

ALMANYA ELEKTRİK DEPOLAMA SEKTÖRÜ İNCELEME GEZİSİ RAPORU



2018

1

İçindekiler

1. GİRİŞ.....	3
2. TOPLANTI NOTLARI	5
3. SONUÇ.....	16

1. GİRİŞ

Elektrik Üreticileri Derneği(EÜD) organizasyonu ile Enerji ve Tabii Kaynakları Bakanlığı (ETKB), Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü(YEGM), Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) üst düzey yöneticileri ve sektör temsilcilerinin katılımıyla 7 – 10 Ocak 2018 tarihleri arasında Almanya’da Pil Depolama Teknolojileri ve Uygulamaları ile ilgili yaklaşık 40 kişinin yer aldığı bir teknik gezi düzenlenmiştir. Berlin, Schwerin ve Essen olmak üzere 3 farklı şehirde ilgili şirketler ve pil depolama tesisleri ziyaret edilmiş olup, söz konusu teknoloji ve uygulanan mevzuat ile ilgili çeşitli sunumlara katılım sağlanmıştır. Aynı zamanda piyasanın farklı kesimlerinden katılımcılarla görüşme imkanı bulunmuştur.

Dünya çapında yenilenebilir enerji yatırımlarının olağanüstü bir ivme kazanmasıyla birlikte elektrik arz-talep dengesi, enerji kaynaklarının verimli kullanılması ve kesintili üretilen enerjinin sürekli hale getirilmesi gibi konular enerji depolama teknolojilerine olan ilgiyi arttırmıştır. Örneğin, enterkonnekte şebekede frekansı stabil tutabilmek için enerji arz fazlası olduğu durumlarda fazla enerjiyi depolayıp, ihtiyaç halinde depolanmış enerjinin kullanılması yöntemiyle arz-talep dengesi sağlanır. Rüzgar santrallerinde rüzgar şiddetine paralel olarak üretilen enerjinin şebekenin ihtiyaç duyduğundan fazla olması durumunda, fazla enerjinin tekrar kullanılmak üzere depolanması da yenilenebilir enerji kaynağının verimli kullanılmasına güzel bir örnektir. Bulutların ve gölgelenmenin etkisiyle dalgalı üretim yapan güneş enerjisi santrallerinin (çatı tipi, arazi tipi) şebekeyi sabit güçle besleyebilmesi için enerji depolama teknolojileriyle paralel çalışması da enerjinin sürekliliğini ve stabilitesini sağlamak adına bir başka örnektir ve bu örnekleri çoğaltmak mümkündür.

Enerji depolama yöntemleriyle beraber enterkonnekte şebekeler merkezi olmayan(de-centralized) bir yapıya dönüşmektedir ve bu sayede şebeke arızalarının domino etkisi azalmaktadır. Örneğin, 31 Mart 2015 tarihinde Türkiye çapında elektrik kesintisi gerçekleşti. Baz yük üretim yapan santrallerin bir çoğu devre dışına çıktıktan sonra tekrar devreye girebilmesi zaman aldı ve ülke çapında muazzam üretim kayıpları oluştu. Örneğin, pil depolama tesisleri kullanılarak frekans kontrolü daha hızlı yapılabilir ve kısa süre içerisinde santraller “black start” yöntemiyle devreye alınıp, enterkonnekte şebeke kısa sürede ayağa kaldırılabilirdi. Aynı zamanda enterkonnekte sistemin bir bölgesinde meydana gelen arızanın diğer bir bölgeye etkisi depolama sayesinde azaltılmış olur ve her bir noktada enerji arz-talep dengesi maksimum seviyede gerçekleşir. Zaten arz güvenliği ve frekans hizmeti veren üretim şirketleri mevcut konvansiyonel santrallerinin yanına ve senkron olarak pil depolama sistemleri de ekleyerek bu hizmeti daha esnek, daha kaliteli ve daha ucuz verebilmektedirler. Üretim şirketlerinin yanı sıra dağıtım bölgeleri için de enerji depolamanın önemi büyüktür. Örneğin, çatı üstü güneş enerjisi santrallerinin sayısı arttıkça dağıtım hatlarındaki gerilim – frekans dalgalanmaları artacaktır. Fakat bu santraller pillerle birlikte kullanıldığı takdirde enerjinin üretildiği yerde tüketimi kolaylaşacak, bu sayede hatlar üzerindeki kayıplar azalacak, enerjinin sürekliliği sağlanacak ve aynı zamanda güneşten maksimum oranda faydalanılacaktır. Dağıtım şirketlerinin uzak bir noktaya elektrik hizmeti götürebilmesi için büyük yatırımlar yapması gerekebilmektedir. Bunun yerine yenilenebilir enerji santralleriyle beraber depolama tesisleri inşa edilerek, temiz enerjinin sürekli ve kesintisiz olarak halka sunulması düşünülebilir.

Dünya çapında enerji depolama projelerinin toplam kapasitesi 2017 itibariyle yaklaşık 193 GW seviyesindedir. Elektrokimyasal projeler(pil depolama, kapasitör depolama) 3.3 GW, Elektromekanik projeler(sıkıştırılmış hava depolama, volan depolama) 2.5 GW, Pompaj depolamalı hidroelektrik projeler 184 GW, Termal depolamalı projeler 3.6 GW, Hidrojen depolamalı projeler ise 20 MW civarındadır. Türkiye’de ise UPS(kesintisiz güç kaynağı) haricinde işletmeye giren büyük ölçekte depolama projeleri yer almamaktadır. Fakat yenilenebilir enerji alanında 2023 hedefleri düşünüldüğünde depolamayla ilgili

mevzuatın altyapısının kısa süre içinde oluşturulup yayınlanması elzemdir. Aynı zamanda yerli ve milli elektrikli araba projesi için gerekli olan pil sistemi ve şebekeye entegrasyonu konusu da yenilenebilir enerjinin depolanmasıyla paralel olarak düşünülmesi gereken bir alt başlıktır.

Almanya'ya yapılan elektrik depolama inceleme gezisinde pil tesisleri hakkında bilgi alındı ve tesis ziyaretleri yapıldı. Pil tesislerinin yaygın olarak hiçbir teşvik almadan Primer Frekans Kontrolü(PFK) hizmeti sağladığı görüldü. Bu amaçla kullanılmasının sebebi ise milisaniyeler mertebesinde devreye girmesi ve istenen süre boyunca kesintisiz bir şekilde bu hizmeti sağlayabilmesidir. Yatırım maliyetleri ve PFK ihalesi sonucunda oluşan fiyatlar baz alındığında pil tesislerinin Almanya şartlarında fizibil olduğu görülüyor. İşletme ve bakım maliyetleri çok düşük olup, 20 yıla dayanan sistem garantisi verilebilmektedir. PFK hizmetinden başka genel kullanım alanları UPS, Black Start(konvansiyonel santrali enerjilendirerek kaldırma), Peak shaving (üretim tüketimden fazla olduğu zaman depolanıp, az olduğu zaman şebekeye verilerek arz-talep dengesinin sağlanması), Ramping (yenilenebilir enerji santrallerinin kesikli üretimlerini şebekeye vermeden önce kompanse edip şebekeye stabil bir şekilde enerji vermek) şeklinde sıralanabilir. Aynı zamanda baz yük santrallerin ana trafolarına entegre edilerek santralin frekans kontrol hizmetlerinin pil tesisi üzerinden kesintisiz bir şekilde sağlanması olabilir. Santralin imkanlarından faydalandığından dolayı yatırım, işletme ve bakım maliyetleri minimum düzeyde gerçekleşir. Aynı zamanda baz yük santrallerin frekans hizmeti için rezerve tutmasına gerek kalmaz ve güç salınımı yapmadan nominal güçte çalıştığı zaman santraldeki ekipman ömrü uzatılmış olur. Örneğin, Almanya'da ziyaret edilen Steag GmbH adlı şirketin sahibi olduğu 6 farklı kömür santraline ayrı ayrı entegre ettiği 15 MW lityum iyon bazlı pil tesisleri üzerinden esas olarak primer frekans kontrol hizmeti veriliyor.

