

## Nano Talep Katılımı : Ev Ölçeğinde Elektrik Yönetiminin Fayda-Maliyet İncelemesi

Barış Sanlı\*, Murat Alanyalı, Mithat Kisacikoglu

Yazışma : barissanli2@gmail.com

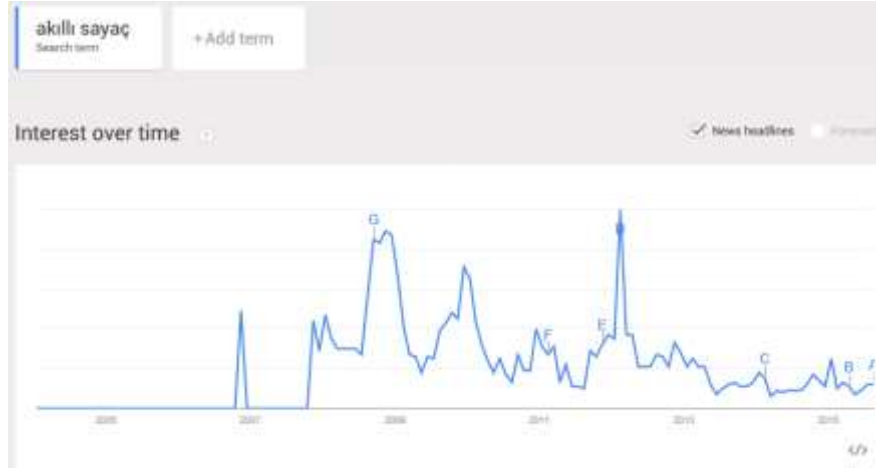
### Amaç:

Nano talep katılımı ile, nano-grid yani en küçük şebeke bileşenleri olan evler, apartmanlar ölçeğinde şebeke yönetimine işaret edilmektedir. Talep katılımı ise (Demand Response) nihai tüketicinin elektrik hizmetlerinde aktif veya reaktif olarak bir ekonomik fayda karşılığı destek vermesi, katılımı olarak tanımlanmaktadır. Ev ölçeğinde Türkiye’de smart grid (akıllı şebeke) uygulamaları konusunda çok fazla örnek olmamasına rağmen, akıllı sayaç olmadan da aslında nihai faydaya ulaşılabilme imkanı vardır. Bu projede, sigorta kutusu sonrasına kurulan bir akıllı okuma, uzaktan kontrollü priz ve bulut sistemleri ile nano Talep Katılımı (nTK) fayda ve etkileri incelenmiştir. Türkiye özelinde ayrı bir değer oluşturulması gerektiği önerilmektedir.

**UYARI : Söz konusu donanım uygulamasını evde uygulamayınız. Uygulamanız durumunda kendinizin ve sevdiğinizlerin can güvenliğini tehlikeye atmış, yangın, ölüm, yaralanma, yanma, bedensel engel sorunları ile karşılaşma ve hayat boyu mücadele etme zorunluluğunda kalabilirsiniz. Projeyi yapanlar 15 yıldan fazla mühendislik deneyimi olan ve ilgili meslek odalarına kayıtlı Elektrik ve Elektronik mühendisleridir. Elektrik şebekenize hiçbir zaman dokunmayın, müdahale etmeyin. Sertifikalı bir uzmanı çağırın. Hiçbir durumda bu yazıdaki yazarlar sorumluluk kabul etmemektedir.**

### Giriş

Akıllı şebekeler ile ilgili olarak 2007’lerden bu yana sektörde bir kısım ilgi olmasına rağmen, dağıtım özelleştirmeleri tamamlanması ve EPDK’nın dağıtım şirketlerine İngiliz Regülatör OFGEM’in de uyguladığı şekilde inovatif bir kalem (ArGe) eklemesi ile asıl ivmelenmenin başladığını söyleyebiliriz. Fakat bu ivmelenmede, büyük şirketlerin yurtdışında Türkiye benzeri (Latin Amerika, Akdeniz, Doğu Avrupa) örneklerini Türkiye’de hemen hemen hiç demo yapmadan pazarlama stratejilerine tanık olduk. Oysaki çok basit birkaç uygulama ile Türkiye’de nihai ev kullanıcısı için akıllı şebeke ve konumuz olan talep katılımı uygulamalarının ne ölçüde ekonomik olup olmadığı kolaylıkla görülebilirdi.



Grafik 1 - Türkiye’de 2007’lerden bu yana bir akıllı sayaç ilgisi bulunmaktadır.

Talep katılımı yapabilmek için öncelikli olarak yüksek çözünürlükte (dakikalık vs) veri okunması bunun da bir nevi akıllı sayaçlar ile yapılması gerekmektedir. Ülkemizde akıllı sayaç yol haritası çıkarılması için bile pilot uygulamalar yapılmadan teknik detayların belirlenmesi çalışmaları başlamıştır. Oysa gelişen teknolojinin getirdiği yıkıcı etkiler, akıllı sayaç stratejilerini değiştirmek zorunda kalabilir. Peki akıllı sayaç stratejileri değişirse, evlerde talep katılımı nasıl olacak? Bu sorulara aşağıda cevaplar aranacaktır.

Klasik talep katılımında iki önemli ekonomik argüman vardır:

1. Tüketicinin gerçek zamanlı fiyatlara maruz kalarak, herkesin tükettiği elektriğin gerçek bedelini ödemesidir. Bu tüketiciler tarafında çok popüler bir fikir değildir.
2. Tüketicide olmayan elektriğin bedelinin ödenmesinde ise çok değişken ve yüksek bir bedelin ödenmesi söz konusu olabilmektedir.

