

AKILLI ŞEBEKELERDE GELİŞMİŞ YEREL TALEP YÖNETİMİ

M. Alparslan ZEHİR¹
e-mail: zehirm@itu.edu.tr

Mustafa BAĞRIYANIK¹
e-mail: bagriy@itu.edu.tr

¹*İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, Türkiye*

Anahtar kelimeler: akıllı şebekeler, gelişmiş yük kontrolü, talep yönetimi, termostat kontrollü yükler

ÖZET

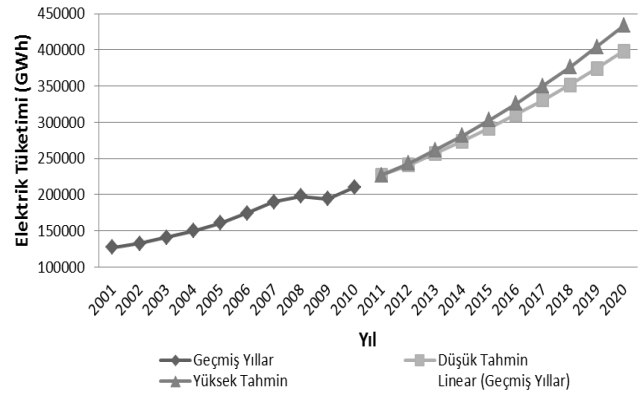
Günümüz elektrik şebekesinde, yıldan yıla artan tüketim, kısa zamanlar için ortalamanın oldukça üzerinde seyreden puant yük, üretimde ithal edilen kaynaklar sebebiyle enerjide dışa bağımlılık ve yüksek oranda fosil kaynaklara dayalı üretimden dolayı artan karbon salınımları gibi sorunlar bulunmaktadır. Akıllı Şebeke uygulamaları ile, kontrol, izleme ve koruma başta olmak üzere şebekedeki birçok işlemin gelişmiş işlemci ve haberleşme yeteneklerine sahip, otonom çalışan sistemlerle ve yararlı yaklaşımlarla gerçekleştirilebilmesi üzerinde çalışılmaktadır. Geliştirilen yeni yaklaşımların da getirebileceği yeni zorluklar ve şebeke güvenilirliğini etkileyebilme riski bulunmaktadır. Bu sebeple sadece üretim ve hizmet sağlayıcı tarafında değil; aynı zamanda tüketim ve kullanıcılar tarafında da bazı çözümlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Talep Tarafı Yönetimi (TTY) yöntemleri olarak isimlendirilen bu çözümler, tüketicilerin kullanım profillerinin şebekenin yararlarına göre değiştirilmesiyle ilgili doğrudan veya dolaylı birçok yöntemi kapsamaktadır. Bu çalışmada, akıllı şebekelerde talep yönetimi konusu, yerel sistemlerde gelişmiş kontrol yaklaşımı ile beraber incelenmiştir.

I. GİRİŞ

Günümüzde elektrik enerjisinin yıllık tüketim miktarları sürekli artmaktadır. Elektrik enerjisi tüketimi dünya genelinde, 2003 yılından bu yana %38 artış göstermiştir [1]. Ülkemizde ise elektrik tüketiminin artışı, son on yılda yıllık ortalama %6.8'lik büyüme ile toplamda %65 olmuştur [2]. Geleceğe dönük tahminlerde Türkiye için tüketimde artış beklentisi, 2020 yılına dek yıllık %6.2 ile 7.9 arasında büyüme ve bu artış hızıyla 2020 yılında bugüne göre tüketimin %75 ila 91 daha fazla olması yönündedir (Şekil 1) [2].

Elektrik enerjisine olan talepteki bu artışın yanı sıra sistem işleticileri tüketimin dalgalılığı, puant yük sebebiyle tesis edilip kısa süreler için verimsiz işletilen generatörler gibi çeşitli sorunlarla da karşılaşmaktadırlar. Kullanıcıların tüketim alışkanlıkları günlük, aylık ve yıllık süreçlerde zamana göre farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar sebebiyle, talep bazı zamanlar ortalamanın oldukça aşağılarına düşmekte, bazı zamanlarda ise şebekeyi oldukça zorlayacak yüksek değerlere çıkabilmektedir [3].

