



RÜZGAR ENERJİSİ SANTRALLARI ÜRETİM TAHMİNİNİN BİLİNMESİNİN ÖNEMİ

TÜRKİYE ELEKTRİK İLETİM A.Ş.

HAZIRLAYAN
MEHMET BAHADIR – ELEKTRİK MÜHENDİSİ
ŞEYDA ERSOY– ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSİ
mehmet.bahadir@teias.gov.tr
seyda.ersoy@teias.gov.tr

05 MART 2010





SUNUM PLANI

➤ Rüzgar Enerjisi

- Sistem İşletmecisi Olarak Rüzgar Enerjisine Genel Bakış
 - Rüzgar Elektrik Santral Projelerinin Son Durumu
 - Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliğinde (EPŞY) RES ile ilgili Yapılan Düzenlemeler

➤ Rüzgar Enerjisi Tahmini

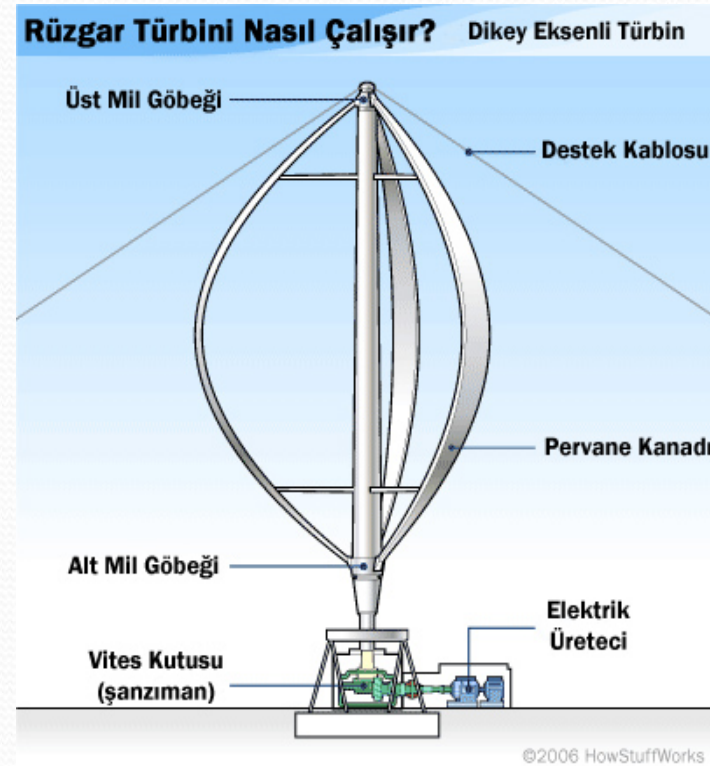
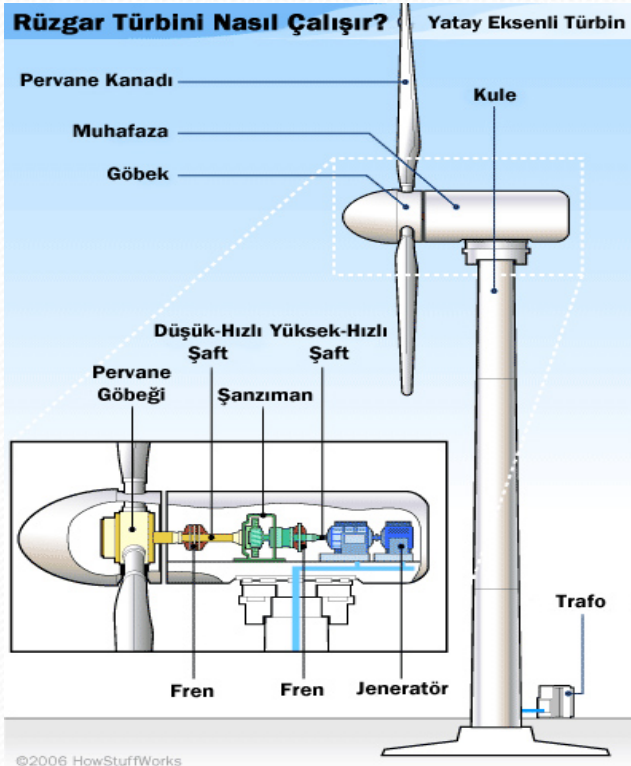
- Sistem İşletiminde Kısa Dönem Rüzgar Enerjisi Tahmini Etkisi
 - Piyasa İşletiminde Kısa Dönem Rüzgar Enerjisi Tahmini Etkisi





Rüzgar Enerjisi

- RES ler rüzgar kinetik enerjisini önce mekanik enerjiye ardından da mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir.





SİSTEM İŞLETMECİSİ OLARAK RÜZGAR ENERJİSİNE GENEL BAKIŞ

- Son yıllarda çevre bilincinin artmasına da paralel olarak yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ve yenilenebilir enerji ile üretim yapan santrallerinin sayısı bütün dünyada önemli ölçüde artmaktadır. Özellikle rüzgar enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasında oldukça fazla ilgi görmektedir.
- Güç sistemlerinde rüzgar enerjisinin kullanılması sistem işletiminde verimliliği ve güvenilirliği etkileyen ilave değişkenlikler ve belirsizlikler meydana getirmekte ve bu sorunların çözümü için daha esnek bir sistem işletmesine ihtiyaç duyulmaktadır.
- Bu esneklik sistemde var olan rüzgar kapasitesine ve mevcut sistemin alt yapısına bağlıdır.
- Avrupa Komisyonu tarafından Ocak 2008 de hazırlanan Enerji İklim Değişikliği Dökümanı çerçevesinde 2020 yılında enerji tüketiminin %20'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması hedeflenmiştir.





SİSTEM İŞLETMECİSİ OLARAK RÜZGAR ENERJİSİNE GENEL BAKIŞ

Neden Rüzgar

- Fossil kaynaklarının sınırlı olması
 - Talep artışına paralel olarak enerji çeşitliliğinin artması ihtiyacı
 - Yerli kaynakların geliştirilmesi
 - Çevre bilinci
 - Ulusal ve Uluslararası direktifler

Rüzgar Enerjisi Kullanımının Üstünlükleri

- Temiz bir enerji kaynağı olması
 - Kaynağın tükenmemesi
 - Yerli kaynak olması
 - Kurulumu ve işletilmesinin diğer tesislere göre daha kolay olması
 - Güvenilirliğinin gün geçtikçe artması



SİSTEM İŞLETMECİSİ OLARAK RÜZGAR ENERJİSİNE GENEL BAKIŞ



Rüzgar Enerjisinin Şebekeye Etkileri

- Güç kalitesi, fliker, harmonik etkisi
- Şebeke arızalarına tepkisi
- Şebeke kararlılığına etkisi
- Aktif güç üretiminde değişkenliğe neden olması
- Frekans regülasyonu ihtiyacının artması
- Gerilim ve reaktif güç değişkenliği
- Rezerv kapasite artışı

Her ne kadar yeni nesil rüzgar türbinleri bir çok etkiyi ya azaltacak ya da tamamen ortadan kaldıracak yönde güç elektroniği donanımı ile tasarlansa da rüzgarın doğası gereği hala şebeke üzerinde birtakım olumsuz etkileri mevcuttur.



