

31 Mart 2015 Türkiye Geneline Büyük Elektrik Kesintisi Teknik Nedenleri, Sonuçları ve Çıkarılan Dersler Gelecek İçin Öneriler, Önlemler Neler?

Hazırlayan: Yüksel Atakan Dr.Radyasyon Fizikçisi, ybatakan4@gmail.com., 06.08.2026

I.Özet

31 Mart 2015 günü saat 10.36'da Türkiye elektrik iletim sistemi, Cumhuriyet tarihinin en büyük ulusal elektrik kesintilerinden birini yaşamıştır. Yaklaşık 70 milyon kişinin etkilendiği olayda, Türkiye'nin 81 ilinden 79–80'inde elektrikler kesilmiş, ulaşım, sanayi, haberleşme ve kamu hizmetleri önemli ölçüde aksamıştır. İlk saatlerde siber saldırı veya sabotaj ihtimali gündeme gelmiş olsa da, daha sonra yapılan teknik incelemeler kesintinin tümüyle elektrik iletim sistemindeki işletme koşulları, aşırı güç akışı ve koruma sistemlerinin çalışması sonucunda oluşan zincirleme arızalardan kaynaklandığını göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Elektrik sistemi, Blackout, Frekans çökmesi, TEİAŞ, ENTSO-E, iletim sistemi.

Yazıdaki Kısaltmalar liste halinde yazının en sonunda bulunuyor

1. Giriş

Modern elektrik şebekeleri (ağları), üretim ile tüketimin her an dengede tutulmasını gerektiren son derece karmaşık sistemlerdir. Elektrik enerjisi büyük miktarlarda depolanamadığından, üretim ve tüketim arasındaki küçük dengesizlikler bile frekans değişimlerine yol açabilir. Avrupa senkron sistemine bağlı olan Türkiye elektrik şebekesi de bu nedenle yüksek güvenilirlik standartlarıyla işletilmektedir.



Türkiye, 2010 yılında Avrupa elektrik sistemi ile senkron paralel işletmeye başlamış ve 2015 yılında 70 GW kurulu güce sahip bulunuyordu (Bugün 123 MW). Elektrik üretiminin önemli bir bölümü doğudaki hidroelektrik santrallerinden sağlanırken, tüketimin büyük kısmı Marmara ve Ege bölgelerinde gerçekleşmekteydi. Bu nedenle doğudan batıya çok büyük miktarda enerji taşınmaktaydı ve bugün de taşınıyor.

2. Kesintinin Teknik Nedenleri

TEİAŞ'ın (Türkiye Elektrik İletim AŞ) yayımladığı teknik değerlendirmeler ve daha sonra yapılan akademik çalışmalar, olayın temel nedenlerini aşağıdaki şekilde açıklamaktadır.

2.1 Doğu–Batı Güç Akışının Aşırı Artması

Olay günü Doğu Anadolu'daki hidroelektrik santraller yüksek üretim yapıyordu. Özellikle Atatürk, Karakaya ve Keban barajlarından üretilen enerji, batı bölgelerine 400 kV yüksek gerilim iletim hatları üzerinden aktarılıyordu. Bu durum bazı iletim hatlarında yüklenmeyi kritik seviyeye yaklaştırdı.

2.2 Bakım Nedeniyle Hat Kapasitesinin Azalması

Planlı bakım çalışmaları nedeniyle bazı 400 kV iletim hatlarının devre dışı bulunması, kalan hatlar üzerindeki yükü artırdı. Elektrik sistemlerinde uygulanan **N-1 güvenlik kriteri**, tek bir ekipmanın devre dışı kalması durumunda sistemin çalışmaya devam etmesini öngörmektedir. Ancak olay sırasında sistem bu güvenlik sınırına oldukça yaklaştı.

2.3 Zincirleme Hat Açmaları (Cascade Failure)

Aşırı yüklenen bir iletim hattı koruma röleleri tarafından otomatik olarak devreden çıkarıldı. Bu hattaki yük diğer iletim hatlarına aktarıldı ve kısa süre içinde onlar da aşırı yüklenerek sırayla açıldı. Literatürde bu olay **Cascade Failure (Zincirleme Sistem Çökmesi)** olarak tanımlanmaktadır.

2.4 Frekans Çökmesi

Elektrik üretimi ile tüketim arasındaki dengenin bozulması sonucunda sistem frekansı hızla düştü. Avrupa senkron sistemi (ENTSO-E), kendi güvenliğini koruyabilmek amacıyla Türkiye şebekesini otomatik olarak sistemden ayırdı. Böylece Türkiye elektrik sistemi birkaç saniye içerisinde ulusal çapta çöktü (blackout).

