

POMPAJ DEPOLAMALI SANTRALLERİN TÜRKİYE’DE GELİŞTİRİLMESİ

Neslihan SAĞLAM YORGANCILAR

EİE Genel Müdürlüğü

İnşaat Yüksek Mühendisi

nsaglam@eie.gov.tr

Hüseyin KÖKÇÜOĞLU

EİE Genel Müdürlüğü

İnşaat Yüksek Mühendisi

hkokcuoglu@eie.gov.tr

ÖZET

Ülkemizde elektrik enerjisindeki kurulu güç artışına paralel olarak artan enerji talebinin bir sonucu olarak günlük pik güç ihtiyacı da hızlı bir şekilde artmaktadır. Gün içinde talebe bağlı olarak artan pik güç ihtiyacının karşılanmasında bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de depolamalı hidrolik santraller pik santral olarak işletilmektedir.

Hidroelektrik santrallerin bir çeşidi de pompaj depolamalı santraller olup, sistemin amacı güç talebinin düşük olduğunda suyu yüksekte bir haznede depolamak ve biriktirilen sudan puant zamanlarda hidroelektrik enerji elde etmektir. Pompaj depolamalı santraller hidrolik, termik, nükleer ve rüzgar santrallerinden kurulu enterkonnekte sistemin günlük, haftalık veya sezonluk işletme şartlarını düzenlemekte olup, normal hidroelektrik santrallerde olduğu gibi talebin az olduğu ve enerji üretimine gerek olmadığı durumlarda durdurulabilir.

Pompaj depolamalı santraller, yenilenebilir enerjinin yükselişe geçtiği günümüzde özellikle rüzgar santrallerinden üretilen enerjiyi de güvenilir hale getirmek amacıyla kullanılabilmektedir. Bunun için rüzgar santrallerinden elde edilen enerjinin pompaj depolamalı bir tesis ile entegre edilerek daha avantajlı hale getirilmesi mümkündür.

Güneş ve rüzgardan elde edilen büyük miktarlardaki enerjinin depolanması için bir alternatif teşkil etmektedir.

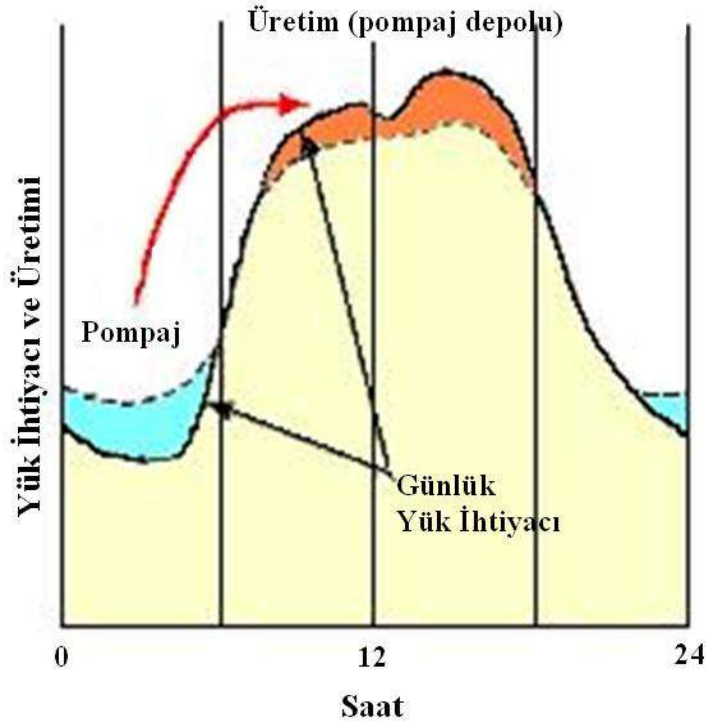
Ülkemizde ilk kez EİE Genel Müdürlüğü tarafından pompaj depolamalı santral çalışmalarına başlanmıştır. Artan enerji ihtiyacı ve pik güç talebi göz önüne alınarak pompaj depolamalı santrallerin diğer sistemlerle de entegre edilerek çalıştırılması ve ülke çapında yaygınlaştırılması hedeflenmektedir.

GİRİŞ

Elektrik enerjisi talebi günlük olarak dalgalanma göstermektedir. Dalgalanan talebin bir kısmını oluşturan baz yük için gerekli güç yüksek kapasiteli termik ve nükleer santraller tarafından karşılanabilir. Termik ve nükleer santrallerde yük dalgalanmalarının boyutunu mümkün olduğunca azaltmak ve bu santralleri sabit bir yük faktörüyle işletmek ideal işletme koşullarına ulaşmak demektir. Baz yük dışında kalan pik yük, düşük yük faktörüne bağlı olarak büyük ölçüde dalgalanmaktadır. Bunun önüne geçmek için kolayca işletilip durdurulabilen ve aynı zamanda kısa bir sürede tam kapasite yüke çıkışa uyum sağlayabilen hidroelektrik santrallara ihtiyaç vardır.