Puant yükü karşılayabilmek için hızlı bir şekilde devreye girebilen santrallere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla doğal gaz santralleri, hidroelektrik santralleri ve dizel generatörler tercih edilir.

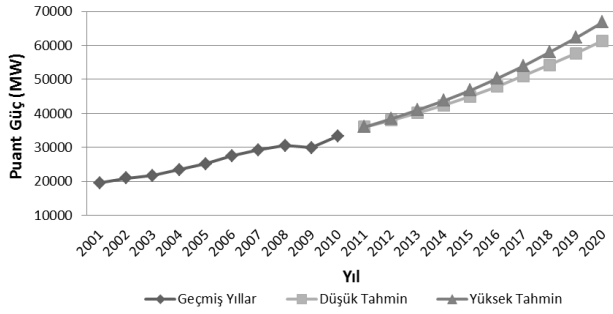


Şekil 1: Türkiye'de elektrik tüketimindeki değişim ve gelecek tahminleri [2]

Miktarı GW'lar mertebesinde olan puant talep, kısa süreler boyunca gözlemlenmekte, bu talebi karşılamak için tahsis edilmiş santraller diğer zamanlarda atıl durumda kalmaktadırlar. 2006 yılında, Kanada'nın Ontario eyaletinde 27 GW civarında olan yıllık puant yük (3.6 GW'lık ek yük), yılın en sıcak günlerinde ortaya çıkmış ve toplamda 88 saat sürmüştür [4]. Bu süre tüm yılın yaklaşık %1'ine denk gelmektedir. Benzer şekilde, Türkiye'nin 2010 yılı için tertiplenmiş yük eğrisi incelendiğinde, yılın %1'i boyunca görülen puant yükün diğer zamanlardaki talepten yaklaşık 1.2 GW fazla (toplamda yaklaşık 34 GW) olduğu tespit edilmiştir [2].

Türkiye'nin puant güç talebi yıllık ortalama %7.2'lik büyüme ile son on yılda %70 oranında artış göstermiştir [2]. 2020 yılına dek puant talebin yılda %5.6 ila 7.8 olmak üzere toplam %70 ile %85 arasında artış göstermesi beklenmektedir [2]. Türkiye'nin puant güç talebinin 2001-2010 yılları arasındaki değişimi ve 2020 yılına dek yapılmış iyimser ve kötümser tahminler Şekil 1.2'de gösterilmiştir.

Kısa zaman süreleri için oluşan puant güç talebi, şebeke işleticisine ek maliyetler getirmektedir. Ontario için 2020 yılında tahmin edilen puant yük %1 azaltılabildiği takdirde, sadece santral yatırımlarından 870 milyon \$'lık tasarruf sağlanabilmesi mümkün olacağı belirtilmiştir [5].



Şekil 2: Türkiye'de puant güç talebindeki değişim ve gelecek tahminleri [2]

Türkiye elektrik sisteminde de talepte meydana gelen dalgalanmalar ve üretimdeki kaynak sıkıntıları, üretimin talebi karşılamakta zorlanmasına neden olabilmektedir.

Ülkemizin ve diğer bir çok ülkenin enerji üretiminde ağırlıklı olarak kullandığı kaynaklardan dolayı yaşadığı bir diğer sorun da doğal gazın ve diğer fosil kaynakların büyük kısmının dışarıdan ithal edilmesidir. Avrupa Birliği ülkelerinde enerji ithalatı ortalaması %53'un üzerindedir [6]. Ülkemizde ise bu oran daha yüksektir. Türkiye'nin 2010 yılındaki enerji arzının petrol için %93, doğalgaz için %98, taş kömürü için %90 olmak üzere genel toplamda %72.9'luk bölümü ithalat yapılarak karşılanmıştır [6]. Bu durum enerjide dışa bağımlılığı arttırmakla beraber kullanıcı tarifelerine de yansımaktadır. Yine aynı sebeple, dışarıdan ciddi miktarlarda kaynak ithalatı yapılması sonucu cari açık artmaktadır. Bu ve benzeri sebepler, uzmanları elektrik enerjisinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketiminde yeni arayışlara itmektedir.

