



Akıllı Şebekeler Bilgilendirme Notu

Ağustos 2025

TSKB

Hazırlayanlar

Efe Tangüner – Kalkınma Finansmanı Kurumları
Ezgi İpek Koçlu – Ekonomik Araştırmalar
Gözde Demirköprülü – Kurumsal Bankacılık Satış
Meltem Eligül – Mühendislik
Özgücan Cengiz – Kurumsal Uyum
Zümray Şentürk – Finansal Analiz

Görüş ve önerileri için Can Hakyemez’e teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

Grafikler	3
Şekiller.....	3
Kısaltmalar	4
1. Akıllı Şebekeler.....	5
1.1. Tanım ve Temel Kavramlar	5
1.2. Geleneksel Şebeke ve Akıllı Şebeke Arasındaki Farklar	5
1.3. Türkiye’de ve Dünyada Tarihsel Gelişim	6
2. Akıllı Şebeke Temel Bileşenleri, Teknolojileri, Yönetimi ve Kontrolü	8
2.1. Akıllı Şebeke Temel Bileşenleri ve Teknolojileri.....	8
2.2. Akıllı Şebeke Yönetimi ve Kontrolü	11
3. Çevresel ve Sosyal Etkiler.....	12
3.1. Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi	12
3.2. Karbon Ayak İzi ve İklim Değişikliği ile Mücadele	13
4. Kamu Politikaları Dokümanları ve Mevzuat.....	15
5. Sonuç ve Öneriler.....	17

Grafikler

Grafik 1. Küresel Elektrik Şebeke Yatırımları (milyar dolar)	7
Grafik 2. Ülkelere Göre Konut Akıllı Sayaç Oranı (%)	9

Şekiller

Şekil 1. Akıllı Şebeke Kontrolü.....	10
--------------------------------------	----

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CO ₂	Karbondioksit
DYS	Dağıtım Yönetim Sistemi
EDS	Enerji Depolama Sistemleri
ELDER	Elektrik Dağıtım Hizmetleri Derneği
ENAR	Enerji Sektörü Araştırma-Geliştirme Projeleri
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EV	Elektrikli Araçlar
EYS	Enerji Yönetim Sistemi
GÖA	Gelişmiş Ölçüm Altyapısı
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
IRENA	Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
KİT	Kamu İktisadi Teşebbüsü
MASS	Milli Akıllı Sayaç Sistemleri Projesi
MVYS	Merkezi Veri Yönetim Sistemi
OSO	Otomatik Sayaç Okuma
SCADA	Merkezi kontrol ve veri toplama sistemi
SPK	Sermayesi Piyasası Kurulu
TAŞ	Türkiye Akıllı Şebekeler 2023 Vizyon ve Strateji Belirleme Projesi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TSKB	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
V2G	Vehicle-to-Grid, Araçtan Şebekeye

1. Akıllı Şebekeler

1.1. Tanım ve Temel Kavramlar

Akıllı şebekeler gerçek zamanlı arz ve talep izlemesi yaparak verimli eşleşme sağlayan, maliyetleri en aza indirmek ve sistem istikrarını sağlamak için dijital teknolojiler, sensörler ve yazılımlar kullanan elektrik şebekeleridir¹. Akıllı şebekeler çift yönlü bilgi akışı sağlanmasına olanak tanır. Bu çift yönlü akış sayesinde elektrik sistemlerinin verimliliğine ve özellikle rüzgâr, güneş gibi kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme entegrasyonuna katkı sağlarlar. Böylece enerji dönüşümü için de önemli bir rol oynarlar.

Şebekelerin “akıllı” olabilmesi için çeşitli yazılım ve donanım teknolojilerini kullanarak elektrik sisteminin izleme ve dengelemesini yapması, dijital ve çift yönlü bilgi akışı sağlaması, yapay zekâ destekli güvenlik ve dayanıklılığa sahip olması gerekiyor. Bu doğrultuda akıllı şebekeler elektrik tedarik sisteminin her adımına etki edebiliyor². Örneğin elektriğin üretim, iletim, dağıtım adımlarında geniş alan izleme ve kontrolü ile iletim geliştirme uygulamaları kullanılıyor. Dağıtım süreci sonrası kontrol ve tüketiciye ulaşma aşamalarında ise dağıtım şebekesi yönetimi, gelişmiş ölçüm altyapısı ile bina otomasyon sistemleri, akıllı termostatlar gibi müşteri tarafı sistemleri öne çıkıyor. Bununla birlikte bilgi ve iletişim teknolojileri ile elektrik depolama sistemlerinin kullanımı da tüm tedarik zincirinde yer buluyor. Bu sayede akıllı şebekeler gelişmiş veri yönetimi ile elektrik sistemlerinin esnekliğine, dayanıklılığına ve onarımına katkı sağlıyor. Elektrik sistemlerinin esnekliğinin artması da kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırıyor.

Bununla birlikte akıllı şebekeler veri yönetimine yapay zekâ uygulamalarını da dahil ederek şebekelerin kontrollerinin ve bakımlarının otonom bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlıyor³. Ayrıca, gelişmiş modelleme yetenekleri sayesinde arz ve talep tahminlerini iyileştirerek planlamayı destekliyor.

1.2. Geleneksel Şebeke ve Akıllı Şebeke Arasındaki Farklar

Geleneksel şebekeler genellikle üç temel sistemden oluşuyor: Üretim, iletim ve dağıtım. Geleneksel şebekelerde bir elektrik santralinde üretilen elektrik sırasıyla bu sistemleri izleyerek tüketicilere ulaşıyor. Bir başka deyişle elektrik ve dolayısıyla sistemler arası bilgi aktarımı tek bir yönde hareket ediyor. Ancak akıllı şebekelerde çift yönlü bir aktarım gözlemleniyor. Çift yönlü işleyen bu şebekeler sayesinde dinamik hale gelen elektrik sistemleri ise daha verimli çalışıyor⁴.

Akıllı şebekeleri geleneksel şebekelerden ayıran bir diğer özellik ise sistemde yaşanan aksaklıklara cevap verme süreleridir. Geleneksel şebekelere bağlı sistemlerde arz ve talep dengesizliği sonucu yaşanabilecek olan sorunların genellikle insan müdahalesi ile çözüldüğü ve zaman aldığı görülüyor⁵. Gerçek zamanlı veriye göre analiz ve tahmin yürüten ve sistem dengelemesini buna göre yapan akıllı şebekeler ise otomatik süreç yönetimi ile sorunlara daha hızlı cevap verebiliyorlar. Bununla birlikte akıllı

¹ IEA. <https://www.iea.org/energy-system/electricity/smart-grids>

² KPMG. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/cn/pdf/en/2023/05/smarter-grids.pdf>

³ Financial Times. <https://www.ft.com/partnercontent/hitachi/why-digitalisation-of-electricity-grids-is-essential.html>

⁴ IEA. <https://www.iea.org/energy-system/electricity/smart-grids>

⁵ Powell et al. (2024). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484724003299>

şebekeler dijital ve siber altyapıya yönelik performans iyileştirmeleri de sağlayarak olası siber saldırılara karşı da elektrik şebekelerini daha güvenli hale getiriyorlar⁶.

