

T.C.  
ENERJİ VE  
TABİİ KAYNAKLAR  
BAKANLIĞI



YENİLENEBİLİR ENERJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

**POMPAJ DEPOLAMALI  
HİDROELEKTRİK SANTRALLER  
(PHES)  
YOL HARİTASI ÇALIŞTAYI**

**ÇALIŞTAY RAPORU**

**26 Şubat 2018  
ANKARA**

## İÇİNDEKİLER

ÇALIŞTAY PROGRAMI.....	1
YÖNETİCİ ÖZETİ.....	3
AÇILIŞ KONUŞMALARI .....	5
ÇALIŞTAY SONUÇ RAPORU .....	8
OTURUMLAR .....	12
1.OTURUM.....	12
2.OTURUM.....	36
3.OTURUM.....	45
4.OTURUM.....	52
5.OTURUM.....	58
ANKETLER .....	63

# ÇALIŞTAY PROGRAMI

T.C.  
ENERJİ VE  
TABİİ KAYNAKLAR  
BAKANLIĞI



YENİLENEBİLİR ENERJİ  
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

MİLLÎ  
ENERJİ

## POMPAJ DEPOLAMALI HİDROELEKTRİK SANTRALLER (PHES) YOL HARİTASI ÇALIŞTAY PROGRAMI 26 Şubat 2018 MÖVENPICK OTEL /ANKARA

09:00-09:30	Kayıt
09:30-10:00	Saygı Duruşu ve İstiklal Marşı YEGM Tanıtım Filmi Açılış Konuşmaları <b>Dr. Oğuz CAN - ETKB YEGM Genel Müdürü</b> <b>Abdullah TANCAN - ETKB Müsteşar Yardımcısı</b>
10:00-11:45	<b>Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santraller Yol Haritası</b> <b>Moderatör: Nevzat ŞATIROĞLU - EÜAŞ Genel Müdürü</b> <b>1. Konuşmacı: Mustafa GÜNİNDİ - ETKB YEGM Koordinatör</b> - PHES Nedir?, Çalışma Sistemi, Rezervuar Yapısı (Akarsu, Deniz, Açık/Kapalı Çevrim) - Türkiye PHES Potansiyeli, Dünyadaki PHES Örnekleri - YEGM'in Yaptığı Çalışmalar ve Sahalar, Hazırlanan Yol Haritası Raporu <b>2. Konuşmacı: Zafer KAMILOĞLU - TEİAŞ Yük Tevzi Daire Başkanı</b> - PHES İhtiyacı ve Gerekliliği - PHES Teknik ve İşletme Kriterleri <b>3. Konuşmacı: Deniz DAŞTAN - EPDK Grup Başkanı</b> - Yeni PHES yada Dönüşüm PHES Yapımı İçin Gerekli Mevzuat Değişiklikleri - AB Ülkelerinde Uygulanan Mevzuat Örnekleri <b>4. Konuşmacı: Lütfi EYÜBOĞLU - DSİ Hidroelektrik Enerji Daire Başkanı</b> - Yeni PHES Kurulumu ile Kaskat Sistemlerin PHES'e Dönüşümü Durumunda Su Kullanım Haklarının İrdelenmesi - PHES'in Kamu Eli ile Yapılması Durumunda İzlenmesi Gereken İşlemlere Yönelik Süreçler - PHES'lerin Yatırım Süreçlerindeki Maliyet Analizi <b>5. Konuşmacı: Nezir AY - EPIAŞ Genel Müdür Danışmanı</b> - PHES'in Enerji Piyasası Üzerindeki Etkileri, Buna İlişkin Dünya Örnekleri
11:45-12:00	Soru-Cevap
12:00-13:00	Yemek Arası

13:00-14:30	<p><b>Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santralleri Yurtdışı Uygulamaları, Günümüz Teknolojileri</b>  <b>Moderatör: İbrahim TOPRAK - TEMSAN Genel Müdürü</b>  <b>1. Konuşmacı: Roland PRAUS - GE RENEWABLE ENERGY Kıdemli Ürün Müdürü</b>  <b>2. Konuşmacı: Turgay AKGÜN - ANDRITZ HYDRO Büyük HES Bölüm Başkanı</b>  <b>3. Konuşmacı: Aleš SKOTAK - LITOSTROJ POWER ARGE Müdürü</b>  <b>4. Konuşmacı: Fatih HASKILIÇ-VOITH TÜRKİYE Bölge Müdürü</b>  - Firmanın Yapmış Olduğu PHES/PHES'ler  - PHES'teki Teknolojik Gelişmeler  - Uygulanan Ülkelerdeki PHES Mevzuatı, Finansman Şekli, Satış Modeli</p>
14:30-14:45	Soru-Cevap
14:45-15:45	<p><b>Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santralleri İçin Finansman Kaynakları</b>  <b>Moderatör: Zafer KARAYILANOĞLU - ETKB YEGM Proje Daire Başkanı</b>  <b>1. Konuşmacı: Debabrata CHATTOPADHYAY - Dünya Bankası Kıdemli Enerji Uzmanı</b>  <b>2. Konuşmacı: Tolga YAKAR - İslam Kalkınma Bankası Enerji Grup Koordinatörü</b>  <b>3. Konuşmacı: Emre OĞUZÖNCÜL - Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası Enerji Verimliliği Müdürü</b>  <b>4. Konuşmacı: Engin SAİTOĞLU-Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Yönetici Yardımcısı</b>  - PHES Yapımı İçin Finansman Şartları</p>
15:45-16:00	Soru-Cevap
16:00-16:10	Çay-Kahve Arası
16:10-16:40	<p><b>Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santrallere Yatırımcı ve İşletmeci Bakış Açısı</b>  <b>Moderatör: Taner ERCÖMERT - HESİAD Yönetim Kurulu Üyesi</b>  <b>1. Konuşmacı: Yusuf Hüseyin YÜCEBAŞ - HESİAD Yönetim Kurulu Üyesi</b>  <b>2. Konuşmacı: Serkan KARAKUŞ - HESİAD Üyesi</b>  - PHES İşletme Şartları ve Yapılabilirlik  - PHES Fayda ve Bariyer Analizleri  - Yatırımcı Firmalar Açısından PHES</p>
16:40-16:50	Soru-Cevap
16:50-17:30	<p><b>Çalıştay Kapanış Paneli</b>  <b>Türkiye'nin PHES Deneyimi üzerine Önceliklendirme ve Öneriler</b>  <b>Moderatör: Ramazan USTA - ETKB YEGM Genel Müdür Yardımcısı</b>  <b>Roland PRAUS - GE RENEWABLE ENERGY Kıdemli Ürün Müdürü</b>  <b>Turgay AKGÜN - ANDRITZ HYDRO Büyük HES Bölüm Başkanı</b>  <b>Fatih HASKILIÇ-VOITH TÜRKİYE Bölge Müdürü</b>  <b>Debabrata CHATTOPADHYAY - Dünya Bankası Kıdemli Enerji Uzmanı</b></p>

## YÖNETİCİ ÖZETİ

Bakanlığımız Strateji Planı 2023 hedefleri itibariyle; yenilenebilir enerji kaynaklı santrallerde rüzgârda 20.000 MW, güneşte 5.000 MW, biokütle ve jeotermalde 1.000 MW, hidroelektrikte 34.000 MW'a ulaşılması hedeflenmektedir. Milli Enerji ve Maden Politikamız çerçevesinde ise yenilenebilir kaynaklar noktasında HES'lerle birlikte oluşturduğumuz kapasitemizin yanına GES ve RES'lerden önümüzdeki 10 yılda 10.000 MW santralin devreye alınması hedeflenmiştir. Yerli linyit ve taşkömürü tüm kaynaklarımızın elektrik üretim amaçlı değerlendirilmesi, nükleer enerjinin enerji arz kaynaklarımız arasına dahil edilmesi, hidrolik potansiyelimizin tamamının kullanılması hedeflerimiz arasındadır. Arz güvenliği ve cari açığın azaltılması noktasında yerli ve yenilenebilirin payını artırma yönünde çalışmalar hız kazanmıştır. Yenilenebilir kaynakların elektrik enerjisi üretimi içindeki payının %35 düzeyinde ve üzerinde olması amaçlanmaktadır.

Yenilenebilir enerji hedeflerinin gerçekleştirilmesi amacıyla sistem işletmeciliği açısından hızlı bir şekilde devreye alınabilecek rezerv miktarlarının bulunması gerektiği, sistemde kontrol edilemeyen santraller ve çalışması zorunlu santrallerin (nükleer santraller ve kanal tipi HES, RES, JES, GES) kurulu gücü hızla artarken sistem minimum saatlerinde bu kapsamda devrede olması gereken gücün tüketimden daha fazla olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle güvenli işletmecilik açısından ülkemiz elektrik sisteminde Pompaj Depolamalı HES (PHES)'ler gerekli konuma gelmiştir.

2010 yılında çalışmalarını başlatan JICA Teknik İşbirliği ile hazırlanan Türkiye Güç Pik Talebinin karşılanması için Optimal Güç Üretimi Raporu 2011 yılında tamamlanmıştır. 2014 yılında JICA Teknik İşbirliği kapsamında DSİ tarafından YEGM-TEİAŞ-EÜAŞ işbirliği ile Gökçekaya PHES Fizibilite Çalışması 2015 yılında tamamlanmıştır. 2017 yılında PHES'lerin ülkemiz enerji sektöründeki yerinin netleştirilmesine yönelik yapılması gerekli görülen düzenlemelerin ve izlenecek yöntemin belirlenmesi, yol haritasının oluşturulması konusunda kurumlararası işbirliği ile oluşturulan Çalışma Grubu (YEGM koordinasyon ve ev sahipliğinde TEİAŞ, EİGM, EÜAŞ, EPDK, EPIAŞ, DSİ kurumlarımızın ilgili yöneticileri ve uzmanlarının katılımıyla) 16/03/2017 ile 24/10/2017 tarihleri arasında altı toplantı gerçekleştirmiştir. Yapılan toplantılar sonucunda PHES ihtiyaç tanımı, ihtiyaç duyulan yer ve zaman, kapasite, önceliklendirme, genel teknik ve işletme kriterlerinin ve kısıtlarının belirlenmesi, iş modeli, mevzuat gereksinimi vb. hususları içeren bir PHES Yol Haritası Raporu hazırlanmıştır.

Hazırlanan raporda; en geç 2025 yılında devrede olmak üzere, şebeke işletmesi ve güvenliği kapsamında, asgari 1000 MW, baz 2500 MW, azami 4500 MW PHES kurulması öngörülmektedir. Bu doğrultuda 2018 yılında gerekli yer seçimi, detay analiz ve dokümanların hazırlanması, yarışma vb. çalışmalar tamamlanarak planlama, proje ve inşaatının 8-10 yıl sürmesi nedeniyle bir an önce başlatılması gerektiği vurgulanmıştır. Yapılması muhtemel PHES sahaları olarak ise Gökçekaya PHES 1400 MW, Oymapınar PHES ve Karacaören-2 PHES noktaları önerilmiştir. İlk PHES uygulamasının kamu eli marifetiyle yapılması önerilmiştir. PHES Yol Haritası Raporu doğrultusunda özel sektöründe katılımı ile 26 Şubat 2018 tarihinde "PHES Yol Haritası Çalıştayı" düzenlenmiştir.

Çalışmaya; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Müsteşar Yardımcısı Sayın Abdullah TANCAN, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürü Sayın Dr. Oğuz CAN, EÜAŞ Genel Müdürü Sayın Nevzat ŞATIROĞLU, TEMSAN Genel Müdürü Sayın İbrahim TOPRAK, DSİ Genel Müdür Yardımcısı Sayın Murat DAĞDEVİREN, EÜAŞ Genel Müdür Yardımcısı Sayın Nurettin KULALI, ETKB Dış İlişkiler ve AB Genel Müdür Yardımcısı Sayın Öztürk SELVİTOP, Kamu kurum ve kuruluşlarının, paydaşların, üreticilerin, yatırımcıların, finans sektör temsilcilerinin, sivil toplum kuruluşlarının temsilcileri ile üniversitelerden toplam 233 yerli ve yabancı uzman katılmıştır.

Çalıştay Yenilenebilir Enerji Genel Müdürü Sayın Dr. Oğuz CAN ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Müsteşar Yardımcısı Sayın Abdullah TANCAN'ın açılış konuşmalarıyla başlamıştır.

Çalıştayın 1. Oturumunda; EÜAŞ Genel Müdürü Sayın Nevzat ŞATIROĞLU moderatörlüğünde, YEGM Koordinatörü Sayın Mustafa GÜNİNDİ, TEİAŞ Yük Tevzi Daire Başkanı Sayın Zafer KAMILOĞLU, EPDK Grup Başkanı Sayın Deniz DAŞTAN, DSİ Hidroelektrik Enerji Daire Başkanı Sayın Lütfi EYÜBOĞLU ve EPIAŞ Genel Müdür Danışmanı Sayın Nezir AY PHEŞ Yol Haritası Raporunda yer alan tanım, çalışma sistemi, politika, mevzuat, yurt dışı ve uluslararası uygulamalar, işletme, yönetim, ticaret, uygulama ve talep tarafı konularında sunum yapmışlardır.

Çalıştayın 2. Oturumunda; TEMSAN Genel Müdürü Sayın İbrahim TOPRAK moderatörlüğünde, GE RENEWABLE ENERGY Kıdemli Ürün Müdürü Sayın Roland PRAUS, ANDRITZ HYDRO Büyük HES Bölüm Başkanı Sayın Turgay AKGÜN, LITOSTROJ POWER AR-GE Müdürü Sayın Aleš SKOTAK, VOITH TÜRKİYE Bölge Müdürü Sayın Fatih HASKILIÇ PHEŞ'ler ve PHEŞ'lere yönelik olarak son teknolojiler hakkında bilgi vermişlerdir.

Çalıştayın 3. Oturumunda; YEGM Proje Daire Başkanı Sayın Zafer KARAYILANOĞLU moderatörlüğünde, Dünya Bankası Kıdemli Enerji Uzmanı Sayın Debabrata CHATTOPADHYAY, İslam Kalkınma Bankası Enerji Grup Koordinatörü Sayın Tolga YAKAR, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası Enerji Verimliliği Müdürü Sayın Emre OĞUZÖNCÜL, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Yönetici Yardımcısı Sayın Engin SAİTOĞLU enerji sektöründe sağladıkları finansman kaynaklarından bahsederek ülkemizde PHEŞ kurulması halinde finans sağlayabileceklerini ve diğer finansman destekleri hakkında bilgi vermişlerdir.

Çalıştayın 4. Oturumunda; HESİAD Yönetim Kurulu Üyesi Sayın Taner ERCÖMERT moderatörlüğünde, HESİAD Yönetim Kurulu Üyesi Sayın Yusuf Hüseyin YÜCEBAŞ, HESİAD Üyesi Sayın Serkan KARAKUŞ PHEŞ'e özel sektörün bakış açısı hakkında görüşlerini bildirmişlerdir.

Çalıştayın 5. Oturumunda; YEGM Genel Müdür Yardımcısı Sayın Ramazan USTA moderatörlüğünde GE RENEWABLE ENERGY Kıdemli Ürün Müdürü Sayın Roland PRAUS, ANDRITZ HYDRO Büyük HES Bölüm Başkanı Sayın Turgay AKGÜN, VOITH TÜRKİYE Bölge Müdürü Sayın Fatih HASKILIÇ, Dünya Bankası Kıdemli Enerji Uzmanı Sayın Debabrata CHATTOPADHYAY, Çalıştayda yapılan sunum ve açıklamalar doğrultusunda çalıştayın son değerlendirmelerini yapmışlardır.

## AÇILIŞ KONUŞMALARARI

### YEGM Genel Müdürü Sayın Dr. Oğuz CAN:

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü olarak yenilenebilir enerjisi ve enerji verimliliği açısından, Türkiye'deki önemli konu başlıkları ile ilgili çalıştay ve çalışmalar dizisine; ısı pompası, biyodizel, enerji performans sözleşmeleri ve pompaj depolamalı HES serisi ile devam edildiğini belirtmiştir.

PHES çalışmalarında Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün rolünün; Başbakanlık Yatırım Ortamı İyileştirme Koordinasyon Kurulu(YOİKK) tarafından verilen bir koordinasyon görevi olduğunu, ana aktörlerin ise TEİAŞ, DSİ, EÜAŞ, EPIAŞ, EPDK gibi kurum ve kuruluşlardan meydana geldiğini söylemiştir.

Çalıştayda EİGM, TEİAŞ, DSİ, EÜAŞ, EPIAŞ, EPDK, TEMSAN, TÜBİTAK, HESİAD, EMSAD, ETÜDER, EÜD, ÖİB, finans sektöründen; TSKB, EBRD, IBRD, IDB, özel sektör ve firma temsilcileri üniversitelerden ise; Çankaya Üniversitesi, ODTÜ gibi birçok katılımcının yer aldığını belirtmiştir.

Çalıştayın 4 oturum ve 1 kapanış panelinden oluştuğunu ve oturumlarda toplam 16 konuşmacının yer aldığını ifade etmiştir. Sabah oturumunda Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün ve paydaş kurumların (TEİAŞ, DSİ, EÜAŞ, EPIAŞ, EPDK, EİGM) katkılarıyla hazırlanan PHES Yol Haritası Raporu hakkında YEGM ile paydaş kurumlardan gelen uzmanların sunumlarının olacağını belirtmiştir. Öğleden sonraki oturumlarda ise ekipman üreticileri ve aynı zamanda çalıştay sponsorları olan GE, ANDRITZ, LITOSTROJ POWER, VOITH'in yurt dışı PHES örneklerinden bahsedeceğini, finansman açısından IBRD, EBRD, IDB ve TSKB'nın bilgilendirmede bulunacağını, HESİAD'ın özel sektör bakış açısını yansıtmak üzere işletmeciler ve yatırımcıların görüşlerini paylaşacağını ifade etmiştir.

## **ETKB Müsteşar Yardımcısı Sayın Abdullah TANCAN:**

2017 sonu itibarıyla Türkiye elektrik kurulu gücünün 85.5 GW olduğunu, bu gücün 38.9 GW'ını yenilenebilir enerji kaynaklı santrallerin oluşturduğunu belirtmiştir. Yenilenebilir kaynaklı kurulu gücün, toplam kurulu güç içindeki payının %45,3 olduğu ve 2017 yılı içerisinde ilave edilen her 100 MW kapasitenin 65 MW'ını yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı yatırımların oluşturduğunu ifade etmiştir. Yapılan analizler yenilenebilir enerji santrallerindeki kapasite, verimlilik artışı ve teknolojik gelişmeler ve artan rekabet ile birim enerji maliyetlerinin ilerleyen yıllarda daha rekabet edebilir hale geleceğini, Milli Enerji ve Maden politikamız çerçevesinde Güneş ve Rüzgarda önümüzdeki 10 yılda 10.000 MW daha devreye alınmasının hedeflendiğini belirtmiştir. Arz güvenliği ve cari açığın azaltılması noktasında yerli ve yenilenebilir payının artırma yönündeki çalışmalar hız kazandığını ve yenilenebilir kaynakların elektrik enerjisinin, elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının %35 düzeyinden daha fazla olmasının amaçlandığını vurgulamıştır.

Binalarda çatı ve cephe yenilenebilir uygulamalarının önünü açacak çalışmaların devam ettiğini, EPDK 10 kW ve altı kapasiteler için usul ve esasların yayınlandığını, Maliye Bakanlığının vergilendirme muafiyeti düzenlemesine dair çalışmasının plan bütçe komisyonundan geçtiğini belirtmiştir.

Elektrik Piyasasını etkileyecek bir başka gelişmenin ise elektrikli araçların ve şarj istasyonlarının yaygınlaşması olacağını ifade etmiştir. Uluslararası enerji ajansının öngörüsünün 2040 yılına kadar globalde 300 milyon elektrikli araca ulaşacağı yönünde olduğunu yani araç pazarının %15'i elektrikli araçlara ait olacağını belirtmiştir. Ülkemiz için bu beklenti uyarlandığında 3-5 milyon adet elektrikli aracın piyasada olabileceğini, 3 milyon adet elektrikli aracın yaklaşık 150.000 MW batarya kapasitesini oluşturacağını belirtmiştir. Bu gelişmeler ile şebeke bağlantılı (irili-ufaklı) üretim tesisi sayısının binler seviyesinden yüzbinler seviyesine doğru hızla gelişeceği öngörüldüğünü paylaşmıştır.

Şebeke yönetimi esnekliğinin sağlanması, talep tarafı yönetimi, sistem frekansı regülasyonu, oturan sistemin toparlanması, yedek kapasite, gerilim kontrolü gibi hususlar artık çok daha önemli hale geldiğine dikkat çekmiştir. Yaz puant talebinin 2017 Temmuz ayında 47.600 MW olarak gerçekleştiğini, TEİAŞ 2025 yılı projeksiyonunda 55.000-59.000 MW olacak puant yükün her ne kadar kurulu güç artışı ile karşılanabileceği ortaya konulsa da sistem minimum yüklenme saatlerinde puanta oranın %45-50 olarak gerçekleşmesi halinde ilave tüketime ihtiyaç olabileceğinin değerlendirildiğini belirtmiştir. Sistem kararlılığı açısından dengeleyici ve sistem işletmecisine yardımcı olacak enstrümanların dahil edilmesi gerektiğini, Yan Hizmetler Yönetmeliğinde bu kapsamda yapılan bazı son düzenlemeler olduğuna değinmiştir. Bu enstrümanlardan birisinin de depolama sistemleri olduğunu açıklamıştır.

PHES'lerin dünyadaki yapılış amaçları incelendiğinde; puant talebin desteklenmesi, güvenli bir güç kontrol sistemi tesis etme, şebekedeki aşırı yük ve dengesizliklerin önlenmesi, frekans kontrolü yapma, iletim şebekesinde gerilim kontrolü, Güneş ve Rüzgardan elde edilen büyük miktarlardaki enerjinin depolanması için bir alternatif teşkil etmesi, büyük kapasiteli santrallerin devre dışı kalmaları veya duruşa geçmeleri sürecinde yedek güç veya tüketim noktası olarak planlandıklarını söylemiştir. Dünyada 2017 yılı itibarıyla 176 GW'lık enerji depolama sistemlerinin %96'sının

PHES'lerden oluştuğunu, Dünya genelinde sırasıyla Çin 32 GW, Japonya 28 GW, ABD 22 GW, Avrupa'da ise İspanya 8 GW, İtalya 7.5 GW, Almanya 6.5 GW PHES kurulu gücüne sahip olduğunu vurgulamıştır. PHES'lere olan ihtiyacı tartışmak, en uygun, en ucuz, en yetkin şekilde planlamak amacıyla 7 Şubat 2017 tarihinde YEGM koordinatörlüğünde EİGM, TEİAŞ, EÜAŞ, DSİ, EPDK ve EPIAŞ'ın yer aldığı PHES Yol Haritası çalışma grubu oluşturulduğunu belirtmiştir. Bu grubun yürüttüğü çalışmalar sonucunda üretim/tüketim/depolama tesisi gibi bilgileri de içerecek şekilde; PHES tanımı, gerekliliği, ihtiyacın niteliği, yer seçimi, potansiyel, kapasite ve zamanlama, teknik ve işletme kriterleri, mevzuat ihtiyaçları, piyasa ve tarife analizleri, Avrupa ülkelerindeki uygulamalar gibi hususlar değerlendirilerek yol haritası hazırladığını ifade etmiştir. Ayrıca PHES'lerin kamu veya özel sektör marifetiyle yapılacağı yönünde olası iş modelleri önerildiğini raporun çıktılarının çalıştayda paylaşılacağını, kamu/özel sektör kurum kuruluşları, yatırımcı, ekipman üreticileri, finansör taraflarıyla tüm görüş, öneri ve bakış açılarının değerlendirileceğini belirtmiştir. Çalıştayın faydalı geçmesini dileyerek yeni perspektifler sunması temennisiyle katılımcılara, sponsorlara ve paydaşlara bakanlık adına teşekkür ederek konuşmasını sonlandırmıştır.

