

Akıllı Şebekelerde Veri Toplama Sistemi ve Akıllı Şebeke Prototipi

Smart Grid Data Collection System and Smart Grid Prototype

Doğan Can ŞAHİN

Elektrik-Elektronik Mühendisi
Sakarya Üniversitesi,
dogan.sahin@ogr.sakarya.edu.tr

Serhat Ünal ÖZEL

Elektrik-Elektronik Mühendisi
Sakarya Üniversitesi,
serhat.ozel@ogr.sakarya.edu.tr

Özetçe- Akıllı şebeke kavramının ilk adımları bundan on bir sene önce atılmıştır. Bu çalışmaların amacı enerji kullanım maliyetlerinin yönetebilmek, enerjinin temiz bir şekilde üretilebileceği en verimli şekilde kullanılarak en etkin bir sistem oluşturmaktır. Akıllı şebeke sistemlerinin yaygınlaşması ile birlikte klasik şebekelere göre enerji kesintilerinin önüne geçilebilecek arıza durumunda şebeke güvenilirliği sağlanacak üretim ve tüketime birlikte yapıldığı; enerji depolama sorunu bu uygulama ile birlikte aşılabilecektir. Yaptığımız prototip ile akıllı şebeke sistemini somut hale getirmek amaçlanmıştır. Labview yazılımı kullanılarak anlık güç akışı, üretim-tüketim değerleri izlenebilecektir.

Abstract- The first steps have been taken that the smart grid concept eleven years ago. It aims to manage their energy usage cost of work, energy can be produced in a clean way to create the most effective system using the most efficient way. According to the conventional network with the spread of smart grid system in case of failure can be avoided with the production and consumption of energy cuts are made to ensure network reliability, energy storage problem can be overcome with this application. What we aimed to make concrete the prototype intelligent network system. Instantaneous power flow using LabView software, production-consumption values can be monitored.

1.Konvansiyonel Elektrik Şebekeleri

1967 Amerika Elektrik Güvenilirlik Eylem Planı'nı ortaya çıkarmıştır. Bu eylem planı ile birlikte;iletim ve dağıtım şebekelerinin uzaktan görüntülenmesi ve kontrolü için enerji yönetim sistemleri ve SCADA teknolojisinin geliştirilmesinin gerekliliği ortaya konulmuştur.[1]

Özellikle pik güç santrallerinin işletim maliyeti oldukça yüksektir ve bu durum genel sistem işletim maliyetini önemli derecede etkileyen bir faktördür. İşletim maliyeti üzerinde oldukça büyük etkiye sahip bir diğer faktör ise kayıplardır. Dünya çapındaki toplam iletim ve dağıtım kayıpları Almanya, İngiltere ve Fransa'nın toplam kurulu üretim kapasitesinden daha fazladır. Kaçak elektrik kullanımı teknik olmayan kayıplar içerisinde çok önemli bir yere sahiptir ve konvansiyonel elektrik sistemindeki en önemli sorunlardan biri konumundadır.[2]

Kaçak elektrik kullanımı, üretim birimlerini aşırı yüklemektedir. Bu aşırı yüklenme aşırı elektrik enerji kalitesi problemlerine yol açabilir ve tüketici cihazlarının performanslarını etkileyip cihazlara zarar verebilir.[3] Kaçak elektrik kullanımı nedeniyle oluşan ek yük, pik yük durumlarında kısmi kesintilere ve sistem çökmesine bile neden olabilir.

II. Akıllı Şebekelerin Tanımı

Akıllı şebeke enerjinin verimliliğini ve etkinliğini arttıran, ilk yatırım, işletme ve bakım masraflarını azaltan, yeni teknolojiler ile birlikte tüketicilerin de aktif rol aldığı bir olgudur.

