

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
М.ӘУЕЗОВ атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М. АУЭЗОВА

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
M. AUEZOV SOUTH KAZAKHSTAN STATE UNIVERSITY



М.ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ҚҰРЫЛҒАНЫНА 70-ЖЫЛ ТОЛУЫНА АРНАЛҒАН
**«ҚАЗІРГІ ЖАҢАНДЫҚ СЫН-ҚАТЕРЛЕР ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ТӘУЕЛСІЗ
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҒЫЛЫМЫ, БІЛІМІ МЕН МӘДЕНИЕТІНІҢ ДАМУЫ»**
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯНЫҢ

ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ

МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
**«РАЗВИТИЕ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И КУЛЬТУРЫ НЕЗАВИСИМОГО
КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ВЫЗОВОВ СОВРЕМЕННОСТИ»**,
ПОСВЯЩЕННОЙ 70-ЛЕТИЮ ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. М.АУЭЗОВА

WORKS

OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
**«DEVELOPMENT OF SCIENCE, EDUCATION AND CULTURE OF INDEPENDENT
KAZAKHSTAN IN CONDITIONS OF GLOBAL CHALLENGES OF MODERNITY»**,
DEVOTED TO 70 YEARS ANNIVERSARY OF M. AUEZOV SOUTH KAZAKHSTAN STATE UNIVERSITY

Шымкент 2013

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
М.ӘУЕЗОВ атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.АУЭЗОВА

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
M.AUEZOV SOUTH KAZAKHSTAN STATE UNIVERSITY



М.ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ҚҰРЫЛҒАНЫНА 70-ЖЫЛ ТОЛУЫНА АРНАЛҒАН
«ҚАЗІРГІ ЖАҒАНДЫҚ СЫН-ҚАТЕРЛЕР ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ТӘУЕЛСІЗ
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҒЫЛЫМЫ, БІЛІМІ МЕН МӘДЕНИЕТІНІҢ ДАМУЫ»
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯНЫҢ

ЕҢБЕКТЕРІ

ТРУДЫ

МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«РАЗВИТИЕ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И КУЛЬТУРЫ НЕЗАВИСИМОГО
КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ВЫЗОВОВ СОВРЕМЕННОСТИ»,
ПОСВЯЩЕННОЙ 70-ЛЕТИЮ ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. М.АУЭЗОВА

WORKS

OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
«DEVELOPMENT OF SCIENCE, EDUCATION AND CULTURE OF INDEPENDENT
KAZAKHSTAN IN CONDITIONS OF GLOBAL CHALLENGES OF MODERNITY»,
DEVOTED TO 70 YEARS ANNIVERSARY OF M. AUEZOV
SOUTH KAZAKHSTAN STATE UNIVERSITY

ТОМ 8

Шымкент 2013

сгорания и расход энергии на привод дымососа; усиливается коррозия и загрязнение поверхностей нагрева липкими отложениями, в особенности поверхностей воздухоподогревателя. Различают влагу поверхностную, капиллярную, коллоидную и кристаллогидратную. Грунтовая вода и атмосферные осадки, попадающие в топливо, механически удерживаются на его поверхности за счет смачиваемости водой поверхностного слоя топлива. Количество механически удерживаемой на поверхности топлива влаги зависит от фракционного состава – оно тем больше, чем мельче топливо, так как сильно растет поверхность смачивания. Капиллярная влага находится в капиллярах и порах, имеющихся в большом количестве в молодых углях. Коллоидная влага обусловлена коллоидно-химической структурой органической части топлива, способной впитывать в себя часть внешней влаги (явление набухания поверхностного слоя). Кристаллогидратная влага является составной частью топлива, она входит в состав ряда минералов. Полное выделение этой влаги происходит только при разрушении кристаллов, при температурах 700-800°C.

Летучие газообразные вещества (CO , H_2 , CH_4 , CO_2 , C_mH_n , O_2) образуются при разложении кислородсодержащих молекул топлива при их нагреве от 100°C до 1000°C. Выход летучих веществ определяется содержанием кислорода в топливе, чем моложе топливо, выход летучих больше, который оказывает непосредственное влияние на организацию топочного процесса, выбор объема топки и ее энергетическую эффективность. Твердый горючий остаток после выхода летучих образует кокс.

Таким образом, основными показателями твердого топлива являются: теплота сгорания, зольность, влажность и выход летучих веществ. Следует отметить, что по многим теплотехническим и химическим характеристикам Экибастузкий уголь имеет высокую тугоплавкость золы в процессе сжигания в топочной камере, вследствие которого значительно повышается энергоэффективность и КПД котельного оборудования.

Литература

1. Дукенбаев К. Энергетика Казахстана. Условия и механизмы ее устойчивого развития. – Алматы: 2004. - 604с.
2. Мунц В.А., Павлюк Е.Ю. Основы теории горения топлив. Екатеринбург. ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. - 102с.
3. