

Elektrik Şebekesinin Koşullarının Sensör Ağ Sistemleri Yardımıyla İzlenmesi ve Yönetimi

Monitoring And Management Of Conditions Of The Electrical Grid With Sensor Network Systems

Büşra Töre¹, Rifat Anasız², Saffet Erdoğan

¹ELTEMTEK

busra.tore@eltemtek.com.tr

²ELTEMTEK

rifat.anasiz@eltemtek.com.tr

Özet

Elektrikli araçların ve teknolojik cihazların çoğalması ile enerji ihtiyacının artmasının yanında enerji üretiminde yaşanan kısıtlılık problemleri mevcut şebekenin verimliliğinin optimum olarak kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. Küresel iklimin değişmesiyle ortam koşullarından dolayı yaşanan arızaların sayısı gün geçtikçe artmakta ve uzun süreli kesintilere sebebiyet vermektedir. Günümüzde hızla değişen dünyada elektrik şebekesinin manuel işletilmesi zorlaşmakta ve dijitalleşme konusunda problemlerin çözümüne yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Akıllı şebekelere giden yolda enerji sektörü kullanımına uygun yeni sensör tasarımları, veri iletiminin hızlandırılmasının yanında izolasyon-güvenirliliğin üst seviye olduğu haberleşme sistemleri, bilgi teknolojileri sistemleri kullanılması gerekmektedir. ELTEMTEK olarak akıllı şebekeler ve PloT konusunda Türkiye’de izlenmesi gereken yol haritası üzerine çalışma yapılmıştır.

Bu bildiride enerji sektöründe dijitalleşmeyi sağlayacak kilometre taşlarının detaylarına yer verilmiştir. Gelecekte elektrik şebekesinin izlenebilir, uzaktan kontrol edilebilir elde edilen veriler doğrultusunda, öngörülebilir bakım çalışmalarının ve risk tabanlı yatırım planlamasının yapılabildiği bir enerji yönetim sistemi oluşturulmasını hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: Öngörülebilir bakım çalışmaları, varlık yönetimi, PloT, 5G, enerji yönetim sistemi

Abstract

In addition to the increase in energy needs with the proliferation of electric vehicles and technological devices, the limitation problems experienced in energy production make it mandatory to use the efficiency of the existing grid optimally. With the change of global climate, the number of failures experienced due to environmental conditions is increasing day by day and causes long-term interruptions. In today's rapidly changing world, manual operation of the electricity grid is becoming more difficult and efforts are being made to solve problems related to digitalization.

On the way to smart grids, new sensor designs suitable for the use of the energy sector, communication systems where isolation-reliability is at a high level in addition to accelerating data transmission, information technology systems should be used. As ELTEMTEK, a study has been conducted on the roadmap that should be followed in Turkey on smart grids and PloT.

In this statement, the details of the milestones that will enable digitalization in the energy sector are explained. In the future, it aims to create an energy management system in which predictable maintenance work, risk-based investment planning can be carried out in accordance with the data obtained, which can be monitored and remotely controlled by the electricity grid.

Keywords: Predictable maintenance work, asset management, PloT, 5G, energy management system

1. Giriş

Türkiye elektrik iletim (≥ 36 kV) ve dağıtım şebekelerinde (≤ 36 kV), kesici, ayırıcı, transformatör, hücre, akım transformatörü ve gerilim transformatörü gibi farklı cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlara ait gerilim, akım, frekans, enerji kalitesi, vb. bilgiler periyodik olarak izlenebilmektedir. Ancak, bu cihazların kurulu olduğu ortam koşulları izlenememektedir. Ortam koşulları bu cihazların kullanım ömürlerini ve işletme yatırım ve maliyetlerini direkt olarak etkilemektedir. Dolayısıyla ortam koşulları sebebiyle bu cihazlar zamanla yaşlanmakta ve arıza olasılığı artmaktadır. Türkiye elektrik şebeke sisteminde yüksek gerilim seviyesinde 1000'in üzerinde şalt ve transformatör merkezleri, orta gerilim seviyesinde ise 1 milyonun üzerinde dağıtım merkezi ve KÖKler bulunmaktadır. Bu merkezler Türkiye'nin bütün coğrafyasına dağıtık durumdadır. Bu nedenle bütün merkezlerde farklı atmosferik ortam koşullarının izlenmesi ve cihazların işletme ömrünün hesaplanması için sensör ve yazılımlar gerekmektedir. Son zamanlarda küresel iklim değişikliklerinden kaynaklanan ani sıcaklık değişimleri, fırtına, sel gibi doğal afet sayılarının artması, kış mevsimlerinin daha sert koşullarda geçmesi elektrik şebekesinde bulunan enerji iletim ve nakil hatlarında uzun süreli kesintilere sebep olabilmektedir. Bu nedenle bakım onarım maliyetlerinde planlanmayan artışlar meydana gelmektedir.

Mesken ve ticari alanlarda ise gelecek yıllarda elektrikli araçların ve teknolojik cihazların artması ile enerji ve ortamın izleme-kontrol daha önemli hale gelecektir. Bunun için alçak gerilim panolarından ve prizlerden gerilim, akım verilerinin ölçülmesi, enerji açma/kapama müdahalesi yapılabilmesi mümkün olmalıdır. Alçak gerilim seviyesi izlenebilir ve kontrol edilebilir olması, enerji arz talep probleminin çözülmesi amacıyla hangi noktalara enerji depolama sistemleri yapılması gerektiği, hangi noktalarda şebeke yatırımları yapılmasını gerektiği konularında da yol gösterici olacaktır.

Enerjide günümüzde sahadan istenen veri miktarı, veri alınmak istenen cihazların sayısı, değerlendirilmesi ve kesintilerin, arızaların önüne geçilmesi için incelenmesi gereken verilerin sayısı her iki yılda en az 2 katına çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarında dağınık yapılarda olması ise geleneksel iletişim altyapısının da kökten değiştirmektedir. Her gerek duyulduğunda, her arıza veya sıkıntı olduğunda iletişim sağlanma zorunluluğu, günümüzde kısıtlı veya eksik çözüm sağlayan haberleşme altyapılarının yerine yeni arayışlara sevk etmektedir.

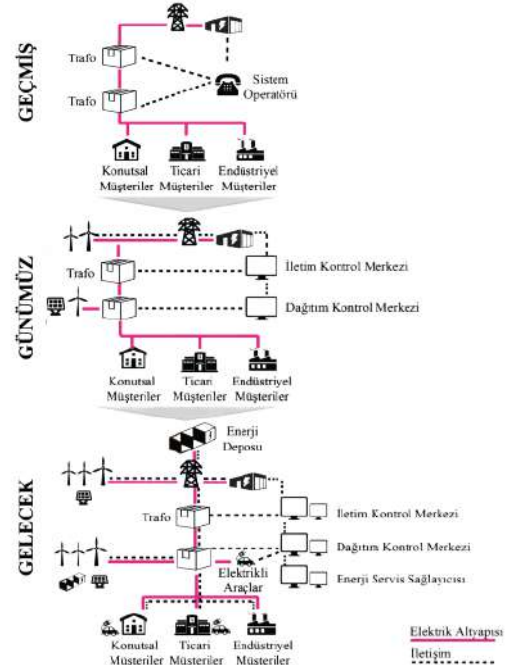
2. Akıllı Şebeke Modeli

Şu anda, büyük veri, bulut bilişim, IoT, AI ve blockchain'in temsil ettiği yeni nesil bilgi teknolojisi gelişiyor. Enerji endüstrisindeki bilgi ağı altyapısı kademeli olarak geliştirilmekte, PloT teknolojisi olgunlaşmakta, şebekenin tüm iş alanlarını kademeli olarak kapsamakta ve birden fazla bağlantıya ileri

teknoloji uygulanmaktadır. Enerji endüstrisindeki bilgi ağının gelişimi **Şekil 1**'de gösterildiği gibidir. Güç altyapısı dönüşümü açısından blockchain, yapay zeka ve diğer ileri teknolojiler altyapı dönüşümünü hızlandırıyor ve kademeli olarak yükseltiyor. Bulut platformu, yüksek performanslı veri merkezi, uydu iletişim ağı, iş platformu ve veri platformu gibi altyapı çalışması devam ediyor. Görüntü tanıma / anlamsal tanıma tabanlı akıllı teknolojiler ile geleneksel otomasyon teknolojisi arasındaki entegrasyon giderek daha da yaklaşıyor.