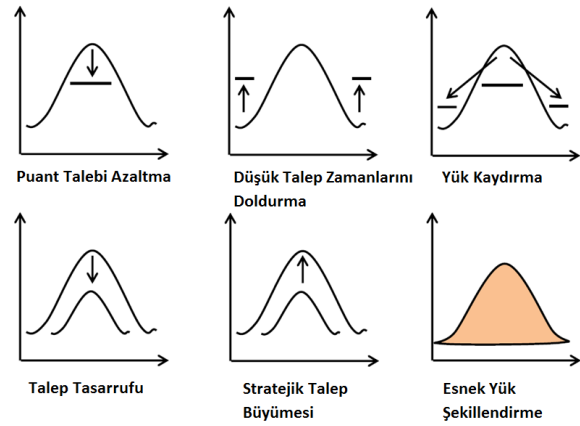
Günümüz şebekesinin sorunları ve gelecekte karşılaşılabilecek muhtemel zorluklardan dolayı, şebekenin yapısı ve işletilmesini iyileştirecek çalışmalar yürütülmektedir. Akıllı Şebeke (Smart Grid) başlığı altındaki bu araştırmalar, şebekenin daha verimli, güvenilir ve çevre dostu olarak işletilmesini amaçlamaktadırlar. Akıllı Şebeke çözümleri, mevcut olumsuzlukları iyileştirme potansiyeliyle beraber bazı zorlukları da beraberinde getirebilmektedir.

Dağıtım sistemlerinde çift yönlü enerji akışı, ölçüm ve koruma ekipmanlarının çalışmalarında ortaya çıkabilecek zorluklar, kesintili enerji kaynaklarından dolayı üretimde karşılaşılabilecek ani değişimler ve şebekeye farklı noktalardan bağlanabilen büyük güçlü hareket eden yükler, Dağıtık Üretim ve Elektrikli Araçlar gibi yeni yaklaşımlardan kaynaklanabilecek bazı zorluklardır.

Günümüz şebekesinin sorunlarına çözüm vadetmekle beraber, yeni yaklaşımların getirebileceği zorluklara karşı da başvurulabilecek başlıca yöntemlerden biri olarak Talep Tarafı Yönetimi öne çıkmaktadır. Uzun yıllardan beridir çeşitli yöntemlerle yararlanılan bu tekniğin kullanım alanları ve yararları, gelişen ölçüm ve haberleşme ekipmanları sayesinde artmaktadır. Bu çalışmada akıllı şebekelerde Talep Tarafı Yönetimi konusu, yerel sistemlerde uygulanabilecek gelişmiş talep yönetimi uygulamalarıyla beraber incelenmiştir.

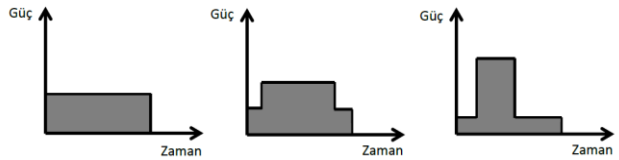
II. TALEP TARAFI YÖNETİMİ

Kullanıcıların tüketim alışkanlıklarının şebekenin ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde etkilenmesi ve değiştirilmesi ile ilgili tüm uygulamalar, Talep Tarafı Yönetimi (TTY) başlığı altında toplanmaktadır. TTY puant talebi azaltma, düşük talep zamanlarını doldurma, stratejik talep tasarrufu, stratejik talep büyümesi, yük öteleme ve esnek yük şekillendirme gibi farklı amaçlarla kullanılabilir (Şekil 3) [7].



Şekil 3: Talep Tarafı Yönetimi stratejileri

TTY yöntemlerinden yük öteleme ile belirli bir iş, sınırlı bir zaman dilimi içerisinde kaydırılarak birçok farklı biçimde gerçekleştirilebilir. Şekil 4'te toplam enerji tüketimi değişmeksizin aynı işlerin yapılabileceği farklı çalışma durumları örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4: Aynı işlerin gerçekleştirilebileceği farklı çalışma durumları

Bu amaçları gerçekleştirebilmek için Dolaylı Yük Kontrolü ve Doğrudan Yük Kontrolü yöntemleri kullanılabilir [8].

