

## Akıllı Şebekeler

Mehmet TÜMAY<sup>1</sup>, Taner TOPAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Çankırı

<sup>2</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale

mtumay@karatekin.edu.tr, ttopal@kku.edu.tr

**Özet:** Günümüzde elektrik enerjisi üretim, iletim ve dağıtım teknolojilerinde bilişim teknolojilerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Akıllı şebekeler olarak isimlendirilen sistemler geleneksel yöntemlerin tıkandığı noktalarda üretici ve tüketiciye kolaylıklar sağlayabilmektedir. Kullanılan donanım elemanları ve yapılacak yazılımlar yardımıyla iki yönlü iletişim sağlayan bu sistemler üzerinde yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmada akıllı şebekeler donanım ve yazılım yapısı hakkında bilgiler verilip ülkemizde yapılabilecek çalışmalar hakkında geleceğe yönelik düşüncelere yer verilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Akıllı Şebekeler, genetik algoritma

## Smart Grids

**Abstract:** Nowadays, the widespread use of information technologies in electricity production, transmission and distribution technology. System called smart grids can provide manufacturers and consumers to easily clog the point where the conventional method. The studies on these systems provide two-way with the help of hardware and software components to be used in communication is increasing day by day. In this study, the ideas for the future smart grid places about the work that can be done in our country have been given information about the structure of hardware and software.

**Keywords:** Smart Grids, genetic algorithm

### 1. Giriş

Artan dünya nüfusu ve endüstriyel büyümeler elektriğe olan talebi arttırmaktadır. Fosil yakıtlardan elde edilen elektrik enerjisi çevresel kirlilik kaygılarını arttırmaktadır. Konutlarda ve sanayide kullanılan elektriğin üretimi için alternatif enerji kaynaklarına yönelim vardır. Elektrik enerjisi elde etmek için rüzgâr ve güneş enerjileri alternatif enerji kaynakları olarak günümüzde kullanılan kaynaklar arasındadır. Alternatif enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisi elektrik şebekesine bağlantısız sistemlerde kullanılabildiği gibi şebeke bağlantılı sistemler de bulunmaktadır [1-2]. Akıllı şebeke olarak isimlendirilen bu sistemler elektrik ihtiyacının bir kısmını kendi üretmekte, yoğun kullanımın olmadığı zamanlarda elektrik enerjisini depolayabilmekte ve yeri geldiğinde bu enerjiyi sisteme satabilmektedir[3].

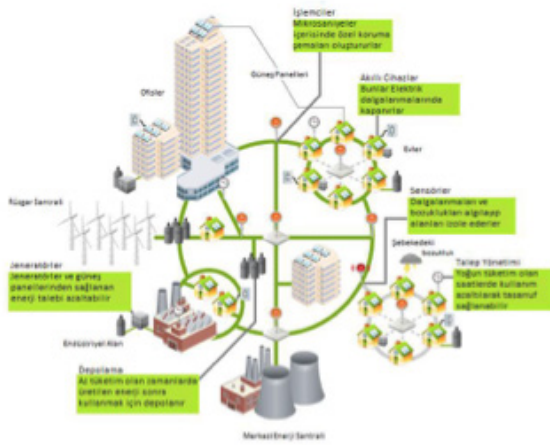
“Elektrik şebekesindeki tüm noktaların uyanık, tepkili, adaptif, maliyet açısından uygun, çevre ile dost, eş-zamanlı, esnek, kuvvetli ve her sistemle bağlanabilen bir yapıda olması AKILLI ŞEBEKE yapısını oluşturmaktadır”[4].

Akıllı şebeke teknolojilerindeki son gelişmelerin yanı sıra akıllı sayaçların da artarak yaygınlaştırılması ile modern akıllı bina ortamlarında

elektrik kullanımı, her an tespit edilebilir hale gelmiştir. Böylece, elektrik şirketleri yoğun zamanı göz önünde bulundurarak farklı zaman aralığında farklı elektrik fiyatı uygulayabilmektedir. Akıllı binalar için akıllı metre ve elektriğin gerçek zamanlı fiyatlandırmasını benimseyerek güç tüketimi zamanlama algoritmaları üzerinde çalışılmaktadır. Bu algoritmalar dinamik elektrik fiyatlarının değişimine göre her elektrik cihazının güç modunu değiştirmekte ve elektrik kullanımını, gerçek zamanlı görev çizelgeleme problemi olarak ele alarak, üstel zaman karmaşıklığına sahip bir arama problemini olan bu problemi çözmeye çalışmaktadır.

