

TÜRKİYE ENERJİ SİSTEMİ İÇİN BİR ZORUNLULUK “ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ”

Ayla TUTUŞ
İçkale Şirketler Grubu Enerji Koordinatörü

Günümüzde bütün modern enerji sistemleri arz güvenilirliği, sistem stablitesi, enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması iletim/dağıtım problemlerinin ve maliyetlerinin minimize edilmesi gibi birçok nedenlerle enerjinin depolanmasını zorunlu kılar.

Eğer bir ülkenin enerji ihtiyacı büyük oranda termik santrallerden karşılanıyorsa, bunun yanında ülke kesintili karaktere sahip yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip ve bu kaynakları verimli bir şekilde kullanmak istiyorsa, sistemde hızla devreye girip çıkabilme özelliğine sahip santrallere ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaç; ya büyük oranda fosil yakıt santrallerini birkaç dakikada devreye girebilmesi için sıcak yedekte hazır tutarak ekonomik olmayan bir yöntemle ya da hızla devreye girip çıkma özelliğine sahip olan klasik depolamalı hidroelektrik santraller ve/veya enerji depolama sistemleri hayata geçirilerek karşılanabilir. Ülkemiz için kısmen tercih edilmekte olan yöntem bunlardan birincisidir. Bu da zaten %80'lerin üzerinde olan fosil yakıt kullanımının ve 2008 yılında genel enerjide %76 elektrik enerjisinde %60'a ulaşmış olan dışa bağımlılığımızın ve aynı zamanda fosil yakıt kullanımından dolayı oluşacak emisyonların artırılması anlamı taşımaktadır.

Enerjinin depolanması, Dünyada son yıllarda gelişen yeni liberal piyasa modelinde, elektrik değer zincirinin en kritik bileşenlerinden birisidir ve enerji depolama sistemleri endüstrisi yeni, önemli ve tüm Dünyada hızla gelişmekte olan bir endüstri seçeneğidir. Liberal piyasalarda sistem işletmecilerinin büyük ölçekte yenilenebilir enerji üretimini sisteme entegre edebilmeleri için enerjinin depolanmasına ihtiyaçları vardır.

Teknik değerlendirmeler ve fizibilite çalışmaları enerji depolamanın sadece teknik bir gereklilik değil aynı zamanda maliyet kontrolü sağladığını da göstermektedir.

2-TÜRKİYE ELEKTRİK SİSTEMİNİN GÖRÜNÜMÜ VE KAYNAKLAR

2-1 ENERJİ KAYNAKLARI, ÜRETİM SANTRALLARI, TÜKETİM

Türkiye elektrikte arz-talep projeksiyonları ve gerçekleşme durumu incelendiğinde depolama sistemlerinin gerekliliği açıkça görülmektedir.

TEİAŞ verilerine göre 2008 yılında genel enerjinin %76'sı, elektrik enerjisinin ise %60'ı ithal kaynaklardan karşılanmaktadır. Aynı zamanda kaynak bazında bakıldığında elektriğin % 83'ü fosil yakıtlardan sağlanırken yenilenebilirlerin payı büyük HES'ler dahil sadece %17'dir. (%1'i rüzgar ve diğer kaynaklar).

Ancak ülkemizde toplam 42 480 MW kurulu gücünde 1283 adet HES projesi olmasına rağmen sadece 15710MW kurulu güçte 53 adet proje depolamalı ve rezervuar alanı 15 km²'nin üzerindedir. 53 adet projeden de 9754 MW kurulu güçte 24'ü işletmede bulunmaktadır.

**TABLO-1 Ekonomik HES Potansiyelinin Proje Durumlarına Göre Dağılımı (1)
(Haziran 2007)**

Proje Durumu	Proje Sayısı	K.Güç (MW)	Ort. Üretim (GWh/yıl)	Oran (%)
İşletmede	148	13 306	47 590	32
İnşa Halinde ¹	158	6 564	23 620	16
Proje	977	22 260	79 177	52