Dolaylı Yük Kontrolü

Dolaylı Yük Kontrolü, kullanıcıların tüketimlerini hedeflenen şekilde değiştirmeleri amacıyla geliştirilmiş çeşitli tarifeler, ek ödemeler, teşvikler, reklamlar, eğitimler vb. uygulamaları kapsamaktadır [8]. Akıllı Sayaçlar kullanılarak gerçekleştirilebilen "Çok Zamanlı Tarife" ve "Gerçek Zamanlı Fiyatlandırma" Dolaylı Yük Kontrolü'nün tarife uygulamalarına örnek olarak verilebilir [9]. Akıllı sayaçların kullanımı ile günün çeşitli saatlerinin farklı fiyatlandırmasına dayalı "Çok Zamanlı Tarife" ve günün her saatinin ayrı fiyatlandırılmasının hedeflendiği "Gerçek Zamanlı Fiyatlandırma" yöntemleri uygulanabilir [10]. Bu yöntemler ile, tüketimin azaltılmasının arzu edildiği bir zaman periyodu boyunca enerji tüketimi için yüksek birim fiyat uygulanırken,

enerji tüketiminin arttırılmasının hedeflendiği saatler ucuz fiyatlandırılabilir. Bu sayede enerji tüketimindeki dalgalanmaların ve puant yükün azaltılması hedeflenmektedir. Diğer yandan, tüketicilerin de enerji kullanımlarını değişken fiyata göre planlamaları gerekmektedir. Günümüze dek elektrik kullanımlarını fiyata dayalı planlamamış tüketiciler için bu, pek de istenmeyen bir uygulamadır. Ayrıca, insana dayalı yönetim uygulamalarında katılım ve sonuçlar, her zaman istenilen veya tahmin edilen ölçüde olmayabilir. Bu durum, otomatik çalışan gelişmiş yük yönetim sistemlerine olan ihtiyacı arttırmıştır.

Doğrudan Yük Kontrolü

Doğrudan Yük Kontrolü, çeşitli anahtarlama elemanları ve sistemlerle, yüklerin şebekenin belirli durumlarına göre doğrudan kontrolüne dayanır. Mevcut Doğrudan Yük Kontrolü uygulamalarına, şebeke frekansına göre yükü devreye sokup, devreden çıkaran bir anahtar veya önceden belirlenmiş bir programı uygulayan kontrol sistemleri örnek olarak verilebilir [11]. Ne var ki bu uygulamalar, değişken koşullara göre hareket etmemekte ve kontrol ettikleri yükün çalışmasını durdurmakta oldukları için kullanıcı konforunu etkilemektedir. Ayrıca, geleneksel kontrolörler arasında herhangi bir haberleşme veya işbirliği olmadığı için çok sayıda kontrolörün bağımsız çalışması şebekenin kararlılığını etkileyebilme riskini bulundurmaktadır [12]. Kontrolörlerin uzaktan izlenme ve müdahale altyapıları da yetersiz olduğu için, şebekedeki olaylar karşısında ne kadarının doğru çalıştığı da bilinmemekte, bir uygulamanın geri beslemesi yeterince başarılı bir şekilde alınamamaktadır. Bu durum, kontrolörlerin performansının ayrıntılı olarak değerlendirilememesine, dolayısıyla kullanıcıların da bu performansa göre ödüllendirilememesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda, kullanıcıların bu gibi uygulamalara katılmaları ve gerekli kontrol cihazlarını almaları için yeterince teşvik sağlanamakta ve Doğrudan Yük Kontrolü uygulamaları küçük ölçekte kalmaktadır.