Sistemdeki dengesizlikleri etkili şekilde çözebilmeleri akıllı şebekelerin zamana dayalı elektrik kullanımında daha fazla kontrole sahip olmasını sağlayarak akıllı şebekeleri geleneksel şebekelere göre öne çıkarıyor⁷. Bu da kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında akıllı şebekelerin önemine işaret ediyor. Bununla birlikte akıllı şebekeler son kullanıcıların da gerçek zamanlı bilgi sahibi olmasını sağlayarak tüketimlerini kontrol etme ve verimliliklerine katkı sağlama imkânı sunuyor.

1.3. Türkiye’de ve Dünyada Tarihsel Gelişim

Dünya genelinde akıllı şebeke uygulamaları 2000’li yıllardan itibaren artmaya başlıyor. Artan enerji talebinin yönetimi, enerji arz güvenliği, karbon emisyonlarının azaltılması ve yenilenebilir enerji entegrasyonu hedefleri doğrultusunda Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Avrupa Birliği (AB) ve Çin gibi ülkeler öncülüğünde akıllı şebeke yatırımlarının yapıldığı görülüyor. Özellikle AB’nin “20-20-20” hedefleri olarak bilinen “2020 İklim ve Enerji Paketi” kapsamında enerji verimliliğinin artırılması ve kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla akıllı şebeke uygulamaları destekleniyor⁸.

ABD’de akıllı şebeke yatırımları ile akıllı sayaç kullanımı yaygınlaşırken, şebekede talep yönetimi sağlandığı ve elektrik kayıplarının azaltıldığı görülüyor⁹. Çin ise akıllı şehir uygulamaları ile entegre şekilde akıllı şebeke yatırımlarını artırarak karbon ayak izini azaltmayı hedefliyor¹⁰.

Türkiye’de akıllı şebeke çalışmaları 2010’lu yıllardan itibaren başladı. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından yürütülen çalışmalarla akıllı sayaç pilot uygulamaları İzmir, Kayseri gibi şehirlerde gerçekleştirilirken, kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekeye entegrasyonu sağlandı. Türkiye’nin 2030 sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda kayıp-kaçak oranlarının azaltılması, enerji verimliliğinin artırılması ve karbon emisyonlarının düşürülmesi amacıyla akıllı şebeke yatırımlarının artırılması hedefleniyor¹¹.

Önümüzdeki dönemde akıllı şebekelerin elektrikli araç şarj istasyonları, elektrik depolama sistemleri ve akıllı şehir uygulamaları ile entegre edilerek yaygınlaştırılması bekleniyor. Bunun, Türkiye’nin kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarını daha verimli kullanmasına ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasına katkı sağlayacağı öngörülüyor.

Daha fazla yenilenebilir enerji kullanımı, artan dijitalleşme ve elektrifikasyon ile küresel elektrik talebinin giderek artması şebeke esnekliğine olan ihtiyacı öne çıkarıyor. Bu ihtiyaç da küresel elektrik şebeke yatırımlarında kendini gösteriyor. Grafik 1’de görüldüğü üzere küresel şebeke yatırımları 2020

⁶ KPMG. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/cn/pdf/en/2023/05/smarter-grids.pdf>

⁷ Dünya Ekonomik Forumu. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Risk_Snapshot_Smart_Grids.pdf

⁸ Avrupa Birliği. <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/2020-climate-and-energy-package.html>

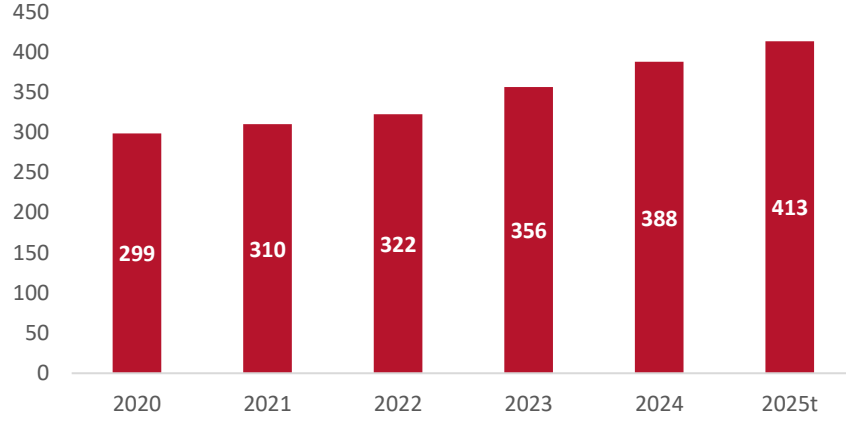
⁹ <https://dunyaenerji.org.tr/akilli-sebeke-nedir-ve-abdnin-enerji-gelecegini-nasil-koruyabilir/>

¹⁰ <https://climatecooperation.cn/climate/china-releases-its-first-energy-law/>

¹¹ T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2025/08/Iklim-Degisikliginin-Surdurulebilir-Kalkinmaya-Etkisi-Ozel-Ihtisas-Komisyonu-Raporu_01082025.pdf

yılından bu yana artmaya devam ederken, bu miktarın 2025 yılı sonunda 413 milyar dolara ulaşacağı öngörülüyor¹². Bu yatırımlara akıllı sayaçlar, otomasyon, yönetim ve iletişim sistemleri ve yazılımlar da dahil ediliyor. Ancak net sıfır hedefleri doğrultusunda şebeke yatırımlarının hızlanması gerektiği vurgulanıyor, bunun için de izin süreçlerine, regülasyonlara ve maliyetlere yönelik düzenleme ihtiyacına dikkat çekiliyor.

Grafik 1. Küresel Elektrik Şebeke Yatırımları (milyar dolar)



Kaynak: IEA, TSKB

¹² IEA. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/1c136349-1c31-4201-9ed7-1a7d532e4306/WorldEnergyInvestment2025.pdf>

2. Akıllı Şebeke Temel Bileşenleri, Teknolojileri, Yönetimi ve Kontrolü

2.1. Akıllı Şebeke Temel Bileşenleri ve Teknolojileri

Akıllı şebeke sistemlerinde kullanılan temel bileşenler ve teknolojiler; ağ tabanlı veri ve bilgi entegrasyonu sağlayan akıllı üretim, otomasyon sistemleriyle donatılmış akıllı istasyonlar, dengeleyici ve optimize edici akıllı dağıtım, uzaktan izlenebilen ve kontrol edilebilen akıllı sayaçlar, bütünleştirilmiş haberleşme altyapısı (veri toplama, koruma ve kontrol sistemleri) ve ileri kontrol metodlarından (internet tabanlı sistemler, yapay zekâ destekli mekanizmalar) oluşuyor¹³. Bu bileşenler sayesinde elektrik sistemleri, üretimden tüketime kadar olan tüm süreçlerde daha verimli, esnek, güvenilir ve kararlı bir yapıya sahip oluyor. Bu teknolojinin temel yapı taşları arasında Gelişmiş Ölçüm Altyapısı (GÖA), Dağıtım Yönetim Sistemi (DYS), Enerji Yönetim Sistemi (EYS), Enerji Depolama Sistemleri (EDS) ile Merkezi Kontrol ve Veri Toplama Sistemi (SCADA) bulunuyor.