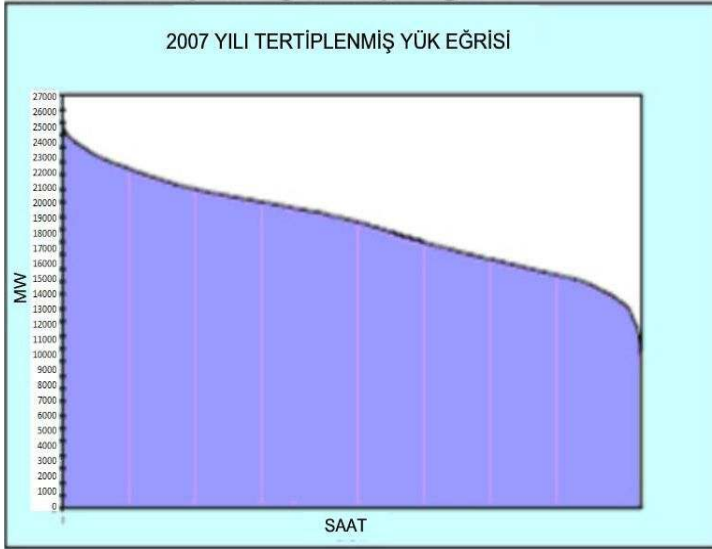
Toplam	1 283	42 480	150 387	100
--------	-------	--------	---------	-----

¹

Depolamasız HES'lerle birlikte işletmede 13 306 MW kurulu güçte 148 adet HES bulunmaktadır. Bu santrallerin 90 adedi 35 yaşın üzerinde ve yenileme gerektirmekte, Karakaya, Atatürk gibi diğer birçok proje ise rehabilitasyon ihtiyacı nedeniyle verimli çalıştırılmamaktadır.

Elektrik tüketimine baktığımızda ise; yıllık tüketim karakteristiğini gösteren en önemli gösterge yük faktörüdür. Yük faktörünün mümkün olduğunca yüksek olması elektriğin verimli olarak kullanılmasının en önemli göstergesidir. Elektrikte verimliliğin artması ile yük faktörü büyüyecektir. Yük faktörünün büyüklüğü yanı sıra minimum yükün maksimum yüke oranı da verimli kullanım açısından önemli bir göstergedir. Ülkemizde son yıllarda bu oran düşüş göstermekte olup 2007 yılında %38 seviyesine kadar düşmüştür. Bu nedenle 2008 yılında çok zamanlı (puant) elektrik satış tarifeleri uygulaması gündeme getirilmiş, sistem yük eğrisindeki tepe noktaları günün diğer saatlerine kaydırılarak talep tarafı yönetimiyle yük faktörü yükseltilmeye çalışılmıştır. Ancak bu kısa vadeli bir çözümdür. (2)

Grafik 6: 2007 yılı tertiplenmiş yük eğrisi



Kaynak-TEİAŞ

Yukarıda özet olarak verilen rakamların arz güvenilirliği, sistem stablitesi, verimlilik ve emisyon gibi nedenlerden dolayı hiçte iç açıcı bir tablo sergilemediği aşıkardır. Uzun dönem için sistem içerisindeki tüm üretim kaynaklarını en verimli şekilde çalıştıracak bir modelin oluşturulması, rehabilitasyon ve bakımların zamanında yapılması, arızaların hızla giderilmesi, doğru planlanmış ve seçilmiş yatırımların zamanında yapılması, depolama sistemlerinin sisteme ilave edilmesi gibi arz tarafını ilgilendiren bir yönetim uygulanmalıdır.

2-2 ELEKTRİK İLETİM SİSTEMİ

2005 yılında TEİAŞ tarafından yapılan çalışmalara göre; Elektrik İletim Sisteminin, arz güvenliği ve kalite kriterleri sağlanarak işletilebilmesi için, maksimum talebin konvansiyonel üretim santrallerinden karşılanacak şekilde **yedeklenmesi** gerektiği belirtilmektedir. Bu da yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim yapan santrallerin tamamına yakın miktarının konvansiyonel üretim santralleriyle birebir yedeklenmesi anlamına gelmektedir. (3)

Ayrıca aynı raporda bu kaynakların sistemi bozucu etkileri olduğu belirtilmiş ve bu etkiler şu şekilde sıralanmıştır;

Bölgesel bozucu etkileri; İletim hatlarında ve trafolarla akışlarda, trafo merkezlerinde gerilimlerde değişiklikler, Koruma sistemleri, kısa devre arıza akımları ve şalt tesislerinde değişiklikler, arz kalitesinde değişiklikler

