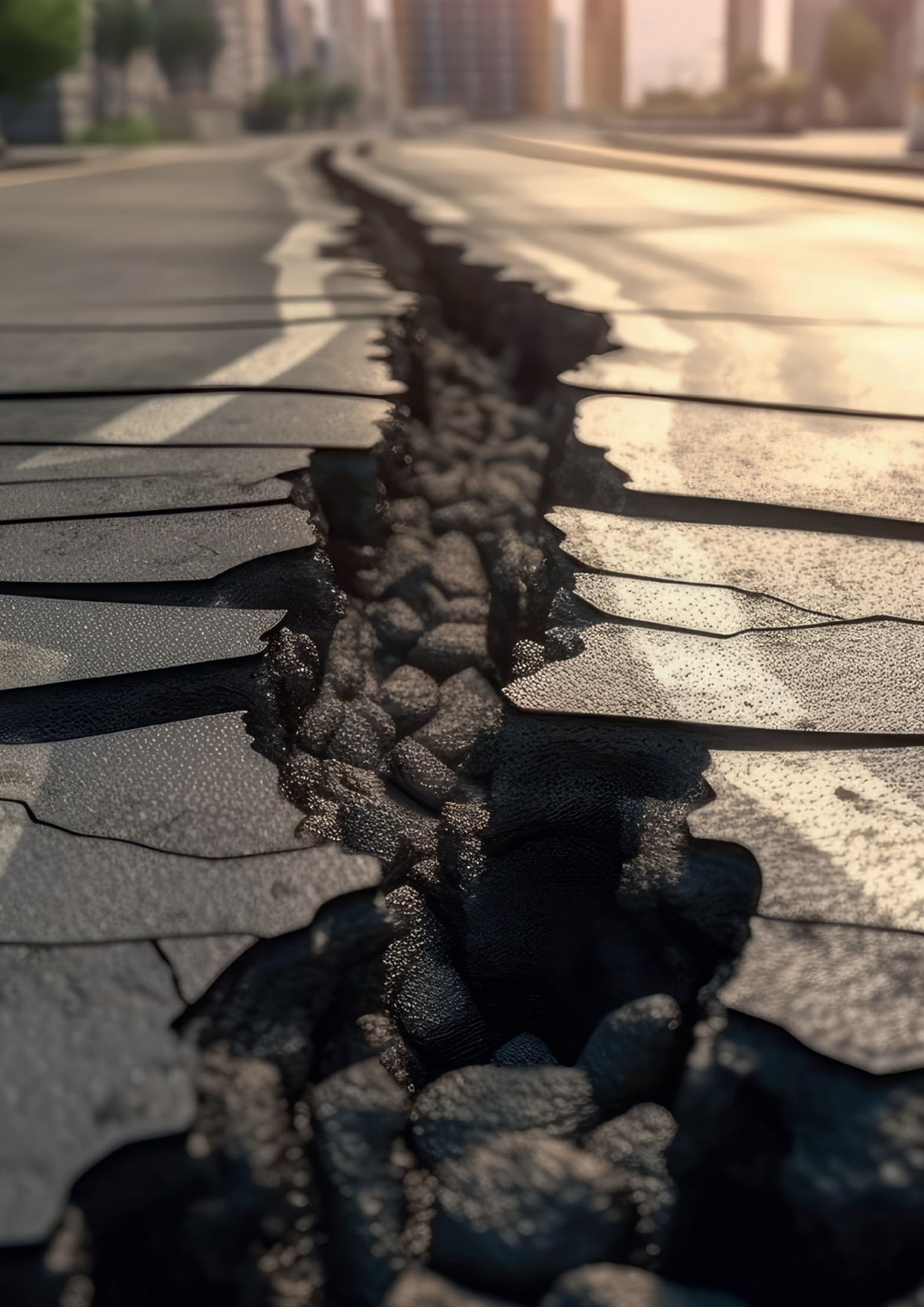


SHURA
Enerji Dönüşümü Merkezi

Doğal Afetler Karşısında Elektrik Sisteminin Güçlendirilmesi



1. Giriş

Enerji güvenliği ve temini, hem depremler hem de iklim değişikliği sebebiyle orman yangınları, seller, aşırı soğuk ve sıcaklar, toprak kayması gibi diğer doğal afetlerin sayısının arttığı son yıllarda dünya çapında bir sorun haline gelmiştir. Zira endüstrinin doğru işleyişi, ulaşım ve iletişim sistemleri gibi modern toplumun gereksinimi olan temel işlevler, sürekli olarak enerjiyle beslenmesi gereken unsurlardır. Elektrik sistemi odağında ele alındığında, bugün birçok temel hizmet (su, gaz, iletişim, internet ve altyapılar) sistemin sürekliliğine ve doğru kurgulanmasına bağlıdır. Türkiye'de 6 Şubat 2023'te gerçekleşen ve 11 ilde büyük can ve mal kaybına yol açan Kahramanmaraş merkezli depremlerin ardından, elektrik sisteminin nasıl kurgulandığının önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır.

Deprem ve diğer doğal afetler sırasındaki elektrik kesintisi, birçok farklı nedenden kaynaklanabilir. Geleneksel bir elektrik sisteminde, elektriğin üretilmesi, iletim şebekesi yoluyla iletilmesi ve dağıtım şebekesi ile son tüketicilere ulaşarak tüketilmesini içeren değer zincirindeki herhangi bir noktada oluşan aksaklık elektrik kesintisine neden olabilir. Elektrik kesintisi, deprem bölgesini besleyen elektrik üretim santrallerinde oluşan hasarlardan dolayı elektrik arz yetersizliği nedeniyle oluşabileceği gibi, iletim ya da dağıtım şebekesinde oluşan hasarlardan veya yakıt - bakım tedarik zincirindeki kesintilerden kaynaklanabilir. Bunların dışında yangın vb. durumlardan kaçınmak için güvenlik sebebiyle de elektrik bilinçli olarak kesilebilir.

Kahramanmaraş merkezli depremler sonrası yaşanan elektrik kesintilerinin ve buna bağlı aksaklıkların arama-kurtarma sürecini etkilemesinin yanında, günlük yaşamı ve tüm endüstriyel faaliyetleri duraklattığı görülmüştür. Yaşanan felaketin büyüklüğü sebebiyle altyapı ve teknik ekipmanların oluşturduğu riskler ile birlikte yangınlar gibi birçok risk de açıkça gözlemlenmiştir. Tüm bunlar afet durumunda yaşanan kesinti ve buna bağlı zararların yanında, sistemin aldığı hasardan dolayı onarımı için gerekli bir ekonomik maliyeti de beraberinde getirmektedir.