Gelişmiş Ölçüm Altyapısı (GÖA), hizmet sağlayıcılar (elektrik dağıtım şirketleri, tedarikçiler vb.) ile tüketiciler arasında otomatik ve çift yönlü iletişimi sağlayan entegre, sabit ağ sistemlerdir. Bu altyapı ile hizmet sağlayıcılar ve tüketiciler elektrik tüketimini gerçek zamanlı olarak uzaktan izleyebilir, yönetebilir, arıza, kaçak ve aşırı kullanımı tespit edebilir ve optimize edebilir¹⁴. GÖA, akıllı sayaçlar, iletişim ağları ve Merkezi Veri Yönetim Sistemi'nden (MVYS) oluşuyor.

- **Akıllı Sayaçlar:** Elektrik tüketim verileri dijital sayaçlar aracılığıyla gerçek zamanlı izlenir. Veri toplama, iletimi, yönetimi ve analizi imkânı sunan akıllı sayaçlar aynı zamanda tüketim detaylarına dair bilgi sahibi olabileceği bir arayüz için de imkân sunar¹⁴.
- **İletişim Ağı:** Sayaçlarla merkezi sistem arasında veri akışını kablosuz, hücreli ağlar veya radyo frekans sinyalleri vb. aracılığıyla sağlar¹⁵.
- **MVYS:** Akıllı sayaçların ürettiği büyük verinin toplanmasına, işlenmesine ve analiz edilmesine olanak tanıyan entegre bilgi teknolojisi altyapısıdır¹⁶.

Günümüzde birçok elektrik dağıtım şirketi tarafından kullanılan otomatik sayaç okuma (OSO) sistemleri, genellikle tek yönlü veri iletimine imkân tanımakta ve bu nedenle akıllı şebeke uygulamalarının gerektirdiği iki yönlü veri iletişim altyapısını (uzaktan müdahale, enerji yönetimi vb.) karşılayamıyor. GÖA ise gelir akışının takibi ve varlıkların izlenmesini sağlayan, gelişmiş iletişim ve bilgi teknolojileri altyapısına sahip bütünleşik bir sistemdir¹⁷.

Bu teknoloji sayesinde elektrik enerjisinin arz-talep dengesine bağlı olarak farklı zaman dilimlerinde değişen maliyetlere göre zaman bazlı fiyatlandırılma yapılmasını mümkün kılıyor, elektrik talebinin yoğun olduğu dönemlerde tüketimi azaltmayı veya talebin daha düşük olduğu zaman dilimlerine kaydırmayı hedefleyen talep tarafı uygulamalarıyla şebeke üzerindeki yük dengeleniyor. Ayrıca, uzaktan yük kontrolü, kaçak elektrik kullanımı tespiti veya elektrik kesintisi gibi işlevler de bu teknoloji ile gerçekleştirilebiliyor¹⁵. Sonuç olarak, GÖA sistemleri sadece veri toplama özelliği ile sınırlı kalmamakta, elektrik yönetimi, tüketici

¹³ Akıllı Şebekeler, TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni 2017/2

¹⁴ IBM. <https://www.ibm.com/think/topics/advanced-metering-infrastructure>

¹⁵ <https://electrical-engineering-portal.com/smart-grid-communications-overview>

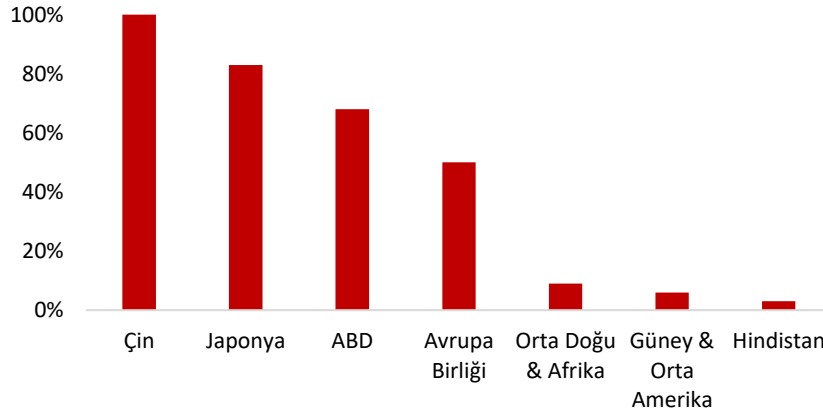
¹⁶ <https://dadaoenergy.com/tr/blog/what-is-mdm-in-smart-meter/>

¹⁷ <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/advanced-metering-infrastructure>

katılımı, şebeke güvenilirliği ve operasyonel verimlilik açısından da akıllı şebekelerin temel yapı taşlarından biri olarak değerlendiriliyor¹⁵.

Günümüzde, Çin’de konutların yaklaşık tamamında akıllı sayaçlarla elektrik tüketiminin takibi yapılırken, bu oran ABD’de yaklaşık %70, AB’de ise yaklaşık %50 seviyesindedir¹⁸. İletim şebekelerinde dijitalleşme dağıtım şebekelerine kıyasla dünya genelinde daha ileri düzeyde gerçekleşmiş olsa da gelişmekte olan ülkelere akıllı sayaçların yaygın olmamasından nedeniyle şebeke izlenebilirliği ve otomasyon sınırlı kalmaktadır. Aşağıdaki görselde ülkelere ve bölgelere göre konutlarda akıllı sayaç kullanım oranları yer almaktadır.

Grafik 2. Ülkelere Göre Konut Akıllı Sayaç Oranı (%)



Kaynak: IEA, TSKB

Dağıtım Yönetim Sistemi (DYS), elektrik dağıtım süreçlerinin izlenmesine, yönetilmesine ve optimizasyonuna olanak tanıyan ileri düzey yazılım ve donanım sistemlerdir. Bu sistemler, sensörler, akıllı sayaçlar ve otomasyon cihazları aracılığıyla şebekelerdeki durumları sürekli takip ederek kesinti izolasyonu, sorun tespiti, yük ve akım konfigürasyonu olanağı tanır. Ayrıca, çeşitli dijital araçları kullanarak şebekenin optimum durumunu tahmin eder ve gerçekleşen sapmalara karşı hızlı müdahale imkânı sağlar. Böylelikle, elektrik kayıplarının minimize edilmesine ve şebeke performansının artırılmasına katkı sağlar¹⁹.

