Elektrik Mühendisleri Odası
İstanbul Şubesi

BÜLTEN

EYLÜL 2026

SAYI 85



İÇİNDEKİLER

Başyazı **4**

Halkın Faturası ve Enerjide Özelleştirme Kıskacı: Devlet Desteği Nereye Gidiyor? - Enerji Komisyonu **5**

Teknik Emeğin Sınıfsal Yeniden Konumlanışı ve Geleceği - Mehmet Yeşiltepe **8**

Küresel Enerji Denkleminde Mühendislik: Ağırlaşan Tüketim Yükü ve Yeni Elektrik/Yangın Standartları - Murat Erbaş **16**

Elektrik Enerjisinde Dijital Dönüşüm - Emre Akçin **20**

EEMKON 2027 Hazırlık Çalışmaları ve Katılım Çağrısı **25**

Ücretli Çalışan ve İşsiz Mühendisler Komisyonu **27**

Kurumsal Yapay Zeka Dönüşümünde Adreslenmesi Gereken 6 Alan - Sinan Kezer **29**

Yapay Zeka Güvenliği ve Yapay Zekanın Oluşturduğu Riskler - Orhan Mordoğan **32**

Komisyonlar: Mühendislikte Kamu Yararı ve Mesleki Sorumluluk **42**

Şubeden Teknik ve Mesleki Gündem **44**

ELEKTRİK ENERJİSİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Enerjide dijital dönüşüm son yılların en sık kullanılan kavramlarından biri. Ancak sahadaki gerçekliğe baktığımızda, beklentilerle mevcut uygulamalar arasında hâlâ önemli bir mesafe bulunduğunu görüyoruz. Günlük uygulamalara baktığımızda aslında enerjide dijitalleşmenin birçok farklı alanı olmasına rağmen bu yazıda kendi uzmanlık alanımız olan elektrik altyapılarında dijitalleşmeye odaklanacağız.

Günümüzde hâlâ pek çok işletmede aylık tüketim faturadan ya da haberleşme özelliği bulunmayan basit ölçüm cihazlarından , teknik ekiplerin düzenli ziyaretleri ve aldıkları manuel kayıtlar ile takip ediliyor; fakat enerjinin hangi hatta, hangi saatlerde ve hangi güç kalitesi koşullarında tüketildiği yeterince bilinmiyor. Bu görünürlük oluşmadan verimlilikten, kestirimci bakımdan veya yapay zekâdan söz etmek çoğu zaman eksik kalıyor.

Elektrik altyapısında dijital dönüşümün çıkış noktası oldukça net: Ölçemediğimiz bir sistemi göremeyiz, izlemediğimiz bir sistemi yönetemeyiz. Bu nedenle dönüşüm; önce doğru noktadan ve doğru cihazla ölçmekle, ardından veriyi düzenli biçimde toplamakla başlar. Analiz ve aksiyon ise bu iki adımın üzerine kurulur.



Dijitalleşme ile dijital dönüşüm aynı şey değil

Bir enerji analizörü ve sensörün panoya yerleştirilmesi, sayaçların haberleşmeye açılması veya bir izleme yazılımının kurulması dijitalleşmenin parçalarıdır. Dijital dönüşüm ise bu araçlardan gelen verinin bakım, işletme ve yatırım kararlarına düzenli olarak yansımasıdır. Başka bir ifadeyle dijitalleşme veriyi üretir; dijital dönüşüm, o veriden kurumsal bir çalışma biçimi oluşturur.

Bu ayrım önemlidir. Çünkü ölçüm cihazları kurulmuş olmasına rağmen verisi okunmayan, alarmları tanımlanmayan veya raporları karar toplantılarına girmeyen çok sayıda tesis bulunuyor. Böyle bir yapıda teknoloji vardır; ancak dönüşüm tamamlanmamıştır. Gerçek dönüşümde enerji verisi yalnızca elektrik biriminin ekranında kalmaz. Bakım planlamasına, üretim hedeflerine, satın alma kararlarına, karbon raporlamasına ve üst yönetime sunulan performans raporlarına kadar geniş bir alanda kendini gösterir.

Sahada sık karşılaştığım bir başka beklenti de enerji izleme sistemi kurulduğunda tasarrufun kendiliğinden oluşacağı düşüncesidir. Oysa ölçüm cihazı tek başına enerji tasarrufu sağlamaz; kaybın nerede ve ne zaman oluştuğunu gösterir. Tasarrufu yaratan, bu bilgiye bağlı alınan hedef ve aksiyonlardır.

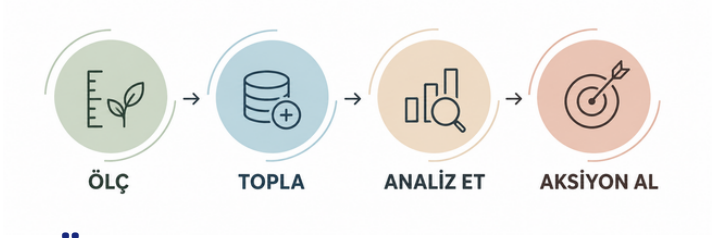
Enerjide neden daha fazla görünürlüğe ihtiyaç duyuyoruz?