Kahramanmaraş depremleri sonucunda Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketine (TEİAŞ) ait 1.128 km uzunluğundaki elektrik iletim hattını birbirine bağlayan 11 direk yıkılmıştır. Toplam 4.088 MVA güce sahip trafo merkezi ve ekipmanında hasar meydana gelmiştir. Başta Hatay, Gaziantep, Kahramanmaraş ve Adıyaman olmak üzere bölgedeki elektrik dağıtım hat ve trafo merkezlerinde büyük ölçüde hasar oluşmuştur. Yaşanan deprem nedeniyle Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketine (BOTAŞ) ait doğal gaz iletim hatlarında yaklaşık 20 farklı noktada patlama ve arıza meydana gelmiştir. Bununla birlikte bölgedeki doğal gaz dağıtım hatları ve tesislerinde de hasarlar oluşmuştur. Elektrik Üretim Anonim Şirketine (EÜAŞ) ait elektrik üretim tesislerinde santrallere ait bazı bina, trafo ve şalt sahalarında hasar meydana gelmiş olup hasarın tahmini büyüklüğü 517,5 milyon TL (27,4 milyon dolar) seviyesindedir. Özel sektör tarafından işletilen elektrik üretim tesislerinde ise toplam 52,5 milyon TL (2,8 milyon dolar) tutarında hasar tespit edilmiştir. Sonuç olarak yaşanan deprem felaketi nedeniyle enerji sektöründe; 2,3 milyar TL'si (123 milyon dolar) kamuya ve 8,9 milyar TL'si (472,5 milyon dolar) özel sektöre ait olmak üzere toplam 11.243,4 milyon TL (595,5 milyon dolar) hasar oluştuğu tahmin edilmektedir[1].

[1] Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2023). 2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu. https://www.sbb.gov.tr/2023-kahramanmaras-ve-hatay-depremleri-raporu/

Afet sonrası dönemde arama kurtarma çalışmaları başta olmak üzere, diğer tüm ihtiyaçlar için elektrik temininin sürdürülebilir olması hayati önem taşımaktadır. Dolayısıyla deprem felaketi ve diğer tüm afetlere karşı elektrik sistemimizin daha dayanıklı ve kararlı olması elzemdir. Bu bağlamda, afet sonrasında elektriğin sürdürülebilir olarak sağlanması ve elektrik sistemimizin herhangi bir noktasında oluşan olumsuzluğun diğer noktalara etki etmemesini ya da asgari etki etmesini sağlayabilmemiz önemli olacaktır. Yaşadığımız deprem felaketi sonrasında elektrik kesintisi sebeplerinin araştırılması ve elektrik sistemimizin doğal afetlere karşı daha dirençli olmasını sağlayacak adımların kamu, özel sektör ve üniversite işbirliği ile planlanması kritik olacaktır.

2. Doğal Afetlerin Elektrik Sistemi Üzerindeki Etkileri

Merkezi olarak yönetilen elektrik şebekeleri, yüksek voltajla uzun mesafelere elektrik tedariği için geliştirilerek farklı coğrafi koşullardan geçmekte ve değişen talep ve arzı dengelemek üzere karmaşık bir yapı üzerine oturmaktadır. Elektrik sisteminin çağdaş teknoloji ve dijitalleşen yöntemler doğrultusunda yeni ihtiyaçlara göre yeniden kurgulanmasının ve tüketiciyi merkeze alan yeni bir üretim-tüketim yapısını içermesinin yanında, iklim değişikliği ile birlikte büyüyen ve sıklaşan afetlere karşı dayanıklılığının ve güvenirliğinin de dikkate alınması gerekmektedir[2].

Elektrik üretim tesislerinin ve iletim ve dağıtım altyapısının doğal afetlere karşı değişen oranlarda güvenlik açıkları bulunmaktadır. Bir doğal afet sırasında, üç ana olay türü sistem arızalarına yol açabilir: iletim ve dağıtım şebekesi arızası, üretim tesisi arızası ve yakıt-bakım tedarik zinciri kesintileri. Tablo 1'de elektrik üretim tesisleri, trafo merkezleri ve iletim ve dağıtım şebekelerinin deprem ve diğer doğal afetler karşısındaki risk durumu özetlenmektedir.

Tablo 1: *Elektrik üretim tesisleri, trafo merkezleri ve iletim & dağıtım şebekelerinin doğal afetler karşısındaki risk durumu*[3]

Tür	Deprem	Kasırga	Sel	Tsunami	Yangın	Kuraklık	Aşırı sıcaklık
Termik santraller	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek		Yüksek	Orta
Hidroelektrik santralleri	Yüksek	Düşük	Orta	Düşük		Yüksek	Orta
Nükleer enerji santralleri	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek		Yüksek	Orta
Güneş enerjisi santralleri	Düşük	Yüksek	Orta	Orta		Orta	Çok düşük
Rüzgâr enerjisi santralleri	Yüksek	Orta	Düşük	Orta		Çok düşük	Çok düşük
İletim & dağıtım hatları	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek	Orta	Orta
Trafo merkezi	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek	Düşük	Orta