Yapılan teknik incelemelerde olayın siber saldırı veya terör eyleminden kaynaklanmadığı, tümüyle elektrik sisteminin işletme koşullarından kaynaklanan teknik bir olay olduğu sonucuna varılmıştır.

3. Sistemin Yeniden Devreye Alınması

Büyük çaplı elektrik kesintilerinde tüm santraller aynı anda çalıştırılmaz. Bunun yerine **Black Start (Kara Başlatma)** özelliğine sahip hidroelektrik santralleri kullanılır.

TEİAŞ mühendisleri önce gereken santralleri devreye almış, ardından yüksek gerilim iletim sistemi kademeli olarak yeniden enerjilendirilmiştir.

Yaklaşık;

- İlk 2–3 saat içinde kritik tesisler,
- 6–8 saat içinde büyük şehirler,
- 24 saat içinde ise ülke elektrik sistemi tümüyle normale dönmüştür.

Bu süreç, uluslararası elektrik işletmeciliğinde uygulanan standart "black start" prosedürlerine uygun şekilde gerçekleştirilmiştir.

4. Ekonomik ve Sosyal Etkiler

Kesinti Türkiye ekonomisinde önemli kayıplara neden olmuştur.

Başlıca etkiler şunlardır:

- Metro, Marmaray ve yüksek hızlı trenler durmuş,

- Trafik lambalarının devre dışı kalması nedeniyle büyük şehirlerde trafik felç olmuştur.
- Hastaneler jeneratörlerle çalışmaya devam etmiş ancak bazı sağlık hizmetlerinde aksaklıklar yaşanmıştır.
- Bankacılık sisteminde ATM ve POS cihazlarının önemli bölümü geçici olarak hizmet verememiştir.
- Sanayi tesislerinde üretim durmuş, özellikle demir-çelik, petrokimya ve otomotiv sektörlerinde ciddi üretim kayıpları meydana gelmiştir.

Ankara Sanayi Odası tarafından yapılan değerlendirmelerde yalnızca sanayi sektöründeki üretim kaybının saat başına yaklaşık 100 milyon ABD doları düzeyinde olabileceği belirtilmiştir. Ancak toplam ekonomik zarar konusunda farklı tahminler bulunmakta olup, kesin ve resmî bir toplam maliyet açıklanmamıştır. Bazı bağımsız değerlendirmelerde toplam ekonomik etkinin yüz milyonlarca dolar ile yaklaşık 1 milyar ABD doları arasında olabileceği ifade edilmektedir.

5. Olay Sonrası Alınan Önlemler

Kesinti sonrasında TEİAŞ elektrik sisteminin güvenilirliğini artırmak amacıyla çeşitli teknik iyileştirmeler gerçekleştirmiştir.

Bunlardan başlıcaları şunlardır:

- Koruma rölelerinin koordinasyonu yeniden düzenlenmiştir.
- Doğu–Batı enerji iletim kapasitesi artırılmıştır.
- Kritik iletim hatlarının aynı anda bakıma alınmasına yönelik işletme kuralları gözden geçirilmiştir.
- Gerçek zamanlı SCADA/EMS izleme sistemleri geliştirilmiştir.
- Primer ve sekonder frekans kontrolü güçlendirilmiştir.
- ENTSO-E ile koordinasyon süreçleri iyileştirilmiştir.

Bu önlemler sayesinde Türkiye elektrik sisteminin işletme güvenilirliği önemli ölçüde artırılmıştır.

6. Sonuç

31 Mart 2015 elektrik kesintisi, Türkiye elektrik sisteminin karşılaştığı en önemli teknik olaylardan biri olarak değerlendirilmektedir. Yapılan incelemeler, olayın tek bir arızadan değil; yüksek güç transferi, iletim hatlarının aşırı yüklenmesi, koruma sistemlerinin devreye girmesi ve frekans kararsızlığının birlikte oluşturduğu zincirleme etkiler sonucunda meydana geldiğini göstermektedir.

Bu olay, yalnızca üretim kapasitesinin artırılmasının yeterli olmadığını; iletim altyapısının güçlendirilmesi, gerçek zamanlı sistem izleme teknolojilerinin geliştirilmesi, yeterli döner rezervin sağlanması ve ulusal elektrik şebekesinin dirençliliğinin artırılmasının da en az üretim kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur. Türkiye'nin sonraki yıllarda iletim sistemi ve işletme prosedürlerinde yaptığı iyileştirmeler, benzer olayların tekrarlanma olasılığını azaltacaktır.