"World Energy Council – WEC" 2016 yılına ait enerji depolama raporuna göre 2030 yılına kadar depolama maliyetlerinin %70 oranında düşeceği tahmin edilmektedir. Almanya gezisinde sunum yapan Samsung SDI adlı pil üretici firmanın yaptığı açıklamaya göre lityum iyon pillerinin maliyeti kW başına 1000 USD civarından şu anda 300 USD civarına düşmüş. Önümüzdeki yıllarda yeni nesil pillerin üretimiyle birlikte pillerdeki enerji yoğunluğu daha da artacak ve maliyet düşüşü hızla devam edecektir.

2. TOPLANTI NOTLARI

Tarih : 08.01.2018 / 13:00

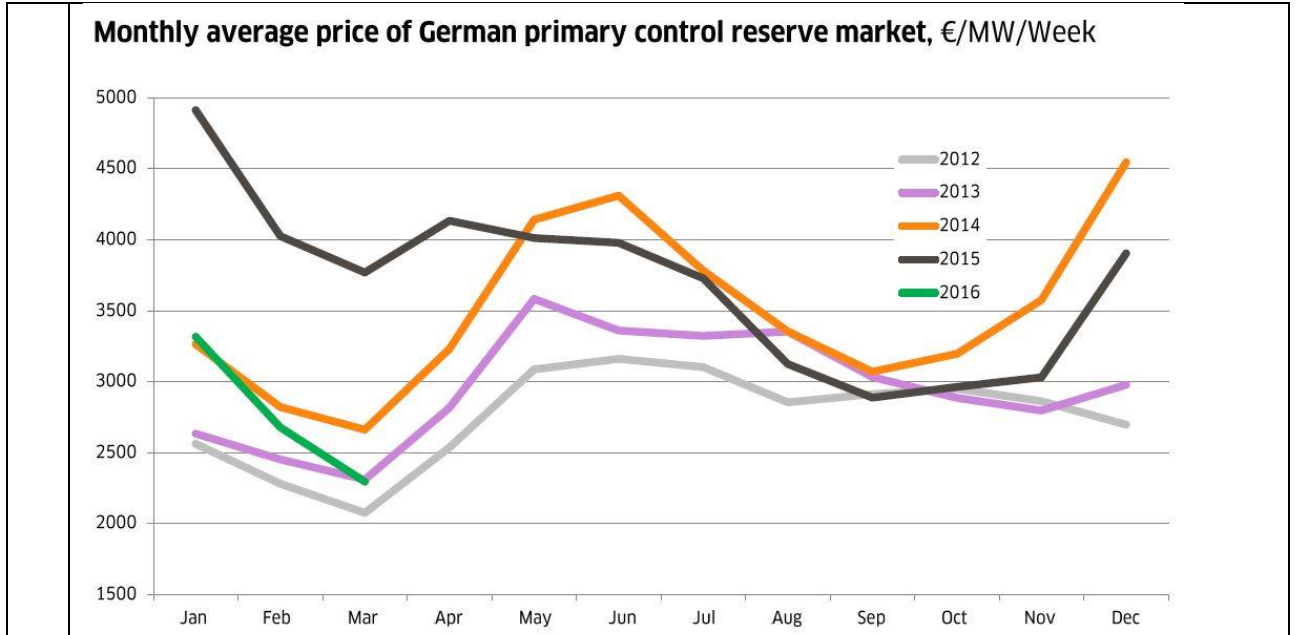
Yer : Younicos GmbH - Berlin

Konu: Şirket tanıtımı ve genel bilgilendirme

Katılımcılar: EÜD Çalışma Grubu ve Younicos(Satış mühendisi Dr. Burak Türker)-Bridge Executive(Türkiye sorumlusu Polat Keleş)

Toplantı Notları	
1	<p>Younicos 2005 yılında Berlin’de kurulmuş ve ilk kurulduğu yıldan bu yana yurtiçi ve yurtdışı 200 MW civarında pil depolama tesisleri (40 adet) kurmuş(hali hazırda İngiltere’de yeni imzaladıkları 49.5 MW pil tesisi sözleşmesi dahil değilmiş. Mevzuata göre maksimum 50 MW’lık tesis yapılabilirdi). Pil üretimi yapmıyorlar. Anahtar teslim ve ARGE projeleri yürütüyorlar. Kendilerine ait laboratuvarlarda (Berlin ve Austin’de) pil testleri (yaşlandırma-dayanıklılık vb.), şebeke simülasyonları, frekans kontrol deneyleri yapıyorlar. Örneğin, pil tesisi kurulması istenen enerji santralının veya şebekenin teknik özelliklerini simüle ederek, gerçekte ne kadar kapasiteli pil gerektiği veya kullanılacak pilin karakteristiklerinin tespitini yapıyorlar. Bu sayede müşteri ve şebeke ihtiyaçlarına doğru cevap verebiliyorlar. Batarya’nın enerji santrallerine entegrasyonunu simüle edip uygun proje tasarımı yapıyorlar. İletim hatlarını dahi simüle edebiliyorlar. Ada modu, mikro şebeke ve black-start konularında simülasyonlar yapıp proje hizmetleri veriyorlar. Bünyesinde 200 kW gücünde lityum iyon pil ve 1 MW gücünde NaS Pil var. Tepki süresi en kısa olan pil teknolojisinin lityum iyon olduğundan bahsedildi. NaS pilin ise tepki süresi lityum iyon teknolojisine göre fazla fakat lityum iyon teknolojisinden daha uzun süre hizmet verebiliyor. NaS pil daha çok SFK(Sekonder Frekans Kontrolü) hizmeti için kullanılabilir.</p>
2	<p>Younicos GmbH, dünya çapında dizel generator kiralama hizmeti veren ve çeşitli çözümler sunan Glasgow merkezli Aggreko Şirketi tarafından satın alınmış. Bu sayede finansman sorunlarının çözüldüğünden ve dünya çapında bilinirlik oranlarının Aggreko vasıtasıyla artacağından dolayı, önümüzdeki yıllarda iş yoğunluklarının artacağından bahsediyorlar.</p>
3	<p>Genel olarak projelerinde Lityum iyon pil teknolojisi kullanıyorlar ve Samsung SDI ve LG Chem markalarını tercih ediyorlar. Çünkü bu şirketler pil piyasasında en büyük paya sahip şirketlerdir. Panasonic pillerini çok önceden tercih ediyorlarmış ama fiyat noktasında sonraları rekabet edememiş. Bu yüzden kullanmayı bırakmışlar. Piyasada kullanılan pilleri kendi laboratuvarlarında bazı testlere sokarak (teknik özelliklerini doğrulama, yaşlandırma testiyle ne kadar ömrünün(döngü sayısı) olacağını tespiti, dayanıklılık testi, vb.) projelerinde kullanıp kullanamayacaklarını öngörüyorlar. Genel olarak kullandıkları lityum iyon pillerin ömrünün 4000 döngü(cycle) civarında olduğundan ve kendi yazılımlarıyla bu ömrü 7000 döngü civarına çıkardıklarından ve bunun Samsung SDI tarafından onaylandığından bahsettiler. Bu sayede anahtar teslim projelerine 20 yıl pil garantisi veriyorlarmış. Pil ömrünü arttırmanın en önemli yolunun doluluk oranının %10 ve %90 arasında tutulması, pilin kullanım amacına uygun olarak şarj-deşarj yapılması olarak açıklanıyor.</p>