Konvansiyonel elektrik şebekesi kapsamında 1960'larda, endüstride güç sisteminin görüntülenmesi ve belirli oranda kontrolü için bilgisayar kullanımına başlanmıştır. Bu anlamda mevcut elektrik şebekesinin tamamen akılsız olmadığı belirtilmelidir. Örneğin, güç sistem operatörü en iyi durumda güç sistemini 20 saniyelik bir gecikme ile görüntülemektedir. Endüstriyel tedarikçiler bu durumu "gerçek zamanlı" olarak tanımlamaktadır. Fakat elektromanyetik darbenin neredeyse ışık hızında hareket ettiği düşünüldüğünde 20 saniye hala gerçek zaman değildir.[4]

Tüketicilere odaklanmak, fakat sadece elektrik faturalarını azaltmak değil, onlara ekstra hizmetler sağlamak akıllı şebekelerin esas amacıdır. Akıllı şebeke; şu an internetin iş ve kişisel iletişime sağladığına benzer bir ağı, enerji endüstrisi için sağlayacaktır. Akıllı şebekeleri tamamen yeniden inşa edilen şebekeler olarak sanılmaktadır. Fakat bu durum imkansızdır, çünkü mevcut elektrik alt yapısı oldukça büyüktür. Mevcut elektrik sisteminin tamamen baştan sona yenilenmesi değil, elektrik güç sisteminin işletimi ve mevcut varlıkların değerlendirmesinde, yeni nesil teknolojilerin de yardımı ile bir iyileştirmeye karşılık gelmektedir.

Elektrik şebekesini modernleşmeye sürükleyecek etkenler; politik ve kanuni etmenler, ekonomik anlamda rekabet edebilme, enerji güvenilirliği ve güvenliği, tüketicinin güçlendirilmesi, çevresel sürdürülebilirlik, talep cevabında tüketicilerin aktif katılımına imkân sağlanması, tüm üretim ve depolama imkanlarının değerlendirilebilmesi, yeni ürün ve pazarlara imkân sağlanması, uygun güç kalitesinin sağlanması, varlıkların optimizasyon ve verimli işletimi gibi sıralandırılabilir.

A. Akıllı Şebekenin Yapısı

İletim hatları, dağıtım fiderleri, kesici ve transformatörleri içeren konvansiyonel elektrik güç sistemi; akıllı şebekenin iletim ve dağıtım altyapısının çekirdeği olmaya devam edecektir. Yıllar içerisinde mikroişlemci tabanlı görüntüleme, kontrol, koruma ve veri toplama cihazları, iletim ve dağıtım ağının işletim ve bakımında artan oranda kullanılmaya başlanmıştır.

Konvansiyonel şebekede talep gücü için uygun seviyede üretimin sağlanması ile arz talep dengesi oluşturulmaktadır. Pik talebi karşılamak açısından genellikle pahalı üretim santralleri kullanılmaktadır. Akıllı şebeke kapsamında ise sadece üretimin zamanlaması değil ayrıca talep tarafı kaynaklarının yönlendirilmesi de söz konusudur. Akıllı şebekenin karşılaşacağı engel; şebeke kararlılığını ve güvenliğini sağlamak ayrıca iletim varlıkları ile düşük maliyetli üretim kaynaklarının kullanımını optimize etmek olacaktır. Akıllı şebekeler içerisindeki transformatör merkezleri, dağıtım fonksiyonel haberleşme mimarilerinin ve yüksek boyutlu verinin yönetimini sağlamak için temel koruma ve geleneksel otomasyon yaklaşımlarının ötesine geçecektir. Sistem işletim uygulamaları; geniş sistem güvenilirliği, verimliliği ve güvenliğini sağlamak için transformatör merkezleri ile fiderlerdeki kara verme yeteneğini koordine edebilecek şekilde daha gelişmiş hale gelecektir. [5] Bu sayede; daha öncede belirtildiği üzere, tüketiciler sadece tüketici değil, ayrıca ara ara devreye girip çıkan üretici ve satıcıda olacaklardır. Bu bağlamda akıllı şebeke karakteristiğinin; uzaktan görüntüleme, kullanım zamanı fiyatlaması, talep tarafı yönetimi, tüketici opsiyonları için akıllı algılama ve ölçümlene teknolojileri, şebekenin her bir uç noktasının gerçek zamanlı bilgi ve kontrolü için iki yönlü gelişmiş bir haberleşme altyapısı, gelişmiş ara yüzler içeren ve şebeke operatörlerine ciddi katkılar sağlayan bir yazılım sistemi ve gelişmiş kontrol yöntemleri gibi ana bileşenleri içermesi beklenmektedir.

