

Elektrik Piyasalarını Bekleyen Değişim

Anduvap Servet Akgün

Murat Alanyalı

Alparslan Bayraktar

Ümit Çalı

Sohbet Karbuz

Mithat Kısacıkoğlu

Barış Sanlı

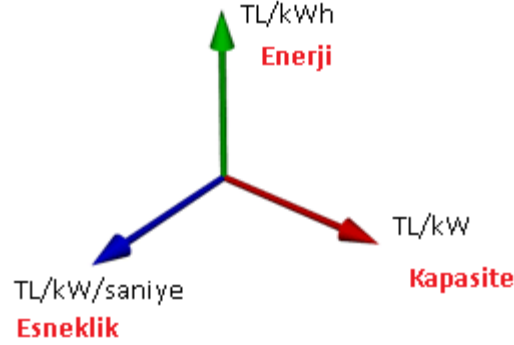
Bu rapor ve yorumlar bütünü, bir tartışma dokümanı olarak kendi aramızda yaptığımız tartışmanın, herkesin faydalanmasına açmak için yazıya dökülmüş halidir. Yazılar yazarların kendi fikirleri olup, hiçbir kurum veya kuruluşun görüşünü yansıtmamaktadır. Yazarlar kendi aralarında da fikir birliğine varma ihtiyacı duymadan kendi bakışlarını yansıtmışlardır. 3 Mayıs 2016

İçindekiler

Elektrik Fiyatları	2
Murat Alanyalı – Sistemin Kısa Tarihi ve Geleceği	3
Teknolojik Dönüşüm	5
Başlangıç	5
Bugünkü Piyasa Sistemi	6
Sohbet Karbuz – Doğal Gazın Elektrik Sistemindeki Geleceği	6
Dönüşümün Sebepleri	7
Yenilenebilirin Ağırlıklı Olduğu Piyasa Yapısı	8
Ümit Çalı - Elektrik Sistemleri Yenilenebilire Hazır mı?	8
Yeni Piyasa Yapısında Elektrik Fiyatları	10
Tüketicinin Yeni Pozisyonu	11
Düzenlemenin Değişimi	12
Alparslan Bayraktar - Düzenleme Geleceğin Neresinde?	13
Şebeke Yapısı	14
Anduvap Servet Akgün - Elektrik piyasası tasarımı nereye gidiyor?	16
Piyasa Yapısı	18
Mithat Kısacıkoğlu –Batarya Depolama ve Elektrikli Araçların Elektrik Sistemindeki Yeri	20
Depolama Sistemleri ve Ulaştırma Elektrifikasyonu	22
Geleceğe Bir Parça Kötümser Bakmak	23
Sonuç Yerine	24

Elektrik Fiyatları

Piyasayı optimize eden elektrik fiyatı skalar mıdır, yoksa vektörel midir? Yani fiyat dediğimiz tek bir rakamdan ibaret bir değer midir, yoksa farklı eksenlerde farklı değerleri gösteren çok boyutlu bir değer midir?



Resim 1 – Elektrik fiyatları belki de üç boyutun karşımı bir vektör

Petrol fiyatları dediğimizde, Brent veya WTI olarak, tek bir \$/varil fiyatı aslında tüm bilgiyi içermektedir. Bu fiyatı etkileyen üç unsur vardır: arz, talep ve stokların durumu. Yani tek bir rakam tüm bu durumların ve beklentilerin göstergesidir. Bu rakam ile de geleceğe dair yatırımlar veya tüketimler yapılmaktadır.

Elektrikte en temel iki sorundan biri stoklamanın olmaması, ikincisi ise talebin neredeyse 100 yılı aşkın süredir bir esneklik kazanmamış olmasıdır. Stoklama yok derken, aslında tarihsel olarak nükleer santrallerin artması ile birlikte bu üretimin yönetilmesi için pompajlı hidrolik santraller bir depolama sistemi olarak artmıştır. Fakat sistemsel olarak stok yönetimi sistemin bir parçası olmamış, bunun yerine daha çok düşük kapasite ile çalışılarak anlık stok yönetimine benzer yan hizmetler kullanılmaktadır.

Bugün elektrik sistemi piyasa yapısı bir kWh'ı en ucuza üretenleri yarıştırmaktadır. Elektrik fiyatlarında beklentileri fiyatlarken, stok seviyeleri yerine su seviyeleri ve hava durumu takip edilmektedir. Peki kWh başına yarıştırmak mantıklı olsa da sistem sadece en düşük kWh ücreti ile optimize olup, uzun vadeli doğru sinyalleri oluşturmada mıdır?

Birçok gelişmiş ülkede sinyaller ve politikalar alım garantileri haricinde yatırım yapılmaması sinyalini vermektedir. Oysaki elektrik talebinin artması çok muhtemeldir. Ayrıca eskiden üretim ekipmanları da mevcuttur. Bunların yenilenmesi, yeni yatırımların gelmesi gerekmektedir. Fakat elektrik fiyatları nasıl bir yatırım yapılması gerektiğinin sinyali olamamaktadır.

Peki ama neden? Serbestleşmenin ilk döneminde telekom sektörü, enerji sektörüne örnek olarak gösterilirdi. Gerçekten de telekom sektörü rekabetçi ve açık bir piyasa yapısı ile enerji sektörüne de örnekler sunmuştur. Bugün ki tartışmaya da ışık tutabilmesi için, geçmişte dünyada ve Türkiye'deki telekom sektör fiyatlamasının değişimini incelemekte fayda vardır.

İlk zamanlarda sesli modemler üzerinden dakika başına bağlanma ücreti ödenmekteydi. Aynı şekilde cep telefonu tarifeleri de dakika ve mesaj başıydı. Bugün ADSL ve fiber teknolojisi ile, artık tüketiciler bir kapasite satın almakta ve bu kapasiteyi aşarlarsa miktar başına faturalama görmektedirler. Cep telefonu tarifeleri de benzer şekildedir. Yani miktar başına faturalama yerine, bir kapasite(değişik unsurları içeren) satın alınması yöntemine geçilmiştir.

Geçmişteki örneklere bakarak, bugün de elektrik fiyatlandırılmasının telekom örneğini takip edeceğini iddia edebilmeyiz?

Murat Alanyalı – Sistemin Kısa Tarihi ve Geleceği

Elektrifikasyon sistemleri varoluşlarının ilk yüzyılında hızlı bir ölçeklenme süreci geçirirken temel prensipleri fazla değişikliğe uğramadı. Ancak özellikle 2008 yılından itibaren ortaya çıkan çeşitli faktörler ve bunların etkileşimleri temel prensiplerde de önemli bir dönüşümü kaçınılmaz kılıyor. Bu dönüşümün tabiatının ve sonuçlarının muhasebesini yaparken elektrik sistemlerini tarihçesi ile tutarlı bir çerçevede değerlendirmek önemli.

Elektrifikasyon sistemleri 1990'lara kadar kamu hizmeti olarak var oldu. Bu yapıda sistemin üretim, iletim ve işletim bileşenleri kamu yararı göz önünde tutularak merkezi olarak planlanıyordu. Esasen büyük kapasiteli ve çağrılabilir ("dispatchable") tesislerden oluşan üretim, çok daha yüksek çözünürlükteki ve kendi başına buyruk ("non-dispatchable") tüketimi dengelemekteydi. Bu şartlar altında sosyal maliyeti en düşük olan üretim profilinin nasıl hesaplanacağı 1960'lardan beri biliniyordu.

1990'larda İngiltere'deki ve ABD'deki enerji piyasalarının devreye girmesi ile merkezi modelin, yerini piyasa modeline bıraktığı kararlı bir süreç başladı. Bu geçişte serbest piyasa sisteminin şu özelliği rahatlatıcı ve ikna edici bir rol oynadı: Üretimin "economic merit order" prensibi ile devreye alındığı rekabetçi bir enerji piyasası, üretim tesislerini teklif olarak marjinal maliyetlerini yansıtmaya sevk etmekteydi – bu da piyasa sisteminin merkezi planlama ile aynı optimal üretim profilini oluşturması sonucunu doğurmaktaydı.

Bu sonucun oluşması, arzın talebi karşılamadığı durumlarda (ki bu durumların sağlıklı bir piyasa sisteminde mutlaka ortaya çıkması gerekiyordu) enerji fiyatının olmayan elektriğin bedeli (VoLL) seviyesinde olmasını gerektiriyordu. Ancak teknik olmayan sebepler düzenleyici kurumları sistem tavan fiyatını VoLL değerinin çok altında belirlemeye itmekteydi. Bu durum, tipik olarak, piyasa fiyatlarının optimal üretim profilinin altında bir üretim profili doğurmasına ve kesinti potansiyelinin yüksek seyretmesine yol açtı.

"Missing money" problemi olarak adlandırılan bu durumun menfi etkisini hafifletmek için belli başlı iki yaklaşım kabul gördü: 1) *Kapasite piyasası* ile enerji piyasası şartlarında yeterli getiriye bulamayan üretimin sisteme girebilmesi için belli maliyetlerin sübvansede edilmesi, ve 2) *Talep tarafı katılımı* ile kesinti ve kısıntıların maliyetinin düşürülmesi. Kapasite piyasası serbest olarak fiyatlanmamış pek çok önemli detayı barındırdığı için tartışmalı bir enstrüman olarak kaldıysa da ana teması bazı sistemlerde uygulama alanı buldu. Öte yandan talep tarafı katılımı sistemin dengelenmesine, fiyat kararlılığına, ve çağrılabilir olması sayesinde yenilenebilir üretimin sisteme entegrasyonuna katkısından dolayı modern sistemlerin temel bileşenlerinden biri haline geldi.

Talep tarafı katılımı aynı zamanda elektrik sistemine *agregatör* kavramını tanıttı: Geleneksel sistem şablonunda küçük hacimli kullanıcılardan oluşan tüketim, agregatörler tarafından sistemde büyük ölçekte temsil edilmeye başlandı. Agregatörler talep esnekliğindeki belirsizliği portföylerinde risk yönetimi yaparak güvenilir bir ticari ürüne dönüştürdüler.

Düzenleme ekseninde bütün bu gelişmeler yaşanırken teknolojik gelişmeler ortaya tasarlanandan farklı bir resim çıkarmaya başladı: Başlarda çevresel sebeplerle özendirilen yenilenebilir üretim, son on yılda yatırım

maliyetlerinin düşmesi ve verimliliğin artması ile hızlı bir penetrasyon sürecine girdi. Bu süreçte pek çok elektrik sisteminde enerjinin toptan fiyatının düşerken perakende fiyatının arttığına tanık olduk. Bu daha önceden benzeri ölçekte tecrübe edilmiş bir rejim değil.

İçinde bulunduğumuz bu rejimin oluşmasında yenilenebilir üretime verilen teşvikler ve cömert feed-in tarife anlaşmaları önemli rol oynasa da, asıl sebep daha köklü ve ciddi görünüyor: Yenilenebilir üretimin bugünkü enerji piyasa çerçevesinin temelini oluşturan geleneksel üretimden iki temel farkı var:

- 1) Çağırılmaz olması (yani anlık üretim kapasitesindeki belirsizlik),
- 2) Marjinal maliyetinin pratik olarak sıfır mertebesinde olması.

Bu iki unsur rüzgar ve güneşe dayalı yenilenebilir üretimi günümüz elektrik piyasa sistemleri ile uyumsuz kılıyor. Diğer bir deyişle, bugün sahip olduğumuz analitik birikim elektriğin fiyatının yukarıdaki iki özelliğe sahip üretim profiline sahip bir sistemde nasıl oluşması gerektiği söyleyemiyor.

Bu gözlemler ışığında elektrik sistemlerinin geleceği hakkında spekülasyon de olsa bazı değerlendirmelerde bulunmak mümkün: Orta/uzun vadede

- Piyasa sisteminin üretimdeki belirsizliği fiyatlandıracağını, ancak düzenlemenin maliyet avantajına sahip yenilenebilir üretimin sistem entegrasyonunda sektöre yol açmamaya özen göstereceğini,
- Yenilenebilir kurulu gücün hatırı sayılır seviyelerde seyredeceğini,
- Yenilenebilir üretimin içerdiği belirsizliklerin, tüketim tarafında talep katılımı yapısındaki benzer agregatörler tarafından yönetileceğini,
- Risk yönetiminin sistemin finansal olduğu kadar fiziksel işleyişinde de önemli rol sahibi olacağını

öngörmek makul görünüyor.