II. Gelecekte Benzer Büyük Elektrik Kesintilerinin Önlenmesi İçin Öneriler ve Alınması Gereken Önlemler

1. İletim Şebekesinin Güçlendirilmesi

Türkiye'de doğu bölgelerindeki hidroelektrik üretimi ile batı bölgelerindeki yoğun elektrik tüketimi arasında yüksek miktarda enerji taşınmaktadır. Bu nedenle özellikle **400 kV ana iletim koridorlarının kapasitesi artırılmalı**, kritik bölgelerde alternatif (yedek) iletim hatları oluşturulmalı ve aynı enerji akışının tek bir hatta bağımlı olması önlenmelidir. Elektrik sistemlerinde uluslararası kabul gören **N-1 güvenlik kriteri** her zaman sağlanmalıdır.

2. Gerçek Zamanlı İzleme ve Yapay Zekâ Destekli Erken Uyarı

SCADA/EMS sistemleri sürekli güncellenmeli, ülke genelindeki gerilim, frekans ve güç akışları milisaniyeler düzeyinde izlenmelidir. Yapay zekâ destekli analiz yazılımları kullanılarak aşırı yüklenme, gerilim kararsızlığı ve frekans saptmaları oluşmadan önce operatörler otomatik olarak uyarılmalıdır.

3. Frekans Kontrolünün Güçlendirilmesi

Elektrik sisteminin kararlı çalışması için primer, sekonder ve tersiyer frekans kontrol rezervleri yeterli düzeyde tutulmalıdır. Büyük üretim tesisleri ve enerji depolama sistemleri, frekans düzenlemesine katkı sağlayacak şekilde işletilmelidir. Özellikle güneş ve rüzgâr enerjisinin arttığı sistemlerde bu konu daha da önem kazanmaktadır.

4. Enerji Depolama Sistemlerinin Yaygınlaştırılması

Büyük ölçekli batarya enerji depolama sistemleri (BESS), pompaj depolamalı hidroelektrik santraller ve diğer depolama teknolojileri, ani üretim veya tüketim değişimlerini dengeleyerek sistem kararlılığını artırabilir. Bu sistemler aynı zamanda elektrik kesintilerinin yayılmasını önleyen önemli bir güvenlik katmanı oluşturur.

5. Black Start (Kara Başlatma) Kapasitesinin Artırılması

Büyük elektrik kesintileri sonrasında sistemi yeniden devreye alabilecek hidroelektrik santralleri, gaz türbinleri ve diğer uygun tesislerin sayısı artırılmalıdır. Black Start planları düzenli olarak test edilmeli ve TEİAŞ ile üretim şirketleri arasında koordinasyon güçlendirilmelidir.

6. Kritik Altyapıların Dayanıklılığının Artırılması

Hastaneler, havaalanları, su arıtma tesisleri, haberleşme merkezleri, veri merkezleri, savunma tesisleri ve büyük ulaşım merkezlerinde yalnızca dizel jeneratörler değil, **yüksek kapasiteli batarya sistemleri** de kullanılmalıdır. Bu sayede yakıt temininde yaşanabilecek sorunlara karşı ilave güvenlik sağlanabilir. **Elektrik kesilince dizel pompa istasyonları da duracağından!**

7. Dağıtık Üretim (Elektriğin çok merkezli üretilmesi) ve Mikro Şebekeler

Güneş enerjisi, kojenerasyon tesisleri ve yerel enerji depolama ve üretim sistemleriyle desteklenen mikro şebekeler (Microgrid), ulusal şebekeden bağımsız olarak çalışabilecek şekilde planlanmalıdır. Böylece büyük kesintiler sırasında kritik bölgeler kendi elektrik ihtiyaçlarını karşılamaya devam edebilir.

8. Siber Güvenlik ve Operatör Eğitimi

2015 olayı siber saldırıdan kaynaklanmamış olsa da, günümüzde enerji altyapıları önemli siber saldırılara /tehditlerle karşı karşıyadır. Bu nedenle kontrol merkezlerinin siber güvenliği sürekli

güçlendirilmeli, düzenli güvenlik testleri yapılmalı ve sistem operatörleri olağanüstü durum senaryoları konusunda periyodik olarak eğitilmelidir.

Sonuç

Gelecekte büyük çaplı elektrik kesintilerinin tümüyle önlenmesi olası değilse de , **güçlü iletim altyapısı, gelişmiş dijital izleme sistemleri, yeterli frekans rezervleri, enerji depolama teknolojileri, dağıtık üretim, etkin black start planları ve düzenli acil durum uygulamalarıyla (tatbikatları)** bu tür olayların ortaya çıkma olasılığı ve etkileri önemli ölçüde azaltılabilir. **Elektrik sisteminin güvenilirliği, yalnızca daha fazla enerji üretmekle değil; üretim, iletim, dağıtım ve tüketimin bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesiyle sağlanabilir.** Özellikle iklim değişikliğinin ve yenilenebilir enerji payının arttığı günümüzde, elektrik şebekelerinin **esnek (flexible)** ve **dirençli (resilient)** hale getirilmesi, enerji arz güvenliğinin temel unsurlarından biri olarak görülmektedir.