B.Akıllı Şebekenin Faydaları

Akıllı şebekeler; daha fazla yenilenebilir enerji bünyesine alacak, şebeke verimini arttıracak ve tüketiciye daha akıllı enerji seçimleri yapmaları için destek verecektir. Tüketicilerin kendi enerji sarfiyatlarını yönetmeleri ve yaşam standartlarını düşürmeden tasarruf yapabilmeleri, yenilenebilir enerji entegrasyonunu optimize edilmesi ve daha büyük oranlı yaygınlaşma imkanı sağlaması. Örneğin, optimum güç faktörü performansı ve sistem dengelemesi kullanılarak, akıllı şebekenin özellikle iletim ve dağıtım kayıplarını %30 azaltılabileceği öngörülmektedir.[6] Programlanabilir termostatlar ve akıllı cihazlar ile birlikte ev enerji yönetim sistemlerinin eklenmesi bu tasarrufu daha da arttırabilir.[7] Eysel elektrik kullanımlarının yaklaşık %12 azaltılabileceği ve buna bağlı olarak 35 milyar dolardan daha fazla tasarruf sağlanabileceği belirtilmektedir.[8]

III.Akıllı Şebekelerde Üretim Sistemleri

Kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynaklı yakıtlar ile nükleer enerji gibi artık konvansiyonel olarak adlandırılacak teknolojiler, günümüzde dünya enerji talebinin oldukça büyük bir kısmını karşılamaktadır. Fosil yakıtlar, alternatif enerji sistemlerine kıyasla oldukça büyük miktarlardaki enerjiyi daha etkin ve sürekli olarak sağlama avantajına sahiptir. Günümüzde rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla fosil yakıtlar ile enerji üretimi hala oldukça ucuz durumdadır. Bu oran, yeni teknolojilerin güvenilirlik, bakım ve enerji depolama gibi ek maliyetleri de hesaba katıldığında önemli oranlara ulaşabilmektedir. Yalnız bu hususta yeni teknolojilerin gelecekte maliyetlerinin önemli oranda azalacağı beklentisi de göz önünde bulundurulmalıdır. Günümüzdeki enerji arz-talebi için fosil yakıtların kullanımı özellikle ekonomik ve çevresel açıdan ayrıntılı bir şekilde irdelenmeli ve buna göre enerji politikaları oluşturulmalıdır. Özellikle petrol gibi başlıca enerji kaynaklarından birinin tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olması önemli bir sorun teşkil etmektedir. Elektriksel güneş kolektörleri ise, günümüzde kullanımı ve bilinirliği oldukça artan fotovoltaik