Ancak yenilenebilir üretimin potansiyel faydasının açığa çıkması için önce doğru piyasa sisteminin anlaşılması gerekiyor. Böyle bir piyasa sistemi, anlık üretimdeki varyasyonu negatif değerlendirirken bunu kompanse edecek güvenilir üretim kapasitesini farklı bir çerçevede değerlendirebilir. Bölgesel fiyatlandırmayı ise mikrogridler ile gerçekleştirebilir. Önümüzdeki dönemde sosyal faydayı maksimize edecek piyasa sistemleri ve bunların saha uygulamasını düzenleyen hukuksal yapılar hakkında pek çok özgün fikir göreceğiz.

	Birim Üretim	Birim Tüketim	Rehber Prensiptir
Geçmiş	Büyük/çağırılabilir	Küçük/çağırılmaz	Sosyal maliyet esaslı merkezi planlama
Bugün	Büyük/çağırılabilir	Küçük/çağırılmaz + Büyük/çağırılabilir *	Serbest Piyasa Enerji: Exchange, Marjinal fiyatlandırma Kapasite: İhale, Merkezi planlama
Gelecek	Büyük/çağırılabilir + Küçük/çağırılmaz *	Küçük/çağırılmaz + Büyük/çağırılabilir *	Serbest Piyasa Enerji: ? (Risk fiyatlandırması?) Kapasite: ? (Emreanadelik satın alımı?)

* Agregasyon

Teknolojik Dönüşüm

Enerji piyasaları doğal gereği teknolojik dönüşümlerden etkilenirler. Çünkü enerjiyi üretmek veya tüketmek bir teknolojinin yardımıyla olur. Teknolojik dönüşümler enerjiyi üretme ve tüketme yöntemlerimizi değiştirir. Benzer şekilde sistemin fiyat sinyalleri ile etkileşimi de değişir. Mesela fiyata tepki veren bir üretimden, fiyata tepki vermeyen üretim yöntemlerine geçiş , piyasa yapısını ciddi olarak etkiler.

Benzer şekilde rekabetçi bir piyasa oluşturulması için kurgulanan teori ve pratik, teknolojik dönüşümlerle işlevsiz hale gelebilir. Verimlilik faktörünün yarışma kriteri olduğu bir sistemden, esneklik ve güvenilirliğin yarışma faktörü olduğu bir sisteme geçiş yaşanabilir.

Bir modelden diğer modele geçmek ne kadar korkutucu gözükse de, geçiş süreci bu iki model arasında tercih yapmaktan daha korkutucudur. Çünkü geçiş sürecinde kazanan kimse olmayabilir.

Dolayısıyla elektrik sisteminin gelişeceği teknolojik noktayı anlamak çok önemlidir, çünkü rekabetçi piyasa yapısının teorik ve uygulama alt yapısı bu teknolojik gelişime göre şekillenecektir. Daha verimli çalışan termik santrallerin marjinal fiyat oluşturduğu bir ortamdan, daha hızlı yük düşüp çıkabilen üretim/depolama/talep yönetimi benzeri sistemlerin marjinal olduğu bir piyasa yapısı gittikçe ağırlık kazanan olasılıklar arasındadır.

Başlangıç

Kamu eliyle yapılan elektrik yatırımlarının özel sektöre açılması tek başına rekabeti sağlayamazdı. Bunun için altyapı düzenlemeye tabi hale gelerek, üçüncü tarafların eşit koşullarla erişimine açık hale gelirken, üretim ve nihai tüketici tarafında verimlilik ve rekabet desteklenmeliydi.

Elektrikte bir sorun vardı, depolanamıyordu. Depolanamayan bir ürünün rekabeti ne kadar farklı olabilirdi? Aslında en başından itibaren enerji ve kapasite, tarifelerden piyasa yapısına hep bir arada ele alınıyordu. Enerji maliyeti anlık olarak bir kWh'in üretim maliyeti iken, kapasite bedeli de 1 kW'lık iletim veya üretim için kullanım hakkı olarak kısaca tanımlanabilir.

Sistemdeki tüm yatırımlar amortismanını tamamlamış ise, 1KWh'i üretme maliyeti yakıt, işletme bedelleri ve diğer sabit olmayan giderlerdir. Buna değişken maliyetler diyelim. Ama sistemde açık var ve ek 1 kW'lık üretim yatırımı eklemek gerekiyorsa, bunun maliyeti teknoloji, borçlanma koşullarına bağlıdır. Buna da sabit maliyet adını verelim.

Mevcut piyasa sisteminin genelde işlediği dönemler daha çok yüksek yakıt fiyatlarının olduğu dönemlerdir. Çünkü sisteme son teklif veren santralin yakıt maliyeti ne kadar yüksek ise, sabit maliyetin tüm maliyetteki oranı düşük olacağı için marjinal fiyat ile değişken bedel arasındaki farkın sabit maliyeti karşılama ihtimali artacaktır.

Ama yakıt maliyetleri düşük olursa, rekabetçi bir ortamda, marjinal fiyat da düşük olacak, nisbeten yüksek sabit maliyetleri karşılama imkanı çok daha az olacaktır.

Tüm bunlardan kapasite fiyatlamasına da dayanak oluşturan "Kayıp Para" kavramı karşımıza çıkmaktadır. Kayıp para, sistemdeki marjinal fiyat ile değişken maliyetlerin arasındaki gelirin sistematik olarak, uzun vadede, yeni bir marjinal santralin maliyetini amortize etmemesine verilen isimdir.

Örneğin, sadece doğalgaz santrallerinden kurulu bir piyasada marjinal fiyat teklifinin sahibi olan doğal gaz santrali bir sene boyunca finansmanı için bankalara ödeyeceği miktarı toplayamayacaktır. Çünkü piyasada oluşan fiyat daha çok kısa vadeli marjinal maliyetlere yakın olacaktır. Ama yakıt ve değişken bedellerini geri alabilecektir. Bu sistemin uzun vadede çalışabilmesi için tüm santrallerin amortismanını tamamlamış olması gerekir. Fakat bunun sonucunda da yeni

yatırım yapmak isteyenler bu fiyatları yatırım finansmanı için makul bulmayacaklardır. Fiyatlar ancak rezerv kapasite miktarları azaldığında yükselmekte hem de dengesizce yükselmektedir. Ortalama yatırımların (izinler dahil) 4-6 yıl sürdüğü düşünülürse, bu sinyal oldukça geç bir sinyal olacaktır.

Bugünkü Piyasa Sistemi

Bugünkü piyasa sisteminde en verimli santralin devrede olması ve santrallerin ancak verimlilikle daha fazla kar elde edebileceklerini öngörebilmeleri ile rekabet ve piyasa faydası tesis ediliyordu. Böylelikle elektrik fiyatları rekabetçi marjinal maliyetlere kadar düşebiliyor, tüketici faydası tesis ediliyordu.

Kayıp para problemi için ise kapasite mekanizmaları öngörüldü. Çünkü bazı santrallerin senede amortisman için gereken çalışma sürelerinin çok altında kalacağı (Örneğin senede 1000 saat), fakat bu 1000 saatte ya elektrik fiyatlarının çok yüksek olması (sadece enerji piyasaları), ya da bu saatlerde emre amade olmak üzere kapasite kiralanması gündemdedi.

Sürecin gelişiminden itibaren doğal gaz ve özellikle kombine çevrim santrallerinin hızla artması şaşırtıcı değildi. Çünkü verimsiz termik teknolojilerin ve kamu santrallerinin domine ettiği rekabet ortamında yüksek verimli kombine çevrim santraller ve doğalgaz piyasanın kazananıydı. Çünkü hem diğerlerinin yüksek maliyetlerinin altında kalıyor, böylelikle sabit maliyetlerini de çıkarabiliyor hem de çok hızlı devreye alınabiliyorlar, sistemin ihtiyacı olan esnekliğine de katkıda bulunuyorlardı. Herşeyden önemlisi de sınırlı sermaye ve alan ile yapılabilecek en optimum üretim teknolojisiydi.

Özel sektör yatırımlarının tercihi de doğal gaz santralleriydi. Serbestleşen hemen hemen tüm piyasaların kazananı doğal gazdı. Düşük yatırım maliyeti, kWh başına elde ettiği piyasa gelirinin sabit bedellerin üzerinde olması önemli faktörlerdi. (hala MW başına en düşük kurulum maliyeti doğalgaz santrallerindedir)

Sohbet Karbuz – Doğal Gazın Elektrik Sistemindeki Geleceği

Petrol fiyatlarının Haziran 2014, doğal gaz fiyatlarının da Ocak 2014'ten itibaren tepe taklak düşmesine rağmen küresel çapta talepte hala kayda değer bir kıpırdama olmaması birçok kişinin aklına acaba fosil yakıtlar devri kapanmaya mı yüz tutuyor sorusunu oluşturdu.

Bunda daha birçok diğer etmen de rol oynadı şüphesiz. Görünmeyen enerji olarak da adlandırılan ve enerji verimliliği ile enerji tasarrufunu bir araya getiren enerjiyi etkin kullanmanın giderek yaygınlaşarak artık yeni bir enerji kullanım kültürü haline gelmesi, Paris'teki COP21 zirvesinde mutabakata varılan metnin Nisan 2016'da rekor sayıda ülke tarafından imzalanması, Tesla Motors'un yeni modelinin rekor sipariş alması, LNG'nin kamyon, gemi ve hatta tren lokomotiflerinde kullanımıyla ilgili hızlanan çalışmalar ve bu arada kömürün küresel çapta düşman olarak ilan edilmesi, yenilenebilir enerji teknoloji maliyetlerinde son bir kaç yıldır büyük düşüş yaşanması bunlar arasında gösterilebilir.

Küresel çapta enerji sektöründe yapısal bir dönüşüm yaşamaktayız. İstesek de istemesek de kirli damgası vurulan fosil yakıtlardan bir kayış başlamış durumda. Elektrik üretiminde petrol yerini yıllar önce diğer yakıtlara bıraktı. Petrokimya sektörü hariç diğer sanayi sektörlerinde petrol başta değil. Benzer şekilde petrolün konut

ve servis sektöründe ısınma amaçlı kullanımı da düşüştür. Yüz yılı aşkın süredir ulaşım sektöründe lider olan petrol ürünlerinin liderliği de, elektrik, biyoyakıtlar, doğal gaz ve hibrid sistemlerin -yavaş da olsa- yaygınlaşmasıyla bir süredir tehdit altındadır. Dolayısıyla zaten petrol devrinden doğal gaz devrine küresel olarak bir geçiş başlamıştı.

Yenilenebilir enerji sektöründe (özellikle rüzgâr ve güneş teknolojilerinde) son 10 yıldır yaşanan başdöndürücü hız ve gelişim sayesinde elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı hızla yükselmeye başlamış ancak bu yükselişin derecesi, verilen teşviklerin cazibesi ve politik destek nedeniyle özellikle Avrupa Birliği ülkelerinde fark yaratmıştı.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği kapsamında küresel çapta yürütülen kampanyanın da etkisiyle yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi artarken, doğal gazın en temiz fosil yakıt olma sıfatı nedeniyle (ki bu bile kaya gazı üretiminin çevreye ve doğaya yaptığı olumsuz etki nedeniyle gittikçe göz ardı edilmektedir) de temiz bir enerji geleceğine doğru köprü oluşturacak bir enerji kaynağından ziyade "destination fuel" olarak kabul edilegelmesi yaygın bir görüş haline gelmeye başladı. Bunda doğal gazın yenilenebilir enerji kaynakları için bir "backup fuel" olarak algılanması ve ele alınması gerektiği konusunda bir kaç yıldır yürütülen çalışmaların ve kampanyaların da etkisi var tabiki.

Sıvılaştırılmış doğal gaz her ne kadar bölgesel piyasaları birbirine bağlayarak küresel bir gaz piyasası oluşturma yolunda önemli bir rol oynayacak olsa da doğal gazın altın çağı gibi bir tabir kullanmaktan uzak durmak gerekir. Eğer elektrik depolama ve iletim teknolojileri konularında bir devrim yaşanırsa doğal gaz bile yenilenebilir enerjinin enerji kaynakları krallık tacını ele geçirmesini kurtaramaz.

Dönüşümün Sebepleri

Pratikte bu piyasa modeli verimli çalışıyordu. Fosil yakıtı en verimli şekilde elektriğe dönüştüren kâr elde ediyor, verimsiz dönüştüren de ya daha verimli hale gelecek şekilde sistemini yeniliyor ya da piyasadan çıkıyordu. Sistem böylelikle teoride hep daha verimli teknolojileri ödüllendirmeyi hedeflemişti. Fakat bu modelin temel parametrelerini etkileyen birbiriyle bağlantılı iki temel süreç yaşandı. Birincisi Almanya'da Yeşiller Partisinin iktidar ortağı olması, diğeri de küresel ısınmadır.