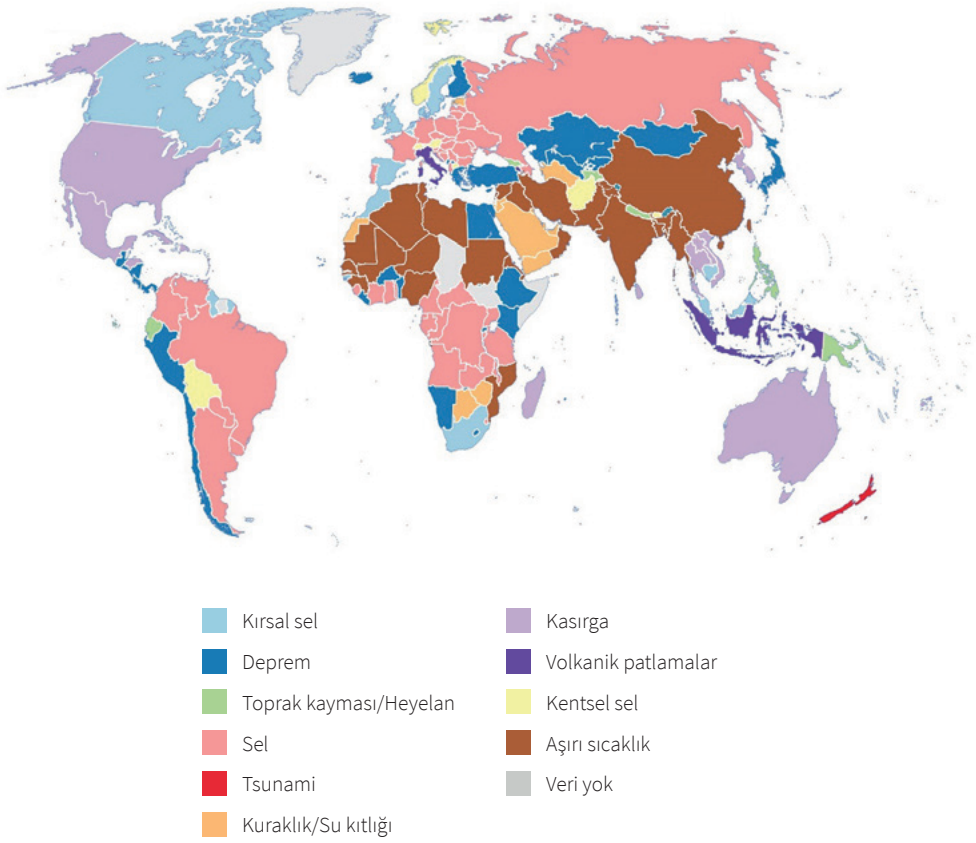
Elektrik üretim tesisleri tasarlanırken bu güvenlik riskleri gözönüne alınmaktadır. Nükleer ve hidroelektrik santralleri, afet sırasında çok daha büyük hasar ve kayıplara yol açabileceğinden, diğer enerji altyapılarından farklı değerlendirilmektedir. Bu nedenle, güvenlikleri büyük bir dikkatle ele alınır ve tasarımları yüksek standartlara tabidir. Diğer taraftan, olası doğal felaketlerde elektrik sisteminin tüm noktaları farklı riskler barındırmaktadır. Örneğin bir sel felaketinde iletim ve dağıtım hatlarının az etkilendiği, fakat şebekede trafoların yüksek oranda etkilenebileceği söylenebilir. Deprem felaketinde güneş santrallerinin diğer santrallere göre daha az etkileneceği çıkarımı yapılabilir. Ülkemizde de sıkça yaşadığımız orman yangınlarında ise en çok iletim-dağıtım hatlarıyla trafoların olumsuz etkilendiği bilinmektedir. Dolayısıyla, doğal afetlerin elektrik sistemi üzerinde farklı etkileri olmaktadır. Bu bağlamda elektrik sisteminin güvenirliğini sağlamak için bütüncül afet yönetimi stratejilerine ve planlamalara ihtiyaç olacaktır.

[2] World Bank. (2019). STRONGER POWER - Improving Power Sector Resilience to Natural Hazards. https://documents1.worldbank.org/curated/en/200771560790885170/pdf/Stronger-Power-Improving-Power-Sector-Resilience-to-Natural-Hazards.pdf

[3] World Bank. (2019). STRONGER POWER - Improving Power Sector Resilience to Natural Hazards. https://documents1.worldbank.org/curated/en/200771560790885170/pdf/Stronger-Power-Improving-Power-Sector-Resilience-to-Natural-Hazards.pdf

Bu stratejiler ülkede en yaygın doğal afetler önceliklendirilerek belirlenebilir. Aşağıdaki tabloda, her ülkede üretim altyapısını en fazla etkileyen doğal afetler gösterilmiştir. Türkiye için depremler, elektrik sistemi için risk oluşturan doğal afetlerin başında gelmektedir.

Şekil 1: *Ülkelerde yaşanılan en yaygın doğal afetler*[4]



[4] World Bank. (2019). STRONGER POWER - Improving Power Sector Resilience to Natural Hazards. https://documents1.worldbank.org/curated/en/200771560790885170/pdf/Stronger-Power-Improving-Power-Sector-Resilience-to-Natural-Hazards.pdf

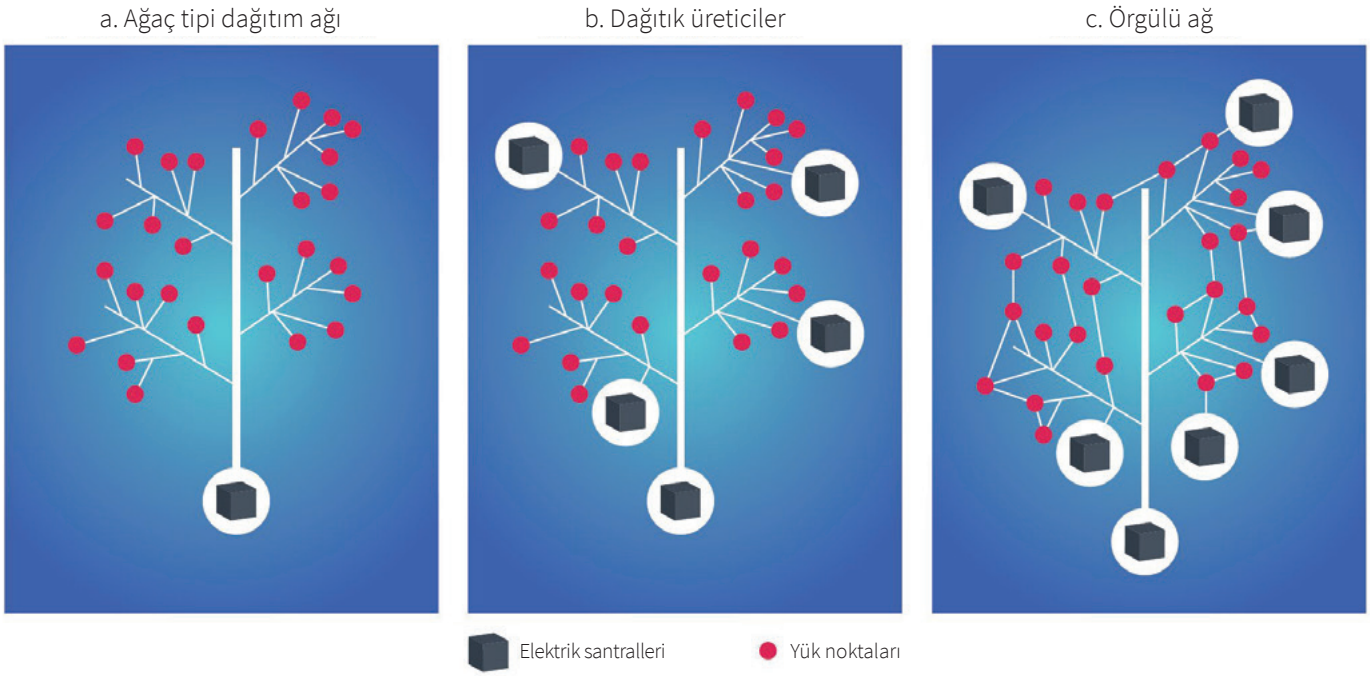
3. Elektrik Sisteminin Deprem ve Doğal Afetlere Karşı Güçlendirilmesi