Peki bu iki argümandan hangisi nihai tüketiciyi sistemde daha aktif kullanmanın temel motivasyonu olmalıdır? Bu soruya gerçek bir uygulama projesi üzerinden cevap arayacağız. Projemiz evde elektrik tüketimini 10-15 saniyede bir izlemeyi ve kontrol etmeyi amaçlamaktadır.

### Proje Öncesi Sistem Kısıtları

Sistem kısıtlarının en büyüğü, ev için kurulacak kontrol sistemlerinde minimum 5000 TL gibi rakamların telaffuz edilmesiydi. Oysaki yapılacak uygulama bu kadar bir faydayı belki 30 yılda kazandırmayacaktır. En azından Türkiye’deki tüketici profillerine baktığımızda, tüketicinin ortalama tüketiminin çok düşük (100 W-400Wh) olduğu görülecektir. Anlık olarak bunun evde 4 kW’a kadar çıkması imkan dahilinde olsa bile, aslında ev tüketimlerimiz elektriğin ısıtma,soğutma ve pişirmede çok kullanılmamasından dolayı çok düşüktür. Hatta pek çok kişinin su faturası elektrik faturasının çok üzerinde gelmektedir.

Böyle bir tüketim profilinde bir fayda ispat etmek hemen hemen imkansızdır. Fakat Türkiye gibi ülkelerde bakılması gereken ekstra değerler olabilir. Mesela bunlardan bazıları, ülkemizde çok bilinen “Ütüyü fişte mi unuttum acaba” gibi kişisel güvenlik endişeleri, cihazları prizde ve açık unutmaları gibi değerler olabilir. Bu konulara yazının ileri ki kısımlarında yer verilecektir.

Asıl sorunun büyüğü ise, en son yapılan Kanun değişiklikleri ile sayacın tüketicinin kontrolünde olmamasıdır. Bu sebeple dağıtım şirketi sayacı akıllı sayaç ile değiştirmeden anlık veriyi okumak

neredeyse imkansızdır. Kaldı ki, dağıtım şirketi bu verileri anlık olarak tüketiciye açıp uygulama yazmaya izin verecek midir? Son nokta olarak da, bu verilerin sahibi kimdir? Tüketici mi, dağıtım şirketi mi?

Akıllı sayaç olmayınca ise, sistem aslında kendiliğinden çökmektedir. Fakat evdeki her bir prizden elektrik tüketim ölçümü yapan cihazlar bulunmaktadır. Yani prize bu cihazı taktıktan sonra üzerine ev aletinin fişini taktığınızda anlık ve süreli ölçümler yapan akıllı cihazlar mevcuttur. Bu cihazların ise hem fiyatları yüksektir, hem de çok azı hem elektrik anahtarlama(aç-kapa) hem de ölçüm yapabilmektedir. 5 priz için bu rakam aşağı yukarı 600 TL'leri(ThinkEco TE1010) bulabilmektedir. Bunun üzerine merkezi bir yazılım ve donanım da eklediğimizde maliyet daha yukarılara gidebilmektedir.

Bir diğer teknik zorluk ise aynı anda hem voltaj hem de akım ölçümü gerekmesiydi. Bu konuda internetteki diğer projelerin bir çoğunda yapıldığı gibi voltaj ölçümü sabit kabul edilip bir ekstra voltaj ölçüm cihazı uygulanmadı. Böyle bir donanım ek olarak 44-50 TL civarına mal olacaktır.

### Sistemin Kurgulanması

Sistemi kurgularken internette yapılmış bir çok enerji monitörü projesini incelenerek başlandı. Temelde bu projelerin bir çoğu aslında bir cihazın tüketimini ölçmeye çalışan projeler olduğundan bunun ev ölçeğine getirilmesi için bazı küçük değişiklikler yapılması gerekti.

### Ölçüm Sistemi



Resim 1 – SCT Akım sensörü

Aslında enerji ölçümünün kalbi yukarıdaki non-invasive yani hatta müdahale etmeyip, sadece kablonun etrafına geçirilerek ölçüm yapan bir sensördür. Bu sensörler voltaj veya akım olarak ayrılabilenkte aynı zamanda maksimum çalışma rejimlerine göre de farklılaşabilmektedir.

Bu sensörü aldıktan sonra, sayaçtan sonraki herhangi bir noktaya takıp evin içerisine bağlantıyı çekmek de değerlendirildi. Ama dağıtım şirketinin kaçak/hatta müdahale gibi konularda suçlama ihtimali olduğundan sigorta kutusundan sonraki bir noktanın daha uygun olacağını görüldü.

Ölçüm sistemi için yapılan hesaplar, ingilizce olarak yazılan öğretici dökümanlarda yer aldığından burada çok küçük bir püf noktaya değinmekte fayda var. Bu sensörü kullanırken iki ucundan birini kullandığınız voltaj seviyesinin yarısına set ediyorsunuz. Yük direncini ise, üzerinde ne kadar voltaj sallanması yapacağını hesaplayarak belirliyorsunuz. Gerisi zaten Analog veri okuma işleme ve internete atma işlemleri ki neredeyse otomatik olarak yapılabiliyor.

## Mikroişlemci



Resim 2 - Eski adıyla Spark, yeni adıyla Particle Core

Mikro işlemci kısmı genelde sistemin beyni olarak tanımlanmaktadır. Mikroişlemcide olması gereken 4 temel özellik şunlardır:

1. Analog okuma yapabilmesi (sensörden gelen okuma)
2. Dijital okuma/yazma (radyo frekansında evdeki akıllı prizler ile haberleşebilmesi için)
3. Wireless bir internet bağlantısına bağlanabilmesi (Arduino kullanıyorsanız ESP8266 ile wireless haberleşme imkanı olabilir)
4. Düşük güç tüketimi

Tüm bunlar aslında şu anda çok popüler olan arduino ile de yapılabileceği gibi, projenin ilk aşamalarında bulut(cloud) üzerinden kontrol edilebilen bir sistem tasarlama fikri mevcuttu. Proje ilk yapıldığında dolar kuru da düşük iken ve Internet of Things (nesnelerin Interneti) ile de tanışma imkanı olsun diye Spark Core (şimdi adı Particle Core)'u tercih edildi. Yine de herşey arduino ile de yapılabilir ve çok düşük bir maliyete gelebilirdi.

Spark Core yerine aynı firmanın Photon'u da tercih edilebilirdi. Core 39\$, Photon ise 19\$'lık kablosuz iletişim yapan işlemciler/mikrokontrol üniteleridir. En önemli özellikleri:

1. Kablosuz bağlantı yapabilmeleri (kurup direkt cep telefonu üzerinden ilk kontrol işlemleri yapabiliyorsunuz)
2. Bulut'ta programlama ve yükleme: build.particle.io adresinde her türlü kodlamayı yapıp dışarıda da olsanız, direkt cihaza yükleme emri verebiliyorsunuz. Bu çok faydalı oldu, programı

geliştirirken evde olunmayan zamanlarda, internet üzerinden programı tekrar yükletip değerleri tekrar inceleme imkanı bulundu.

3. Arduino uyumu: Elektronikçilerin bir çoğu anlaşılmasız dilleri kullanmayı profesyonellik sayar, ama anlaşılır programlama dilleri hata ihtimalini azaltır, aynı zamanda bu dillerdeki diğer hazır kütüphaneleri de kullanma imkanını sağlar. Bu projede Particle'ın kendi kütüphanelerinden semonlib kütüphanesi kullanıldı.

### Radyo verici

Radyo vericisinin temel özelliği akıllı prizler ile tek taraflı haberleşme yapabilme imkanı sunmasıdır. Yani 433 MHz frekansından belirli bir düğmeyi kapat ve aç sinyali gönderilebiliyor. Fakat sistemin gerçekten açıp açmadığı için geri bildirim imkanı maalesef bulunmamaktadır.

### Uzaktan Kumandalı Prizler

Uzaktan kumandalı prizler çok uygun fiyatlar ile evde elektrik tüketimini kontrol etmeye yarayan düşük güvenli cihazlardır. Yaklaşık 15\$-30\$'a kadar ikili veya üçlü setler halinde uzaktan kumanda ile birlikte satılabilmektedirler. Güvenlik düzeyi çok düşük olup, 5 bit veya 10 bit bir güvenlik sağladıkları düşünülebilir. İlk 5 biti farklılaştırarak sisteminizi farklılaştırabildiğiniz gibi, sonra gelen 5 bit ile oynayarak da prizlerin sıralamasını değiştirebiliyorsunuz.

Uzaktan kumandalı prizler genelde 433 MHz'lik radyo frekanslarında çalıştığından kontrolü ve ilgili kontrol devrelerini bulmanız çok kolay olmaktadır. Bu projede 3\$'lık bir radyo vericisi ile evdeki 3 prizi de kontrol etme imkanı hem de evin yapısına rağmen mümkün oldu. Fakat çamaşır makinesinin yüklenmesi sırasında yapılan aç/kapa işleminde bir priz için sigorta yandı, değiştirdikten sonra eskisi gibi çalışmaya devam etti.

### Diğer Parçalar

Diğer parçalar içinde güç beslemesi için bir tane micro USB şarj cihazı ve 5 metreye yakın kablo kullanıldı. Bir şarj cihazına 5 metre kablo takınca nihai noktada bir voltaj düşüşü oluyor, fakat Spark Core'un çalışmasını çok etkilediği söylenemez. Bu yazının yazıldığı tarihte sistem 8 haftadır çalışır vaziyetteydi.

Ticari üretim göz önüne alınmadığından 3 direnç, bir kapasitör ve bir de breadboard kullanıldı. Yani olayın tamamı aslında çok az parça ile halledilmiş oldu.