### 2. Akıllı Şebekeler

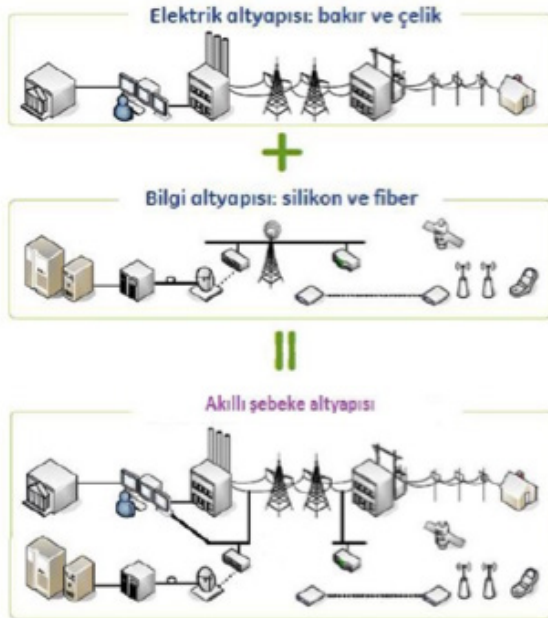
Akıllı Şebekeler, geleneksel elektrik dağıtım sistemlerinin ürettiği enerjinin verimli, güvenilir biçimde tüketimi için üreticiyle tüketici arasında iletişim yeteneğine sahip olan yapılardır. Akıllı Şebeke verimli, sürdürülebilir, ekonomik ve güvenilir elektrik sağlanması için ona bağlı olan kullanıcıların - üreticilerin, tüketicilerin ve hem üretip hem tüketenlerin - hareketlerinin akıllıca bütünleştiği elektrik ağıdır [5].



Şekil 1. Akıllı Şebeke Mimarisi [6]

Akıllı şebekelerin ana hedefinde; kayıp ve kaçak oranını azaltarak enerjiyi verimli kullanmak olmakla birlikte; rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjiyi sistemle bütünleştirmek de hedefler arasındadır. Bunun için elektrik hatlarının iyileştirilmesi, ileri ölçüm altyapısı oluşturulması, akıllı binaları sistemle birleştirecek, akıllı yönetim sistemlerinin kurulması gerekmektedir. Bu entegrasyonlar Akıllı Şebekeleri yüksek bütçeli projeler olarak gösterse de elde edilecek tasarrufla bu harcamaların kısa bir sürede kendini amorti edebileceği öngörülmektedir [7].

Akıllı şebekelerde mevcut elektrik altyapısıyla bilişim altyapısı birleştirilmektedir.



Şekil 2. Elektrik ve bilgi altyapısının birleşimi ile akıllı şebekenin oluşumu [8].

Akıllı Şebeke yapısı 5 katmandan oluşmuş bir model olarak ifade edilir.

- Güç Katmanı: Elektrik üretim, iletim, dağıtım, depolama ve tüketimiyle ilgili olan katmandır.
- Kontrol Katmanı: Veri toplama ve aktarma için akıllı algılayıcı, ölçüm ve sürücü sistemlerini içerir.
- Veri İletişim Katmanı: Doğru ve etkin veri iletişimini sağlayan yapıyı içerir.
- Güvenlik Katmanı: Veri gizliliği, güvenliği, doğruluğu ve şifrelenmesi işlemlerinin yapıldığı katmandır.
- Uygulama Katmanı: bilgi teknolojileriyle farklı güç uygulamaları için karar verilmesini sağlayan katmandır.

Akıllı şebekelerin bileşenleri arasında iletişim kurulabilmesi önem arz etmektedir. Hem yazılım hem de donanım alanındaki maliyet azaltıcı çalışmalar ve ortak standartların belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için IEC 61850 protokolünün belirleyici bir rol oynayacağı görülmektedir [9].