SİSTEM İŞLETMECİSİ OLARAK RÜZGAR ENERJİSİNE GENEL BAKIŞ



Rüzgar Enerjisinin Şebekeye Bağlanma Kısıtları

- Sıcak yedekler
 - Şebeke kararlılığı ve sınımlar
 - İlave reaktif güç ihtiyacı ve gerilim kontrolü
 - Konvansiyonel santrallerin minimum yüklenebilirliği

Rüzgar Enerjisinin Şebekeye Bağlanma Fırsatları

- Rüzgar enerjisinin değişkenliği ve tahmin edilebilirliği
 - Rüzgar türbinlerinin şebekeye bağlanma kriterleri ve yan hizmetleri sağlama kapasitesi
 - Sistem planlaması açısından gelecekte yapılması muhtemel rüzgar kapasitesinin bilinmesi



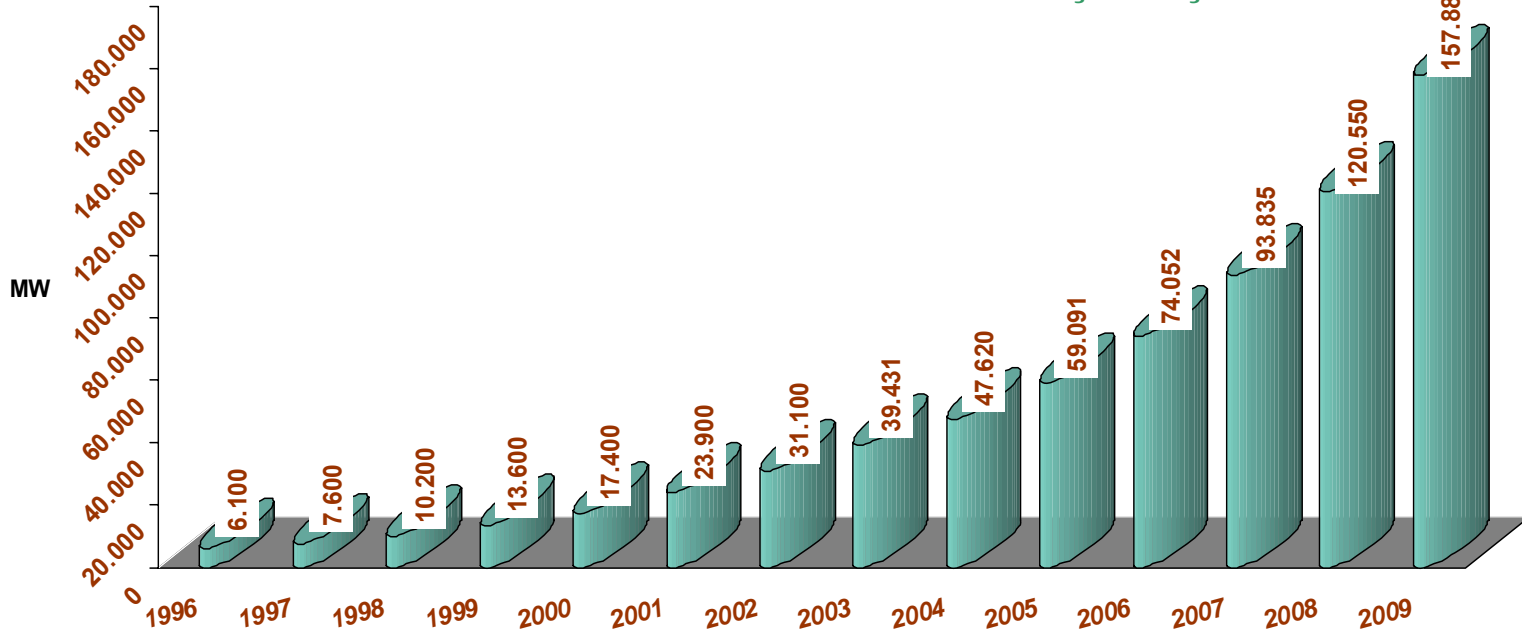
RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL PROJELERİNİN SON DURUMU



Rüzgar Kurulu Güç Kapasitesi

- Türkiye : 822 MW
- Avrupa : 76.152 MW
- Dünya toplamı : 157.899 MW

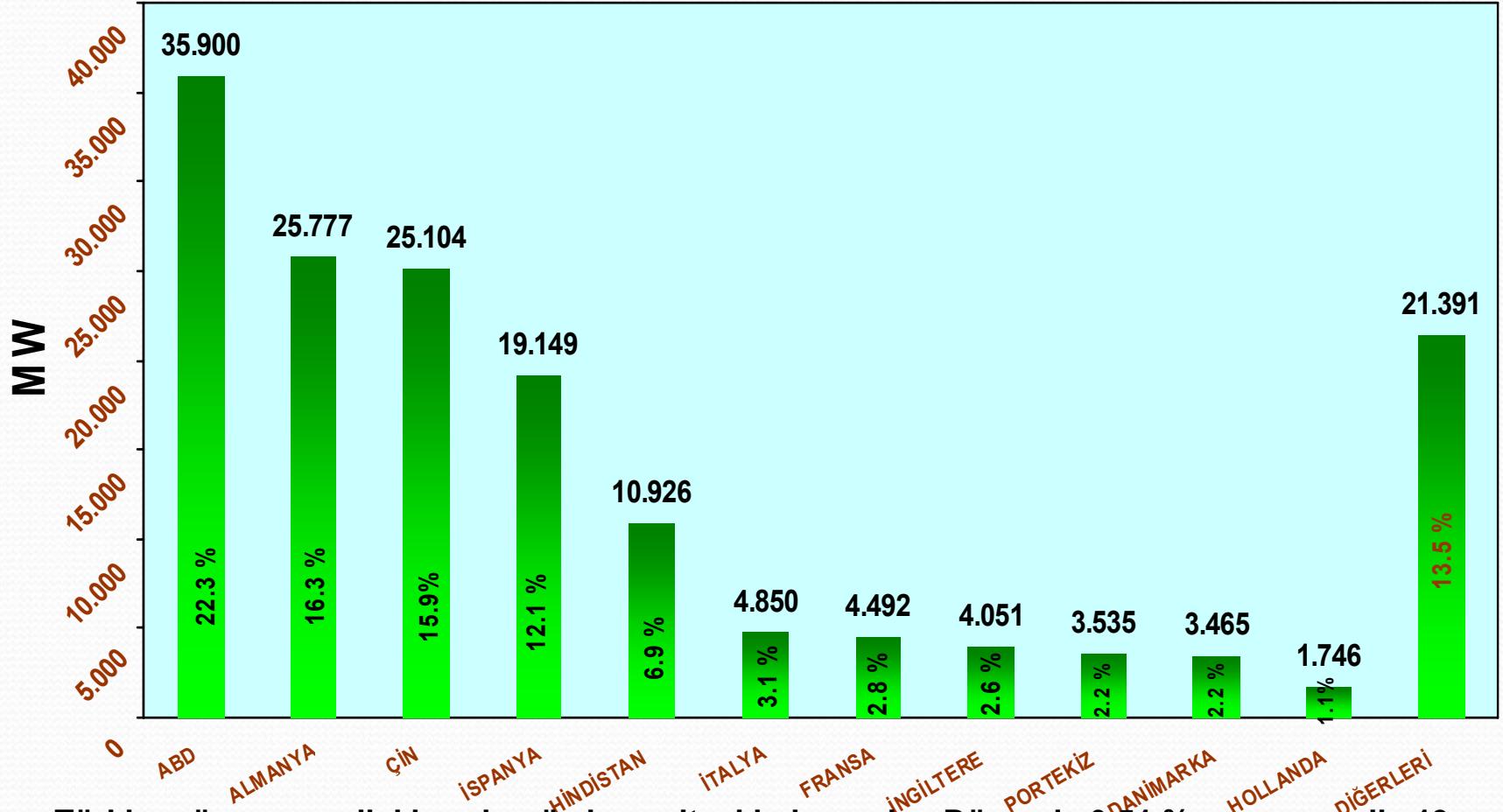
1996 - 2009 YILLARI ARASI RES KURULU GÜÇ ARTIŞI



RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL PROJELERİNİN SON DURUMU



RES TOPLAM KURULU GÜCÜNÜN ÜLKELERE DAĞILIMI



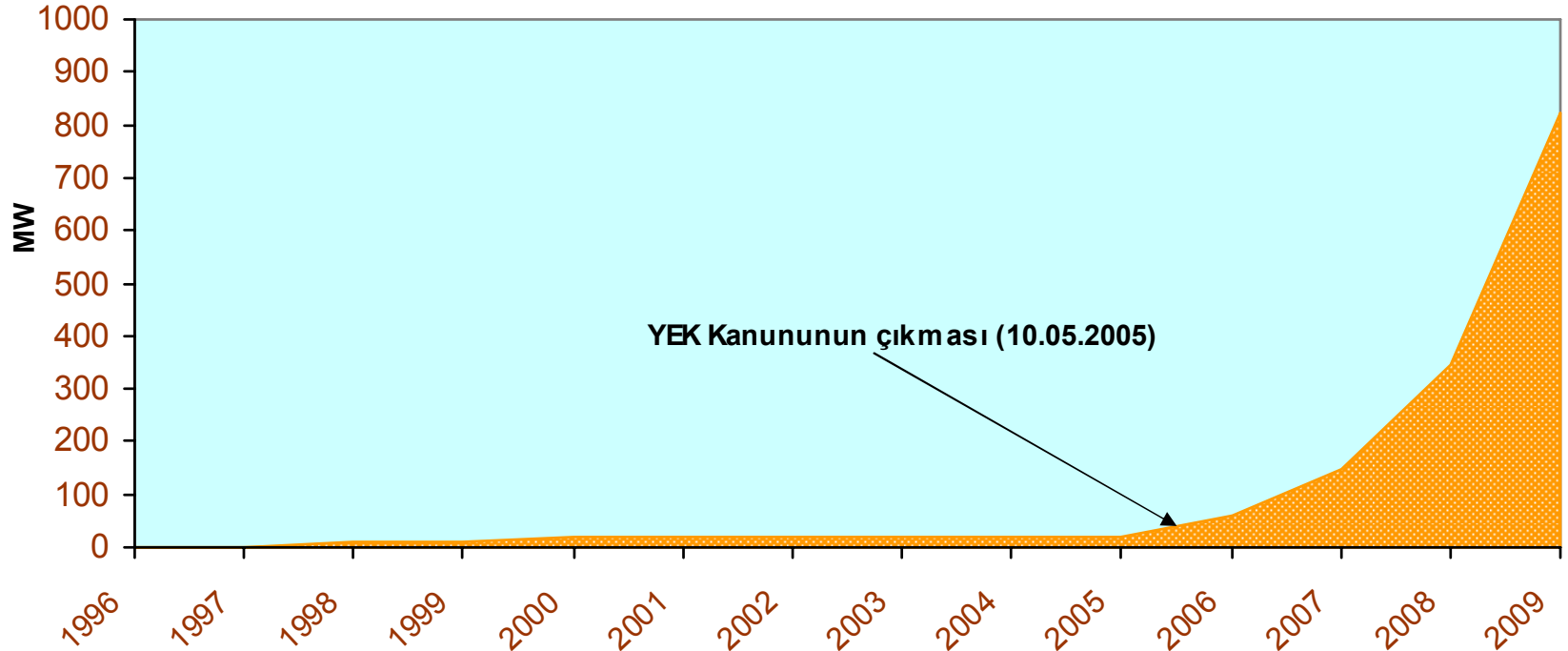
Türkiye rüzgar enerjisi kurulu güç kapasitesi bakımından Dünyada 0,51 % pazar payı ile 19. sıradadır



RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL PROJELERİNİN SON DURUMU

TÜRKİYE RÜZGAR ENERJİSİ KURULU GÜÇ GELİŞİMİ

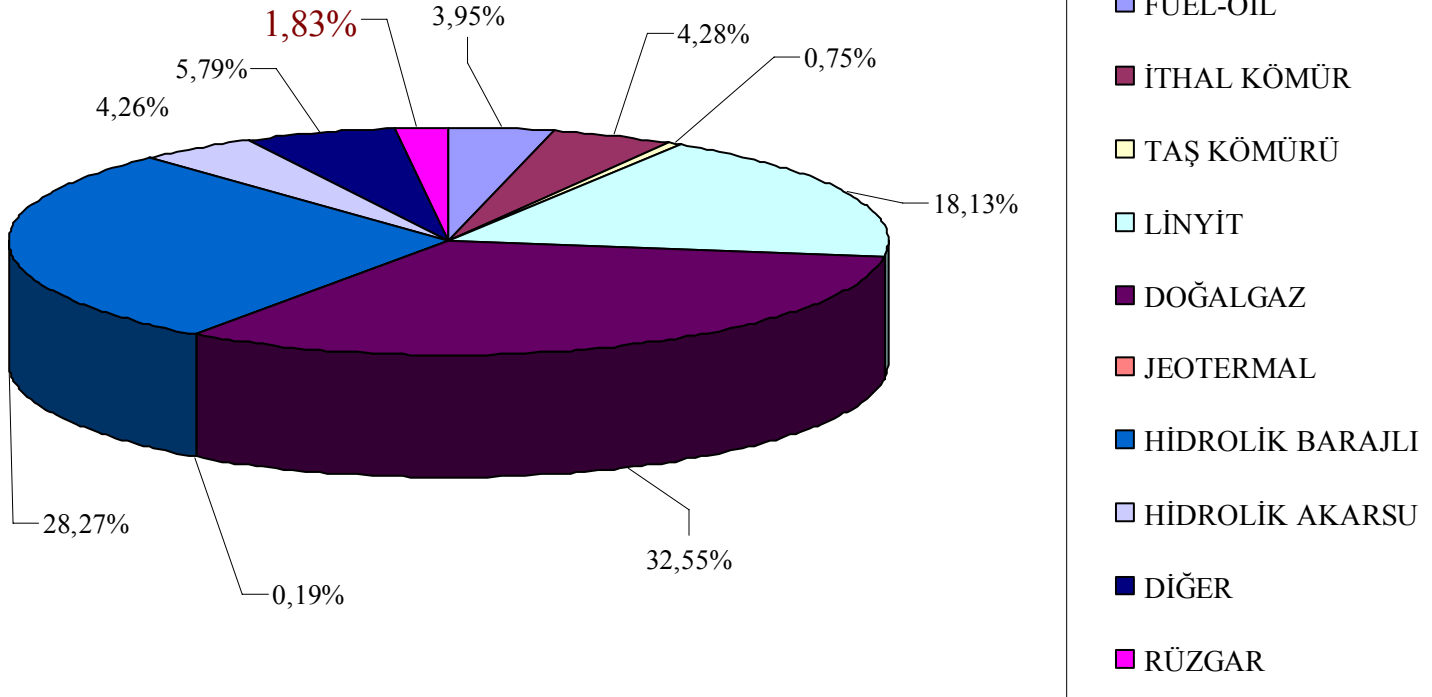
- Ülkemizde rüzgar enerjisi kullanımı ile ilgili çalışmalar, her ne kadar 90'lı yılların başında başlanmışsa da bu alandaki somut gelişmeler 1996 yılından itibaren yaşanmıştır. İlk rüzgar enerjisi santrali 1997 yılında devreye girmiştir. Ciddi anlamda hareketlenme 2005 yılında Yenilenebilir Enerji Kanununun (YEK) çıkması ile başlamış ve RES projelerine ilgi yoğunlaşmıştır.



RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL PROJELERİNİN SON DURUMU



TÜRKİYE ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜNÜN KAYNAKLARA DAĞILIMI

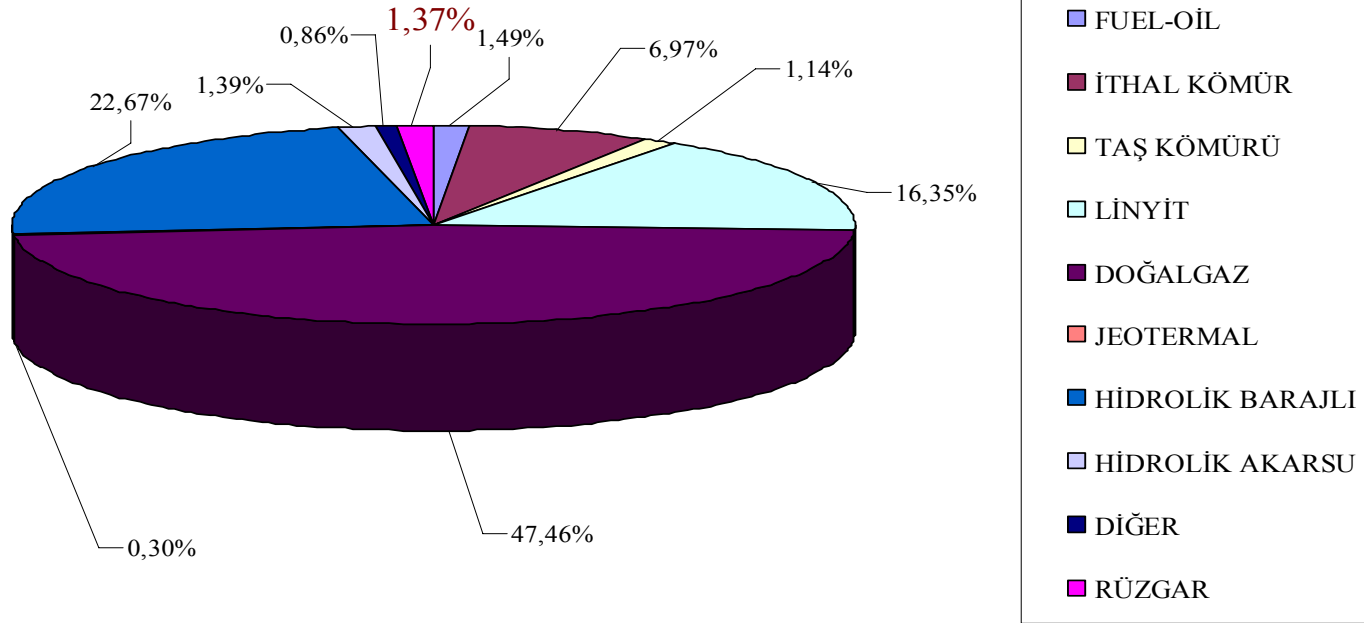


RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL PROJELERİNİN SON DURUMU



- Türkiye Üretimi : 17.395.711 MWh/Ay (Ocak 2010)
- Türkiye Üretiminde Rüzgarın yeri : 237.897 MWh/Ay (Ocak 2010)

TÜRKİYE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNİN KAYNAKLARA DAĞILIMI



Şemadan görüleceği üzere Türkiye enerji üretiminde % 50'nin üzerinde dışa bağımlıdır. Enerji sektöründeki mevcut durum sürdürülebilir bir yapıdan uzaktır. RES kurulu gücünün artması enerjide dışa bağımlılığı azaltmanın uygulanabilir çözümlerinden biridir.

RES SANTRALLARINDAN ÜRETİM TAHMİNİNİN BİLİNMESİNİN ÖNEMİ

RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL PROJELERİNİN SON DURUMU



RÜZGAR SANTRALLARININ BAĞLANTI DURUMU

BAŞVURU KAPASİTESİ	MW
3 EYLÜL 2002 – 4 HAZİRAN 2004	2.992
1 OCAK 2006 – 6 TEMMUZ 2006	4.886
TOPLAM	7.878
TEİAŞ TARAFINDAN UYGUN BAĞLANTI GÖRÜŞÜ VERİLEN KAPASİTE	4.916
1 KASIM 2007	78.151
SAHA VE TRAFİ MERKEZİ BAZINDA ÇAKIŞMAYAN BAŞVURULAR İÇİN TEİAŞ TARAFINDAN UYGUN BAĞLANTI GÖRÜŞÜ VERİLEN KAPASİTE	2.356
SAHA VE TRAFİ MERKEZİ BAZINDA ÇAKIŞAN BAŞVURULAR İÇİN TEİAŞ TARAFINDAN UYGUN BAĞLANTI GÖRÜŞÜ VERİLEN KAPASİTE	5.097
TOPLAM	7.453
UYGUN GÖRÜŞ VERİLEN KAPASİTE GENEL TOPLAMI	12.369
LİSANS ALINAN TOPLAM RES KAPASİTESİ	3.259



RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL PROJELERİNİN SON DURUMU



Bilindiği gibi rüzgar enerjisi kapasitesi bakımından önemli bir potansiyele sahip olan ülkemizin bu kapasiteden etkin ve verimli bir şekilde yararlanmasını sağlamak üzere sisteme bağlanabilir kapasiteyi artırma bakımından iletim alt yapısının güçlendirilmesi ve iletim sistemine bağlantı kriterlerinin iyi irdelenmesi **SİSTEM İŞLETMECİSİ AÇISINDAN** büyük önem kazanmış durumdadır.



RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL PROJELERİNİN SON DURUMU



TEİAŞ TARAFINDAN YAPILAN İŞLER

- Öncelikli olarak 2020 yılına kadar yıllar itibari ile sisteme bağlanabilir RES kapasitesi belirlenmiştir
- 2012 yılı sonu itibariyle trafo merkezi bazında RES kapasitesi ve bu merkezlere yönlendirilecek RES başvuruları değerlendirilmiştir. (Bu dağılım yapılırken dikkate alınan husus iletim kayıpları ve sistem kısıtlarını en aza indirmektir.)
- Özellikle başvuruların yoğun olduğu bölgelerde rüzgar havza trafo merkezi çalışmaları yürütülmektedir. (Böylelikle sisteme bağlanabilir RES kapasitesinin artırılması planlanmaktadır).
- Sistemi güçlendirme çalışmaları hali hazırda devam etmektedir.
- Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliğinde RES lerle ilgili gerekli düzenlemeler yapılmış ve geliştirilmesi yönünde çalışmalar devam etmektedir.





RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

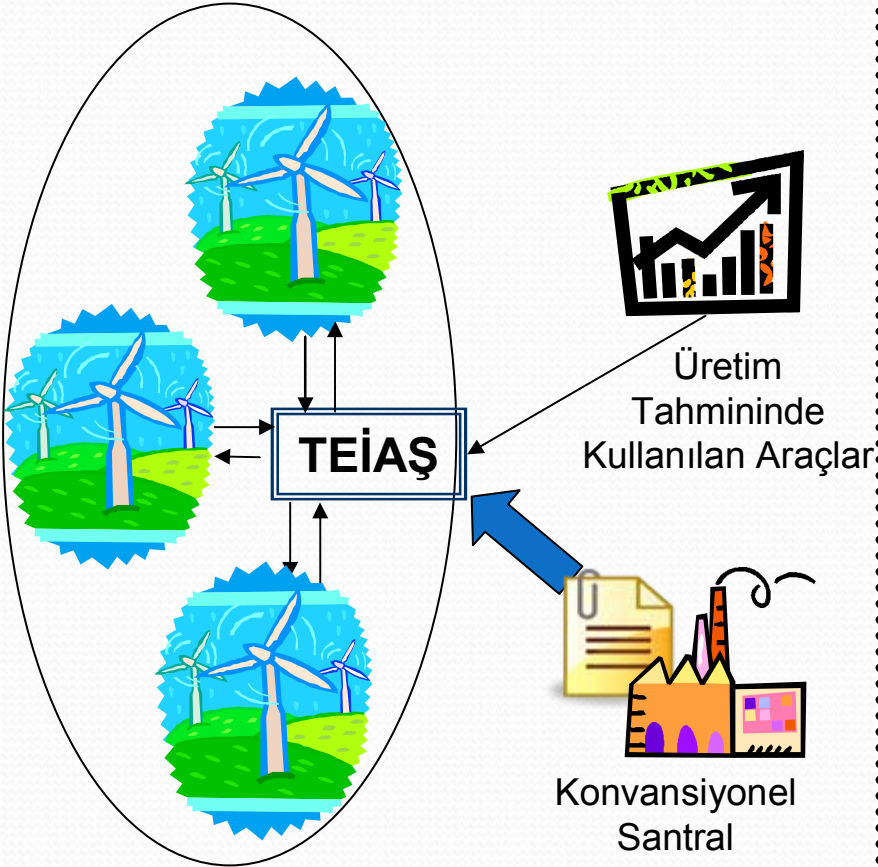
KISA DÖNEMLİ RÜZGAR ENERJİSİNİN TAHMİNİ

- Rüzgar enerjisi üretiminde yanılma payı; tahmin dönemi kısaldıkça azalmasına karşın bu konuda hala konvansiyonel kaynaklar ile kıyaslanamayacak kadar güvensizdir.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli bir biçimde işletilmesi açısından rüzgar tahminlerine dayalı enerji tahmin modelleri ile belirlenmesi büyük önem kazanmıştır.
- Kısa süreli tahmin modellerinin kullanılmasının en önemli yanlarından biri de yeni enerji piyasası ile ortaya çıkan gün öncesi piyasası uygulamasıdır. Kısa dönemli ikili anlaşmaların yapılmasının önünü açan bu piyasa yapısı, enerji tahmin modellerinin kullanılmasının önemini artırmaktadır.
- Rüzgar enerjisi üretimi, konvansiyonel santral üretimleri gibi programlanabilen bir doğaya sahip değildir. Bu bakımdan rüzgar enerjisi tahminlerinin kullanılarak, programlanabilir üretimlerin etkin kullanılması önemlidir.
- Kısa süreli tahmin modellerinin sağladığı bir başka fayda da, üretim portföyünde rüzgar enerjisine ağırlık verilmesi ile fosil kaynakların daha az kullanılarak çevre duyarlılığına önem verilmesidir.

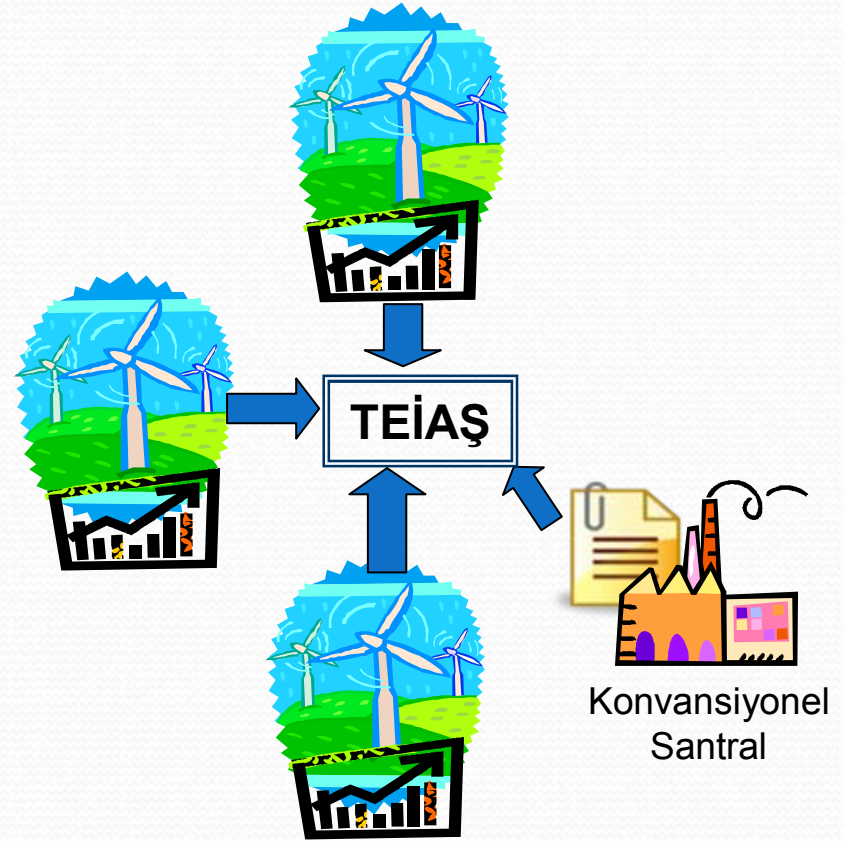


KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

RES Üretim Tahminlerinin TEİAŞ Tarafından Merkezi Olarak Yapılması



RES Üretim Tahminlerinin Üretici Tarafından Yapılması





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

SİSTEM İŞLETME ETKİLERİ

RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNLERİNİN

Sistem işleticisi tarafından yapılması

- Belli bölgelerdeki rüzgar çiftliklerine ait üretim programlarının tek bir elden (çoğunlukla sistem işletmecisi tarafından) rüzgar tahminlerine göre yapılmasıdır.
- Bu yapının avantajı tahmin oranının yüksek olmasından dolayı sistemde rüzgar kaynaklı ilave maliyetlerin düşürülmesidir.
- Ancak bu yapıda, sistemde oluşan rüzgar enerjisi kaynaklı maliyetlerin piyasa aktörlerine adil ve şeffaf bir şekilde yansıtılması hususu çok önemlidir.