4	<p>Y.CUBE 10 - FLEXIBILITY AT ITS BEST</p> <p>Highly reliable, long life, desert proof, FPS, configurable to needs</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Product</th> <th>PCS Power Nameplate</th> <th>Energy Nameplate</th> <th>Duration (min) cont.dc</th> <th>List Price EXW in USD</th> <th>Price kWh / kW in USD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y.Cube10 200/4</td> <td rowspan="2">250 kW</td> <td>913 kWh</td> <td>247</td> <td>\$ 487,000 (€ 415,000)</td> <td>\$ 533 / 2,433</td> </tr> <tr> <td>Y.Cube10 250/3</td> <td>913 kWh</td> <td>210</td> <td>\$ 487,000 (€ 415,000)</td> <td>\$ 533 / 1,946</td> </tr> <tr> <td>Y.Cube10 250/1</td> <td>250 kW</td> <td>274 kWh</td> <td>61</td> <td>\$ 276,000 (€ 236,000)</td> <td>\$ 1,007 / 1,103</td> </tr> <tr> <td>Y.Cube10 450/2</td> <td rowspan="2">500 kW</td> <td>913 kWh</td> <td>110</td> <td>\$ 526,000</td> <td>\$ 575 / 1,050</td> </tr> <tr> <td>Y.Cube10 500/1</td> <td>548 kWh</td> <td>61</td> <td>\$ 416,000</td> <td>\$ 759 / 831</td> </tr> <tr> <td>Y.Cube10 500/0.5</td> <td>500 kW</td> <td>304 kWh</td> <td>34</td> <td>\$ 347,000</td> <td>\$ 1,138 / 693</td> </tr> </tbody> </table> <p>Şekil-1 Younicos anahtar teslim ürün fiyatları</p> <p>Pilin tüm proje içindeki maliyet oranı %50 olduğundan(GES'lerdeki panellerin maliyet oranı gibi) bahsedildi. Geri kalan %50'nin içinde inverter, konteynır, kablolama, trafo ve yazılım olarak açıklanıyor..</p>	Product	PCS Power Nameplate	Energy Nameplate	Duration (min) cont.dc	List Price EXW in USD	Price kWh / kW in USD	Y.Cube10 200/4	250 kW	913 kWh	247	\$ 487,000 (€ 415,000)	\$ 533 / 2,433	Y.Cube10 250/3	913 kWh	210	\$ 487,000 (€ 415,000)	\$ 533 / 1,946	Y.Cube10 250/1	250 kW	274 kWh	61	\$ 276,000 (€ 236,000)	\$ 1,007 / 1,103	Y.Cube10 450/2	500 kW	913 kWh	110	\$ 526,000	\$ 575 / 1,050	Y.Cube10 500/1	548 kWh	61	\$ 416,000	\$ 759 / 831	Y.Cube10 500/0.5	500 kW	304 kWh	34	\$ 347,000	\$ 1,138 / 693
Product	PCS Power Nameplate	Energy Nameplate	Duration (min) cont.dc	List Price EXW in USD	Price kWh / kW in USD																																				
Y.Cube10 200/4	250 kW	913 kWh	247	\$ 487,000 (€ 415,000)	\$ 533 / 2,433																																				
Y.Cube10 250/3		913 kWh	210	\$ 487,000 (€ 415,000)	\$ 533 / 1,946																																				
Y.Cube10 250/1	250 kW	274 kWh	61	\$ 276,000 (€ 236,000)	\$ 1,007 / 1,103																																				
Y.Cube10 450/2	500 kW	913 kWh	110	\$ 526,000	\$ 575 / 1,050																																				
Y.Cube10 500/1		548 kWh	61	\$ 416,000	\$ 759 / 831																																				
Y.Cube10 500/0.5	500 kW	304 kWh	34	\$ 347,000	\$ 1,138 / 693																																				
5	<p>WEMAG AG adlı elektrik üretici-dağıtıcı ve doğalgaz dağıtım şirketine 5 MW(5 MWh) kapasiteli pil depolama sistemi anahtar teslim yapmışlar. Schwerin'de 2014 yılında ticari işletmeye geçmiş projede 25600 adet lityum manganoksit(lityum iyon sınıfına ait) pil hücresi kullanılmış. Milisaniyeler içinde şebekeye istenen PFK(Primer Frekans Kontrolü) hizmetini sağlıyormuş. 5 MW tesis 50 MW bir rüzgar türbini kadar PFK hizmeti sağlayabiliyor(%10 oran). Zaten pil tesislerinin amacı yan hizmetler verebilmek için büyük tesislerin çalışmasına gerek kalmamasıdır. Bakım ve işletme giderleri neredeyse sıfıra yakın. Zaten PFK hizmeti verirken otonom olarak çalışıyor ve operatöre gerek yok. Sözleşme imzalanmasından ticari işletmeye geçene kadar geçen süre yaklaşık 1 yıl. Trafo dahil tüm sistemin verimliliğinin %84 civarında olduğu söyleniyor.</p>																																								
6	<p>Şebekede dengeleme unsuru olarak kullanılmasının ticari açıdan karlılığından dolayı WEMAG AG gibi elektrik dağıtım şirketleri pil teknolojisine yönelmiş. Aşağıdaki grafikte görüldüğü üzere 2014 için PFK fiyatları ortalama 3500 € /MW/Hafta kabul edildi ve ona göre basit bir geri dönüş süresi hesabı yapıldı. Bir yıl 50 hafta kabul edilip(2 hafta bakımdan dolayı duruş olduğu farzedildi) hesaplandığında 1 MW'ın geri dönüş süresi en kötü şartlarda 7 yıl olarak bulundu.</p>																																								



Şekil-2 Almanya PFK piyasası yıllara göre ortalama fiyatlar

Şöyle ki:

3500 € /MW/Hafta x 1 MW x 50 Hafta x 7 Yıl = 1.225.000 € (En pahalı şartlarda 1 MW Pil yatırımı maliyeti-2014). Türkiye’de depolama yöntemiyle arbitrajın(gece ucuza enerji depolayıp puant zamanlarda pahalıya satma) karlı olmadığından bahsettiler. Bunun denemesini yapmışlar ve fizibil çıkmamış. Her geçen yıl depolama maliyetleri düşüyor.

7	Avustralya 100 MW elektrik depolama ihalesinde Tesla ile yarışmışlar, fakat kaybetmişler. Tesla aynı zamanda pil ürettiği için daha uygun fiyat verebilmiş. Fakat bu projenin verilen teklifle zarar edeceği, tamamen şirket prestiji açısından projenin hayata geçirildiğinden bahsedildi.
8	Türkiye’de yeni çıkan yan hizmetler yönetmeliğinde ilk defa enerji depolama tesislerinden yan hizmet birimi olarak bahsedildi. Şimdi ise depolama tesislerinin şebekeye uyum açısından teknik özellikleri ve yan hizmetlerde nasıl çalışması gerektiğini anlatan mevzuat çıkarılması bekleniyor.
9	Lityum kaynaklarında şu an için ve gelecekte herhangi bir problem görülmediğinden bahsedildi. Lityum üretimi en fazla Güney Amerika bölgesinde Arjantin ve Şili taraflarında varmış. Bolivya’daki büyük lityum kaynakları henüz piyasaya sunulmamış.
10	15 yıllık projeksiyonda konvansiyonel santrallerin sayısının ciddi miktarda azalıp yenilenebilir santrallerin miktarının artacağından, dolayısıyla yan hizmetlerin depolama tesisleriyle verileceğinden bahsedildi. Bununla ilgili mevzuatı grid code’a eklemeler yapmak suretiyle en yeni Fransa ve İsviçre yapmış. Almanya ve İngiltere’de zaten mevcut. İngiltere’de dağıtım seviyesinde de yan hizmetler sağlanıyor. Aggregator’ler yoluyla elektrikli araçlar, çatı üstü pv’ler depolama birimleri tek portföyde toplanıp ihalelere katılabiliyor. Önceden İngiltere’de PFK hizmetine katılmak için minimum güç 10 MW iken bunu 1 MW’a düşürmüşler. Dolayısıyla Avrupa genelinde bu konuda devrim yaşanıyor.
11	PFK rezervleri ülkeler bazında Şekil-3’teki gibidir:

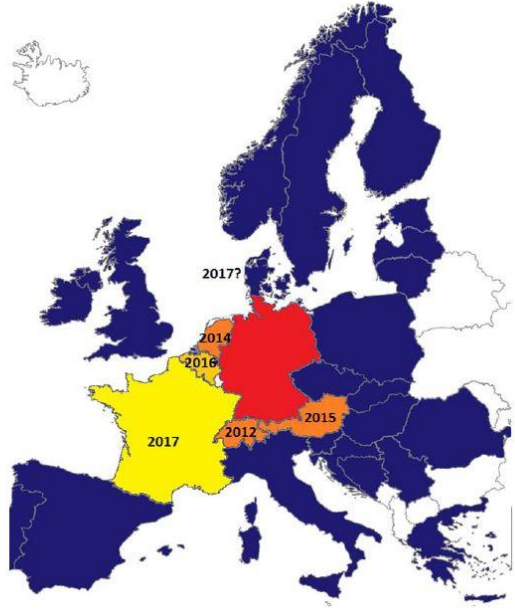
THE MARKET FOR FREQUENCY CONTAINMENT RESERVE (FCR)

Y

The market area of the international cooperation on Frequency Containment Reserve is constantly increasing:

- Germany - 603 MW
- France - 561 MW
- Netherlands - 74 MW
- Switzerland - 68 MW
- Austria - 62 MW
- Belgium - 44 MW

-> who is next?