DYS’ler kesintilerin önlenmesi, arıza önceliklendirmesinin doğru yapılması ve operasyonel kararların daha doğru verilmesi açısından büyük önem taşıyor. Özellikle elektrik talepleri ve şebeke karmaşıklığının artması, kesintili yenilenebilir kaynakların yaygınlaşmasıyla birlikte, DYS çözümleri kritik altyapı olarak ön plana çıkıyor¹⁷.

Enerji Yönetim Sistemi (EYS), elektrik şebekesindeki üretim, iletim, depolama ve tüketim süreçlerinin merkezi ve gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve yönetilmesini sağlayan entegre bir sistemdir. Özellikle karmaşık elektrik altyapılarının optimizasyonunda önemli bir rol üstlenir. Hem yazılım hem de donanım bileşenlerinden oluşan bu sistemler, dağıtık enerji kaynaklarının senkronize ve verimli şekilde işletilmesini sağlar. EYS, şebeke noktalarından topladığı veriler aracılığıyla elektrik akışını gerçek zamanlı olarak izler,

¹⁸ IEA. <https://www.iea.org/energy-system/electricity/smart-grids>

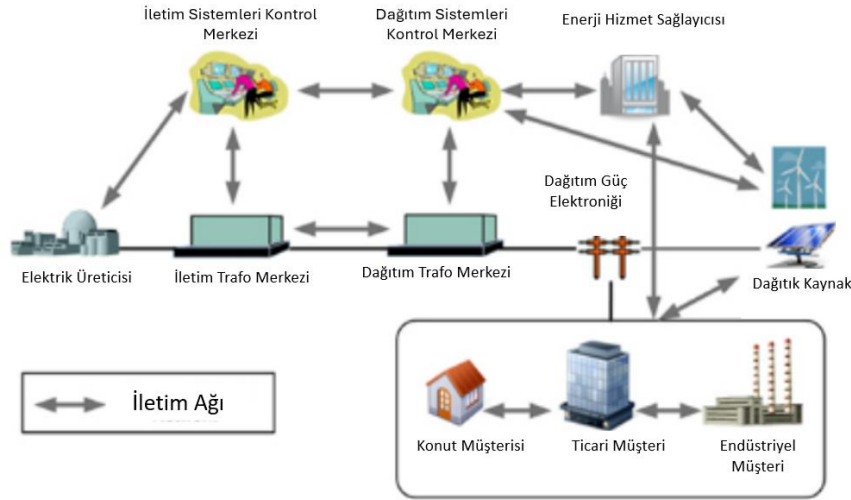
¹⁹ Dünya Bankası. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/07ae7bd2-3af0-559a-b028-866d54ad4a68/content>

analiz eder, talep tahmini yapar ve bu doğrultuda üretim planlamasını gerçekleştirir²⁰. Aynı zamanda, EDS'lerin etkin biçimde kullanılması için karar destek mekanizmaları sunar. Güneş, rüzgâr gibi kesintili yenilenebilir enerji kaynakların elektrik üretimdeki paylarının artışıyla beraber şebekenin dengede tutulması daha karmaşık hale geliyor²¹. Bu nedenle, EYS'nin doğru yapılandırılması ve etkin bir biçimde işletilmesi güvenilir ve sürdürülebilir elektrik arzı için önem taşıyor.

Enerji Depolama Sistemleri (EDS), yenilenebilir enerji kaynaklarının mikro şebekelerle entegre edilmesi sürecinde sistemin operasyonel verimliliğini ve güvenilirliğini artırmak amacıyla kullanılıyor. Kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarının yük profiliyle senkronize çalışamaması, şebeke kararlılığını olumsuz yönde etkileyebiliyor. Bu nedenle, elektrik üretimindeki dalgalanmaları dengelemek ve arz-talep sürekliliğini sağlamak için lityum-iyon bataryalar, süperkapasitörler ve termokimyasal enerji depolama çözümleri gibi ileri teknolojilerden faydalaniyor. Bu sistemler, kısa ve uzun vadeli elektrik depolama ihtiyaçlarına yanıt vererek frekans regülasyonu, pik talep dengelemesi, yük kaydırma gibi işlevleri yerine getiriyor²².

SCADA, elektrik şebekeleri, üretim hatları ve diğer altyapıların merkezi olarak izlenmesi ve yönetilmesi amacıyla kullanılan bilgisayar tabanlı denetim ve kontrol sistemleridir. SCADA'lar, iki yönlü veri iletişimiyle verileri merkezi sunuculara iletir ve aynı zamanda uzaktan kontrol ve komut gönderir²³. Veri aktarımı fiber optik, programlanabilir kontrol cihazı, GSM/3G/4G/5G gibi iletişim teknolojileri ve protokolleri aracılığıyla gerçekleştirilir. Bu sistemler, şebekede oluşabilecek arıza, voltaj dalgalanması, aşırı yüklenme gibi durumları gerçek zamanlı olarak tespit ederek ve meydana gelen sorunları otomatik olarak izole ederek sistemin geri kalanının etkilenmesini engeller²¹.

Şekil 1. Akıllı Şebeke Kontrolü



Kaynak: ABD Enerji Bakanlığı, TSKB

²⁰ <https://www.gridx.ai/knowledge/what-is-an-energy-management-system>

²¹ IEA. <https://www.iea.org/energy-system/electricity/renewable-integration>

²² <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352152X21003340>

²³ <https://helendarmi-hd.medium.com/scada-and-smart-energy-grid-control-automation-1f319a179be2>

Bu özellikleri sayesinde SCADA'lar, merkezi kontrole olan bağımlılığı azaltabilir, karar verme süreçlerini yerel yönetimlere devredebilir, akıllı elektronik cihazlar ile entegre çalışarak sistemin analiz edilebilirliğini artırır. Mikro şebekeler ve elektrik üretim/dağıtım sistemleriyle uyumlu çalışarak operasyonların sürekliliğini korur. Ayrıca, kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarında, elektrik talebine göre otomatik üretim algoritmalarıyla sistem dengesini korur. Bu yönüyle SCADA'lar, dağıtık enerji sistemlerinin gerçek zamanlı izlenmesi, kontrolü ve otomasyonunda kilit rol üstleniyor²¹.

2.2. Akıllı Şebeke Yönetimi ve Kontrolü

Akıllı şebekeler, elektrik üretiminden iletim ve dağıtıma kadar tüm operasyonel süreçlerin daha verimli, esnek ve gerçek zamanlı yönetilmesine sağlar. Bununla birlikte, bu gelişmiş yapıların verimli bir şekilde çalışabilmesi için, yüksek kontrol yeteneğine sahip, değişken koşullara uyum sağlayabilen ve güvenilir bir elektrik iletim altyapısı ihtiyacı da önemli bir faktör haline geliyor. Sürekli değişen arz-talep dinamiklerine yanıt verebilmek adına, akıllı şebekelerin sürekli iyileştirilmesi gerekiyor. Akıllı şebekelerin performansını artırmaya yönelik iyileştirme alanları arasında koordinasyon, gözlemlenebilirlik, güvenlik ve esneklik bulunuyor²⁴.