Sebekeye olan bozucu etkileri ise; Sistem dinamiği ve stablité, reaktif güç kontrolü ve gerilim, frekans kontrolü ve konvansiyonal santrallarda sık sık yük alma/yük atma sorunları ve ayrıca enterkonnekte sisteme rüzgar santrallerinin bağlantısında bozucu etkileri ve bağlantı noktalarında iletim kapasitesinin yetersiz kalabilmesidir. Rüzgar potansiyeli yerleşim merkezlerinden uzak bölgelerde olup bu bölgeler şebekenin zayıf olduğu noktalardır. İletim Sistemi, bu bölgelere başka noktalardan bölgenin tüketimi kadar güç ve enerji taşıyabilecek şekilde tasarlanmıştır. Özellikle İletim Sistemine büyük güçte rüzgar santralı bağlantısı önerilmesi durumunda üretilecek elektrik enerjisini her durumda sistemin güçlü tüketim noktalarına taşımak için yeni iletim tesisleri gerekecektir. Bunun için, ya bağlantı noktası ile sistemin güçlü tüketim noktaları arasındaki iletim sisteminin yeni hatların tesisi ile güçlendirilmesi, ya da bağlantının doğrudan uzun hatlarla güçlü noktalara yapılması gerekmektedir.

2-3 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye’de başta hidroelektrik olmak üzere önemli ölçüde yenilenebilir enerji potansiyeli bulunmaktadır.5346 sayılı Kanunda Büyük küçük ayrımı yapılmaksızın tüm HES’lerin yenilenebilir tanımı içerisinde yer almasına rağmen rezervuar alanı 15km²’nin altındaki projeler YEK Kanunu kapsamına alınmıştır. Bu kapsamda 36 770 MW kurulu güçte 1238 adet HES bulunmaktadır. İlave potansiyel ile birlikte 170 milyar kWh/yıl üretim potansiyeli mevcuttur bunun sadece %28’i kullanılmaktadır.

Rüzgar; bugünkü teknik koşullarda 10 metre yükseklikteki ortalama 6 m/s hızda, yılda 2800 saat kullanma süresi ile kurulabilecek ekonomik rüzgar potansiyeli 10 000 MW yani 28 milyar kWh (88 000 MW teknik potansiyel) düzeyindedir. Bu ekonomik potansiyelin yıllık çalışma saati en kötü rüzgar koşulunda (güvenilir üretim)1400 saate kadar düşerek ancak 14 milyar kWh üretim gerçekleştirebileceği düşünülmektedir.2007-2020 döneminde her yıl 125 MW olmak üzere toplam 1750MW rüzgar santralının sisteme ilave edileceği öngörülmüştür(3)

Güneş; Türkiye’nin tüm yüzeyine isabet eden güneş gücü brüt olarak 111 500 GW kadardır. Ancak teknik potansiyel 1400 GW olup, kullanılabilir potansiyel 116 GW olarak kestirilmektedir. 5346 sayılı kanunda değişiklik yapılmak üzere bir Kanun taslağı hazırlanmıştır. Bu taslağa göre özellikle rüzgar ve güneş için çok yüksek alım garantileri önerilmektedir. Oysa ülke çıkarları açısından kesintili karaktere sahip bu kaynakların yüksek alım garantisinden çok üretimlerinin sürekli hale getirilerek pazarda rekabet edebilme güçlerinin artırılması sistemi bozucu etkilerinin giderilmesi arz ve talebin eşleştirilmesi ve verimliliklerinin artırılması için hızla devreye girebilecek sistemlerle birlikte planlanmaları gerekmektedir.(3)

3-ELEKTRİK DEPOLANABİLİR Mİ?

Elektrik formunda değil ancak ihtiyacın az fiyatın düşük ve enerjinin fazla olduğu saatlerde elektrik kullanılarak hava, su veya kimyasal formda depolanabilmekte ve ihtiyacın olduğu saatlerde en fazla birkaç dakika içerisinde elektriğe dönüştürülerek kullanıma sokulabilmektedir.

Hidrolik biokütle, konvansiyonel yakıtlar elektrik üretmeden önce depolanabilirken rüzgar, güneş ve dalga enerjisi elektrik formuna çevrildikten yani elektrik üretildikten sonra depolanmayı gerektirir. Yani rüzgar ve güneş gibi kesintili enerji kaynaklarında arz ve talebi eşleştirmek veya aynı ana denk getirmek bugünün teknolojisiyle mümkün değildir. Bu nedenle var oldukları anda ihtiyaç olmasa bile elektriğe dönüştürerek üretilen elektriği başka formlarda depolamak suretiyle ihtiyacın olduğu anlarda kullanılabilme olanağı yaratılmış olmaktadır. Aynı zamanda fosil yakıtlı elektrik santrallerin sistemdeki fazla olan enerjisi aynı yöntemlerle depolanarak kaynakların daha verimli kullanımı sağlanmış olmaktadır.