Altyapıyı sağlamlaştırarak ve tasarımını iyileştirerek şebekenin doğal afetlere karşı sağlamlığını artırmak mümkündür. Altyapıyı güçlendirmeye yönelik önlemler, bir ülkenin şebekesini en çok tehdit eden tehlikenin türüne bağlıdır. Örneğin depremler söz konusu olduğunda, daha yüksek tasarım standartları, farklı güç altyapısı türleri arasında oldukça benzerdir: genellikle sıvılaşmaya eğilimli alanlarda daha derin temeller, hem elektrikli hem de mekanik bileşenlerin daha iyi ankrajı veya bileşenler ve binalar üzerinde sismik koruma cihazlarının kullanılması içerir. Ancak tüm altyapıyı güçlendirmek maliyetli olacağı için altyapı güçlendirmesinin en büyük risk taşıyan afetler için planlanması gerekir. Bunun için afetlerin olasılığı ve mekansal dağılımı ile bunların iklim değişikliğine bağlı potansiyel evrimi hakkında iyi verilere sahip olmak gereklidir. Planlama, tehlikeli doğa olaylarının iletim ve dağıtım üzerindeki etkilerini asgariye indirebilir. Örneğin, ABD'de Washington eyaletindeki sismik riskler için bir şebeke risk analizi gerçekleştirilmiştir. Sismik tehlikelere karşı savunmasız olduğu varsayılan iletim ağının bir alt kümesi üzerinde çalışılarak, bir deprem sırasında sistemin davranışını değerlendirmek için 40 potansiyel sismik olayı (10 merkez üssü için dört farklı deprem büyüklüğü) değerlendirilmiş ve 200.000 senaryo (10 merkez üssü x 4 büyüklük x merkez üssü başına 5.000 simülasyon yinelemesi) çalıştırılmıştır. Her senaryoda hangi varlığın arızalanacağını belirlemek için sismik veriler kullanılmış ve ardından sistemde kullanılmayan enerjinin olup olmayacağını ve nerede olacağını belirlemek için yük akışı çalışması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, varlık arızaları, yük kaybının boyutu ve olay sonrası toparlanma süresi dahil olmak üzere sismik senaryoların olasılıklarını göz önünde bulundurarak beklenen hizmet kesintileri hesaplanmıştır. En kritik varlık kombinasyonu belirlenmiş ve bu durumda, bir varlığı sağlamlaştırmanın riski yüzde 88 oranında azaltabileceği anlaşılmıştır.

Planlama ve güçlendirme yanısıra, elektrik sistemi altyapısının bakımı da, enerji sektörü direncini artırmak için çok önemlidir. Bunların yanısıra şebekenin yenilikçi teknolojilerle bütünleşmiş dağıtık bir yapıyla genişlemesi ve esnekliğinin artırılması da sistemin dayanıklılığını artıracaktır. Afet durumlarında, elektrik sisteminin bir noktasındaki aksaklığın/hasarın diğer noktalara etki etmemesi ya da etkinin asgariye indirilmesi için akıllı şebekelerin ve mikro şebekelerin artması önemli olacaktır. Biraz daha detaylandırmak gerekirse, akıllı şebekeler sistemdeki tüm unsurların birbiriyle daha etkileşimli olmasını sağlamaktadır. Şebekenin herhangi bir noktasındaki aksaklığın algılanması ve elektrik temininin diğer noktalara sürdürülebilmesi için, afette zarar görmemiş trafo ve hatlardan elektrik akışının devamlılığı sağlanabilir. Bunun için genellikle şebekedeki çeşitli düğümlerde birden fazla elektrik temin noktası sağlayan "halkalı" veya örgülü ağlar oluşturulmaktır (bkz. Şekil 2). Örgülü bir ağ, koridorlar boyunca kesintilere maruz kalmayı azaltır. Ayrıca, fiderler ya da besleme noktaları arasında yükleri hızlı bir şekilde değiştirme yeteneği sağlar[5].

[5] World Bank. (2019). STRONGER POWER - Improving Power Sector Resilience to Natural Hazards. https://documents1.worldbank.org/curated/en/200771560790885170/pdf/Stronger-Power-Improving-Power-Sector-Resilience-to-Natural-Hazards.pdf

Şekil 2: *Şebeke direncini artırmada dağıtım ağı topolojisinin rolü*[6]



Bu doğrultuda, giderek daha fazla birbirine entegre olan dağıtım şebeke ağları ve dağıtık enerji kaynakları (DEK) hem önemli operasyonel faydalar hem de afet ve afet sonrası dönemlerde elektrik sisteminin daha dirençli olmasını sağlayabilir. DEK'ler, şebekeden bağımsız olarak yükü destekleyerek yerinde üretim, mikro şebekeler ve mobil üretim birimleri aracılığıyla dayanıklılığı artırır. Üretim yeri doğrudan tüketim noktasının yakınına yerleştirilerek, dağıtım şebekesini besler ve daha fazla mikro şebeke oluşturma mekanizmasını etkinleştirebilir. DEK'ler genellikle yenilenebilir dağıtık üretim tesisleri, yedek güç kaynakları ve batarya vb. unsurları içerir. İyi planlanırsa, DEK'ler şebeke operatörünün yalnızca sistem dayanıklılığını artırmasına yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda bazı durumlarda kısıtları gidererek ek iletim altyapısı yatırımlarını önleyebilir.