POMPAJ DEPOLAMALI HİDROELEKTRİK SANTRALLER

Enerjiyi depolamanın bir yolu da sistemin güç talebinin düşük olduğunda suyu yüksekte bir haznede depolamak ve bu şekilde biriktirilen sudan puant zamanlarda hidroelektrik enerji elde etmektir. Pompaj depolamalı santraller hidrolik, termik ve rüzgar santrallerinden kurulu enterkonekte sistemin günlük, haftalık veya sezonluk işletme şartlarını düzenlemekte olup, normal hidroelektrik santrallerde olduğu gibi nehir akımından etkilenmeyip talebin az olduğu ve enerji üretimine gerek olmadığı durumlarda durdurulabilir. [1] (Şekil 1)



Şekil 1: Yük İhtiyacı ve Üretimi

İlk pompaj depolamalı sistem kullanımı 1890'larda İtalya ve İsviçre'dedir. 1930'larda tersinir hidroelektrik türbinler geliştirilmiştir. İlk günlerde, pompaj depolamalı güç üretim santralının kapasitesi 10 MW dan az olmasına rağmen kapasite devamlı artırılmış ve günümüzde kapasitesi 2000 MW'dan büyük santraller planlanmaktadır. Pompaj depolamalı hidroelektrik santrallerin dünyadaki durumuna bakıldığında mevcut maksimum toplam gücü 99.663 MW, planlanan toplam gücü 43.796 MW olan 40 ülkede 386 tesis bulunmaktadır. (Tablo 1)

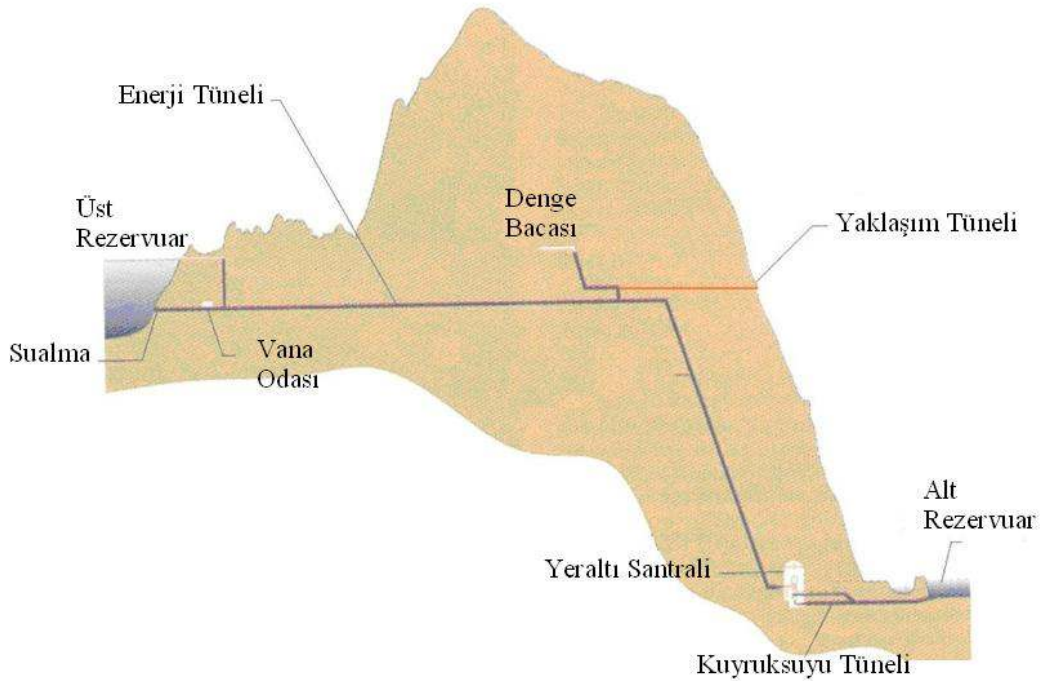
Tablo 1: Dünyadaki Pompaj Depolamalı HES'lerin Mevcut ve Planlanan Güçleri, [2]