İleri teknolojinin sisteme entegre edilmesine ve işletmesine eşit önem verilmiştir. Enerji üretimini kullanma ve çalıştırma yeteneği geliştirilmekte, işletme yönetimi seviyesi iyileştirilmekte, akıllı kontrol ve otomasyon teknolojileri tam olarak uygulanmakta, mobil operasyonlar ve uzaktan operasyonlar yaygın olarak uygulanmaktadır. Temel disiplinlerin inşasında yeniliğe acil bir ihtiyaç vardır. Yapay zeka kavramı çıkarma, kuantum hesaplama, bağımsız operatör yapımı, otonom evrim ve olay alanları arası dağılım gibi ileri teknolojilerin kendi kendine tutarlı bir şekilde tamamlanmasını destekleyen teorik temeller hala iyileştirme için acil ihtiyaçtır.

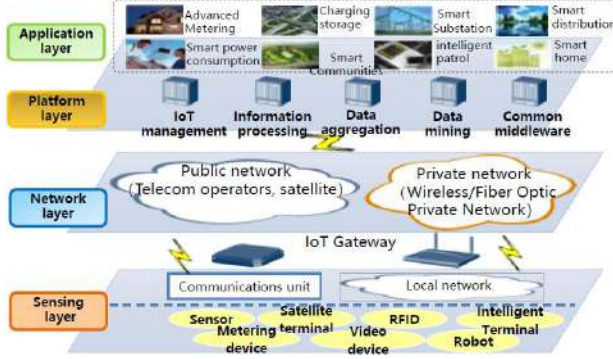
Akıllı şebeke ve PloT, enerji akışını, hizmet akışını, veri akışını bütünleştiren bir enerji ağı oluşturmak için birlikte gelişir. PloT, güçlü bir değer yaratma platformu oluşturacak, elektrik şebekesinin çalışma ve servis yeteneklerini büyük ölçüde geliştirecektir.



Şekil 1. Elektrik Şebeke Yapısı Gelişimi [1]

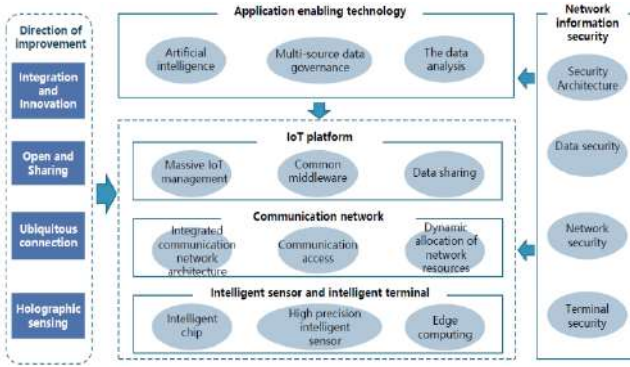
2.1. Sistem Mimarisi

PIoT, elektrik şebekesinde kapsamlı bir algılamaya gerçekleştirmek için enerji üretimi, iletimi ve tüketimi bölümlerindeki insanlar ile makineler arasında bağlantı kurulmasını sağlayan endüstriyel bir IoT'dir. PIoT Şekil 2'de gösterildiği gibi 4 ana katmandan oluşmaktadır.



Şekil 2. PIoT Sistem Mimarisi Katmanları [2]

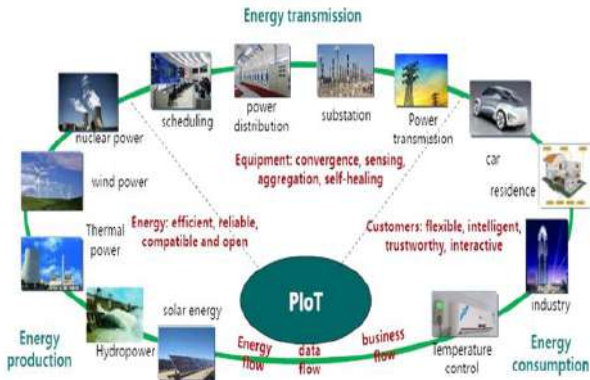
PIoT teknik sistemi Şekil 3'de gösterildiği gibi beş yönü kapsar.



Şekil 3. PIoT Teknik Sistemi [2]

2.2. Kullanım Alanları

Mevcut bakış açısına göre elektrik şebekesi üretimi, iletim/dağıtım, dönüşümü ve tüketimi olmak üzere dört aşamadan oluşur. PIoT dönüşümü Şekil 4'de gösterildiği gibi tüm aşamalarını etkileyecektir.



Şekil 4. PIoT Kullanım Alanları [2]

2.2.1. Enerji Üretimi

Dağıtık güç kaynaklarının çalışmasını otomatik olarak izlemek ve kontrol etmek için güç izleme sistemi kullanılabilir. Bu sistemde veri toplama-işleme, aktif güç ayarı, voltaj / reaktif güç kontrolü, şebeke ada tespiti, zamanlama koordinasyon kontrolü ve ilgili servis sistemleriyle ara bağlantı gibi birçok fonksiyona sahiptir.