Elektrik sistem ve altyapıları teknolojik gelişimlerin hızına paralel olarak daha karmaşık bir hal alıyor. Yenilenebilir enerji kaynakları, elektrikli araçlar, enerji depolama sistemleri, UPS'ler, hız kontrol sürücüleri, veri merkezleri ve hassas elektronik yükler hem tüketim profilini hem de güç kalitesi dinamiklerini değiştiriyor. Tek yönlü enerji akışına göre tasarlanmış geleneksel yapı, artık daha değişken ve daha fazla veri üreten bir sisteme dönüşüyor.

Uluslararası Enerji Ajansı, 2025 yılında küresel enerji yatırımlarının 3,3 trilyon ABD dolarına ulaşacağını; bunun yaklaşık 2,2 trilyon dolarının temiz enerji teknolojilerine yöneldiğini belirtiyor. Bu ölçekte bir dönüşümde yalnızca yeni üretim kapasitesine değil, enerjiyi güvenilir biçimde ölçen ve yöneten dijital altyapıya da ihtiyaç var.

ABD Enerji Bakanlığının enerji yönetimi rehberinde de etkili enerji kararlarının sürekli ölçüm, izleme ve veri analizine dayanması gerektiği vurgulanıyor. Başka bir ifadeyle dijitalleşmenin değeri, sahadan daha fazla veri toplamakta değil; doğru ve güvenilir veriyi karar mekanizmasına taşıyabilmekte ortaya çıkıyor.

Dönüşümün Dört Temel Adımı



1. Ölç

Ölçüm mimarisi, “her panoya bir cihaz koyalım” yaklaşımıyla değil, tesisin riskleri ve karar ihtiyaçlarıyla tasarlanmalıdır. Şebeke girişi, trafo çıkışları, jeneratör ve UPS giriş-çıkışları, kritik dağıtım panoları ile enerji yoğun yükler önceliklendirilmelidir. Burada dijital ölçüm cihazları dönüşümün temel saha katmanıdır. Sadece ekranda akım, gerilim veya kWh gösteren bir analizör yerine; haberleşebilen, zaman damgalı kayıt tutabilen, trend ve olay verisi üretebilen cihazlar tercih edilmelidir. Gerilim, akım, aktif-reaktif güç, enerji, talep ve güç faktörünün yanında; harmonikler, faz dengesizliği, gerilim çökmesi-yükselmesi, kesintiler ve geçici olaylar da ihtiyaca göre izlenmelidir.

2. Topla

Farklı noktalardaki ölçümlerin ortak bir haberleşme altyapısında toplanması gerekir. Modbus RTU/TCP, Ethernet, haberleşme ağ geçitleri, SCADA ve enerji izleme yazılımları bu katmanın araçlarıdır. Buradaki kritik konu yalnızca bağlantı kurmak değildir. Zaman senkronizasyonu, ölçüm periyotları, veri kaybı, cihaz adlandırma standardı ve siber güvenlik daha tasarım aşamasında ele alınmalıdır. Güvenilir olmayan veri, çok gelişmiş bir analiz yazılımında bile güvenilir sonuç üretmez.

3. Analiz Et

Ham verinin anlamlı bilgiye dönüşmesi için karşılaştırma gerekir. Baz yük nedir? En yüksek talep hangi saatte oluşuyor? Reaktif enerji hangi yük rejiminde artıyor? Harmonik bozulma hangi ekipman devreye girdiğinde yükseliyor? Gerilim olayı ile üretim duruşu aynı zaman damgasında mı gerçekleşiyor? Tesisin normal çalışma davranışı tanımlandığında sapmalar daha erken görülebilir. Yapay zekâ ve ileri analitik burada değerli bir üst katman olabilir; ancak doğru etiketlenmiş, sürekliliği olan ve mühendislik katkısı sağlanmış veri olmadan sağlıklı sonuç beklenmemelidir.

4. Aksiyon Al

Analiz, uygulanabilir bir karara dönüşmediği sürece rapor olarak kalır. Aksiyon yalnızca bir ekipman yatırımı da değildir. Enerji izleme ve yönetim yazılımlarında alarm eşikleri oluşturmak, pik talebi takip etmek, bölüm veya hat bazında enerji KPI'ları tanımlamak ve otomatik raporlar üretmek ilk adımlardan biri olabilir. Fiziksel tarafta ise aktif harmonik filtre, SVG veya uygun kompanzasyon çözümü; pompa ve fanlarda hız kontrol sürücüsü, verimli motor uygulaması, yük dengeleme, otomatik talep/yük yönetimi, arızalı ekipmanın bakımı ya da kablo-şalter boyutlandırmasının gözden geçirilmesi gündeme gelebilir. Hangi çözümün gerçekten fayda sağladığı ölçümle belirlenmeli; uygulama sonrasında aynı noktadan tekrar doğrulanmalıdır. Böylece süreç tek seferlik ölçümden sürekli iyileştirme döngüsüne geçer.