## 2.1. Akıllı Şebeke Bileşenleri

Akıllı Şebekelerin yazılım ve donanım bileşenleri vardır. Donanım bileşenleri olarak akıllı sayaçlar ve akıllı ev aletleri göze çarpmaktadır. Yazılım olarak Veri altyapısı, internet tabanlı sistemler, sezgisel çalışan yönlendirme yazılımları sayılabilir.

### 2.1.1. Donanım Bileşenleri

Akıllı sayaçlar akıllı ev aletleri ile iletişime geçip bunların çalışmasını kontrol edebilen yapıya sahip cihazlardır. Elektrik fiyatlandırmasının değişken olduğu durumlarda az maliyetle işlerin yürütülmesinde iş görürler. Böylece üreticiyle tüketici arasında dengeli yük kullanımına katkıda bulunurlar. Tüketici ve enerji sağlayıcı şirket arasında iki yönlü iletişim gerçekleştirir ve fiyatlandırma verilerini toplanmayı, güç kesintilerini belirlemeyi ve arıza durumunda personelin hızlıca doğru adrese yönlendirilmesini sağlar.



Tek fazlı



Çok fazlı direkt



Çok fazlı indirekt

Şekil 3. Akıllı sayaçlar [7].

IEC 61850 yapısında tanımlanan akıllı cihazlar (IED Intelligent Electronic Device) hızlı ve dijital haberleşme sağlamaktadır ve IP tabanlı adresleri vardır. İletilen mesajın içinde MAC(Media access control) adresi yer alır. Bu hangi cihazın bu mesajı alacağını belirler. Bu mesajlaşma açma, kapama, bekletme ve izin verme işlemlerini yapmakta kullanılır. Bilgi gönderimi ve alımı ethernet anahtarıyla yapılmaktadır.

| Relay1/XCBR1\$ST\$Loc\$stVal |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| Veri bileşeni                | Veri anlamı             |
| Relay1                       | Mantıksal Cihaz         |
| XCBR1                        | Mantıksal Düğüm noktası |
| ST                           | Fonksiyonel Kısıt       |
| Loc                          | Veri                    |
| stVal                        | Verinin özelliği        |

Tablo 1. IEC 61850 de kullanılan örnek bir veri

Akıllı soket bir cihaz ve elektrik prizi arasına yerleştirilir ve cihazın elektrik kullanım bilgilerini izler; aynı zamanda akıllı ölçer ile iletişim kurmak yeteneği vardır ve cihazın elektrik durumunu kontrol eder. Yakın zamanda Ev alan ağı (HAN) üzerinden akıllı cihazlar için standart iletişim protokolleri oluşturulmuştur, akıllı ev aletleri kendilerini akıllı sayaçlar ile iletişim yeteneği geliştirilmektedir ve uzaktan kontrol edilebilirler [10], [11], [12], [13].

| Enerji depolama teknolojisi | Bileşenleri                                                                                                                                                  |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elektriksel                 | Süper kapasitör/Ultra kapasitör, Mikro Süperiletken manyetik enerji depolama-SMES, Genis SMES )                                                              |
| Mekaniksel                  | Yüksek güç volanlar, pompalı hidroelektrik, Sıkıştırılmış hava enerji depolama(CAES)                                                                         |
| Kimyasal                    | Sodyum Sülfür-NaS pilleri, Kursun-asit pilleri, Lityumiyon pilleri, Metal hava pilleri, Nikel kadmiyum-NiCd pilleri, Yakıt hücreleri, Akis Çinko bromür-ZnBr |

Tablo 2. Akıllı şebekedeki enerji depolama teknolojileri[15]

### 2.1.2. Yazılım Yönu

Akıllı yazılımlar yardımıyla, önceden belirlenmiş kullanıcı tercihlerine göre elektrik enerjisinin ne zaman tüketileceği belirlenebilir. Bu da elektrik

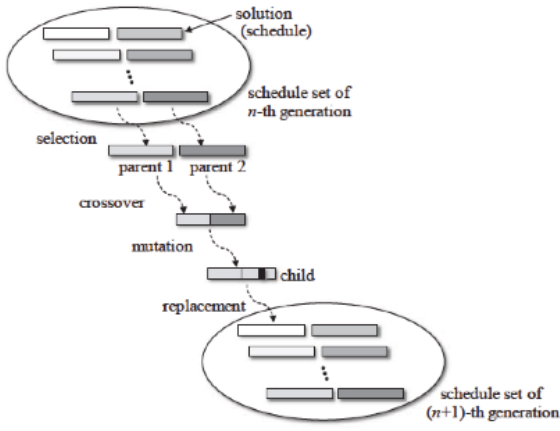
tüketimi ve üretimi üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahip olan tepe yükleri indirgeyerek iki taraf için de fayda sağlar.