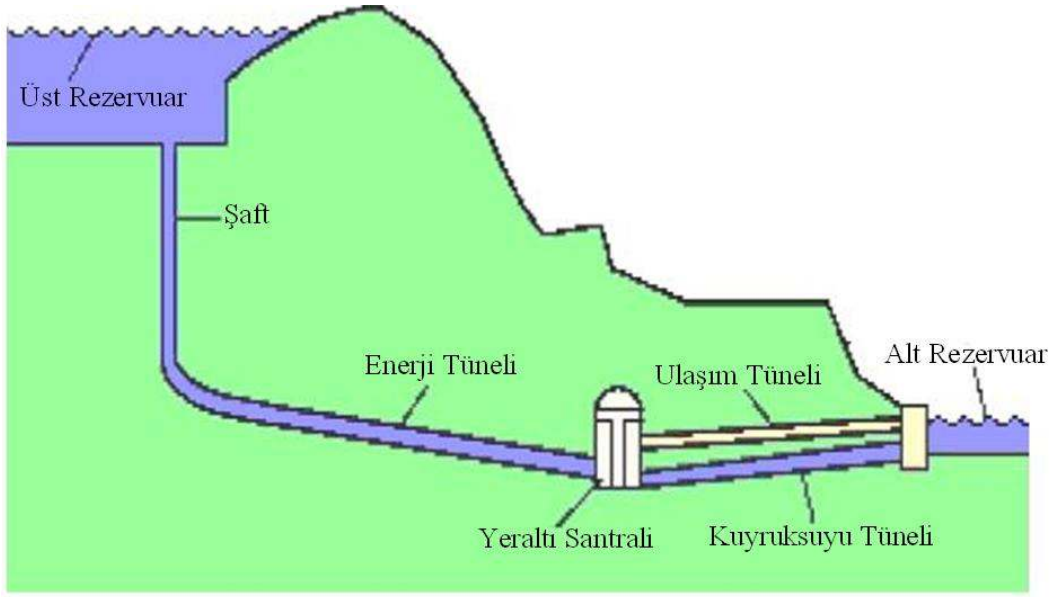
	Ülkeler	Mevcut Maksimum Toplam Güç (MW)	Planlanan Maksimum Toplam Güç (MW)
1	Arjantin	987	0
2	Avustralya	2.754	0
3	Avusturya	2.837	1.700
4	Belçika	1.161	0
5	Brezilya	191	0
6	Bulgaristan	535	864
7	Kanada	122	0

8	Şili	29	0
9	Çin	855	4.445
10	Rusya	835	12.048
11	Kolombiya	31	0
12	Hırvatistan	280	0
13	Finlandiya	0	525
14	Çek Cumhuriyeti	1.153	0
15	Fransa	5.846	0
16	Almanya	6.621	0
17	Macaristan	0	1.280
18	Hindistan	2.427	1.886
19	İran	0	1.140
20	İrlanda	292	0
21	İsrail	800	800
22	İtalya	7.421	1.611
23	Japonya	24.733	2.987
24	Kore	1.152	670
25	Meksika	0	2.600
26	Fas	0	780
27	Norveç	1.014	0
28	Filipinler	300	1.800
29	Polonya	1.550	92
30	Portekiz	558	149
31	Romanya	237	293
32	Slovakya	0	969
33	Güney Afrika	1.787	0
34	İspanya	5.208	3.218
35	İsveç	426	0
36	İsviçre	2.678	0
37	Tayvan	1.008	1.620
38	Tayland	410	743
39	İngiltere	3.242	0
40	ABD	20.184	1.576
	Toplam	99.663	43.796

Pompaj depolamalı HES'ler rezervuarlarının büyüklüğüne ve işletme politikasına göre günlük-haftalık veya sezonluk biriktirme yapabilmektedir. Günlük çevrimde, pik saatlerde üretimde kullanılan suyun tamamı aynı gün pik dışı saatlerde üst rezervuara pompalanır. Haftalık çevrimde ise, hafta içi günlerde pik saatlerde üretimde kullanılan suyun bir kısmı aynı gün pik dışı saatlerde üst rezervuara pompalanır, hafta içi günlerin sonunda tamamen boşalan üst rezervuar hafta sonu günlerinde (Cumartesi, Pazar) pik dışı saatlerde pompaj yapılarak tekrar doldurulur. Sezonluk biriktirmede ise nehir akımının ve enerjinin fazla olduğu dönemde su, üst rezervuara pompalanır ve akımın az olduğu dönemde üst rezervuarda depolanan sudan firm enerjiyi arttırmak için enerji üretilir.