hücrelerdir[9,10]. Fotovoltaik sistemlerin yüksek bir kurulum maliyeti vardır. Meteorolojik koşullara bağımlı olmasından dolayı fotovoltaik sistemler ile üretilen güç sabit değildir. Bu nedenle fotovoltaik sistemler çoğu uygulamada bir enerji depolama ünitesine ihtiyaç duymaktadır. Bu durum kuruluş maliyetini daha da arttırmaktadır. Gelecekte santral bazlı güneş enerjili güç sistemi uygulamalarının sayısının önemli oranda artacağı da yatırımcılar tarafından rahatlıkla öngörülebilmektedir. Ülkelerin bu konuda teşvik sistemi uygulamaları, güneş enerjisine dayalı elektrik santrallerinin yaygınlaşmasına büyük katkı yapmaktadır. Büyük boyutlu hidroelektrik üniteleri, bir baraj vasıtasıyla büyük oranlardaki suyun toplanması, bu suyun kontrollü olarak aşağı dökülmesi ve bu sayede aşağıda bulunan bir türbinin çarklarının döndürülmesiyle mekanik enerji üretirler. Üretilen bu mekanik enerji ise jeneratörler vasıtası ile elektrik enerjisine çevrilmektedir. Burada suyun depolanması, sistemin o anki enerji ihtiyacına göre enerji üretilmesi açısından kolaylık sağlamaktadır. Hidroelektrik santrallerin ilk yatırım maliyetleri yüksektir.[11] Ancak alternatif enerji kaynaklarının uygulamaları arasında hidroelektrik sistemlerinin gelecekte de büyük bir paya sahip olacağı öngörülmektedir. Günümüzün en büyük üretim kapasitesine sahip yenilenebilir enerji sistemidir. [12]

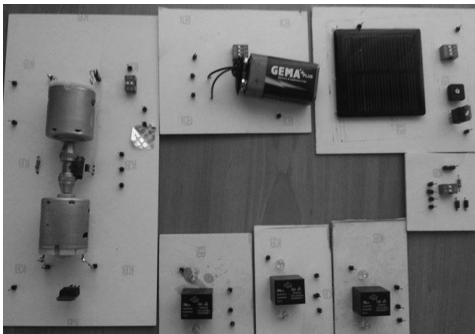
IV.Akıllı Şebekelerde İletim Ve Dağıtım Sistemleri

Akıllı elektronik cihazlar bir haberleşme hattı üzerinden başka bir cihaz ile veri ve kontrol sinyali alışverişi yapma yeteneğine sahip olan, mikroişlemci tabanlı cihazlardır.[13] Merkezi kontrol ve veri alma sistemleri; şebekenin farklı konumlarındaki çeşitli sensörlerden veri toplayıp değerlendiren ve sahadaki cihazları buna bağlı olarak uzaktan kontrol eden yazılım ve donanımların kombinasyonudur. Scada sistemi veri alma, uzaktan kontrol, kullanıcı arayüzü oluşturma, istatistiksel veri analizi, rapor oluşturma gibi fonksiyonlara sahiptir. Elektrik enerjisi iletim sistemleri, genel güç şebekesi

içerisinde en önemli parçalardan biridir. Coğrafik açıdan oldukça farklı noktalarda yer alan çeşitli üretim ve tüketim merkezlerinin bağlantısı, iletim şebekeleri vasıtası ile sağlanmaktadır. Elektrik iletim şebekelerinin günümüzdeki mevcut yapısı, birçok görüntüleme ve kontrol teknolojisini bünyesinde barındırmaktadır. Adı geçen teknolojiler, eklenecek olan yeni özelliklerin entegrasyonu ile birlikte geleceğin akıllı iletim sistemlerinde de kilit rol oynayacaktır. İletim sistemlerindeki mevcut durum, iletim yapısı bileşenleri ve akıllı iletim sistemlerine geçişin gereksinimleri bulunmaktadır. Elektrik enerjisi üretiminin akabinde; iletim sistemleri ile uzak mesafelere iletilen enerji, tüketicilere dağıtım sistemleri vasıtası ile aktarılmaktadır. Bu açıdan dağıtım sistemleri, güç sisteminin tüketicilere doğrudan etkide bulunabilecek parçasıdır. Dağıtım sistemlerinin etkin ve verimli bir şekilde kontrolü; tüketici memnuniyeti, şebeke varlıklarının optimum yönetimi ve genel güç sistemi performansı açısından oldukça önemli bir alandır.[14]

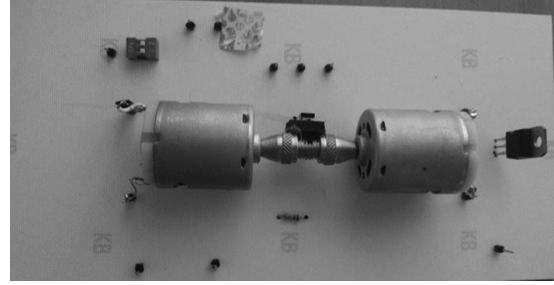
V.Akıllı Şebeke Prototipi Tasarımı

İlk dört bölümde anlatılan gerçekliklerden yola çıkarak öğrencilere akıllı şebeke hakkında fikir sahibi yapabilecek, akıllı şebeke sistemini kavratacak bir devre tasarladık. Tamamen doğru gerilim ile beslenen prototip içerisinde fosil yakıt kaynaklarını, yenilenebilir enerji kaynaklarını, hidroelektrik kaynaklarını, iletim hatlarını ve yükleri temsil eden yedi adet devreden oluşmaktadır. Bilgisayarda tasarlanan devreler baskı devreye aktarılıp; elemanlar yerleştirilerek hazır hale getirilmiştir.

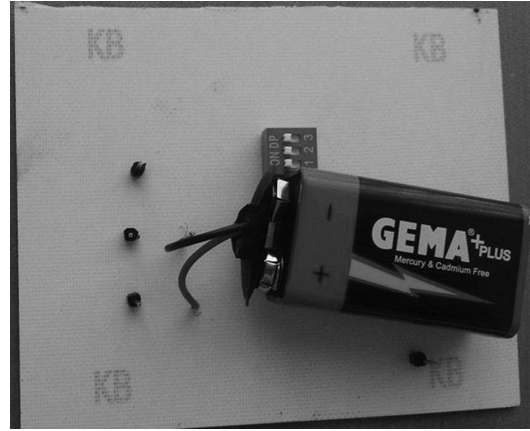


Şekil-1 Akıllı Şebeke Prototip Şeması

Devremizde hidroelektrik santrali temsil eden motor-jeneratör devresi bulunmaktadır. Ayrıca bu devrede manyetik sensör ile motorun devir sayısı kontrol edilmektedir.

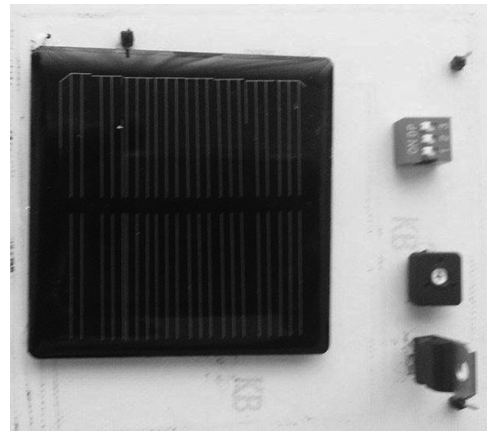


Şekil-2 Motor-Jeneratör Devresi



Şekil-3 Fosil Yakıtları Devresi

Fosil yakıtları temsil edecek şekilde 9V'luk pil kullanılmıştır. Bu devredeki amacımız kömür ve benzeri yakıtlardan elde edilen enerjiyi sembolize etmektir.



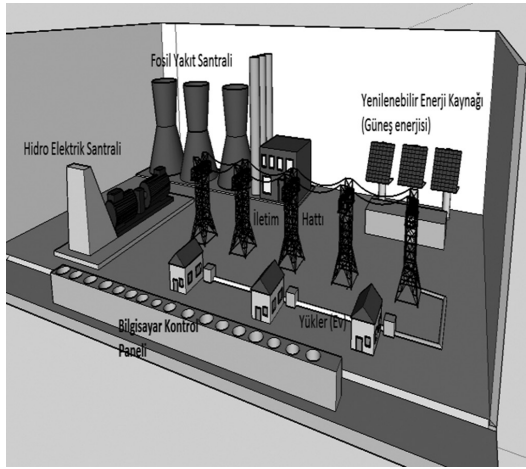
Şekil-4 Yenilenebilir Enerji Kaynağı Devresi(Güneş)

Yenilenebilir enerji kaynağı olan güneşten elde ettiğimiz enerji ile devremizdeki yükleri (ev) temsil eden ledleri yakmayı amaçladık.