Elektrik kullanımının zamanlama problemini gerçek zamanlı görev zamanlama sorunu olarak bir üstel zaman karmaşıklığı olan bir karmaşık arama problemi olduğu görünür. Sezgisel algoritmalar büyük arama alanı azaltan etkili sezgisel evrim teorisine dayanan ve uygulanabilir zaman bütçe içinde makul bir zamanlama bulabilirler. Bu algoritmalarından biri Genetik Algoritmadır.

Güç tüketimi zamanlama problemi; çoklu-işlemcili sistemlerde gerçek zamanlı görev zamanlama problemine benzer şekilde birden fazla görevi planlayarak onları yürütebilir. Bu problem polinomal olmayan zor bir yapıya sahiptir. Sadece tüm olası kombinasyonlar sıralanarak ve bunları değerlendirilerek sonuca ulaşmak problemin arama alanının karmaşıklığını  $O(2^{MN})$  yapar burada M görevlerin sayısını ve N zaman dilimlerinin numarasıdır.

Örneğin, eğer 23 elektrikli cihazın zamanlamasında zamanlayıcı bir gün içinde her 30 dakikada bir cihazların açık/ kapalı olmasına karar vermesi gerekiyorsa, olası zamanlama  $2^{23} * 24 * 2$  olur ki bu 21104 eder. Son model bilgisayar sistemleri ile bile, bu asgari elektrik ücretlerini bulmak neredeyse imkânsızdır.

Bundan dolayı, makul bir zaman içinde yaklaşık zamanlama programını bulmak için evrimsel hesaplama yöntemini kullanarak büyük arama alanı azaltılabilir. Özellikle, doğal seleksiyon ve popülasyon genetiğine dayalı bir olasılık arama yöntemi olarak genetik algoritmada zamanlamaların belli bir sayısı başlangıçta oluşturulur ve bunların oluşturduğu zamanlamalar başlangıç kümesidir. Zamanlama kümeleri arasında, iki zamanlama seçilir ve daha sonra çaprazlama ve mutasyon işlemleri ile bir zamanlama olarak birleştirilir ve sonra zamanlama kümesi yeni oluşturulan zamanlamayla, eski küme zamanlaması değiştirilerek geliştirilir. Zamanlama kümesi yakınsayana kadar bu işlem tekrarlanır [14].



Şekil 4. Güç zamanlaması için genetik algoritma adımları.

### 3. Enerji Yönetimi

Elektrik üretimindeki kaynakların çeşitliliği ve bunların konumunun farklılığından dolayı dağıtık yapıya sahip olan elektrik enerji sistemleri son zamanlarda yenilenebilir enerji kaynaklarının da serbestlik kazanması ve sisteme dâhil olmasıyla yönetiminin zor olduğu bir yapıya sahiptir. Enterkonnekte çalışması gereken bu yapının yönetimi için elektrik üretim iletim ve dağıtım sistemlerinin ileriye dönük tahminleri de içeren bir anlayış ile yönetilmesinde akıllı şebekelerin önemi daha da artmaktadır.

EPDK'nın yayınladığı elektrik piyasası mevzuatında "Elektrik Dağıtım ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği" ne göre; elektrik enerjisi elde etmede süreklilik ve kalite bakımından otomatik izleme sistemlerinin hayata geçirilmesi için Bilişim Teknolojileriyle çalışmak gerekmektedir.

Yük Akışı Analizi, Kısa Devre Analizi, Harmonik ve Fliker Analizi, Dinamik Analizler, Topraklama Analizleri, Yalıtım Koordinasyonu Analizleri yapılması gereken analizler arasındadır. Bunlar için durum tahmini yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada akıllı şebekeler tanıtılmış ve akıllı metre ve gelişmekte olan akıllı şebeke ortamlarında akıllı binalar için elektrik zamanlı fiyatlandırmayı kullanmak için kullanılan cihazlar ve algoritmalarından genetik algoritmanın tatbiki ile güç tüketimi zamanlama algoritmasının yapılabilirliği dile getirilmiştir. Bu önerilen zamanlamayla tepe anda güç tüketimini azaltarak güç kullanım eşitsizliklerini hafifletmeye katkı sağlaması

beklenmektedir. Ayrıca zamanla değişen fiyatlara tüketicinin gerçek zamanlı yanıtı dinamik fiyatlandırmaya bağlı başarısında yararlı olacaktır.