4-ELEKTRİĞİN DEPOLANMASI NEDEN GEREKLİDİR ?

Türkiye’de olduğu gibi elektrik ihtiyacının büyük bir bölümünün ithal kaynaklardan ve yük takip etme özelliği olmayan fosil yakıtlı çalışan santralardan sağlanıyor olması, ayrıca rüzgar ve güneş gibi kesintili enerji kaynaklarının kullanıma sokulacak olması sistem güvenliği için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Sistemin güvenliğini sağlamak ve frekans kontrolü yapabilmek için 3-5 dakika

içerisinde devreye girebilecek santrallara ihtiyaç vardır. Mevcut sistem içinde bunu sağlayabilecek olan santrallar depolamalı HES’lerdir.

Japonya’da değişik tipteki santrallerin devreye girme ve tam kapasiteye ulaşma zamanları ile ilgili yapılan bir çalışmanın sonuçları Tablo-1’de verilmiştir. Bu çalışma için ilgili santrallerde üretime 8 saat ara verildikten sonra santraller çalıştırılarak sonuçlar alınmıştır. (3)

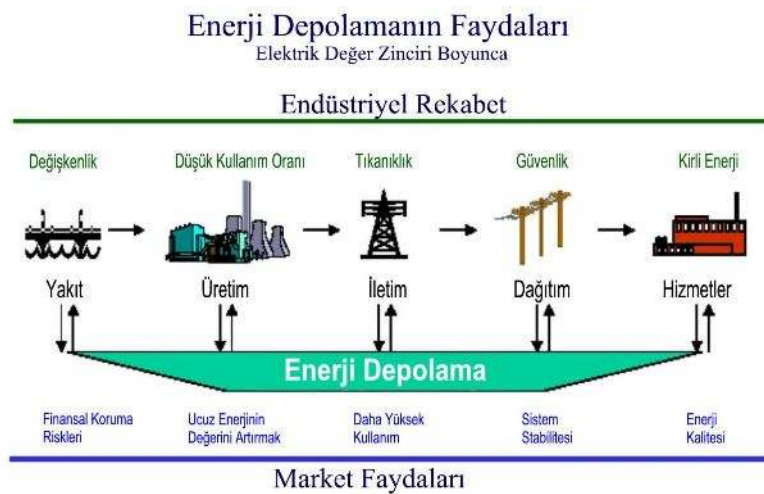
Tablo-2

Proje Tipi	Başlama ve Tam Kapasiteye Ulaşma Süresi
Klasik Hidroelektrik Santraller	3-5 dakika
Pompa Depolamalı Santraller	3 - 5 dakika
Fuel Oil Santralleri	3 saat
LNG-Doğal Gaz Santralleri	3 saat
LNG- Çevrim Santralleri	1 saat
Kömür Santralleri	4 saat
Nükleer Santraller	5 gün

Türkiye’de üretim planlama çalışmalarında hidrolik projeler, yük faktörlerine göre; %35’in altında olanlar ve üstünde olanlar olmak üzere puant ve baz santraller olarak iki grup altında tanımlanırlar ve ihtiyaca göre çalıştırılırlar. Ancak ülkemizde puant talebin karşılanması sorunu vardır ve hidroelektrik santrallerin sürekli aşırı yüklenerek çalıştırılması puant talebin karşılanmasında olumsuzluklar yaratmaktadır. Enerji talebindeki hızlı artışla birlikte daha da ciddi boyutlara ulaşmakta olan puant yükün karşılanması sorununun çözümü için PDHES ve SHDES projeleri geliştirilmelidir. Ülkemizde ICOLD kriterlerinde çeşitli amaçlarla inşa edilmiş işletmede yaklaşık 600 adet baraj vardır. Ayrıca üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olup bu tür uygulamalar için uygun bir topografyaya sahiptir. Bu özellikler PDHES’ler için ilk yatırım maliyetini ciddi ölçüde azaltıcı ve diğer depolama sistemlerine göre avantaj sağlayıcı özelliklerdir. Japonya’da alt rezervuar olarak deniz suyunun kullanıldığı projeler geliştirilirken henüz ülkemizde PDHES uygulaması bulunmamaktadır. (Ayla TUTUŞ 10.kongre)

Depolama sistemlerinin, özellikle yeni piyasa modeli içerisinde elektriğin tüm unsurlarına (kaynak, üretim, dağıtım, yan hizmetler sistem işletmecileri, tüketici ve finans) olan faydaları ve ilişkileri Şekil 4-1’de verilmiştir. (4)

Şekil4-1



Temel olarak 5 ana başlık altında sayabiliriz.