Şekil-3 Ülkeler bazında PFK kapasiteleri

Tarih : 09.01.2018 / 09:00

Yer : Wemag AG 10 MW Pil Tesisi Ofisi - Schwerin

Konu: Şirket tanıtımı(Wemag AG ve Samsung SDI) ve Wemag AG 10 MW pil depolama tesisi ziyareti

Katılımcılar: EÜD Çalışma Grubu, Wemag AG (Jost Broichmann- Senior Consultant)
-Samsung SDI

Toplantı Notları	
1	<p>Wemag AG 1990 yılında Doğu Almanya'nın bir parçası olan Schwerin'de kurulmuş. Almanya'nın kuzey bölgesinden sorumlu elektrik üreticisi ve dağıtıcısı konumunda olan ve aynı zamanda doğalgaz dağıtımını da yapan bir firmadır. Bu bölgede hem çok fazla boş alan var hem de nüfus az yoğunluktadır. 2014 itibariyle 1111 MW yenilenebilir enerji portföyü varken bu miktar 2017'de 1400 MW civarına gelmiş. 2020'de bunun 2000 MW'a çıkacağı düşünülüyor. İlerde stabilizeyi konvansiyonel santrallerle karşılamak yerine pil teknolojisinin kullanılacağı düşünülüyor. Almanya'nın kuzeyindeki yenilenebilir enerji yatırımları diğer bölgelerden çok daha fazla ve üretilen yenilenebilir enerjinin tüketime oranı 2014 itibariyle %115'i aştığı için enerji depolama yatırımı yapmaya karar vermişler. 2017 itibariyle bu oran %150 civarında. Bu yüzden Yunicos GmbH adlı şirkete anahtar teslim 5 MW/5 MWh pil tesisi yaptırmışlar (Avrupadaki ilk kurulan MW düzeyindeki pil tesisi) ve 2014 yılında ticari işletmeye geçmiş. İlk defa bu fikir Eylül 2012'de ortaya atılmış. Eylül 2013'te inşaat başlamış ve Aralık 2013'te bina bitmiş. 2014 ortasında sistemi test etmeye başlamışlar. Genel olarak tasarımından bahsedecek olursak her bir dizi batarya inverter'lar aracılığıyla 2 alçak gerilim sargısı olan kuru tip trafoya bağlanıp 480 V'dan 20 kV'a dönüştürülüyor. Sonrasında ise önceden beri şirket bünyesinde</p>

	bulunan yağlı tip trafoyla 110 kV'a dönüştürülüp şebekeye bağlanıyorlar. Eylül 2014'te ise ticari işletmeye girmiş. 2016 yılında ise projenin 2. fazını (5 MW/10 MWh) kendileri yapmışlar ve ticari işletmeye geçirmişler. Şu an pil tesisi 10 MW/15 MWh olarak PFK hizmeti vermeye yönelik çalışıyor. İlk yapılan 5 MW/5 MWh pilot tesis için yatırım maliyeti 6.7 milyon avro ve bunun 1.32 milyon avro'luk kısmı ekonomi bakanlığından alınan teşvikle karşılanmış. Geri dönüş süresi(2014 rakamlarıyla) 10 yıl civarındaymış(%5 IRR). Geri dönüş süresi günümüzde baya düşmüş durumda. İlerleyen zamanlarda depolama ünitelerive yenilenebilir enerji santralleriyle daha çok üretici konumunda olacaklarından ve iletim hattından çektikleri güçten daha fazla miktarda şebekeye güç verebilecek konuma yaklaşacaklarından bahsedildi. Frekans hizmetlerini ise maliyetlerin fizibil seviyelerde olmasından dolayı pil tesisleriyle vermeyi planlıyorlar. Örneğin, 90 MW pompaj depolamalı yapay göl yoluyla 2200 MWh enerji depolama projesi çalışması yapmışlar fakat geri dönüş 20 yılı aşmış ve yatırım maliyeti 160 milyon avro çıkmasına müteakip vazgeçilmiş.
2	Wemag AG iş modelleri: PFK hizmeti, UPS, Black Start(konvansiyonel santrali enerjilendirerek kaldırma), Peak shaving (üretim tüketimden fazla olduğu zaman depolanıp, az olduğu zaman şebekeye verilerek talep-arz dengesinin sağlanması), yenilenebilir enerji santrallerine depolama entegrasyonu, Ramping (yenilenebilir enerji santrallerinin kesikli üretimlerini şebekeye vermeden önce kompanse edip şebekeye stabil bir şekilde enerji vermek)
3	Önceden geri dönüşüm amaçlı atıl durumda olan bisiklet bataryalarının evlerde kullanılmasıyla ilgili çalışmalar yapmışlar. Yüksek bakım giderlerinden dolayı cazip olmadığı için sonradan projeyi sonlandırmışlar. Elektrikli arabalar konusunda da çalışmalar yapmışlar. Herhangi bir Fiat marka arabayı elektrikli arabaya dönüştürme işini yapmışlar. Fakat bu işi yapan şirketi 2-3 yıl önce satıp, elektrikli kamyon-kamyonet üretimine başlamışlar.
4	Hizmet verdikleri bölgede yaşayan insanların maddi durumu zayıf olduğu için insanlara teşvik amaçlı GES yatırımlarına kooperatiflik sistemi getirmişler. Ayrıca GES yatırımı için çatı kiralmasını sağlamışlar. Önceden bunun için mevzuat yokken zormuş ama şimdiki mevzuat bu konuda hem teşvik hem de kolaylık sağlıyormuş. Akıllı şebekeler için otomatik kademe değiştiricili trafolar kullanıyorlarmış. Fakat TEDAŞ yetkilisinin bildirdiğine göre çatı üstü GES yatırımları artacağı için bu tarz trafo yatırımlarının yapılması elzem. Jost Broichmann bu konvansiyonel trafoların yükseltilmesinin mümkün olduğunu söyledi.
5	Şu anki pil tesisleriyle PFK hizmeti veriyorlarmış. Ama geçtiğimiz yaz doğalgaz elektrik üretim tesisini black start yöntemiyle kaldırmayı test etmişler ve başarılı olmuş. 50 MWe/80 Mwm gücünde bir Kojen santrali için yaklaşık 4 MW gücünde bataryanın 15 dakika boyunca bunu sağlanmasının yeterli olduğundan bahsedildi. 1 MW trafo ve hattın enerjilenmesi ve 3 MW için türbinlerin çalışmaya başlaması için gerekli olmuş. Sonra bataryanın dolması sağlanarak santral pille beraber ada modunda çalışmış. Tüm bu testi şebekeyi etkilemeden yapmışlar. Aynı zamanda piyasa çok volatil olduğu için arbitraj yöntemiyle enerji alış verişini yazılımla yapmaya başlamışlar. Reaktif güç kontrolü de yapabilme kabiliyetine sahipmiş. Tesis çok amaçlı çalışıyormuş. Wemag AG olarak bu iş kollarıyla alakalı fizibilite çalışmaları yapıyorlarmış. Sistem kurulumları için anahtar teslim gerektirmediğinden çok basit bir kurulum işinin olduğundan bahsedildi. Zaten yine ikinci nesil Samsung bataryalarını kullanarak diğer 5MW kurulumunu kendileri yapmış.
6	Türkiye'de adını vermek istemediği bir hastanede enerji maliyetini düşürmek için batarya uygulamasını daha yeni yapmışlar. Kontrat önümüzdeki hafta imzalanacakmış. Enerjini pahalı olduğu zamanlarda(17-22 arası) bataryadan kullanıyorlarmış. Ucuz olduğu sıra şebekeden çekiyorlarmış. Peak shaving işlemini UPS ile kombine kullanıyorlarmış. 4 MW/4 MWh kapasiteli bir pilmiş. Güneş santralleri gündüz üretim yaptıkları için gerilimi yükselteceğinden bunun şebekede piller yoluyla dengelenebileceği durumunun göz önünde bulundurulması önerildi.
7	Pil tesisini iki hizmeti birden vermek için kullanabiliyorlar. Örneğin güç alış veya veriş yapıp aynı zamanda PFK hizmeti sunmak gibi. Almanya'da PFK hizmeti için toplamda şebekeden alınan güç ve şebekeye verilen güç hemen hemen eşitmiş yani simetrik bir dağılım var.
8	PFK hizmetinin nasıl olduğundan bahsedildi. 50 hz'in +-200 mhz aralığında PFK hizmeti