### Yazılım

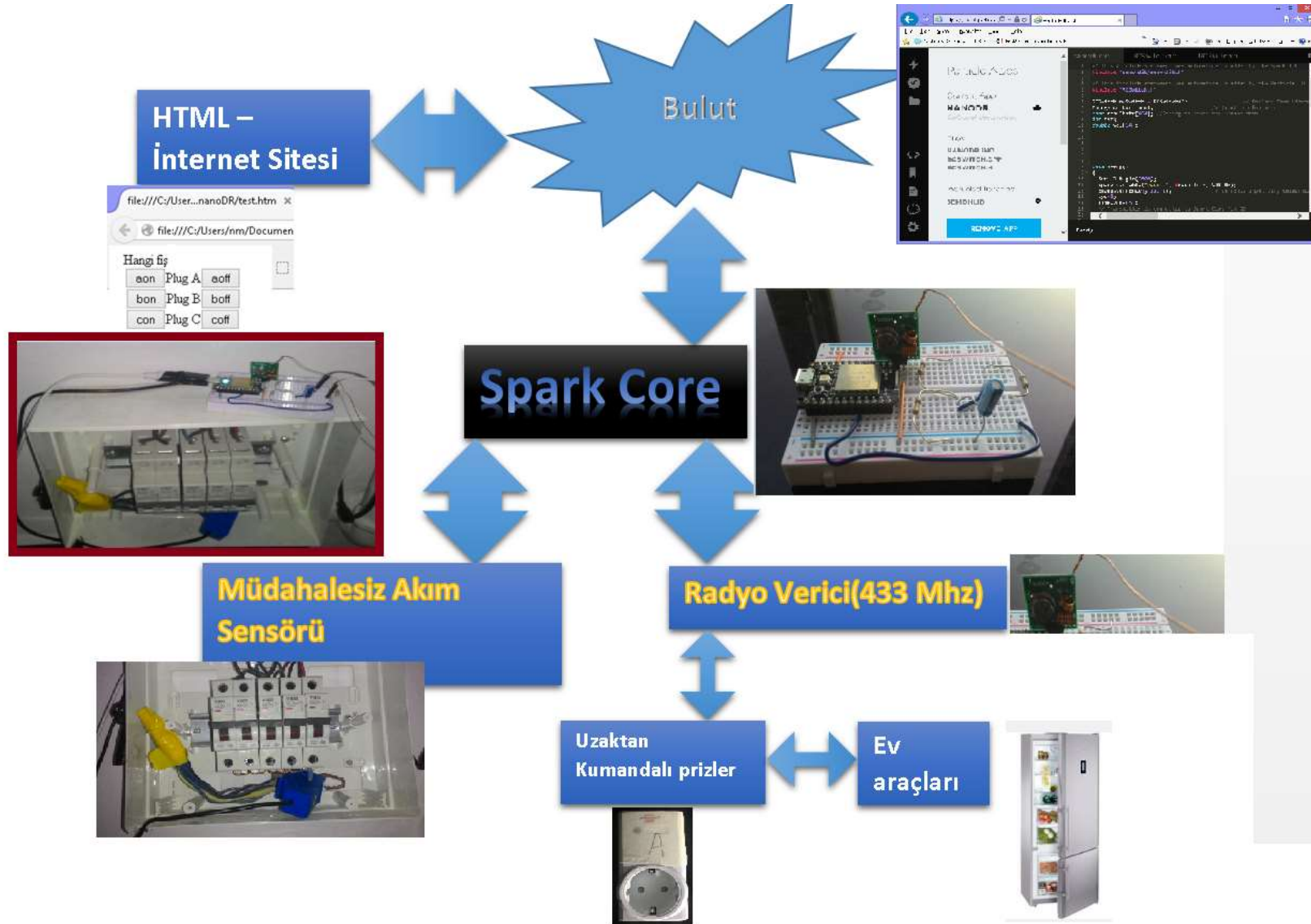
Sistemde 3 ayrı yazılım kullanıldı:

1. Spark Core için build.particle.io daki geliştirme yazılımı ile mikro kontrolör geliştirmesi yapıldı
2. Google Spreadsheet üzerinde bir makro ile, Spark Core'un okuduğu değerler bulut üzerinden google'da bir çalışma sayfasına atıldı. Bu sayfa 7 günde bir tekrar silinerek sistemin sürekli veri alabilmesi sağlandı.
3. HTML: Bir küçük web sitesi kodu ile düğmeler üzerinden internet üzerinden prizlerin açılıp kapanmasını sağlayan bir kodlama yapıldı.

### Tüm Sistem Şeması

Aşağıda görülen sistem şemasında tüm parçalar ve birbirleri ile etkileşimleri hem grafiksel hem de projedeki gerçek resimleri ile gösterilmiştir. Bu şemalarda bilgi akışı, müdahalesiz akım sensöründen,

voltaj 230 V olarak kabul edilerek, RMS akım hesaplanmakta (semonlib kütüphanesi bunu otomatik yapıyor) ve spark core ve kablosuz modem ile internet ortamında bulut sunucuya iletmektedir. Cep telefonu veya herhangi bir bilgisayardan alınan priz kontrol komutları da yine kablosuz model, spark core ve 433 Mhz verici üzerinden uzaktan kumandalı prizin açılıp kapatılmasında kullanılmaktadır.



Şekil 2- Proje nin sistem gösterimi

## Sistem Maliyeti

Sistem maliyeti konusunda Türkiye'deki bir tüketicinin ne kadar ödediği ve internet üzerinden verilen fiyatları ayrı ayrı vererek iki ayrı maliyet hesabı verilmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'de bulunmayan Particle(Spark) Photon ünitesi yerine daha pahalı olan Particle(Spark) Core ünitesi kullanılmıştır. Fiyatlar robotistan.com sitesinden alınmış olup bu fiyatları üst fiyatlar olarak, internet'te uluslararası siteler üzerinden bulunan fiyatları da alt fiyatlar kabul etmekte fayda vardır.