4-1 Üretim Kaynakları İçin Faydaları;

Enerji arz güvenilirliğini garanti edecek politikalar geliştirilirken; dışa bağımlılığın azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasının sağlanması, emisyonların azaltılması, bunun yanında kesintili enerji kaynaklarının sisteme bağlanabilmesi için gerekli olacak olan ilave iletim hattı yatırım maliyetleri ve yedek güç yatırım maliyetlerinin azaltılması, minimum yükün maksimum yüke oranının yükseltilmesi için elektrik depolama tesislerinin sisteme ilave edilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

ŞEKİL-4-2



4-3-Yardımcı hizmetler için faydaları

Bu bağlamda depolama sistemleri yardımcı hizmetler için; frekansa yanıt verme, hızla devreye girme ve tam kapasiteye ulaşma, black start, yedek veya döner yedek ve uzun dönem rezerv oluşturmak gibi avantajları sağlayacaktır

Üretim zamanını ötelemek, kontrol ve sisteme entegrasyonu sağlamak, gün öncesi garanti anlaşması gibi serbest elektrik piyasası pazarında yapılacak anlaşmalar ile pazarda rekabet şansını artırmak, arz ile talebi eşleştirmek.

4-5 Tüketici İçin Faydaları

Elektrik fatura fiyatlarını ve puant elektrik fiyatlarını azaltmak, enerji kalitesinin iyi olmaması ve güvenilir olmayan hizmetlerden dolayı oluşan kayıpları azaltmak, Örneğin, 2006 yılında %33 yedek kapasite olmasına rağmen 27 Aralık 2006 tarihinde tüketimim en yüksek noktaya ulaştığı saatlerdeki 27 500MW'lık talebin karşılanmasında sıkıntı yaşanmış ve elektrik fiyatı 170YTL'den 1100 YTL'ye çıkmıştır.(TEİAŞ) Böyle bir durumda bir HES devreye sokulabilseydi fiyat bu kadar yükselmeyecekti. Aynı şekilde 1 Temmuz 2006'da 1210 MW kurulu gücündeki Bursa Doğal Gaz santrali arızalanıp devre dışı kalınca batıda 13 il 8 saat boyunca karanlıkta kalmıştır. Oysa Oymapınar barajı devreye sokulabilseydi veya büyük ölçekli depolama sistemleri olsaydı böyle bir olay yaşanmayacaktı

5-ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİ

5-1 ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

5-1 Enerjinin elektrik olarak depolanması pahalıdır ve teknolojik olarak verimli değildir. Enerji depolama sistemlerinin birçoğu dolaylı depolama sistemleridir. Diğer bir ifadeyle elektriğin diğer enerji formlarına dönüştürülerek ihtiyaç anında hızla devreye sokacak şekilde bekletilmesidir. Depolama sistemleri 3 ana başlık altında sınıflandırılmaktadır;

5-1-1 Teknolojisine göre

- Mekanik PDHES'ler, SHDES, Volanlar
- Elektrik Süper İletkenler
- Kimyasal Piller, bataryalar
- Manyetik Süper kapasitörler

5-1-2 Güç ve Enerji sınıflamasına göre

- Büyük ölçekli
- Küçük ölçekli

5-1-3 Uygulama Alanlarına Göre

- Kısa dönem arz güvenliği için,
- Enerji kalitesi ve güvenilirliği için,
- Şebeke uygulamaları için,
- Kaynakların verimli kullanılması için,

5-2 GÜNÜMÜZDE GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN DEPOLAMA YÖNTEMLERİ

Elektrik depolama sistemlerinden PDHES ve SHDES'ler istenilen büyüklükte saatlik, günlük, haftalık veya mevsimlik depolamalar yapılabilmektedir. Bu santralardan 20 MW'ın üzerinde kurulu güce sahip olanlar genellikle kısa dönem arz güvenliği, sistem stablitesinin sağlanması ve frekans kontrolü gibi amaçlar için kullanılırken, küçük ölçekli olanları kesintili enerji kaynaklarının sistemi bozucu etkilerini azaltmak, süreklilik kazandırmak verimliliklerini ve pazarda rekabet gücünü artırabilmek için birlikte planlanmaktadır.