2.2.2. Enerji İletim/Dağıtım

Enerji iletim ve dağıtım hatlarında helikopter veya drone üzerinden alınan görüntülerin yapay zeka algoritması kullanılmasıyla arızalar/eksiklikler tespit edilebilmekte buna uygun düzenlemeler yapılabilmektedir. Enerji iletim hattının elektromanyetik alanından besleme yapılan cihaz ile gerçek zamanlı olarak, görüntüler elde edilmekte ve sensörler aracılığıyla ortam koşullarının verisi alınabilmektedir. Gerçek zamanlı veri alımıyla gerçekleştirilecek arızalar öngörülebilmekte ve planlı bakım çalışmaları yapılabilmektedir.

2.2.3. Enerji Dönüşümü

Enerji iletimi ve dağıtım sırasında meydana gelen arızalar genelde orta gerilim trafolarından kaynaklanmaktadır. Bu trafolar çoğunlukla manuel çalıştırıldığı için bulunduğu konum ve mesafeye bağlı olarak işletme çalışanları açısından tehlike arz etmektedir.

Günümüzde elektrik şebekelerinde işletme sürekliliğini ve güvenilirliğini sağlamak için akıllı şebeke uygulamaları önemini arttırmaktadır. Trafo merkezlerinde yaşanan problemleri en aza indirebilmek için ortam koşullarının izlenebilir ve kontrol edilebilir yapıda olması gerekmektedir. Bu yapı ile cihazların bulunduğu ortama göre ekonomik ömürleri belirlenecek gerekli öngörülebilir kestirimci bakım çalışmaları yapılarak işletme maliyetleri azaltılacak ve süreklilik sağlanacaktır. Aynı zamanda enerji ve ortam verisinin alınmasıyla trafo/dağıtım merkezinin dijital ikizi oluşturularak fider çıkışlarının otomatize kontrolü sağlanacaktır.

2.2.4. Enerji Tüketimi

Günümüzde temel yaşam parametreleri içerisinde yer alan elektrik enerjisi kullanımının gün geçtikçe artışı, bununla birlikte tersi yönde reaksiyon gösteren enerji kaynaklarının kısıtlılığı devletleri ve tüketicileri alternatif yeni arayışlara sevk etmiş, mevcut enerji tüketimlerinin verimli kullanımına yönlendirmiş ve kayıpların azaltılmasını planlamaya mecbur kılmıştır. Bu çerçevede alçak gerilim seviyesinde enerjinin izlenerek yönetilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

2.3. PIoT Haberleşme Teknolojileri

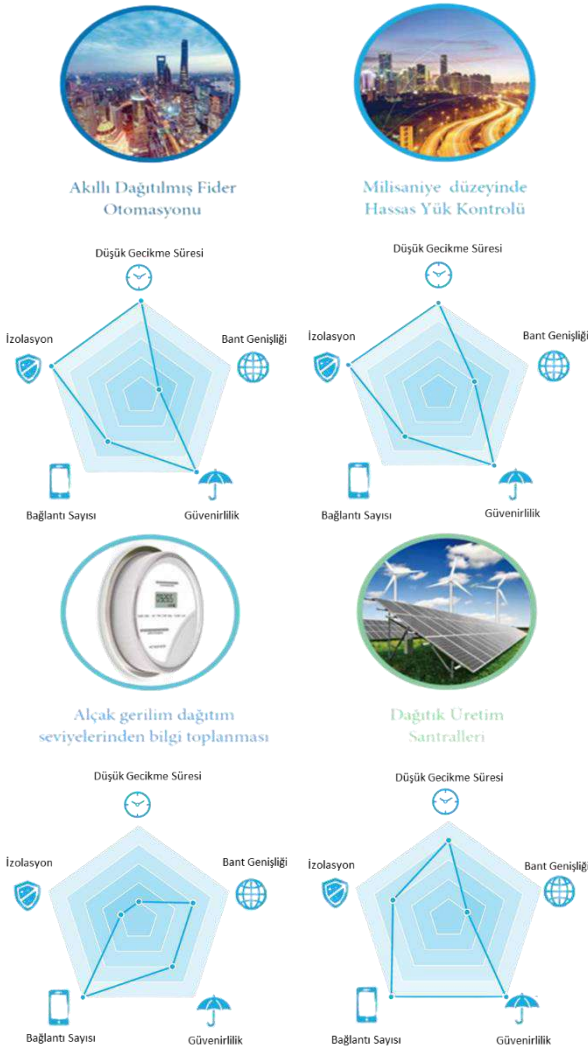
Mevcut durumda her geçen gün artan yenilenebilir enerji kaynakları, akıllı cihazlar (sayaç, sensör, termostat v.b.), izleme ve görüntüleme çözümü kadar, Kontrol Merkezleri artık tamamen sayısallaşmaktadır. Pek çok alınamayan veriyle daha iyi karar verme olanakları sunulmakta ve olgular karşısında daha hızlı ve doğru karar verme yeteneği elde edilmektedir. Sayısallaşmanın doğal bir sonucu olarak iletişimde kullanılacak kapasite