Öncelikle internetten 3 Eylül 2015 tarihindeki 1\$=2.96 TL üzerinden hem TL hem de \$ üzerinden yapılan hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

Ünite	Fiyat	Adres
Spark Core	201.58 TL	<a href="http://www.robotistan.com">www.robotistan.com</a>
SCT-013	44.31 TL	<a href="http://www.robotistan.com">www.robotistan.com</a>
433 Mhz Verici	11.80 TL	<a href="http://www.robotistan.com">www.robotistan.com</a>
3 tane uzaktan kumandalı priz	93.00 TL	<a href="http://www.gittigidiyor.com">www.gittigidiyor.com</a>
Breadboard, şarj kablosu vs	15 TL	Diğer kaynaklar
Toplam	366 TL	124 \$

Aşağıdaki hesapta, 39\$'lık Spark Core, Particle Photon adlı ünite ile değiştirilmiş ve bir maliyet düşüşü de oradan sağlanmıştır. Fiyatlar 3 Eylül 2015 tarihindeki internet fiyatlarıdır.

Ünite	Fiyat	Adres
Particle Photon	19\$	www.particle.io
SCT-013	7.17\$	<a href="http://www.banggood.com">www.banggood.com</a>
433 Mhz Verici	1.69\$	<a href="http://www.banggood.com">www.banggood.com</a>
3 tane uzaktan kumandalı priz	31 \$	<a href="http://www.gittigidiyor.com">www.gittigidiyor.com</a>
Breadboard, şarj kablosu vs	5 \$	Diğer kaynaklar
Toplam	60 \$	178 TL

Dolayısıyla sistemimizin üst maliyeti 366 TL, alt maliyeti de 178 TL olarak hesaplanmıştır. Peki bu ücret tüketiciden nasıl alınacaktır veya bu yapılan harcamaların tüketiciye dönüşü ne kadar sürede olacaktır?

## Tüketici'ye sunulacak model

Tüketiciye bu sistem ile iki temel hizmet önerilmektedir.

1. Tüketimini anlık olarak görme
2. Tüketim araçlarından 3'ünü uzaktan kontrol etme

Şüphesiz tüketici bunların hiçbiri ile ilgilenmeyebilir. Kaldı ki, Türkiye'deki ortalama ev tüketimlerinin düşüklüğü, gece ve gündüz fiyatları arasındaki farklar göz önüne alındığında, bir çok insan için bu sistemin çok da ekonomik olmayacağı düşünülebilir.

Örneğin, 180-200 TL/MWh pik fiyata, 100-80TL/MWh off-peak fiyat düşünüldüğünde, tüketici bu sistemlerle her bir kW saatini off-peak'e kaydırarak 80-100 TL/MWh, ya da 0.08 ve 0.10 TL/kWh'lik bir ekonomik gelir artışına sahip olacaktır.



Bu durumda kötümser senaryoda 4575 kWh'lik, iyimser senaryoda ise 2225 kWh'lik tüketimini maliyet geri ödemesi boyunca pik saatlerden off-peak saatlere(8 kuruş/kWh'lik fark ile) kaydırması gerekmektedir. Bu miktarın 5 sene içerisinde geri ödenmesi için:

- Kötümser senaryoda 5 yıl boyunca her gün 2.5 kWh'lik yük kaydırılması
- İyimser senaryoda (düşük maliyette), 5 yıl boyunca hergün 1.21 kWh'lik yükün kaydırılması

gerekmektedir.

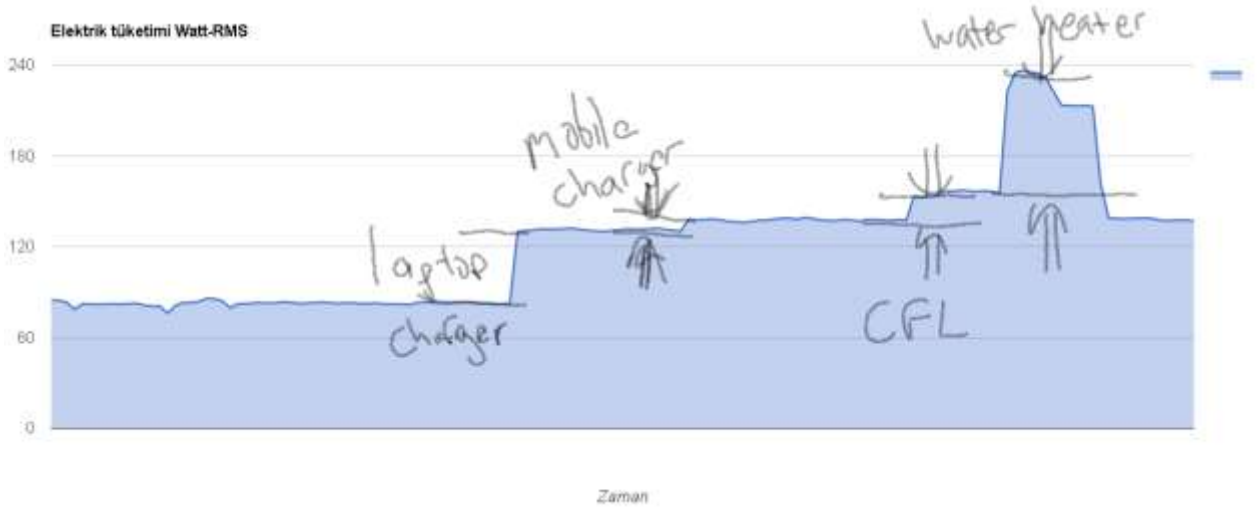
Yani ortalama günlük tüketimi 100W olan evler için bu rakamlara erişilmesi çok zor hatta imkansızdır. Gerçekleştirilebilse bile bu tüketici için rahatsız edici olabilir, akşam çamaşır makinesi çalıştırmak, bulaşıkların gece yarısı yıkanması sabah erkenden makineden çıkarılması gibi zorluklar olabilir. Tüm bu uygulamalarımızda evlerimizde klima ve kombi kontrolü olmadığını varsayıyoruz.