Koordinasyon: Akıllı şebekelerde yer alan dağıtık enerji kaynakları, tüketiciler, üreticiler ve EDS'ler ve diğer ilgili bileşenlerin entegre bir biçimde çalışması büyük önem taşıyor. Sistem bileşenlerinin sayısı arttıkça ve sisteme yeni teknolojiler entegre edildikçe, operasyonel planlama ve yönetim süreçleri daha karmaşık hale geliyor. Bu nedenle sistemde operasyonel uyumu sağlanmak için gelişmiş koordinasyon mekanizmalarına (dağıtık kontrol sistemleri, talep tarafı yönetimi, EYS'ler vb.) ihtiyaç duyuluyor¹⁹.

Gözlemlenebilirlik: Şebeke operatörlerinin, sisteminin anlık durumu hakkında zaman, coğrafi ve topolojik yapısı açısından farkındalık sağlayabilmesi, sistem kararlılığı ve arıza tespiti/müdahalesi açısından önemlidir. Şebekelerde gözlemlenebilirlik; sensörler, akıllı sayaçlar, SCADA ve GÖA vb. teknolojiler aracılığıyla gerçek zamanlı verilerin toplanması ve analiz edilmesiyle gerçekleştirilir. Bu veriler gerilim, akım, güç akışı, frekans, faz bilgisi, yük profili ve enerji kalitesi gibi parametreleri içeriyor²⁴.

Güvenlik: Akıllı şebekeler hem fiziksel altyapıyı hem de dijital iletişim sistemlerini kapsadığından, fiziksel (ekipman sabotajı, doğal afet vb.) ve siber (veri sızıntısı, servis dışı bırakma saldırıları, kötü amaçlı yazılım saldırıları vb.) tehditlere karşı yüksek düzeyde korunmalıdır. Bu tür saldırılar yalnızca operasyonel kesintilere değil, aynı zamanda şebeke kararlılığının bozulmasına ve kritik altyapıların devre dışı kalmasına neden olabilir. Bu nedenle akıllı şebekelerde güvenliğin sağlanması için, çok katmanlı siber güvenlik önlemleri, veri güvenliği, erişim kontrolleri ve sürekli izleme mekanizmaları uygulanmalıdır¹⁹.

Esneklik: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) bir elektrik sisteminin esnekliğini, üretim veya tüketimin arz-talep dengesindeki beklenen ya da ani değişimlere yanıt verecek şekilde değiştirebilme kapasitesinin derecesi olarak tanımlıyor²⁵. Bu kapsamda akıllı şebekeler, ani yük değişimlerine karşı dengeleme yapabilmeli, kesintisiz güç arzını sürdürebilmeli ve şebeke entegrasyonuna açık olmalıdır¹⁹.

²⁴ ABD Enerji Bakanlığı. https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-05/2020%20Smart%20Grid%20System%20Report_0.pdf

²⁵ IEA. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2011/05/harnessing-variable-renewables_g1g13432/9789264111394-en.pdf

3. Çevresel ve Sosyal Etkiler

Günümüzde enerji sistemleri yalnızca teknik altyapı çözümleri olmaktan çıkmış, toplumların sürdürülebilirlik vizyonlarının, iklim politikalarının ve sosyal adalet hedeflerinin taşıyıcı unsurlarından biri hâline gelmiştir. Bu dönüşümün en somut göstergelerinden biri olan akıllı şebekeler (smart grids), bilgi ve iletişim teknolojileriyle enerji sistemlerini bütüncül bir yapıya dönüştürerek yalnızca arz-talep dengesinin sağlandığı bir yapı sunmakla kalmamakta, aynı zamanda kaynak verimliliğini artıran, karbon emisyonlarını azaltan ve kullanıcıların enerji ile olan etkileşimini daha katılımcı, bilinçli ve eşitlikçi hâle getiren bir sistem mimarisi sunuyor. Geleneksel elektrik altyapısının merkezi ve tek yönlü yapısı, günümüzdeki değişken tüketim alışkanlıklarına, iklim değişikliği kaynaklı risklere ve kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonuna yeterince yanıt veremezken; akıllı şebekeler, veri odaklı karar alma mekanizmaları, otomatik kontrol sistemleri, dağıtık üretim modelleri ve kullanıcı odaklı tarifelendirme politikalarıyla enerji dönüşümünün teknik değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal bir boyuta taşınmasına öncülük ediyor.

3.1. Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi

Akıllı şebekelerin çevresel etkileri, yalnızca elektrik üretimi ve tüketimi arasındaki fiziksel verimliliğin artırılması ile sınırlı kalmayıp, aynı zamanda doğrudan ekosistem krizi ile mücadele ve doğal kaynakların korunmasına yönelik somut kazanımlar sağlıyor. Gerçek zamanlı veri işleme kabiliyeti sayesinde elektrik talebindeki ani değişimler anında tespit edilerek arz kaynaklarının verimli biçimde yönlendirilmesi mümkün olmakta; böylece talep fazlası durumlarda fosil yakıtlı yedek elektrik üretimi gibi karbon yoğun çözümlerin devreye girmesi engellenir. IEA tarafından yayımlanan raporda akıllı şebekelerin yaygın olarak benimsenmesi hâlinde, 2040 yılına kadar küresel ölçekte yıllık 1,2 milyar ton karbondioksit (CO₂) emisyonunun önlenebileceği öngörülmüş²⁶. Bu potansiyel, enerji sistemlerinin karbonsuzlaşması yönünde akıllı şebekelerin nasıl stratejik bir rol oynadığını açıkça ortaya koyuyor.

Ayrıca, dünya genelinde iletim ve dağıtımda kayıp elektriğin oranı ortalama %8,2 düzeyindedir²⁷. Bu kayıpların akıllı altyapı sistemleriyle %5'in altına çekilmesi, yalnızca enerji verimliliğini artırmakla kalmayacak, aynı zamanda üretim kaynaklı çevresel yükün azaltılmasına da doğrudan katkı sunacaktır.

Bununla birlikte, kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr vb.) şebeke sistemine entegre edilmesi, klasik elektrik altyapılarında ciddi teknik ve yapısal sorunlara neden olurken; akıllı şebekelerin sunduğu esnek yük yönetimi, anlık talep tahmin sistemleri ve depolama çözümleri ile bu sorunların büyük ölçüde ortadan kaldırılması mümkün hâle geliyor. AB'nin 2023 yılında yayımladığı rapora göre, Avrupa'da 2022 yılında şebekeye entegre edilen yenilenebilir enerji kapasitesinin %40'ından fazlası akıllı sistem altyapıları ile yönetildi²⁸. Bu durum, yalnızca teknik başarıyı değil, aynı zamanda elektrik üretiminin çevresel etkilerini minimize etme yönünde sistematik bir dönüşümü de temsil ediyor.