Dijitalleşmemiş enerjinin görünmeyen riskleri

Dijitalleşmemiş bir elektrik altyapısındaki temel risk, sistemin çalışmaması değil; bozulmanın geç fark edilmesidir. Aylık fatura toplam tüketimi gösterir fakat gece oluşan kısa bir gerilim çökmesini, nötr iletkende büyüyen üçüncü harmonik akımını, bir fazın giderek daha fazla yüklenmesini veya bir bağlantı noktasındaki sıcaklık artışını göstermez. Bu tür olaylar zaman içinde enerji kaybına, ekipman ömrünün kısalmasına, beklenmeyen açmalara, üretim duruşlarına ve bazı durumlarda güvenlik risklerine dönüşebilir.

Harmonikler bunun iyi bir örneğidir. Yüksek harmonik seviyeleri transformatör, motor, kablo ve özellikle nötr iletkenlerde ek ısınmaya; koruma elemanlarında beklenmeyen açmalara ve hassas elektronik cihazlarda çalışma problemlerine yol açabilir. Gevşek veya hasarlı elektrik bağlantıları ise ark ve yangın riskinin kaynaklarından biridir. NFPA'nın 2017–2021 ABD endüstriyel tesis verilerine göre; elektrik dağıtım, aydınlatma ve güç aktarım ekipmanları, endüstriyel yapılarda yangın başlangıcında öne çıkan ekipman grubu olarak gösteriliyor. Dijital izleme; koruma sistemlerinin, periyodik bakımın veya termal kontrolün yerine geçmez. Ancak akım, sıcaklık, harmonik, gerilim olayı ve alarm trendlerini görünür hâle getirerek anormalliğin daha erken fark edilmesini sağlar.

Saha verisi neyi değiştirir?



Yakın dönemde gerçekleştirdiğimiz kritik altyapı uygulamalarından birinde, ölçüm sonuçları UPS tarafından beslenen yüklerde yüksek akım harmonikleri ve belirgin faz akımı dengesizliği olduğunu gösterdi. Ölçüme dayalı olarak seçilen aktif harmonik filtre sonrasında akım harmonik bozulumu yaklaşık yüzde 60'tan yüzde 14'e, faz akımı dengesizliği yüzde 27,3'ten yüzde 2,6'ya geriledi; güç faktörü 0,970 ve cosφ 0,997 seviyesinde ölçüldü.

Bu örneğin asıl mesajı belirli bir ürün değildir. Ölçüm yapılmadan sorunun kaynağı ve çözüm kapasitesi doğru belirlenemezdi; uygulama sonrasında tekrar ölçüm yapılmadan da yatırımın etkisi kanıtlanamazdı. Sürekli izleme eklendiğinde ise aynı sistem, yeni yükler devreye girdikçe bozulmayı erken fark eden bir işletme aracına dönüşür. Elektrik altyapısının "röntgenini çekmek" olarak gördüğümüz güç kalitesi ölçümü, bu nedenle dijital dönüşümün güçlü başlangıç noktalarından biridir.



Sonuç: Görünmeyeni yönetemeyiz

Elektrik enerjisinde dijital dönüşüm büyük ölçekli bir yazılım projesiyle başlamak zorunda değildir. Kritik noktalara doğru dijital ölçüm cihazlarını yerleştirmek, veriyi ortak bir sistemde toplamak ve anlamlı alarmlar tanımlamak çoğu tesis için güçlü bir başlangıçtır. Çünkü aylık faturada görünmeyen bir 200 milisaniyelik gerilim çökmesi üretim hattını durdurabilir; artan harmonikler bir transformatörü veya nötr iletkeni gereksiz yere ısıtabilir; faz dengesizliği motorların ömrünü kısaltabilir. Görünür olmayan bu olaylar ölçülmediğinde çoğu zaman arıza gerçekleştikten sonra fark edilir.

Bu nedenle başarı göstergesi kurulan cihaz sayısı değil; erken fark edilen risk, önlenen duruş, azaltılan kayıp ve doğrulanabilen iyileşmedir. Elektrik mühendisinin rolü de yalnızca cihaz seçmek veya bağlantı yapmak değil; hangi verinin neden ölçüleceğini belirlemek, veriyi doğru yorumlamak ve sonucu güvenli bir aksiyona dönüştürmektir. Ölçmeden göremeyiz, izlemeden yönetemeyiz; dijital dönüşümün gerçek değeri de tam olarak burada başlar.

Emre AKÇİN
Elektrik Mühendisi, Exmas Energy Yönetici Ortağı

Kaynakça

- *International Energy Agency (IEA). (2025). World Energy Investment 2025.*
- *U.S. Department of Energy, Advanced Manufacturing Office. AMO eGuide: Measure, Monitor and Analyze Performance Metrics.*
- *NFPA Research. (2023). Fires in Industrial and Manufacturing Properties.*
- *IEC 61557-12:2018+A1:2021. Power Metering and Monitoring Devices (PMD).*
- *IEC 62586-1:2017. Power Quality Instruments (PQI).*
- *TS EN 50160; IEC 61000-4-30; IEEE Std 519-2022.*
- *Schneider Electric. The Seven Types of Power Problems. White Paper.*