## ÇALIŞTAY SONUÇ RAPORU

PHES Yol Haritası Çalıştayı sonucunda; PHES tanımı, çalışma sistemi, rezervuar yapısı, Türkiye potansiyeli, PHES ihtiyacı, teknik ve işletme şartları, mevzuat alt yapısı, kaskat sistemlerin PHES'e dönüşümü, su kullanım hakları, PHES'in enerji piyasası üzerine etkileri, yurt dışı örnek uygulamaları, mevcut teknolojiler, finansman kaynakları, yatırımcı ve işletmeci gözüyle PHES ile bundan sonra yapılması gerekenler derlenmiş ve aşağıda özetlenmiştir. Bunlar;

- PHES; “ Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santral (PHES); Biri alt diğeri üst hazne olmak üzere en az iki haznedenden oluşan, sistemde arz-talep dengesinin sağlanması amacıyla elektrik talebinin düşük olduğu zaman diliminde suyun üst hazneye pompalanarak hidrolik güç olarak biriktirildiği, elektrik talebinin yüksek olduğu zaman diliminde yük yönetimine destek olan, iletim sisteminin yönetilmesinde ihtiyaç duyulan yan hizmetlere katkı vermek üzere önceliklendirilmiş belirlenen kapasitedeki tesislerdir.”
- PHES'in yapılmasını, arz güvenliğinde, yan hizmetlerde, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla işletmeye alınmasında ve Enerji Piyasası fiyatlarının dengelenmesi konusunda yararlar getirecektir. Bu nedenle PHES gibi teknoloji gelişimi gösteren büyük güçlü dengeleme birimlerine ihtiyaç duyulmakta, nükleer, büyük güçlü baz yük termik santraller ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte PHES'ler de planlanmaya dahil edilmelidir.
- TEİAŞ tarafından yer seçimi önemlidir ve Gökçekaya PHES 1400 MW, Altınkaya PHES 1800 MW, Yamula PHES 500 MW, Bayramhacılı PHES 500 MW, Oymapınar PHES 500 MW, Karacaören-2 PHES 500 MW projelerine odaklanılmalıdır.
- Mevzuat açısından;
  - PHES'ler destekleme mekanizmalarından faydalandırılacaksa model belirlenmelidir.
  - Yenilenebilir enerji olarak kabul edilecekse YEKDEM destek mekanizması için 5346 sayılı YEK Kanunda değişiklik yapılmalıdır.
  - YEKA destek modeli için Elektrik Piyasası Kanununun 5. maddesi 12. ve 14. fıkralarına eklemeler yapılmalı ya da PHES'ler için alım garantisi vermek yerine AB uygulamalarındaki örneklerine bakarak; sistem kullanım bedeli gibi bedellerin alınmaması gibi alternatif uygulamalar değerlendirilmelidir.
  - İkincil mevzuatta ise PHES'ler açısından lisans yönetmeliğinde birkaç değişikliğe ihtiyaç duyulmakta olup uygulamaya yönelik EPDK kurul kararlarından bazılarında değişiklik yapılması gerekmektedir.
- Sistem işletmecisi ihtiyaçları ve proje geri dönüş süreleri sebebiyle, PHES'lerin kurulu gücünün en az 100 MW olması gerekmektedir.
- PHES'lerin ani ihtiyaç halinde, yüzde yüz pompa işletmesinden, 3-5 dakika içinde yüzde yüz kapasiteyle jeneratör işletmesine geçme olanağı vardır. Özellikle hızı ayarlanabilir tip PHES'ler hem jeneratör hem de pompa modunda frekans regülasyonunu konvansiyonel

HES'lere nazaran daha geniş aralıklarda yapabilme kabiliyetlerine sahip olduklarından yapılacak PHES hızı ayarlanabilir tip olmalıdır.

- TEİAŞ'ın 2025 yılı minimum yük koşulları göz önüne alındığında, asgari 1000 MW, baz 2500MW, azami 4500 MW PHES kurulması şebeke işletmesi ve güvenliği kapsamında hedeflenmelidir. Bu doğrultuda yapılacak PHES'in 2018 yılında gerekli yer seçimi, detay analiz ve dokümanların hazırlanması, yarışma vb. çalışmaları tamamlanarak planlama, proje ve inşaatı bir an önce başlamalıdır.
- İhtiyaç duyulan kapasiteye TEİAŞ diğer paydaşlarla birlikte bir an önce karar vermelidir.
- Yeni PHES yapımının yanı sıra mevcut HES'lerden uygun bulunanların dönüşüm PHES olarak kullanılarak kaskat depolama tesisi olarak sistem işletmecisi hizmetine verilebilmelidir.
- PHES'lerin kârlı yatırımlar olabilmesi için sistem işletmecisi tarafından yük atma talimatlarının bu tesisler için önceliklendirilmesi gerekmekte olup PHES'lerin Gün Öncesi Piyasasına, saatlik, blok ve esnek teklif tiplerini kullanarak girip giremeyecekleri, Yan Hizmetler Piyasasına, Sekonder Rezerv Kapasitesine, Sistemin Toparlanması Anlaşmasına ve Reaktif Güç kontrolüne katılıp katılamayacakları hususları netleştirilip gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.
- Aşağıda önerilen kamu veya özel sektör iş modellerinden herhangi birine karar verilerek en kısa zamanda PHES yapım aşamasına geçilmelidir.

Kamu Marifetiyle:

- TEİAŞ tarafından detay teknik ve işletme kriterlerinin belirlenmesi,
- Yan hizmetler kapsamında gerekli çalışmalar yapılarak kapasite kiralama modeli,
- DSİ tarafından yatırım ve EÜAŞ tarafından işletmenin yürütülmesi,

Özel Sektör Eliyle:

- TEİAŞ tarafından detay teknik ve işletme kriterlerine ilaveten yarışma dokümanlarını hazırlayıp hizmet satın alınması yöntemi,
- Alım önceliklerinin/tarifelerin belirlenmesi, alım garantili Yap-İşlet-Devret yarışma modeli,
- Özel sektörün kendi dinamiği içinde yapması,
- Önerilen bu modellerde farklılıklar olsa da bir model seçilmeli ve bir an önce başlanmalıdır,
- Genel olarak proje maliyeti, megawatt başına yaklaşık 0,5 - 4 milyon dolar olmaktadır. Toplam maliyetin %16-18'ini ise hidromekanik ekipman oluşturmaktadır ve buda kullanılan teknolojiye göre değişiklik göstermektedir.
- Finans kuruluşları, PHES yatırımının finansal açıdan analizinin çok iyi yapılması gerektiğini belirtip, kamu-özel ortaklığı modelinin özellikle bazı geliştirme risklerinin üstesinden gelmek ve özel sektör programlarını işe dahil edebilmek için etkili bir yöntem olabileceğini ifade etmektedirler.

- Finansman kuruluşları, Türkiye’de yapılacak PHES yatırımı için gerekli olan finansal desteği sağlayabilecekler ve farklı seçenekler sunabileceklerdir. Bunun içinde hazırdırlar.
- Yatırımcılar ve ekipman üreticileri;
  - PHES’lerin YEKDEM kapsamına alınması gerektiğini,
  - PHES’lerde kullanılacak aksamı yerli olarak üretilebilecek yeterlilikte firma olduğu ve bu aksamın mümkün olduğunca yerli yapılmasının ülke menfaatine olacağını,
  - Gerekli mevzuatsal değişikliklerin yapılmasının ardından yatırım yapmak istediklerini,
  - Yatırımın bir an önce yapılması gerektiğini,
 belirtmektedirler.
- Kanun koyucular, kamu kurum ve kuruluşları, HES/PHES ekipman üreticileri, finansman sağlayıcılar ve yatırımcılar PHES yapılması konusunda hem fikirdirler.
- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına dayalı üretimin artması ve nükleer enerji santrallerinin devreye alınacak olması sebebiyle PHES’ler iyi bir çözüm olacaktır.
- PHES’le ilgili,
  - 2018 yılı içerisinde hazırlıklar tamamlanmalı,
  - 2019 yılında, belirlenen model üzerinden ihale sonuçlandırılmalı ve sözleşme yapılmalı,
  - En geç 2020 yılında yatırıma başlanmalı,
  - 2025-2026 yıllarına kadar da yatırım tamamlanmalıdır.
- Bu değerlendirmelerin dışında çalıştay öncesinde ve çalıştay oturumları sonrasında yapılan anketlerin sonuçları aşağıda derlenmiş olup ankete katılanlara göre de; PHES yapımı için mevzuat değişiklikleri ve piyasa koşulları (destek mekanizması, yan hizmetler düzenlemesi, finansal akışı vb.) gibi konuların düzenlenmesi gerekmektedir.

#### Anket Sonuçları;

- Çalıştay öncesinde online kayıt esnasında yapılan anketlerde;
  - Çalıştaya katılanların %83’ü PHES’ler hakkında bilgiye sahip olduklarını,
  - %41’i daha önce PHES ile ilgili çalışmalarda yer aldıklarını,
  - %53’ü Türkiye’de PHES kurulumu için mevcut altyapının yeterli olmadığını,
  - %88’i PHES’in Türkiye’ye gerekli olduğunu,
  - %82’si ise çalıştayda ele alınan konuları yeterli bulduklarını belirtmişlerdir.
- Çalıştayın sabah oturumunun bitiminde yapılan anketlerde;
  - Çalıştayda katılımcılara açıklanan PHES tanımının %91 oranında uygun bulunduğu,
  - Oturum esnasında sunulan iş model önerilerinin %76 oranında beğenildiği,

- Yapılması planlanan PHES'te bir kurulu güç alt sınırı olup olmaması gerekliliğine dair ise %68 oranında destek verildiği gözlemlenirken,
  - Mevcut mevzuat altyapısının PHES kurulumuna yeterli olup olmadığı sorusuna %90 oranında yeterli olmadığı,
  - Mevcut mevzuat koşullarında PHES işletilip işletilemeyeceği sorusuna %82 oranında işletilemeyeceği yönünde cevaplar verilmiştir.
- Çalıştayın öğle oturumunun bitiminde yapılan anketlerde;  
Çalıştay esnasında yapılan,
    - PHES'lerdeki teknolojik gelişmeler hakkında yapılan bilgilendirmelerin %80 oranında yeterli olduğu,
    - PHES fayda ve bariyer analizlerinin %59 oranında yeterli bulunduğu,
    - Finansman kaynakları hakkında %50 oranında yeterli bilgi alındığı,
    - Genel olarak PHES çalıştayının %95 oranında verimli olduğu ifade edilirken, PHES çalıştayından sonra
      - PHES yapılmasının %86 oranında tavsiye edildiği görülmektedir.

## OTURUMLAR

### 1.OTURUM

#### POMPAJ DEPOLAMALI HİDROELEKTRİK SANTRALLER YOL HARİTASI

Moderatör:

- EÜAŞ Genel Müdürü Nevzat ŞATIROĞLU

Panelistler ve Konuları:

- YEGM Koordinatörü Mustafa GÜNİNDİ: PHEs Nedir? Çalışma Sistemi, Rezervuar Yapısı (Akarsu, Deniz, Açık/Kapalı Çevrim) Türkiye PHEs Potansiyeli, Dünyadaki PHEs Örnekleri, YEGM'in Yaptığı Çalışmalar ve Sahalar, Hazırlanan Yol Haritası Raporu
- TEİAŞ Yük Tevzi Daire Başkanı Zafer KAMILOĞLU: PHEs İhtiyacı ve Gerekliliği, PHEs Teknik ve İşletme Kriterleri
- EPDK Grup Başkanı Deniz DAŞTAN: Yeni PHEs ya da Dönüşüm PHEs Yapımı İçin Gerekli Mevzuat Değişiklikleri, AB Ülkelerinde Uygulanan Mevzuat Örnekleri
- DSİ Hidroelektrik Enerji Daire Başkanı Lütfi EYÜBOĞLU: Yeni PHEs Kurulumu ile Kaskat Sistemlerin PHEs'e Dönüşümü Durumunda Su Kullanım Haklarının İrdelenmesi
- EPİAŞ Genel Müdür Danışmanı Nezir AY: PHEs'in Enerji Piyasası Üzerindeki Etkileri, Buna İlişkin Dünya Örnekleri

## **EÜAŞ Genel Müdürü Sayın Nevzat ŞATIROĞLU:**

Çalıştığınız EÜAŞ, DSI ve sistem operatörü olarak TEİAŞ gibi kuruluşları yakından ilgilendirdiğini vurgulamıştır. Enerjinin depolanması, artan enerji talebi, gelişen serbest piyasa modelleri ile birlikte yenilenebilir kaynaklardan yararlanarak daha fazla üretim sağlanmasının önem kazanmakta olduğunu ifade etmiştir.

Talep değişimlerine kolayca uyum sağlayamamaları nedeniyle termik santraller baz yük modunda, kolayca devreye girme ve devreden çıkma, aynı zamanda kısa sürede tam yüke çıkabilme yetenekleri nedeniyle de HES'lerin pik talebin karşılanmasında kullanılmakta olduğunu belirtmiştir. Pik talebin karşılanmasında yetersiz kaldığı durumlarda ise PHES'lere ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. PHES; üretimi durdurulamayan veya durdurulması pratik olmayan nükleer santraller ve termik santrallerin bağlı olduğu, gece gündüz yük dengesinin de çok fazla dalgalandığı sistemlerde yüksek fayda sağlandığını dile getirmiştir. PHES sistemlerinin batarya depolama sistemlerine göre en önemli avantajı ve üstünlüğü yüksek kapasitelerde (500-1000 MW) kuruluyor olabilmesi, rezervuar kapasitesine göre 3-5 saat yedekleme yapma yeteneğine sahip olduğunu belirtmiştir.

Dünyada nükleer santrallerin yoğun olduğu Japonya, Çin, ABD, Fransa gibi ülkelerde pompa modunda minimum üretim şartlarında ilave tüketim oluşturması nedeniyle PHES'lerin kullanıldığından bahsetmiştir. Ülkemizdeki 2016-2017 yıllarında minimum düzeydeki puantlarımızın 18.000-19.000 MW mertebesinde olduğunu, ilave tüketim oluşturması nedeniyle PHES'lerin kurulması gerektiğini vurgulamıştır.

Özel sektör için bu sistemlerin tesis edilebilmesi ve işletilebilmesi için bir takım ticari mekanizmaların geliştirilmesi durumunda, özel sektör temsilcilerimizin bu tip projelere yatırım yapabileceğine inandığını belirtmiştir.

## **YEGM Koordinatörü Sayın Mustafa GÜNİNDİ:**

2023 yılı Türkiye elektrik kurulu gücünün 120.000 MW, yıllık elektrik üretiminin ise 424.000 GWh olmasının hedeflendiğini, bu hedeflere ulaşırken de yerli ve milli kaynakların azami ölçüde kullanılmasını amaçladıklarını açıklamıştır.

Bu hedeflere ulaşıldığında, 2017-2023 yılları arasındaki kurulu güçler dikkate alındığında, yenilenebilir enerji kaynaklarının (hidrolik, rüzgar, güneş vb.) hızlı bir artış trendinde olduğunu vurgulamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının hızlı bir şekilde artmasının aynı zamanda depolama ihtiyacının artması anlamına geldiğini belirtmiştir.

“Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santral (PHES); Biri alt diğeri üst hazne olmak üzere en az iki hazneden oluşan, sistemde arz-talep dengesinin sağlanması amacıyla elektrik talebinin düşük olduğu zaman diliminde suyun üst hazneye pompalanarak hidrolik güç olarak biriktirildiği, elektrik talebinin yüksek olduğu zaman diliminde yük yönetimine destek olan, iletim sisteminin yönetilmesinde ihtiyaç duyulan yan hizmetlere katkı vermek üzere önceliklendirilmiş belirlenen kapasitedeki tesislerdir.” şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanımın paydaş kamu kurumları ile birlikte kararlaştırıldığını belirtmiştir.

PHES’in ana bileşenlerinin; alt rezervuar, üst rezervuar, santral binası, elektro-mekanik tesisat ve elektrik iletim şebekesi kısımlarından oluştuğunu ifade etmiştir. PHES’in amacının üretimin tüketimden fazla olduğu bir zaman diliminde alt rezervuardaki suyun üst rezervuara depolanması, ihtiyaç olduğu zaman da üst rezervuarda depolanan suyun elektrik enerjisine dönüştürmesi olduğunu belirtmiştir.

PHES’lerin Projelendirilmesinde;

- Jeolojik koşullarının uygun olması,
- Su kotları arasındaki yükseklik farkının olabildiğince fazla olması,
- İletim yapılarının olabildiğince kısa olması,
- Rezervuar sahasında minimum kazı ve sedde gereksiniminin az olması,
- Sahanın trafo merkezleri ve iletim hatları açısından uygun olması,
- Sosyo-ekonomik ve çevresel faktörlerin uygun olması,
- Rezervuarlardan birinin veya ikisinin mevcut olması,
- Rezervuar inşası için topoğrafya şartlarının uygun olması,

gerektiğini paylaşmıştır.

PHES’lerin;

- Arz güvenliğinde,
- Yan hizmetlerde,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla işletmeye alınmasında,
- Enerji Piyasası fiyatlarının dengelenmesi konularında,

kolaylıklar sağlanacağını dile getirmiştir.

PHES'in 24 saat çalışması durumunda;

Gece 00:00- 07:00 saatleri arasında, öğle ve mevsimine bağlı olarak (havanın aydınlık olduğu) akşam saatlerinde, üretimin fazla tüketimin az olduğu dönemde pompa modunda ve diğer zamanlarda üretim modunda çalıştırıldığını belirtmiştir.

Günlük yük eğrisinde ise;

00:00-07:00 saatleri arasında tüketimin min. olduğu ve üretimin fazla olduğu dönemde pompa modunda üst haznede su biriktirildiğini, gün içerisinde tüketimin fazla olduğu zaman dilimlerinde yukarıda depolanan suyun enerji üretiminde kullanıldığını belirtmiştir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü olarak PHES'ler için yapılan çalışmaları; 2008 yılından itibaren ön hazırlık ve fizibilite aşamasında toplam kurulu gücü 13.700 MW olan 18 adet santral noktası belirlendiğini, bu noktaların kurulu güçleri 200 MW ile 1600 MW arasında değiştiğini ifade etmiştir. Ayrıca 2010 yılında pik güç talebin karşılanması için mülga EİE, TEİAŞ ve JICA ile çalışma başlatıldığını, bu çalışma 2008 yılında yapılan çalışmalar ile birleştirilerek genel bir değerlendirme yapıldığını belirtmiştir.

Mülga EİE döneminde JICA ile yapılan çalışmalar sonucunda toplam 38 sahadan 24 tanesinin önerildiğini açıklamıştır. Bu noktaların elenmesinde çevresel etkiler, yerleşim yerlerine yakınlığı, jeolojik durumlar vb kriterler baz alarak bir puanlama sisteminin yapıldığı ve bu kriterlere göre eleme yapıldığını belirtmiştir. Toplam 28 saha önerisinin; saha ziyaretleri ve yerinde yapılan incelemeler sonucunda 10 sahaya düştüğünü bu sahalardan da 3 tanesinin ön plana çıktığını vurgulamıştır.

Bu sahaların;

- Gökçekaya PHES
- Altınkaya PHES
- Karacaören PHES

olduğunu belirtmiştir. Bu santrallerin seçiminde enerji tüketimi ve iletiminin ön planda tutulduğunu vurgulamıştır.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün koordinatörlüğünde kamu kuruluşlarının paydaşlığında PHES Yol Haritası çalışmaları başlatıldığını, Çalıştayın bu çalışmalar sonucunda oluştuğunu belirtmiştir. Avrupa ülkelerinde toplam kurulu gücün 218.000 MW olduğu bunun 51.000 MW'ının yani 1/4'ünü PHES'lerin oluşturduğunu belirtmiştir. IRENA'nın raporuna göre Dünyada 176 GW'lık enerji depolama tesislerinin 169 GW'lık kısmının PHES'lerden oluştuğundan bahsetmiştir.

PHES'lerin Avantaj ve Dezavantajlarının;

- PHES'lerin ani ihtiyaç halinde, 3-5 dakika içinde yüzde yüz kapasiteyle generatör işletmesine geçme imkanı olduğunu,
- İşletmeye önemli bir esneklik kazandıran bu geçiş fonksiyonunun düşük frekans durumlarında otomatik olarak da gerçekleştirdiğini,
- Hızlı yük alma ve yük atma yetenekleri nedeniyle barajlı HES'ler ve PHES tesisleri sekonder frekans kontrolünde en önemli kaynak olduğunu,

- Özellikle hızı ayarlanabilir tip PHES'ler hem generatör hem de pompa modunda frekans regülasyonunu konvansiyonel HES'lere göre daha geniş aralıklarda yapabildiğini,
- PHES'lerin uzun inşaat süreleri, pompalama maliyetleri, yatırım maliyetinin yüksekliği, yatırım ve işletme modelinin seçimi, fiyatlandırma belirsizliği ilk aşamada göze çarpan dezavantajlar olduğunu,

ifade etmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda oluşturulan ve öne çıkan PHES noktalarının;

- Gökçekaya PHES: Enerji tüketim noktalarına yakın olduğu ve enerji hatları için köprü vazifesinde olduğunu,
- Oymapınar PHES: 2023 yılında devreye girecek nükleer santrale yakın olduğunu,
- Karacaören-2 PHES: İklimlendirme ve yaz dönemlerinde enerji tüketimin fazla olduğu yerlere yakın olduğunu,
- Bayramhacılı-Yamula PHES: Doğuda üretilen elektrik enerjisinin tüketim noktalarına geçişinde denge noktası olduğunu,
- Altinkaya PHES: İkinci nükleer santrale yakın olduğunu,

belirtmiştir.

PHES Yol Haritası Raporunda yer alan İş Modellerinin;

Kamu Marifetiyle:

TEİAŞ tarafından detay teknik ve işletme kriterlerinin belirlenmesi,  
Yan hizmetler kapsamında gerekli çalışmalar yapılarak kapasite kiralama modeli,  
DSİ tarafından yatırımın gerçekleştirilmesi ve EÜAŞ tarafından işletilmesi,

Özel Sektör Eliyle:

TEİAŞ tarafından detay teknik ve işletme kriterlerine ilaveten yarışma dokümanlarını hazırlayıp hizmet satın alınması,  
Alım önceliklerinin/tarifelerin belirlenerek alım garantili yap- işlet- devret modeli yarışma,  
Özel Sektörün kendi dinamiği içinde yapması,

hususlarını değerlendirilerek, en kısa zamanda PHES'in yapılması gerektiğini dile getirmiştir.

## **EÜAŞ Genel Müdürü Sayın Nevzat ŞATIROĞLU:**

Kurulu güç olarak 16 yılda 30.000 MW'lardan 85.000 MW'lara gelen ülkemizin önümüzdeki yıllarda da yoğun bir şekilde yenilenebilir enerji kaynaklardan (1.000 MW Rüzgar ve Güneş YEKA çalışmaları), 2023'te ilk ünitesi devreye girecek olan nükleer santralden ve EÜAŞ tarafından yürütülen yerli kömür hamlesi kapsamında yoğun bir şekilde yerli kömür (termik) santrallerin inşaatının yapılacağından dolayı sistem operatörü TEİAŞ'ın sistemi yönetmesinin zor olduğunu belirtmiştir.

## **TEİAŞ Yük Tevzi Daire Sayın Başkanı Zafer KAMILOĞLU:**

TEİAŞ Sistem operatörü olarak 2017 sonu verileri ile 85.200 MW'lık kurulu gücü, 47.660 MW maksimum puantı ve 18.336 MW'lık minimum puantlık sistemi yönettiklerini belirtmiştir. 2017 sistem işletmeciliği açısından iyi bir yıl olduğuna söyleyerek, 47.600 MW'lara ulaşan puant ile 18.336 MW'lık minimum yük şartlarındaki bir sistemin işletilmesinin zor olduğunu ifade etmiştir. Gerekli tedbirlerin alınmış olunmasına rağmen önümüzdeki yıllarda minimum yük şartlarında sistem işletmeciliğinin daha da zor olacağından bahsetmiştir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artışlar göz önünde bulundurarak, geç kalınması durumunda sistem kısıtları açısından zorluklar yaşanabileceğini açıklamıştır. Yenilenebilir enerjinin artış hızına karşı alınabilecek 2 proje olduğunu, bunlardan ilkinin batarya depolama sistemleri, ikincisinin ise PHES sistemleri olduğunu belirtmiştir.

