

## Türkiye’de Akıllı Şebekeler Alt Yapısına Uygun Akıllı Ev Laboratuvarı Smart Home Laboratory for Smart Grid Infrastructure in Turkey

Onur Elma, Uğur S. Selamoğulları, Mehmet Uzunoglu

Elektrik Mühendisliği Bölümü  
Yıldız Teknik Üniversitesi  
{onurelma,selam,uzunoglu}@yildiz.edu.tr

### ÖZETÇE

*Akıllı şebekeler konusunda yapılan çalışmalarda, özellikle enerji verimliliğinin etkin bir şekilde sağlanması için temel olarak evlerdeki elektrik enerjisi tüketimi ele alınmaktadır. Bu tüketim değerleri ile enerji üretim tesislerinin kontrolü ve izlenmesi ile enerji akışının verimli bir şekilde gerçekleştirilebileceği belirtilmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalarda üzerinde en çok durulan konulardan birisi de akıllı şebekelerin temelini oluşturan “akıllı evler (smart homes)”dır. Akıllı evlerin yerel şebekedeki diğer tüketicilerle ve evlerde bulunan elektrikli cihazlarla haberleşmesi sayesinde elektrik enerji sistemi daha verimli bir şekilde işletebilir. Bu sayede, tüketim değerlerinin mevcut enerji üretimine oldukça başarılı bir şekilde adapte edilebilmesi mümkün hale gelmektedir. Bu çalışmada İstanbul Kalkınma Ajansı (ISTKA)’nın desteğiyle Yıldız Teknik Üniversitesi bünyesinde kurulan akıllı şebekeler alt yapısına uygun Akıllı Ev ele alınacaktır. Kurulan evde tüketicinin enerji ihtiyacı hem yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanabilmekte hem de geliştirilen enerji yönetim algoritmalarıyla enerjinin etkin kullanımı üzerine araştırmalar yapılmaktadır.*

### ABSTRACT

*In smart grid related studies ,mainly domestic electrical energy consumption is discussed in order to provide a better energy efficiency. It is stated that, control and observation of both domestic consumption rates and power plants will provide more effective energy flow. One of the core point of these studies are “smart homes” which can be considered as principal component of smart grids. The communication of smart homes with other consumers in the grid and the electrical appliances in the home provides a more efficient management of electrical energy system. Therefore it becomes possible to adapt consumption rates to the existent energy production in a succesful way. In this study, a smart grid compatible smart home, established with the support of ISTKA (Istanbul Development Agency) in Yıldız Technical University, will be evaluated. In the constructed smart home, the user’s energy demand is provided by the renewable energy resources and research is being conducted for energy management algorithms for more effective use of electrical energy.*

### 1. GİRİŞ

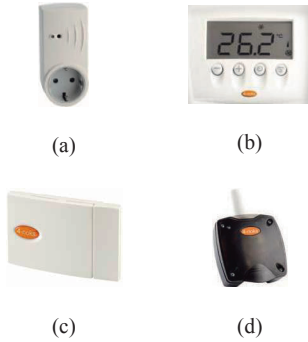
Günümüzde tüm dünyada elektrik enerjisi tüketimindeki hızlı artış, mevcut kaynakların hızla tüketilmesine bunun yanında sürekli yeni enerji yatırımlarının gerçekleştirilmesine sebep

olmaktadır. Bununla birlikte üretilen enerjinin daha verimli kullanılması konusu dünyada popüler hale gelmiştir. Özellikle enerji verimliliğinin sağlanmasında enerji tüketiminin kontrol edilmesi ve tüketicinin enerji verimliliğine teşvik edilmesi adına akıllı şebekeler kavramı ortaya çıkmıştır. Akıllı şebekeler (smart grids) kavramı, sürdürülebilir, ekonomik ve güvenilir elektrik enerjisi temini açısından üreticiler, tüketiciler, vb. kendisine bağlı olan tüm kullanıcıların davranışlarını akıllı bir şekilde yönlendirebilen elektrik şebekeleri olarak tanımlanabilir. Akıllı şebekeler ile enerji üretimleri çok değişken olan rüzgar türbinleri ve güneş panelleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının en verimli şekilde kullanılabilmesi sağlanırken, kayıpların azaltılmasından dolayı sistemin toplam verimi de en üst seviyeye yükseltilebilmektedir. Özellikle çevresel etkiler göz önüne alındığında, akıllı şebekelerin gelecekte önemli bir yere sahip olacakları öngörülmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte hızla ilerleyen Türkiye’de elektrik enerjisine olan talep her geçen gün artmaktadır. 2013 yılı verilerine göre, Türkiye’nin kurulu gücü 64.000 MW ve enerji üretimi ise 240.000 GWh seviyelerini aşmış durumdadır. [1]. Çevresel faktörler ve üretim kaynaklarının sınırlılığı elektrik enerjisinde verimliliği vazgeçilmez hale getirmiştir. Sürekli artan enerji talebini kontrol etmek ve mevcut kurulu gücü en verimli şekilde kullanabilmek için ülkemizde de akıllı şebekelere geçişinin hızla gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Literatüre bakıldığında bu alanda birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Akıllı şebekeler ile ilgili enerji verimliliği ve yönetimi adına yapılan çalışmalarda genel olarak talep cevabı (demand response), talep taraflı yönetim (demand side management), yük atma (load shedding) ve yük öteleme (load shifting) gibi farklı yaklaşımlar üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir [2-4]. Özellikle akıllı evler üzerine yapılan Avrupa’daki çalışmalarda evlerdeki enerji verimliliği için sunulan çözümler 4 başlık altında toplanmakta ve bunlar; enerji tüketimi-ölçümü, kontrol ve anahtarlama, ölçümlere erişme ve bunları yönetmek için gerekli bir ağ yapısı olarak sıralanmaktadır [5-7]. Eysel enerji tüketimindeki verimliliğini arttırmak için bir diğer önemli etkende tüketimin sürekli izlenebilir olmasıdır. Bu geri bildirim ile tüketicide enerji kullanımını sınırlama ihtiyacı oluşmakta ve bu sayede %5 ila %15 arasında enerji tüketiminde azalmalar sağlanabilmektedir [8]. Türkiye’nin enerji verimliliğinde hedeflediği %30 oranına ulaşması için, YTU Akıllı Ev Laboratuvarında (AEL) bu gibi konular altında çalışmalar başlatılmıştır. Bu çalışmada ise; YTU Akıllı Ev laboratuvarının teknik özellikleri ve sağladığı alt yapıdan bahsedilmiştir.



## 2.2. Akıllı Ev Enerji Yönetim Mimarisi

Akıllı ev sistemi altında çalışan enerji yönetimi yazılımı genel olarak evdeki enerji tüketiminin azaltılmasını amaçlamaktadır. Bunun yanı sıra oluşturulan yazılım farklı enerji algoritmalarının çalıştırılmasına da imkan vermektedir. Geliştirilen yazılım, RS-232 ara yüzünü kullanarak uygun yazılım tabanlarında geliştirilmiş algoritmaların deneysel analizine de imkan sağlamaktadır. Evdeki cihazların uzaktan kontrolü ve izlenmesi için ZigBee kablosuz haberleşme imkanına sahip 4-noks marka akıllı prizler kullanılmaktadır. 4-noks akıllı prizler ile elektrikli cihazların anlık güç tüketimleri, enerji tüketimleri, vb. değerleri uzaktan okunabilmektedir. Bunun yanında akıllı prizler uzaktan açma-kapama yapmaya da imkan vermektedir. Böylelikle enerji yönetimi yazılımına gateway aracılığı ile gelen güç verileri değerlendirilerek çalışan algoritma göre cihazların Zigbee kablosuz haberleşme ile enerjisi kesilip açılabilir. 4-noks'un pano tipi prizleri ise mevcut sistemde ana dağıtım panosuna monte edilmiş ve evin toplam enerji tüketimi, rüzgar türbininden elde edilen enerji miktarı ve aydınlatma sisteminin harcadığı enerji miktarı takip edilebilmektedir. Sistemde kullanılan 4-noks akıllı prizler ve sensörlere ait görüntümler Şekil 2'te verilmiştir.



Şekil 2. Zigbee akıllı cihazlar  
a) Akıllı priz b) Akıllı termostat c) Nem sensörü  
d) Sıcaklık ve ışık sensörü

Geliştirilen yazılım ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları, şebeke ve akü grubu arasındaki güç akışlarını izleyebilmektedir. Ayrıca sisteme entegre edilmiş olan EV şarj istasyonundan çekilen enerji 4-noks pano tipi prizler ile okunabilmekte ve yazılım ile uzaktan açma kapama yapılarak kontrol edilebilmektedir. Yazılım, hem yük tarafını hem de enerji üretim tarafını kontrol edebilme kabiliyetiyle gelişmiş ve çift yönlü bir kontrol imkanı sağlamaktadır.