Pratikte bu sistem bu fiyatlara kabul edilebilir maliyet sınırları içindedir. Söz konusu sistemle, hangi cihazlar ne kadar kapatılabilir çeşitli denemeler yapıldı:

1. Buzdolabı: Buzdolabı aslında bir süre çalışıp sonra duran ve evin baz yükü olan bir cihazdır. Çok yüksek verimli bir buzdolabı 1.5 saat elektrik kesintisinde ısısının çok azını kaybetmekte hatta bazen kaybetmemektedir. Fakat çekişi düşüktür. İki ayrı cihaz ile ölçümde 60-100 W çalışıp durduğu görülmüştür. Yani sistemin pik zamanlarda ihtiyacı olduğunda buzdolabı hemen kapatılabilir, ama düşük bir fayda sağlar. Mesela ortalama 30Wh (buzdolabı aç kapa-aç kapa çalıştığından ortalama saatte 30 Wh varsayalım) her gün yük kaydırma imkanında, 5 yılda her gün 1 saat yapılırsa 54.75 kWh'lik bir tasarruf oluşmaktadır. Bunun bugün ki TL karşılığı ise 19.7 TL'dir.

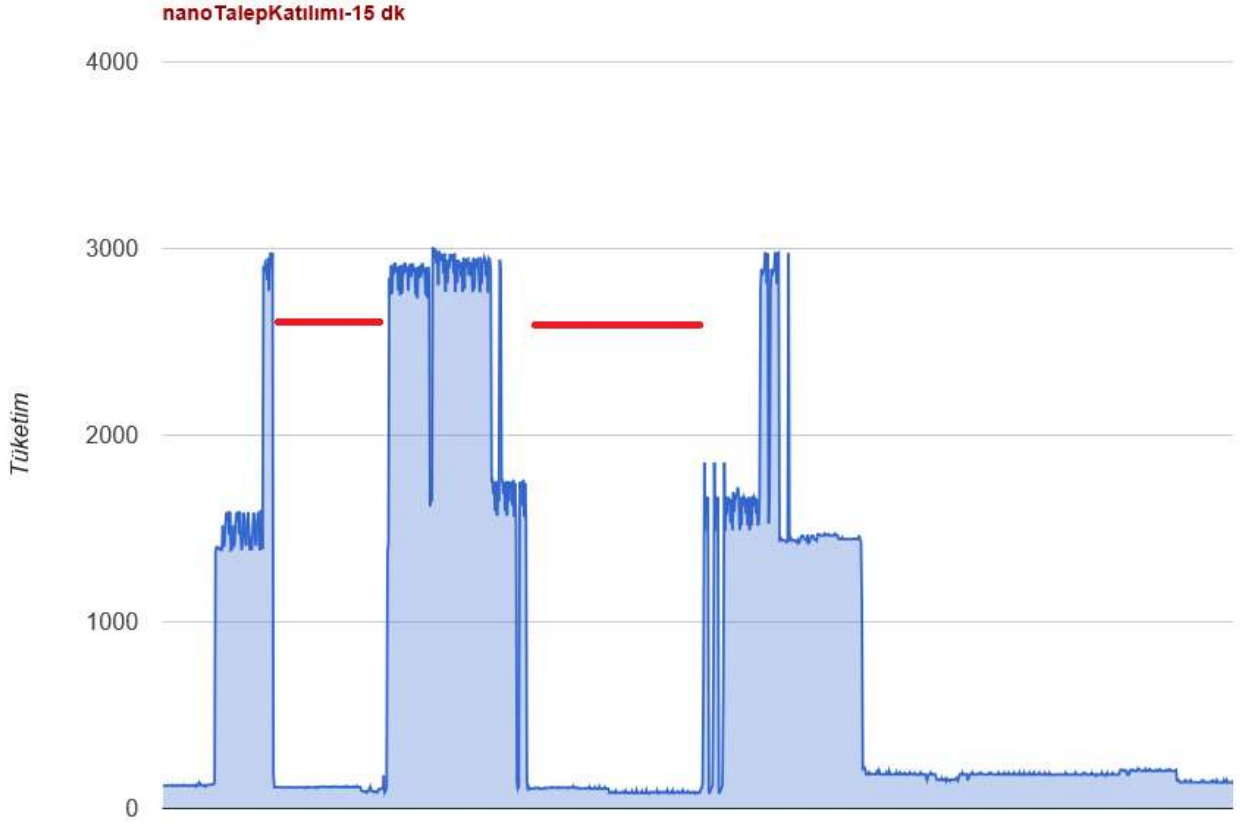


2. Şarj üniteleri: Cep telefonu, laptop şarjları çok fazla bir yük çekmemektedirler. Ölçüm cihazlarına göre prizde kaldıkları sürece toplamda 1 W bile çekmemektedirler. Dolayısıyla destekleri çok olmamaktadır. Ama söz konusu cihazların evde bulunulmayan sürelerde şarjlarının bu düşük çekişlerinin de kapatılması, 5 yılda, günde ortalama 12 saat elektrik çekmemesi anlamına gelecektir. Bir çok kişi fişleri genelde şarjda bırakmaktadır. Akıllı algoritmalar ile ev tüketimi yüksek olmadığı zamanlarda şarjlara bağlı prizler kapatılabilir. Bu da 5 yıl\*365 gün\*12 saat\*1 W = 21.9 kWh yapar. Bugün ki değerle 5 yılda 8.1 TL'lik bir tasarruf sağlar.



