avrupası'ndan ayrıldı.

Türkiye'de 70 milyondan fazla insanı etkileyen yaygın elektrik kesintisi yaşandı.

Çıkarılan Dersler:

Kesinti ve bakım planlamasının iyileştirilmesi,
Tahmin analizlerinin gerçekleştirilmesi ve kumanda merkezine açılış gözleminin kurulması,
Yük atma şemasının uyarlanması,
Şebeke operatörü eğitimini ve farkındalığı iyileştirilmeli,
Koruma rölesi ayarları güncel tutulmalı.

31 Mart 2015 Türkiye Sistem Çökmesi



Türkiye şebekesinde sırasıyla servis harici olan hatlar

8 Ocak 2021 Balkanlar ve Türkiye'nin CESA'dan Ayrılması

Sebepler:

Kıta Avrupası'nın Güneydoğusundan Kuzeybatısına öngörülemeyen yüksek yük akışı (özellikle Hırvatistan'daki 400 kV Ernestivo Transformatör Merkezi'ndeki kuplaj kesicisinde) (Şekil 15, 16 ve 17), Sistemin farkında olmadan açılal dengesizliğe doğru gitmesi, Bahsedilen kuplaj kesicisinin servis harici olması ve aşırı akım korumasına bağılı olarak paralel hatların kademeli şekilde servis harici olması.

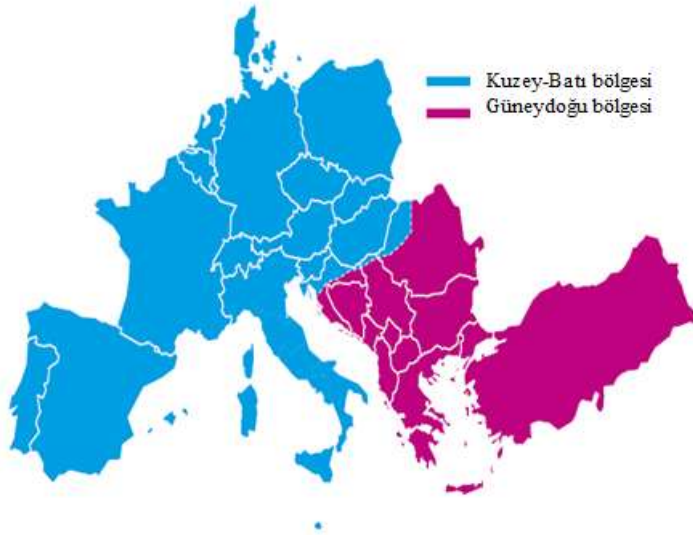
Sonuçlar:

Yaklaşık 5,25 GW üretim kesintisi,
Yaklaşık 0,3 GW tüketim kesintisi,
Romanya'da yerel elektrik kesintileri.

Çıkarılan Dersler:

Yüklerin ve üretimlerin istenmeyen kesintiler gözlemlenmeli ve düzelmeli,
Bara bağlantı elemanlarındaki yük akışını azaltmak için trafo merkezi topolojileri uyarlanmalı,
Koruma cihazlarının ayar noktaları uyarlanmalı,
Güç akışları için limitler gözden geçirilmeli,
Gerçek zamanlı işletme şartlarıyla daha iyi eşleşecek şekilde gün içi tahminler iyileştirilmeli,
İletim sistemi koridorlarının açılal kararlılık marjı izlenmeli ve değerlendirilmeli.
Kök neden, Kıta Avrupası sisteminin kararlılık sınırına yakın çalıştırılması ve iletim zincirinin ihmal edilen bir parçasının (bu olayda bir bara kuplaj kesicisi) beklenmedik şekilde aşırı akım sebebiyle tetiklenmesiydi.

8 Ocak 2021 Balkanlar ve Türkiye'nin CESA'dan Ayrılması



Sistem Bölünmesi Sonrasında Oluşan Adalar



Bölünme Öncesi Sırasıyla Servis Harici Olan hatlar

24 Temmuz 2021 İberya'nın CESA'dan Ayrılması

Sebepler:

Çift devre bir hattın yakınında orman yangını çıktıktan sonra birkaç saatten uzun bir süre boyunca ilgili sistem operatörüne bilgi verilmemesi,
Yangının başarılı bir otomatik tekrar kapama olmaksızın tek devre üzerinde bir kısa devre arızasına sebep olması,
2 dakika sonra, ikinci devrenin de servis harici olması,
Sonrasında bu iki hattın açmasıyla aşırı yüklenme nedeniyle paralel hatların kademeli olarak devre dışı kalması,
Senkronizasyonun kaybolması nedeniyle İber Yarımadası'nın Kıta Avrupası'ndan ayrılması.