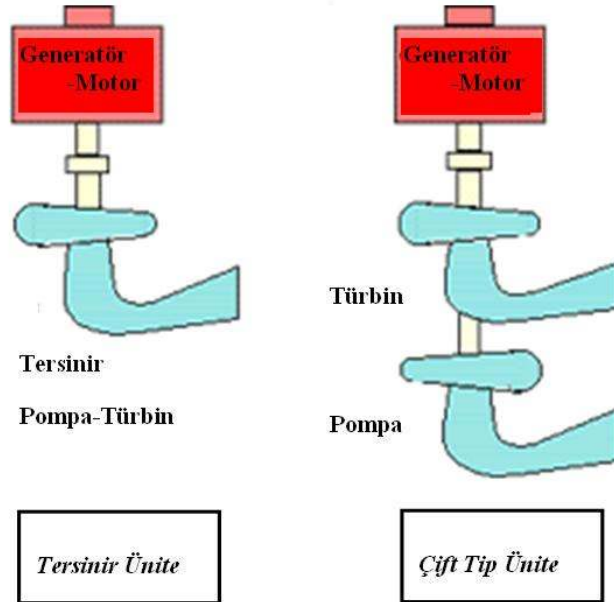
Pompaj depolamalı santralin alt ve üst olmak üzere iki rezervuarı olup, rezervuarlar inşa edilecek havuzlar dışında nehir, doğal göl, mevcut baraj rezervuarı veya deniz olabilir. İnşaa edilecek havuzların geçirimsizliği asphalt, beton veya geomembran gibi değişik malzemelerle sağlanabilmektedir. Sualma yapısı üst rezervuarın yanında veya altında olacak şekilde yapılabilir. Çoğunlukla yeraltı santralli pompaj depolamalı HES'lerde iletim yapısı olarak şaft ve enerji tüneli kullanılıp, santralle alt rezervuar arasındaki bağlantı da kuyruksuyu tüneli ile sağlanmaktadır. Olabilecek farklı kesit örnekleri Şekil 2'de gösterilmiştir.





Şekil 2: Pompaj depolamalı HES Kesit Örnekleri

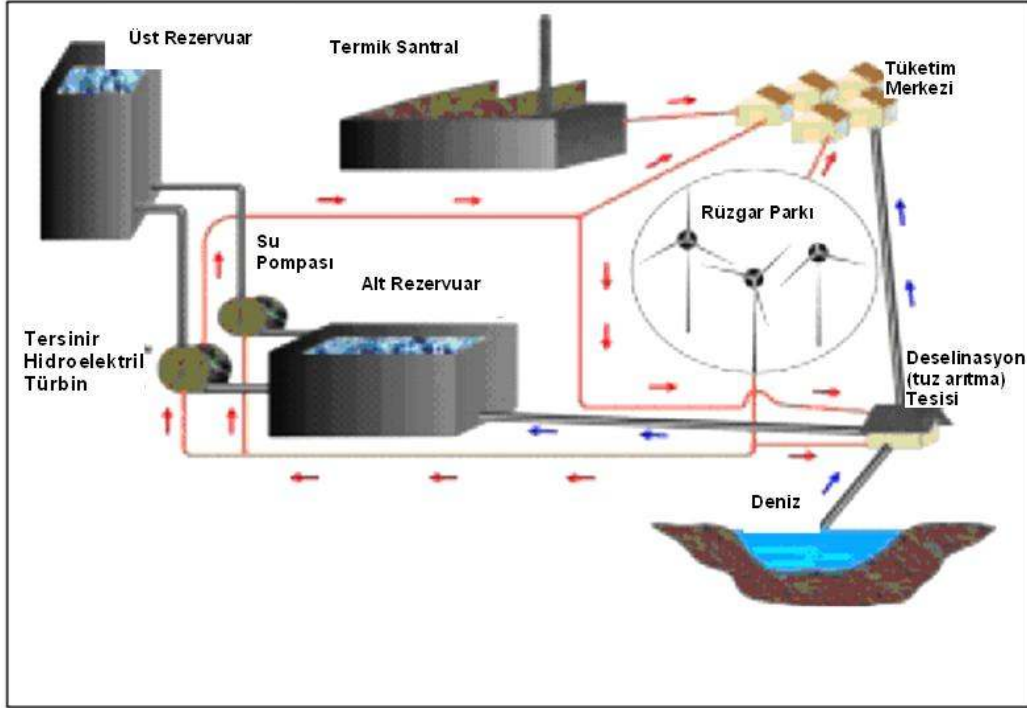
Pompaj depolamalı HES'lerde pompa türbin ayrı ayrı kullanılabileceği gibi aynı tersinir türbinler de kullanılabilir. (Şekil 3) Tersinir türbin/jeneratör sisteminde türbin pompa gibi de çalışmaktadır (genellikle francis türbin).



Şekil 3: Tersinir ve Çift Tip Üniteler

Pompaj depolamalı hidroelektrik santraller yüke uyabilmede esneklik sağlama, yedek enerji tutabilme, güç faktörünü iyileştirme ve frekans regülasyonu yapabilme gibi

avantajlar getirmektedir. Pompaj depolamalı santraller mevcut depolamalar ile birlikte kullanılabildiği gibi ada gibi ana karadan uzak yerleşim alanları içinde bir alternatif çözüm teşkil etmektedir.(Şekil 4) Pompaj depolamalı santrallerin da dahil olduğu hidroelektrik santraller fosil yakıtlı santrallerden gelen enerjinin daha az kullanılmasını sağlayarak küresel ısınma probleminin başı çektiği diğer bir çok çevre problemi için de çözüm teşkil edebilmektedir.