Yeşiller partisi ile birlikte Almanya'da yenilenebilir enerji kaynaklarına önem arttı. Aynı zamanda pilot projeler de yapılmaya başlandı. Almanya'nın yenilenebilir teknolojilerle deneyleri aslında dışarıdan kolaylıkla anlaşılabilir. Güneşin çok olmadığı Almanya, 1000'lerce çatıya güneş paneli desteği veriyordu. Bu destekler teknolojik gelişim ve ölçek ekonomisi ile birlikte düşen alım garantileri ile destekleniyordu. Teknolojik gelişmenin fiyatları düşüreceği sistemin temel kabulü olarak kanunlara yerleştirilmişti. Aynı zamanda insanların kendi elektriğini üreterek bir gelir elde etmesi de gelir dağılımı açısından olumlu ve teşvik edici olmuştur. Almanya teşvikleri verirken özellikle ilk dönemlerde teşvikten yararlanacak miktarı bir üst limit ile belirlemiş, bu limite gelince tekrar yeni bir politika ile yeni hedef gene limitli olarak deklare edilmiştir. Bu sayede maliyetlerin kontrolü, teknolojik gelişme ile birlikte politikanın ana parçalarından biri olmuştur.

İklim değişikliği ise, aslında geo-mühendislik yöntemleri ile daha ucuza çözülebilecek bir konu olduğu iddia edilmesine rağmen, küresel olarak Çin ve ABD'nin daha aktif davranması ile hem politik olarak hem de yatırımcılar açısından enerji sektörünü şekillendirmeye başlamıştır. Aslında iklim değişikliği konusunda çalışan birçok kişi karbon vergisi vs

önermesine rağmen, güneş ve rüzgardaki teknolojik gelişimin oluşturduğu maliyet düşüşü karbon vergisinin önüne çıkmıştır. Yakından incelendiğinde, iklim değişikliği politika başarılarının arkasında yatan temel sebep güneş ve rüzgardan elektrik üretim maliyetlerinin rekabetçi fiyatları yakalamasıdır.

Burada Almanya'nın yenilenebilir yoğun şekilde destekleyerek, ölçek ekonomisi ile fiyat düşüşleri sağlaması sürece asıl itiş gücünü vermiştir. Aynı zamanda istihdam, gelir dağılımı gibi etkileri olmuştur. Bugün Almanya'nın otomotivden sonra en fazla istihdam oluşturduğu alanlardan biri de yenilenebilir enerjiye dayalı iş kollarıdır. Bu ölçek ekonomisinin yakalanması beraberinde Çin ve ABD'yi de bu alana çekerek süreci hızlandırmıştır. Hacim artmış, fiyatlar daha da düşmüştür.

Yenilenebilirin Ağırlıklı Olduğu Piyasa Yapısı

5 üretim santrali olan bir piyasa düşünelim, bu 5 üretim santrali de doğal gaz santrali olsun. Bu santraller birbirleriyle yarışarak değişken maliyetlerini rakiplerinin değişken maliyetlerinin altına indirmeye çalışarak kâr marjını arttıracak, hepsi benzer şekilde davrandığında ise rekabet oluşacaktır.

Biraz daha farklı bir noktadan aynı miktarda elektrik üretebilen 5 güneş santrali düşünelim. Bu 5 güneş santrali neye göre yarışacaktır? Çünkü bunların değişken maliyetleri yok denecek kadar azdır. Peki bunları yarışmaya zorlamak için herkesin en az sabit maliyetleri kadar teklif verme zorunluluğu koysak (değişken maliyetleri sıfır olduğundan sabit maliyette yarıştırmak gerekecek), marjinal fiyat sıralamasına giremeyen santral hiç para kazanamayacağından çok garip bir durum oluşacaktır. Oysaki teklifini sabit maliyetinin altında verse, bir bedel kazanacak, bir nakit akışı sağlayabilecektir. Kaldı ki değişken maliyeti sıfır olduğundan zarar da etmeyecektir. Bunu diğer oyuncular da yapabilir ve sonunda "dibe bir yarış" başlar. Nasıl olsa üretim kaynağının kontrolü (güneş) olmadığından, doğru tahminlerle dengesizliğini de sıfıra indirerek, en düşük teklifleri vereceklerdir ve hiçbir zaman yatırım maliyetlerini karşılayamayacaklardır. ABD'de benzer durumlarda negatif fiyatlar görülmüştür. Bu negatif fiyatlarda verilen vergi indirimlerine denk gelmektedir.

Aslında sistemde 5 güneş santralinin her birinin depolama üniteleri olsa idi, bir rekabet oluşturma imkanı olacaktı. Herkes depolama sisteminin amortismanı ile şebeke veya depolama arasında bir kombinasyon oluşturarak para kazanmaya çalışacaktı.

Bugün yenilenebilir santrallerinin değişken maliyetlerinin çok düşük olması, piyasanın orijinal kurgusuna ve ekonomikliğine zarar vermekte, kayıp para problemini daha da büyütmektedir. Çünkü yakıt maliyeti 0'dır.

Oluşan fiyat hiçbir şeyin sinyali olamamakta, yatırımcıya "sakın yatırım yapma" sinyali vermektedir. Piyasanın ekonomik kurgusunun değişmesi kaçınılmazdır.

Ümit Çalı - Elektrik Sistemleri Yenilenebilire Hazır mı?

Özellikle yenilenebilir ve dağıtık enerji üretim teknolojilerinin kullanımı bütün dünyada artmış ve şüphesiz bu eğilim her geçen gün artarak devam edecektir. Hidroelektrik ve jeotermal enerji santralleri haricindeki rüzgar ve güneş enerji kaynakları, konvansiyonel enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim yapan santrallere nazaran güç üretimi bakımından kontrolü daha güç kaynaklardır. Özellikle rüzgar ve güneş enerji santrallerinin elektrik üretim karakteristikleri doğası gereği kuruldukları bölgenin rüzgar ve güneşlenme rejimine bağlı olarak dalgalı

ve kontrolü güç bir enerji üretim sağlamaktadır. Bu nedenle, yüksek miktarda güneş ve rüzgar kurulu gücü, ulusal ve uluslararası standartlarca belirlenmiş elektriksel güç üretim sınırlarını zaman zaman zorlayıcı durumlarla karşılaşmamıza neden olmaktadır. Dolayısı ile yüksek oranda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımda olduğu elektrik şebekelerinde enerji arzı güvenliği açısından taviz verilemeyecek şekilde şebekelerin yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

Genel olarak enerji üretim sistemleri, elektrik enerjisi talebini zamanında, uluslararası standartlarca belirlenmiş kalitede, güvenilir ve ekonomik olarak sağlamakta yükümlüdürler. Yenilenebilir enerji kaynaklarının şebeke ve piyasa entegrasyonu bu sebepten dolayı konuyla alakalı tartışmaların en önemli ve teknik olarak en zorlayıcı kısmını teşkil etmektedir. Bilindiği üzere elektrik şebekesi alanında yapılan altyapı yatırımları uzun zamanlı yatırımlardır. Mevcut enerji altyapısı birçok ülkede 50 yıl öncenin klasik merkezi ve daha çok konvansiyonel enerji üretim teknolojilerini son kullanıcıya güvenli bir şekilde iletilmesini ve dağıtılmasını sağlamak amaçlı tasarlanmışlardır. Mevcuttaki elektrik şebekesi, merkezi elektrik üretim santrallerinin yanı sıra yenilenebilir ve dağıtık enerji santrallerinden üretilen elektrik enerjisini belirli sınırlama ve kısıtlarla piyasaya sunmasına izin vermektedir. Ancak izin verilen kurulu gücün biraz üzerinde kapasite artırımı için ciddi kısıtlamalar oluşturmaktadır. Temel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının yatırım için uygunluğu üç kategoride ele alınabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının teorik, ekonomik ve teknik potansiyel bakımından üç kademeli olarak ele almak gerekmektedir. Özellikle Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği ve coğrafi olarak dağılımı, potansiyel olarak her ne kadar büyük bir avantaj olarak gözüksün de, bu büyük potansiyeli ekonomik kazanıma dönüştürebilmek için ekonomik ve teknik potansiyelin de en yüksek derecede kullanımı gerekmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülke yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili vizyonlarını deklare ettikleri belgeleri yayınlamışlardır. Türkiye de 2009 yılında yayınlanan "Elektrik enerjisi piyasası ve arz güvenliği belgesi" ile 2023 yılına kadar en az % 30 yenilenebilir enerji kullanım seviyesine ulaşmayı hedeflemiştir.

Özellikle Megavat seviyesindeki rüzgâr ve her seviyedeki güneş enerjisi teknolojileri günümüzde elektrik üretiminin maliyeti açısından konvansiyonel rakipleri ile rekabet edebilecek seviyededir. Her geçen gün rüzgâr türbinleri ve fotovoltaik panellerinin üretim maliyetlerinin azaldığını ve verimliliklerinin arttığını da göz önünde bulunduracak olursak, fosil temelli üretime dayalı rakiplerine karşı orta ve uzun vadede yarışı daha avantajlı sürdüreceğini söyleyebiliriz. Dolayısı ile teorik yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin daha büyük oranda kullanılabilmesi için ekonomik potansiyelinin de yüksek olması gerekmektedir. Ekonomik potansiyel ile kullanılabilir potansiyel arasındaki farkın azaltılması da daha çok yenilenebilir enerji santrallerinin bağlanacakları elektrik şebekesinin teknik kapasitesine ve kalitesine bağlıdır. Teorik ve ekonomik potansiyeli yüksek olup da, şebeke kalitesi iyi olmayan bölge ve ülkeler bu büyük avantajı kullanamayacaklardır. Birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke konunun farkına varmış ve yenilenebilir enerji kaynaklarının şebeke entegrasyonu için detaylı analiz çalışmalarına girişmişlerdir. Bu ülkelerden birçoğu da **mevcut elektrik şebekesini gelecek nesil endüstriyel altyapının omurgasını** teşkil edecek şekilde yeniden tasarlama işine girişmişlerdir.

Hâlihazırdaki elektrik şebekeleri son kullanıcılara güç kalitesinden ödün vermeden, gündelik işlevlerine sorunsuz devam edebilmeleri için IEC 61400-21 gibi uluslararası standartlarca da belirlenmiş sınırları aşmamak durumundadırlar. Ulusal olarak ise, 6446 sayılı Kanunla sınırları belirlenen piyasa modelinin teşkil edilebilmesi için, elektrik iletim sisteminin güvenilir ve düşük maliyetli olarak işletilmesi ve sistemin enerji kalitesinin ve

sistem kararlılığının sağlanması ile ilgili esas ve usuller tanımlanmıştır. Genelde elektrik enerjisi üreticileri, özelde yenilenebilir enerji santral işletmecileri tesislerindeki teknik bileşenlerini, şebeke operatörünün dağıtım ve / veya iletim hatlarındaki güç kalitesini bozmadan ve standartlarca belirlenmiş harmonik ve fliker değerlerini aşmadan güç akışını sağlayacak şekilde tasarlamalıdır. Aksi takdirde şebeke işletim frekansı (50 Hz) ve ideal gerilim eğrisinde istenmeyen etkiler oluşmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları frekans sabitlemesini sağlamak için uluslararası standartlarca belirlendiği şekilde gerektiğinde tesisin aktif gücünü azaltabilmelidir. Aynı zamanda, gerekli görüldüğü takdirde güç iletim operatörü aktif güç kontrolünü otomatik sağlamak amaçlı anlık güç kontrolünü sağlıklı bir şekilde sağlamalıdır. Elektrik şebekelerinin sağlıklı bir şekilde işlevlerine devam edebilmeleri ve gerektiğinde şebeke voltajının düzenlenmesinde de kullanılmak üzere reaktif güç kontrolü sağlanmalıdır. Gerekli reaktif güç salınımı yenilenebilir enerji kaynakları tarafından garanti edilmelidir.