yani iletilecek bant genişliğini de etkilemektedir. Cihazlar geliştikçe, daha fazla bilgi vermekte ve işleticiler daha fazla bilgiyi analiz etmek zorunda kalıyor. Enerji sektöründeki dijitalleşmede veri iletimi önemli hale geliyorken **Şekil 5**'de gösterildiği haberleşme yönünden yaşanan zorluklara karşı da yeni çözümler üretilmiştir.



Şekil 5. PloT Ağının Temel Zorlukları[4]

İşletme senaryolarına göre PloT teknolojisinin yaşayacağı zorluklarda farklılık gösterecektir. Akıllı şebekelerde gerçekleştirilecek olan 4 ana senaryo **Şekil 6**'de gösterilmiştir.



Şekil 6. Akıllı Şebeke İşletme Senaryoları [4]

PIoT ağında yaşanan zorluklar ve akıllı şebeke işletme senaryoları göz önüne alındığında üç yeni haberleşme teknolojisinin ön plana çıktığı görülmektedir.

2.3.1. 5G

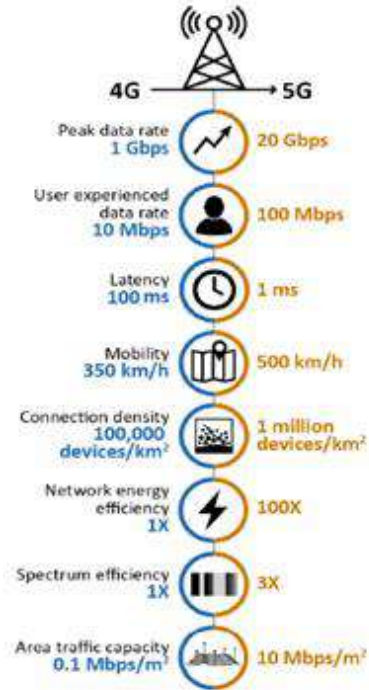
5G kablosuz ağların hızını ve yanıt verebilirliğini büyük ölçüde artırmak için tasarlanmış hücreli teknolojinin geldiği en son seviyedir. 5G ile kablosuz geniş bant bağlantıları üzerinden iletilen veriler, bazı tahminler ile saniyede 20 gigabit (Gbps) kadar yüksek potansiyel hızları ile multigigabit hızlarda hareket edebilir. Bu özellik ile yüksek çözünürlüklü içeriklere çok daha hızlı bir şekilde erişmemize imkân sağlanıyor olacaktır. 5G teknolojisinin barındırdığı bir diğer özellik ise gecikme süresinin 1 milisaniyenin altına indirgenmesidir. Günümüz teknolojisindeki 4G ortalama olarak 100 milisaniye gecikme süresine sahiptir. 5G tümüyle real-time uygulamalarında fark yaratan teknolojidir.

Bir diğer kazandırılan özellik ise yüksek bağlantı sayısıdır. Bağlantı sayısının yüksekliği doğal olarak verimi de etkiliyor olacaktır. Yani bağlantı sayısı ne kadar çok arttırabilirse o alanda o kadar çok IoT uygulaması yapılabilecektir.

5G ile hedef kilometrekare başına yüz binlerce hatta milyonlarca cihaz olarak nitelendirilmektedir.

Bu özellikleri sayesinde PloT ağında kullanılacak temel haberleşme sistemi olacaktır.

5G mimarisi akıllı yazılımlar ve "sanal" donanımları temel alır. Verileriniz, güvenliği ihlal edilebilecek özel donanımlar yerine gerektiğinde hızla taşınabilen veya değiştirilebilen sanal hub'lar ve anahtarlar aracılığıyla yönlendirilir.