Başlıca Kaynaklar: TEİAŞ, ENTSO-E, IEA (*Electricity 2025*), IEEE Power & Energy Society, CIGRE Technical Brochures, IEC 61850 ve IEC 62351 standartları.

KISALTMALAR VE TANIMLAR

Kısaltma	Açılımı	Kısa Açıklama
N-1 Kriteri	<i>Single Contingency Criterion</i> (Tek Arıza Güvenlik Kriteri)	Elektrik sisteminde herhangi bir iletim hattı, trafo veya üretim ünitesinin devre dışı kalması durumunda sistemin kararlılığını koruyabilmesi ilkesidir. Modern elektrik şebekelerinin temel güvenlik kriteridir.
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>	Elektrik şebekesinin uzaktan izlenmesi ve kontrol edilmesini sağlayan bilgisayar tabanlı kontrol sistemi.
EMS	<i>Energy Management System</i>	Enerji Yönetim Sistemi. Şebeke analizi, yük akışı, üretim planlaması ve işletme optimizasyonunda kullanılan gelişmiş yazılım sistemi.
AGC	<i>Automatic Generation Control</i>	Otomatik Üretim Kontrolü. Elektrik üretimini otomatik ayarlayarak sistem frekansını ve enterkonnekte hatlardaki güç alışverişini dengeler.
ENTSO-E	<i>European Network of Transmission System Operators for Electricity</i>	Avrupa Elektrik İletim Sistemi İşletmecileri Ağı. Türkiye'nin senkron olarak bağlı bulunduğu Avrupa enterkonnekte elektrik sistemi kuruluşu.
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.	Türkiye'nin yüksek gerilim iletim sistemini işleten kamu kuruluşu.
Blackout	Tam Sistem Çökmesi	Elektrik şebekesinin tamamının veya çok büyük bir bölümünün enerjisiz kalması durumu.
Black Start	Kara Başlatma	Dışarıdan elektrik almadan kendi kendine çalışarak ulusal elektrik sistemini yeniden devreye alabilen santral veya başlatma yöntemi.
BESS	<i>Battery Energy Storage System</i>	Büyük ölçekli Batarya Enerji Depolama Sistemi. Şebeke dengesini sağlamak ve acil durumlarda yedek enerji sağlamak amacıyla kullanılır.
HVDC	<i>High Voltage Direct Current</i>	Yüksek Gerilim Doğru Akım İletim Sistemi. Uzun mesafelerde büyük miktarda elektriğin düşük kayıpla taşınmasını sağlar ve farklı şebekelerin kontrollü şekilde bağlanmasında kullanılır.
Microgrid (Mikro Şebeke)	Yerel Elektrik Şebekesi	Gerektiğinde ulusal şebekeden bağımsız çalışabilen, yerel üretim, depolama ve tüketim birimlerinden oluşan elektrik sistemi.
Primer Frekans Kontrolü	Birincil Frekans Kontrolü	Frekans değişimine saniyeler içinde türbin regülatörlerinin otomatik tepki vermesi.
Sekonder Frekans Kontrolü	İkincil Frekans Kontrolü	Primer kontrolden sonra frekansı tekrar nominal değeri olan 50 Hz 'e getiren otomatik kontrol sistemi.
Tersiyer Rezerv	Üçüncül Yedek Güç	Uzun süreli üretim açığını karşılamak amacıyla devreye alınan ilave üretim kapasitesi.
Koruma Rölesi	Protection Relay	Kısa devre, aşırı akım veya aşırı yüklenme gibi durumlarda ekipmanı korumak amacıyla devre kesicileri otomatik açtıran koruma cihazı.
400 kV İletim Hattı	400 Kilovolt Yüksek Gerilim Hattı	Türkiye omurga iletim sistemini oluşturan ana enerji taşıma hatlarıdır.
50 Hz	Şebeke Frekansı	Türkiye ve Avrupa enterkonnekte sisteminin standart çalışma frekansıdır. Bunun önemli ölçüde altına düşmesi sistem kararlılığını bozabilir.

Kaynaklar

1. Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ). *31 Mart 2015 Elektrik Sistemi Olayı Teknik Değerlendirmeleri*.
2. ENTSO-E. *Continental Europe Synchronous Area Operation Handbook*.
3. Elektrik Mühendisleri Odası (EMO). *31 Mart 2015 Elektrik Kesintisi Değerlendirme Raporu*.
4. International Energy Agency. *Electricity Security Report*.
5. IEEE. IEEE Transactions on Power Systems (çeşitli makaleler).
6. CIGRE. *Power System Disturbance Reports*.
7. Kundur, P. *Power System Stability and Control*. McGraw-Hill, 1994.
8. Machowski, J., Bialek, J., & Bumby, J. *Power System Dynamics: Stability and Control*. Wiley, 2020.