3. Çamaşır ve Bulaşık Makineleri: Bu iki tüketim aracı da aslında en yüksek tüketimleri olan iki beyaz eşyadır. En iyi durumu simule etmek için, akşam yemekten sonra ikisinin de çalıştırıldığı varsayılmıştır. Bu durumda gerçekten en az 1 kWh'e yakın bir yük kaydırma imkanı bulunmaktadır. Fakat bunun 5 yılda 240 gün yapılma imkanı çok da yüksek değildir. Fakat imkan dahilindedir.

Aşağıdaki grafikte, gerçek zamanlı olarak proje kapsamında birlikte başlatılan çamaşır ve bulaşık makinelerinin önce 15 dakika daha sonra 25 dakikanın üzerinde zamanlarda durdurulduğu iki blok görülmektedir.



Grafikten de görüldüğü üzere, böyle durumlar kontrol edilebilmektedir. Türkiye’de satılan cihazların dur-kalklardan kötü etkilenmediği varsayılabilir. Fakat bu denemeler esnasında uzaktan kontrollü prizlerden birinin sigortası attı, değiştirerek çalışmayı devam ettirme imkanı bulundu. Bu kaydırmaların da ayda 4 günden, 5 yılda 240 saat kaydırma imkanı verdiğini varsaysak ve bunun da 240 kWh’lik bir fiyat farkını tüketiciye geri ödediği düşünülse 5 yılda 86 TL’lik bir tasarruf imkanı bulunmaktadır.

4. Şarj zamanlarının kaydırılması: Bir çok kişi telefonlarını şarja takarak sabaha kadar şarjda bırakmaktadır. Ama burada uzaktan kumandalı prizler ile, şarj fişlerini gece 1’den sonra çalıştırıp sabah 5’te kapatma imkanı verilebilir. Bu da haftada iki gece yapılabilse, 7 W cep telefonu, 10 W laptop şarjı ve toplam şarj süresi 3 saat kabul edilse, 5 yılda 8.16 kWh lik bir kaydırma elde edilmiş olur. TL olarak ise 3 TL gibi bir rakama denk gelmektedir.

Toplamda ise TL rakamlar bu rakamların çok altında hatta 5’te biri mertebesinde olacaktır. Çünkü kWh’tan TL’ye, 1 kWh elektrik 36 kuruş olarak hesaplandı. Oysaki zaman kaydırması yaptığımızda 8-10 kuruş/kWh’lik gelirler beklememiz gerekir. Çünkü o enerji yine tüketilecek ama daha düşük fiyatlı saatlere kaydırılacaktır.

- Buzdolabından 54.75 kWh,
- Şarj ünitelerinin prizlerden boşa yük çekmesini engellemekten 21.9 kWh
- Çamaşır ve bulaşık makinelerinden 240 kWh

- Şarj sürelerinin kaydırılmasından 9.16 kWh
- Toplamda 5 yılda, 325.81 kWh'lik bir yük kaydırma imkanı bulunmaktadır ki, bu gayet makul bir hesaplama şeklindedir.

Yani yük kaydırarak kWh başına 8 kuruşluk bir kâr imkanı ile yılda 445 kWh (düşük maliyette)'lik yük kaydırmamız gerekmektedir ki, proje fizibilitesi makul olsun.

Şu aşamada bu proje tüketicie yük kaydırma açısından gerekli ekonomik çıktıyı 5 yıl içerisinde sağlamamaktadır.

Kaldı ki faiz oranlarını %10 aldığımızda da aylık ödeme olarak 36 TL veya 18 TL'lik ödemeler çıkmaktadır. Bunun da kaç tane tüketici tarafından kabul edilebileceği sorgulanmalıdır.

### Türkiye için Bir Başka Model

Türkiye gibi klima kullanımının yeteri kadar yaygın olmadığı ülkelerde diğer ev aletleri ile nano Talep Yönetimi ekonomik maliyetlerini bugün ki değerlerden kanıtlayamamaktadır. Ama tüketicinin kendi uzaktan kumandalı prizleri var ise, sistem maliyet 80 TL'ye düşmekte ve aylık 8 TL'lik bir bedele bu hizmet verilmesi imkan dahilinde gözükmemektedir. Teknolojik gelişmeler ile Spark Core veya Photon gibi IoT cihazların fiyatı 10 \$'lara kadar düşecek, diğer parçalar da toplu alındığında 4-5\$'lık indirimler mümkün olacaktır. O zamanda aylık 4 TL ödeme ile söz konusu cihazlar abonelik konusu yapılabilecektir.

Burada farklı bir noktadan söz konusu projenin ticari yapılabilirliği üzerine Türkiye'deki insanların temel çekincelerine değinmekte fayda vardır. Böyle bir cihazın evlerde tüketicinin gözündeki değerini arttırabilmek için birkaç uygulama ile zenginleştirmek gerekmektedir.