Almanya ülkenin kuzeyinde bulunan deniz üstü rüzgâr enerjisi potansiyelini endüstri ve nüfusun daha yoğun olduğu batı ve güney eyaletlerine iletebilmek için yeni yüksek gerilim altyapısına milyarlarca avro ek yatırım yapacaktır. Türkiye açısından ise durum daha avantajlıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük kısmı nüfus yoğunluğu olan ve endüstriyel yüklere yakın bölgelerde olduğundan elektrik şebekesinin güncellenmesi için çok yüksek harcamalar yapmak zorunda kalamayacaktır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin ve sektörünün lokomotiflerinden biri olan Almanya 2050 yılında bugünkü elektrik tüketim miktarını % 38 azaltıp, ihtiyaç duyacağı elektrik enerjisinin % 80'ini yenilenebilir enerji kaynaklarından elde etmeyi planlamaktadır. Uruguay 2016 yılında % 95 seviyesinde bir yenilenebilir enerji üretim oranına elektrik enerjisi maliyetlerini dahi düşürerek bugünden ulaşmıştır. Bu başarılı strateji ile Uruguay 2030 yılında sıfır karbon salınımı ve 100 % yenilenebilir hedefine ulaşacaktır. Konuya Türkiye açısından bakacak olursak, gerekli planlama ve yatırım bugünden yapılmaya başlanırsa, 2050 yılına yakın % 100 veya % 100'e yakın yenilenebilir enerjiler hedefine ulaşmak mümkündür. Türkiye zihinsel ve teknolojik altyapısını özellikle de elektrik enerjisi altyapısını 4. Sanayi devrimine hızla hazırlamak zorundadır. Deniz üstü rüzgâr potansiyelini de göz önünde bulundurarak % 100 yenilenebilir enerjiyi hedeflemek, yeni enerji depolama teknolojileri, elektrikli araçlar (elektrikli otomobil, deniz ve hava taşıtları), enerji verimliliğini arttıracak yenilikler, akıllı şebeke ve piyasalar gibi konulara öncelik verip bir an önce dünyada bu alanda hızla devam eden yarışa ön kulvarlardan devam etmek durumundadır.

Çözüm önerileri:

- ✓ Enerji şebekelerinin güçlendirilmesi ve Türk şebeke kodunun güncellenmesi,
- ✓ Enerji verimliliğinin artırılması,
- ✓ Yenilenebilir enerjilerinin gerçeğe yakın ve güvenilir güç tahmini,
- ✓ Enerji hatlarının aktif şebeke kontrolü dahil birçok yenilikçi konsepti bünyesinde barındırması,
- ✓ Dinamik elektrikli yük yönetim sistemleri,
- ✓ Akıllı şebeke sistemlerinin yaygınlaşması,
- ✓ Enerji depolama teknolojilerinin geliştirilmesi ve bu ünitelerinin efektif kullanımı.

Yeni Piyasa Yapısında Elektrik Fiyatları

Peki oluşan bu piyasa yapısında kWh maliyet fiyatları merit sıralamaya dizildiğinde sinyal olamayacak fiyatlar oluşturuyor ise, piyasaya sinyal verecek rakam nedir?

Aslında piyasanın teknolojik gelişiminden bu yana, alternatif akımın yönetilebilmesi için gereken şartlar ve depolanamama sorunu esneklik ve güvenilirliği de dikte etmektedir. Tüm bu bedeller enerji ve yan hizmet bedellerinden toplanabilmekteydi. Enerji bedelleri düştükçe, bu bedellerin daha fazla diğer kalemlerden karşılanma zorun luluğu vardır.

Örneğin 1000MW bir doğalgaz santrali senede 80 milyon \$ kapasite bedeli üzerine, yakıt maliyeti ödenmek üzere sistemde her daim çalışmayı kabul edebilir. Onun için kWh bedelin önemi olmayacaktır. Sonunda tüm bu sorunsal, yatırım bedelini karşılayacak ve yeni yatırımları teşvik edecek ödeme mekanizmasına gelmektedir.

Bu santrale senede 1000 saat ihtiyaç olacaksa, onu devrede tutmanın bedeli 80.000\$/saat artı yakıt bedeli olacaktır.

Yani yakıt bedelinin oranı düştükçe, yakıt bedeli temelli yarışma rekabeti sağlamakta çok da başarılı olamamaktadır. Yenilenebilir arttıkça sistemde önem kazanan iki unsur emre amade “güvenilir” kapasite ve esneklik(MW/dakika) önem kazanacaktır.

Zaten bunun bir semptomu olarak kapasite mekanizmaları, talep tarafı yönetimi, depolama sistemlerinin desteklenmesi önem kazanmaktadır. Yaklaşık 100 yıldır, arz talebe göre şekillendi. Yenilenebilir sebebiyle ve yeni teknolojiler ile talep artık arza göre şekillenmeye başlıyor. Sonunda ölçek ekonomisinde olduğu gibi orta bir yerde buluşması kaçınılmazdır.

Tüketicinin Yeni Pozisyonu

Eğer talep de üretime göre şekillenmeye başlayacak ise, tüketici artık aktif bir katılımcı haline gelecektir. Tüketici tarafındaki değişim biraz karışıktır. Birincisi tüketicinin tüketici-üretici gibi bir ikili oyuncuya dönüşmesi, ikincisi ise büyük santrallerden sağlanan yardımcı destek hizmetlerini sağlayabilir pozisyona gelmesidir.

Tüketiciyi her halükarda ikiye ayırmak gerekecektir, küçük tüketiciler için kendi elektriğini üretip, fazlasını sisteme satmak yeni bir durumdur. Ama büyük tüketiciler için dönem dönem bu tip rol değişimleri yaşanmıştır. Özellikle ülkemizde otoprodüktör denilen bu üretici-tüketici ikiliği, vergiler yükseldikçe, elektrik kalitesi düştükçe mantıklı hale gelmektedir. Fakat bu seferki değişimde küçük tüketicilerin de otoprodüktör olması ilk defa karşılaşılan bir durumdur.

Bu değişimi de “Napster” örneği ile anlatabiliriz. İnternet teknolojilerinden önce müzik için kasetçilere gidilirdi. İnternet teknolojileri ile birlikte illegal yollardan dosya transfer protokolleri devreye girdi. Müzik sektörü Apple’ın İtunes modeline gelene kadar, şifreler değiştirilerek istenen müzik dosyaları tek yönlü olarak dosya transfer sistemleri üzerinden indiriliyordu. Daha sonra Napster ile müzik paylaşımı başladı, merkezi bir sunucu üzerinden insanlar müzik ve diğer dosyaları birbiri ile paylaşıyordu. Müzik sektörü sayısız dava açtı, çünkü gelişen iş modelinden en negatif etkilenen taraf onlardı. Bu davalara cevap olarak da tüketici tarafında “torrent” benzeri merkezi olmayan, herkesin aynı zamanda bir sunucu olduğu yapı gelişti.

Bugün de, maliyetler kabul edilebilir olduğu sürece, tüketici kendi elektriğini üretip fazlasını satarak bir gelir elde etmek isteyecektir. İşin daha da ilginç yanı, tüketicilerin birbirine elektrik satmasını sağlayacak teknolojiler mevcuttur. Eğer sayaçlar üzerinde bir monopol olmasa, kişiler birbirlerine elektrik satabilecek durumdadır. İngiltere’de Open Utility modeli bu konuya örnek bir modeldir.

Peki tüketici üretici de olursa neler değişir. Tüketicinin bir tercih yapması gerekecektir, şebekeden verilen hizmet mi, kendi evinde sahip olduğu hizmet mi? İki hizmeti bir arada kullanmanın bir maliyeti olacaktır. Yani hem şebekeye bağlı olmak hem de kendi elektriğini üretmek istemesi durumunda hem dağıtım şirketine tüm iletim, dağıtım,

faturalama vs gibi bedelleri ve hem de tükettiği kadar kWh ödemesini getirecektir. Üzerine kendi elektriğini üretmek için kurduğu sistemin maliyetleri de olacaktır.

Ne kadar çok nihai tüketici kendi elektriğini üretirse, hem dağıtım hem de iletim şirketleri paralarını geri alamaz duruma düşecektir. Çünkü bugün 100km öteden 4000 saat elektrik taşınırken, bunun taşıma bedeli 1 lira ise, bu elektrik sadece 200-300 saat taşıdığına bedeli 20 liralara bulacaktır. Çünkü hat ve trafo bedelleri sabittir.

Tüketici burada sabit bedel karşılığı bir kapasite üzerine aştığı kadar kWh hizmeti almak zorunda kalabilir. Tıpkı cep telefonu tarifeleri gibi...

Fakat bu değişim açıklaması üç noktada tüm sistemi etkilemektedir:

1. Düzenleme
2. Şebeke Yapısı
3. Piyasa yapısı

Düzenlemenin Değişimi

Elektrik sektöründe düzenleme, herkesin yatırım yapmasını gerektirmeyen altyapı yatırımlarının tarifelendirilmesi ile tüketicinin korunması ve hizmet kalitesini uygun maliyetlerle sunulmasını rekabetçi bir ortamda tesis etmeye çalışmaktadır.

Üretim tarafında, yenilenebilir değişiminin en önemli sebebi alım garantileridir. Alım garantileri sonlandığı zaman düzenlemenin önceliğinin ne olacağı büyük bir soru işaretidir. Çünkü bir biri ile ekonomik olarak farklı teknolojileri birbiri ile yarıştırmak (birinin sabit maliyeti, diğerinin yakıt maliyeti yüksek) iki teknolojiye de fayda sağlamayabilir.

Kayıp para problemi, alım garantileri kalkınca da kendini gösterecektir. Bu sefer yeni yenilenebilir yatırımları amortisman maliyetlerini karşılayamayacaklarını görerek yeni yatırımdan uzak durabilirler.

Diğer taraftan hizmet verilen tüketicinin kendisinin de hizmet vermesi işleri çok karıştıracaktır. Karşılıklı anlaşmazlıkların nasıl çözüleceği bir soru işaretidir. Dağıtım şirketlerinin elektrik satış gelirleri düştükçe, dağıtım bedellerinin artması gerekecektir. Aksi halde altyapı yatırımları yapanlar bir "ölüm sarmalına" saplanacaklardır. ("utility death spiral"). Kayıp para problemi üretim tarafından altyapı tarafına sıçrayacaktır. Çünkü tüketici sadece üreticiye değil altyapı sağlayıcısına da rakip olabilmektedir.

Merkezi bir sistemden daha dağıtık yapılı bir sisteme geçiş, elektrik sektörü için yeni olsa da, muhtemelen diğer ekonomik sektörlerdeki dağıtık sistemlerden etkilenmesi kaçınılmazdır. Uber, AirBnb gibi paylaşım ekonomisi oyuncularını ile yaşanan tecrübeler düzenlemeye cevap olabilir.

İletim tarafında ise, eğer fiyat yapısında kWh yerine iletimin daha fazla önem verdiği güvenilebilirlik ve esneklik değer kazanırsa, bu değer doğru belirlenmesi ve takibi iletim operatörünün görevi haline gelecektir. Sistem daha fazla otomatikleşerek, insana sadece gün öncesi ana kararlarda ihtiyaç duyacaktır. Düzenleyici burada algoritma ve sistem kararlarını mı değerlendirecektir? Büyük bir soru işaretidir.

Dağıtım sistem operatörleri küçük iletim sistem operatörlerine dönüşebilirler. Fakat bugün piyasa yapısından korunan tüketici bu teknolojik gelişmelerin sonunda korunan olmaktan çıkabilir. O zaman sistemde tanım değişikliği olacaktır. Yani "elektriğin tüm taraflarla koordineli şekilde ölçeğine veya kapsamına bakılmadan teknik mükemmeliyet çerçevesinde en ekonomik olarak sağlanması veya sağlanmaması" gibi bir tanım karşımıza çıkacaktır.

Çünkü sistemin optimize etmesi gereken şey ne olacaktır? Minimum yük akışı, minimum yatırım, maksimum esneklik, optimum emre amadelik.... Tüm bunlar bir elektrik fiyatı ile sağlanamayabilir. O yüzden en baştaki tartışmada olduğu gibi elektrik fiyatlarının çok boyutluluğunun kabulü gerekecektir.

Diğer taraftan düzenleme diğer sektörleri etkileyen teknolojik dönüşümlere adapte olabilecek midir? Mesela elektrikli araba şarj hizmetleri rekabetçi olarak verilebilecek midir, insanların birbirlerine elektrik satması için lisans verilmesi gerekecek midir, depolama sistemleri şebekenin bir parçası olarak mı, yoksa şebekeye elektrik veren sistemler olarak mı değerlendirilecektir. Ne lisansa tabii olacaktır, ne olmayacaktır? Artık sistemin tüm parçaları hareket halindedir.

Peki düzenlemenin hedeflediği rekabetçi piyasada ne rekabet edecektir? Düzenlemeye tabii altyapı tarifeleri nasıl şekillenecektir? Şirketler her yıl şebekelerindeki mikrogrid müşteri sayısını öngörmeye mi çalışacaklar? Bu sebeple, gelecekte düzenlemeyi şekillendiren en önemli faktörlerden biri şebeke yapısı ve teknolojisi olacaktır.