Yük yönetimi uygulamaları günümüze dek genellikle büyük güçlü endüstriyel binalarda tercih edilmiştir. Gelişen akıllı sayaç ve haberleşme teknolojilerinin yanısıra konutların toplam elektrik tüketiminde büyüyen payları sebebiyle, yük yönetimi uygulamaları artık küçük güçlü kullanıcılar için de düşünülmektedir [13,14]. Endüstriyel tüketiciler, tesislerine özel programlar ve teşvikler ile bireysel olarak talep yönetimi uygulamalarına katılabilirlerken, işyerleri ve konutlardaki kontrol edilebilir yüklerin, bölgesel koordinatörler vasıtasıyla toplu olarak yönetilebilmesi mümkündür[15]. Yük yönetimi uygulamalarının başarılı olabilmeleri için tüketiciler tarafından yaygın olarak kullanılmalrı gerekmektedir [16,17]. Mevcut sistem üzerine ek yatırımlar gerektiren bu uygulamaların tüketiciler tarafından benimsenmesi için bazı ayrıcalıklar sunulması ihtiyacı doğmaktadır.

Doğrudan Yük Kontrolü çözümlerinin Dolaylı Yük Kontrol yöntemleriyle beraber uygulanmasıyla daha başarılı sonuçların elde edilebilmesi mümkündür.

II. GELİŞMİŞ YÜK KONTROLÜ

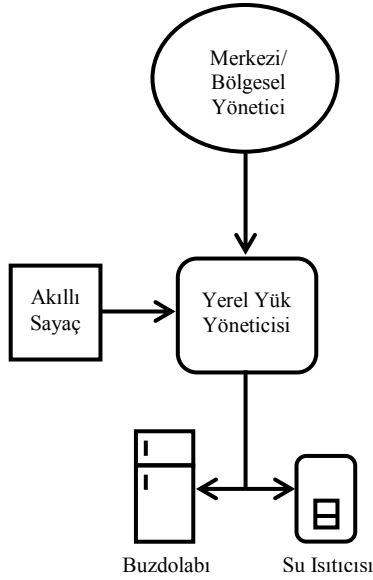
Geleneksel Doğrudan Yük Kontrolü uygulamalarının olumsuz etkilerini azaltmak ve yük yönetiminin birçok farklı alanda uygulanabilirliğini sağlamak amacıyla otonom çalışan, farklı durumlara uyum sağlayabilen, esnek karar verme yapısına sahip kontrol sistemleri geliştirilmektedir. Bu yapıların çeşitli yüklere ve sistem karakteristiklerine uyum sağlayabilmeleri, şebekedeki birçok olaya cevap verebilmeleri, kullanıcı konforunu olumsuz etkilememeleri ve kullanıcılara ekonomik faydalar sağlayacak şekilde hareket etmeleri hedeflenmektedir. Kullanıcı konforunun gözetilmesi ve müşterilere ek faydalar sağlanması ile, uygulamaların genel kabulü ve yaygın kullanımı desteklenebilir. Bu sistemlerin tasarımındaki bir diğer hedef ise mümkün olduğunca az sayıda işlem ve kontrol komutuyla yük yönetimini gerçekleştirebilmektir. Bu sayede kontrolör ve haberleşme altyapısı giderlerinin en aza indirgenmesi amaçlanmaktadır. Bu kriterler gözönüne alınarak yapılan yönetim genel olarak Gelişmiş Akıllı Yük Yönetimi olarak isimlendirilebilir.

Gelişmiş Yük Yönetim yöntemlerinin bir diğer önemli özelliği ise, Dolaylı Yük kontrol uygulamalarına uyum sağlayabilen esnek yapıları ile Doğrudan Yük Kontrol yöntemlerinin faydalarını arttırabilmesidir. Bunun sonucunda, yük kontrolünün yaygınlığı ve kullanım alanları artmaktadır.

Gelişmiş Yük Kontrolü ile Bina içi Yüklerin Yönetimi

Konutların elektrik tüketimi, toplam tüketim içerisinde önemli ve giderek artan bir paya sahiptir. Evlerin elektrik tüketimi, Amerika Birleşik Devletleri'nde toplam tüketimin %22'si iken, Avrupa genelinde %28 civarında, Türkiye'de ise %24'ün üzerindedir [18-20]. Elektrikli araçların yaygınlaşması, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanan küçük güçlü yerel santrallerin binalarda tesis edilmesi, Mikro Şebeke yapısının gündeme gelmesi ile binalarda enerji verimliliği ve yönetimi son yıllarda önem kazanmıştır. Bina sakinleri, tüketici olmanın yanısıra, yerel üretim ve yüklerin şebeke ihtiyaçlarına göre yönetimi ile gerekli zamanlarda şebekeye yardımcı da olabilen bir aktör haline gelmiştir.