Akıllı şebekelerin sosyal etkileri ise çoğunlukla enerjiye erişim adaleti, tüketici davranışlarının dönüşümü, dijital enerji okuryazarlığı ve yeni istihdam alanlarının yaratılması ekseninde şekilleniyor. Gelişmiş sayaç teknolojileri ve dijital platformlar aracılığıyla bireyler, yalnızca elektrik tüketicisi olmakla kalmayıp aynı zamanda yönlendirici konumuna gelerek enerji piyasasında daha etkin roller üstleniyor. Bu

²⁶ IEA. <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>

²⁷ Dünya Bankası. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS>

²⁸ Avrupa Komisyonu. https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters_en

dönüşüm, özellikle düşük gelirli kesimlerin enerjiye erişimini daha şeffaf ve adil tarifelendirme yöntemleriyle kolaylaştırmakta; time-of-use (kullanım zamanı bazlı) gibi dinamik fiyatlandırma modelleriyle, enerji yoksulluğu yaşayan hanelerin faturalarını düşürmelerine imkân tanıyor. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'nın (UNDP) 2021 yılında yayımladığı "Enerji Erişimi ve Eşitlik" raporuna göre, akıllı şebeke temelli mikro-şebeke sistemlerinin Afrika'da yaklaşık 50 milyon kişinin ilk kez sürekli ve güvenilir enerjiye erişmesini sağlıyor²⁹.

Ayrıca, bu dönüşüm süreci enerji sektörünün istihdam yapısını da yeniden şekillendiriyor. Geleneksel enerji sektörlerinde daha çok mekanik ve altyapı odaklı meslek kolları öne çıkarken, akıllı şebeke sistemlerinde veri bilimi, yazılım mühendisliği, elektrik analitiği, siber güvenlik ve yapay zekâ gibi çok disiplinli alanlarda yeni istihdam olanakları doğuruyor. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA) istihdam raporuna göre, dijitalleşen enerji sistemlerinin 2030 yılına kadar küresel ölçekte 12 milyon yeni iş imkânı doğurması bekleniyor³⁰. Bu çerçevede, akıllı şebekeler sadece çevresel değil, aynı zamanda sosyal eşitsizliklerin azaltılması ve ekonomik kalkınmanın desteklenmesi bakımından da dönüştürücü bir potansiyele sahip.

3.2. Karbon Ayak İzi ve İklim Değişikliği ile Mücadele

CO₂ emisyonlarının azaltılması ve ekosistem krizi ile mücadele noktasında akıllı şebekeler, enerji sektörünün dijitalleşme yoluyla dönüşümünü mümkün kılarak yalnızca teknik değil, aynı zamanda politik ve ekonomik düzeyde de etki yaratan çözümler sunuyor. Geleneksel elektrik altyapıları, özellikle ani talep artışlarına karşı fosil yakıt bazlı üretim ünitelerini yedekte tutmak zorunda kaldığından, yüksek oranda karbon salımına neden oluyor. Oysa akıllı şebekeler, talep tarafı yönetimi stratejileri ile kullanıcıların elektrik tüketimini sistem dengesi doğrultusunda yönlendirebilirken, sistem genelinde daha düşük karbon ayak izi ile elektrik arzı sağlanmasına neden oluyor.

Özellikle elektrikli araçlar (EV) ile akıllı şebekelerin entegre çalıştığı V2G (Vehicle-to-Grid, Araçtan şebekeye) sistemleri, bu alanda oldukça yenilikçi bir uygulama alanı sunuyor. EV yalnızca ulaşım kaynaklı emisyonların azaltılmasını sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda şebekeye geri enerji sağlayarak elektrik arz güvenliğini destekliyor ve kesintili yenilenebilir kaynakların daha esnek bir şekilde kullanılmasına katkı sunuyor. ABD Enerji Bakanlığı'nın verilerine göre, V2G uygulamaları sayesinde EV bataryaları, ABD genelindeki şebekelerde %10 ila %15 arasında pik yükü düşürme potansiyeline sahip³¹. Bu durum hem şebeke istikrarını artırıyor hem de yeni elektrik altyapısı yatırımı ihtiyacını azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunuyor.

Akıllı şebekeler aynı zamanda CO₂ emisyonlarının gerçek zamanlı izlenmesine ve yönetilmesine imkân tanıyan altyapılarıyla, iklim politikalarının belirlenmesinde ve CO₂ ticareti mekanizmalarının etkinliğinde kritik rol oynuyor. Örneğin Almanya, 2024 yılı itibarıyla başlattığı "Smart Grid-Driven Carbon Pricing" uygulamasıyla, akıllı şebekelerden elde edilen veri setlerini kullanarak dinamik karbon fiyatlaması modelini

²⁹ UNDP. <https://www.undp.org/publications/energy-access-global-south>

³⁰ IRENA. <https://www.irena.org/publications/2023/Mar/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2023>

³¹ ABD Enerji Bakanlığı. <https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/vehicle-grid-integration-vgi>

geliştirdi³². Bu model, hem CO₂ piyasalarının daha etkin işlemlerini sağlıyor hem de emisyon azaltım hedeflerinin somut ve ölçülebilir biçimde takibini mümkün kılıyor.

Ekosistem krizi kaynaklı aşırı hava olaylarının enerji sistemleri üzerindeki yıkıcı etkileri ise başka bir önemli konudur. Şiddetli fırtınalar, sel baskınları ya da sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava olayları, geleneksel şebekelerde ciddi kesintilere ve uzun süreli arz kayıplarına neden oluyor. Buna karşın, akıllı şebekeler otomatik arıza tespiti ve izolasyon sistemleri sayesinde bu tür afetlere karşı çok daha dirençli bir yapı sunuyor. ABD Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı'nın çalışmasında, 2021'de Teksas'ta yaşanan kar fırtınasında klasik şebekeler çökerken, akıllı mikro-şebeke sistemleriyle çalışan bazı bölgelerin elektriği kesintisiz olarak sağlamaya devam ettiği vurgulanıyor³³.

³² Almanya Federal Ekonomi ve İklim Eylem Bakanlığı. <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Reports/smart-grids-and-carbon-pricing.html>

³³ ABD Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı. <https://www.nrel.gov/news/program/2022/microgrids-texas-winter-storm.html>

4. Kamu Politikaları Dokümanları ve Mevzuat

Akıllı şebeke kavramı mevzuatımızda “üretim, iletim, dağıtım sistemlerinde enerjinin güvenilir, verimli, kesintisiz olarak aktarılabilmesi ve kaynakların verimli kullanılabilmesi amacıyla, siber güvenliğe sahip bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılmasıyla gelişmiş izleme, ölçüm, yönetim ve veri paylaşımının yapılabildiği, kullanıcı talepleri ile şebeke imkanlarının optimum şekilde eşleştirilmesini sağlamaya yönelik şebekeler” olarak tanımlanıyor³⁴. Mevzuatta akıllı şebeke kavramına doğrudan yapılan atıflar sınırlıdır.