PHES'lerin yapımının hemen başlanması halinde minimum 6-8 yıl süreceğinden bahsetmiştir. 2025 yılında minimum yük şartlarında, bahar minimum senaryosunda kurulu güç olarak yenilenebilir enerji kaynaklarında 26.750 MW'lık üretim bulunduğunu belirtmiştir. Sistem işletmecisi olarak bir takım gereksinimlerin olduğunu ifade etmiştir.

2025 yılında gerekli yük frekans kontrolü, gerilim regülasyonun sağlanması için sistemde minimum 5.000 MW'lık üretime daha ihtiyacın var olduğundan bahsetmiştir. Toplamda 31.700 MW'lık bir üretimin minimum yük şartlarında 2025 yılı için sistemde bulunması gerektiğini belirtmiştir. 2025 yılında minimum yük şartlarında puantın 26.000-30.000 MW arasında değişeceğini ifade etmiştir. Bu saatlerde 1.000-4.500 MW arasında fazla üretim bulunacağı tahmin edildiğinden, bu fazla üretimi sistemden devre dışı bırakabilmek için ya HES'lerdeki suyun boşa atılacağı ya da RES'lerin durdurulması gerektiğini belirtmiştir. Bunları yapmak yerine sisteme PHES gibi ilave tüketim konulması gerektiğini vurgulamıştır. Bugün itibariyle PHES sistemleri konusunda çok hızlı bir karar alınıp 2025'te sistemde bu anlamda bir tüketim oluşturulması gerektiğini bildirmiştir. Sistem işletmecisi olarak 2000'li yıllarda mart nisan mayıs ayı denilen feyez (suların yoğun olduğu) dönemlerinde gece saatlerinde bazı santrallerin çalışmadığını belirtmiştir. PHES gibi depolama sistemlerinin devreye alınmaması durumunda sorun yaşanabileceğini vurgulamıştır.

PHES sistemlerin sistem işletmecisi TEİAŞ olarak yer seçiminin önemli olduğunu, sistemde bir üretim darboğazı oluşturacak, gerilim regülasyonuna katkı sağlayacak ve mevcut imkânlarda, öncelik Gökçekaya PHES olmak üzere Altınkaya PHES, Yamula PHES, Bayramhacılı PHES, Oymapınar PHES, Karacaören-2 PHES olarak projelere yoğunlaşmak gerektiğini belirtmiştir.

Dünyada yenilenebilir enerjinin artan bir trendde olduğunu ve sistem işletmecisi olarak sadece TEİAŞ'ın sorunu olmadığına değinmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sistem işletmecisinin zorlandığı yerleri;

- Baz yük termik santrallerin üretimdeki payının artışı
- Orta ve uzun dönem senaryolarındaki nükleer santrallerin sisteme entegre olmasıyla baz yük termik santrallerin daha da artması
- Yenilenebilir Enerji Kaynaklar kapasitesinin YEKDEM mekanizmasıyla hızlı artışı
- Avrupa ile senkron bağlantı hatlarının 3 adet ile sınırlı olması nedeniyle ihracat kapasitesinin düşük olması
- Minimum yük koşullarında Dengeleme Güç Piyasasındaki(DGP) Yük Atma(YAT) yönünde tersiyer yedek kapasitesinin gittikçe düşmesi
- Sistemdeki verimi düşük Doğalgaz santrallerinin sistemden çıkmasıyla kurak dönemlerde esnek yük tersiyer kapasitesi

olarak açıklamıştır.

Dünya örneklerinde PHES'ler ile ilgili olarak, baz yüklerin artması ile beraber PHES'lerin paralel ilerlediğini, nükleer santrallerde olduğu gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme dahil olması halinde PHES'lerin de sisteme dahil olması gerektiğini vurgulamıştır.

Sistem işletmecisi açısından yenilenebilir enerji kaynakları:

- Kesintili değişken üretim yapıları,
- Üretim tahmin edilebilirliğinin zor olması,
- İletim Sistemi için de ataletin olmaması,
- Değişken talebi karşılayamaması,

gibi sebeplerden dolayı sistem işletmecileri, kesintili üretime ve yük dengelemesine yardımcı olacak büyük çaplı yeni teknoloji içeren elektrik depolama sistemlerine ihtiyaç duymakta olduklarını ifade etmiştir.

PHES'lerin Sistem İşletmecisi Açısından Faydalarının;

- Talebin yoğun olmadığı zamanlarda alt rezervuardan üst rezervuara su pompalayıp, talebin yoğun olduğu dönemlerde elektrik üreterek sistem işletiminde her iki yönlü fayda sağladığını,
- Yan hizmetler kapsamında yükü takip ederek Primer ve Sekonder Frekans Hizmeti sunabilmeleri, black-start ve hem generatör hem de pompa modunda senkron kompensatör özelliğine haiz olduklarını,
- Sıfırdan çok hızlı devreye girebilme özelliğinden dolayı (<5dk) sıcak yedek olarak talebin ani artış/düşüş zamanlarında tersiyer yedek olarak kullanılabilirliğini,
- Özellikle minimum yük koşullarında sistemde çoğu hidrolik santrallerin program gereği stop edildiği dönemde her iki çalışma modunda (AVR-PSVR) voltaj kontrolüne ve geceleri sistem kararlılığının sağlanmasına yardımcı olduğunu,
- Konvansiyonel tip hidrolik santrallere göre kavitasyon sınırları daha düşük olduğundan sistem işletmecisinin PHES'lerin daha geniş aralıklarda kullanabildiğini,
- Elektrik fiyatlarının pik noktalarında üretim yaparak fiyatların daha yükselmesini engellediğini,
- Değişken ve kesintili üretim kaynakları olan rüzgar ve güneş santrallerinin tahmin sapmalarında elektrik üretiminin daha stabil olmasına yardımcı olması ve üretim tüketim dengesini sağladığını,

- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının şebekeye maksimum kapasitede entegre edilerek sistemin kararlı şiletilebilir olmasını sağladığı,

hususlarını belirtmiştir.

Bu değerlendirmelerin sonucu olarak;

- Sistem İşletmecisi, PHES gibi teknoloji gelişimi gösteren büyük güçlü dengeleme birimlerine ihtiyaç duyulduğunu,
- Nükleer, büyük güçlü baz yük termik santraller ve yenilenebilir enerji kaynaklarla birlikte PHES'lerin de planlanmaya dahil edilmesi gerektiğini,
- PHES'lerin yapım süreleri kurulu güç ve tipine göre değişkenlik göstermekle beraber minimum 8 yıl olması nedeniyle en kısa sürede projelerin hayata geçirilmesi gerektiğini,

vurgulamıştır.

## **EÜAŞ Genel Müdürü Sayın Nevzat ŞATIROĞLU:**

Çalıştayda özel sektör temsilcilerinin olduğunu ve PHES için yatırım yapılabilecek ortamın sağlanıp, fizibl olması durumunda özel sektörün PHES kurulumu için çalışacağını belirtmiştir.

## **EPDK Grup Başkanı Sayın Deniz DAŞTAN:**

Daha önceki konuşmacıların ağırlıklı olarak PHES'in teknik yönünden bahsettiklerini, kendisinin ise PHES'in mevzuat yönüne değineceğini ifade etmiştir. PHES'ler hayata geçtiğinde mevzuatta ne gibi değişikliklerin yapılması gerektiğini açıklamıştır.

Sunumunda;

- Kanun düzeyinde gerekli değişiklikleri,
- İkincil mevzuatta gerekli değişiklikleri
- Yan hizmetler ve dengeleme birimi olmasını,
- AB Mevzuatında PHES'lerden

bahsedeceğini belirtmiştir.

Kapsam sorunu yaşamamak için PHES'in mevzuatsal olarak neyi ifade ettiğinin belirtilmesi gerektiğini vurgulamıştır. 5346 sayılı kanuna PHES'ler ile ilgili genel bir ekleme yapılarak, kapsamının idareye bırakılması ve ihtiyaçlara göre bu kapsamın değiştirilmesi gerektiğini açıklamıştır. 5346 sayılı kanununun 3. Maddesinde yer alan tanımlar kısmının sonuna 18. bent olarak tanım eklenebileceğini ve içeriğinin ihtiyaçlara göre değiştirilebileceğini belirtmiştir.

Mevzuat anlamında yatırımcıların en çok merak ettiği konuların başında PHES'lerin desteklenip desteklenmeyeceği olduğunu dile getirmiştir. Bunu belirlemek için yeni PHES'lerden mi? Dönüşüm PHES'lerden mi? bahsedildiğinin belirlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu durumların her ikisinde de farklı yaklaşımlar olacağını vurgulamıştır.

Yeni PHES'lerin desteklenmeli mi? Desteklenir ise nasıl destekleneceği konusunda 4 alternatif olduğunu ve bu alternatiflerin;

- YEKDEM kapsamında; PHES'lerin yenilenebilir enerji kaynağı olup olmadığının belirlenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Mevzuata bakıldığında, 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda bütün HES'lerin yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edildiğini belirtmiştir. Avrupa'da farklı uygulamaların olduğunu, Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliğinde PHES'lerin yenilenebilir enerji kaynağı olduğunu ifade etmiştir. Ancak AB'de 2009'a 28 sayılı yenilenebilir enerji direktifinin giriş kısmında PHES'lerin yenilenebilir olmadığını, 5. maddesinin 3. fıkrasında yenilenebilir enerji hesaplamalarında PHES'lerin dikkate alınmaması gerektiğini ve son kısımda yenilenebilir hesaplamalarına ilişkin metodolojide PHES'lerin yenilenebilir enerji kaynağı olmadığını,
- YEKA benzeri destekleme yöntemi; YEKA'lar için Elektrik Piyasası kanununun 5. maddesi 12. ve 14. fıkralarına eklemeler yapılabileceğini,
- Maliyet kısıntıları; PHES'ler için alım garantisi vermek yerine AB uygulamalarındaki örneklerine bakarak sistem kullanım bedeli vb. bedellerin alınmamasını,

- PHES'lerin desteklenmemesi gerektiğinin de düşünelebileceğini, belirtmiştir.

PHES'ler YEK kanunu kapsamında desteklenmesi halinde, 5346 sayılı kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynakları alım garantisini belirleyen tanımda değişiklik olması gerektiğini vurgulamıştır. Mevcut tanımda Kanal tipi veya Nehir tipi ya da rezervuarlı olarak öngörülürken PHES'lerin rezervuarlı olup olmadığının netleşmesi gerektiğini belirtmiştir. YEKA benzeri bir destekleme öngörüldüğünde YEKDEM kısmından vazgeçilerek, süresi, üst sınırı ve benzeri belirlemeleri yaparak çözüme kavuşacağını belirtmiştir.

Avrupa Birliği ülkelerinin hali hazırdaki uygulama yöntemlerinde alım garantisinin verilmediğini fakat yatırımı kolaylaştıran veya fizibilite de yüzde %20-25'e varan muafiyetlere gittiklerini, bu mekanizmanın kullanılması durumunda sistem kullanım bedelinde muafiyet getirilebileceğini, havza bedelinin alınmayabileceğini, DSİ tarafından alınan bir kısım bedellerin alınmayabileceğini, yıllık lisans bedeli konusunda muafiyet getirilebileceğini söylemiştir.

Kanun düzeyindeki değişiklik ihtiyaçlarını nerelerden doğabileceğinden bahsettiklerini, ikincil mevzuatta ne gibi değişikliklere ihtiyaç olduğunu ise belirteceğini ifade etmiştir. Yeni PHES'ler açısından lisans yönetmeliğinde birkaç değişikliğe ihtiyaç olduğunu ve uygulamaya yönelik kurul kararlarından 4 tanesinde değişikliğe gerek olduğunu, yeni PHES'ler açısından ikincil mevzuat için çok kapsamlı bir değişikliğe ihtiyaç olmadığını belirtmiştir. Dönüşüm PHES'ler açısından kurulu güç sınırlaması olduğunu ve bu sınırlamanın da en az 100 MW olması gerektiğini dile getirmiştir. Dönüşüm PHES'lerin desteklenip desteklenmemesi konusunun netleştirilmesi gerektiğini, dönüşüm PHES'ler için alım garantisinden önce bahsedilen muafiyetlerin getirilebileceğini ifade etmiştir. Bu kapsamda kaskat projelerin PHES'e dönüştürüleceğini, mevcut rezervuarlara ek yatırımların yapılarak dönüşümün gerçekleştirilebileceğini bu tür dönüşüm PHES'lerde mevcut lisansların ne olacağını belirlenmesi gerektiğinden bahsetmiştir. Kaskat projelerde alt ve üst rezervuarlar için şirket birleşmelerinin olabileceğini, dönüşüm PHES'ler için ikincil mevzuat çalışmasının daha yoğun olacağını açıklamıştır.

Hali hazırda yapılmakta olan tesislerin PHES'e dönüşmesi koşulunda bu tesislerin yeni PHES mi? yoksa dönüşüm PHES mi? olup olmadığı konusunun da netleştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. YEKDEM'den yaralanan HES'lerin PHES'e dönmesi koşulunda YEKDEM'den yararlanıp yararlanmayacağı, kalan sürelerinin kanun düzeyinde netleştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. PHES'lerin hem üretim hem tüketim noktası olmasından dolayı tarife usul ve esaslarda da bir değişikliğin yapılması gerektiğini vurgulamıştır.

Yan hizmetler ve dengeleme birimi olması anlamında PHES'lere büyük ihtiyacın olduğunu, mevzuatın PHES'lere enerji depolama tesisi olarak kabul ettiğini söylemiştir. Yan Hizmetler Yönetmeliğine bakıldığında 4. Maddenin tanımlar kısmında, enerji depolama tesisleri içerisinde elektrik enerjisini hidrolik enerji depolama yöntemi ile sistem içerisine sokan ya da bu kapsamda sistemden enerji çeken tesislerde, enerji depolama tesisi sayıldığını belirtmiştir.

Yan hizmetlere ilişkin 11. maddede normal lisanslı projeler bakımından; Primer-Sekonder frekans kontrolü için 50 MW olması gerekir iken, enerji depolama tesislerinde kurulu güç sınırlaması olmadığını vurgulamıştır. Bu yüzden PHES'lerin Primer frekans kontrolü ve sekonder frekans kontrolü, sistem toparlanması içerisinde yer alabileceğini, aynı şekilde dengeleme birimi olarak 10 MW sınırı var iken enerji depolama tesislerinde de bu sınırın olmadığını ifade etmiştir.

AB mevzuatında

- AB mevzuatın PHES'ler için ayrıca bir düzenleme olmadığını, düzenlemeler ulusal ölçekte olduğunu,
- PHES'lerin yenilenebilir kabul edilmediğini,
- Alım garantisinin olmadığını, sistem kullanım bedelinden muafiyet gibi desteklemelerin olduğunu,
- 4. Pakette ayrıntılı düzenleme beklendiğinden,

bahsetmiştir.

2018 yılı PHES'ler bakımından önemli bir yıl olacağını, tanımını, kamunun mu? özel sektörün mü? yapacağı, yan hizmetler kapsamındaki durumu, yenilenebilir enerji olup olmadığını, alım garantisinin verilip verilmeyeceğini, yeni PHES'ler ile dönüşüm PHES'ler için hukuki süreçlerini, AB Mevzuatını, ikincil mevzuatı, şirket birleşmeleri gibi durumların 2018 yılı içerisinde açıklığa kavuşturulacağını açıklamıştır.

## **EÜAŞ Genel Müdürü Sayın Nevzat ŞATIROĞLU:**

Ülkemiz 2000'li yıllarda 30.000 MW'lardan 85.000 MW'lara gelmesinde özel sektörün 51.000 MW'lık yatırımı marifetiyle sağlandığını söylemiştir. EÜAŞ'ın 10.000 MW'lık kurulu gücündeki bazı termik santraller ile hidroelektrik santrallerinde özel sektöre satıldığından dolayı, büyük ölçekli çalışmaların özel sektör marifetiyle yapılabileceğini ifade etmiştir.

## **DSİ Hidroelektrik Enerji Daire Başkanı Sayın Lütfi EYÜBOĞLU:**

Hidroelektrik enerji potansiyelinin gelişim durumu ile alakalı olarak toplamda işletmede olan tesislerin sayısı 620 adet olup 27.311 MW kurulu güce ve 95.000 GWh/yıl enerji üretiminde ulaşılmış olduğunu, bu değerlerin toplam potansiyelimizi %52.9'unu gösterdiğini vurgulamıştır. Daha yapılacak olan yaklaşık %47'lik HES potansiyelinin %8,7'i inşaat aşamasında, %16,6 etüt proje aşamasında olduğunu belirtmiştir. 2023 hedeflerinde ise üretim potansiyelinin %87.8'ine ulaşacağımızı, toplam enerji üretim potansiyelinin 180.000 GWh/yıl olacağını ifade etmiştir.

Kaynaklara göre ülkemizin kurulu güç kapasitesi 85.000 MW olduğunu, bu payda hidrolik payının 27.311 MW, toplam enerji üretim miktarı olan 293 GWh/yıl'ın hidrolik olarak payının 58.141 GWh/yıl, enerji üretim kapasitenin yaklaşık 95.000 GWh/yıl olmasına rağmen 2017 yılında yaklaşık 58.000 GWh/yıl olduğunu ifade etmiştir. Kaynaklara göre kurulu güç kapasitemiz ve enerji üretimine bakıldığında barajlı santrallerin yılda 3000-3500 saat çalıştığını, kanal tipi ya da nehir tipi santrallerin 3500-4000 saat çalıştığını, jeotermal santrallerin, termik santrallerin tam kapasite çalıştığından bahsetmiştir. PHES'in gerekliliği bu durumdan kaynaklandığını belirtmiştir.

PHES'ler alt ve üst rezervuarlardan oluştuğunu; güç talebinin az olduğu zamanlarda, suyu yüksek rezervuara terfi etmek, bu hidrolik potansiyelden ise puant zamanlarında enerji üretmek maksadıyla tesis edildiğini ifade etmiştir. Ayrıca PHES'ler, üretimi durdurulamayan santraller sebebiyle (nükleer, termik) ya da tüketim ihtiyacının azaldığı veya puant olmayan saatlerde RES'lerden elde edilen enerjinin kullanılamaması gibi nedenlerle, açığa çıkan fazla enerjiyi tüketerek suyun üst rezervuara terfi edilmesini, orada hidrolik potansiyel olarak depolanmasını ve puant zamanlarda da enerji üretilmesini sağlamak maksadıyla tesis edildiğini belirtmiştir.

PHES'lerde tüketilen enerji üretilen enerjiden fazla olduğunu; belli bir miktar suyun santrallerde kullanılmasında tüketilen enerjinin, üretilen enerjiye oranı %60 - %70 mertebelerinde olduğunu, bu tesislerin rantabl olabilmesi için ilgili kurumlarca fiyat ayarlamalarının yapılması gerektiğini vurgulamıştır. PHES'ler arz-talep dengesini sağlayarak elektrik piyasasını dengelediğini ifade etmiştir. Termik Santrallerin artması, nükleer santrallerin yakın gelecekte devreye girecek olması, lisanssız üretimin artması, nehir ve kanal tipi HES'lerin peyderpey devreye alınması gibi sebepler ile sistemdeki baz yük miktarının arttığını, sistemde dengesizlikler yaşandığını ve dolayısıyla sistemin işletilmesinin zorlaştığını paylaşmıştır.

Kaynaklarına göre kurulu güç karşılaştırması yapıldığında Amerika, Japonya, Almanya, İspanya'nın PHES'e sahip olduğunu, ülkemizin yaklaşık kurulu gücü 85.000 MW olduğundan İspanya'nın yakın değer olduğunu ve İspanyanın yaklaşık 5000 MW PHES'e sahip olduğunu belirtmiştir. 2025 yılı projeksiyonunda 2.400 MW'lık nükleer santralin devreye girmesi ile sistem işletmeciliğinin zor olacağını vurgulamıştır. ABD'de 22.845 MW, Japonya'da 27.349 MW, Almanya'da 6.810 MW ve İspanya'da 5.142 MW PHES olmasına rağmen Türkiye'de hala PHES'in olmadığından bahsetmiştir. Mevcut duruma göre kurulu güç karşılaştırılmasında Ülkemizin İtalya ile benzerlik gösterdiğini ifade etmiştir. İtalya'da nükleer santral olmadığı halde PHES'in olduğuna değinmiştir. Türkiye'nin 2025 vizyonunda da İtalya ile benzerlik gösterdiğini

ifade etmiştir. Ülkemiz için 70.300 MW'lık yenilenebilir enerji kaynaklarına karşılık İtalya'nın 55.559 MW olduğunu, ülkemizin 65.400 MW'lık termik santrallerine karşılık İtalya'nın 67.483 MW'lık termik santral kurulu gücü olduğunu belirtmiştir. Ayrıca İtalya'da sistem dengesini sağlamak için 5.142 MW'lık PHES'in olduğunu ifade etmiştir.

TEİAŞ Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan "10 Yıllık Talep Tahmin Raporu (2017-2026)" kapsamında iletim sistemine doğrudan bağlı tüketicilere ait talep tahminleri ve dağıtım şirketlerinden gelen tahmin sonuçları birleştirilerek 2016-2026 yılları arasında 10 yıl için brüt elektrik tüketiminin tahmin edildiğini vurgulamıştır.

2017-2025 yılları arasında düşük, baz ve yüksek olmak üzere 3 farklı senaryoda puant tahmini yapıldığını, çalışmaya göre 2025'te yüksek senaryoda 64.592 MW, baz senaryoda 59.825 MW ve minimum senaryoda 55.477 MW puant öngörüsü bulunduğunu belirtmiştir. Minimum yükün puanta oranının %45-50 olarak gerçekleştiği durumda minimum yük 26.500 – 30.000 MW arasında tahmin edildiğini ifade etmiştir. Bu durumda devreden çıkarılabilecek kurulu güçler belirlenmiş ve minimum tutulan üretimin 31.750 MW'ta çıktığını ifade etmiştir. Bu durumda RES'ler 15.000 MW seviyelerinden 5.000 MW seviyelerine, GES'ler 9.000 MW seviyelerinden 1.000.MW seviyelerine, barajlı HES'ler 25.000 MW seviyelerinden 7.000.MW seviyelerine, nehir tipi santrallerin 12.000 MW seviyelerinden 9.000 MW seviyelerine, yerli kömür santrallerinin 15.000 MW seviyelerinden 1.000 MW seviyelerine, doğalgaz santralleri 27.000 MW seviyelerinden 3.000MW seviyelerine, ithal kömür santrallerinin 20.000 MW seviyelerinden 2.000 MW seviyelerine düşürülmesine rağmen maksimum tüketim tahmini 30.000 MW iken minimum üretim tahmini 31.750 MW olduğunu belirtmiştir. 1.750 MW'lık tüketilmesi gereken fazla enerjiyi PHES'ler ile tüketilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Ekim 2017 kurulu güç değerleri üzerinden hesap yapıldığında 2017 yılı minimum üretimi 20.500 MW iken minimum tüketimin 20.882 MW olduğunu, bugün ki şartlarda sistemin minimum yüklenme saatlerinde tüketime ihtiyaç duymadığını görüldüğünü belirtmiştir. Türkiye elektrik sistemi için 2025 yılı talep projeksiyonlarına bakıldığında sistem puant yükünün öngörülen sistem kurulu gücü ile karşılanabileceği, ancak sistemin minimum yüklenme saatlerinde tüketime ihtiyaç duyulduğuna değinmiştir. Kaynak tiplerine göre 2025 yılı için öngörülen kurulu güç ve minimum modeli üretim miktarına göre; 2025 yılı minimum yük koşullarında 26.500 MW'lık tüketime karşılık 31.750 MW'lık üretim ve yaklaşık 750 MW iletim sistemi kaybı öngörüldüğünü söylemiştir. PHES Yol Haritası Raporunda, sistemin güvenli ve kararlı bir şekilde işletilebilmesi için 1.000 MW ile 4.500 MW arasında değişebilecek miktarda ilave tüketim ihtiyacı ortaya çıktığı ve bu tüketimin şu an için depolama sistemleri ile en ekonomik şekilde karşılanma yolunun PHES'ler olduğu belirtmiştir.