	çalışıyor. Bizden farklı olarak +- 10 mhz ölü bant var, yani o aralıkta PFK hizmeti yok. Ölü bant sayesinde pillerin operasyon sayısı daha az oluyormuş. PFK ve RGK hizmetinin depolama sisteminde beraber yürütülmesinin mantıklı olduğu ifade edildi. Örneğin kendi sistemlerinde 10 MWh PFK hizmeti için geri kalan 5 MWh başka amaçlar için kullanılabilir.
9	Şu anki durumda yan hizmetler için konvansiyonel santralleri must-run olarak çalıştırmak zorunda kalıyorlarmış ve bu yüzden rüzgar ve güneş santralleri bazen devre dışı kalıyormuş. Örneğin 5 MW PFK hizmeti için 100 MW'lık santral kullanılıyor. Ama pil depolama tesisleri arttıkça yan hizmetleri konvansiyonel tesislerde vermek yerine sadece depolama tesislerinde vereceklermiş. Bu sayede daha fazla güneş ve rüzgar santralleri yapılabilecek ve yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması sağlanacak. İtalya'da 30 saniyelik şebekede enerjinin kesilmesi durumundan bahsedildi. 30 dk içinde toparlanması beklenen sistem 210 MW gücündeki pompaj depolamalı hidro tesisiyle 1 saatte toparlanmış. Geç toparlanma sebebiyle 200 MW tesis devre dışı kalmış. Eğer pil tesisiyle bu hizmet verilebilseymiş milisaniyeler içinde sistem toparlanması sağlanabilirdi. Pil teknolojisinin hızının diğer depolama yöntemlerinden çok daha fazla olduğundan bahsedildi.
10	Kömür santrallerinin PFK ve SFK rezervi tutması için oluşan maliyet piller için çok daha az durumda. Bu da Konvansiyonel santral sahiplerinin batarya sistemi sahibi olmalarını sağlamış. Örneğin, STEAG kömür santrallerine entegre olarak 90 MW(6x15 MW) batarya sistemi yapmışlar. Konvansiyonel santrallere batarya sisteminin kurulmasının avantajı hali hazırda orada bulunan trafoya bağlantı yapılabilmesi, bakım-onarım-işletme masraflarının minimum düzeyde olması olarak açıklanıyor.
11	10 MW/15 MWh kapasiteli tesis ziyaret edildi ve öğleden sonra Samsun SDI sunumuna katılım sağlandı.
12	Samsung SDI 1970 yılında TV üretmek için kurulmuş. Bu işi Samsung elektroniğe devrediyor ve 2000 yılında lityum iyon pillerin araştırma geliştirmesine ve üretimine başlıyorlar. 10 sene içinde Panasonic, Sanyo ve Sony gibi şirketlerin üretim olarak gerisinde olmalarına rağmen 2010 yılı itibariyle Pazar lideri haline geliyor. 2009 yılında elektrikli araçlar için batarya üretimine başlıyorlar. Şimdiye kadar 2.6 GWh'lık kurulumları varmış. Yıllık gelirleri 12.6 milyar USD imiş. 2014 yılı itibariyle global olarak piyasa lideri olmuşlar. Şu anda global anlamda pazar payı %65 civarındaymış. Gelecek 3 yıl içinde pil üretimlerinin ikiye katlanacağından bahsedildi. Ana üretim yerleri Çin, Kore ve şimdi Macaristan. 2020 hedefi 25 GWh ve 2025 yılında ise 120 GWh üretim planlıyorlar. Fakat 2025 yılına kadar elektrikli arabaların piyasa payı depolama piyasasının 10 katı olacağı yönünde de görüşleri var. Fiyatlar 2 yılda kWh başına 1000 USD'den 300 USD civarına kadar düşmüş ve 2025 yılına kadar daha fazla maliyetlerin düşmesinden bahsediliyor. Macaristan'da devlet teşviği alınarak yeni bir pil tesisi kurulmuş ve Avrupa genelinde hizmet vermesi planlanıyormuş. Otomotiv(BMW vs) sektörüne pil desteği vereceklermiş. 2017 yılında 0.7 GWh üretimi varken, 2020 yılı itibariyle 7 GWh kapasiteye çıkması planlanıyormuş.
13	Ürettikleri piller kullanım amaçlarına göre şekilleniyor. Örneğin Peak Shaving ve arbitraj amaçlı kullanılacak olan piller çok uzun şarj ve deşarj olma özelliklerine sahip. Frekans hizmeti veren piller ise daha kısa süre şarj ve deşarj hizmeti verme özelliğine sahip. Bir de evler ve kurumlarda kullanılacak pil tipleri üretiyorlar. Şu an 3. nesil pilleri üretme aşamalarında. Örneğin bir konteynır içinde kullandıkları 2. nesil pilin kapasitesi 4.8 MWh ise 3. nesil pillerin kullanıldığı aynı tip konteynırda 9 MWh kapasiteli olarak tasarlanmış. Bu şekilde 4. nesil pillerin de enerji yoğunluğu arttırılacak.
14	Samsung SDI pilleri kullanılan 2016 yılında en büyük pil depolama tesisini Kaliforniya'da 6 ayda hayata geçirmiş ve kapasitesi 240 MWh . İngiltere'de 2023 itibariyle 10 GWh kapasiteli pil depolama tesisine sahip olmayı planlıyorlar.

Tarih : 10.01.2018 / 09:00

Yer : Steag GmbH - Essen

Konu: Şirket tanıtımı(Steag GmbH ve Amprion) ve Ticaret departmanı ziyareti

Katılımcılar: EÜD Çalışma Grubu, Steag(Karl Resch-Satış Bölümü Yöneticisi, Stephan Riezler-Emtia Ticareti Yöneticisi, Dr. Sırrı UYANIK- İsken Sugözü Termik Santrali Genel Müdürü , Süleyman Girgin - Steag Türkiye Enerji Yatırımları ve Hizmetleri Genel Müdürü, Michael Mühl – Pil Tesisi Proje Yöneticisi), Amprion(Andreas Walczuch-Elektrik Elektronik Mühendisi)