- 08.06.2010 tarihinde Resmî Gazete’de yayımlanan Enerji Sektörü Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programına (ENAR) Dair Yönetmelik’te 21.02.2013 tarihinde gerçekleştirilen değişiklik ile akıllı şebeke uygulamaları Cumhurbaşkanlığı Kararı ile desteklenecek projeler kapsamına alındı³⁵.
- EPDK’nın 22.10.2020 tarihli 9639 sayılı kararı ile yayımlanan “Elektrik Piyasası Dağıtım Sistemi Yatırımlarının Belirlenmesine İlişkin Usul ve Esaslar” kapsamında, dağıtım şirketlerinin yatırıma yönelik master planlarında akıllı şebekeler kısmının hazırlanma esasları belirlendi³⁶.
- Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) tarafından 24.02.2022 tarihinde yürürlüğe giren “Yeşil Borçlanma Aracı, Sürdürülebilir Borçlanma Aracı, Yeşil Kira Sertifikası, Sürdürülebilir Kira Sertifikası Rehberi”nde akıllı şebekeler enerji verimliliği açısından elverişli yeşil proje türleri arasında sayıldı³⁷.

Mevzuattaki bu sınırlılığın aksine sürdürülebilir arz güvenliğinin sağlanması ve enerji verimliliği kapsamında akıllı şebekelere kamu politika dokümanlarında uzun dönemdir yer veriliyor. T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından hazırlanan 11. Kalkınma Planı’nda (2019-2023) enerji arzının sürekli, kaliteli, sürdürülebilir, güvenli ve katlanılabilir maliyetlerle sağlanması amacıyla akıllı şebeke uygulamalarının yaygınlaştırılması, enerji Kamu İktisadi Teşebbüslerinde (KİT) kullanılması amacıyla Milli Akıllı Şebeke Yönetim Sistemi geliştirilmesine yönelik çalışmalar politika ve tedbirler arasında sayıldı³⁸. 12. Kalkınma Planı’nda (2024-2028) ise akıllı şebekeler ve akıllı nesneler için elektrikli teçhizat sektörü ile yazılım ve elektronik sektörleri arasında teknoloji geliştirme ve üretim alanında iş birliği modellerinin geliştirilmesi, akıllı şebeke altyapısının güçlendirilmesini teminen akıllı sayaçların yaygınlaştırılması, SCADA sistemlerinin geliştirilmesi hedef ve politikalar arasında yer alıyor³⁹. Kalkınma planlarındaki akıllı şebekelere ilişkin hedefler ETKB’nin 2022 yılı ve müteakip yıllardaki performans programlarına ve TEİAŞ’ın 2015-2019, 2019-2023 ve 2024-2028 yılı stratejik planlarına da alınmıştır⁴⁰.

Ulusal Enerji Verimliliği Strateji Belgesi’nde (2012-2023)⁴¹ enerji ve güç miktarına göre kademelendirilmiş tarife, çok terimli sayaç ve akıllı şebeke uygulamalarının yapılması eylemler arasında

³⁴ Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/10/20201028-7.pdf>

³⁵ Enerji Sektörü Araştırma-Geliştirme Projeleri Destekleme Programına (ENAR) Dair Yönetmelik; <https://mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=14025&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

³⁶ Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/10/20201028-7.pdf>

³⁷ Yeşil Borçlanma Aracı, Sürdürülebilir Borçlanma Aracı, Yeşil Kira Sertifikası, Sürdürülebilir Kira Sertifikası Rehberi; <https://spk.gov.tr/data/6231ce881b41c612808a3a1c/b2d06c64099c9e7e8877743afc7d2484.pdf>

³⁸ T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Plani-2019-2023.pdf

³⁹ T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Plani-2019-2023.pdf

⁴⁰ ETKB. <https://enerji.gov.tr/bm-kurum-politikalarimiz-performans-programlari>; TEİAŞ. <https://www.teias.gov.tr/stratejik-plan>

⁴¹ Resmî Gazete. <https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/02/20120225-7.htm>

kabul edilirken, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nda (2017-2023) ise akıllı şebekelerin enerji verimliliği açısından konumlandırılması çalışmalarının yürütüleceği, talep tarafı katılımı uygulaması için piyasa altyapısının oluşturulması kapsamında akıllı sayaç yayılımı ve pilot uygulamaların desteklenerek mikro-şebeke, akıllı şehir, akıllı şebeke kapsamında demo alanları oluşturulacağı hususuna yer verildi⁴². Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve 2. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nda (2024-2030) elektrik iletim ve dağıtım faaliyetlerinde enerji verimliliğinin artırılması için akıllı şebeke dönüşümünün hızlandırılmasına ilişkin analizler yapılması faaliyetler kapsamına alındı⁴³.

ETKB'nin 2015-2019 Stratejik Planı'nda güçlü ve güvenilir enerji altyapısının sağlanması amacıyla elektrik iletim ve dağıtım sektöründe akıllı şebeke/sistemler için yol haritası belirlenmesi hedeflenirken, uzaktan okuma sistemlerinin ve akıllı şebeke uygulamalarının kademeli olarak yaygınlaştırılması çalışmalarına başlanacağı belirtildi⁴⁴.

2023 yıl sonu itibarıyla Akıllı Şebekeler Yol Haritası'nda yer alan aksiyonlar uygulamaya geçirildi⁴⁵. 2024-2028 Stratejik Planı'nda ise temiz enerji dönüşümü ve dijitalleşme çerçevesinde enerji sektörünün yeniden şekillendirilmesi kapsamında akıllı sayaçlar ve akıllı şebekelerin yaygınlaştırılması bir ihtiyaç ve gelişim alanı olarak belirlendi. Elektrik iletim ve dağıtım şebekesinin günün koşullarına göre güçlendirilmesi hedefi doğrultusunda 2028 yılında tamamlanmak üzere Akıllı Şebeke Master Planı'nın hazırlanması performans göstergesi olarak kabul edildi. Akıllı şebekeler kapsamında kullanılan bileşenler açısından sektördeki teknik ve beşerî kapasite kısıtına yönelik kapasite geliştirilmesi stratejiler arasında sayıldı⁴⁶.