TEİAŞ Genel Müdürlüğü tarafından özellikle Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu'da bulunan kaskat tip barajlı santrallerin, PHES tasarımında değerlendirilebileceği ifade edilmektedir. Ayrıca daha önce mülga EİE Genel Müdürlüğü ve JICA tarafından yapılan fizibilite/ön fizibilite çalışmalarında yer alan projelerden aşağıda öncelik sırasına göre sıralanmalarının, yenilenebilir kurulu güç artışı ve nükleer projelerin devreye giriş yıllarına göre tesis edilmesinin uygun olabileceği dile getirmiştir.

Bunlar;

- 1) Gökçekeya PHES : 1.400 MW
- 2) Oymapınar PHES : 500 MW
- 3) Karacaören-2 PHES : 500 MW/1.000 MW
- 4) Bayramhacılı PHES veya Yamula PHES : 500 MW
- 5) Altinkaya PHES : 450 MW/1.800 MW

TEİAŞ tarafından hazırlanan Ekim 2017 PHES Raporu'nda 2025 yılı talep projeksiyonlarına göre;

- Sistem puant yükünün öngörülen sistem kurulu gücü ile karşılanabileceği,
- Sistem minimum yüklenme saatlerinde tüketime ihtiyaç duyulduğu,

ifade edilmiştir.

Bu gaye için, PHES'lerin özel sektör müracaatına açılması veya ticari manada yeni bir iş sektörü olarak gündeme alınması, henüz %53'ünü tamamladığımız HES projelerimizin kalan kısmının öngörülen sürelerde tamamlanamayacağı ve programlanan hedeflerin gerçekleştirilemeyeceğini belirtmiştir. Ancak PHES tesisleri, sistem güvenliği açısından kıymetlendirilip devlet eliyle kurulup, işletilmesi gerektiğini yada devlet-özel sektör işbirliğiyle gerçekleştirilen/gerçekleştirilecek kaskat (ardışık) depolamalı tesislere entegre edilerek ihtiyacın en ekonomik şekilde karşılanabileceğini belirtmiştir.

2025 yılında minimum yük şartlarında sistemden yük atmak için, Gökçekaya PHES gibi maliyeti çok yüksek (1.1 Milyar Dolar) olan bir projeyi tesis etme yerine, halihazır şartlarda aynı şirket uhdesinde bulunan kaskat (ardışık) depolamalı projelerin değerlendirilmesini teklif ettiklerini açıklamıştır.

Bu çözüm teklifi ile PHES ihtiyacının emniyetli ve ekonomik şartlarda çözümlenebileceğini, bu tesislerin alt rezervuarlarına entegre edilecek yüksek pompaj kapasitesine sahip pompa istasyonları ile suyun üst rezervuara terfi edilebileceği, bu yolla istenildiği zaman sistemden yük atılabileceğini ve gerekmesi halinde aynı anda mevcut santral tesisi de kullanılarak enerji üretilebileceğinin mümkün olabileceğini ifade etmiştir.

Devlet ve özel sektör işbirliği ile yapılmış Murat Nehri üzerindeki tek bir firmaya ait olan Yukarı Kaleköy, Aşağı Kaleköy, Beyhan-1 ve Beyhan-2 hidroelektrik santrallerinde kaskat sistemi uygulanabileceğinden bahsetmiştir. Bunun gibi farklı santrallerin olduğunu da belirtmiştir.

Minimum yük şartlarında sistemden yük atılması için aynı şirket uhdesinde bulunan mevcut kaskat (ardışık) depolamalı HES projelerinin değerlendirilmesi durumundaki avantajlarının;

- Arazi koşullarının el vermesi durumunda kaskat baraj rezervuarları arasına sadece pompa istasyonu ve cebri boru tasarlanıp imal edilerek tesis kısa sürede devreye alınabileceğini,
- Pahalı pompa-türbin ve elektro-mekanik ekipmanlarını kullanmak yerine ilk yatırım maliyeti düşük Yerli ve Milli pompalar ve cebri borular kullanılabileceğini,
- Pompa istasyonlarının, özel sektöre ait barajlar arasında yine özel sektör tarafından yapılacak olması, mali açıdan Devlete herhangi bir ek külfet getirmeyeceğini,
- Bu yaklaşım ile özel sektöre ivme kazandırılacağını,
- Baraj gölleri aynı şirket uhdesinde olduğu için projenin işletmesinden kaynaklı mevcut su hakları yönüyle de herhangi bir sorun yaşanmayacağını,

- Kullanılacak suyun kalitesi ve niteliği bozulmadan (tatlı – sodalı –tuzlu doğal göl suları birbirine karıştırılmadan) üretim/tüketim yapılabileceğinden çevresel ve ekolojik dengeler de korunmuş olacağını,
- TEİAŞ'ın ihtiyacını karşılamak için öncelikli olarak işletmede olan kaskat baraj rezervuarları arasında fizibilite çalışması yapılması gerektiğini,
- Mevcut kaskat projelerde, pompa istasyonu kurulması TEİAŞ'ın bölgesel ve kurulu güç ihtiyaçları gözetilerek TEİAŞ ile eş zamanlı yürütülmesi ve değerlendirilmesi gerektiğini,
- Planlama aşamasında olan kaskat barajlı HES tesislerinin fizibilite raporlarında PHES tasarımları da ele alınıp kıymetlendirilmesi gerektiğini,
- Özel sektörden gelecek pompa istasyonu kurma talebi ancak TEİAŞ tarafından uygunluk görüşü alındıktan sonra sonuçlandırılması gerektiğini,

ifade etmiştir.

Bu tesislerin rantabl olabilmesi için TEİAŞ tarafından yük atma talimatlarının bu tesisler için önceliklendirilmesi ve gerekli fiyat politikalarının oluşturulmasının gerekli olduğunu ifade etmiştir. Pompajlı HES'lere yönelik olarak yapılacak her türlü idari, mali ve teknik konular, Orman ve Su İşleri Bakanlığı uhdesinde kurulmuş olan Enerji İhtisas Çalışma Grubu'nda müzakere edilmesi gerektiğini, bu platformda PHES tesisleri ile alakalı olarak yapılacak çalışmaların DSİ Genel Müdürlüğü'nün koordinatörlüğünde başta TEİAŞ ve EÜAŞ olmak üzere ilgili bütün diğer Kurum ve Kuruluşların katılımları sağlanarak yürütülmesi gerektiğini belirtmiştir.

## **EPIAŞ Genel Müdür Danışmanı Sayın Nezir AY:**

PHES temel olarak pompaj tüketimleri sayesinde, enerji talebinin düşük olduğu saatlere yükün kaydırılmasını sağlayıp su depolamakla birlikte enerji talebinin pik yaptığı saatlerde rezervuarına biriktirdiği suyu kullanarak sistem dengesine katkı sağlamayı hedefleyen çalışma prensiplerine sahip sistemler olduğundan bahsetmiştir.

Teknik olarak puanta katkı sağlamayı hedefleyen PHES'lerin bu işlemi gerçekleştirirken, ilk yatırım maliyetleri, pompaj tüketim maliyetleri, üretim maliyetleri, bakım onarım maliyetleri ile sabit işletme maliyetlerini göz önünde bulundurarak maksimum karlılıkla elektrik piyasalarında işlem yaparak zarar etmemesi önem arz ettiğini ifade etmiştir.

Türkiye elektrik piyasası referans fiyatının (Piyasa Takas Fiyatı-PTF) belirlendiği Gün Öncesi Piyasasında (GÖP), talebin ve fiyatların düşük olduğu günün ilk saatlerinde sistemden alış yapılarak pompaj tüketimde kullanılması ve pompalama sonucu biriktirilen suyun enerjiye dönüştürülerek talebin ve fiyatların yüksek olduğu puant saatlerde üretim yapılması beklendiğini belirtmiştir. 2012, 2013, 2015 ve 2016 yıllarında gece-gündüz-puant saatleri arasında ortalama PTF farkı daha fazla olduğunu belirtmiştir.

2017 yılındaki gece-gündüz-puant zaman dilimleri arasındaki fiyat farkının azalması;

- 1 Haziran 2016 tarihinde devreye alınan yerli gün öncesi yazılımı ile toplam faydanın maksimize edilmesi,
- Değişen YEKDEM ile yenilebilir üretim tesislerinin piyasa koşullarına uygun davranması,

gibi sebeplerden kaynaklandığını açıklamıştır.

2012-2017 yılları arasında Saatlik PTF fiyatlarına bakıldığında;

- 02:00-06:00 saatleri arasında 2014 yılında 129,04 TL/MWh ile en yüksek değeri gören PTF ortalaması 2016 yılına kadar kademeli olarak azalarak 84,46 TL/MWh olduğunu,
- 09:00-16:00 saatleri arasında ortalama PTF incelendiğinde ise 2012 ile 2013 yılları arasında PTF ortalamasının benzer bir çizgide seyrettiğini,
- 2015 yılında 165,65 TL/MWh ile son 6 yılın en düşük seviyesini görürken, 2017 yılında 189,26 TL/MWh ile son 6 yılın en yüksek seviyesini gördüğünü,
- Talebin en az ve en fazla olduğu saatler arasındaki ortalama PTF farklarına bakıldığında ise 2014 yılında 55,95 TL/MWh ile en düşük seviyede iken 2013 yılında 70,14 TL/MWh, 2016 yılında 89,67 TL/MWh olarak en yüksek seviyeye ulaştığını,

belirtmiştir.

2017 yılında talebe en az ihtiyaç duyulduğu 02:00 – 06:00 saatleri arasında PTF ortalaması 126,04 TL/MWh, tüketim 25.904 MWh olarak gerçekleştiğini, aynı dönemde üretime en fazla ihtiyaç duyulduğu ve PTF ortalamasının en yüksek çıktığı 09:00-16:00 saatleri arasında PTF ortalaması 189,29 TL/MWh, tüketim 34.675 MWh olarak gerçekleştiğini belirtmiştir.

PHES'ler GÖP'te sistem dengesine en fazla katkıyı sağlama adına talebin en az ve PTF'nin en düşük olduğu sabah saatlerinde sistemden alış, talebin en fazla ve PTF'nin en yüksek çıktığı puant saatleri arasında sisteme satış yapabileceklerini ifade etmiştir.

Bunun dışında PTF farklarından kaynaklı kar marjı bulunan diğer saatlerde de ticari olarak işlem yapabileceklerini, işlem yapılabilecek diğer saat aralıkları ise gece-gündüz geçişleri arasında

sistemden ucuza alış yapıp, gündüz-puant geçişleri arasında sisteme satış yapılarak kar elde edilebileceklerinden bahsetmiştir.

GÖP'te PHES'ler saatlik, blok ve esnek teklif tiplerini üretim planlamalarına uygun olarak;

Saatlik Teklif;

- İhtiyaç duyulan saatlerde pompaj tüketimi için PTF'den bağımsız enerji alınıp, biriktirilen suyu enerjiye çevirip planlanan saatlerde PTF'den bağımsız veya fiyat teklifi ile satış yapabileceklerini,
- Termik santrallerin kalkış ve duruş saatlerinde oluşturacakları sistem dengesizliklerinin GÖP'te giderilmesi doğrultusunda saatlik alış/satış yapabileceklerini,

Blok Teklif;

- Sabit miktarlı ve sabit fiyatlı minimum 3 saat olarak sunulabilen ya tamamen kabul ya da tamamen reddedilen teklif tipi olduğunu,
- Gece saatlerinde pompaj tüketimi için blok olarak enerji alınıp, puant saatlerinde biriktirilen suyla enerji üretilerek blok teklif ile ticaret yapabileceklerini,

Esnek Teklif

- Esnek teklif satış yönünde saatten bağımsız olarak sunulabilen ve sosyal faydayı maksimize ettiği saatte kabul edilen teklif tipi olduğunu,

ifade etmiştir.

GÖP ve Dengeleme Güç Piyasası (DGP) ile eş zamanlı olarak çalışan fiziki teslimattan 90 dakika öncesine kadar işlem yapılabilen ara bir piyasa olarak hizmette olan Gün İçi Piyasasında da alış ve satış yapılarak ticaret imkânı artırabileceğini belirtmiştir.

DGP'te Yük Alma (YAL) ve Yük Atma (YAT) teklifleri talimatlandırılması sonucu gerçek zamanda sistem dengesine ve frekans kontrolüne katkı sağlayarak gelir elde edebileceğini ifade etmiştir.

Yan Hizmetler Piyasasında;

- PHES santralleri Sekonder rezerv kapasiteye katkı sağlayabilirler. Günlük olarak gerçekleştirilecek sekonder rezerv kapasite tedarik sürecinde 4 saatlik zaman dilimini kapsayacak şekilde verecekleri teklifler ile ihale sürecine katılabileceklerini,
- Elektrik şebekesi tamamen devre dışı olduğunda, Oturan Sistemin Toparlanması yan hizmetini gerçekleştirecek teknik yeterliliğe sahip olduklarından şebekeden beslenmeden işletmeye alınabileceğini,
- Sistem işletmecisi ile Sistemin Toparlanması Anlaşması yaparak hizmet sunabileceğini,
- Sistem işletmecisi ile reaktif güç kontrolüne ilişkin Yan Hizmetler Anlaşması imzalayıp Reaktif güç kontrolüne katkı sağlayabileceğini,

ifade etmiştir.

Yapılan araştırmalarda Pompaj Depolamalı HES'lerin talebin düşük olduğu saatlerde 1000 MWh çekiş yaparak su depolaması karşılığında ve talebin yüksek olduğu saatlerde 600 MWh

üretim yapabileceği anlaşılmaktadır. Bir başka makalede ise 1000 MWh lik çekiş karşılığında 800 MWh üretim yapılabileceği ifade edilmiştir. Bu sonuçla PHES'lerin

- 03:00 – 08:00 Saatleri arasında her saat fiyattan bağımsız, 1000 MWh miktarında elektrik alacağı,
- 11:00 – 16:00 Saatleri arasında her saat fiyattan bağımsız, 600 MWh miktarında elektrik satacağı,

Rastgele 30 gün seçilerek bir varsayım yapıldığında;

	<b>PHES olmadan</b>	<b>PHES varken</b>	<b>Ortalama PTF değişimi</b>
<b>03:00 - 08:00 arası</b>	109,51	112,44	2,93 TL PTF artışı
<b>11:00 - 16:00 arası</b>	212,95	211,67	1,28 TL PTF düşüşü
<b>01:00 - 24:00 arası</b>	162,23	162,58	0,35 TL PTF artışı

Aynı işlem Mayıs 2017 için varsayım yapıldığında;

	<b>PHES olmadan</b>	<b>PHES varken</b>	<b>Ortalama PTF değişimi</b>
<b>03:00 - 08:00 arası</b>	123,16	125,10	1,94 TL PTF artışı
<b>11:00 - 16:00 arası</b>	177,47	176,23	1,24 TL PTF düşüşü
<b>01:00 - 24:00 arası</b>	152,19	152,19	0,00 TL PTF değişimi

varsayımları doğrultusunda teklif setlerine PHES'ten gelen teklifler eklendiğini, oluşan yeni teklif setleri ile GÖP optimizasyonu çalıştırılarak yukarıdaki sonuçlar elde edildiğini belirtmiştir. Bu değerlerin 1 MW için yapıldığını, 100 MW için yapılırsa değerler çok daha fazla çıkacağını ifade etmiştir.

Avrupa ülkelerine veya Amerika'ya bakıldığında zaman standart bir uygulama olmadığından bahsetmiştir.

Avrupa'da PHES'ler kurulu güç ve kapasite faktörlerine göre sınıflandırılması;

- Yüksek Kurulu Güç Grubu: Almanya, İspanya, Fransa, İtalya, Avusturya, İsviçre
- Orta Kurulu Güç Grubu: Birleşik Krallık, Portekiz, Belçika, Polonya, Norveç
- Düşük Kurulu Güç Grubu: Çekya, Bulgaristan, Slovakya, Yunanistan

olduğunu ifade etmiştir.

PHES'ler Avrupa'da 1970'lerden beri devrede olduğunu, amacının; Baz yük olarak çalışan kömür ve nükleer santrallerin üretim planlarını optimize etmek olduğunu ifade etmiştir.

Değişen üretim kaynakları ile PHES'ler için ilave amaçlarının;

- Gece saatlerinde artan rüzgar üretiminin dengelenmesi,
- Öğle saatlerinde artan güneş üretiminin dengelenmesi,
- Sistem puant tüketimlerinin ekonomik olarak dengelenmesi,
- Avrupa rüzgar kurulu gücü artışının desteklenmesi

olduğuna değinmiştir.

Almanya'ya bakıldığında ;

1991-2008 yılları arasında PHES'lerin yüksek kapasite faktörlerinde kullanılması,

2008-2010 yılları arasındaki kapasite faktöründe düşüş yaşanması,

Değişen faydalanma oranlarının temel nedenleri;

- 2008 yılından itibaren toptan elektrik fiyatlarındaki düşüş trendi,
- 2011 yılında alınan karar ile ülkedeki nükleer kapasitenin planlı olarak devre dışı bırakılması,

olarak ifade etmiştir.

%80 verimlilikte, kurulu gücü: 500 MW olan bir PHES'in;

- 2014 yılı Alman GÖP fiyatlarındaki çalışma programı; 6 saat pompaj-5 saat üretim,
- 2005 yılı Alman GÖP fiyatlarındaki çalışma programı; 9 saat pompaj-7 saat üretim,

Gün İçi Piyasasındaki (GİP) fiyat hareketliliği ve optimizasyonu ile çalışma süresi artırılabilirliğini belirtmiştir.

AB ve ulusal yönetmeliklerde PHES'lere yönelik düzenlemelerdeki yetersizlikleri;

- AB Yenilenebilir Enerji Direktifine göre PHES'lerin yenilenebilir enerji kaynağı sayılmaması nedeniyle yenilenebilir teşviklerinin dışında kalması,
- PHES'ler için diğer üretim teknolojileri ile aynı kuralların geçerli olması,
- Birçok ülkede iletim sistemi tarifelendirilmesinin çift yönlü yapılması (üretim sırasında veriş, pompaj sırasında çekiş tarifesi),
- Dengeleme ve yan hizmetler piyasasına katılım şartlarında farklılıklar,

olarak ifade etmiştir.

ABD içerisinden birden çok piyasa yapısı bulunduğunu belirtmiştir.

- Ayrışmış-serbest piyasalar,
- Yarı ayrışmış-serbest piyasalar,
- Serbestleşmemiş piyasalar

Ayrışmış serbest piyasalar PHES'lerin pompaj-üretim için verdikleri alış-satış tekliflerinin bağımsız olarak değerlendirilmesi; üretim planı optimizasyonunda risk, Pennsylvania-Jersey-Maryland (PJM) piyasasında PHES alış-satış tekliflerinin birlikte değerlendirilmesi ile pompaj-üretim zaman dilimlerinin optimize edilmesi şeklinde olduğunu belirtmiştir.

Konumsal marjinal fiyatlandırma yöntemi; PHES'lerin şebekede buldukları konumlarındaki arz-talep dengesine göre fiyatlandırılarak esnek üretimin doğru fiyatlandırılması şeklinde olduğunu belirtmiştir.

Federal Enerji Düzenleyici Kurum (FERC) görüşü; Enerji depolama tesislerinin (PHES'ler dahil) fiziksel sisteme verdikleri katkının serbest piyasada yeterince doğru fiyatlanmadığı, kaliteli frekans düzenleme ve dengeleme hizmetlerinin sistem işletmecileri tarafından ayrı bir yöntemle fiyatlandırma gerekliliği şeklinde olduğunu açıklamıştır.

Sistem işletmecilerinin performans karşılığı ödeme (pay for performance) piyasasının geliştirilmesi;

- Düzenleme Kapasitesi (Regulation Capacity); belirli bir zaman aralığında sunulabilecek azami/asgari frekans düzenleme kapasitesi (\$/MW)
- Düzenleme Kapasitesi Kullanımı (Regulation Mileage); frekans düzenleme kapasitesinin kontrol sinyaline göre kullanım oranı (\$/Δ MW),
- Performans Faktörü; frekans düzenleme kontrol sinyalinin takip edilmesi performansı,
- Sistem işletmecisinin asgari performans faktörüne göre teklifleri kabul etmesi ve artan performans faktörüne göre artan kabul edilme önceliğinin artması,
- İş Modeli olarak enerji arbitrajı; enerji depolama maliyetinin enerji üretim maliyetine oranının gidiş-geliş verimliliğinden (Round Trip Efficiency-RTE) yüksek olması,
- İşletme ve bakım maliyetleri için pompalama modundaki enerji fiyatının enerji satış fiyatından en az %25-%30 az olması,

olduğunu ifade etmiştir.

Toptan elektrik piyasalarındaki değişimler nedeniyle ilgili arbitrajın azalması ve öngörülememesi;

- Nükleer kaynaklı üretimin devre dışı bırakılması ile ucuz baz yük üretiminin azalması,
- Kömür ve emisyon tahsisat fiyatlarının artması nedeniyle kömür kaynaklı üretimin maliyetinin artması,
- Rüzgar kaynaklı üretimin piyasalarda artan etkisi ile gece saatlerindeki fiyat belirsizliği,
- Güneş kaynaklı üretimin piyasalarda artan etkisi ile puant saatlerdeki fiyatların düşüşü,

şeklinde olduğunu belirtmiştir.

Yatırımların serbest piyasada riskli olması nedeniyle;

- PHES'lerin dengeleme ve yan hizmetler piyasalarına katılarak öngörülebilir kar elde etmesi,
- PHES'lerin devreye girmesi ile önlenen maliyetlerden elde edilen maliyetlerin dağıtılması gerekliliği,

olduğunu ifade etmiştir.

PHES'lerin toptan elektrik piyasalarına entegre olması için yapılan çeşitli görüşlerin PHES'lerin üretim planlarının GÖP'te optimize edilmesi için ;

- Fiyat öngörülebilirliğinin sağlanması,
- Tamamlama ödemeleri vasıtasıyla esnek üretime ihtiyaç duyulan saatlerde piyasa katılımlarının teşvik edilmesi,
- Hızlı manevra kabiliyetlerini anlık sistem değişimlerine yansıtılmalarına teşvik edilmesi.

- Dengeleme rezervi performansı; PHES'lerin daha hızlı ve kaliteli dengeleme rezervi sağlamanın fiyatlandırılması,
- GÖP sonucu ortaya çıkan çalışma saatlerinde frekans düzenleme rezervi (üretim veya tüketim yönünde) tutturulması,
- Önlenebilir maliyetler ile sisteme sağlanan faydanın PHES'lere geri ödenmesi-Kapasite Ödemeleri,

şeklinde olduğunu belirtmiştir.

## SORU-CEVAP

### 1.SORU:

#### AK Enerji (HESİAD Yönetim Kurulu Üyesi) Sayın Hüseyin YÜCEBAŞ:

AK Enerjinin daha önce PHES başvurusu yapan ilk özel sektör firması olduğunu, 2025 yılına kadar PHES'lerin yapılması gerektiğini belirttikten sonra PHES'leri nükleer santral'in bir alternatifi olarak görülüp görülmediğini ve herhangi bir desteğin verilip verilmeyeceğini sormuştur.

### 1.CEVAP:

#### TEİAŞ Yük Tevzi Daire Başkanı Sayın Zafer KAMILOĞLU:

TEİAŞ, sistem işletmecisi olarak elindekileri en verimli şekilde kullanarak geleceğe dönük olarak master planı yaptıklarını belirtmiştir. PHES'lerin tamamen nükleere odaklı olarak olmadığını ifade etmiştir. Dünyada yenilenebilir enerji payının %80 olarak hedeflendiğini belirtmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kararlı çalışmadığını bu yüzden mevcut kapasiteyi depolayan sistemlere ihtiyacın olduğunu belirtmiştir. TEİAŞ olarak gündemlerinden enerji depolama için 2 alternatif olduğunu, bunlardan ilkinin pil depolama sistemi olduğunu, ikincisinin ise PHES olduğunu ifade etmiştir. Her iki depolama sisteminin de yan hizmetler tarafından desteklenmesi gerektiği belirtmiştir.

#### DSİ Hidroelektrik Enerji Daire Başkanı Sayın Lütfi EYÜBOĞLU:

Özel sektörün PHES yatırımındaki en önemli faktörün teknik yapılabilirlik olmadığını, PHES'in yeraltı santrali olduğu için pahalı bir sistem olduğunu belirtmiştir. İhtiyacın 4000-5000 MW seviyelerinde olduğunu, tek firmaya ait kaskat HES'lere yüksek kapasitedeki Pompa istasyonlarını 2-3 senede kurarak sağlanmasını önermiştir. Bu durumda su kullanım hakkı problemleri ile karşılaşılmayacağını da belirtmiştir. Yan hizmetlerde bulunan YAT talimatlarının tamamının PHES'lere verilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Amortisman süresinin 7-8 yılı geçmemesi gerektiğini ifade etmiştir.

### 2.SORU:

#### Enerji Federasyonu Genel Başkanı Sayın Osman ÖZBAY:

Fiyat değişim politikasının nasıl olacağını ve projede oluşturulan rezervuarın çevre açısından ilişkisinin nasıl olacağını sormuştur.

### 2.CEVAP:

#### EPDK Grup Başkanı Sayın Deniz DAŞTAN:

Piyasa etkileri anlamında çok büyük değişikliğe yol açmayacağını, fakat pik saatlerde fiyatın düşmesine katkı sağlayacağını düşündüklerini ifade etmiştir. Fiyattan önce teknik yönüyle katkı sağlayacağını, özellikle gece aktif hale gelen tüketime etkinlik sağlayacağını beklediğini belirtmiştir. EPDK lisans verirken çevreye önem verdiklerini ve gelen yatırımcıdan ÇED belgesi istendiğini ifade etmiştir.

### **3.SORU:**

#### **EDF Türkiye Sorumlusu Sayın Akın ÖZKAN:**

Arz güvenliği, cari açık ve sektörün sürdürülebilirliği açısından PHES yerine farklı bir alternatif arayışlarının olup olmadığını sormuştur.

### **3.CEVAP:**

#### **TEİAŞ Yük Tevzi Daire Başkanı Sayın Zafer KAMILOĞLU:**

Dünyada PHES ve Pil depolama tesisleri gibi iki adet eğilim olduğunu, TEİAŞ'ın AR-GE Projesi olarak batarya depolama sistemlerini de incelemeye aldıklarını ve çalışmalara başladığını belirtmiştir.

### **4.SORU:**

#### **Elektrik Mühendisi Sayın Özgül ÖZYILMAZ:**

Batarya depolamalı sistemler ile PHES'lerin fizibilite kıyaslamasının yapıp yapılmadığını ve AR-GE projesi için ne tür piller kullanıldığını sormuştur.

### **4.CEVAP:**

#### **TEİAŞ Yük Tevzi Daire Başkanı Sayın Zafer KAMILOĞLU:**

Batarya depolama sistemlerinin teknolojik geçmişinin çok fazla test edilmediğini, hem verimlilik açısından hem de kapasiteleri açılarından daha verimli ve ekonomik şekilde üretilmeye başlanmasına karşılık PHES'e alternatif olarak kullanılmasını uygun bulmadıklarını belirtmiştir. AR-GE projesi olduğu için projeye dair bilgi veremeyeceğini belirtmiştir.

### **5. SORU:**

#### **Elektrik Üreticileri Derneği Genel Sekreteri Sayın Oban HATİPOĞLU:**

Batarya depolamalı sistemler ile PHES'lerin fizibilite kıyaslamasında batarya depolama sistemlerinin daha uygun olduğu için PHES'lerin yerine batarya depolamalı sistemler kullanılması gerekip gerekmediği sormuştur.

### **5.CEVAP:**

#### **YEGM Genel Müdürü Sayın Dr. Oğuz CAN:**

TEİAŞ'ın yönetimi ve yönetilebilirliğini göz önünde alarak çalışmaların düzenlendiğini; bunun sonucunda Kamu eliyle de Özel sektör eliyle de yeni bir PHES'in olabileceğini ya da kaskat sitemde yapılabileceğini belirtmiştir. Seçilecek yere ve kapasiteye göre finansmanın tamamının değişebileceğini belirtmiştir.

Fakat batarya depolama sistemi ile PHES sistemlerini karşılaştırdığımızda; Batarya depolamaların verimlerinin %75-80, ömürlerinin 15-17 yıl iken, PHES'lerin veriminin %65-70 seviyelerinde ömürlerinin 40-50 yıl olduğunu belirtmiştir.

Batarya depolamalı sistemlerin kullanım alanlarına göre daha ekonomik olması yanı sıra, Türkiye'nin planlanmasındaki yenilenebilir enerjinin artışı, nükleer santrallerin devreye girmesi, elektrikli otomobillerin yaygınlaşması ile birlikte TEİAŞ'ın işletme ve teknik kriterler açısından 100 MW ve üzeri depolama sistemlerine ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Çözümünün ise PHES'ler olduğunu ifade etmiştir.

**2.OTURUM**  
**POMPAJ DEPOLAMALI HİDROELEKTRİK SANTRALLERİ**  
**YURTDIŞI UYGULAMALARI, GÜNÜMÜZ TEKNOLOJİLERİ**

Moderatör:

- TEMSAN Genel Müdürü İbrahim TOPRAK

Panelistler:

- GE RENEWABLE ENERGY Kıdemli Ürün Müdürü Roland PRAUS
- ANDRITZ HYDRO Büyük HES Bölüm Başkanı Turgay AKGÜN
- LITOSTROJ POWER ARGE Müdürü Aleş SKOTAK
- VOITH TÜRKİYE Bölge Müdürü Fatih HASKILIÇ

Konular:

- Firmaların yapmış olduğu PHES/PHES'ler
- Uygulanan Ülkelerdeki PHES Mevzuatı
- Finansman Şekli, Satış Modeli

### **TEMSAN Genel Müdürü Sayın İbrahim TOPRAK:**

PHES gibi önemli bir konunun bugüne kadar sürekli olarak ertelenmekte iken artık güncel hale geldiğini, bununla alakalı kamu ve özel sektör ile ilgili bu organizasyonu yapıp bu projeyi hızlandırmak üzere çalışmalarını öne alarak koordine eden Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü şahsında Oğuz Bey'ye teşekkür ettiğini belirtmiştir. Bu oturumda daha çok bu teknolojiyi uygulayan sektördeki imalatçı firmalar ile onların daha önce yapmış oldukları PHES uygulamaları ve teknolojilerini değerlendirecekleri bir oturum olacağını belirtmiştir.

### **GE RENEWABLE ENERGY Kıdemli Ürün Müdürü Sayın Roland PRAUS:**

Üretici perspektifinden bakıldığında gelecek on yılda dünya kapasitesinin %45'ini alacak olan yenilenebilir enerjinin özellikle rüzgar ve güneş enerjisi için dengelenmesi gerektiğinden bahsetmiştir. 2030'a kadar ek 330 GW enerji depolama kapasitesine, yeni operasyon modellerine, esneklik, hazırda bulunabilme ve kısmi yük ihtiyacındaki artışlarının karşılamasına ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Global piyasalarda meydana gelen değişikliklerden ötürü enerji fiyatlarının öngörülemez olduğunu ve son 10 yılda birçok santralin devreye alındığını belirtmiştir. İş amaçlarının, santral gelirleri ve ömür boyu maliyetini geliştirmeye yardımcı olmanın yanı sıra, değer yaratan etmenler olan esneklik, yüksek çıkış gücü, yüksek verimlilik, güvenilirlik/geçerlilik, maliyet yönetimi ve özellikle operasyon ve bakımı olduğuna değinmiştir. PHES ve HES'ler için ana ekipmanlar olan motor-generatörler, pompa türbinler, hidromekanik aksamlarının yanında, yardımcı birimlerden güç elektroniği, şalt malzemeleri ve kontrol sistemlerini içeren ürün yelpazesine teminini yapabildiklerini söylemiştir.

PHES'lerde yaygın olarak kullandıkları 4 çeşit teknolojik çözümleri olduğunu;

- Tersinir sabit hızlı sistem: Sistemin senkron motor/generatör olarak çalışabildiğini,
- Değişken hızlı çift beslemeli sistem: Sistemin asenkron makine olarak çalışabildiğini,
- Değişken hızlı tam beslemeli sistem: Sistemin tersinir sabit hızlı türbine çok benzeyerek senkron motor/generatör olarak çalışabildiğini diğerinden farklı olarak bu sistemde bulunan by-pass anahtarı ile motor/generatör'un şebeke tarafına göre ayarlanabildiğini,
- Üçlü Makine Seti (Ternary Group): Üçlü çözümlerinin bulunduğunu, bu sistemde ise bir adet şafta bağlı birbirinden bağımsız türbin, motor/generatör ve bir pompa-türbinden oluşan 3 makinenin yer aldığından bahsetmiştir.

Geleneksel sabit hızlı ile değişken hızlı çözümlerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlarının olduğunu fakat en önemlisinin şebeke tarafına verilen tepki hızı olduğunu söylemiştir. Geleneksel sabit hızlı makinanın tepki hızı pompa türbinin hidrolik zaman sabitine bağlı değiştiiğini ancak değişken hızlı tüm çözümlerde tepki hızının bir batarya kadar hızlı olduğunu ve hız tepki değerinin sabit olmadığını vurgulamıştır.

## **ANDRITZ HYDRO Büyük HES Bölüm Başkanı Sayın Turgay AKGÜN:**

PHES'lerin yapımına ilk 1929 yılında başladığını belirtmiştir. Firmaları olarak 2 ay arayla devreye giren Niederwartha ve Köpchenwer Santralleri bulunduğunu ifade etmiştir.

Günümüzde elektrik sistemlerinde bir değişiklik yaşandığını, eskiden tam kontrollü bir elektrik üretimi bulunmakta iken, yenilenebilir enerji üretim santrallerinin devreye girmesiyle birlikte elektrik üretiminin kontrolsüz hale geldiğini ve bu durumun şebeke işletmecilerine önemli yükler getirdiğinden bahsetmiştir.

Türkiye'de Rüzgar ve Güneş santralleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük kapasitede yaptırılmasının teşvik edildiğini, PHES'ler ile yenilenebilir enerji kaynaklarını da azami seviyede şebekeye entegre etme imkanı sağlanacağını vurgulamıştır.

Enerji ihtiyacını hidrolik güçler ile karşılandığı takdirde, doğalgaz enerji santrallerinden ekstra üretime ihtiyaç duyulmayacağı için PHES'in cari açığa da katkısı olacağını ifade etmiştir. PHES'lerin en uzun ömürlü depolama teknolojileri olup, maliyetleri bu açıdan düşük ve en yüksek verimi sağladıklarına değinmiştir.

PHES teknolojilerinden bahsederek, Üçlü Makine Setinde (Ternary Group) tek generatör milinde, pompa ve türbin setlerinin ayrı ayrı yapıldığını, bu sistemin avantajlarının ise; hızlı mod (türbin-pompa) değişikliği yapabilmesi, dezavantajının ise yüksek yatırım, ilave alan ihtiyacı ve ilave ekipman gerekliliği şeklinde belirtmiştir. Bir diğer sistem ise tersinir pompa-türbin sistemi olduğunu, bu sistemde türbin saat yönünde döndüğünde elektrik üretirken, saat yönü tersinde döndüğünde pompa modunda çalışarak elektriği tükettiğini belirtmiştir. Bu sistemin avantajının ise daha kompakt tasarıma sahip olması, maliyetinin ternary'e göre daha düşük olması olduğunu, dezavantajının ise türbinin pompa moduna geçişinin yavaş olması olduğunu ifade etmiştir. Değişken hızlı pompa-türbinlerin prensip ve avantajlarının ise: türbin veriminin artırılması (işletme noktaların değişmesi), devamlı olarak çıkış gücünün varyasyonu (pompa modunda limitler içinde), vibrasyonların azalması sonucu makine ömrünün uzaması ve işletme düşü aralığının artması (Sabit hızlılarda bu oran 1,25 iken değişken hızlılarda bu oran 1,25-1,45 arası) olarak özetlemiştir.

Avrupa şebekesindeki toplam kurulu gücün yaklaşık %6'nın PHES'lerden oluştuğunu Türkiye için benzer kapasiteye ihtiyaç olduğunu ve Avrupa'da PHES'ler olmadan uzun vade de rüzgar ve güneş yatırımlarına kısıtlamalar gelmesini beklediklerini dile getirmişlerdir.

**PÖYRY Türkiye Direktörü Sayın Ali Enver ABİRAL:**

Yenilenebilir enerji kaynakları rüzgar ve güneş için 2023 vizyonu çerçevesinden yola çıkarak 2040 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin toplam üretilen enerjinin 1/3'ne tekabül edeceğini bu sebeple PHES'lere ihtiyaç olabileceğini dile getirmiştir.

2040'a kadar Rüzgar ve Güneş kapasitelerinde önemli artışlar olacağı ve sonucunda esnek depolama ve dengeleme kapasitesi sunma ihtiyacının da bu artışa paralel olarak yükselebileceğini ifade etmiştir. 2020-2030 yılları öngörülerinde ise elektrik fiyatlarındaki dalgalanmaların PHES'lere bir takım avantajlar sağlayacağını belirtmiştir. PHES'lerin sisteme ve şebeke stabilizasyonuna esneklik vererek Doğu, Kuzeydoğu ve Batı arasındaki dengelemede katkısı olabileceğini buna ek olarak ise ana tüketim merkezlerine yakın 2 GW üzeri PHES kapasitesi ile gelecekte arz güvenliği ve artırılmış şebeke sistemi için optimum çözüm sağlanabileceğine değinmiştir.

## **LITOSTROJ POWER AR-GE Müdürü Sayın Aleş SKOTAK:**

PHES'ler hakkında farklı çözümlerin;

- Düşünün az (25-80 m) olduğu projelerde avantajlı çözümlerin diogonal pompa türbinin kullanılması,
- Orta düşü (80-750 m) söz konusu ise francis tip pompa türbinin kullanılması,
- Düşü 750 metreyi geçiyorsa çok aşamalı pompa ve pelton türbini kullanılması uygun

olacağını ifade etmiştir.

Generatör tiplerinde ise, standart senkronize sabit hızlı generatör, ortada değişken hızlı asenkron generatör ve tam frekans konvertörlü senkron generatör olarak 3 tip generatör olduğundan, pompa moduna geçme ile ilgili çözümlerde ise bu durumun türbin modunun tam tersinde yer aldığı için, geçişin daha karmaşık hale geldiğinden bahsetmiştir. Çözümün asenkron motor (pony motor) tarafından sağlandığını, tam frekans konvertörlü sistemin ise değişken hızlı çözümler için kullanıldığını belirtmiştir.

Rehabilitesi firmaları tarafından yapılan Dlouhe Strane PHES'teki ünite gücünün 325 MW'tan 328 MW'a çıkartıldığını, pompa türbinin tasarım sürecinde büyük güçlüklerle karşılağıldığını, türbin çarkının esnek olarak çalışması, 30 sene boyunca problem çıkarmaması ve daha geniş operasyon aralığı gerektiğine değinmiştir. Tasarım esnasında yüksek frekans titreşimleri, düşük frekans titreşimleri, yüksek düşü de pompa modundaki kararsızlıklar ve kavitasyon gibi problemlerle karşılağıldığını, tasarımlarının CFD (Hesaplamalı Akışkanlar Mekaniği) ve FEA (Sınırlı Elemanlar Stress Analizi) analizlerini bilgisayar ortamında yaparak, testlerini hidrolik laboratuvarlarında tamamladıklarını ifade etmiştir.

## **VOITH Türkiye Bölge Müdürü Sayın Fatih HASKILIÇ:**

HES'ler kompleks yapıda olmasına rağmen operasyonel optimizasyon kabiliyetine sahip olduklarından bahsetmiştir. Piyasa açısından, en yüksek karı elde etmek için en yüksek fiyatlara bakmak gerektiğini ve PHES'ler için en düşük fiyatların olduğu zamanların ise suyun tekrar yukarı basıldığı dönemler olduğunu belirtmiştir.

Avusturya enerji piyasasının işleyişinde 3 grubun bulunduğunu bunların;

- 1. Grup: GÖP ve GİP'in yer aldığı,
- 2. Grup: Frekans rezerv kısımlarının bulunduğunu,
- 3. Grup: Reaktif güç temini, oturan sistemin kaldırılması gibi hizmetlerin olduğunu,

açıklamıştır. Dengeleme hizmetleri için henüz bir piyasanın oluşmadığını, 3. grubun henüz pazarlama şansına sahip olmadığına şebeke operatörlerinin sorumluluğunda işletildiğini söylemiştir.

Gelecekte özellikle Orta Avrupa'da üretim karakteristikleri belli bir dağılıma sahip olmayan, daha fazla Rüzgar ve Güneş enerjisi üretimi nedeniyle şebeke stabilitesini sürdürmenin zor olacağına değinmiştir.

PHES teknolojilerinin, iki çeşit olduğunu bunların tersinir pompa türbin ve ternary(üçlü) ünite denilen sistemin olduğunu, birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlara sahip olan iki teknolojidenden tersinir pompa türbinin kompakt olduğu için yatırım ve inşaat maliyetlerinin düşük olduğunu belirtmiştir. Genel olarak ternary ünitelerle kıyaslandığında pompa modundan türbin moduna geçiş süresi ve start-stop zamanı gibi dezavantajlara sahip olduğunu belirtmiştir. Ternary ünitelerde ekipmanlar ayrı ayrı olduğundan enerji üretimi açısından daha fazla üretim yapılabileceğini aynı zamanda operasyon aralığı açısından ternary ünitelerin daha avantajlı olduğunu ifade etmiştir. Makinaların pik güçte kullanılması istenmesi halinde tersinir pompa türbinin daha avantajlı olabileceğini vurgulamıştır. Türbin moddan pompa moduna tersinir pompa türbin 420 saniyede geçtiğini, ternary ünitenin ise geçiş süresinin 30 sn olduğunu dile getirmiştir. İlk starttan pompa moduna ternary ünitenin 120 saniye içinde, tersinir pompa türbinin ise 340 saniyede geçebildiğini belirtmiştir.

## SORU-CEVAP

### 1.SORU:

#### **TEMSAN Enerji ve Otomasyon Firması Genel Müdürü Sayın İzzet ALAGÖZ**

100 MW'lık bir PHES'in maliyetinin ne kadar olduğunu ve yapılan yatırımın ne kadar sürede geri kazanılacağını sormuştur.

### 1.CEVAP:

#### **GE RENEWABLE ENERGY Kıdemli Ürün Müdürü Sayın Roland PRAUS**

Bu sorunun sıklıkla sorulduğunu ve küresel düzeyde hidromekanik ve elektrik ekipmanlardan bahsedildiğinde aslında firmaları tarafından sağlanan ve tedarik edilen bölümler olduğunu belirtmiştir. Genel olarak proje maliyetine bakıldığında, megawatt başına yaklaşık 0.5- 4 milyon ABD Dolarına kadar çıktığını ifade etmiştir. Bu maliyetin genel olduğunu, inşaat maliyetlerinin de içinde yer aldığından bahsetmiştir. Hidromekanik açıdan ürün maliyeti düşünüldüğünde ise toplam maliyetin %16-17-18'ini oluşturduğunu ve bunun kullanılan teknolojiye göre değişebileceğini, seçilen teknolojinin çok önemli olduğunu belirtmiştir. Örnek olarak 400 metre düşüye sahip 100 MW'lık bir santralin, sabit hızlı türbinmi yoksa değişken hızlı türbinmi kullanıp kullanılmayacağına göre değişiklik göstereceğinden bahsetmiştir.

Her zaman tam beslemeli konvertöre sahip senkronize bir makinanın olması gerektiğini belirtmiştir. Türkiye'de çok generatörün sisteme bağlı olduğunu ve gerekli ataletin buradan sağlandığını ve özellikle kalite açısından kısa dönemde istikrarın mevcut olduğunu düşündüklerini belirtmiştir. İsviçre'deki Linthal projesinin tüm tesis için toplam maliyetinin yaklaşık 2.1-2.2 milyar ABD Doları olduğunu ve hidroelektrik ekipmanın maliyetinin (bunun içerisinde şalt ekipmanları ve biopillerde var) ise yaklaşık 500 milyon ABD Dolar olduğunu belirtmiştir.

#### **VOITH Türkiye Bölge Müdürü Sayın Fatih HASKILIÇ**

Genel olarak maliyetleri hesaplayabilmek açısından santrale şebekeden ne gibi talep geleceğinin bilinmesi gerektiğini, yatırım maliyeti açısından inşaat konusunun çok önemli olduğunu belirtmiştir. Kullanılacak makinaların pik olarak çalıştırılması isteniyorsa pompa türbininin daha verimli olacağını ve daha fazla kazanç elde edebileceğini ifade etmiştir. Fakat kullanılacak makina farklı aralıklarda çalıştırılmak isteniyorsa hem pompa hem pelton türbin dahil edildiğinde, santrale 0-100 aralığında çalışma imkanı sunulabildiğine değinmiştir. Sonuç olarak hangi sistemin kullanılacağını belirleyip ona göre bir maliyet hesabı yapmak gerektiğini ifade etmiştir.

### **TEMSAN Genel Müdürü Sayın İbrahim TOPRAK:**

Çalıştığınız temel konusunun yol haritası olduğunu ifade etmiştir. Yol haritasının da seçilecek yerler, etüt çalışmaları, projeler, ilerleme hızı ve hedeflerin belirlenmesi olduğunu belirtmiş ve son sözü YEGM Genel Müdürü Dr. Oğuz Can'a vererek konu hakkında bilgi vermesini istemiştir.

### **YEGM Genel Müdürü Sayın Dr. Oğuz CAN:**

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü olarak 2023'ü hedeflediklerini, 2023'te nükleer santralin 1200 MW'nın devreye alınacağını, 2025 modelinde 4200 MW'ın gündemde olduğunu, 2030'a kadar ise 9000 MW nükleer santralin devreye gireceğini belirterek hepsinin birinci parametre olduğunu ifade etmiştir.

2021'den sonra elektrikli araçların yerli üretim olacağını, yabancı yatırımcı piyasaya girdiğinde ise elektrikli araçların toplam oranının %15-21 düzeylerinde olmasının öngörüldüğünü ifade etmiştir.

Günümüzde RES kapasitesinin 6.500 MW olduğunu ve hedefin 20.000 MW olduğunu açıklamıştır. Önümüzdeki 10 yıl boyunca (2018 yılı dahil) ortalama 1.000 MW RES, 1.000 MW GES ihalesinin ekleneceğini belirtmiştir. HES'te DSİ Genel Müdürlüğü'nün çok önemli çalışmalar yaptığını ve bugün 27.300 MW'larda olan HES'in 40.000-50.000 MW'a kadar gelişim süreci olduğunu belirtmiştir.

Sonuç itibarıyla paydaş kurumlarla (TEİAŞ, EÜAŞ, EPDK, EPIAŞ, EİGM, DSİ) yapılan çalışmalarda ne olabilir sorusunun sorulduğunu ve eğer başlayacaksa bugün başlamamız gerektiğini belirtmiştir. Buradaki projenin belirlenen noktalardan hangileri olacağını, farklı kaskat olup olmayacağını ve kamu ya da özel sektörden hangisinin yapacağını karar verilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

İlk PHES'in akıllı şebekelerdeki yeri, türbinin değişken hızlı tersiyer mi yoksa ternary denilen yapı mı olacağı konularında çok belirsizlik ortaya koymamakla beraber; maliyetleri öngörebiliyorsa özel sektörün olduğu finansman olarak yer aldığı bir model olması gerektiğini, aksi takdirde maliyetler öngörülemezse o zaman kamu eliyle yapılması gerektiğini belirtmiştir. Bu durumda kurumların sorumluluğunun belirlenmesi gerektiğini, TEİAŞ'ın hizmet alan olması gerektiğini ve ENTSO-E'ye bağlı olduğu için TEİAŞ sistem işletmecisi olarak bir üretim ya da depolama tesisi sahibi olmaması gerektiğini belirtmiştir.