Alparslan Bayraktar - Düzenleme Geleceğin Neresinde?

Yalnızca Türkiye’de değil tüm dünyada regülasyon kurumları teknolojinin gerisinde kalmış durumdadır. Teknolojik yenilikler ile düzenleyici arasındaki simbiyotik bağ ikincisinin geride kalması sebebiyle halihazırda kopuk durumdadır. Akıllı sayaçlar, cihazlar, uygulamalar, enerji depolama, enerji yönetim sistemleri gibi teknolojik gelişimler elektrik sistemini değiştirirken, düşük karbon ekonomisine geçiş Paris Anlaşması’ndan sonra elektrik sisteminin önemli bir parçası olmuşken düzenleme proaktif bir yaklaşım sergilemekten uzaktır.

Depolama teknolojilerindeki gelişmelerin yeni “oyun değiştirici” olduğu Yeni elektrik sistemi heterojen, dağıtık, adem-i merkezietçi bir yapıda olup nesnelere interneti gibi teknolojiler talep tarafının sistemin aktif bir parçası olmasını kolaylaştırmaktadır. Dağınık haldeki bilgi ile yerleşen işbirliğinin kesişimi hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlayacaktır. Bununla beraber, regülasyon kurumları geleneksel olarak merkezi kontrol odaklı yaklaşıma sahip olduklarından yerleşiklerin hakimiyeti sürekli hale gelmekte ve piyasaya giriş ile yeni teknolojilerin kritik yığına ulaşmasını engellemektedir.

Yine “tüketicilerin güçlendirilmesi” gayesi ile zıt haldeki, toptan satış ile perakende arasındaki iletişimden yoksun sabit tarifeler tüketicilerin piyasaya katılmalarını engellemektedir. Yeni elektrik sisteminde akıllı şebeke, tüketiciler ve düzenlemeler bir arada olmak durumundadır. Teknolojik değişim sonucu bilişim teknolojileri ile enerji sektörleri arasındaki yakınsama, ihtiyaç duyulan yüksek yatırım ihtiyacı sebebiyle finans kurumlarının önemi ve değişen iş modelleri de (Dağıtım Sistemi İşletici’lerinin (DSİ) birer platform haline gelmesi, Ör: Almanya’da E.ON ve RWE’nin faaliyetlerini ikiye ayırması) yeni elektrik sisteminde düzenleyici kurumların yaklaşımını belirleyecek önemli faktörlerdir. Kurumsal olarak, sektörel düzenleyicilerin diğer sektörel düzenleyiciler ve politika belirleyiciler ile olan uyum ve iletişimi ve daha da önemlisi Rekabet Kurumu ile olan iletişimlerini etkin düzenlemeler açısından son derece önemlidir.

İçinde bulunduğumuz geçiş döneminin yönetimi ve en az maliyetle başarılması için yeni dönemde toptan satışın görece ileri olan serbestleşme seviyesi ve elektrik tedariğinin talep, fiyatlama ve ölçümden oluştuğu göz önünde bulundurulursa şu iki konu ön plana çıkacaktır:

- i) DSİ’lerin durumu, tarifeler, müşteri bilgilerinin sahipliği, paylaşımı ve mahremiyeti
- ii) Elektrik sisteminin bir “değer ağı” olarak algılanması ve inovasyon odaklı yatırımların teşviki.

Dağıtık üretim, enerji verimliliği ve talep katılımı ile birlikte DSİ'lerin esas sorumluluğu olan "güvenilirlik", daha karmaşık hale gelmiş durumdadır. Hâlihazırda satış miktarına bağlı olan gelir akışı DSİ'lerin yenilik odaklı yatırım yapmalarını teşvik etmekten uzaktır. DSİ'lerin hukuki/fonksiyonel ayrıştırması meselesi de halen tamamlanmış olmaktan uzak olup bu durum yeni teknolojilerin piyasaya nüfuzunu ve tüketicilerin güçlendirilmesini engellemektedir.

Dijital teknolojiler hem rekabetçi girişi kolaylaştırmakta hem de işlem maliyetlerini düşürerek tüm ölçeklerdeki tüketicileri sistemin aktörleri haline getirmektedir. Görevli tedarikçi, son kaynak tedariki, tarifeler, akıllı sayaç ve şebeke yatırımları, tüketici verilerinin paylaşılması, talep toplayıcılar gibi unsurların yeni dönemde dikkatle düşünülmesi gerekmektedir. Rekabetçi giriş hem inovasyonu hızlandıracak hem de sistemden beklenen katma değeri sağlayacak en önemli unsur olup düzenlemelerin "rekabet için" anlayışı ile yapılması gerekmektedir. İngiltere'de tüm düzenleyici kurumların Rekabet Kurumu liderliğinde oluşturdukları "Rekabet Ağı" platformu önemli bir örnektir.

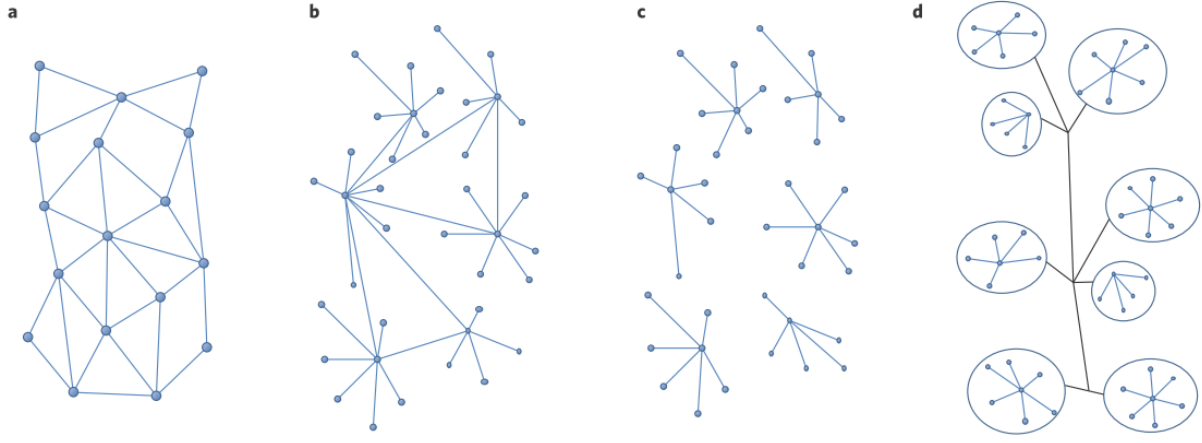
Ülkemizin hızla büyüyen bir ülke olması ve küresel iklim politikaları elektrik sistemimizdeki katma değer in ivedilikle hayata geçirilmesini gerektirmektedir. Bunun için kurumların uyum ve işbirliği içinde hareket etmesi ve dikey ayrışma yerine yatay-birlikte işlerliği başarması gerekmektedir. İçinde bulunduğumuz geçiş sürecinde düzenlemelerin muğlaklığa mahal vermemesi ve değişimin dinamizmini koruması, bununla beraber politik ekonomi, sahip olunan kaynaklar (*endowment*), başlangıç noktası, davranışsal iktisatın işaret ettiği sınırlı rasyonellik, politika-özel sektör-tüketici üçgeni, mahremiyet endişeleri, gibi gerçekleri de göz önünde bulundurması gerekmektedir. Regülasyonun, teknolojinin dönüştürdüğü risk ve ödül bileşimi ve tahsisine uyum sağlaması, toptan satış-perakende bağlantısını gerçekleştirilmesi, korunmaya muhtaç tüketiciler için ise güven ağı tesis edecek bir yaklaşımı hayata geçirmesi gerekmektedir.

Şebeke Yapısı

Şebeke yapısı, aslında piyasanın işlediği fiziksel zemindir. Mevcut sistemde, üretim tüketim merkezlerine yakın noktalarda kurulurdu. Daha fazla yenilenebilir ile ise üretim ve tüketim noktaları arasındaki mesafeler artmaktadır. Yani daha fazla iletim yatırımına ihtiyaç duyulmaktadır. Eğer %50'leri aşan yenilenebilir kaynak hedefleri var ise, bunların coğrafik olarak dağıtık olması ve yük akışlarının daha fazla alternatif ile sağlanması önemli olacaktır.

Şebeke yapısı, mikro şebeke yapısına oranla daha fazla iletim güvenliğine ihtiyaç duyacağından daha az güvenli bir sisteme dönüşebilir. Bunun için daha fazla yedekleme veya mikro şebeke tarafında yatırıma ihtiyaç olacaktır. İletim olarak büyük tüketicilerin şebeke ile ilişkisi fiyata göre değişecektir. Fiyat seviyelerine göre büyük tüketiciler hem kendi enerjilerini üretip hem de sisteme yedek hizmeti vermeyi planlayabilirler. Bunun için daha küçük/orta büyüklükte gaz türbinlerinin yaygınlaşması beklenebilir.

Sonunda enerji sisteminde bir ölçek ekonomisinde bir denge vardır. Ne en büyük santral yapıp iletim hatlarına muhtaç olmak ne de en küçük ölçeği yapıp maliyeti arttırmak mantıklıdır. Fakat güneşten elektrik üretim maliyetleri depolama sistemleri ile birlikte şebeke fiyatlarının çok altına düşerse bu denge de değişecektir.



Resim 2 – Değişik piyasa yapıları ¹

Şebeke yapısının geleceği ise piyasa yapısından bağımsız değildir. Piyasa yapısının topolojisi de şebeke gelişimini belirleyecektir. Yukarıdaki grafikte sistemin değişik topolojileri görülmektedir. Bunlar:

- Tüketicilerin birbiriyle bağlantılı olduğu ve birbirine doğrudan bağlı olduğu ve satış yaptığı,
- Birbirine bağlı mikro şebekelerden meydana gelen, üretim yapan tüketicilerin de mikro şebekelere hizmet sağlayabildiği,
- Üretimi de olan tüketicilerin bağımsız ve ayrı mikro şebekelere bağlı ve hizmet sağladığı,
- Üretimi olan tüketicilerin organize mikro şebekeler veya sanal santraller oluşturduğu organ ize yapıları göstermektedir.

Yukarıdaki topografiler her ne kadar piyasa yapısını gösteriyor olsa da, bu iktisadi birlikteliklerin fiziksel yansımaları da olacaktır. Dikkat edilirse bazı yapılarda dağıtım altyapısına ihtiyaç minimum iken (c), bazı yapılarda ise tüm sistem maksimum dağıtım yapısına ihtiyaç duymaktadır (a). Dolayısıyla tarifeleri farklı olacaktır.

Şebeke yapısındaki en önemli gelişmelerden bir diğeri de bazılarının akıllı şebeke dedikleri, aslında sistemin daha fazla noktada hareketinin veriye ve bilgiye dönüştürülerek, otomatize edilmesidir. Nesnelerin İnterneti denen Internet of Things ve diğer teknolojik gelişimler, pratikte tüm nesnelere iletişim kurabilen sensörlere ve karar mekanizmaları ile etkileşime girebilen aktif nesnelere dönüştürmüştür. Bu değişim arabalardan evlere herşeyi etkilemektedir. Elektrikte ise daha teknik bir isim olarak bazıları “akıllı şebeke”, bazıları da dijital şebeke demektedir.

Özellikle FACTS, PMU gibi, anlık şebeke durumunu ölçen, tepki veren sistemlerin olması daha fazla yenilenebilirliğe imkan tanıyacaktır. Aynı şekilde daha küçük ölçekte enerji tüketimi olan tüm nesnelere dinamik enerji tüketicilerine evrilmesine yardımcı olacak teknolojiler mevcuttur. Tüm nesnelere veri kaynağı olunca da, büyük veri gündeme gelmektedir. Bu kadar çok veriyi ve küçük küçük enerji tüketimlerini birlikte yönetecek aggregator-toplayıcıların oluşması kaçınılmazdır.

Şebeke teknolojik hale geldikçe, tıpkı bulut teknolojisindeki gibi, belirli hizmetleri sağlayan destek hizmetleri ayrı bir kol olarak karşımıza çıkacaktır. Bu da piyasa da daha çok fakat daha toplulaştırılmış oyuncular ile daha yerleşmiş hizmetler demek olacaktır. Ölçek ekonomisi ve kapsam ekonomisi (economies of scope) birlikte değerlendirilecektir.

¹ Electricity market design in the prosumer era, Nature Energy 1, Article number: 16032 (2016), Nature Publishing Group. 2016. Nature energy. <http://www.nature.com/nenergy/>.

Anduvap Servet Akgün - Elektrik piyasası tasarımı nereye gidiyor?