Üretici tarafından yapılması

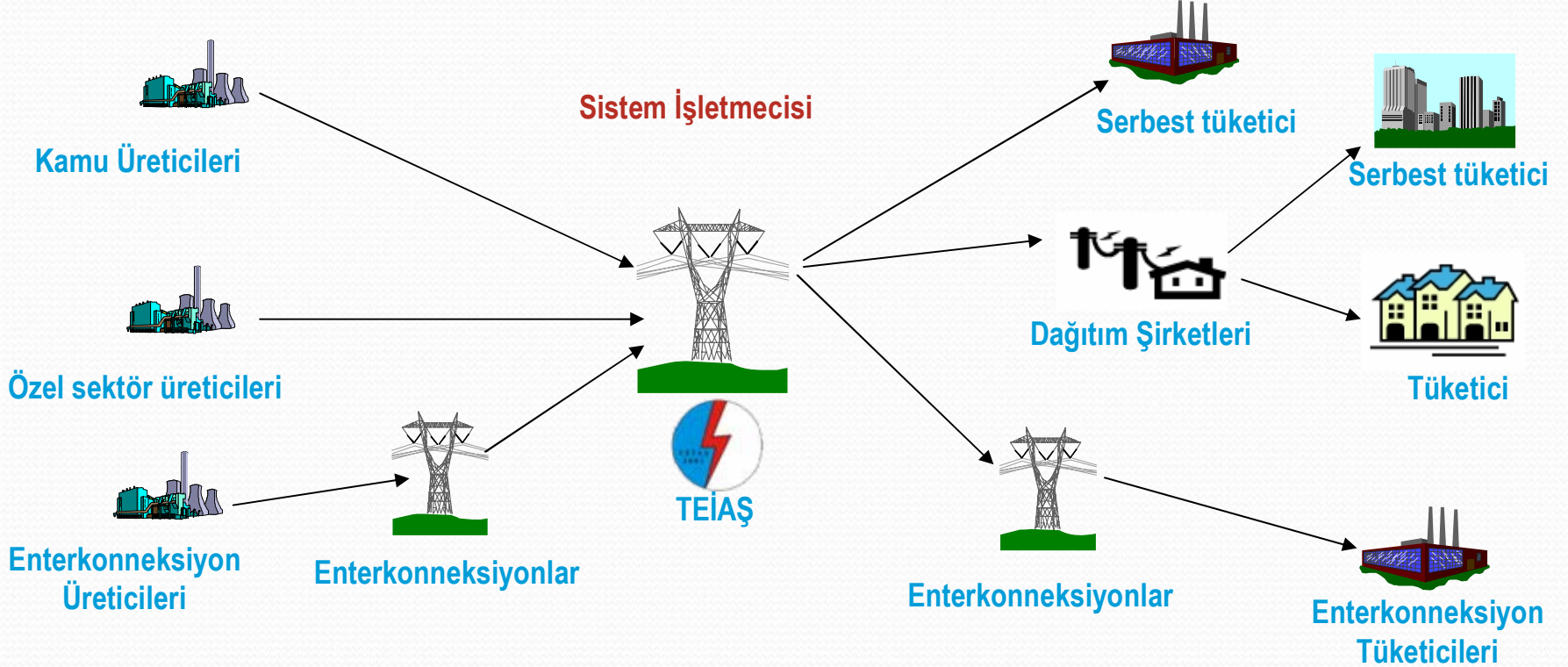
- Rüzgar santrallerine ait üretim programlarının bağımsız olarak piyasaya sunulduğu ticari yaklaşımın model gösterilmektedir.
- Bu yapıda rüzgar üreticileri ikili anlaşmaya dayalı müşterilerinin ihtiyacını karşılayacak şekilde rüzgar tahminine dayalı üretim programlarını kendileri piyasaya sunarlar.
- Bu yapının dezavantajı merkezi olarak yapılan rüzgar tahminlerine göre tahmin yanılma payı daha fazladır.



KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ



TEİAŞ SİSTEMİN MERKEZİNDE KONUMLANMIŞTIR





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

SİSTEM İŞLETME ETKİLERİ

- Rüzgar enerjisi üretiminin tahmin edilebilirliğine etkisi
 - Sistem planlamasına etkisi
 - Rüzgar enerjisi üretimindeki değişkenliğe etkisi
 - İletim sistemi yeterliliğine etkisi
 - Sistem kararlılığına etkisi

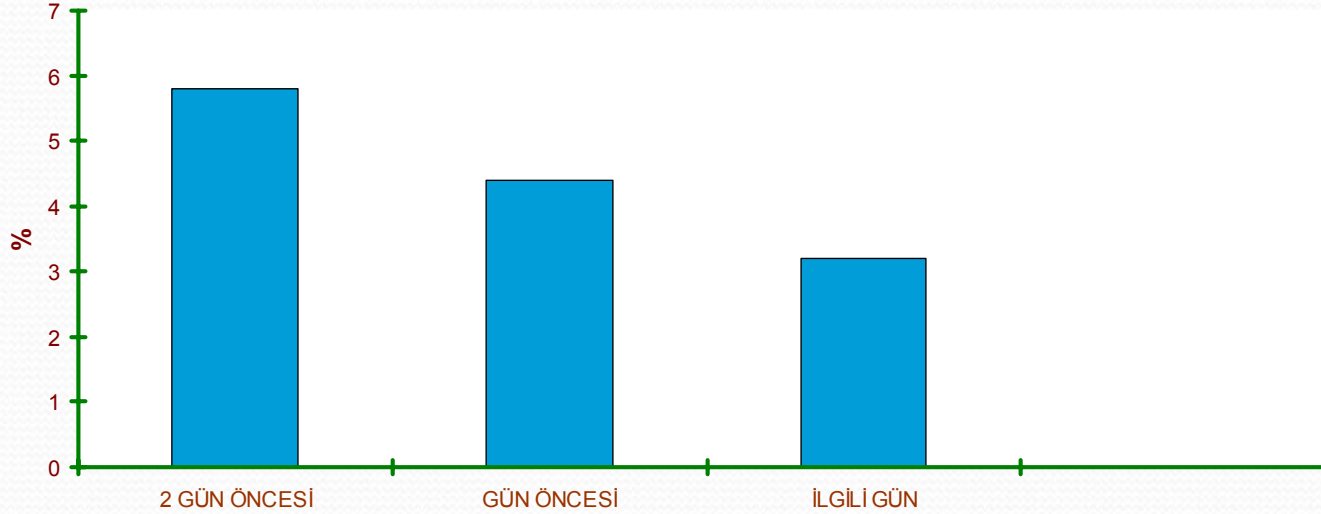




KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

SİSTEM İŞLETME ETKİLERİ

RÜZGAR ENERJİSİ ÜRETİMİNİN TAHMİN EDİLEBİLİRLİĞİ



- Rüzgar enerjisinin kısa dönem tahmini; kısa dönem talep ve yük tahmini ile kıyaslandığında hala güvenilir olmayan bir sistem girdisidir
- Kısa dönemler için tahmin sürelerinin azalması ile rüzgar enerjisi tahmininin doğruluğu giderek artmaktadır
- Sistem İşletmecisi açısından, rüzgar kapasitesinin tahmin belirsizliği tahminin doğruluğu kadar önemlidir. Bu açıdan rüzgar kapasitesinin geniş bir alana yayılmış olması tahmin doğruluğunu artırır





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

SİSTEM İŞLETME ETKİLERİ

SİSTEM PLANLAMASINA ETKİSİ

➤ Uzun dönem enerji tahmini

- ❑ Anlık güç değişimlerinin aylık veya yıllık olarak önceden tespit edilmesi mümkün değildir.
- ❑ Muhtemel rüzgar kapasitesinin belirlenmesinde istatistiksel verilerin kullanılması gereklidir.
- ❑ Rüzgar enerjisi üretiminin yük değişim profillerini belirlemek; özelliklede üretimlerinin sıfırlanacağı zaman dilimlerinin tahmininde uzun dönem şebeke devre harici istatistiklerinin kullanılması gereklidir.