2023 yol haritasının önemsendiğini, bu anlamda toplantı sonrasında teknoloji sağlayıcılarının HESİAD'ın kendi oturumlarında bu soruları da tartışacağını belirtmiştir. Finansman sektörü ile ilgili oturumda ise bu tür projelerin önceliklendirilmesinin nasıl olacağına, nereden ve nasıl başlanacağına, bu projelerin nasıl geliştirileceğine dair sorulara cevap aranacağını belirtmiştir. Bunların yanı sıra özel sektörden gelebilecek çözüm önerilerine de açık olduğunu vurgulamıştır. Konunun ilerletilmeye devam edilerek bir strateji oluşturulacağını belirtmiştir. Yol haritası açısından bakıldığında ise Türkiye'nin şebeke yönetim etkinliğini ve yetkinliğini arttırabilmek için yeni mekanizmalara ihtiyacı olduğunu ifade etmiştir. Bu mekanizmalardan birinin de PHES olduğunu dile getirip nasıl, nerede, ne şekilde? sorularının sorulmaya devam edileceğini belirtmiştir.

**3.OTURUM**  
**POMPAJ DEPOLAMALI HİDROELEKTRİK SANTRALLER İÇİN**  
**FİNANSMAN KAYNAKLARI**

Moderatör:

- YEGM Proje Daire Başkanı Zafer KARAYILANOĞLU

Panelistler:

- Dünya Bankası Kıdemli Enerji Uzmanı Debabrata CHATTOPADHYAY
- İslam Kalkınma Bankası Enerji Grup Koordinatörü Tolga YAKAR
- Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası Enerji Verimliliği Müdürü Emre OĞUZÖNCÜL
- Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Yönetici Yardımcısı Engin SAİTOĞLU

Konu:

- PHES Yapımı İçin Finansman Şartları

## **YEGM Proje Daire Başkanı Sayın Zafer KARAYILANOĞLU:**

Çalıştayda 2010'da resmi olarak başlatılan PHES çalışmalarının şu ana kadar teknik ve kurumsal anlamda mevzuatsal tartışmalarının yapıldığını belirtmiştir. Finans oturumunda ise uluslararası ve ulusal finansman destek kuruluşların PHES'lere nasıl finansal destek sağlayabildikleri, yöntemleri ve Türkiye'ye önerileri hakkında sunumlar yapacaklarını belirtmiştir.

## **Dünya Bankası Kıdemli Enerji Uzmanı Sayın Debabrata CHATTOPADHYAY:**

Finansal olarak bakıldığında PHES'in görevlerinin depolama, puanta katkı sağlama, yan hizmetleri (hızlı rezerv) destekleme ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme entegre olmasını desteklemek olduğunu belirtmiştir. PHES'lerin yatırım maliyetlerinin kW başına 1.000-2.500\$ arasında değiştiğini, verimlerinin %70-80'e ulaştığını ve tüketiciye teslim edilen elektriğin yaklaşık olarak MWh başına 200\$ olduğunu belirtmiştir. Amerika'da birçok proje başvurusu olmasına rağmen çok azının hayata geçebildiğini, yakın zamanda 400 MW'lık bir projenin yapım masraflarının yüksek olduğu ve gelirlerinin yeterli olmadığı gerekçesiyle iptal edildiğini söylemiştir.

PHES yatırımının finansman açısından analizinin çok iyi yapılması gerektiğini belirtmiştir. Diğer bir depolama sistemi olan batarya depolamalarının PHES'lerle rekabete girebileceğini ve halen pahalı olmasına rağmen teknolojik gelişmelerin maliyetleri hızla düşürdüğünü ifade etmiştir. Kurulu güç olarak batarya depolamaların maksimum 100 MW kapasitede yapılabildiğini, PHES'lerin bazı güçlerinin 300 MW mertebelerinde olabildiklerini bu sebeple PHES'lerin sistem operatörünün en büyük yardımcısı olduğunu belirtmiştir.

PHES'in finansman modeli için kamu-özel ortaklığının tercih edilebileceğini belirtmiştir. Bu modelin özellikle bazı geliştirme risklerinin üstesinden gelmek ve özel sektör programlarını işe dahil edebilmek için etkili bir yöntem olabileceğini belirtmiştir. Bu modelde off taker (müşteri) adı verilen iletim sistemi işletmecisinin PHES'i özel sektöre ihale ettiğini, sistem güvenilirliği ve kararlılığı için yan hizmetler gelirleri anlaşmalarını da yaptığını belirtmiştir.

Piyasa regülasyonunun sağlanması gerektiğini aksi takdirde PHES yatırımının riske girebileceğini ifade etmiştir. Özellikle kamu-özel ortaklığında çıkabilecek sorunun PHES'lerin nehir yataklarına kurulmasından dolayı yasal riskler oluştuğunu, PHES sahasının mülkiyetinin devlet tarafından verildiği takdirde finansal modellere geçilebildiğinin üzerinde durmuştur. Genel olarak kamu-özel işbirliğinin, devlet, iletim sistemi işletmecisi, firma, sponsorlar, diğer alt yükleniciler ve destek veren bankalardan meydana geldiğini belirtmiştir.

## **İslam Kalkınma Bankası Enerji Grup Koordinatörü Sayın Tolga YAKAR:**

Kamu sektörünün yeni enerji yatırımlarına girmediğini öte yandan YEKA'lar gibi daha kamu-özel işbirliği modelleri ile sektörün gelişimini sürdürdüğünü belirtmiştir. Devlet politikası olarak özellikle desteklenmesi gereken alanların desteklenmesinin söz konusu olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla PHES yatırımı alanında kamu-özel işbirliği modelinin kullanılabilceğini vurgulamıştır. Enerji sektörü için kamu özel işbirliğini kullanmadıklarını ancak başta YEKA'lar olmak üzere bir kaç projede doğrudan fonlama yöntemi ile proje gerçekleştirmeye yönelik çalışmalarının olduğunu ifade etmiştir. İslam Kalkınma Bankası'nın sağlamış olduğu katılım bankacılığı rolünün özellikle kamu-özel ortaklığına son derece uygun bir yapı olduğunu belirtmiştir.

Genel olarak yatırım değerlendirme süreçlerinde öncelikle bir niyet mektubu gerektiğini, konsept onaylarını aldıktan sonra detaylı bir değerlendirme sürecine geçtiklerini belirtmiştir. Değerlendirmenin yaklaşık 2-3 ay sürdüğünü, bu süreçte sektörü ve projeyi derinlemesine irdelediklerini belirtmiştir. Ardından komite ve yönetim kuruluna gidildiğini ve son aşamanın projenin imzalanması olduğunu ifade etmiştir. Tüm sürecin yaklaşık 6 ile 9 ay arasında tamamlandığını belirtmiştir. Potansiyel yatırımcıların çok uluslu bankalarla çalışma kararı aldıklarında süreçlerin uzun olacağını bilmeleri gerektiğini ve kesinlikle ticari finansman kuruluşlarıyla benzer süreçlere sahip olmadıklarına dikkat çekmiştir. Projelerinde kalkınma bankası olmalarının faydası olarak ticari bankalardan farklı olarak 20 yıla kadar olan vadelerle finansman yapabildiklerini belirtmiştir. Kamu-özel ortaklığı gibi modeller kullanıldığında projelerin geri ödeme kapasitelerini ölçmenin, doğru bir şekilde belirlemenin çok önemli olduğunu ve %25'e (Maksimum 170 milyon dolar) kadar finansmana katılabildiklerini ifade etmiştir.

Enerji projelerinin (Rüzgar, Güneş, Jeotermal, Biyokütle, Biyogaz, Hidroelektrik gibi) değerlendirme kriterlerinde; fizibilite raporlarını, çevresel etki değerlendirmelerini ve kamulaştırma ihtiyaçlarını kontrol ettiklerini belirtmiştir. Finansal kriterlerde ise özellikle FRR'ın (Financial Rate of Return- Finansal Getiri Oranı) %8'in üzerinde ve DSCR'ın (Debt Service Coverage Ratio-Borç Servisi karşılama Oranı) büyük projelerde 1.1, daha küçük orta ölçekli projelerde ise 1.2 ve üzeri olmasını istediklerini dile getirmiştir. Risk değerlendirme raporlarında yatırımcı ile ilgili riskler, teknoloji ile ilgili riskler, müteahhit ile ilgili riskler, tamamlama riskleri, işletme riskleri, enerjinin satın alınmasıyla ilgili riskler, piyasa riskleri, finansal riskler, finansman yapısı modeli riskleri ve ülke risklerini kapsayan detaylı bir değerlendirme yaptıklarını belirtmiştir.

## **Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası Enerji Verimliliği Müdürü Sayın Emre OĞUZÖNCÜL:**

Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası'nın PHES'e herhangi bir desteğinin olmadığını fakat birçok yenilenebilir enerji projesini finanse ettiklerini belirtmiştir. 2009 yılından günümüze kadar Türkiye'de çalışmaları olduğunu ve yaklaşık 10 milyar Euro'ya yakın finansman sağladıklarına değinmiştir. Türkiye özelinde ise 278 MW'lık RES ve 220 MW'lık JES'in direk finansmanını sağladıklarını belirtmiştir. Bankalarının yenilenebilir enerji portföylerindeki yatırımlarının %14'ünü Yenilenebilir enerjiye destek verdikleri ülkeler arasında %14 oranla Türkiye'nin en büyük 3. ülke olduğunu belirtmiştir.

Türkiye'de HES özelinde 1 projelerinin (Karacaören HES'in özelleştirilmesi) bulunduğunu fakat TURSEFF, MIDSEFF gibi bankalarının alt kuruluşlarıyla birlikte toplamda 281 MW'lık HES projesine finans desteği verdiklerini dile getirmiştir. Operasyonel olarak çalışılan ülkelerde yaptıkları çalışmaların bir kısmı HES rehabilitasyonu olduğu için çevre konusunda kriterlere uyum açısından dönüşüm projelerinin daha kolay olabileceğini ifade etmiştir. PHES'in depolama sistemleri içerisinde ele aldıkları konulardan yalnızca biri olduğunu ve 2017 yılında depolama sistemleri mevzuatlarının nasıl olması gerektiğine dair bir çalışma yaptıklarını belirtmiştir.

Çalışmadan aktardıkları;

- Depolama sistemlerinin mevzuatta açık ve net şekilde yansması olması gerektiği,
- Depolama şirketlerinin yan hizmetler piyasasına katılımının gerektiği,
- Bazı ülkelerde ise dağıtım, iletim şirketlerinin de depolama tesislerine sahip olduklarını ve tesisleri işletme kabiliyetine sahip oldukları,
- Kullanım bedellerinde bir düzenleme ihtiyacının gerektiği,

şeklinde olmuştur.

## **Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Yönetici Yardımcısı Sayın Engin SAİTOĞLU:**

Türkiye’de daha önce PHES projesi gerçekleşmediğinden bankalarının da PHES finansmanı yapmadığını fakat HES, RES, JES, GES ve BES’leri finanse ettiklerini belirtmiştir. Yenilenebilir enerji portföyüne bakıldığında bugüne kadar toplam 5.693 MW kurulu güce sahip projeleri finanse ettiklerini ve 5.693 MW’ın 3.794 MW’nın HES projeleri olduğuna dikkat çekmiştir. Projelerinin yaklaşık %90’nının Karadeniz, İç Anadolu ve Akdeniz bölgesinde gerçekleştirildiğini belirtmiştir.

Genel olarak proje değerlendirmelerinde 3 farklı disiplinin bulunduğunu belirtmiştir. Birinci kısmın ekonomik araştırmaları, endüstri dinamikleri, market büyüklükleri, rakipleri ve satış projeksiyonu öngörülerinin raporlamasından oluştuğunu belirtmiştir. İkinci kısımda yer alan teknik analizde; projenin amacının, kapsamının, yatırım tutarının ve süresinin tahminini teknoloji seçimi, tedarikçileri, üretim kapasitesini, birim fiyatları, çevresel, sosyal konuları irdelediklerini belirtmiştir. Üçüncü kısımda yer alan finansal analizde; maliyet analizi, şirketlerin finansal yapısı, EBITDA(Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, And Amortization-Faiz Amortisman ve Vergi Öncesi Kâr) ve işletme ihtiyaç tahmini yaptıklarını belirtmiştir. Sonuç olarak ise bir nakit akımı hesabı yaparak projenin geri dönüşü, değeri ve borçluluk hesaplarını çıkarttıklarını belirtmiştir.

Finansman başvurularının ise kurumsal pazarlama ve proje finansmanı ekipleriyle geldiğini belirtmiştir. Krediler ve istihbarat grubunun bir ön görüşü alınarak proje ekibi oluşturulduğunu, ekibin mâli analist ve mühendisler ile ekonomik araştırmaların destekleri hakkında bir proje raporu çıkardığını ifade etmiştir. Çıkan raporun kredi komitesine sunularak komite tarafından alınan karara göre olumlu ise yönetim kuruluna gönderildiğini, ardından yönetim kurulu onayı alınırsa firmanın talebine göre finansman sağlanmasının yapıldığını dile getirmiştir. Proje değerlendirme sürecinde teknik olarak mevcut tesisleri de analiz ettiklerini ve üretimin gerçekleşmesindeki birim sınai maliyetleri hesapladıklarını belirtmiştir. Ayrıca çevresel, sosyal analizler yaptıklarını, HES’lerin su rezervuar, RES’lerin Rüzgar, GES’lerin Güneş ışınım kapasitelerini hesapladıklarını ifade etmiştir. Yatırımların en büyük riskinin ise yatırım bütçesinin aşılması olduğunu belirtip bu durumun projeyi çok büyük tehlikeye soktuğuna dikkat çekmiştir. Fakat bankalarının proje süresinin uzaması durumu ve üretim performansı için öngörülerde bulunabildiklerini belirtmiştir.

## SORU-CEVAP

### 1.SORU:

#### ENKA Sayın Onur KILIÇKAPLAN:

Türkiye'deki enerji finansman kredilerine bakıldığında özellikle bir yapılandırma olduğunu ve FRR'ın (Finansal Getiri Oranı) %8 olduğunu, İslam Kalınma Bankası'nın 20 yıllık kredi verebildiklerini söylediğini yine İslam Kalınma Bankası'nın en fazla 12 ay inşaat süresinden bahsettiğini belirtmiştir. Sonrasında Türkiye'deki faiz oranlarıyla, inşaat süresi ve yatırımın geri dönüşüyle ilgili ne düşündüklerini sormuştur.

### 1.CEVAP:

#### Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Yönetici Yardımcısı Sayın Engin SAİTOĞLU:

Soruya cevap vermenin zor olduğunu çünkü fizibilite raporlarının incelenmesi gerektiğini belirtmiştir. Projeyi görmeden yorum yapmanın zor olacağını ve inşaat sürelerinin çok uzun olduğunu fakat Türkiye'de tecrübeli inşaat firmalarıyla sürenin kısalabileceğini düşündüğünü belirtmiştir. Uluslararası finansal kuruluşların PHES'leri yenilenebilir enerji olarak görmelerinin kendi açılarından önemli olduğunu ayrıca PHES'lerin mevzuatta yenilenebilir enerjiye geçmesinin artı değer olduğunu dile getirmiştir.

#### Dünya Bankası Kıdemli Enerji Uzmanı Sayın Debabrata CHATTOPADHYAY:

Dünya bankasının çıkarları açısından çok büyük enerji yatırımları ve yenilenebilir enerji yatırımlarında yer aldıklarını belirtmiştir. PHES projeleri yatırımının sistem planlamasının en önemli unsur olduğunu belirtmiştir. PHES yatırımına ne zaman ihtiyacın olduğunu, ne zaman planlanması gerektiği gibi parametreler bilinmeden yatırımın geri dönüş süresi yapım süresi gibi soruların basit bir cevabı olmadığını belirtmiştir.

#### İslam Kalkınma Bankası Enerji Grup Koordinatörü Sayın Tolga YAKAR:

Sorudaki %8'in fiyat olmadığını, 6-12 aylık inşaat döneminin ise yanlış anlaşıldığını belirtmiştir. Aslında gelen projenin niteliğine bağlı olarak inşaat süresinin üzerine 6-12 ay daha verildiğini belirtmiştir. 20 yıl konusunun ise daha farklı bir konu olduğunu özellikle çok taraflı kalkınma bankalarının uluslararası piyasalara rahat erişimi olan bankalar olduğunu belirtmiştir. Bankalarının kaynaklarını Dolar ve Euro üzerinden kanallara edebildiklerinden dolayı çok uzun vâdeli krediler oluşturma seçeneklerinin bulunduğunu ifade etmiştir.

Kamu-özel işbirliği modeli ile gerçekleşen projelerde, projelere verilmiş olan garantilerde enerji sektöründeki tarife garantisi, satın alma garantisi gibi garantilerin kendileri için güvenlik ağını oluşturduğunu belirtmiştir. Buna istinaden verilen garanti süresi 10 yıl ise 10 yıl, 15 yıl ise 15 yıl süre ile kredi verebildiklerini belirtmiştir. Şayet devlet alım garantisini 20 yıl süreyle vermesi halinde kendilerinin de 20 yıllık proje geri ödeme finansmanı verme kabiliyetine sahip olduklarını belirtmiştir.

**2.SORU:****Çankaya Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın Serhat KÜÇÜKALİ:**

PHES ve HES’lerde özellikle jeolojik sebeplerden dolayı maliyet aşımının olabildiğini, bankalarının bu maliyet aşımını sağlayan riskleri nasıl değerlendirdiğini sormuştur.

**2.CEVAP:****Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Yönetici Yardımcısı Sayın Engin SAİTOĞLU:**

HES’te ilk finansmanı 2002’de yaptıklarını, maliyet aşımının başlangıçta öngörülemediğini, sonrada bölgelere göre emniyet faktörünü daha fazla tutarak değerlendirmeler yaptıklarını belirtmiştir. Günümüzde projenin yerine ve müteahhite göre çalışma sistemini bilebildiklerini, bu durumun özellikle kontratlarda çok önemli olduğunu, anahtar teslim sözleşmelerde fiyatın fazla olmasına rağmen süre aşımının olmadığını belirtmiştir. Fakat hak ediş usulü olduğunda maliyetin 3 katına kadar çıktığını dile getirmiştir. Bankalarının firmaların tercih ettiği tedarikçilerine kadar her şeyi değerlendiklerini, tecrübeleri ve geçmişe dayanan know-how ile öngörude bulunabildiklerini açıklamıştır.

**4.OTURUM**  
**POMPAJ DEPOLAMALI HİDROELEKTRİK SANTRALLERE**  
**YATIRIMCI VE İŞLETMECİ BAKIŞ AÇISI**

Moderatör:

- HESİAD Yönetim Kurulu Üyesi Taner ERCÖMERT

Panelistler:

- HESİAD Yönetim Kurulu Üyesi Yusuf Hüseyin YÜCEBAŞ
- HESİAD Üyesi Serkan KARAKUŞ

Konular:

- PHES İşletme Şartları ve Yapılabilirlik
- PHES Fayda ve Bariyer Analizleri
- Yatırımcı Firmalar Açısından PHES

## **HESİAD Yönetim Kurulu Üyesi Sayın Taner ERCÖMERT:**

Dünyada PHES'lerin önceden planlaması mümkün olmayan RES, GES vb. değişken üretim tesislerinin, şebekeye entegrasyonunda katkısının önem arz ettiğini belirtmiştir. PHES'lerin Türkiye'nin depolama kapasitesini arttıracığı için puant talebin karşılanmasına katkısı olacağını, doğru zamanda, doğru yerde, doğru güçte ve doğru modelle yapıldığında ise faydalı olacağını ifade etmiştir.

PHES'e duyulan ihtiyaçta, lokasyon ve kapasitenin belirlenmesinde sistem operatörünün görüşünün çok önemli olduğunu belirtmiştir. PHES'in yapımı, işletme modeli tespiti ve gerçekleştirme süreci ile ilgili YEGM, EPDK, TEİAŞ, DSİ, YEGM, EPIAŞ, EÜAŞ'ın koordinasyonunun ve işbirliğinin önemli olduğunu belirtmiştir. Türkiye'nin puant talebinde sıkıntı olduğu zamanlarda sistemi kurtaranın depolamalı barajlar olduğunu ve Türkiye'de barajlı HES olmadığı takdirde puant talebinin karşılanmasının mümkün olmadığını belirtmiştir.

PHES'in kapasite projeksiyonunun ve yapım modelinin önemli olduğunu, PHES'lerde kısa vadeli ve uzun vadeli kapasitenin kesinleştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Yapım modeli ve ilgili mevzuat, PHES işletme ve elektrik satış regülasyonu (sistem kullanım bedeli yükümlülüğü vb.) hususlarının netleştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

PHES'lerin YEKDEM kapsamına alınması gerektiğini ve PHES'teki aksamalarının mümkün olduğunca yerli yapılmasının ülke menfaatine olacağını belirtmiştir. Model önerisi olarak ise EÜAŞ'a ait özelleştirilmesi planlanan bazı HES'lerin özelleştirilirken PHES dönüşümünün yapılması şartının konulabileceğini belirtmiştir. Enerji arzında kapasitenin ağırlıklı olarak milli kaynaklardan karşılanması gerektiğini, yeni enerji yatırımlarının kesinlikle yerli ve yenilenebilir ağırlıklı olması gerektiğini, Milli Enerji sistemimizde güvenilir bir rezerv marjı sağlanması gerektiğini, ithal yakıtların ülkemiz elektrik üretimindeki payının azaltılması gerektiğini, 2023 ve 2030 milli hedefleri için özel sektörün yatırımlardaki hızlı ivmesinin korunması ve teşviklerin sürdürülmesi gerektiğini belirtmiştir.

## **HESİAD Yönetim Kurulu Üyesi Sayın Yusuf Hüseyin YÜCEBAŞ:**

AK Enerji olarak son 10 yılda 11 tane proje bitirdiklerini ve Kemah HES projesi için ciddi olarak PHES çalışması yaptıklarını belirtmiştir. Türkiye'nin elektrikte, doğalgaz ve petrolde dışa bağımlılığını minimuma indirecek her adımda görev almaya ve çalışmaya hazır durumda olduklarını ifade etmiştir.

AK Enerji olarak Kemah HES'in konvansiyonel yapıda bir baraj olduğunu, EİE ile ortak çalışmalar yaptıklarını ifade etmiştir. Projeyi yönetim kuruluna götürerek Kemah HES'i PHES olabileceğini düşünerek çalışmalar yapmaya (kanun ve yönetmelik olmamasına rağmen) başladıklarını belirtmiştir. Kemah PHES projesinin çalışmalarını ulusal ve uluslararası mühendislik firmalarına yaptırdıklarından bahsetmiştir.

EİE, TEİAŞ, EİGM, EPDK ve DSİ ile görüşmeler yaptıklarını dile getirmiştir. O dönem için PHES'in, özel sektör tarafından yapılabileceği bir ortamın bulunmadığını dile getirmiştir. Bu durum neticesinde konvansiyonel HES'e döndüklerini, fakat PHES dizaynını değiştirmeden çalıştıklarını ifade etmiştir. Kemah HES'i 200 MW'tan, PHES olarak 240 MW çıkarmak için proje yaptıklarını söylemiştir. PHES ile konvansiyonel HES projesi arasında 40 MW için yatırımlarındaki sapmanın 38 milyon ABD doları olduğunu, 40 MW'lık santral yapmanın maliyetinin 100 milyon ABD dolar olduğunu belirtmiştir. Çalıştaydaki özveri ve çalışma itibarıyla PHES'lerin yolunun açıldığına ve güzel bir şekilde ilerleyeceğine inancının olduğunu ve ihtiyacın olduğunu vurgulamıştır.