Depolama çözümleri de, genel sistem direncinin iyileştirilmesine katkıda bulunabilir. Enerji depolama sistemleri pek çok faydasının yanısıra, elektrik şebekesi arızalandığında kritik işlevler için acil durum gücü sağlayacaktır. Depolama özellikle değişken yenilenebilir enerji söz konusu olduğunda, mikro şebeke oluşturma sorunlarını azaltarak, DEK'lerin entegrasyonunu kolaylaştırır. Depolama sistemleri hem şebekeye bağlı hem de sayaç arkası ya da şebeke dışı olarak çalışabilir. Depolama sistemleri ile desteklenen dağıtık güneş ve rüzgâr enerji santrallerinin yer aldığı bir mikro şebeke, dağıtım ve iletim şebekelerinin herhangi bir noktasındaki hasar durumunda, kendini izole ederek elektrik üretimine devam edebilir ve kesintisiz elektrik temini sağlayabilir. Bunların yanı sıra pompaj depolamalı hidroelektrik santralleri çok büyük ölçekli enerji depolama fırsatı sunar ve üretim tesislerinin olası üretim kayıplarını telafi edebilir.

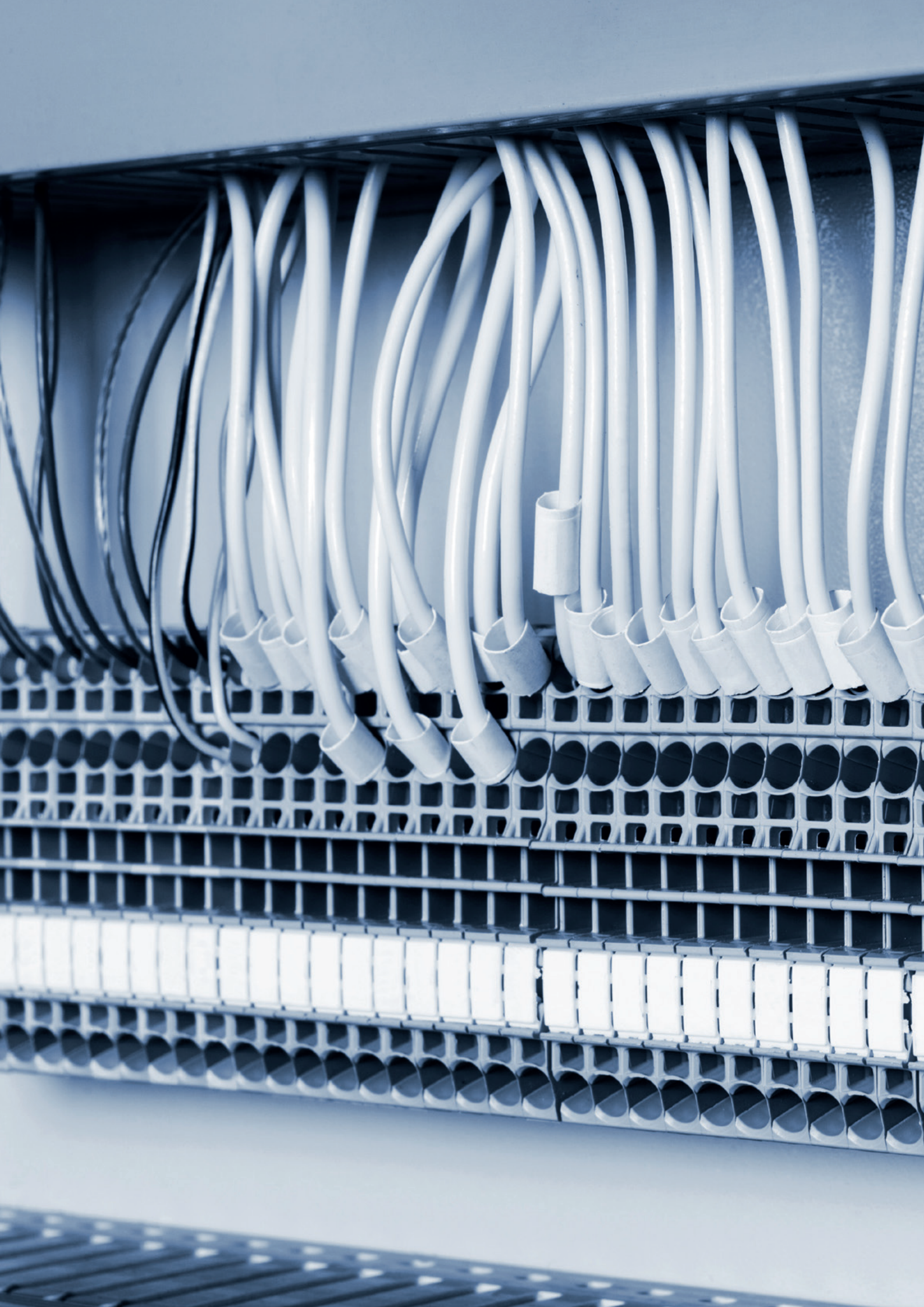
[6] World Bank. (2019). STRONGER POWER - Improving Power Sector Resilience to Natural Hazards. https://documents1.worldbank.org/curated/en/200771560790885170/pdf/Stronger-Power-Improving-Power-Sector-Resilience-to-Natural-Hazards.pdf

Elektrik sistemlerinin dayanıklılığını ve kararlılığını artırmanın etkili yollarını sunan yeni teknolojiler dünyada hızla gelişmeye devam etmektedir. Akıllı şebekeler, mikro şebekeler, gelişmiş ölçüm altyapısı, otomasyon, dronlar ve uzaktan algılama sistemleri, elektrik sistemi güvenilirliğini artırmaya ve doğal afet sonrası oluşan risklerini azaltmaya yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Mikro şebekeler ve gelişmiş ölçüm altyapısı ayrıca afetlere karşı dayanıklılığı sağlayabilecek olan iki yönlü bir iletişim sağlamaktadır. Bu sistemlere ilave, şebekedeki akıllı elektronik cihazlar, elektrik sisteminin durumu hakkında önemli bilgiler verebilir ve şebekenin yönetilmesini kolaylaştırabilir. Diğer yandan iletim sistemi tarafında ise, şebekenin durumununun hızla değerlendirip rapor edilmesini sağlayan geniş alan izleme sistemlerinin kullanılması ve şebekedeki değişikliklere otomatik olarak tepki veren teknolojilerin kullanılması önemli olacaktır.