Uçan çemberler, yakıt pilleri, süper kapasitörler gibi sistemler ise çok daha küçük ölçekli kW boyutunda depolama yapabilen sistemlerdir. Uzay araçlarında, meteoroloji istasyonlarında, büyük parklarda, kırsal alanlarda, bazı askeri uygulamalarda, laptop bilgisayarlarında, küçük elektronik cihazlar için portatif şarj istasyonu olarak, yerleşim alanlarından uzak bölgelerde güç kaynağı olarak, kullanılabilmekte, ulaşım ve haberleşme alanlarının yanında son yıllarda kesintili karaktere sahip yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yapan santraller ile hibrit olarak planlanmaktadır. Teknik ve ticari anlamda henüz istenilen olgunluğa ulaşamamıştır. ABD ve Avrupa'da çok ciddi çalışmalar yapılmakta yakın gelecekte ticari olarak yaygınlaşabilecek düzeye geleceği düşünülmektedir. Bu alanda Tübitak MAM'da yapılan küçük ölçekli birkaç çalışma dışında Türkiye'de kayda değer herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Prensipleri ilk olarak Alman bilimadamı **Christian Friedrich Schönbein** tarafından 1838 de bulunmuş (6) ve o günümüze kadar birçok çalışmalar yapılmış olan yakıt hücreleri ve diğer küçük ölçekli

uygulamalarla ilgili ayrıntıya bu çalışmada yer verilmeyecektir. Sadece Tablo-3’de temel karakteristikler verilmiştir.

TABLO-3

Depolama Tipi	Avantajları	Dezavantajları	Uygulama alanları	Verimlilik
PDHES	1-Yüksek Güç Kapasitesi 2-Oldukça yüksek enerji kapasitesi 3-Düşük maliyet	1-Özel alan gerekmesi 2-Düşük verimlilik	♦Döner veya devamlı yedek ♦Ucuz enerjiyi pahalı enerjiye dönüştürmek	%70-85
SHDES	1-Yüksek Güç Kapasitesi 2-Oldukça yüksek enerji kapasitesi 3-Düşük maliyet	1-Özel alan gerekmesi 2-Gaz bağlantısı	♦Döner veya devamlı yedek ♦Ucuz enerjiyi pahalı enerjiye dönüştürmek	%70-80
Akım Pilleri	1-Orta Güç Kapasitesi 2-Yüksek enerji kapasitesi	Düşük güç yoğunluğu	♦Değişkenliği azaltmak ♦Döner veya devamlı yedek sağlamak	%75-85
NaS pilleri	1-Orta Güç ve enerji kapasitesi 2-Yüksek güç yoğunluğu 3-Yüksek verimlilik	1-Yüksek maliyet 2-Üretim zorluğu	♦Değişkenliği azaltmak ♦Kesintisiz güç temini	%85-90
Li-ion pilleri	1-Orta Güç ve enerji kapasitesi 2-Yüksek güç yoğunluğu 3-Yüksek verimlilik	1-Yüksek maliyet 2-Özel bir devreler sistemi gerektirmesi	♦Değişkenliği azaltmak ♦Kesintisiz güç temini	%90-95
Uçan Çemberler	1-Yüksek Güç Kapasitesi	1-Düşük Enerji Kapasitesi 2-Düşük güç yoğunluğu	♦Güç kalitesi	%90-95
Kapazitörler	1-Yüksek verimlilik 2-Uzun döngü ömrü	1-Düşük güç yoğunluğu	♦Güç kalitesi	%90-95
Hidrojen Depolama	1-Yüksek güç ve enerji kapasitesi	1-Yüksek maliyet 2-Düşük verimlilik	♦Değişkenliği azaltmak ♦Döner veya devamlı yedek sağlamak	Düşük
Şarj edilebilir hybrid sistemler	1-Geniş bir alana yayılabilmekte 2-Güç sistemi için düşük maliyet	1-Yönetmek zor	♦Değişkenliği azaltmak ♦Döner veya devamlı yedek sağlamak	%80-90