Ülkemizde yasal düzenlemeler yapılmakla birlikte, enerji üretim ve nakil hatları güçlendirilirken akıllı ölçüm ve veri iletimi teknolojilerinin eklenerek şebekenin akıllı hale getirilmesi yönünde adımlar atılmasıyla enerji piyasasında değişken koşullar karşısında talep adaptasyonu, kesintileri tahmin etme ve arızaları otomatik giderme, dağıtık enerji üretim merkezlerinin planlaması da akıllı şebekeler sayesinde yapılabilecektir.

### 5. Referanslar

- [1] Ekmekci, F., Tenruh, M., "Elektrik Enerjisi Güneşten Sağlanan Bir İş İstasyonunun Kablo-suz Veri Takibinin Yapılması" 2014 Akademik Bilişim Konferansı, Mersin, (2014).
- [2] Lo, C., Ansari, N., "The Progressive Smart Grid System from Both Power and Communications Aspects", IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 14, No. 3,( 2012).
- [3] Kıray, V., Şağbansua, L. Topal, T., "Utilization of Energy Storage Systems Charged From Grid in Buildings And Comparison with Solar Systems" Power in Unity: a Whole System Approach, IET Conference on, Page(s): 1 – 27, (2013).
- [4] Massoud, S., Wollenberg, B., "Toward a Smart Grid", IEEE power & energy magazine, oc-tober (2005).
- [5] Ekanayake, J., Liyanage, K., Jianzhong, W., Yokoyama, A., Jenkins, N., "Smart Grid Technology And Applications", UK, Wiley, 978-0-470-97409-4,( 2012).
- [6] Okyay, G., "Akıllı Elektrik Şebekelerinde SIP Protokolünün Kullanımı "İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Haziran, (2012).
- [7] KIRMIZIOĞLU, E., "Akıllı Şebeke Stratejileri ve Örnek Projeler", Akıllı Şebekeler ve Türkiye Elektrik Şebekesi'nin Geleceği Sempozyumu, (2013).
- [8] İmeryüz, M., "Akıllı Şebekeler ve Verimlilik", 2. Ulusal Enerji Verimliliği Forumu, İstanbul, 13-14 Ocak (2011).
- [9] Dönmez, M., "Akıllı Şebekeler ve Entegrasyon", Akıllı Şebekeler ve Türkiye Elektrik Şebekesi'nin Geleceği Sempozyumu, (2013).

- [10] Lien,C., Bai, Y., Chen, H., and Hung,C., “Home Appliance Energy Monitoring And Controlling Based On Power Line Communication,” Proc. Int’l Conf. Consumer Electron., ICCE, pp.1-2., (2009).
- [11] Yi, P., Iwayemi, A., and Zhou, C., “Developing Zigbee Deployment Guideline Under Wifi Interference For Smart Grid Applications” IEEE Trans. Smart Grid, vol.2, no.1, pp.110-120, (2011).
- [12] Han, D., and Lim, J., “Design and Implementation of Smart Home Energy Management Systems Based on ZigBee,” IEEE Trans. Consumer Electron., vol.56, no.3, pp.1417-1425, (2010).
- [13] Gungor, V., Sahin, D., Kocak, T., Ergut, S., Buccella, C., Cecati, C., Hancke, G., “Smart Grid Technologies: Communication Technologies and Standards,” IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol.7, no.4, pp.529–539, (2011).
- [14] Lee, E., Bahn, H.,” A Genetic Algorithm Based Power Consumption Scheduling in Smart Grid Buildings”, Information Networking, (2014).
- [15] KOCAMAN, B., “Akıllı Şebekeler ve Mikro Şebekelerde Enerji Depolama Teknolojileri” Akıllı Şebekeler ve Türkiye Elektrik Şebekesi’nin Geleceği Sempozyumu, (2013).