1. Güvenlik Katmanı – “Ütüyü fişte mi unuttum”: Aslında bir çok kişinin elektrik tüketiminden daha büyük derdi, fırını, ütüyü veya ocağı açık unutup unutmadığıdır. Bu tip bir proje, talep katılımı değil aynı zamanda ev güvenliğinin ve yangına karşı bir koruma önlemi özelliği ile de tüketicie vurgulanabilir : “Ütüyü fişte mi unuttum diye düşünmenize gerek yok!”
2. Verimlilik Katmanı: Bu tip veriler ile tüketicie yukarıdakinden daha fazla verimlilik imkanı sağlanabilir. Örneğin, eğer evinizdeki ampülleri LED ile değiştirirseniz, 3 yılda kendini ödüyor.
3. Enerji Yönetimi Katmanı: Cep telefonu üzerinden, “evden çıktım” tuşuna bastığınızda akıllı prize takmadığınız tüm cihazlar haricindeki tüm ev eşyalarının elektrik tüketimini kapatabilirsiniz. Aynı şekilde hafta içi belirli ayarlar ile, TV'nin belirli bir saatten sonra açık kalmasını önleyerek ekstra fayda sağlanabilir. (TV+ Alıcı Kutusu=100W civarı)
4. Talep Yönetimi Katmanı: Yukarıdakilerden farklı olarak,bunu tüketici değil, dağıtım şirketinin yönetmesi daha doğru olur. Çünkü nodal fiyatlama hesaplamaları yapılırsa, dağıtım şirketinin bazı yatırımları yapmasından da belirli saatlerde bir bölgedeki 500 buzdolabını kapatabilmesi daha büyük bir fayda sağlayabilir.

Yapılan çalışmada tüketicinin gerçek zamanlı fiyatlamaya maruz bırakılmasının çok da mantıklı ve faydalı olmayacağı, bunun yerine sabit bir ücret üzerinden bu hizmetin, tüketici arabirimleri ile sağlanmasının daha yararlı olacağı görülmüştür.

Yani nano Talep Katılımı, geleneksel literatürün aksine dağıtım şirketine esneklik sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Sabit ücret üzerinden tasarruf ve diğer sosyal faydaları sağladığı noktasında tüketicie ikna edebilmelidir. Tüketicinin gerçek zamanlı fiyatlarla maliyet hesabı doğru bir sonuca götürmemektedir.

## Sonuç

Türkiye’de bir evde 8 hafta boyunca çalışan ve düşük bir fiyata mal edilen bir enerji izleme ve okuma sistemi üzerinden nano düzeyde bir talep yönetimi yapıp yapılamayacağı konusunda deney sonuçları yukarıdaki sayfalarda anlatıldı. Bulgular sırası ile şu şekildedir:

1. Ev ölçeğinde anlık izleme sistemleri 100 TL altındaki fiyatlara gerçekleştirilebilir durumdadır. Bu izleme sistemine bir de kontrol sistemi (uzaktan kontrollü prizler) eklendiğinde priz başına 30TL’de maliyeti vardır.
2. Yukarıdaki çalışmada, siber güvenlik, işçilik maliyetleri gibi konulara değinilmemiştir. Ama siber güvenlik parçaları Particle(Spark) Core’un bulut yazılımında mevcuttur. İşçilik maliyetlerine hiç değinilmemiştir.
3. Sistemin çalışmasında evdeki kablosuz ağın sürekli açık olduğu varsayılmış, modemın enerji tüketimi ihmal edilmiştir.
4. Talep yönetiminde, Türkiye’deki fiyatlardan yük kaydırmak cihaz toplam maliyetlerini 5 yıllık dönemde kurtarmamaktadır.
5. Türkiye için bu tip projeleri “Ütü fişte mi?”, Enerji Yönetimi, Talep Yönetimi, benzer tüketimleri kıyaslama gibi hizmetler ile birlikte paketleyerek tüketiciye sunmak gerekir.
6. Tüketiciyi gerçek zamanlı fiyatlara maruz bırakmak yerine, dağıtım şirketinin bir nevi tüketiciden kapasite kiralaması daha doğru olur. Saatlik en az 30 W, veya anlık kapasite de 100 W çekişleri olan buzdolapları zaten bu tip kiralamalar için 365 gün müsaittir.
7. kWh başına bedeller çıkarılması yerine daha hibrit, hem kWh bonuslar verilirken, tüketiciden de aylık cihaz bedeli alınması sistemi uygulanabilir yapacaktır.
8. Klimatik ev araçları burada incelenmemiştir. Ama kombinin termostat çıkışları ve bir sıcaklık sensörü ile doğal gaz tasarrufu sağlanması imkanları bulunmaktadır ki asıl gelir getirici nokta burası olacaktır.

Kısacası, evdeki elektrik tüketimini izleyen, bunu bir kapasite hizmeti olarak dağıtım şirketine satan, aynı zamanda ısı sensörleri ile doğal gaz kombisini prizden değil, termostat girdilerinden kontrol eden bir cihazın ekonomikliği çok daha makul seviyededir. Henüz InternetOf Things (IoT) dönemi yeni başlıyor. Fiyatların düşeceği, entegrasyonun artacağı ve tüketicinin küçük küçük daha fazla bedeller ödeme karşılığında daha kombine hizmetleri tercih edeceği de olasılık dahilindedir. Bu yazıda anlatılan projeler, bir “proof of concept” yani bir kavramın kanıtlanması amacı ile yapılır, ticarileşmeleri yıllar alır. Ama ticarileşmeleri bir şüphe değil bir zaman meselesidir.

Yazışma: Barış Sanlı, [barissanli2@gmail.com](mailto:barissanli2@gmail.com)

3 Eylül 2015