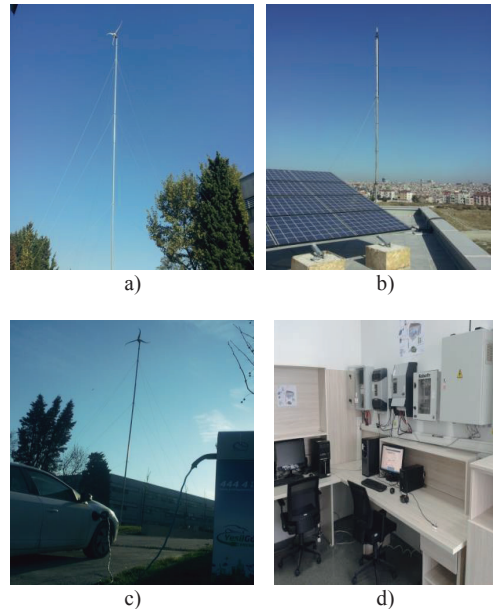
Akıllı ev enerji yönetimi yazılımı ile hem yenilenebilir enerji kaynaklarından hem de akıllı prizlerden üretilen ve tüketim değerleri anlık olarak izlenebilmektedir. Özellikle yazılım içerisinde oluşturulan ara yüzde Rüzgar türbininin ve PV panellerin ürettiği güç anlık olarak gösterilmekte ayrıca bu sayede elde edilen karbon emisyonundaki toplam azalma da verilmektedir. İlgili ara yüz Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Akıllı Ev yazılımından bir ekran görüntüsü

## 2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Akıllı ev enerji sistemi çerçevesinde, projenin gerçekleştirildiği laboratuvar binası üzerine İstanbul'un dünya üzerindeki konumu dikkate alınarak Güney yönüne bakacak şekilde 36,5° eğim ile 210 W'lık 16 adet monokristal solar modülün birleştirilmesiyle toplamda 3.3 kW'lık PV panel montajı gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra projenin yer aldığı bina bahçesine 27 m'lik direk üzerine nominal gücü 2.3 kW olan bir mikro rüzgar turbini monte edilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen fazla enerjinin depolanabilmesi ve istenildiğinde şebekeye verilebilmesi amacıyla 22 kWh enerji kapasitesine sahip jel tipi akü grubu da sisteme entegre edilmiştir. Sistemdeki güç akışının kontrol edilebilmesi ve DC kaynaklardaki enerjinin AC şebekeye verilebilmesi amacıyla sisteme 6 kW'lık bir akıllı Inverter dahil edilmiştir. Tüm sistemin kurulum sonrası görüntümleri Şekil 3'de verilmiştir.





e)

Şekil 3

- a) Rüzgar türbini                      b) PV paneller ve hava istasyonu  
c) EV şarj istasyonu                d) Çevirici systems  
e) Akıllı evin içinden görünüm

### 3. SONUÇ

Akıllı şebekeler, günümüz enerji ihtiyaçlarına yanıt verecek en uygun sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya'nın birçok ülkesinde gerek enerji verimliliği gerekse çevresel kaygılar neticesinde mevcut elektrik sistemlerinin akıllı şebekelere dönüştürülmesiyle ilgili çalışmalar hızla devam etmektedir. Türkiye'nin de bu çalışmalarda yerini alması gerekmektedir. Ayrıca Türkiye'nin bu konudaki gerekli teknolojilerin üretilmesinde ve mevcut sorunların çözümünde sağlayacağı katkı ile öncü ülkelerden biri olma imkanı kaçırmamalıdır. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar için, YTU Akıllı Ev Laboratuvarı önemli bir alt yapı sağlamaktadır.

### Teşekkür

Bu çalışma, İSTKA kurumu tarafından kâr amacı gütmeyen kuruluşlara yönelik çevre ve enerji dostu İstanbul mâli destek programı kapsamında desteklenmiştir.

### 4. KAYNAKÇA

- [1] [Online] <<http://enerjienstitusu.com/turkiye-kurulu-elektrik-enerji-gucu-mw/>>
- [2] J. Medina, N. Muller, I. Roytelman, "Demand Response and Distribution Grid Operations: Opportunities and Challenges", IEEE Transactions on Smart Grid, 1(2) (2010) 193-198.
- [3] J. Aghaei, M. I. Alizadeh, "Demand response in smart electricity grids equipped with renewable energy sources: A review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 18 (2013) 64-72.
- [4] P. Palensky, D. Dietrich, "Demand Side Management: Demand Response, Intelligent Energy Systems, and Smart Loads", IEEE Transactions on Industrial Informatics, 7(3) (2011) 381-388.
- [5] Mrázovac B. , Bjelica M.Z. , Teslic N. ve Papp I. "Towards ubiquitous smart outlets for safety and energetic efficiency of home electric appliances", Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), IEEE International Conference,(2011).
- [6] digitalSTROM – [Online] <http://www.digitalSTROM.org>
- [7] Plugwise – [Online] <http://www.plugwise.com>

- [8] Darby, S. Darby, S. "The Effectiveness of Feedback on Energy Consumption. A Review for DEFRA of the Literature on Metering', Billing and Direct Displays, Environmental Change Institute, University of Oxford, (2006).