Şekil 7. 4G ile 5G Karşılaştırması

2.3.2. NB – IOT

NB-IoT, düşük maliyetli, geniş kapsama alanı ve büyük bağlantı desteği ile öne çıkar, ancak aynı zamanda düşük bant genişliği, yavaş veri iletim hızı ve düşük çalışma frekansı gibi dezavantajlara da sahiptir. Çeşitli sayaç cihazlarının uzaktan sayaç okuması ve akıllı yönetimi için uygundur ve sayaç verilerinin uzun mesafeli iletimi sorununu çözer. NB-IoT bulut yönetimi ucunun ağ oluşturma yöntemi, kullanıcı cihazı terminali, NB-IoT baz istasyonu, çekirdek ağ, IoT bulut platformu ve endüstriyel uygulama ekipmanından oluşur. NB-IoT'nin öne çıkan bir özelliği, toplanan verilerin bir ağ geçidinden geçmeden doğrudan buluta yüklenebilmesi ve dağıtım sürecini basitleştirmesidir. IoT kartları ile monte edilen NB-IoT cihazları, NB-IoT ağına bağlanır. Bu tür cihazlar baz istasyonu üzerinden bilgi alıp gönderir ve çekirdek ağ üzerinden baz istasyonuna ve IoT bulut platformuna bağlanır. IoT bulut platformu, bilgi işlem ve işleme yoluyla nihai verileri kullanıcı cihaz terminaline gönderir.

2.3.3. Wifi – 6

Wi-Fi 6, Wi-Fi teknolojisinde yeni nesil bir standarttır. "802.11ax" olarak bilinen Wi-Fi 6, dünyada aynı anda internete bağlanmaya çalışan cihaz sayısındaki artış ile oluşan ihtiyaca cevap olarak geliştirildi.

Wi-Fi teknolojisini bir adım öteye taşıyan Wi-Fi 6, ışık hızındaki yüksek hızlarla birlikte ev içi ve endüstri uygulama kapsamını önemli oranda artırıyor. Wi-Fi 6, sahip olduğu teknoloji sayesinde yapısal nedenlerden (duvarlar – mesafeler) kaynaklanabilen bağlantı/hız sorunlarının önüne geçebiliyor. Bu sayede uzun mesafelerde verimli bir internet kullanımına olanak sağlıyor.

Ev içinde Wi-Fi bağlantısını güçlendiren Wi-Fi 6 ile sabit internet bağlantısı yapay zeka çözümü ile Wi-Fi ağlarına daha verimli ve düşük gecikme süreleri ile bağlanabiliyor.

3. Sonuçlar

CIGRE WG D2.53 çalışma grubundan edinilen bilgiler doğrultusunda ve ülkelerdeki teknolojik gelişmelerin yakından takip edilmesi ile Türkiye elektrik sisteminde dijitalleşmenin nasıl ilerlemesi gerektiği ile ilgili Eltemtek tarafından izlenilecek yol haritası oluşturulmuştur.

Bu yol haritası ile Türkiye elektrik sisteminde sahadaki verilerin IoT teknolojisi ve Endüstri 4.0'a uygun olarak alınması, yeni teknolojilere uyumlu olacak cihaz tasarımlarının ve yazılımlarının yapılması, enerji sisteminin en uç noktaya kadar izlenebilmesi, uzaktan müdahale edilmesi, arızaların ve işgücünün öngörülebilir olması, risk tabanlı değerlendirme ile yatırımların minimize edilmesi, milli ve yerli bir sistem oluşturulması ile siber saldırı ve güvenlik açığı oluşmasının engellenmesi hedeflenmektedir.

4. Kaynaklar

- [1] Baloğlu, Ulaş Baran, " AKILLI ŞEBEKELERDE HESAPSAL YÖNTEM UYGULAMALARI", 2017
- [2] CIGRE D2. Group Discussion 2021.
- [3] 5G PPP, https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2014/02/Advanced-5G-NetworkInfrastructure-PPP-in-H2020_Final_November-2013.pdf, 2013,
- [4] 5G Network Slicing Enabling the Smart Grid, <https://www-file.huawei.com/-/media/CORPORATE/PDF/News/5g-network-slicing-enabling-the-smart-grid.pdf>
- [5] 5G ve Ötesi / BEYAZ KİTAP <https://www.btk.gov.tr/uploads/announcements/5g-ve-otesi-beyaz-kitap/beyaz-kitap-son.pdf>
- [6] <https://www.superonline.net/tr/wifi>