1-Güç Kapasitesi (MW)-Gücün depolanabildiği ve kullanılabildiği max. oran

2-Enerji Kapasitesi (MWh)-Depolanabilen toplam enerjinin rezervuarı doldurma süresine eşitliği

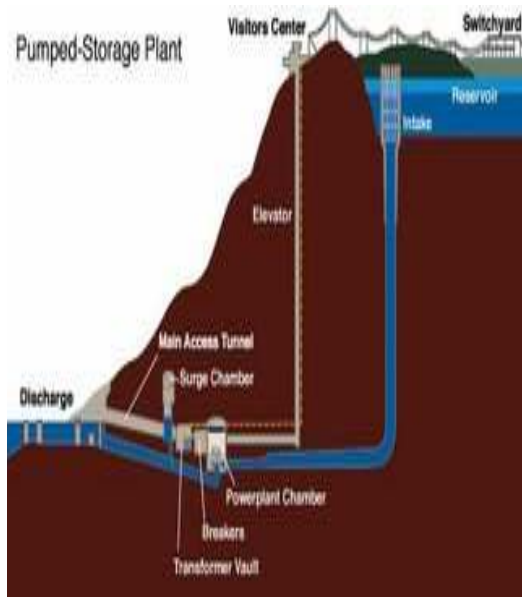
3-Güç yoğunluğu-Her birim hacim depolamanın enerji kapasitesi

Aşağıda PDHES ve SHDES’ler üzerinde durulacaktır.

5-2-1 POMPA DEPOLAMALI HİDROELEKTRİK SANTRALLAR (PDHES)

Elektrik enerjisi talebinin ve elektrik fiyatının düşük, elektriğin fazla olduğu saatlerde suyun yüksekteki bir rezervuara pompalanarak depolanması ve ihtiyacın yüksek enerjinin pahalı olduğu pik saatlerde enerji üreterek alt rezervuara aktarılması yöntemidir. Pompa depolamalı santraller elektrik enerjisi üretme yönteminden çok, fazla olan enerjinin depolanması yöntemidir.

Şekil-5-a



Şekil-5-b)



PDHES'ler başlıca bir alt ve bir üst rezervuar ve bu iki rezervuar arasında bir cebri boru ile elektrik üreten veya suyu pompalayan türbin/pompa ve jeneratör/motor grubu ve bunlarla ilgili hidromekanik ve elektromekanik ekipmanı ihtiva ederler Şekil-1 a, ve b'de tipik PDHES'lere örnekler verilmiştir Şekil-5-c

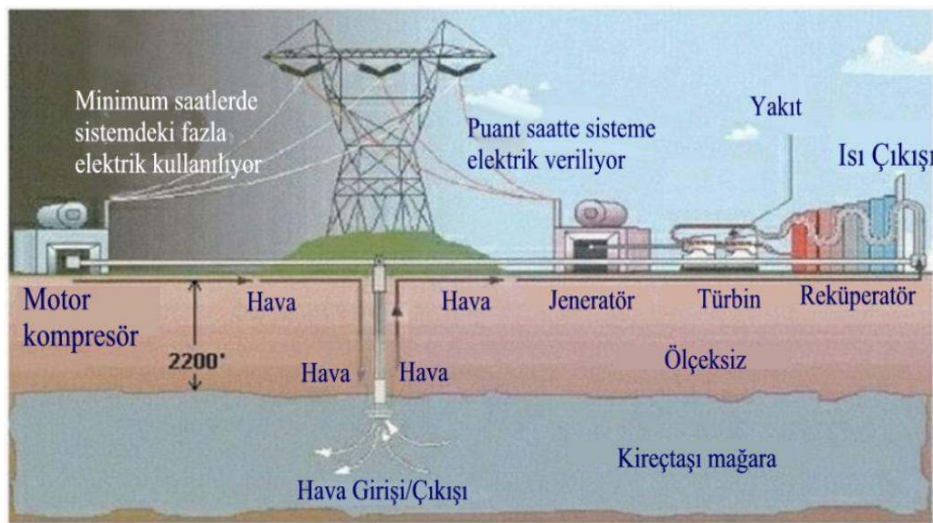


Şekil-1 c' de ise Japonya'nın Okinawa adasının kuzey tarafında kurulan pilot deniz suyu PDHES'in kuşbakışı görünüşü verilmektedir. Sekizgen şekil üst rezervuarı göstermekte, deniz (Pasifik Okyanusu) alt rezervuarı temsil etmektedir. Kuyruk suyu kanal çıkışı deniz dalgalarından korunmak üzere dörtlü-oluklu bir sistemle çevrilmiştir. Dünyada deniz suyunu kullanan yüksek düşüklü ilk PDHES'dir. Bu nedenle tipik ve ilginçtir. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemiz içinde uygulama alanı olarak önemlidir.