Geride bıraktığımız on yıl, elektrik piyasası profesyonellerine, piyasa tasarımı tutkunlarına ve düzenleyicilere neredeyse belki de bir yüzyıl boyunca gerçekleşebilecek olaylar serisini son derece kompakt bir şekilde yaşattı. Sadece anahtar kelimelere bakıldığında bile baş döndürmeye yetecek bir hızdan söz ettiğimiz aşikâr; iklim değişikliği algısı/gerçeği, küresel ekonomik durgunluk, tepe ve dipteki petrol/gaz fiyatları, kaya gazı devrimi, Fukushima ve nükleer moratoryum, AB piyasa eşleşmesi (market coupling), yenilenebilir enerji patlaması, tarihi düşük elektrik fiyatları, dev utilitylerin parçalanışları/bölünmeleri ve elektrifikasyon – sadece ilk akla gelenler, belki de.

Aslında tüm bu sayılanlar arasındaki neden-sonuç ilişkileri, piyasa tasarımı içerisinde son derece kolay anlam bulabilen ve de tek bir noktaya işaret eden olaylar silsilesi: “Disruption!” (yıkım). Yeni piyasa tasarımlarının neler olabileceği ve hangi ülkede, koşulda nasıl işleyebileceğini öngörebilmek bu hikâyenin önümüzdeki birkaç yıla sarkacak sonucu. Fakat tartışmasız bir biçimde görünen tek doğru artık elektrik piyasası değer zincirinin alışıla-geldiği gibi olmadığı, çok net bir paradigma (değerler dizisi) değişikliği yaşandığıdır. Ve buna bağlı olarak, piyasa tasarımının yeniden ele alınmasının gerekliliği açık bir biçimde göze çarpmaktadır. Daha açık ifadeyle, merkezi elektrik üretiminin, iletim-dağıtım ve ticaret yoluyla son tüketiciye ulaştığı ve bu esnada verimliliğin/teşvikin marjinal (son birim) fiyatlama ve merit order (fayda sıralaması) esasına göre belirlenen, piyasa fiyatının temelinde olduğu elektrik piyasa tasarımı, artık ihtiyacı karşılamamaktadır.

Biraz geriye dönüp baktığımızda “düşük-karbon ekonomisi” teriminin aslında bugün kendimizi tam da ortasında bulduğumuz bu mükemmel fırtınanın müsebbibi veya sağlayıcısı/katalizörü olabileceğini, sanıyorum pek çok paydaş (sektör, kamu, düzenleyiciler vb.) tahmin bile edemedi. Esasen bu terim bugün çok net olarak sonuçlarını gördüğümüz şu temel faktörlere işaret ediyordu; her tür enerji kaynağının daha verimli kullanılmasına, emisyon oluşturan her ekonomik faaliyetin mümkün olduğunca emisyonuz ikameleriyle yer değiştirmesine ve belki de en önemlisi insanların davranışsal olarak iklim değişikliği ile ilgili mücadeleye aktif olarak dahil edilmesine, özetle “yeşil hareket”e. Bu üç temel faktörün sonuçlarının, termal kaynakların en verimli halde dispatch edilmesini bir fiyat mekanizması yoluyla sağlayan ve merkezi ve tek yönlü bir değer zinciri ile idare edilen bir tasarıma, piyasa dostu bir şekilde entegre edilmesi son derece zor bir Pareto optimum arayışı olarak karşımıza çıkmış oldu esasen.

Denklemin tam da orta noktasında yer alan soru şöyle: Varsayımsal olarak sosyal faydayı maksimize etmek durumunda olan politika/strateji yapıcılar, bu değişim/dönüşüm sürecinin maliyetlerini -hem iyi (örn. yenilenebilir büyümenin gerçekleşebilmesini sağlayan teşvikler) hem kötü maliyetler (örn. dönüşüm süresince atıl kalan üretim kapasitesinin ve de şirketlerin kurtarılması)- kime, nasıl ve hangi mekanizmalar ile dağıtacaklar?

Bu sorunun cevabı elbette her bölgenin/ ülkenin kendi denklemi üzerinden çözümlenecektir. Ama bu çözüm arayışında gözden kaçmaması gereken şey esasen bizleri buraya piyasa temelli mekanizmaların getirdiği ve arz ile talebin müdahalesiz bir biçimde keşiştiği her dönemin bizleri yeni ve daha iyiyi bulmak için inovasyona sürüklediğidir.

Türkiye elektrik piyasası ve tasarımı özelinde bilmemiz gereken iki temel konu; piyasanın kendine has öncelikleri, farklılıkları ve aksaklıkları olduğunu bilmek ve not etmek buna ek olarak da bu durumun bir istisna olmadığını yani aslında her piyasanın kendi öncelikleri, farklılıkları ve aksaklıkları olduğunu akılda tutmaktır. Kişisel tecrübelerim enerji piyasalarının her ne kadar finans piyasaları kadar hızlı ve belirgin olmasa da birbirilerine etki eden/bulaşıcı ve bağlantılı oldukları yönündedir. Avrupa piyasalarında, deregülasyon süreçleri ve yenilenebilir kaynakların etki ve entegrasyonu konularında son on yılda yaşananlar buna çok net örneklerdir.

Dolayısıyla paylaşmak istediğim piyasa tasarımı/değer zinciri yeniden değerlemesi fikirleri hem ülkemizde hem de diğer elektrik piyasalarına uygun olarak değerlendirilmiştir. Birkaç temel varsayımı not ederek ilerlemek faydalı olacaktır kanaatindeyim; a) düşük karbon ekonomisi piyasanın/ülkenin gündemindedir ve Paris COP 21’de bağlayıcı emisyon taahhütleri verilmiştir b) strateji belirleyicilerin karar mekanizmasının temelinde “sosyal fayda maksimizasyonu” vardır c) toplumu oluşturan bireylerin çoğunluğu iklim değişikliği konusunda kaygılıdır ve harekete geçmek istegindedir.

İlk ve ilke olarak, başlayan bu düşük karbon ekonomisine geçiş sürecinin durdurulamaz olduğunun kabulü gerekmektedir. Piyasaya veya fiyata müdahaleler sadece ve sadece geçici yara bandı görevi görecektir. Bu geçiş endüstri devriminden bu yana uygarlığın kendisi ve geleceği için yaptığı en büyük çaplı miras bırakma girişimidir. Ve işin en güzel yanı son dönemde gerçekleşen teknolojik gelişmelerin doğurduğu maliyet düşüşlerinin hem düşük karbon enerji üretimi, talep tarafı katılımını, hem de depolamayı rekabetçi maliyetlere getirmiş olmasıdır. Enerji verimliliği ile birlikte bu üç alandaki gelişmeler geleceğe dair çözümün esas noktalarıdır.

Kesintili/sürekli üretimin, (yenilenebilir) esnek kaynaklarla (elektrik depolama; pil, gaz, rezervuar) ve yöntemlerle, (çift tarafın katıldığı daha düşük çözünürlükte piyasalar) piyasaya en verimli şekilde sunulduğu ve tüketiminde bu sunumdan haberdar (talep tarafı katılımı ve akıllı ev) ve katılımcı olmak yoluyla doğru dengenin oluşmasına katkı sağladığı, yeni bir modeldir yeni on yıl/ların tasarımı. Son derece heyecan verici bu yeni tasarımın önünde iki büyük engel vardır. Bunlardan ilki yetersiz dağıtım ve iletim altyapısı ikinci ise bu gelişim hızı ile başa çıkamayacak karar verici paydaş yapısıdır. Artık piyasa aktörlerinin, yatırımcıların, düzenleyicilerin, sistem operatörlerinin; sistemler, ekipmanlar ve evler bile “akıllı” olurken değişime daha fazla direnç göstermeden birlikte yukarıdaki kabullere uygun en optimum çözümleri yaratmaları şarttır. Altyapıya dair sorunları çözmek ve bunun finansal kaynağını yaratmak ikinci konudan daha zorlayıcı olmayacaktır önümüzdeki dönemde.

Yine önümüzdeki geçiş dönemi tasarımında, merkezi üretim ile dağıtık üretimin yer değiştireceği, serbest piyasa ile regüle piyasanın birbiriyle sürekli mücadele halinde olacağını belirtmekte yarar var. Bu süreçte asıl olan en dinamik regülasyon ve piyasa yapısıyla yukarıdaki araçların spesifik vade ve piyasa için optimumunu hibritleyen dizaynını bulmak olacaktır. Ama bunu yaparken de hangi vade de olursa olsun belirlenen piyasa fiyatının ve o fiyata yüklenen anlamın önemini her şartta ön planda tutmak gereği ortadadır. Çünkü fiyat aslında geçmiş tasarımda olduğu gibi yeni tasarımda da hangi yatırımın nerede yapılacağına, kaynakların hangi ihtiyaca nasıl dağıtılacağına şaşmaz göstergesi olmak durumundadır. Fiyat her şeyin ötesinde şeffaflığın göstergesi, karar vericilerin çıpası ve piyasa kredibilitésinin ölçütüdür. Yeni tasarımda eskisinden çok daha fazla çözünürlükte- hem zaman (real-time veya 5-15 dk.lık) hem bölgesellik (ilçe, şehir, eyalet vb.) olarak- fiyatlarla karşılaşacağımızı öngörmek yanlış olmayacaktır.

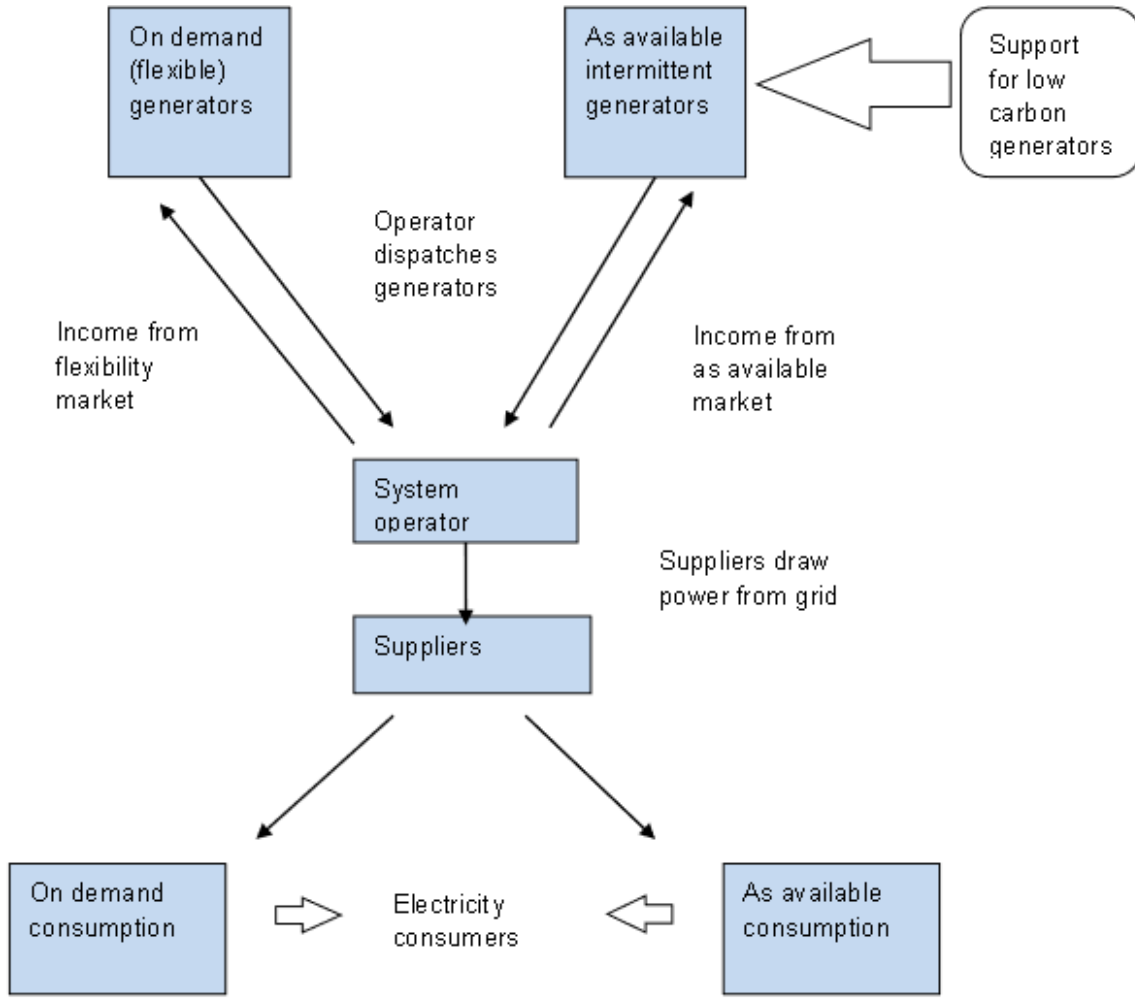
Yeni tasarımın en fazla değer vereceği iki alan esneklik ve emre-amadelik olarak karşımıza çıkacaktır hiç şüphesiz. Bu bağlamda geçiş sürecinde bölgesel ve kısıtlı olmak kaydıyla yüksek verimlilikteki gaz santralleri için dinamik kapasite piyasaları bir opsiyon olabilecektir. Fakat burada esas amaç bölgesel kısıtları esnek ve hızlı bir biçimde çözerek yenilenebilir sistemin kesintili doğasına bir pil gibi katkı koymak olmalıdır. Tasarım bu şekilde olmadığı müddetçe, sonuç yanlış yatırım kararlarının tüketici üzerinden re-finansmanına yönelecektir. Aynı bakış açısı bundan sonraki süreçte tasarlanabilecek olan tüm teşvik mekanizmalarının da özünü temsil etmek durumundadır.