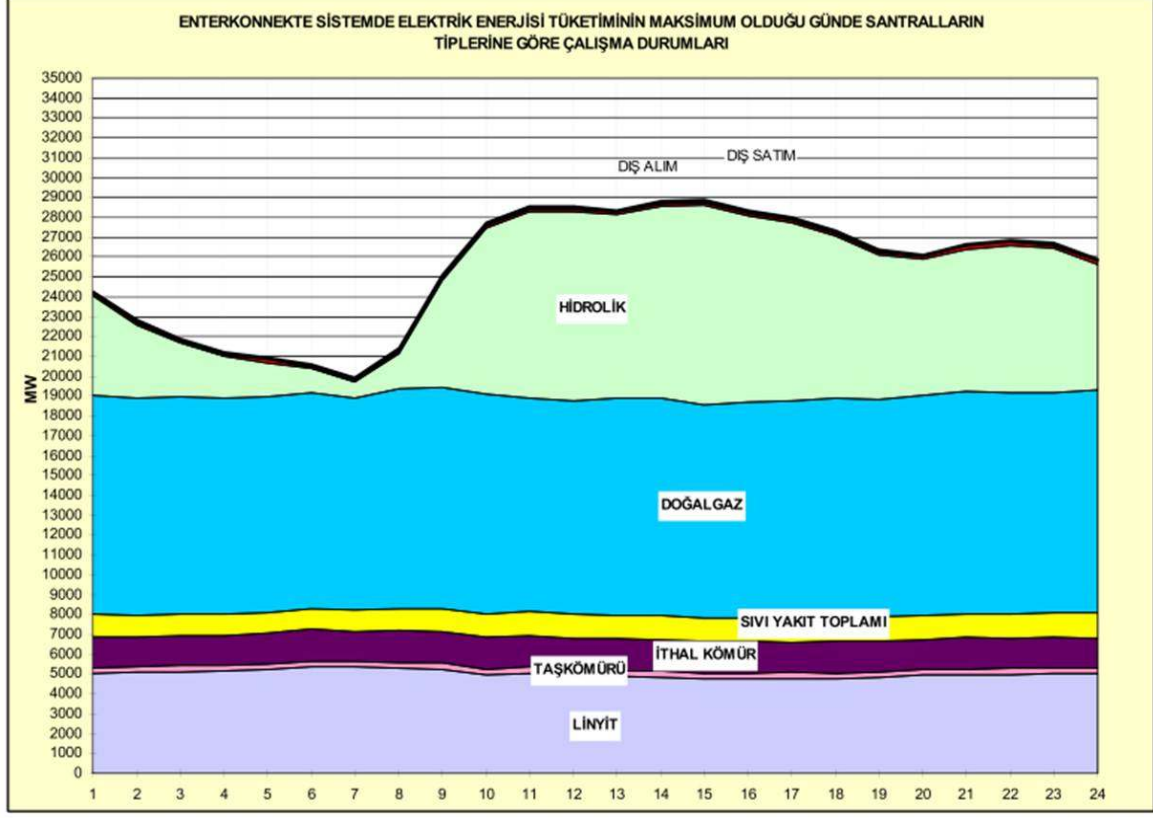
Şekil 4: Karadan Uzak Yerleşim Alanları İçin Elektrik ve Su Temin Sistemi Şematik Sunumu

ELEKTRİK İŞLERİ ETÜT İDARESİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ'NDE (EİE) POMPAJ DEPOLAMALI HES ÇALIŞMALARI

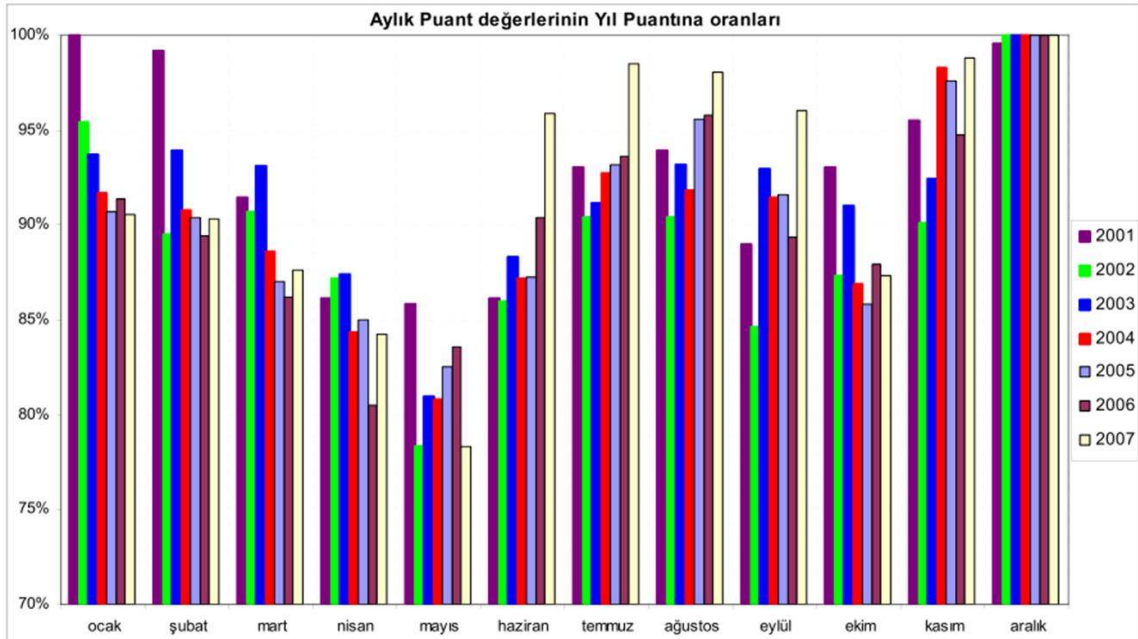
Pompaj Depolamalı Santrallerin İhtiyaç Duyulma Sebepleri