Bu kapsamda, Puerto Rico, mikro şebekeler ve dağıtık enerji kaynaklarının uygulanması konusunda önemli bir örnek teşkil etmektedir. 2017 yılında Puerto Rico'da Maria kasırgası sonrasında, hastaneler, okullar, konutlar ve kamu binalarında yaklaşık bir buçuk milyon insan aylarca elektriksiz kalmıştır. Puerto Rico yönetimi bu fırtına felaketinden sonra, ülke çapında güneş enerjisi tabanlı mikro şebekeler için hızlı bir strateji geliştirmiştir. Bu doğrultuda, ülkede kısa bir süre içinde güneş enerjisi ve enerji depolamaların yoğunlukla kullanıldığı mikro şebekeler oluşturulmuştur. Puerto Rico'da 2020 yılında yaşanan deprem afeti sonrasında, bu hayata geçirilen mikro şebekelerin elektrik temininde çok önemli katkılar sağladığı gözlemlenmiştir[7].

Tüm bu yeni yöntemler, yenilikler ve teknolojik gelişmeler ile iletişim teknolojilerinin kullanımının artması, şebeke operatörlerinin elektrik sistemini daha iyi işletmesine yardımcı olacaktır. Bunun için şebekenin dijitalleşmesi kritik öneme sahiptir.

[7] https://www.microgridknowledge.com/editors-choice/article/11429201/microgrids-up-and-running-despite-earthquake-and-massive-power-outage-in-puerto-rico



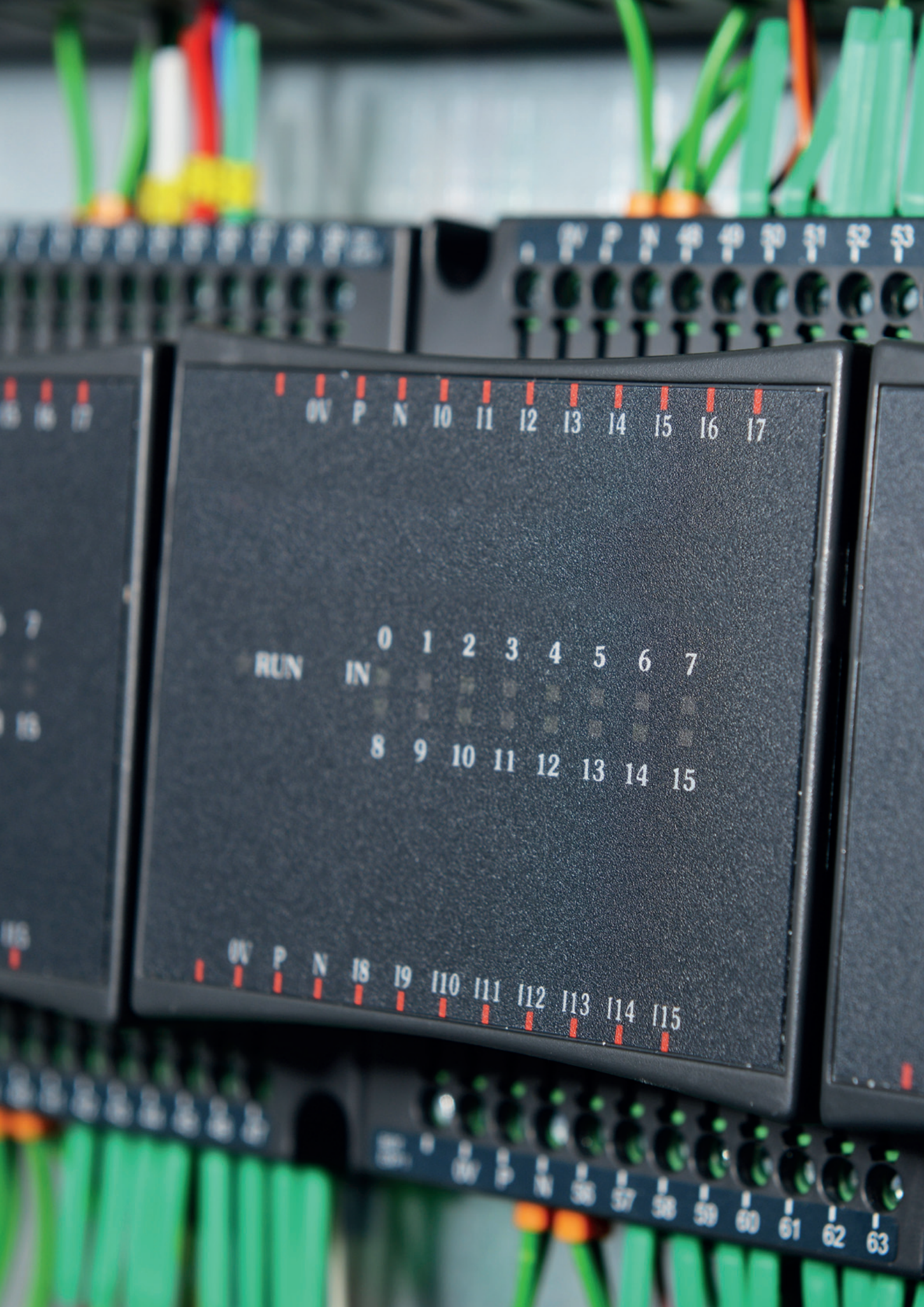
4. Afet Öncesi ve Sonrası: Hazırlıklı Olma ve Toparlanma

Enerji sağlayıcıları ve kullanıcıları, uygun politikalar ve araçları hayata geçirmeleri halinde, afet durumunda elektrik kesintilerine daha hazırlıklı olacaklardır. Böyle bir hazırlık çerçevesi, acil durum eylemlerini ve toparlanma döneminde sorumluluğu net şekilde dağıtan kurumsal düzenlemeleri içermelidir. Afetlere daha dayanıklı hale gelmek için enerji santralleri teknik, yasal, operasyonel, kurumsal ve finansal unsurları içeren çok adımlı bir yaklaşıma odaklanmalıdır.