VI.Akıllı Şebeke 3D Simülasyonu

Prototip üç boyutlu çizimi aşağıda gösterilmiştir.



VII.Sonuçlar

Mevcut teknolojinin eksiklikleri olan elektrik üretiminde fosil yakıtlara bağımlı kalınması, bu bağımlılığın giderek artması ve merkezi yapıda kalınması hem şebekenin gelişmesini ve hem de artan elektrik talebinin karşılanmasını zorlaştırmaktadır. Yeni teknolojinin farklılıkları ve yenilikleri ile birlikte merkeziyetçi enerji üretim sisteminden dağınık enerji üretim sistemine geçerek enerji iletim kayıplarının azaltılıp, enerji dağıtım ve kontrolünün kolaylaştırılması ve enerji tasarrufunun sağlanması yenilenebilir enerji kaynaklarını daha etkin kullanarak enerji verimliliğinin sağlanması için bu prototip bir adım olacaktır. Sistem elektronik olarak tasarlandığından akım ve gerilim değerleri düşük

seviyelerdedir. Aynı sistem parametreleri yüksek gerilim olduğunda muhakkak değişecektir. Burada amacımız sadece sistemi modellemektir. Şu an günümüzde bulunduğumuz noktadan bakıldığında, uzun bir süreç gerektiren akıllı şebeke olgusunun nihai geleceğini kestirmek güçtür.

VII.Kaynakça

- [1] S.Borlease, Smart grids: Infrastructure, technology and solutions, CRC Press, 2013.
- [2] S.S.S.R. Depuru, L.Wang,V.Devabhaktuni, Electricity theft:Overview, issues, prevention and a smart meter based approach to control the theft, Energy Policy 39 (2011) 1007-1015
- [3] T.Winther, Electricity theft as a relational issue:A comparative look at Zanzibar, Tanzania and the Sunderban Islands, India, Energy for Sustainable Development 16 (2012) 111-119
- [4] C.W.Gellings, The smart grid: Enabling energy efficiency and demand response, CRC Press, 2009. [5] S.Borlease, Smart grids: Infrastructure, technology and solutions, CRC Press, 2013.
- [6] US Department of Energy, The smart grid, an estimation of energy and CO2 benefits, January 2010.
- [7] A.Faruqi, S.Sanem, Household response to dynamic pricing of electricity-A survey of 15 experiments, Journal of Regulatory Economics 38(2)(2010) 193-225.
- [8] K.E.Martinez, K.A.Donnely, J.A.Laitner, Advanced metering initiatives and residential feedback programs: A meta-review for household electricity- saving opportunities
- [9] A.Akpınar, M.I.Komurcu, M.Kankala, I.H.Ozolcer, K. Kaygusuz, Energy situation and renewables in Turkey and environmental effects of energy use, Renewable and Sustainable Energy Reviews 12(8) (2008) 2013- 2039
- [10] P.S.Georgilakis, Technical Challenges associated with the integration of wind power into power systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews 12(3) (2008) 852-863
- [11] A.Akpınar, M.I.Komurcu, M.Kankala, I.H.Ozolcer, K.Kaygusuz, Energy situation and renewables in Turkey and environmental effects of energy use, Renewable and Sustainable Energy Reviews 12(8) (2008) 2013-2039
- [12] BP Statistical Review of World Energy 2013[http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/statistical-review-of-world-energy-2013.html]
- [13] H.Li,L.Wang, Research on technologies in smart substation, Energy Procedia 12 (2011) 113-119
- [14] Doç.Dr.Mehmet Uzunoğlu-Dr.Ozan Erdinç Akıllı Şebekelere Giriş sy.87 4.3.bölüm Eylül-2013