Elektrik enerjisi talebi günlük olarak dalgalanma göstermektedir. Şekil 5'de 2007 yılı için enerji tüketiminin maksimum olduğu gündeki (26 Temmuz 2007) santrallerin enerji kaynaklarına göre puant yüke iştirak durumları gösterilmiştir. Şekil 6'da ise aylık puant güç değerlerinin yıllık puant gücüne oranları gösterilmiştir. Şekillerden de anlaşılacağı üzere puant güç talebi gün içerisinde belirli saatlerde yıl içerisinde ise

belirli aylarda artış göstermektedir. Bu talep artışı ise, puant talebin düşük olduğu gün veya sezonlarda depolama yapıp, talebin en fazla olduğu dönemlerde de üretim yapabilen pompaj depolamalı HES'ler ile karşılanabilir.

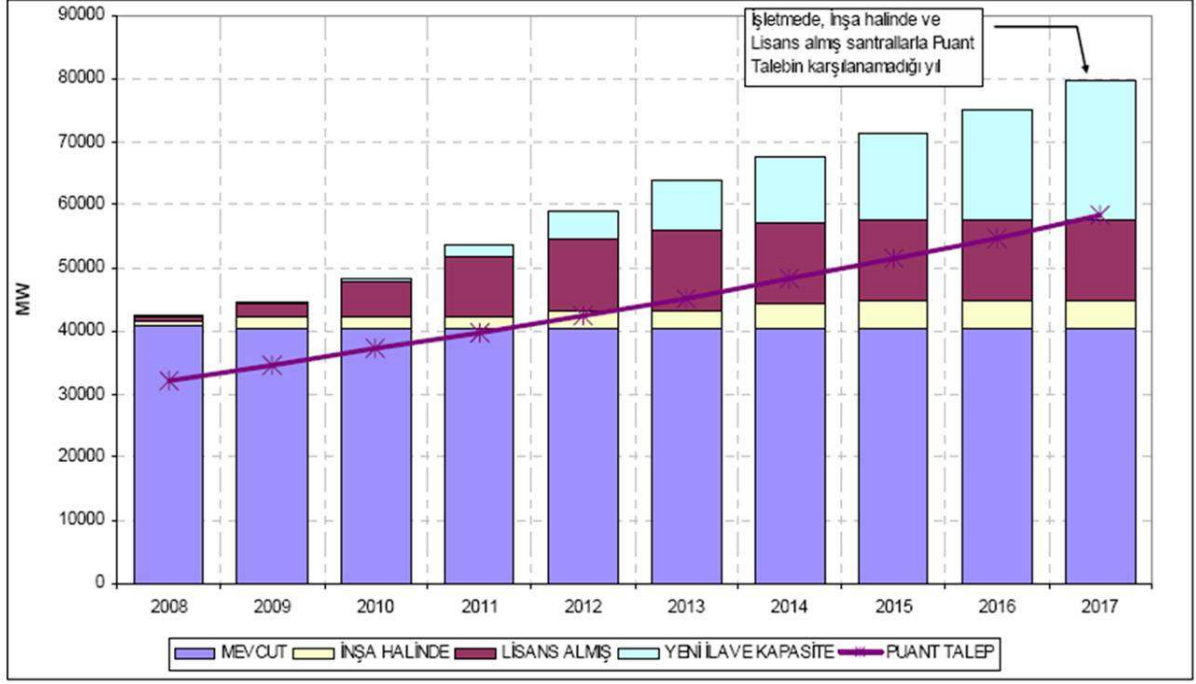


Şekil 5: Günlük Maksimum Puant Güç Dağılımı (26 Temmuz 2007) , [3]