Türkiye'nin dışa bağımlılığını en aza indirmek için mutlaka PHES gibi projelerin yapılıp, tüm HES kapasitemizi de bitirmemiz gerektiğini dile getirmiştir. Şirketlerin amacının serbest piyasa oluşması, ikili anlaşmalarla serbest tüketicilere ulaşması, yatırımların daha hızlı geriye dönmesi gerektiğini ifade etmiştir. 2002 yılından beri serbest piyasa, serbest satış piyasa kurgusundan geldiğini, teşvik mekanizmalarının takip edilmediği bir sistemin istendiğinden bahsetmiştir.

PHES'i devletin mi, özel sektörün mü yapacağını karar verilmesi gerektiğini, özel sektörden şirketlerin yapmak isteyebileceklerini ve devletimizin de bir projeye devam edebileceğini ifade etmişlerdir. Bunun da bir an önce başlaması gerektiğini vurgulamıştır.

## HESİAD Üyesi Sayın Serkan KARAKUŞ:

Firmalarının çok önemseydiği projelerinden bir tanesi olan Ankara Sincan Organize Sanayindeki türbin ve generatör fabrikası inşaatlarının bitmek üzere olduğunu, HES projelerinin elektromekanik ve hidromekanik kısımlarını %100 yerli bir şekilde yapmak istediklerini vurgulamıştır. Bu yatırımları çok önemseydiklerini ve Türkiye’de ilk olmasını hedeflediklerini belirtmiştir. Yenilenebilir enerji ve yerli üretimin payının çok önemli olduğunu ve bunu milli bir mesele olarak gördüklerini ifade etmiştir. Özellikle HES’ler açısından bakıldığında finansman tarafında bankaların HES’lere bakış açısının olumsuz olduğunu söylemiştir. Ülkemizde en önemli (%100) yerli ve yenilenebilir enerji yatırımı olarak HES’leri gördüklerinden bahsetmiştir.

Güneş ve rüzgar YEKA’larında ortaya çıkan fiyatlara göre HES yapımında da desteksiz bu fiyatlar baz alınırsa hiçbir HES projesinin yapılamayacağını belirtmiş, HES’lerin desteğe ihtiyacı olduğunu ifade etmiştir. Yatırımlarının 250 milyon dolar olduğunu belirtmiştir. 522 GWh/yıl enerji üretecek olduklarını, bütün yerli katkıları almaları halinde, 10 yılın ortalaması 8 kWh/dolar cent olduğunu, 40 milyon dolar gelir elde edeceklerini belirtmiştir. Bankaların faizlerinin ise %8’den başladığını, 250 milyon dolarlık yatırımın yıllık faizinin 20 milyon dolar olduğunu, bunun neticesinde, kazancın neredeyse faize gittiğini anlatmıştır. %100 yerli ve milli HES’lerin desteklenmesi gerektiğini belirtmiş ve 2020’de YEKDEM’in kalkmasıyla proje oranının çok düşeceğini belirtmiştir.

Çoruh vadisinde bulunan Bayram ve Bağlık projelerinde PHES yapmak istediklerini belirterek, enerji iletilmemesinden kaynaklı su savaklanması ve küçük HES’lerin feyzan döneminde ürettikleri elektriği burada tüketmek istediklerini söylemiştir.

Fakat bu yatırımı yapabilmek için;

- PHES’lerin yenilenebilir enerji kaynağı olup olmadığı,
- YEKDEM’den faydalandırılıp faydalandırılmayacağı,
- Pompa çalışma modunda tüketilecek elektrik enerjisinin fiyatının ne olacağı,
- Pompa çalışma modunda iken sistemden çekilecek elektrik enerjisi için sistem kullanım bedeli ödenip ödenmeyeceği,
- Pompaj depolamalı sistemin firmamız tarafından piyasa koşullarına göre mi yoksa TEİAŞ yük tevzi merkezinin talimatlarına göre mi işletileceği,
- PHES tesisinin, üretim ve tüketim kapasitesinin tamamının veya talep edilen belli bir oranının TEİAŞ yük tevzi merkezinin talimatlarına göre işletilmesi durumunda Yan Hizmetler Piyasası faydasının olup olmayacağı, olması durumunda ise nasıl bir uygulamaya tabii olacağı,
- Aynı dağıtım bölgesindeki tesisler ile tüketim birleştirme yapılarak pompaların enerjisinin karşılanıp karşılanamayacağı,
- Pompaj depolamalı sistemde 2 milyon  $m^3$  mertebesinde suyun çevrime tabi tutulacağı dikkate alınırca, bu durumun 2 milyar  $m^3$  mertebesinde rezervuarı bulunan mansaptaki Deriner Barajı açısından su hakları yönüyle bir problem yaratıp yaratmayacağı,

konularının netleşmesi gerektiğini dile getirmiştir.

Yaptıkları çalışmalarda konvansiyonel HES sisteminin kurulu gücünün 157 MW çıktığını, üretim miktarının ise 528,53 GWh/yıl iken PHES sisteminin kurulu gücünün 210 MW’a çıktığını, üretim miktarının ise 737,47 GWh/yıl olduğunu açıklamıştır. PHES sisteminde ise Konvansiyonel HES sisteminden 208,94 GWh/yıl daha fazla üretim yapabilmek için 258,77 GWh/yıl harcayarak

suyu üst rezervuarda depolamak gerektiğini belirtmiştir. Çalışmalarında YEKDEM mekanizmasından satış, PTF fiyatından alış yapabileceğimizi ve çekiş (tüketim) sistem kullanım bedelinin sıfır alındığını söylemiştir. Konvansiyonel üretim yapan HES'lerin üretimlerinin %40'ını feyazan dönemlerinde yaptıklarını PHES'lerde ise bu dağılımı Ekim-Kasım-Aralık aylarına kaydardıklarını ve bunun bir başarı olduğunu ifade etmiştir. PHES'lerin ağırlıklı olarak tüketim tesisi olarak görülebileceğini veya her havzanın kendi içinde değerlendirilebileceğini belirtmiştir. Her detayın hazırlandığını ve özel sektörün teknik anlamda hazır olduğunu vurgulamıştır.

#### **HESİAD Yönetim Kurulu Üyesi Sayın Taner ERCÖMERT:**

Firmalarının PHES hakkında daha önce çalışmalarının olduğunu, fakat o günkü fiyat ve mevzuatla yapılabilir bulunmadığını belirtmiştir. Türkiye'de enerji fazlalığı diye bir şeyin olmadığını aksine enerji talebinin katlanacağını ifade etmiştir. Şu anda Türkiye'de kişi başı bu tüketimin 650 kWh olduğunu, ABD'de 8.000 kWh olduğunu bu nedenle Türkiye'de her türlü enerjiye ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Bankacıların bir sözü olan "yaptıklarımız yapacaklarımızın teminatıdır" diyerek yatırımlara devam edeceklerini, bu sektörün desteklenmesinin devam etmesi gerektiğini ve her türlü enerji kaynağının çevreyle uyumlu olması gerektiğini belirterek soru bölümüne geçmiştir.

## SORU-CEVAP

### 1.SORU:

#### **Türkiye Kalkınma Bankasından Sayın Havva ŞİMŞEK:**

Hem bundan sonra yapılacak yatırımların planlaması açısından hem de mevcut tesislerin sürdürülebilmesi açısından mevcut durumda 2020 yılı itibariyle YEKDEM başvurularının sona ereceğini, kurulu güçte ciddi bir artış söz konusu olacağını bu haliyle fiyatlarda nasıl bir seyir izleneceğine dair öngörülerini (piyasa takas fiyatları baz alınarak) sormuştur.

### 1.CEVAP:

#### **HESİAD Yönetim Kurulu Üyesi Sayın Yusuf Hüseyin YÜCEBAŞ:**

Mücadeleye devam edileceğini, mevzuatın her gün değiştiğini ama uzun projeksiyonlarının olduğunu ve 2050'ye kadar yatırımlarını planladıklarını belirtmiştir. Türkiye'nin sıkıntılı bir dönemden geçtiğini gerekiyorsa kar etmeden ya da minimumda kar ederek yatırımlarına devam edeceklerini belirtmiştir.

## 5.OTURUM

### TÜRKİYE’NİN PHES DENEYİMİ ÜZERİNE ÖNCELİKLENDİRME VE ÖNERİLER

Moderatör:

- YEGM Genel Müdür Yardımcısı Ramazan USTA

Panelistler:

- GE RENEWABLE ENERGY Kıdemli Ürün Müdürü Roland PRAUS
- ANDRITZ HYDRO Büyük HES Bölüm Başkanı Turgay AKGÜN
- VOITH Türkiye Bölge Müdürü Fatih HASKILIÇ
- Dünya Bankası Kıdemli Enerji Uzmanı Debabrata CHATTOPADHYAY

Konu:

- Türkiye’nin PHES Deneyimi Üzerine Önceliklendirme ve Öneriler

## **YEGM Genel Müdür Yardımcısı Sayın Ramazan USTA:**

Çalıştayın son oturumuna kadar faydalı bilgi ve görüşlerin paylaşıldığını, ayrıca çalıştay öncesinde de PHES konusunda paydaş kurumların da katılımıyla birçok çalışma yapıldığını ifade ederek katkısı olan tüm kurum ve kuruluşlara Bakanlığımız adına teşekkür etmiştir.

Ülkemizde PHES'ler üzerine çalışmaların uzun yıllardan beri yapıldığını, yatırımın gerçekleştirilmesi, planlaması, projelendirilmesi ve sonuçlandırılması noktasında HES'lerle aynı süreçleri paylaştığını belirtmiştir. PHES'lerin dünyada kurulu güç olarak 170GW'lara ulaşmış olmasına rağmen ülkemizde maalesef hala bulunmadığını vurgulamıştır. Çalıştayda sunum yapan kamu kurum/kuruluşları, PHES ekipman üreticileri, finans sağlayıcılarının hem fikir olduğu gibi artık PHES'lerin kesinlikle yapılması gerektiğini ve işe bir an önce başlanması gerektiğini vurgulamıştır. Bu oturumda da farklı model önerilerinin gelebileceğini, PHES yapımında HESİAD oturumundan da anlaşılacağı üzere özel sektörün istekli olduğunu ve bazı çalışmalarının olduğunu ayrıca ekipman üreticileri ve finansörlerin de bu konuyu destekleyerek bir an önce hayata geçirilebileceğini belirttiklerini ifade etmiştir. Dolayısıyla bundan sonraki süreçlerde bütün beklentinin daha somut seçenekler üzerinden iş modellerinin bir an önce belirlenip simüle edilerek bir şekilde karara bağlanması gerektiğini belirtmiştir. Gerek mevzuat düzenlemelerinin gerek model önerilerinin PHES yapımına nasıl, nerede, ne şekilde başlanacağı kararının alınıp bir an önce PHES yapımı için adımlara başlanması gerektiğini vurgulamıştır.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü olarak bu noktada, çalıştay ile birlikte eksik olan tarafların, yani mevzuat, iş modelinin karara bağlanması, finans modellerinin araştırılması gibi gerekli tüm hazırlıkların 2018 yılı içerisinde yapılmasını arzu ettiklerini ve bu konuda çaba sarf ettiklerini dile getirmiştir. 2019 yılı içerisinde modellerin ortaya çıkmasıyla birlikte sözleşmenin imzalanmasını ve bu sözleşme ile birlikte 2020 yılında yatırımın hayata geçirilmesini, 2025-2026 yıllarında Türkiye'nin de öngörülebilecek bu hazırlık çalışmaları sonrasında ortaya çıkacak ölçü ve kapasitede bir PHES'e sahip olmasını arzu ettiklerini belirtmiştir.

Kapanış oturumunda ise çalıştayda sunum yapan bir kısım ekipman üreticisi ve finansman sağlayıcıları tarafından;

- Dünyadaki PHES uygulamaları ve bugüne kadarki elde ettikleri tecrübeler doğrultusunda Türkiye'de PHES uygulaması neden yapılmalıdır?
- Hangi kapasitede yapılmalı, nasıl başlanmalı, başlangıç için ilk adımlar ne olmalı, hedef ne olmalıdır?
- Türkiye'de PHES ekipmanı tedarik edilebilecek hangi aksam ve bileşenlerimiz olabilir? Yatırımcılar sistem seçerken nelere dikkat etmelidir?
- Finans sektörü PHES uygulamasının kredilendirilmesinde hangi kriterleri önceliklendirmektedir? Türkiye için finans model önerileriniz neler olur? HES ve PHES'lerin finansmanında yatırımcılara ne gibi önerileriniz vardır?

sorularının cevaplanmasını istemiştir.

## **GE RENEWABLE ENERGY Kıdemli Ürün Müdürü Sayın Roland PRAUS:**

Firmalarının küresel bir çerçevesi olduğunu ve müşterilerini küresel açıdan ele almalarının gerektiğini söylemiştir. Türkiye'nin piyasa koşullarının özellikle Kuzey Amerika'daki ve Avrupa'daki yasalara benzer şekilde liberal günlük regüle edilen piyasaya sahip olduğunu, bunların bütün yatırımcılar için şu anda önemli bir konu olduğunu dile getirmiştir. PHES'lerin sadece teknoloji açısından değil yatırım açısından da çok önemli bir konu olduğunu ve bütün potansiyel riskleri ile ele alınması gerektiğini belirtmiştir. Bunların ise tedarikçi olarak kendilerinin etkileyemediği bir durum olduğunu, kendi bakış açılarından yani teknoloji açısından bazı seçeneklerin bulunduğunu ancak koşullara, iş modeline bağlı olarak değişebildiğini ve yine piyasa operatörlerinin de önemli rollerinin bulunduğunu söylemiştir. Çünkü bazı teknolojilerden özellikle değişken hızdan, yardımcı hizmetlerden, piyasalardan da bahsetmenin gerektiğini vurgulamıştır.

“PHES yapımına yerel tedarikçilerin bir katkısı olabilir mi?” sorusuna ise böylesi projelerin gerçekleştirilmesinde bazı bileşenler açısından yerel tedarikçi katkısının olabileceğini ama kilit parçalarda olamayabileceğini belirtmiştir. Fakat Türkiye'de birçok şirket olduğunu, PHES konusunda tedarik sağlayabilecek özellikle inşaatla ilgili, barajın yapılması ile ilgili çok fırsatın var olduğunu belirtmiştir.

PHES'lerin normal HES'lere göre daha karmaşık sistemler olduğunu, yapılan sunumlarda kapasitenin genel olarak 5.000 MW olarak söylendiğini, fakat kendi görüşleri dahilinde genel kapasite planlamasının aslında yol haritasına bağlı olduğunu ve bu yol haritasının ise mevzuattan gelmesi gerektiğini özellikle iletim sistemi operatörünün önemli bir rolü olduğunu belirtmiştir. Hali hazırda çok fazla doğal rezervuara sahip olduğunu ve bunların PHES için kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Genel maliyetinden bahsedilirse bu santrallerin barajının inşasının en büyük kısmı oluşturduğunu hazır mevcut barajlar varsa o zaman kaskat projeler yapılarak baraj yapımı maliyetinin göz ardı edilebileceğini belirtmiştir. Burada sadece yatırımlardan yani CAPEX'ten (Sermaye Harcamaları) bahsedildiğini ama sadece CAPEX değil OPEX'inde (İşletme Giderleri) çok önemli olduğunu belirtmiştir. Bu açıdan akıllı araçlara sahip olmanın çok önemli olduğunu, kendilerinin dijital araçlar aracılığıyla bir santralin operasyonu sırasında maliyeti ölçebildiklerini ve 35 yıldan 80 yıla kadar bunu planlayabildiklerini söylemiştir. Kurulacak PHES kapasitesi hakkında bunun belirli bir planlamadan çıkabileceğini, fakat portföylerin de tek aşamalı türbin kullanılarak 50 MW ile 450 MW güce kadar çıkabildiklerini belirtmiştir.

## **ANDRITZ HYDRO Büyük HES Bölüm Başkanı Sayın Turgay AKGÜN:**

Avrupa'da minimum %6 civarında bir PHES kapasitesi öngörüldüğünü, Türkiye'deki kurulu gücün 100 GW olduğu düşünüldüğünde asgari 6 GW bir kapasite ihtiyacının var olduğunu düşündüklerini dile getirmiştir. PHES'lerin faydalarına gelindiğinde bu faydaların Türkiye'deki şebekelere ne getireceğini bilmediklerini, çünkü Avrupa'daki ülkelere bakıldığında hepsinde değişik tarifelerin yer aldığı değişik bir yapı ve her ülkenin kendi ihtiyaçlarına göre fiyatlandırma yaptığını belirtmiştir. Dolayısıyla TEİAŞ'ın bunu fiyatlamasının gerektiğini belirtmiştir. Teknoloji seçiminde ise senkron ve asenkron makinelerin olduğunu, Avrupa'da hem senkron hem de asenkron makinenin aynı santralde kullanıldığını, Türkiye'de başlangıç için güzel bir örnek olabileceğini ve sistemde ikisini de deneyip hangisinin daha fazla fayda verdiğine göre de bir karar mekanizması oluşturulabileceğini vurgulamıştır.

ANDRITZ olarak yerli imalatların azamiye çıkartılması yönünde önemli çabalarının ve yatırımlarının olduğunu açıklamıştır. Türbin bazında büyük türbinlerde %60'lar, küçük türbinlerde ise %100 yerlilik oranına ulaştıklarını ve generatörlerle ilgili çalışmalarının yeni başladığını ama senkron generatörler için bu çalışmaların kısa zamanda hayata geçeceğini belirtmiştir. Dolayısıyla bir PHES bugün için elektromekanik ve hidromekanik teçhizat olarak düşünüldüğünde en az %50'nin yerli imalata girebileceğini söylemiştir. Kaç MW ile başlanması konusunda ise şahsi fikrinin 2-3 GW ile başlanmasını ve TEİAŞ'ın yönetiminde bunun faydalarının tespit edilmesi gerektiğini paylaşmıştır.

### **VOITH Türkiye Bölge Müdürü Sayın Fatih HASKILIÇ:**

Dünyadaki uygulamalara bakılırsa ve önümüzdeki yıllarda ülkemizde nükleer santrallerin devreye gireceği düşünülürse, nükleer santrallerin bulunduğu ülkelerle nükleer santralin bulunmadığı ülkeler kıyaslandığında örneğin Avusturya'da nükleer santral bulunmadığını ancak RES, GES ve HES'lerden dolayı Avusturya'da PHES yapıldığını ve 12-13 adet üzerinde olduğunu belirtmiştir. Türkiye ile Fransa kıyaslandığında nükleer santralin de, HES, GES, RES'inde olduğunu söylemiştir. 5 yıl sonra nükleer santral ülkemizde devreye girdiğinde nükleer santralin üretimini durduramayacağımızı, durduramadığımız takdirde ise tüketici gerekeceğini, bu tüketicinin ise PHES olacağına dikkat çekmiştir. Şu anda nükleer santral olmamasına rağmen PHES'lere ihtiyaç olduğunu ve bunun örneğinin ise Avusturya olduğunu, nükleer santral olmamasına rağmen RES'lerin ve GES'lerin devre dışı kalmasıyla beraber bunu dengeleyecek en iyi sistemin PHES'ler olduğunu vurgulamıştır.

PHES'lerin Türkiye'de nasıl uygulanacağına ise devlet tarafından yapılabileceğini, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı çatısı altında kurumların toplanarak ekipler oluşturulabileceğini, müşavir şirketlerin, tedarikçilerin, bankaların da dahil edilerek bir çalışma yapılabileceğini belirtmiştir. Bugünkü çalışmayı çok iyi bulduğunu, ancak devamının olması gerektiğini meselenin derinine inilmesi gerektiğini ve Ar-Ge çalışması yapılması gerektiğini belirtmiştir.

“Türkiye'de yerli ekipman üretilebilir mi?” sorusuna ise bunun mümkün olduğunu (kendinin de Türk olduğunu), vatandaşlarımızın çok zeki olduğunu, farklı farklı ülkelerde de yurt dışında da onlarca proje gerçekleştirdiğini ifade etmiştir. Her alanda olduğu gibi bunun ciddi anlamda görev bilinmesi gerektiğini ve konunun temeline kadar inip zaman ayırarak takip edilmesi gerekliliğine değinmiştir. Kurulacak PHES kapasitesinin ne olması gerektiğine dair ise öncelikle bir santralden başlanması gerektiğini oradaki şebeke durumunun araştırılması gibi çalışmalar yapılmasına ihtiyaç olduğunu söylemiştir.

### **Dünya Bankası Kıdemli Enerji Uzmanı Sayın Debabrata CHATTOPADHYAY:**

Dünya Bankası hangi işletme modelinin uygun olacağına dair soruya ilişkin, IFC(Uluslararası Finans kurumu) ve özel sektör düşünüldüğünde büyük bir yatırım olduğunu özellikle de bir hidro esaslı yatırımdan bahsedildiğinde aslında çekingen davranıldığını belirtmiştir. Tamamen özel sektör modelinin olmasının çok iyi olmayacağını, kamu özel ortaklığının en umut verici model gibi görüldüğünü belirtmiştir.

Tüm gelişmiş elektrik piyasalarına ve bu piyasalardaki PHES'lere bakıldığında, tamamen maliyetin tüm üretim hacmine yayıldığını bunun iyi bir yöntem olabileceğini düşündüklerini söylemiştir. Buradan ödemelerin nasıl gerçekleştirilebileceklerini bulabildiklerini belirtmiştir. Kamu özel ortaklıkları ve kamudan bahsedildiğinde bir bölümün taşeronlardan gelmesi, bir bölümün donörlerden gelmesi gibi bir durum söz konusu olduğunda yine hükümetin de bu işin

içerisinde mali olarak yer alması söz konusu ise bunun zor bir seçim olacağını belirtmiştir. Çünkü bununla ilgili olarak dikkate alınması gereken çok konu olduğunu ve hem sosyal açıdan hem çevresel açıdan hatta iklim değişikliği açısından bile dikkate alınması gerektiğini, çünkü PHES'lerin karbon emisyonlarını azaltmadığının bilindiğini belirtmiştir. Ukrayna'ya bakıldığında ciddi güçlükler çıktığını, karbon emisyonlarının gerekçelendirilmesi için bu santrallerin karbon emisyonuna çok ciddi etkisi olduğunun görüldüğünden bahsetmiştir. Kamunun finanse ettiği modelin aslında daha iyi olabileceğini, Türkiye için ilk 1000 MW kurulu gücün başlangıç için düşünülebileceğini ama 5000 MW güçlerin telaffuz edildiğini ve bu şekilde maliyetin en az 5 milyar \$ olduğunu, bunun gerçekten özel sektörden gelmek için çok büyük bir paraya tekabül ettiğini, yani kamu özel ortaklığı bile olsa yıllık olarak yarım milyar dolardan bahsedildiğini eğer bu rakam 250-300 milyon kWh düşünülürse 1.5-2 \$ MWh için ortaya çıkacağını belirtmiştir.

Gerek HES ve PHES'lerin finansmanı için yatırımcılara ilk tavsiyesinin herhangi bir finansman kuruluşundan bahsedildiğinde ticari bankalar da dahil mutlaka bir sistem düzeyinde plan yapılması gerektiğini vurgulamıştır. Planın koşulları belirleyeceğini, hangi şekilde olan santrallerden bahsedildiğini, detaylarının ne olduğunu, ekonomik belirtilerinin ne olduğunu ve bunların bir master plan çerçevesinde teşkil edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

PHES'lerle ilgili ikinci olarak ne getireceği yüklenici açısından düşünüldüğünde, bunun aynı zamanda batarya depolamalar içinde dikkate alınması gerektiğini ifade etmiştir. Batarya depolamanın daha iyi bir durum olması söz konusu olduğunu, daha yeni daha modüler teknolojiye sahip olduğunu, herkesin bununla ilgili olarak daha fazla fona sahip olduğunu belirtmiştir. Yeni teknoloji olması nedeniyle ne kadar mal olabileceği, yüklenicinin ne kadarını masaya getirebileceği, bununla ilgili dikkate alınması gereken konuların neler olduğuna bakmak gerektiğini belirtmiştir.