Operasyonel düzeyde her üretim şirketi, kurtarma operasyonlarının yanı sıra tatbikatlar ve personel eğitimi dahil olmak üzere acil durum hazırlık sistemlerini içeren bir acil durum eylem planı hazırlayabilir. Kurtarma operasyonları, yalnızca hasarın giderilmesi için belirli adımları değil, aynı zamanda diğer kamu kuruluşları, devlet kurumları, STK'lar ve belediyeler ile kurum içi koordinasyon ve işbirliğini de kapsamalıdır. Elektrik şirketlerinin sistem dayanıklılığını artırmak için atabilecekleri başka temel adımlar da vardır: tesislerin denetimini düzenli olarak sürdürmek, güncellemek ve enerji altyapısının haritasını çıkarmak, altyapı güvenlik açığını düzenli olarak değerlendirmek ve geçmiş olaylardan alınan derslere dayalı olarak operasyonları iyileştirmek bunlardan bazılarıdır. Ayrıca, elektrik santrallerinin ana kontrol merkezindeki arızalardan sonra sistem operasyonlarını sürdürmek için yedekleme merkezlerine, mobil trafo merkezlerine ve acil durum kurtarma sistemlerine sahip olması önemlidir. Bu olanaklar, bilgi paylaşmak için öncelikli kullanıcılarla iletişim bağlantılarının oluşturulmasıyla desteklenmelidir.

Afet durumunda elektrik sistemine destek sağlamak için finansal araçlar da gereklidir. Doğal afetlerin etkilerine karşı korunmak için enerji sektörüne sermaye piyasalarına erişim sağlayan afet tahvilleri ve elektrik sağlayıcıları tarafından müzakere edilen kredi finansmanı gibi araçlar afetlere hazırlığın bir parçası olmalıdır.

Afet öncesi alınacak önlemlere ek olarak, afet sonrası için çeşitli başlıklarda planların hazır olması önemlidir. Afet sonrası müdahale için yasal düzenlemeler, bilgi toplama, personel güvenliği ve farklı yardım kuruluşlarıyla yapılabilecek protokoller müdahale sürecini sağlıklı hale getirecektir.


0V P N I0 I1 I2 I3 I4 I5 I6 I7
RUN IN 0 1 2 3 4 5 6 7
8 9 10 11 12 13 14 15
0V P N I8 I9 I10 I11 I12 I13 I14 I15

5. Türkiye için Öneriler

Türkiye, tarih boyunca en büyük depremlerin yaşandığı coğrafyalardan birisidir. Bunun yanısıra iklim değişikliği ve küresel ısınmanın tetiklediği doğal afetlerin görülme sıklığı ve etkisi dünyanın pek çok yerinde olduğu gibi ülkemizde de artmıştır. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün son 50 yılı kapsayan araştırmasına[8] göre, 1970'ten bu yana iklim koşullarından kaynaklanan afetlerin sayısı 5 kat artmıştır. Rapor, bu afetlerde 2 milyondan fazla kişinin hayatını kaybettiğini ortaya koymaktadır. Araştırmalara göre iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden en çok etkilenecek bölgelerden birisi de, ülkemizin de içinde bulunduğu Doğu Akdeniz Havzasıdır. 2000'li yılların başından bu yana ortaya çıkan istatistikler ve deneyimlerimiz, iklimde yaşanan değişikliğin sonuçlarını yansıtmaktadır.

Türkiye'de meydana gelen deprem ve doğal aftlerdeki acı sonuçlar Türkiye'nin bir çok şehrinde depreme ve doğal afetlere dayanıklı yeni bir yapılanma ve şehirleşme olması gerektiğini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Yine bu afetler, Türkiye'de nüfusun, işgücünün ve sanayiinin tek bir bölgede yoğunlaşmasının ne kadar tehlikeli olduğunu da bize hatırlatmaktadır. Türkiye'de nüfus ve sanayi Marmara bölgesinde, özellikle de İstanbul ve civarında konuşlanmış durumda bulunmaktadır. En az 25 milyonluk bir nüfusu barındıran ve ülkenin gayrisafi yurtiçi hasılasının ve katma değerinin çok büyük bir kesimin üretildiği bölgede beklenen şiddetli depremin gerçekleşmesi halinde uzmanlar tarafından gerek can kaybı gerekse ekonomik kayıp anlamında son yaşadığımız Kahramanmaraş depreminden çok daha kötü bir senaryo ile karşı karşıya kalacağımız belirtilmekte ve bu durumun bir milli güvenlik meselesi olarak ele alınması önerilmektedir. Dolayısıyla depremden korunmak için bina stoğunun güçlendirilmesi ve yenilenmesinin ötesinde İstanbul ve Marmara bölgesinin rahatlatılması, insanların doğup büyüdüğü şehirlerde istihdam olanağı bulmasını sağlayacak kapsamlı politikaların oluşturulması değerlendirilmesi gereken önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Fay hatlarının geçtiği bölgelerden başlayarak, Türkiye'nin tüm şehirlerinin risk analizinin yapılması ve depreme ve diğer doğal afetlere dayanıklı hale getirilmesi ilk hedef olmalıdır. Bunun için bina stoğunun güçlendirilmesinin yanısıra daha geniş bir perspektiften sürdürülebilirlik, istihdam olanakları, temiz enerji kullanımı gibi unsurların da planlamaya dahil edilmesi gerekmektedir.

Yeniden kurulacak ya da yenilenecek yerleşim alanlarında doğru elektrik altyapısıyla birlikte üst yapının ve binaların da yeni ihtiyaçları karşılayacak şekilde planlanması ve uygulanması gereklidir. Binaların ve şehirlerin depreme karşı sağlamlığı ve afetlere karşı dayanıklılığının yanı sıra, yeni bir elektrik sistemine ve dijital teknolojilere uyumlu olmaları, ayrıca sürdürülebilirliği gözeten tüm parametreleri de karşılamaları önemlidir.

Yenilenebilir enerji kaynakları hem iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden korunmak için hem de yerli, hammadde gerektirmeyen, ucuz kaynaklar olduğu için teşvik edilmesi ve yaygınlaştırılması gereken kaynaklardır. Yeniden yapılanma kapsamında bu kaynaklar, şehirlerimizin ve enerji sistemimizin depreme ve diğer doğal afetlere dayanıklı hale getirilmesine de hizmet edebilirler. Bu kapsamda yenilenebilir dağıtık enerji kaynakları (DEK) ile yerinde üretim, mikro şebekeler ve mobil üretim birimleri aracılığıyla dayanıklılığı artıracak bir unsur olarak ön plana çıkmaktadır. Ülkemizde

[8] WMO Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970 – 2019)

dağıtık üretim daha ziyade güneş enerjisine dayalıdır. Bu tesisler depolama sistemleri ile desteklendiği takdirde bir mikroşebeke oluşturarak deprem ve diğer doğal afetlerin elektrik sistemine vereceği hasar kapsamında risklerin dağıtılmasına yardımcı olurlar.