Toplantı Notları	
1	Steag esasında 80 yıllık enerji üretici bir firmadır. Almanya’da kömür kaynaklı tesisler ile çalışarak kurulmuş. Enerji portföyünde Almanya’da 7 adet kömür yakıtlı termik santral ve 1 adet rafine gaz(ROG) santrali, Kolombiya, Türkiye ve Filipinlerde 1’er adet kömür yakıtlı termik santral mevcut. Almanya’da 5300 MW ve yurtdışında ise 1950 MW kurulu güce sahiptir. 2016 yılındaki toplam satış miktarı 3865 milyon avro ve EBITDA ise 281 milyon avrodur. Dünya genelinde çalışan sayısı 6104 kişi ve 2016 yılındaki yatırım miktarı 223 milyon avrodur. 200 adetten fazla sayıda yenilenebilir enerji tabanlı dağıtık üretim tesislerine sahiptir.
2	2019 başı itibariyle Almanya’da yerli kömür(taş kömürü) kullanımına teşvik sonlandırılacağı için yerli kömürün karlılığı kalmayacağından (Teşviksiz 1 ton taş kömürü 100 avro civarı) daha çok Amerika, Kolombiya ve Rusya tarafından alınacak olan ithal kömüre geçiş hızlanacaktır. Linyit kömürü kullanımı devam edecek. Fakat bu durum STEAG için sorun teşkil etmeyecekmiş, zaten yıllardır kömür ithal ediyorlarmış. Emtia ticareti kapsamında STEAG olarak taş kömürü ticareti de yapıyorlarmış. Sadece elektrik üretimi yapmıyorlarmış, bunu yanında bölgesel ısınma amaçlı tesisler de işletiyorlarmış. İletim sistemine frekans hizmetlerini toplam kurulu gücü 90 MW olan pil tesisleriyle de vermeye başlamışlar.
3	Türkiye’de 60 MW Süloğlu RES ve 1210 MW Sugözü Termik Santrali yatırımı var. Ayrıca ticari aktiviteler, mühendislik hizmetleri ve proje geliştirme hizmetleri de Steag Türkiye Enerji Yatırımları ve Hizmetleri A.Ş. tarafından veriliyor.
4	90 MW(6x15 MW) Pil Depolama Tesislerinin kurulumu öncesinde teknolojik know-how kazanabilmek için 2009 yılında Lessy adını verdikleri ARGE projesini başlatmışlar. Ticari olarak başlamayan proje pil teknolojisini anlamak amacıyla kurulmuş. Sonrasında bu işi nasıl ticarete dökebiliriz diye düşünmüşler. İş modelleri geliştirmeye başlamışlar ve PFK piyasası için lityum iyon batarya sistemlerinin çok ideal olduğunu ve teşviğe gerek kalmaksızın karlı olduğunu görmüşler. Bu projede bataryayla yan hizmetler (PFK) sağlayabilmek için iletim sistemi operatörüyle diyalog içine girmişler. Nisan 2014’te Lessy’nin ön yeterliliği alınmış. Aynı zamanda batarya depolama tesisinin Steag’ın PFK rezervine entegrasyonu için de ön yeterliliği(prequalification) sağlanmış. Pil üretmedikleri için ihaleye çıkmışlar ve EPC firması bulmuşlar. Steag’ın içindeki farklı birimlerden işletme ve başka durumlar için hizmet almışlar. Nidec ve LG konsorsiyum ile anlaşma imzalamışlar. 2016 sonu itibariyle ticari işletmeye geçmişler.
5	Almanya’da primer, sekonder ve tersiyer frekans hizmetleri varmış. Şu an için bataryaların kullanımıyla beraber en çekici piyasa PFK piyasası olmuştur. PFK hizmetinin hızlı ve otomatik olması gerekiyor. Mevzuata göre maksimum yüke 30 saniye içinde ulaşıp, bu hizmetin 30 dk boyunca verilebilmesi gerekiyor.
6	Almanya, Fransa, İsviçre, Avusturya, Belçika ve Hollanda’nın ortak oluşturduğu haftalık 1400 MW kapasiteli ihaleye minimum 1 MW lotlar şeklinde katılım sağlanıyor. %100 emre amadelik gerekliliği var. Almanya ve diğer komşu ülkelerde tarife garantisi yokmuş. Dolayısıyla haftalık olarak PFK ihalesine çıkılıyormuş. Ortalama fiyatlar 2500-3000 Avro/Hafta/MW. Steag’a göre PFK için en ideal uygulama lityum iyon teknolojisini içeren batarya depolama sistemi. Çünkü tepki süresi çok kısa ve istenen süre(30 dk) boyunca bu hizmet stabil bir şekilde sağlanabiliyor. Devlet desteği(subsidy) olmadan bile karlı bir yatırım olma durumu var. Fakat 30 dakikadan daha uzun sürelerde kullanım için(SFK-Tersiyer için) lityum iyon teknolojisi çok ekonomik değilmiş. Batarya depolama sistemlerinde şarj-deşarj maliyeti sifıra yakın. Esas maliyet yatırım

	maliyeti olarak görülüyor. İlerde batarya depolama tesislerinin sayısı arttıkça PFK piyasasında rekabetin artabileceğinden ve ihale fiyatlarının düşme ihtimali olduğundan da bahsediliyor. Fakat yüksek teknoloji lityum iyon bataryalarla eski tip veya konvansiyonel tip batarya tesislerinin PFK ihalelerinde yarışması söz konusu değil, çünkü teknik özelliklerinin uygun olması gerekiyor. dolayısıyla sadece yeni yatırımların maliyetler üzerine etkisi olacağı söz konusu olabilir. Almanya'da PFK ve SFK hizmeti vermenin ön koşulu iletim sistemi operatörü tarafından verilen ön yeterlilik(Prequalification) sahibi olunması yani teknolojinin yan hizmetlere uygunluğunun kontrolü gerekiyor. Bu olmadan sistem bu alanlarda ihalelere katılamıyor. SFK'nın piyasada çekiciliği çok sınırlı olarak görülüyor.
7	90 MW kapasiteli Pil Tesisleri için toplam 100 milyon avro yatırım maliyeti var. 15 yıl için %10 IRR hesabı yapılmış. 15 yılı seçmelerinin sebebi güvenilir tarafta olmak, ama yatırımın ömrünün 15 yılı aşacağına inanılıyor. Bu hesaplar yapılırken 15 yıla kadar risk tahminleri yapabilmişler. 15 yıl sonrasını ön göremiyorlar.
8	STEAG'a ait 6x15 MW lityum iyon batarya depolama tesisleri 6 farklı termik santrale entegre olarak toplamda 1500 m2 alana kurulmuş. Projeye 09.11.2015 tarihinde başlanmış, 04.03.2016 tarihinde izinler tamamlanmış ve Aralık 2016'ya kadar 6 batarya tesisi de ticari işletmeye girmiş. Toplam 1 yılda proje tamamlanmış. Bu sürenin içinde 3 aylık izin alma süresi de var. 1.5 MW ve 5 adet trafodan oluşan 10 batarya konteynırı kullanılmış. 1 adet kontrol konteynırı var. Her bir 15 MW'lık sistem 20 MWh kapasiteli ve toplamda 120 MWh kapasite sağlıyorlar. 30 dk'lık PFK hizmeti için minimum şartları sağlıyorlar. Ticari işletmeye girdikten sonra ilk yıl beklenenin üstünde performans sergilemiş. Saniyede 5 MW yük alma-atma işlemi yapabiliyor. 15000 kW'da maksimum sapma sadece 12 kW. PFK 30 dakika kriterine uygun çalışıyor ve otonom olarak hizmet gerçekleştiriliyor. Pil tesislerinin termik santrale entegre olarak kurulmasında ve işletilmesinde büyük bir avantaj yakalamışlar. Örneğin, termik santral personelini kurulum, işletme ve bakım hizmetleri için de kullanıyorlar. Aynı zamanda pil tesisinin şebekeye bağlanması için hali hazırda şalt sahası ve ana trafo mevcut. Bu da maliyet anlamında kazanç sağlamış. Batarya depolama tesisleri 6-10-20 kV seviyelerinden yüksek gerilim trafolarına bağlantı yapabiliyor. Konteynırlarla kurulum yapıldığı için pil tesisinin yerinin değiştirilmesi ve relokasyonu çok kolay. Örneğin, PFK piyasası karlılığı ciddi manada azaldığında veya sifıra yaklaştığında, konteynırların karlılığın yüksek olduğu piyasalara entegrasyonu yapılabilir.
9	STEAG Ticaret departmanı ziyareti yapıldı. Bu bölümde emtia ticareti, enerji santrallerinin yönetimi ve güç içi optimizasyonu yapılıyor. Prop ticareti de yapılıyor ama ana sorumluluk enerji ticareti üzerine kurulu. Ana amaç taş kömürü kaynaklı santrallerin varlıklarının maksimize edilmeye çalışılmasıdır. 2019 sonrasında İskenderun Termik Santralinin alım garantisi bitiyormuş. Türkiye'de de santral yönetimi ve ticaretinin yapıldığı bir organizasyon kurma düşünceleri var.
10	Ticaret biriminde yapılan operasyona şöyle bir örnek verildi: Diyelim ki Almanya'da bulunan Steag'a ait elektrik santralinin 2019 yılında MWh başına 40 avro civarında bir elektrik üretim maliyeti var. Alman likit piyasasında fiziksel güç satışı yapılmadan önce 3 yıllık periyot(2018-2019-2020) için her yılın satışı şimdiden yapılıyor. 40 avro/MWh'lik üretim maliyetini ilerleyen yıllar için projeksiyon oluşturuluyor. Örneğin 2019 yılı için bu değer 45 avro görünüyor. Böylece 2019 yılının enerjisini 45 avro civarında satın şimdiden 5 avroluk bir marj elde ederek hedgeleme işlemi yapılıyor. Yukarı fiyatlardan gücü satın aşağı fiyatlardan tekrar alarak maliyet düşürmeye çalışıyorlar. Bu satış işlemleri sırasıyla yıllık, çeyrek, aylık, günlüğe doğru gidiyorlar. Bu işlemler spotta yapılan işlemler değil OTC markette yapılıyor. Tahminlere göre gerçekte olanların farkının yani devüasyonun bu markette çok fazla olduğundan bahsedildi. Çalışan trader sayılarından bahsedildi. 2 kişi güç piyasasına bakıyor, 1 kişi kömür, fon exchange ve USD ticaretine odaklı, 1 kişi ise CO2 piyasasına bakıyor. Normal mesai saatlerinde çalışıyorlar fakat gün içi piyasasında çalışma saatleri farklılık gösteriyormuş.
11	40 Avroluk MWh maliyetinin nasıl oluştuğuna ilişkin açıklamalar yapıldı. Örneğin, API2 Rotterdam endeksine göre alınan taş kömür ton başına 85 USD olarak hesaplanıyor. Bu fiyat referans alınarak kömürün gerçek fiyatı ortaya çıkıyor. Kömür çok iyi kalitedeyse bu fiyatın