Japonya nehirler üzerinde çok sayıda küçük ve büyük kapasitelerde PDHES'ler inşa etmiştir. (yaklaşık 30 000 MW). Son yıllarda coğrafya ve jeolojiye göre uygun alanlar azalmış, ayrıca çevre değerlendirme kriterleri etkili olmaya başlamıştır. Bu durumu dikkate alan Japon Hükümeti, EPDC firmasına deniz suyunu kullanabilen bir PDHES'in etüdünü ve fizibilitesini sipariş etmiştir. 1981 yılında başlanan ilk etüt ve malzeme test çalışmaları, 1991 yılına kadar sürmüştür.

1991 yılında inşaatına başlanan Okinawa PDHES'in 1998 yılında tamamlanması planlanmış işletmeye geçtikten sonra beş yıllık tecrübe dönemi öngörülmüştür. Mart 1999'da inşaat tamamlanmıştır. Dünyada başta Japonya olmak üzere pek çok ülkede toplam 100 000MW'ın üzerinde PDHES bulunmaktadır. Bu ülkelerden birçoğu bilindiği üzere zengin fosil enerji kaynaklarına sahip olmalarına rağmen PDHES'lere sahipler ve yenilerini de planlamaktadırlar. (4)

5-2-2 SIKIŞTIRILMIŞ HAVA DEPOLAMALI ELEKTRİK SANTRALLARI (SHDES)



PDHES'lerde olduğu gibi elektriğin fazla ve ucuz olduğu saatlerde kompresör çalıştırılarak ortamdaki hava yeraltındaki geçirimsiz mağaralarda sıkıştırılarak depolanmakta ihtiyacın olduğu saatlerde ise basınçlı hava ile türbinler çalıştırılarak elektrik üretilmektedir. Bu yöntemde havanın sıkıştırılarak depolanabilmesi için geçirimsiz bir formasyona ihtiyaç vardır. Doğal boşluklar, terk edilmiş madenler,

tuz mağaraları kullanılabileceği gibi yapay boşluklarda yaratılabilmektedir. Havanın sıkıştırılması için yapay tanklar üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır.

Dünya’da ilk olarak 1978 yılında Almanya’da çözünmüş tuz mağaraları kullanılarak 290 MW kurulu güçte SHDES inşa edilmiştir. 1991’de Alabamada 110 MW kurulu güçte santral kurulmuştur. Amerika ve Avrupa’da birçok proje geliştirilmektedir. Önümüzdeki dönemde hızla yaygınlaşacak olan bir teknolojidir. Amerika’da mevcut bir mağara kullanılarak 200MW SHDES+100MW rüzgar+ kömür santrallerinin fazla enerjisinin kullanılacağı hibrit bir proje 2011 yılında işletmeye girecektir. Özellikle rüzgar ve fosil yakıtlı santrallerle hibrit çalışacak benzer bir çok proje geliştirilmektedir. Yatırım maliyetleri PDHES’lerden düşük ancak işletme bakım giderleri daha fazla ömürleri daha kısadır. Türkiye’de de ekonomik olarak geliştirilebilecek birçok alan olduğu bilinmektedir. (7)

KAYNAKLAR

- 1-Ayla TUTUŞ “New Technology For HYdroelectric Generation”Clean Energy Technology Conferance 2008
- 2-TEİAŞ “Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim Projeksiyonu 2008-2017”
- 3-TEİAŞ “Yenilenebilir Kaynaklardan Değişken Üretim Yapan Santrallerin Elektrik Üretim- İletim Sistemine Etkileri ve AB Uygulamaları”
- 4-Ayla TUTUŞ “Pompa Depolamalı Hidroelektrik Santraller”10. Enerji Kongresi 2007
- 5-Jason Makansi “Energy Storage”
- 6-Wikipedia.org/wiki/Yakıt_hücre
- 7-Roger Peters “Storing Renewable Power”