Yüklerin şebekenin ihtiyaçlarına göre bireysel olarak yönetilmesiyle ilgili çalışmalar olduğu gibi birçok yükün toplu yönetimiyle ilgilenecek Bina Enerji Yönetim Sistemi çözümleri de incelenmektedir. Bina Enerji Yönetim Sistemleri'nin, yükleri gelen komutlara göre devreye alıp devreden çıkarabilen Akıllı Prizler veya yakın gelecekteki tüketimlerini tahmin edebilen Akıllı Cihazlar'ı yönetmesi, hem cihaz içi kontrolör yapısını basitleştirmekte, hem de merkezi yönetim sistemi ile evler arasındaki haberleşme altyapısının yükünü hafifletmektedir. Örnek bir gelişmiş yerel yük yöneticisi ve çevresindeki cihazlarla etkileşimi Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5: Gelişmiş yerel yük yöneticisi ve çevresindeki cihazlarla etkileşimi

Bina içi yüklerin şebekenin ihtiyaçları doğrultusunda yönetilebilmesi için öncelikle “Yönetilemez Yükler” ve “Yönetilebilir Yükler” ayrımının yapılması gerekmektedir. Televizyon, bilgisayar, müzik seti gibi kullanıcının doğrudan kontrol ettiği yüklerin çalışma zamanları veya şekilleri değiştirilememektedir. Bir yük yönetim sistemi tarafından müdahale edildiği takdirde kullanıcının olumsuz etkileneceği bu yükler, Yönetilemez Yükler olarak sınıflandırılmakta ve TTY uygulanabilecek yüklerin dışında tutulmaktadır. Kendisine bağlı cihazların enerji tüketimlerinin izlenmesine ve devreye alınıp çıkarılmasına olanak veren Akıllı Priz teknolojisi, bazı önemli yönetilemez yüklerin izlenmesinde kullanılabilir. Yönetilebilir Yükler, TTY uygulamalarında kullanılmaya müsait, kullanım zamanları veya ayarları değiştirildiği takdirde tüketicilerin olumsuz etkileneceği yüklerdir. Bu yükler de kendi içlerinde Manuel Kontrollü Yükler (çamaşır makinesi, kurutma makinesi, bulaşık makinesi vb.) ve Termostat Kontrollü Yükler (buzdolabı, klima, derin dondurucu, su ısıtıcısı vb.) olarak sınıflandırılabilir.

Tasarlanacak yönetim sistemi, akıllı şebekelerde gerçekleştirilecek çeşitli olaylarda şebekeye yardım etme potansiyeline sahip olmalıdır. Şebekenin çeşitli olaylarına göre yük yönetim sisteminin kontrol amaçları ve bu amaçları gerçekleştirmek için uygulayacağı kontrol hareketleri Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Şebeke olayları karşısında kontrol sisteminin amaçları ve hareketleri

| Olaylar | | Yük Yönetimi | | |
|-----------------------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| Amaç | Çalışma durumu | Hedef müdahale | Müdahale tipi | |
| | | | Hedef dönem öncesi | Hedef dönem sonrası |
| Yerel Talep Sınırlama | Yüksek talep | Azaltma | Erken tüketim | Geciktirilmiş tüketim |
| | Düşük talep | Arttırma | Geciktirilmiş tüketim | Erken tüketim |

| | | | | |
|------------------------|---------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| Dağıtılmış Üretim | Üretim kaybı | Azaltma | Erken tüketim | Geciktirilmiş tüketim |
| | Aşırı üretim | Arttırma | Geciktirilmiş tüketim | Erken tüketim |
| Tarife Kazancı | Yüksek fiyat | Azaltma | Erken tüketim | Geciktirilmiş tüketim |
| | Düşük fiyat | Arttırma | Geciktirilmiş tüketim | Erken tüketim |
| Şebekenin Ek İstekleri | Besleme kaybı | Azaltma | Erken tüketim | Geciktirilmiş tüketim |
| | Aşırı besleme | Arttırma | Geciktirilmiş tüketim | Erken tüketim |