Günün sonunda, **önümüzdeki dönem bizleri; belki 3-4 büyük kutudan oluşan elektrik piyasası değer zincirinin onlarca kutucuğa bölündüğü ve yeni oyuncuların bu değer zinciri kutularında pivotal rol üstleneceği bir yapıya doğru götürmektedir.** Değer zincirindeki bu değişimin temeli düşük karbon ekonomisidir ve bu değişim gelişimsel olarak yapılacaktır. Dolayısıyla bugünden yarına baştan sona yeni bir tasarım karşımıza çıkmayacaktır. Statregistlerin ve karar verici paydaşların en büyük uğraşı/çabası şu anda var olan veya olmayan onlarca araç kitinden oluşan bir toplam kümeden konjonktüre ve piyasa gerçeklerine en uygun dinamik tasarımı çıkaracak araçları seçmek olacaktır. Dolayısıyla bu yeni bilinmezin tasarımında paydaşlar arası 3C'nin (coordination – co-operation – consensus) sağlanması geçmişte olduğundan çok daha fazla önem kazanmaktadır.

Piyasa Yapısı

Yukarıda değinildiği üzere, mevcut piyasa sistemi yakıt maliyetleri ne kadar yüksek olursa o kadar iyi çalışmaktadır. Çünkü sabit maliyetlerin oranı düştükçe, sabit maliyetlerin karşılama ihtimali artmaktadır. Fakat yakıt maliyeti sıfırlandığı ve tüm maliyetin sabit maliyet tarafında kaldığı zaman ise, elimizdeki piyasa sistemi optimizasyon yapmamaktadır.

Aslında pratikte elimizde iki ayrı tip üretim teknolojisi ve teknolojik gelişmelerle tepki verebilirliği artan tüketim sistemi bulunacaktır. Bu sistemleri bir araya getirerek öneren sistematiklerden biri de aşağıdadır.



Resim 3 – Örnek bir piyasa tasarımı önerisi²

Burada hem üretim hem tüketim esnek ve esnek olmayan olarak ikiye ayrılmaktadır. Esnek talep kapasite desteği sağlarken, esnek olmayan talep ise geleneksel enerji tüketicisidir. Üretimde ise daha ilginç bir öneri bulunmaktadır. Piyasayı, kesiksiz (on demand) üretim ile kesikli üretim (on available) olarak iki kısma ayırarak, iki aşamalı optimizasyon önerilmektedir.

Örnek olarak, 35000 MW'lık bir talebin 28000 MW'ı kesiksiz, 7000MW'ı da esnek talep olsun. Üretim tarafında ise 20000 MW güneş 12000 MW rüzgar ve 10000 MW doğal gaz santrali bulunsun. Sistem burada üç şeyi hesaplayabilir:

1. Tüm yenilenebilir üretimi devreye alır ve talebin kesiksiz kısmını karşılarken esnek kısmını yönetir.
2. Esnek talebi devre dışı bırakarak, yenilenebilir kaynakları yük attırarak yönetebilir.
3. Doğalgaz maliyeti ile talep esnekliği ve yenilenebilire yük attırma fiyatı arasında bir optimizasyon yapar.

Muhtemelen sonuç bu üç yönetimin karışımı olacaktır.

Bir diğer piyasa yapısı yöntemi ise bölgesel marjinal fiyat (Locational Marginal Pricing-LMP) sistemidir. Şebeke yapısı ve piyasa yapısı ile de bağlantılı olarak, şebekenin farklı düğüm noktalarında farklı fiyatlar oluşturarak bölgesel yatırım sinyalleri oluşturulabilir. PJM piyasasında 5'er dakikalık LMP oluşmaktadır.

² Electricity markets are broken – can they be fixed?, Malcolm Key, Oxford Energy Institute, <https://www.oxfordenergy.org/publications/electricity-markets-are-broken-can-they-be-fixed/>

Yani daha yerleşmiş fiyatlar ve piyasalar, büyük veri ve artan bilgisayar gücü ile gerçek zamanlı olarak mümkündür. Bu da sistemi daha verimli hale getirecektir. Sistemin fiyat yapısında, LMP çok mantıklı bir yöntemdir. Sosyalize etmek yerine tüm tarafların maliyetlerine katlanması birçok sorunu çözecektir. Aynı şekilde LMP, mikro şebeke gelişimi ve depolama sistemlerinin şebekede artan ağırlığıyla da uyumludur. Dengesizliği daha yüksek olan düğüm noktalarının maliyeti yansıtıldığında, o düğüm noktasında bir depolama hizmeti vermek mantıklı hale gelecektir.

Kapasite mekanizmaları ise aslında en çok konuşulan piyasa yaması önerileri arasındadır. Mevcut enerji piyasasını çalıştırırken, arz güvenliği için ihtiyaç olduğunda devrede olabilecek santrallere veya devreden çıkıp/girebilecek talep tarafı unsurlarına ek bir ödeme verilmesi uzun zamandır tartışma konusudur.

Kapasite mekanizmaları birçok şekilde tasarlanabilir. Belirli bir enerji fiyatının veya belirli kısıtların gerçekleşmesinin baz kriter olarak kullanılabilmesi mümkündür.

Peki sonunda oluşan fiyat ne olacaktır? Daha fazla yenilenebilir teknolojilerine dayalı piyasada, kWh bedelleri muhtemelen çok çok düşük olacaktır. Yedek kapasitelere ya ek ödeme yapılarak yedekte tutulacaktır ki bu yedek kapasiteler doğal gaz santralleri, depolama sistemleri, talep tarafı yönetimi olabilir. Bu piyasada kWh bedeli sinyal olmayacaktır. Aslında belki de kullanılmayacaktır. Kullanılacak bedel emre amadelik ve saniyede yük çıkma veya düşme bedeli olabilir.

İşte bu sebeple oluşan piyasa yapısında merit sistemi olsa da, yeni teknolojinin gerektirdiği merit sistemde yarışma verimliliğe göre değil çevikliğe göre olabilir. Tarifeler de kWh yerine daha telekom benzeri 100 kWh aylık, 18:00-21:00 arası 35 kWh tüketim gibi toplulaştırılmış tarifeler haline gelebilir.

Tabii tüm bunları etkileyecek bir diğer yıkıcı gelişme ise, bu kadar yan hizmet vs ile uğraşmak yerine DC şebekelere geçmektir. Hem dağıtım hem iletimde bu konuda tartışmalar IEEE bünyesinde de yapılmaktadır.

Mithat Kısacıkoğlu –Batarya Depolama ve Elektrikli Araçların Elektrik Sistemindeki Yeri

Bir elektrik sistemi, elektrik enerjisi üretim kaynakları ve tüketiciler arasındaki güç alışverişinin her an dengede olması prensibi ile çalışmaktadır. Dolayısı ile üretilen enerjinin daima tüketimi karşılması gerekmektedir. Üretim ve tüketim arasındaki aktif güç dengesi için; frekans regülasyonu ve reaktif güç dengesi sonucunda ise gerilim regülasyonu şarttır. Ancak, üretim ve tüketim arasındaki bu ilişkinin depolama sistemlerinin sistemde daha da fazla yer alması ile önümüzdeki yıllarda farklı seçeneklere sahip olabileceği yaşanan gelişmelerden anlaşılmaktadır.

Öncelikle neden depolama sorusuna cevap bulmaya çalışırsak, hemen akla gelen birinci etken, üretilen enerjiyi her zaman tüketiciye göre ayarlamak yerine elektrik jeneratörlerini daha verimli, maliyetli ve çevreye duyarlı çalıştırmak için üretim fazlasını depolayarak ya da üretim açığını daha önce depolanmış sistemden alarak verimli bir sistem işletimi tesis etmenin önemi ortaya çıkacaktır. Burada daha çok, depolama sistemlerinden batarya depolama sistemleri üzerinde durulacaktır.

Enerji depolamada batarya ve ona bağlı güç elektroniği sistemleri çok hızlı cevap süreleri (ms mertebesinde), yüksek çalışma verimleri (>%90), dört bölgede (aktif-reaktif) çok geniş güç faktörü aralığında çalışabilmeleri

gibi sebeplerden ötürü oldukça ilgi görmektedir. Ancak, her ne kadar maliyetleri düşme eğilimi gösterse de hala büyük kurulumların yatırımı çok maliyetli görülmekte ve henüz toplu miktarlarda kullanımı sayılı örneklerle sınırlıdır.

Bununla beraber, batarya depolama sistemlerinin alçak gerilim dağıtım sistemlerindeki uygulamaları ise hızla artmaktadır. Bunu tetikleyen önemli faktörlerden ilki dağıtık yenilenebilir enerji kaynaklarının daha maliyet-etkin çalışabilmesi için onları tamamlar nitelikte kullanılan yerel batarya depolama sistemlerinin artmasıdır. Hem ticari hem de mesken kullanıcılarının devreye alabildikleri bu sistemler özellikle tüketicilerin depolanan enerjiyi en uygun zamanda şebekeye satmasını öngören yapı, gelişmekte olan piyasa düzeninde daha da fazla rağbet görecektir. Bunu sağlayan temel faktör tüketimi üretimin ucuz olduğu zamana göre ayarlayabilme serbestisidir. Eğer tüketim, üretim santrallerinin daha maliyetli olduğu zaman diliminden alınıp daha ucuz olduğu zaman dilimine kaydırılabilirse (load-shifting) bundan tüketici önemli bir kazanç sağlayabilecektir.

Ulaşım Sistemlerinin Elektrifikasyonu

Dünya genelinde petrol tabanlı yakıtların önemli bir kısmı ulaşım sektöründe harcanmaktadır. Bu sektörde dünya genelinde harcanmakta olan fosil yakıt miktarı 2010'a kıyasla 2040 yılında %48 oranında artması beklenmektedir. Bundan dolayı, fosil yakıt tüketimini azaltmaya yönelik ulaşım teknolojilerinin geliştirilmesi, özellikle Türkiye gibi fosil yakıtların büyük bir kısmını ithal eden ülkeler için önemli bir hedef durumundadır. Eş zamanlı olarak dünya genelinde elektrikli araçların (EA) piyasa oranı hızla artmakta ve önümüzdeki yıllarda bu artışın devam edeceği öngörülmektedir. Örnek vermek gerekirse Tesla 2018 yılında piyasaya süreceği yeni modeli Model 3 için 300 binden fazla sipariş almış durumdadır. Dünya genelinde yapılan araştırmalar, genel olarak EA'ların yaygınlaşması ile meydana gelecek enerji talebinin elektrik şebekesinin üretim ve iletim kısımlarında önemli bir problem oluşturmayacağı yönünde birleşmektedir. Fakat, dağıtım şebekesinde trafoların aşırı yüklenmesi, yüksek gerilim düşümleri ve dengesiz yüklenme gibi problemlerle karşılaşmaktadır. Bu problemlerin derecesi ve önerilen çözümler dağıtım şebeke yapısına göre farklılık arz etmektedir. Özellikle Türkiye'de olduğu gibi içerisinde çok fazla müşteriyi barındıran büyük dağıtım şebekelerinde EA'ların oluşturacağı etki ve yatırım maliyeti daha fazla olacaktır. Dağıtım işletmecileri tarafından akıllı ve önceden planlanmış bir şarj ağı yönetimi, EA'ların sağlıklı bir şekilde piyasada yaygınlaşması için büyük önem arz etmektedir.