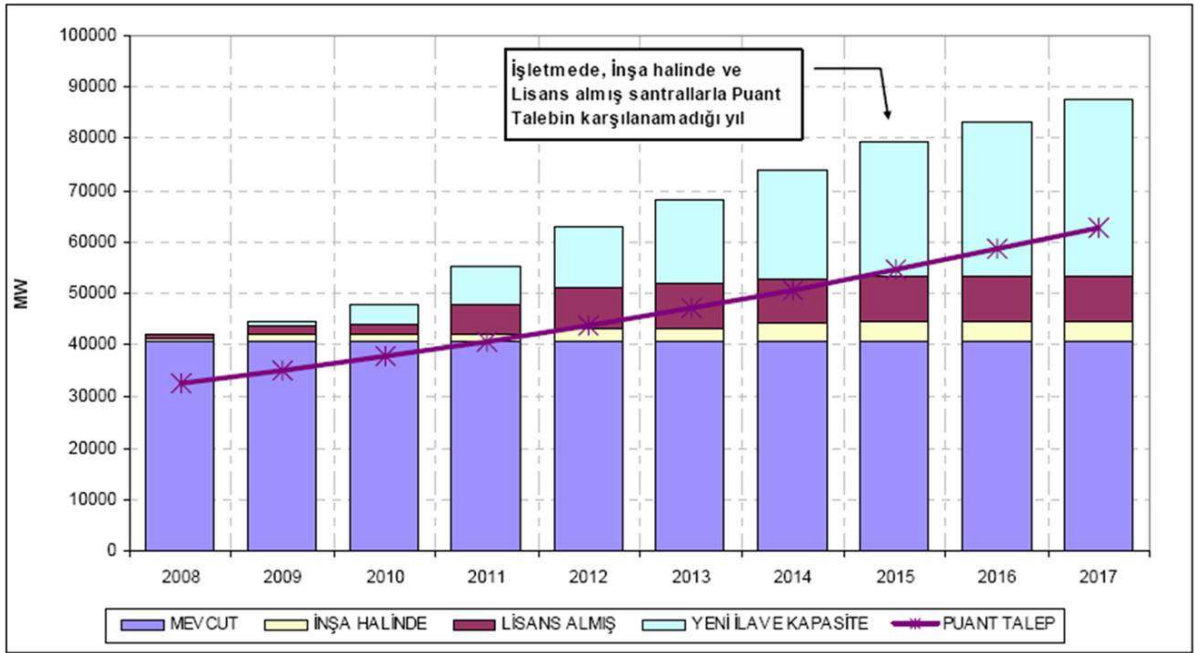


Şekil 6: Aylık Puant Değerlerinin Yıl Puantına Oranı, [3]

Şekil 7-a ve Şekil 7-b'de TEİAŞ'ın 2008-2017 yılları kapasite üretim projeksiyonu çalışmasından alınan grafiklere göre iyimser tahminlere göre 2017 yılından itibaren, kötümser tahminlere göre ise 2015 yılından itibaren işletmede, inşa halinde ve lisans almış santrallerin tümüyle birlikte puant talebin karşılanamayacağı görülmektedir. Bu tablolardan da anlaşılacağı üzere artan puant talebin karşılanması için yeni ilave kaynaklara gerek duyulmaktadır.



Şekil 7-a: Kurulu Güç Gelişimi ve Puant Güç Talebinin Karşılanması, [3]



Şekil 7-b: Kurulu Güç Gelişimi ve Puant Güç Talebinin Karşılanması, [3]

Bu kapsamda ülkemizde ilk kez Genel Müdürlüğümüz tarafından pompaj depolamalı santral çalışmalarına 2005 yılında başlanmıştır. Bu maksatla çeşitli seviyelerde proje çalışmaları yapılmakta olup, 17 adet ilk etüt seviyesinde pompajlı depolamalı HES raporu hazırlanmıştır. (Tablo 2 ve Şekil 8) İlk etüt seviyesinde çalışılan Sarıyar, Yalova ve İznik 1 projeleri ilerletilerek fizibilite seviyesinde çalışılmaya başlanmıştır.

Pompaj depolamalı santraller pik güç talebini karşılamak üzere enerji ihtiyacının en fazla olduğu yerlerde planlanmaktadır. Böylece iletim hattı kısa ve yük kayıpları az olacaktır.