Üçüncü olarak ise düzenleyici konulara bakmak gerektiğini, yatırımcıların bunun ne kadar arkasında olurlarsa düzenleyici modele ne kadar uyarlırsa o kadar fazla katkı yapabileceklerini düşündüğünü ifade etmiştir.

#### **YEGM Genel Müdür Yardımcısı Sayın Ramazan USTA:**

Çalışmayı kapatırken konuşmacıların tek cümlelik slogan niteliğinde katkılarını istediğinde;

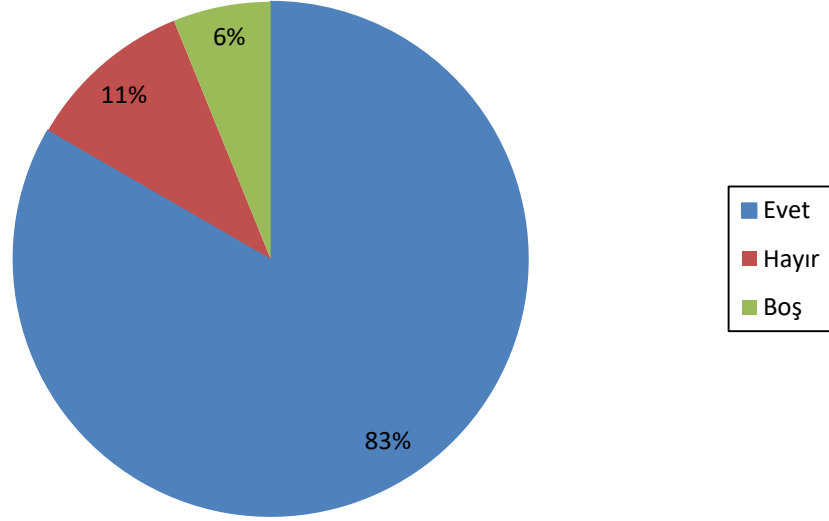
- GE RENEWABLE ENERGY Kıdemli Ürün Müdürü Sayın Roland PRAUS “ Bu yolda yürümeye devam edin.”
- ANDRITZ HYDRO Büyük HES Bölüm Başkanı Turgay AKGÜN “ Milli Enerji ”
- VOITH Türkiye Bölge Müdürü Fatih HASKILIÇ “AR-GE için bütçe”
- Dünya Bankası Kıdemli Enerji Uzmanı Debabrata CHATTOPADHYAY “Gözlerinizi açık tutun ama ilerlemeye devam edin.”

şeklinde ifade etmişlerdir.

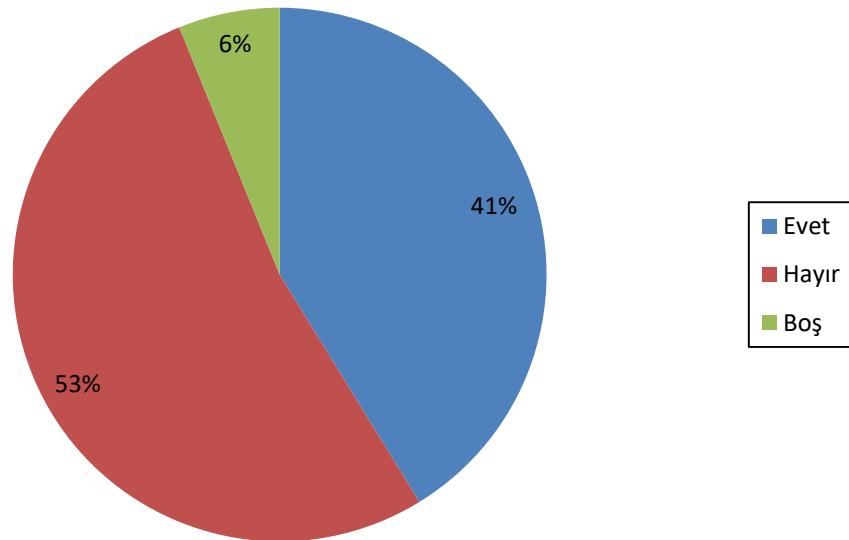
## ANKETLER

Çalıştay öncesinde yapılan online kayıt esnasında katılımcılara sorulan anket soruları ve cevapları aşağıdaki gibi olmuştur.

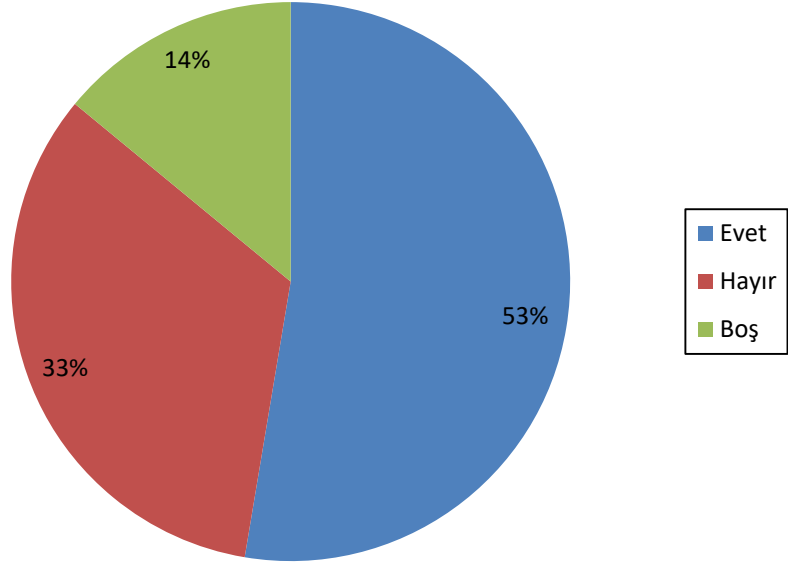
1-PHES hakkında bilgiye sahip misiniz?



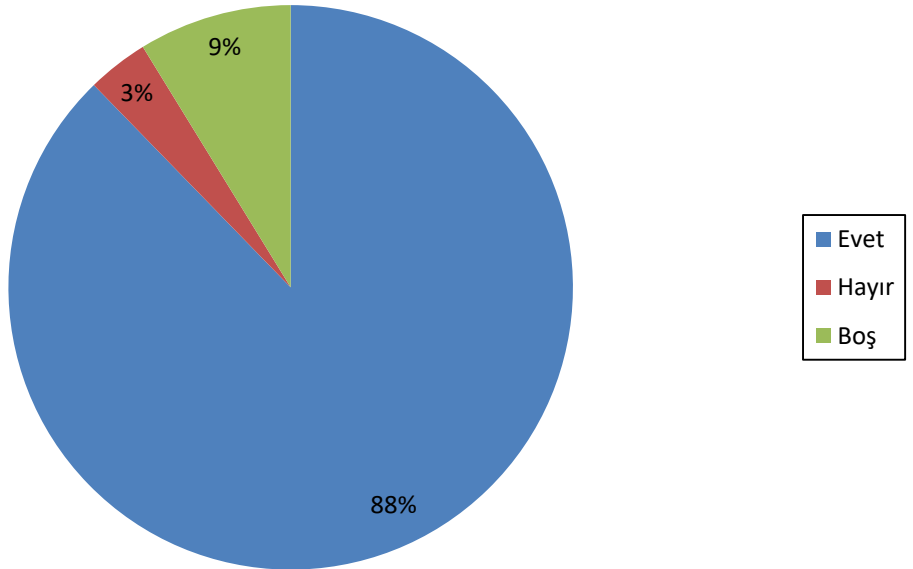
2-Daha önce PHES ile ilgili bir çalışmanız oldu mu?



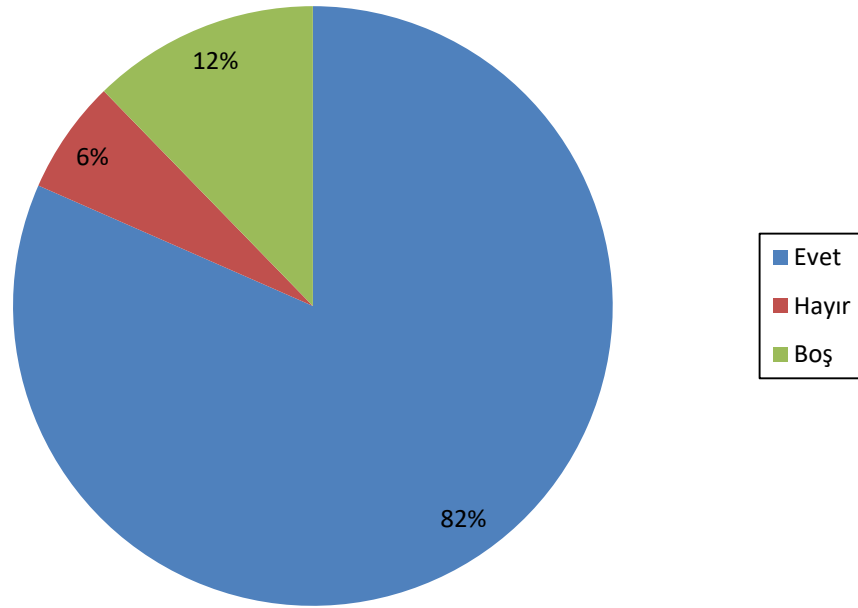
3-Türkiye’de PHES kurulumu için mevcut altyapının yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?



4-PHES’in Türkiye’de gerekli olduğunu düşünüyor musunuz?

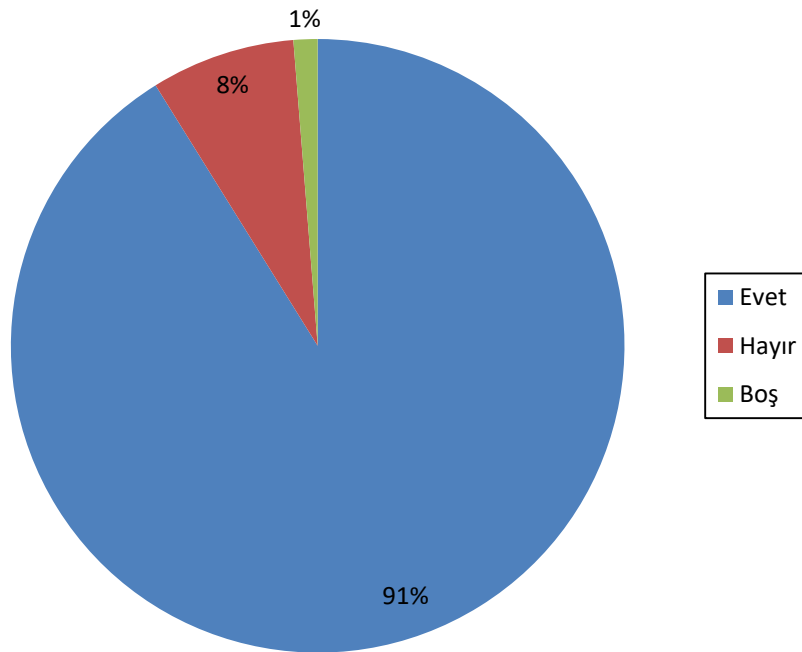


5-Çalıştayda ele alınan konuları yeterli buluyor musunuz?

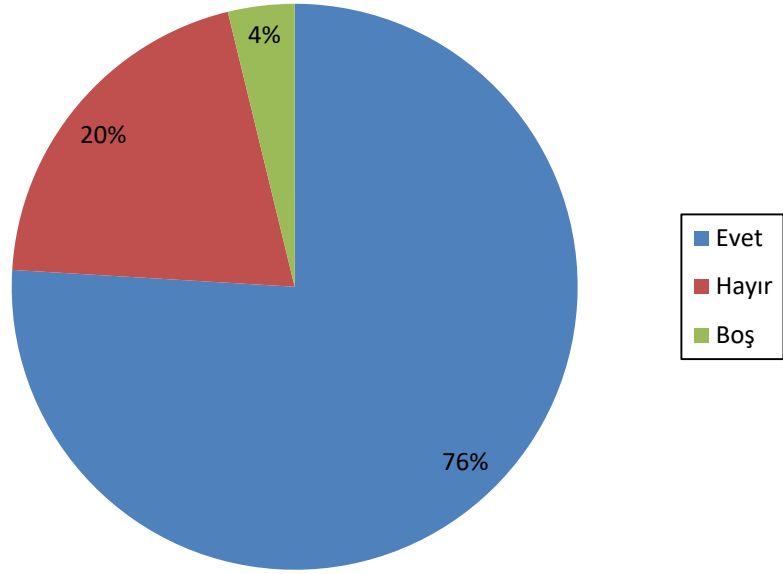


Çalıştay'ın sabah oturumu bitiminde yapılan online ankette katılımcılara sorulan sorular ve cevapları aşağıdaki gibi olmuştur.

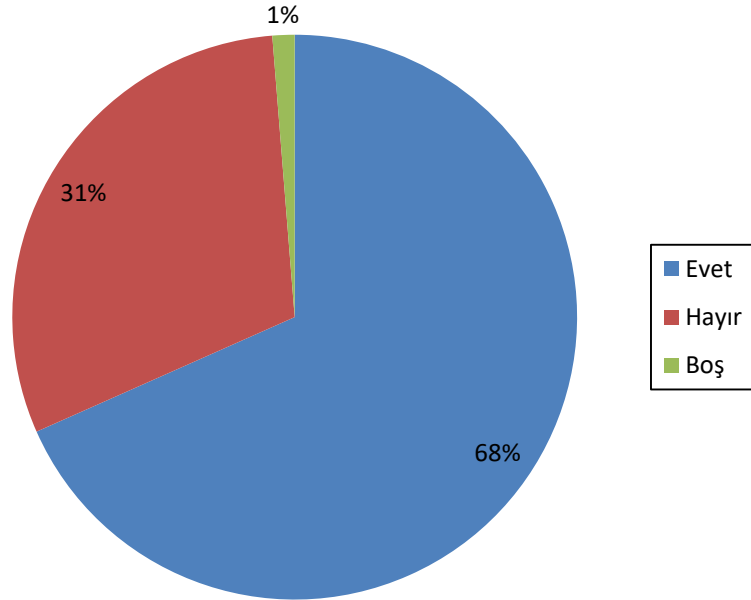
1-PHES tanımı sizin için uygun mu?



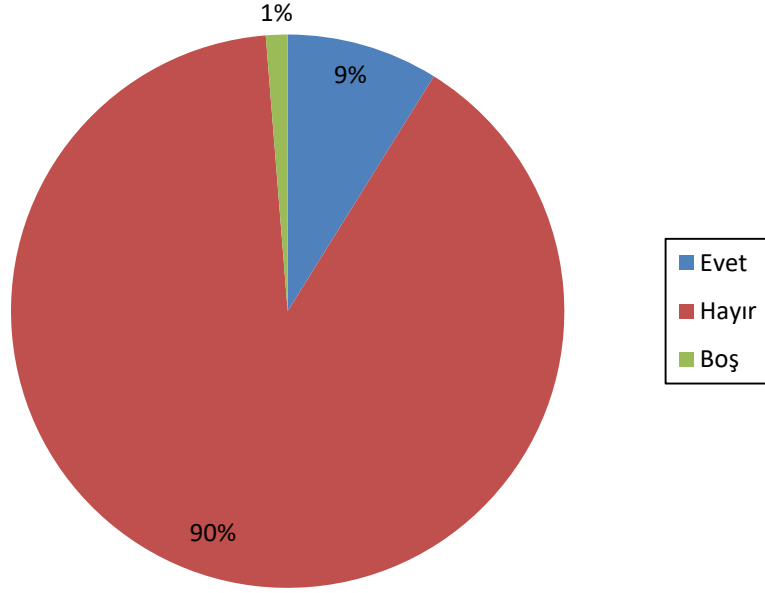
2-Sunulan iş model önerilerini beğendiniz mi?



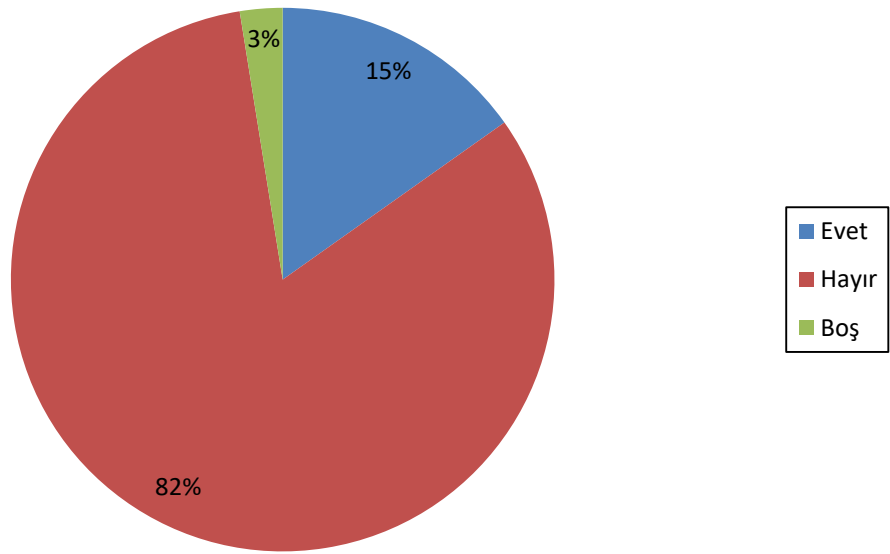
3-PHES kurulu gücünde alt sınır olmalı mı?



4-Mevcut mevzuat altyapısı PHES kurulumu için yeterli mi?

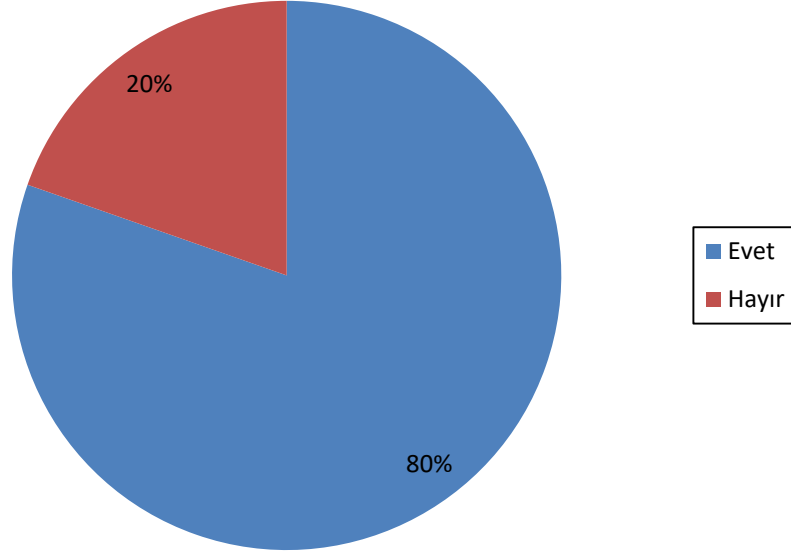


5-Mevcut mevzuat koşullarında PHES işletir misiniz?

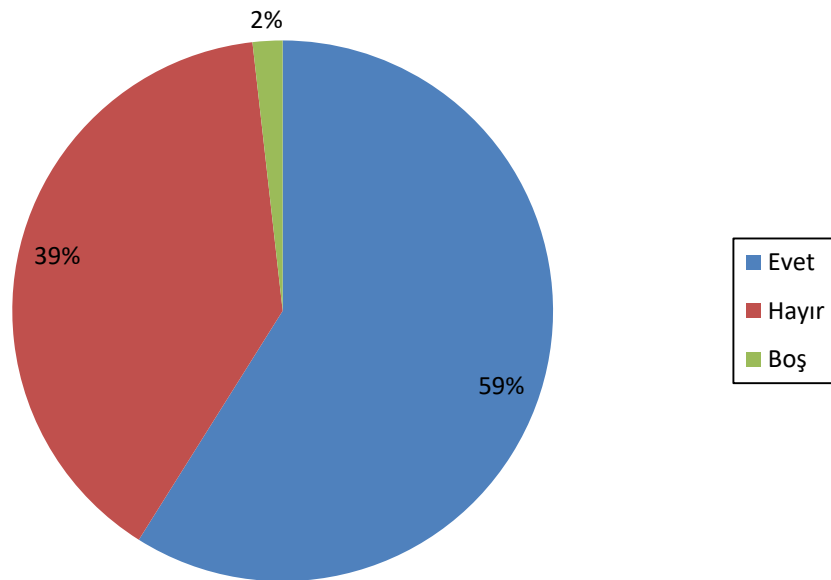


Çalıştay'ın öğle oturumu bitiminde yapılan online ankette katılımcılara sorulan sorular ve cevapları aşağıdaki gibi olmuştur.

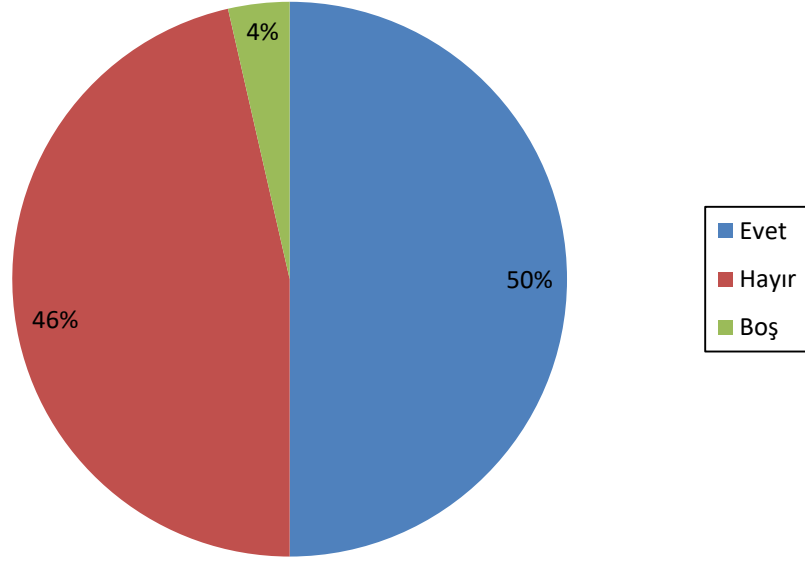
1-PHES'teki teknolojik gelişmeler hakkındaki bilgilendirmeleri yeterli buldunuz mu?



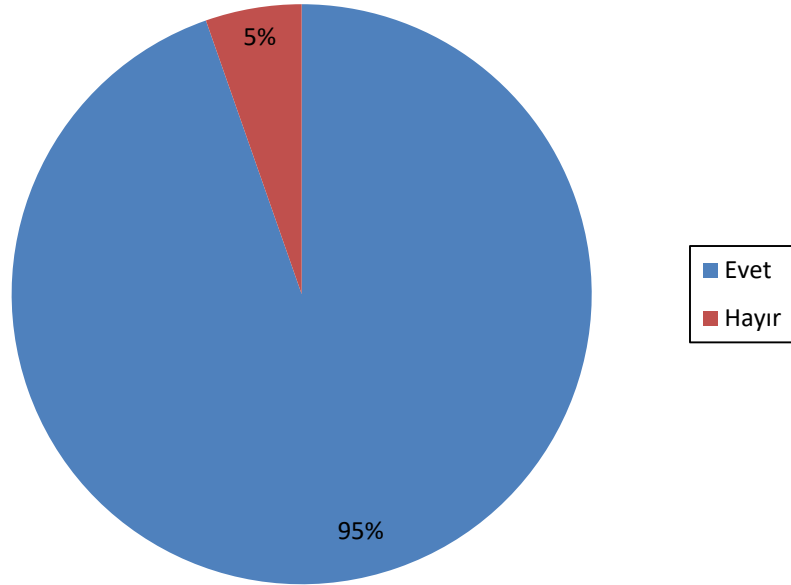
2-PHES fayda ve bariyer analizleri sizin için yeterli mi?



3-Finansman kaynakları hakkında yeterli bilgi aldınız mı?



4-PHES çalışmayı sizin için verimli oldu mu?



5-PHES alıştayından sonra PHES yapılmasını tavsiye eder misiniz?