➤ Kısa dönem enerji tahmini

- ❑ Rüzgar enerjisinin yük akışlarını önemli derecede etkilediği hatlarda ve rüzgarların bağlı olduğu fiderlerde uzun dönem enerji tahminine göre düzenlenen bakım ve devre harici planlamaları kısa dönem enerji tahmini kullanılarak güncellenmelidir.
- ❑ RES Üretim programları; kısa dönem enerji tahmini kullanılarak güncellenmelidir.
- ❑ Sistemde ihtiyaç duyulan rezerv; kısa dönem enerji tahmini kullanılarak güncellenmelidir.
- ❑ Rüzgar enerjisi üretimindeki ani tahmin değişiklikleri, bir saatten az olan tahmin programlarında kullanılmalı ve sıcak yedeklerin bu değişimi karşılaması kontrol edilmelidir.





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

SİSTEM İŞLETME ETKİLERİ

RÜZGAR ENERJİSİ ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞKENLİK

- Sistem analizlerinde, Rüzgar Enerjisindeki değişkenliklerin iyi irdelenmesi
- Rüzgar potansiyelinin geniş bir alana yayılma imkanlarının irdelenmesi (anlık rüzgar değişimlerinden mümkün olduğu kadar az etkilenmek ve büyük üretim kayıplarının olmaması)
- Tahmin edilebilir düzeyde gelecek rüzgar potansiyeli değişimleri için yeterli miktarda geçmiş yıllara ait verilerinin irdelenmesi





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

SİSTEM İŞLETME ETKİLERİ

İLETİM SİSTEMİ YETERLİLİĞİ

- Rüzgar Enerjisinin bölgesel bazda yıllar itibari ile tahmini rüzgar santrallerinin kurulması muhtemel coğrafyanın İletim Sistemi alt yapısının yeterliliğini analiz etme, olası kısıtları değerlendirme ve gerekli güçlendirme tedbirlerini önceden tasarlama imkanı verir
- Rüzgar enerjisindeki değişkenlik, şebekedeki yük akışlarının yönünü etkileyerek sistem kayıplarının artmasına veya iletim kısıtlarına neden olabilir. Rüzgar enerjisi tahmini ile enerjideki bu değişkenliğin şebeke üzerindeki olası etkilerini, iletim hatlarının kullanım kapasitesini analiz ederek azaltmak mümkündür
 - ❑ İletim hatlarının kullanım kapasitesini artırmanın; hat bilgilerini (sıcaklık yük) kullanma, facts ekipmanını kullanma, yada rüzgar santrallerinin çıkış gücünü kullanma gibi birçok yolu vardır
- Zorunlu hallerde iletim sistemi kısıtlarını aşmak üzere; rüzgar enerjisi tahmini ile belirlenen ani yük artışları, santrallerin yük alma hızı limitlenerek sınırlandırılabilir





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

SİSTEM İŞLETME ETKİLERİ

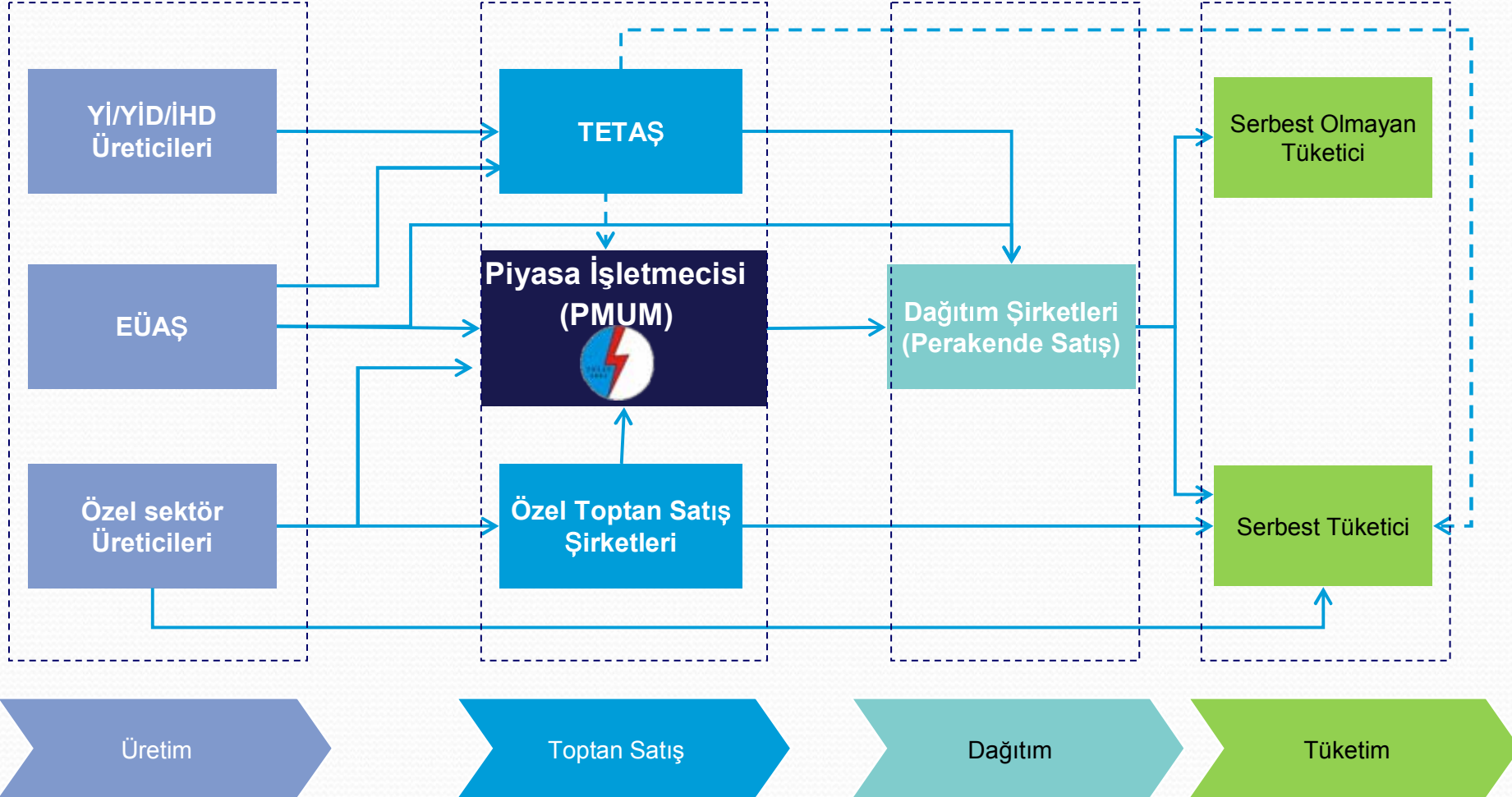
SİSTEM KARARLILIĞI

- Her tip rüzgar türbininin kontrol karakteristiği farklıdır ve bu bakımdan rüzgar türbinlerinin seçiminde santralin kurulacağı sahanın sahip olduğu rüzgar karakteristiğine göre belirlenen tahmini rüzgar enerjisine uygun türbin seçimi sistem kararlılığına olumlu etki yapacaktır
- Sistem kararlılığı açısından yüklerin yoğun olduğu bölgeler ile rüzgar enerjisi tahminine göre kurulması muhtemel santral sahasının birbirine yakınlığı önemlidir
- Farklı teknolojiye sahip rüzgar türbinleri için yapılan sistem kararlılığı çalışmalarında gelişmiş kontrol metotlarının daha da geliştirilerek kullanılması ve rüzgar santrallarına yada yakınındaki baralara ait donanımların muhtemel etkilerinin araştırılması rüzgar enerjisi tahminlerine göre yapılan sistem kararlılığı çalışmalarını olumlu etkiler
- Rüzgar santrallarının işletme ve kontrol parametrelerinin diğer santrallarla benzer olması sistem kararlılığını olumlu etkiler