Politika dokümanlarındaki strateji ve hedeflere ilişkin çalışmalar sektör paydaşları ile birlikte geliştiriliyor. EPDK desteği, Elektrik Dağıtım Hizmetleri Derneği (ELDER) koordinasyonunda ve elektrik dağıtım şirketleri katılımıyla yürütülen Türkiye Akıllı Şebekeler 2023 Vizyon ve Strateji Belirleme Projesi (TAŞ 2023) ile tüketicilerin elektrik piyasasına aktif katılımı, yenilenebilir enerjinin üretimdeki payını arttırılması, sistem verimliliği ve enerji kalitesini iyileştirilmesi kapsamında maliyet etkin bir akıllı şebekeye geçişte yol haritasının belirlenmesi amaçlanmış akıllı şebeke 2035 vizyonu belirlendi⁴⁷. Söz konusu çalışmalar TAŞ 2023 projesinde akıllı şebeke dönüşümü için ölçüm sistemlerinin uçtan uca, akıllı bir yapıda tanımlanmasına yönelik Milli Akıllı Sayaç Sistemleri Projesi (MASS) ile sürdürülüyor⁴⁸. Bu kapsamda, 28.12.2023 tarihinde Resmî Gazete'de yayımlanan "Elektrik Piyasası Ölçüm Sistemleri Yönetmeliği"nde 25.09.2024 tarihinde gerçekleştirilen değişiklik ile MASS'a geçiş için 01.01.2026 tarihi belirlendi⁴⁹.

⁴² Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180102M1-1-1.pdf>

⁴³ ETKB.

<https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EVCED/tr/EnerjiVerimlili%C4%9Fi/UlusalEnerjiVerimlili%C4%9FiEylemPlan%C4%B1/Belgeler/2UlusalEnerjiVerimlili%C4%9FiEylemPlan%C4%B1.pdf>

⁴⁴ ETKB. https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2015-2019_ETKB-Stratejik-Plani.pdf

⁴⁵ ETKB. https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/SGB/tr/Faaliyet_Raporlari/2023/ETKB2023FR.pdf

⁴⁶ ETKB. https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/SGB/tr/Kurumsal_Politikalar/ETKB_2024-2028_Stratejik_Plani.pdf

⁴⁷ Türkiye Akıllı Şebekeler 2023 Vizyon ve Strateji Belirleme Projesi, <https://www.akillisebekelerturkiye.org/>; ELDER <https://www.elder.org.tr/icerik/tamamlanan-projeler-ulusal/turkiye-akilli-sebekeler-vizyon-ve-strateji-gelistirme-projesi>

⁴⁸ Milli Akıllı Sayaç Sistemleri; <https://www.mass.org.tr/hakimizda/hakkinda>

⁴⁹ Elektrik Piyasası Ölçüm Sistemleri Yönetmeliği, <https://mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=40523&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

5. Sonuç ve Öneriler

Akıllı şebekeler üretim, iletim, dağıtım sistemlerinde enerjinin güvenilir, verimli, kesintisiz olarak aktarılabilmesi ve kaynakların verimli kullanılabilmesi amacıyla, siber güvenliğe sahip bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılmasıyla gelişmiş izleme, ölçüm, yönetim ve veri paylaşımının yapılabildiği, kullanıcı talepleri ile şebeke imkanlarının optimum şekilde eşleştirilmesini sağlamaya yönelik şebekelerdir.

Geleneksel elektrik altyapısının merkezi ve tek yönlü yapısı, günümüzdeki değişken tüketim alışkanlıklarına, iklim değişikliği kaynaklı risklere ve yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonuna yeterince yanıt veremezken; akıllı şebekeler, veri odaklı karar alma mekanizmaları, otomatik kontrol sistemleri, dağıtık üretim modelleri ve kullanıcı odaklı tarifelendirme politikalarıyla enerji dönüşümünün teknik değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal bir boyuta taşınmasına öncülük ediyor.

Gerçek zamanlı veri işleme kabiliyeti sayesinde elektrik talebindeki ani değişimler anında tespit edilerek arz kaynaklarının verimli biçimde yönlendirilmesi mümkün oluyor; böylece talep fazlası durumlarda fosil yakıtlı yedek elektrik üretimi gibi karbon yoğun çözümlerin devreye girmesi engelleniyor.

Akıllı şebekeler aynı zamanda CO₂ emisyonlarının gerçek zamanlı izlenmesine ve yönetilmesine imkân tanıyan altyapılarıyla, iklim politikalarının belirlenmesinde ve karbon ticareti mekanizmalarının etkinliğinde kritik rol oynuyor. Ayrıca, dünya genelinde iletim ve dağıtımda kayıp elektriğin akıllı altyapı sistemleriyle geriye çekilmesi, yalnızca enerji verimliliğini artırmakla kalmayacak, aynı zamanda üretim kaynaklı çevresel yükün azaltılmasını da sağlayacak. Bununla birlikte aşırı hava olaylarının enerji sistemleri üzerindeki yıkıcı etkileri akıllı şebekelerin otomatik arıza tespiti ve izolasyon sistemleri sayesinde daha az olacağı değerlendiriliyor.

Gelecekte akıllı şebekelerin elektrikli araç şarj istasyonları, enerji depolama sistemleri ve akıllı şehir uygulamaları ile entegre edilerek yaygınlaştırılması bekleniyor. Bu, Türkiye'nin kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarını daha verimli kullanmasına ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasına katkı sağlayacak.

Türkiye kamu politika dokümanları ve hedeflerine yönelik gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları ile de akıllı şebekelere ilişkin mevzuat geliştiriliyor. Strateji ve hedeflere yönelik çalışmalar gerçekleştirilince mevzuata yönelik ihtiyaçların belirleneceği ve akıllı şebekelere ilişkin mevzuatın kapsamının genişleyeceği değerlendiriliyor.



MECLİSİ MEBUSAN CAD.
NO:81 FINDIKLI İSTANBUL 34427, TÜRKİYE
T: +90 (212) 334 50 50 F: +90 (212) 334 52 34

Bu rapor, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB) A.Ş.'nin uzman kadrosunca güvenilir olarak kabul edilen kaynaklardan elde edilen veriler kullanılarak hazırlanmıştır. Raporda yer alan görüşler ve öngörüler, teknik ve akademik bilgiler ile sektör temsilcileriyle yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçları yansıtmakta olup bu verilerin tamlığı ve doğruluğu konusunda TSKB'nin herhangi bir sorumluluğu bulunmamaktadır. Raporda yer verilen değerlendirme, görüş, düşünce ve öngörüler, TSKB nezdinde açık ya da gizli bir garanti ve beklenti oluşturmaz. Diğer bir ifadeyle; bu raporda yer alan tüm bilgi ve verileri kullanma ve uygulama sorumluluğu, doğrudan veya dolaylı olarak, bu rapora dayanarak yatırım kararı veren ya da finansman sağlayan kişilere aittir ve ortaya çıkan sonuçtan dolayı üçüncü kişilerin doğrudan ya da dolaylı olarak zarara uğramaları durumunda TSKB hiçbir şekilde sorumlu tutulamaz.

©2025 Bu raporun tüm hakları saklıdır. TSKB'nin izni olmadan raporun içeriği herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya teksir edilemez, dağıtılamaz.