Dağıtık yenilenebilir enerji tesislerinden bahsederken güçlü bir bina stoğunun önemini de unutmamak gerekir. Zira pek çok dağıtık üretim (çatı üstü GES'ler gibi) binaların üzerinde yer almaktadır. Bu bağlamda, yeniden kurulacak veya yenilenecek yerleşim alanlarında doğru elektrik altyapısıyla birlikte üst yapının ve binaların da yeni ihtiyaçları karşılayacak şekilde planlanması ve uygulanması gereklidir.

Sürdürülebilir ve doğal afetlere dirençli şehirler için binaların depreme dayanıklı olmasının yanısıra bu binaların sıfır emisyonlu binalar olarak tasarlanması da önemlidir. Binaların ve şehirlerin yenilenen elektrik sistemine ve dijital teknolojilere uyumlu olmaları, ayrıca sürdürülebilirliği gözeten tüm parametreleri de karşılamalarının çok yönlü faydaları olacaktır. Sıfır emisyonlu binalar enerjiyi verimli kullanan, yenilenebilir enerji kaynaklarından kendi enerjisini üretebilen ve ısıtma/soğutma için elektrifikasyon yolu ile temiz enerji kullanan, su verimliliği için verimli armatür, yağmur suyu toplama, gri su sistemleri, çatılarda güneş enerjisiyle su ısıtma ve bina altında sıcak suyu depolama gibi unsurları olan akıllı binalardır. Hem depreme dayanıklı hem de temiz enerji kaynaklarını verimli bir şekilde kullanan sıfır emisyonlu akıllı binalar nihai enerji tüketiminin yüzde 26'sını kullanan konut sektörünün karbonsuzlaşması için itici güç olacak ve enerji dönüşümünü destekleyecektir.

Mikro şebekelerin doğal afetler sırasında ve sonrasında elektrik sisteminin ayakta kalmasında ve elektriğe ulaşılabilirliğin sağlanmasında çok önemli rolleri olabilir. Türkiye elektrik şebekesi güçlü bir altyapıya sahip olsa da, bu yaşadığımız deprem felaketi gibi afetlerden en az etkilenecek şekilde stratejilerimizi belirlememiz elzemdir. Akıllı şebekeler, başta güneş ve rüzgâr olmak üzere dağıtık enerji kaynakları ve bataryalarla bütünleşik mikro şebekeler, mobil enerji depolama sistemlerinin kullanılması ilk etapta üzerine düşünülmesi gereken konular arasında yer alabilir. Türkiye'de özellikle fay hatlarının yoğun olduğu illerimizde ve bölgelerimizde bu sistemlerin yaygınlaştırılması önceliklendirilebilir. Önümüzdeki süreçte, elektrik sisteminin afetlere hazırlıklı olabilmesi ve dolaylı olarak iklim değişikliğinin etkilerini de azaltması açısından aşağıdaki hususlar önceliklendirilebilir:

- Elektrik sisteminin afetlere hazırlıklı olarak yenilenebilmesi için **kapsayıcı mevzuat, doğru finansman mekanizmaları ve farkındalık ile teknik kapasitenin geliştirilmesi gereklidir.**
- **Dijitalleşmenin getirdiği yeniliklerden azami faydalanılması gerekir:** Akıllı şebekeler, mikro şebekeler, gelişmiş ölçüm altyapısı, otomasyon, dronlar ve uzaktan algılama sistemleri, elektrik sistemi güvenilirliğini artırmaya ve doğal afet sonrası oluşan riskleri azaltmaya yardımcı olmak için azami kullanılmalıdır. Afet durumlarında, elektrik sisteminin bir noktasındaki aksaklığın/hasarın diğer noktalara etki etmemesi ya da minumum etki etmesi için akıllı şebekelerin ve mikro şebekelerin artması önemli olacaktır. Giderek daha fazla birbirine entegre olan dağıtım şebeke ağları ve dağıtık enerji kaynakları hem önemli operasyonel faydalar hem de afet ve afet sonrası dönemlerde elektrik sisteminin daha dirençli olmasını sağlayabilir.

- **Mobil enerji depolama sistemlerinin afet sonrasında ilgili bölgeye hızlı bir şekilde sevk edilmesi ve konuşlandırılması** için planların önceden yapılması önemli olacaktır.
- **Adil dönüşümün planlanması gerekir:** Bölgede yaşayan insanlar için yeni şehirlerin kurulması kadar yeni istihdam olanaklarının yaratılması da önemli olacaktır. Yeniden yapılanma ve enerji dönüşümü ile birlikte ortaya çıkacak yeni istihdam olanaklarının değerlendirilmesi, dönüşümden olumsuz etkilenen sektörler için tedbir alınması kapsamında gerekli adil dönüşüm ve sosyoekonomik politikalarının oluşturulması kritik olacaktır.
- Enerji sektöründe **afet durumunda hızlı müdahelenin yapılması için gerekli koordinasyonun önceden yapılması,** kamu koordinasyonunda enerji sektöründeki diğer paydaşların verebileceği katkıların da önceden planlanması daha hızlı müdahale şansı verebilir.
- **Dağıtık güneş ve rüzgâr enerji kaynaklarıyla birlikte batarya enerji depolamalarının kullanıldığı mikro şebekelerin artması** da yine afetlere karşı daha dirençli bir şebeke sisteminin oluşturulmasında önemli faydalar sunabilir. Türkiye'de özellikle fay hatlarının yoğun olduğu illerimizde ve bölgelerimizde bu sistemlerin yaygınlaştırılması önceliklendirilebilir.
- **Elektrik iletim sistemi tarafında, şebekenin durumununun hızla değerlendirip rapor edilmesini sağlayan geniş alan izleme sistemlerinin kullanılması** ve şebekedeki değişikliklere otomatik olarak tepki veren teknolojilerin kullanılması önemli olacaktır.



SHURA
Enerji Dönüşümü Merkezi

Bankalar Caddesi,
Minerva Han, No:2, Kat:3
34420 Karaköy / İstanbul
Tel: +90 212 292 49 51
E-mail: info@shura.org.tr
www.shura.org.tr

SHURA Kurucu Ortakları:

İPM | IPC İSTANBUL POLİTİKALAR MERKEZİ SABANCI ÜNİVERSİTESİ KAMPUSU İSTANBUL POLICY CENTER AT SABANCI UNIVERSITY

European Climate Foundation

Agora Energiewende

/company/shura @shuraedm SHURAEDM