Çizelge 1’den de görüleceği üzere kontrol edilebilir yüklerin, akıllı şebekedeki birçok olaya cevap verecek şekilde yönetilebilme potansiyeli mevcuttur. Talebin yerel olarak sınırlanması ile dağıtım hatlarındaki zorlanmalar azaltılabileceği gibi, dağıtılmış üretime göre yük yönetimi ile yenilenebilir enerjiden daha iyi bir biçimde faydalanılabilmeye mümkündür. Tarifeye göre kontrol ile kullanıcıların farklı fiyatlandırmalar içeren tarifelerdeki kazanımları arttırılabilir. Bir arıza, planlı bakım gibi şebekeden gelebilecek ek isteklere karşı da bina içi yükler yönetilerek cevap verilebilir.

Bu çerçevede yapılan örnek bir çalışmada piyasadaki buzdolaplarının karakteristiklerini kapsayacak bir büro tipi, küçük hacimli A sınıfı buzdolabı ile bir G sınıfı no frost büyük hacimli buzdolabı incelenmiştir. Buzdolaplarından toplanan verilerle kurulan yük modelleri, üç zamanlı tarifede kullanıcılara ve tüketicilere en çok faydayı sağlayacak şekilde yönetilmiştir. Analiz sonuçlarına göre buzdolaplarının puant periyottaki tüketimlerinin A sınıfı modelde %23.1, G sınıfında ise %41.7 oranında azaltılabileceği tespit edilmiştir. Kullanıcıların elektrik faturalarında ise günümüz tarifelerinde A sınıfı modelin yönetimiyle %12.6, G sınıfı modelin kontrolüyle %14.7’ye varan indirimler sağlanabileceği hesaplanmıştır [21,22].

VI. SONUÇ

Bu çalışmada, akıllı şebekelerde gelişmiş yerel talep yönetim sistemi konusu irdelenmiştir. Elektrik dağıtım sistemlerinin, akıllı şebeke kavramına uygun hale gelmesiyle önem kazanacak olan talep tarafı yönetim ile puant yük azaltılabildiği takdirde, santral yatırımlarından büyük tasarruflar sağlanması mümkün olabilecektir.

TTY yöntemleri içinde gelişmiş akıllı yük kontrolü ile yönetilebilir yüklerin şebeke olaylarına göre yönetimi daha başarılı bir şekilde yapılabilecek, özellikle termostatik kontrollü yüklerde yönetim başarımı üst seviyelere çıkabilecektir. Bu yaklaşımın yaygın kullanımı için gereken ekonomik teşvik ise tüketicilerin elektrik faturalarında sağlayabilecekleri kazançlar ve puant talebin giderlerinden elde edilecek tasarruflardan finanse edilebilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Central Intelligence Agency (2011). The World Factbook, Publications, <<https://www.cia.gov/library/publications>>