EA'ların enerji depolama konusunda kullanılması ise son yıllarda üzerinde sıkça çalışılan bir konudur. Konu ulaşımda kullanılan depolama sistemlerini şebeke etkileşimli kullanma söz konusu olduğunda depolama sistemlerinin şebekede yaygınlaşmasını sınırlandıran maliyetleri bir avantaja dönüşmektedir. Çünkü, ulaşım sisteminde kullanılan ve ömrünün %90'ından fazlasını atıl olarak park halinde geçiren bir depolama sistemi şebeke açısından çok önemli hizmetler sunabilir. Ulaşım ve enerji sektörlerini bir araya getiren bu konunun, bilgi ve haberleşme teknolojilerinin şebekede ağırlıklı kullanıldığı 'akıllı şebeke' çağında daha da popülerleşeceği öngörülmektedir.

Akıllı şarj yönetimi araçların sadece şebekeden şarj olmasını değil, kullanıcının izni dahilinde aynı zamanda şebekeye enerji satmasını da sağlayabilir. Bu işlem vehicle-to-grid (V2G) olarak tanımlanıyor. Şarj noktaları, kullanıcının herhangi bir mobil cihaz ya da bilgisayar üzerinden ulaşabileceği bir arayüz ile hem kullanıcının şarj ihtiyacını karşılayabilir hem de EA'yı şebekeye bedel karşılığı hizmet sağlayacak şekilde kontrol imkanı sunabilir. Dağıtım şebekesinin her geçen gün yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu ile daha interaktif bir hale

gelmesi yani önceden tek-yönlü bir yük iletimi olarak tanımlanırken artık enerji üreten bir yapıya bürünmesi EA'ların da bu aktif sisteme entegre olmasını kolaylaştıracaktır. Örnek olarak; evlerin çatısına, kampüslere, otoparklara kurulabilen güneş enerjisi sistemlerinin ürettiği gücü, EA şarj kontrolü ile takip etmek mümkündür. EA'lar akşam saatlerinde tepe yüklenmeyi azaltacak şekilde şebekeye deşarj edilebilir ya da herhangi bir zaman diliminde şebekeye kondansatör ya da reaktör hizmeti verebilir ve dağıtım şebekesine kesilen reaktif cezalarını azaltabilir.

Sonuç olarak, kullanıcıların günlük enerji tüketim eğilimleri, ulaşım alışkanlıkları, sosyal yaşama dair verileri akıllı şebeke tarafından işlenerek daha etkin, çevreye duyarlı, güvenli, sağlıklı ve dayanıklı (resilient) bir elektrik enerji sistemi ortaya çıkacaktır. Yazılım tanımlı araçlar (software-defined car) ve haberleşme, sosyal medya gibi araçlarla işlenebilecek büyük veri (big data) ve kullanıcı ile çift-yönlü haberleşebilen sistemlerin gelişmesi ile enerji tüketimimiz hakkında daha etkin kararlar verebileceğimiz bir çağa doğru yaklaşmaktayız.

Depolama Sistemleri ve Ulaştırma Elektrifikasyonu

Enerji sektörünün tamamında piyasanın en önemli faktörü depolamadır. Çin'in kömür stoklarından, ABD'nin petrol stoklarına, Almanya'nın doğal gaz depo seviyelerine kadar depolama parametreleri fiyatın önemli bir faktörüdür. Elektrik sektöründe depolama bu stratejik öneme sahip değil gibi gözükse de, depolama sistemleri daha ekonomik hale geldiği zaman bu stratejik önem öne çıkacaktır.

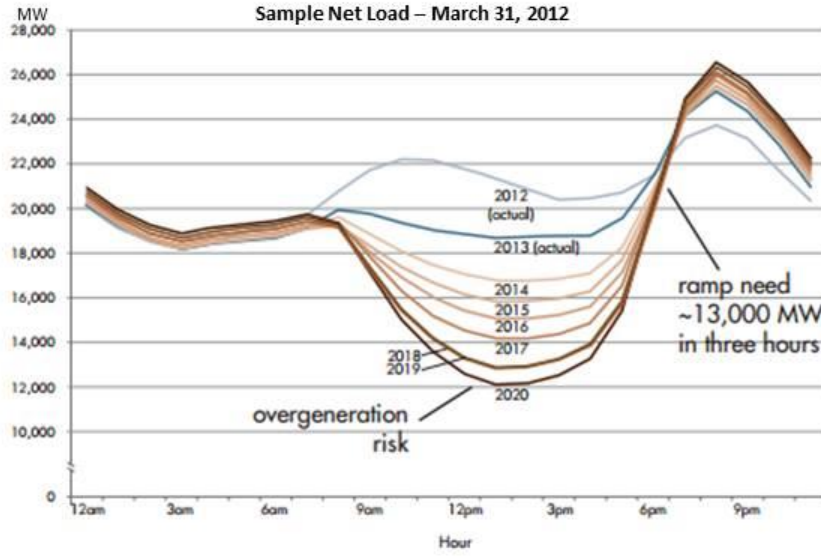
Bugün jeneratör bedellerine yakın bedellerde depolama sistemleri vardır. Akaryakıt bedelleri ve bakım masrafları da düşünüldüğünde, depolama sistemlerinin rekabetçi fiyat seviyelerinin çok uzağında olmadığı söylenebilir. Fakat daha ilginç ulaştırma sisteminin elektrifikasyonudur. Dizel lokomotifler dizel daha ucuz olduğundan değil daha temiz, hızlı ve konforlu olduğundan popülerlik kazandı. Aynı şekilde elektrikli arabalar da elektrik maliyetinden bağımsız olarak hız, konfor ve temizlik açısından tüketicinin tercih edeceği teknolojilerdendir.

Elektrik piyasasını ilk tasarımı lehine yana güçlendirecek olan da ulaştırma elektrifikasyonudur. Çünkü dağıtık üretimdeki kişilerin güneş panelleriyle elektrik üretmesi arabalarını şarj ettirmeye yetmeyecek, tekrar merkezi sistem güçlenecektir.

Ayrıca altyapı yatırımlarında da şebekeye bağımlılık ve şebeke ile enerji alışverişi önem kazanacaktır. Özellikle arabaların şebekeye elektrik vermesinden çok şebekeden hızlı şarj olma ihtiyaçları öngörülen dağıtık üretime dayalı, enerjinin demokratikleşmesi fikirlerine bir süre ket vuracaktır. Daha fazla altyapı yatırımı ve daha fazla şebeke elektriği ölçek ekonomisini tekrar devreye alacaktır.

Fakat daha fazla yenilenebilir, depolama sistemi ve elektrikli arabalar elektrik yük eğrisini daha düz mü, yoksa daha girintilili çıkıntılı bir hale mi getirecektir? Görüldüğü kadarı ile sisteme daha fazla ve büyük yük gelmesi sistemi daha dengesiz bir hale getirebilir. Bu da sistemde kapasite ihtiyacını arttıracığa benziyor.

The duck curve shows steep ramping needs and overgeneration risk



(from the California Independent System Operator)

Resim 4- Kaliforniya Sistem İşletmecisinin 2020'ye kadar yük eğrisinin değişimi grafiği

Kaliforniya için yenilenebilirlerin sisteme etkisi konusunda yapılan çalışmalarda, sistemdeki günüçi yük eğrisinin yıllar geçtikçe daha fazla dengesizleşeceği öngörülmektedir. Bu dengesizliği depolama sistemlerinin ne kadar giderebileceği bir soru işaretidir. Kaldı ki, elektrikli araçların da akşam şarj edildiği düşünülürse, öğle dengesizliğinin çözümü olabilecek pek fazla seçenek yoktur.

Yani yeni değişimler, geceleyin olan talep düşüşünü düzeltirken, öğlen dengesizliğini arttırıyor olabilir. Yani sistemde hızlı devreye girebilecek kapasite ihtiyacı artacaktır. Böyle bir durumda Kaliforniya örneğinde olduğu gibi sistemde üç saat için 13000 MW yük alabilecek sistemler sınırlıdır.

Elektrikli arabalar bu depolama sisteminin bir kısmını, evsel depolama sistemleri de kalan kısmını sağlayarak bir ölçüde sisteme fayda katabilir. Fakat sistemin gün içi dengesizliği ile beraber gün içi kapasite ihtiyacının artacağı da oldukça olasıdır.

Geleceğe Bir Parça Kötümser Bakmak

Teknolojik dönüşüm hem hızlı hem de yavaş olmaktadır. Hızlı olmaktadır çünkü beklentiler bir anda şekillenmekte ve finansmanlar, harcamalar, algılar daha hızla değişmektedir. Yavaş olmaktadır, çünkü tüm planlanan gelişmelerin mevcut fiziksel ekipman parkını değiştirmesi bir zaman alır, yani beklentiler fiziksel tarafa bir sürtünme kuvveti ile geçer ve gerçekleşir.

Petrol devri başladığında 1900'lerin başıydı. Petrol devri başlayınca kömür devri bitti diye düşünülebilir, fakat bugün bile birincil enerji tüketiminde kömür petrolün ardından ikinci sırada ve tüketilen enerjinin üçte biri kömürden gelmektedir.

Bugün de petrol çağı bitti demek doğru olmadığı gibi, fosil yakıtların miladının da dolması acelecilik olabilir. Sonunda büyük sanayi tüketimlerinin ne kadarı güneş panellerinden olabilir? Hala tüm yakıtlar için tüketim imkanı vardır. Fakat daha temiz teknolojilerin daha avantajlı olacağı gözden kaçırılmamalıdır.

Mikrogridler, paylaşım ekonomisi, bitcoin'ler, yapay zeka, büyük veri gibi kavramların önemli değişimler olduğu doğrudur. Fakat ya verimlilik artışı sağlayamaz, piyasa maliyetlerini arttıırırlarsa? Gerçekten de daha verimli bir elektrik piyasası sağlamak yerine işlem miktarını arttırarak tüketiciye yine aynı bedellere mal olunursa, sistem başarılı olmuş sayılmaz.

Bu sebeple, bu gelecek vizyonlarına biraz karamsar bakmakta fayda vardır.2008'de petrol bitti derken, bir anda şeyl devrimi tartışmayı ters bir yöne kaydırđı. Aynı şekilde, kazanan belli oldu: "yenilenebilir" derken de, bir anda alım garantilerinin son bulması ile gerçekle yüzleşme fırsatı bulabiliriz.

Eğer 100 yıl önce başlayan petrol çağına inat, kömürün hala en çok tüketilen ikinci enerji kaynağı olması örnek olarak kabul edilirse, bundan 20 sene sonra dünyadaki kurulu gücün beşte biri güneş olsa da, doğalgaz ve kömüre pay kalmaktadır. Bir süre daha fosil kaynakların konsantre enerji kaynakları olduğunu ve uzun yıllar enerji karışımında olacağını unutmamakta fayda vardır.

Sonuç Yerine

Elektrik sisteminin nereye evrileceğini bilmiyoruz. Uluslararası uzmanlar da, bizler de sadece geleceği speküle edebiliyoruz. Çünkü teknolojik dönüşümlerin hızlandığını iddia ediyorsak, aynı anda birçok taşın yerinden oynadığını ve sistemi öngörmenin zorlaştığını kabul etmek zorundayız. Dolayısıyla gelecek tahminlerimizin daha uzağına düşecektir. Ama eğer bugün tekn olojik devrim dediğimiz gelişimlerin sadece marjinal değişimler olduğunu, atlı arabadan benzinli arabaya dönüşüm gibi temel bir fark olmadığını iddia ediyorsak, teknolojik dönüşümler uzun süre marjinal kalacaktır.

Her halükarda, fosil yakıt verimliliğini baz alan ve zaten eksikleri olan ("kayıp para problemi") bir sistemde, bu eksikliği daha da ortaya çıkaran bir teknoloji türü olan marjinal maliyeti sıfır olan üretim kaynaklarının devlet teşvikleri ile biraraya gelmesi elektrik fiyatı dediğimiz numerik değeri hiçbir şeyin sinyali olmayan bir göstergeye çevirmektedir.

Sistem teknolojik olarak daha temiz kaynaklara, fiyat oluşumu açısından da kapasite güvenilirliği ve esnekliğine kayacak gibi gözükmemektedir. Bunu eski pozisyonuna geri çekecek en önemli unsur elektrikli arabaların sisteme hızlı girişi olacaktır.

Geleceğin nasıl olacağını tahmin etmektense, bu geleceğe tartışarak hazırlanmak, denemek, hata yapmak ve öğrenmek daha gerçekçi bir kazanım olacaktır. Bu dökümanla da kendi aramızdaki her zaman hem fikir olmadığımız tartışmaları, herkes ile paylaşmayı amaçladık.