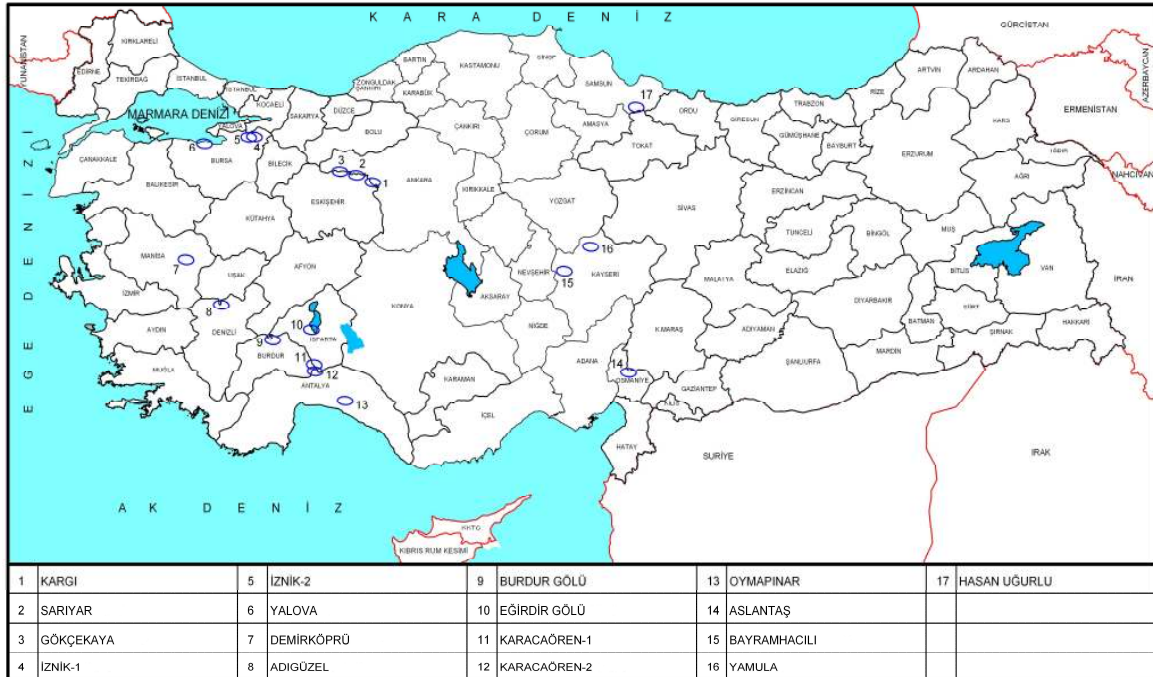
Ayrıca pompaj depolamalı santraller, yenilenebilir enerjinin yükselişe geçtiği günümüzde özellikle rüzgar santrallerinden üretilen enerjiyi de güvenilir hale getirmek amacıyla kullanılabilir. Bunun için rüzgar santrallerinden elde edilen enerjinin pompaj depolamalı bir tesis ile entegre edilerek daha avantajlı hale getirilmesi mümkündür.

Ülkemizin 50000 MW'lık rüzgar enerjisi potansiyeli bulunmaktadır. Buna rağmen rüzgardan elde edilen enerjinin güvenilir olmaması gibi bazı bilinen dezavantajları sebebiyle enterkonnekte sistemde kendine yer bulmakta zorluk çekmektedir. Rüzgarın da sisteme dahil edilmesi amacıyla pilot bir bölge seçilerek, rüzgar-pompaj depolamalı HES hibrit sistem fizibilite çalışmasına da başlanmıştır.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü olarak ülkemizin enerji ihtiyacını karşılamak için bugüne kadar yaptığımız hidroelektrik santral projelerinin yanı sıra bundan sonra da ülke genelinde pompaj depolamalı santrallerin potansiyel belirleme ve çeşitli aşamalardaki projelendirme çalışmalarına devam edilecektir.

Tablo 2: İlk Etüt Seviyesinde Çalışılan Projeler, [4]

Proje Adı	Yeri	Kurulu Güç (MW)	Proje Debisi (m ³ /sn)	Düşü (m)
Kargı PHES	Ankara	1000	238	496
Sarıyar PHES	Ankara	1000	270	434
Gökçekaya PHES	Eskişehir	1600	193	962
İznik-I PHES	Bursa	1500	687	255
İznik-II PHES	Bursa	500	221	263
Yalova PHES	Yalova	500	147	400
Demirköprü PHES	Manisa	300	166	213
Adıgüzel PHES	Denizli	1000	484	242
Burdur Gölü PHES	Burdur	1000	316	370
Eğirdir Gölü PHES	Isparta	1000	175	672
Karacaören-II	Burdur	1000	190	615
Oymapınar PHES	Antalya	500	156	372
Aslantaş PHES	Osmaniye	500	379	154
Bayramhacılı	Kayseri	1000	720	161
Yamula PHES	Kayseri	500	228	260
Hasan Uğurlu	Samsun	1000	204	570

**Şekil 8:** İlk Etüt Seviyesinde Çalışılan Projelerin Türkiye'deki Yeri. [4]

KAYNAKLAR

- [1] Hydo-Electric and Pumped Storage Plants, Jog M. G., 1989
- [2] Water Power & Dam Costruction Yearbook 2005
- [3] Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu Raporu (2008-2017), TEİAŞ
- [4] Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü İlk Etüt Raporları, 2008