- [/the-world-factbook/fields/2045.html](#) > , alındığı tarih: 26.02.2012.
- [2] Türkiye Elektrik İletim A.Ş., Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Dairesi Başkanlığı (2011). Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2011-2020). <<https://www.teias.gov.tr/projeksiyon/kapasiteprojeksiyonu2011.pdf>> , alındığı tarih: 26.02.2012.
- [3] Dortolina, C.A. ve Nadira, R. (2005). Estimating future demand a top down/bottom up approach for forecasting annual growths, in *Power Engineering Society General Meeting*, Houston, USA, Haziran 2005.
- [4] Ontario Clean Air Alliance, (2008). Air Quality Issues Fact Sheet #24-Reducing Peak Demand: How Ontario Can Expedite the Coal Phase Out by Reducing Peak Electricity Usage. *Air Quality Issues Fact Sheets*, <<http://www.cleanairalliance.org/files/active/0/fs24.pdf>> , alındığı tarih: 11.08.2012.
- [5] Carpenter, T., Singla, S., Azimzadeh, P. ve Keshav, S. (2012). The impact of electricity pricing schemes on storage adoption in Ontario. *The Third International Conference on Future Energy Systems: Where Energy, Computing and Communication Meet*, University of Waterloo, Canada, 9-11 Mayıs.
- [6] Enerji Üretim A.Ş. (2011). Sektör Raporu 2011, <http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/sektor_raporu_euas_2011.pdf> ,alındığı tarih: 29.07.2012.
- [7] Gellings, C.V. (1985). The concept of demand-side management for electric utilities, *IEEE Proceedings*, 73(10), 1468-1470.
- [8] Luo, T., Ault, G. ve Galloway, S. (2010). Demand Side Management in a highly decentralized energy future, in *45th International Universities' Power Engineering Conference*, Glasgow, United Kingdom, 31 Ağustos-3 Eylül.
- [9] Palensky, P., ve Dietrich, D. (2011). Demand Side Management: Demand Response, Intelligent Energy Systems, and Smart Loads, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 7(3), 381-388.
- [10] Huq, M.Z. ve Islam, S. (2010). Home Area Network technology assessment for demand response in smart grid environment, in *20th Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC)*, Perth, Australia, 5-8 Aralık.
- [11] Infield, D.G., Short, J., Home, C. ve Freris, L.L. (2007). Potential for Domestic Dynamic Demand-Side Management in the UK, in *Power Engineering Society General Meeting*, Loughborough, UK, 24-28 Haziran.
- [12] Stadler, M., Krause, W., Sonnenschein, M. ve Vogel, U. (2009). Modelling and evaluation of control schemes for enhancing load shift of electricity demand for cooling devices, *Environmental Modelling & Software*, 24(2), 285-295.
- [13] Castillo-Cagigal, M., Gutiérrez, A., Monasterio-Huelin, F., Caamaño-Martin, E., Masa, D. ve Jiménez-Leube, J. (2011). A semi-distributed electric demand-side management system with PV generation for self consumption enhancement, *Energy Conversion and Management*, 52(7), 2659-2666.
- [14] Alcázar-Ortega, M., Escrivá-Escrivá, G. ve Segura-Heras, I. (2011). Methodology for validating technical tools to assess customer Demand Response: Application to a commercial customer, *Energy Conversion and Management*, 52(2), 1507-1511.
- [15] Valencia-Salazar, I., Álvarez, C., Escrivá-Escrivá, G. ve Alcázar-Ortega, M. (2011). Simulation of demand side participation in Spanish short term electricity markets, *Energy Conversion and Management*, 52(7), 2705-2711.
- [16] Schmautzer, E., Aigner, M., Sakulin, M. ve Anaca, M. (2011). Load potential for demand side management in the residential sector in Austrian Smart Grids, in *International Conference on Clean Electrical Power*, Graz, Austria, 14-16 Haziran.
- [17] Yusta, J.M., Torres, F. ve Khodr, H.M. (2010). Optimal methodology for a machining process scheduling in spot electricity markets, *Energy Conversion and Management*, 51(12), 2647-2654.
- [18] U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy (2006). Electricity Consumption and Efficiency Trends in the Enlarged European Union, <<http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/EnEff%20Report%202006.pdf>> , alındığı tarih: 14.01.2012.
- [19] European Commission, Joint Research Center (2011). Buildings Energy Data Book. <<http://buildingsdata.book.eren.doe.gov/default.aspx>> , alındığı tarih: 04.03.2012.
- [20] Enerji Verimliliği Derneği (2010). Türkiye Enerji ve Enerji Verimliliği Çalışmaları Raporu. <http://www.enver.org.tr/modules/mastop_publish/files/files_4caecbad1161.pdf> , alındığı tarih: 08.12.2011.
- [21] Zehir, M.A., Bağrıyanık, M., Demand Side Management Potential of Refrigerators with Different Energy Classes. *47th Universities' Power Engineering Conference (UPEC) 2012*, 4-7 Eylül 2012, Londra, İngiltere.
- [22] Zehir, M.A., Bağrıyanık, M., Demand Side Management by controlling refrigerators and its effects on consumers. *Energy Conversion and Management*, 64, 238-244, Aralık 2012.