	üstünde ödeme yapılıyor, kalite kötüyse bu fiyatın altında ödeme yapılıyor. Kömür kontratları bu endekse göre yapılıyor. Hollanda üzerinden ticareti yapılan ithal kömürlerde bu yöntem kullanılıyor. CO2 piyasasında ise ton karbon başına 7.8 Avro maliyet var. Ayrıca çeşitli sabit maliyetler(kömür taşıma vs.) de hesaba katılıyor. MWh maliyeti de bu hesaplardan sonra ortaya çıkıyor. 2019 yılı için güç satışı yaptıklarında, aynı zamanda 2019 yılı için hem kömür alıp hem de CO2 emisyonu satın almış oluyorlar. İşlemler birbirine paralel yürüyor. Eğer o yıl için güç fiyatı düşüyse düşükten satın alıp, paralelinde kömür ve CO2 emisyonu satıyorlar. Bu işlemlerin oluşturduğu sisteme ise "Clean Dark Spread" adı veriliyor. Bu sistem değişken maliyetlere(kömür-CO2) göre enerji satış değerine göre ortaya çıkan karlılığı ölçen bir sistemdir. "Clean" karbon kirliliği maliyetini simgeler, "Dark" kömürü simgeler, "Spread" ise gücün değer ile üretim maliyeti arasındaki farkı simgeler.
12	Gün öncesi işlemleri yapıldıktan sonra aynı yerde çalışan 7-24 ekran karşısında bulunan santrallerin yönetimini yapan operatör yoluyla santraller kontrol ediliyor. Büyük ekranda ise batarya depolama tesisleri dahil tüm santrallere(Biogaz-SüloğluRES-Termik vs.) ait bilgiler görünüyor. Birçok ihalelere katılıyorlar. Örneğin Avusturya'da sabah 10'da başlatılan ihaleye katılıyorlarmış, saat 15.00'deki ihaleye katılıyorlarmış, bir de Almanya'daki en büyük ihaleye katılıyorlarmış. İrili ufaklı daha başka ihalelere de katılım sağlanıyormuş. Planlama gün öncesinden gün içine geliyor ve yük tevziye bilgiler gönderiliyormuş. Bütün veriler büyük ekrandan takip ediliyor. Rüzgar tahmini için bir şirketle anlaşmışlar, bu şirketten sürekli tahmin verileri geliyormuş ve dengesizliği minimize etmeye çalışıyorlarmış. Batarya tesisi otonom olarak çalışıyor fakat istenirse operatör tarafından manuel kontrol edilebiliyor.
13	Almanya'nın 4 iletim sistemi operatöründen biri olan ve bölge olarak batıdaki iletim hatlarından sorumlu olan AMPRION GmbH sunumu yapıldı.
14	Amprion 2009 yılında kurulmuş ve şebekesinden yaklaşık 27 milyon kişi hizmet alıyor. Almanya'daki en uzun iletim hatlarına sahip ve toplam uzunluğu 11.000 km civarında. Amprion sorumluluk sahasında toplam 56 GW kapasiteli elektrik üretim santralleri var ve bunun 17 GW'lık kısmını RES oluşturuyor. Amprion bünyesinde 1200 çalışan var.
15	Şirket 380/220 kV hatların işleyişinden sorumlu ve yük dengesini-yan hizmetleri kontrol ediyorlar. Diğer 3 iletim hatları bölgelerinde gözlemci statüsündeler. Enterkonnekte sistem dünyanın en senkronize sistemlerinden biri ve İspanya'dan Polonya'ya ve Türkiye'ye etki alanı var. Örneğin Türkiye'deki elektrik kesintisi o bölgeyi de etkileyebilir. Rüzgar-Güneş ve Sistem Yük Tahmini yönetimini gerçekleştiriyorlar. Santrallerin black start yönetimini de yapıyorlar.
16	2022'ye kadar Almanya'nın nükleer santralleri kapatması bekleniyor ve yenilenebilir enerji santrallerin sayısının çok ciddi manada artması bekleniyor. EU 20-20-20 kapsamında %20 oranında enerji tüketiminin azaltılması, %20 oranında sera gazı emisyonunun azaltılması ve %20 oranında verimlilik artışının sağlanması bekleniyor. 2020'ye kadar enerji üretiminin %35'i RES'ten sağlanması hedefleniyor(2050'ye kadar %80'i), 2020'ye kadar sera gazı emisyonunda %40 oranında düşüş hedefleniyor(2050'ye kadar %80) ve primer enerji tüketiminde ise 2020'ye kadar %20 azalma hedefleniyor(2050'ye kadar %80).
17	1 tane ana yük tevzi merkezi, 2 tane de bölgesel yük tevzi merkezi var. Almanya'daki yenilenebilir enerji santrallerinin oranı %30 civarında. %12.3 - RES, %7.9-Biyokütle, %5.9-PV ve %3.9 hidroelektrik santraller olarak toplam %30 yapıyor. Nükleer santraller kapatılacağı için enerji üretim yoğunluğu güneyde kuzeye doğru hareket edecek. Çünkü kuzey bölgede yenilenebilir enerji üretim yoğunluğu artacak. 2035 yılına kadar off-shore RES yatırımları çok artacak. Bu yatırımların rüzgar hızının yüksekliğinden dolayı Almanya'nın kuzeyinde yer alması bekleniyor. Fakat tüketim miktarı güneyde çok fazla ve enerji akışını kuzeyden güneye doğru HVDC hatlarla taşımayı planlıyorlar. Total elektrik üretimi 2010 yılında 605 milyar kWh iken 2016 yılında 649 milyar kWh miktara çıkmış.
18	PFK, SFK ve Tersiyer kontrol mekanizmalarının isimleri şu şekilde: Primer Frekans rezervi (Primary Containment Reserve-PCR), Sekonder Frekans Rezerv(Automatic Frequency Restoration Reserve-aFRR ve Manuel Frequency Restoration Reserve-mFRR) ve Tersiyer Rezerv (Replacement Reserve-RR). Frekans müdahalede sırasıyla PCR, aFRR, mFRR ve RR uygulanıyor. Şekil-4'te her bir hizmet için gereken şartlar belirtiliyor.

Balancing Qualities (ii)

	FCR	aFRR	mFRR
Activation time	30 seconds	5 minutes	15 minutes
Tender period	Weekly	Weekly (HT/NT)	Daily (4-h-product)
Min. bid volume	±1 MW	+5 MW/-5 MW	
Bid increment	±1 MW	+1 MW/-1 MW	
Allocation	Merit order of reserve capacity prices		
Call	Not selective	Merit order of reserve energy prices	
Remuneration	Capacity prices	Capacity and energy prices	

Şekil-4 PFK ve SFK teknik şartlar

19

Şekil-5'te ön yeterliliği sağlanmış olan santrallerin yan hizmet kapasiteleri görülebilir. Pil depolama tesislerinin PFK kapasitesi toplamda sadece 150 MW civarındadır. Her bir yan hizmet serbest piyasa şartlarına tabi ve ihalelerle alınıp satılabiliyor. Her bir teknoloji aynı ihalede yarışıyor. Almanya'da kurulmuş olan batarya sisteminin Türkiye'ye de etkisi var. Dolayısıyla ilerleyen zamanlarda ortak piyasa çalışmaları olabilir.