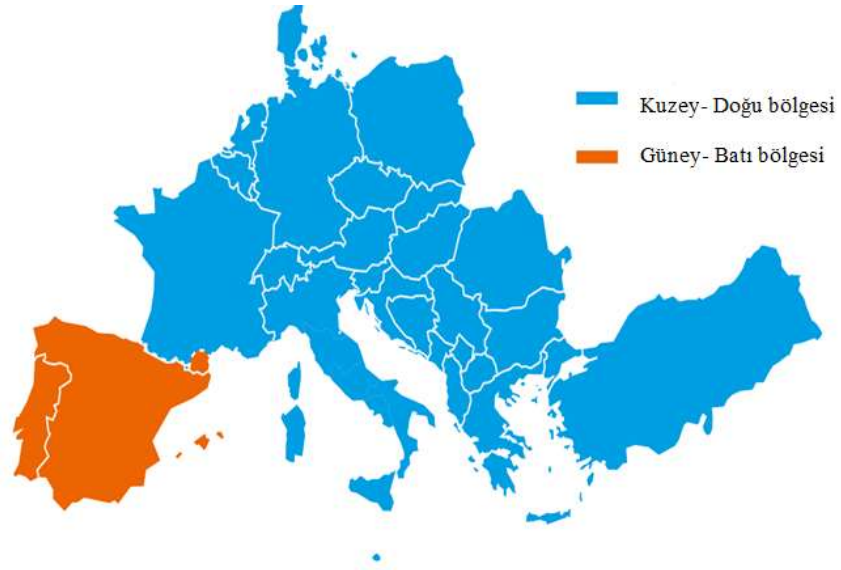
Sonuçlar:

Yaklaşık 3,8 GW üretim kesintisi,
Yaklaşık 4,9 GW tüketim kesintisi.

Çıkarılan Dersler:

Özellikle Dağıtım Sistemi Operatörü (DSO) düzeyinde üretim kesintilerinin verilerinin toplanması ve izlenmesi iyileştirilmeli,
Aşırı dağıtılmış üretim kaybını önlemek için koruma rölesi ayarlarında iletim ve dağıtım sistem operatörlerinin koordinasyonu iyileştirilmeli,
Transit iletim koridorlarında olası yeni özel koruma planları (SPS) tasarlanmalı,
Düşük Frekans Talep Kesintisi' nin (LFDD) takip edilmeli ve doğru şekilde ayarlanmalı,
Hava koşullarına bağlı risklerin tahmin ve analizleri iyileştirilmeli,
Bağlantı hatlarındaki yeniden senkronizasyon cihazlarının ayarları gözden geçirilmeli.

24 Temmuz 2021 İberya'nın CESA'dan Ayrılması



Sistem bölünmesi sonrasında oluşan adalar



Bölünme öncesi sırasıyla servis harici olan hatlar

Similarity of Iberia and Balkans

If we consider last Iberian blackout together with the system separation we experienced on January 8, 2021, we may face a similar scenario. Because Iberia and SEE TSOs are geographically similar: Iberia is in the westernmost, we are in the easternmost.

Similarity of Iberia and Balkans

July 24, 2021
Iberian Separation



April 28, 2025
Iberian Blackout

January 8, 2021
Balkans Separation



Balkans Blackout ?

Renewable rate was 55% during 2021 Iberian Seperation

Type of Power Plant	2021	%
Solar	11160 MW	32
Wind	8131 MW	23
Total Generation	35007 MW	

Renewable rate is 64% during 2025 Iberian Blackout

-

Type of Power Plant	2025	%
Solar (FV)	18283	53
Wind	3645	11
Nuclear	3392	10
Hydro	3206	9
Distributed Thermal non Renewable	1917	6
Thermal Renewable	1882	6
Combined Cycles	1657	5
Coal	228	1
Toplam Üretim	34210	

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM...

Halil İbrahim KOCA

Elektrik- Elektronik Mühendisi

27. Dönem EMO Ankara Şubesi Enerji Komisyonu Üyesi