PİYASA İŞLETİMİNDE KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ ETKİSİ

PİYASA İŞLETİCİSİ





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

PIYASA İŞLETİMİNE ETKİLERİ

- Piyasa işletme maliyetleri üzerine etkisi
 - Dengeleme ve yük takibi etkisi
 - Verimlilik ve emre amadelik etkisi
 - Enerji üretim yeterliliği etkisi
 - Piyasa yapısı üzerine etkisi





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

PIYASA İŞLETİMİNE ETKİLERİ

PIYASA İŞLETME MALİYETİ ÜZERİNE ETKİSİ

- Önemli miktarda rüzgar kapasitesine sahip piyasalarda rüzgar santrallerinin de diğer santraller gibi üretim programlarının hazırlanıp piyasada değerlendirilmesi esastır
- Rüzgar santrallerinden elde edilecek enerji miktarı tahmin edilebilir. Ancak gerçekleşen miktar öngörülenden farklı olabileceğinden bu santraller piyasada dengesizliğe neden olurlar
- Sistemde herhangi bir anda enerji üretiminin tüketime eşit olması prensibine göre, rüzgar enerjisi kaynaklı dengesizlikler dengeleme güç piyasası yolu ile kompanse edilmektedir
- Türkiye de olduğu gibi birçok ülkede dengeleme piyasası şebekenin güvenli işletilmesinden sorumlu olan iletim sistemi işletmecisi tarafından işletilmektedir
- Dengeleme hizmetlerinden kaynaklı bu maliyetler bir şekilde nihai tüketiciye yansımaktadır
- Dengeleme piyasalarının yapısı ülkeden ülkeye farklılık göstermesi nedeniyle bu yapısal farklılıklardan dolayı oluşan fiyatlar farklı olacağından rüzgar enerjisi kaynaklı dengeleme hizmeti maliyetleri hakkında genelleme yapmak güçtür





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

PIYASA İŞLETİMİNE ETKİLERİ

DENGELEME VE YÜK TAKİBİ ETKİSİ

- Rüzgar enerjisinin değişkenliği ve belirsizliği sistemdeki rezervlerin kullanımını ve tahsisini etkiler.
- Bu etki analiz edilirken rüzgar enerjisi tahmin hataları ve yük tahmin hataları gibi sistem girdilerinin ortak değerlendirilmesi gerekir.
- Dengeleme gerekliliklerindeki artış ilgili dengeleme bölgesinin büyüklüğüne bağlıdır. (izole sistemler için daha fazla gerekir)
- Dengeleme maliyetleri; dengeleme sisteminin marjinal fiyatına yada sistemdeki belirsizlik ve değişkenliklerin giderilmesi için kullanılan metotlara bağlıdır.
- Teknik maliyetler piyasa fiyatından farklı olabileceğinden piyasa kuralları bu maliyet üzerinde etkilidir.





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

PIYASA İŞLETİMİNE ETKİLERİ

VERİMLİLİK VE EMRE AMADELİK ÜZERİNE ETKİSİ

- Rüzgar enerjisi kapasitesinin işletme şekli, rüzgar gücündeki değişim ve tahmin hataları ünite emre amadelikliğini etkiler.
 - ❑ Ünite yük alam atma hızları
 - ❑ Dönemsel işletme
 - ❑ Start stop sayısı
- Mevcut planlama yöntemleri; Rüzgar Enerjisi tahminlerinin analiz edilmesi sistemde var olan esnekliklerin ve güç tahminine ilişkin belirsizliklerin dikkate alınması ile mümkündür.
- Rüzgar enerjisi tahmin hataları; elektrik piyasasında yüksek dengesizlik maliyetleri doğurabilir.
- Bunun yanında mevcut piyasa koşullarının rüzgar enerjisi üreticilerini nasıl etkilediği de incelenmelidir.





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

PIYASA İŞLETİMİNE ETKİLERİ

ENERJİ ÜRETİMİ YETERLİLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

- Puant koşullarında Rüzgar Enerjisinden ne ölçüde faydalandığı önemlidir
- Sistem yeterliliği sistemin statik şartları ile ilgili olup gerekli enerji ihtiyacı tahmini çalışmaları yapılırken üretim birimlerinin bakım ihtiyaçları ve yük talebi de dikkate alınmalıdır
- Yeterlilik değerlendirilmesinde
 - ❑ Yük tahmininde gerçekleşmesi muhtemel kayıplar
 - ❑ Yük kaybı hesabından sapma
 - ❑ Enerji tüketimindeki muhtemel kayıplar
- Puant yük koşullarında sistemdeki toplam rüzgar kapasitesi hesaba katılırken kapasitenin coğrafik dağılımı ve enterkonneksiyonlar da dikkate alınmalıdır
- Piyasa koşullarında maliyetler uygun olursa yüksek kapasiteli lokal enerji depolama sistemleri de sistem yeterliliğine önemli katkı yapabilir





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

PIYASA İŞLETİMİNE ETKİLERİ

PIYASA YAPISI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

- Dengeleme güç piyasası kapsamında yük alma ve yük atma yönündeki talimatların azalmasına
- Dengeleme amaçlı kullanılan hızlı devreye girip çıkabilen santrallerin daha etkin programlanarak dengeleme güç piyasasında kullanılmasına
- Yan hizmetler kapsamında gerekli sıcak rezerv miktarı düşecek ve daha etkin programlanacaktır.
- Daha fazla yenilenebilir enerjinin şebekeye entegrasyonu sağlanabilir
- Santraller daha düzgün bir regülasyona tabii olacakları için yıpranmaları azalacak ve bakım masrafları düşecektir.
- Gün öncesi piyasasının enerji dengesizliği azalacaktır.
- Dolayısı ile Gün Öncesi Piyasası Sistem Dengesizlik fiyatları düşecektir.





KISA DÖNEM RÜZGAR ENERJİSİ TAHMİNİ

- Gereğinden fazla üretim planlaması
 - Gereğinden fazla rezerv kapasite ayrılması
 - Sistem performans kriterlerine etki
 - Yük alıp verme sıklığında artış vb.

Bütün bunlar işletme maliyetlerini arttırmaktadır.



ÖZETLE

- Rüzgar enerjisinin sisteme entegrasyonu arttıkça rüzgar tahmin araçları ile ilgili yöntemler de buna paralel olarak gelişmelidir
- Rüzgar enerjisi tahmininde kullanılan araçları farklı modellerde kullanmak yada kullanılan modellerin kombinasyonundan elde edilen sonuçları birlikte değerlendirmek
- Üretim tahmini doğruluk analizinin farklı metot ve modeller için karşılaştırılması yapılarak uygun modelin kullanılması gerekir
- Rüzgar enerjisi tahmin araçları yöntemlerinin çoğu fiziksel hava tahmini modelleri ile çalışmaktadır. Bu modeller aşağıdaki araçlarla birlikte kısa dönemli enerji üretiminin belirlenmesinde sistem işletmecisi veya üreticiler tarafından yoğun olarak kullanılmalıdır
 - Rüzgar çiftliklerinin bulunduğu bölgelerin hava tahmin raporları
 - İstatistiksel veriler
 - Gelişmiş istatistiksel hesaplamalar
 - Ünitelerin emre amadeliği
 - İletim kısıtları





SONUÇ

Tahmin modellerinin kullanımının ve doğruluk oranlarının artması ile sisteme daha fazla rüzgar enerjisi entegrasyonu mümkün olabilecektir





TEŞEKKÜRLER