Prequalified Capacity in Germany (ii)

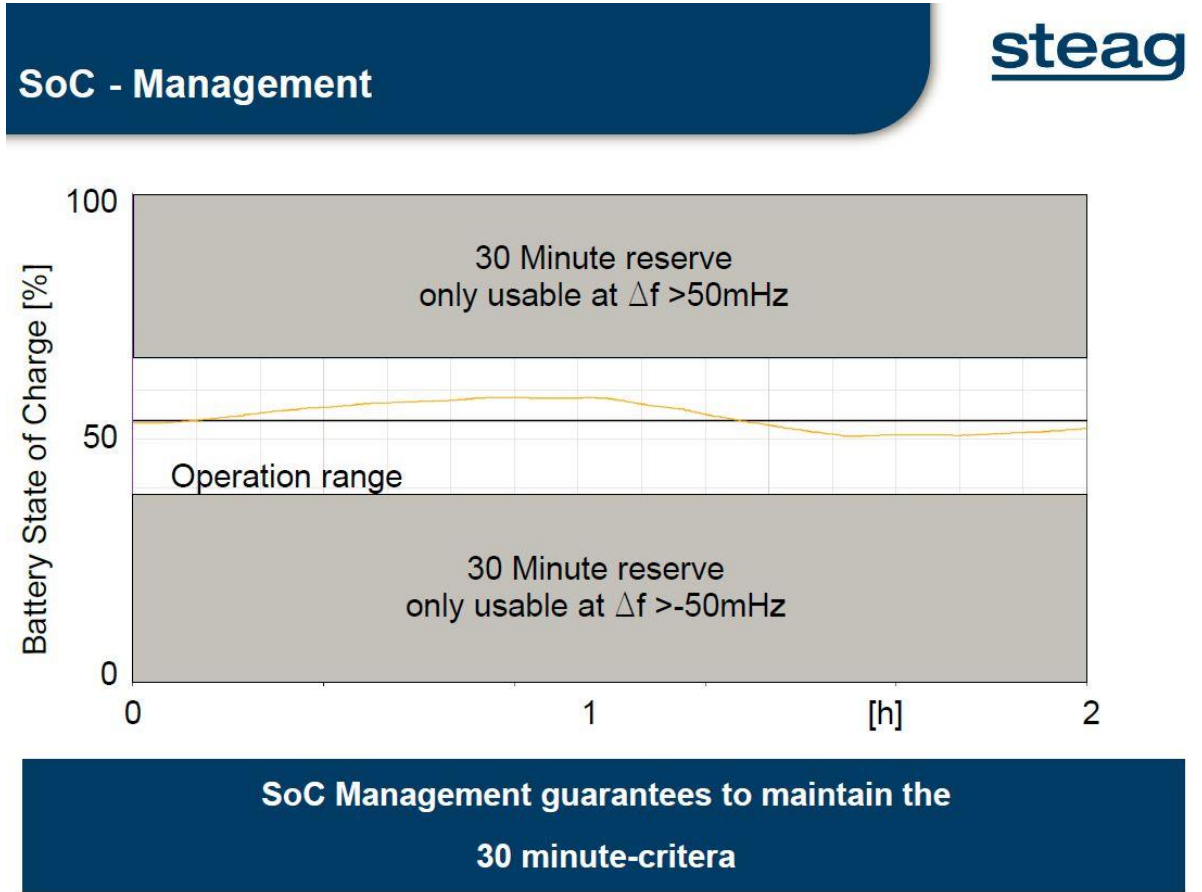
Technology	FCR	aFRR+	aFRR-	mFRR+	mFRR-
Nuclear	0.53	0.42	0.42	1.71	1.03
Lignite	0.67	1.24	1.24	5.30	5.34
Hard coal	0.73	1.49	1.48	6.19	5.18
Gas	0.25	2.61	2.63	7.23	6.32
Oil	–	0.26	0.02	1.88	0.03
Biogas/-mass	0.02	1.31	1.65	1.56	2.11
> 25% of demand! Water	3.08	13.93	13.76	13.75	12.83
* Battery storage	0.15	–	–	–	–
Demand/DSM	0.07	0.45	0.54	0.63	0.56
Wind	–	–	–	–	0.07
Others	0.05	0.61	0.64	1.72	1.83
Sum (in GW)	5.55	22.32	22.38	39.97	35.30

*Expecting > 200MW in 2018

Şekil-5 Almanya'da PFK ve SFK için ön yeterliliğe sahip teknoloji çeşitleri ve kapasite miktarları

20 Önceden ihaleler yarım yıllık periyotlarla yapılmış, sonra aylığa sonra haftalığa düşmüş. Fakat şimdi de 4 saatlik periyotlar için ihale olma ihtimali varmış. İhaleler şirket düzeyinde gerçekleşiyormuş. Yan hizmetler testlerini ve sertifikasyonu Amprion kendisi yapıyormuş. Bu ön yeterlilik(prequalification) testlerini geçenler 5 yıl boyunca ihalelere katılabiliyormuş ve her 5 yılda bir testler tekrarlanıyormuş. Almanya'da PFK için 600 MW, aFRR + ve - için 2000 MW tedarik ediliyor ve mFRR + ve - için 1500 MW tedarik ediliyor. (+) olmasının anlamı şebekeye verilen enerji, - olmasının anlamı şebekeden çekilen enerji olması. Örneğin, +aFRR demek otomatik olarak sekonder frekans hizmetini şebekeye veriş yönünde gerçekleştirmek demek. Türkiyedeki sekonder frekans rezervi + ve - yönde toplam 1000 MW. PFK rezervinin (600 MW) %25'i pil tesisleriyle sağlanıyor. Şu anda kapasitesi küçük görülen pil tesislerinin 2018 başında 200 MW civarında PFK hizmeti vermesi planlanmış. Yan hizmetler veren batarya ünitelerinin PFK için sundukları güçten %25 daha fazla güce sahip olma şartı var. Bu şartlar ise hizmetin verileceği ülkeye göre karar veriliyor. Mesela Almanya'da 10 MW PFK hizmeti verilecekse bataryanın kapasitesi minimum 12.5 MW ve 10 MWh olmalıdır ve PFK hizmeti 30 dk boyunca verilebilmelidir.

21 Şekil 6'da PFK hizmetinin pil sistemiyle nasıl sağlandığı gösteriliyor. PFK hizmeti esnasında bataryanın ortalama doluluk oranı %50 civarında tutuluyor.



Şekil-6 Lityum İyon pil tesislerinde pil doluluk miktarının yönetimi

3. SONUÇ

Ülkemizde yenilenebilir enerji yatırımlarının arttığı bu dönemde elektrik depolama yatırımlarına da başlanabilmesi için yatırımcılara yön verecek olan mevzuat çalışmalarına TEİAŞ ve EPDK tarafından ivme kazandırılması, ülkemizin de elektrik depolama projeleri konusunda öncü olabilmesine olanak sağlayacaktır. Pil bazlı enerji depolama sistemlerinin yaygınlaşması ilk önce frekans hizmetlerinde kullanılmasıyla olacaktır. Burada da hiçbir teşvik istemeden elektrik üretim şirketleri Almanya örneğinde olduğu bu yatırımları kolayca yapmaya hazırdır. Mevzuatın kademeli olarak frekans hizmetlerinde pil tesislerinin önünü açması ve orta vadede de enerji depolamanın bir piyasaya dönüşmesi hedeflenmelidir. Aynı zamanda yerli ve milli olarak enerji depolama sistemi elemanlarının üretilmesinin önünün açılması için üniversite-sanayi işbirliği çerçevesinde projelerin geliştirilmesi de gereklidir. Burada Türkiye’de yapılacak elektrikli otomobil projesinin de kazandıracığı bir hacim ekonomisi ve sinerji bulunmaktadır. Enerji depolama sistemleri enterkonnekte sistemin kalitesini ve verimini arttırmakla beraber, yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek verimle kullanılmasına imkan sağlayacaktır. Enerji kalitesinin artması sayesinde ise ülke ekonomisinin daha fazla değer kazanacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

EÜD olarak beklentimiz TEİAŞ ve EPDK’nın ilgili mevzuat revizyonlarını yaparak bu yeni teknolojinin serbest piyasa tarafından ülkemize kazandırılmasının sağlanmasıdır.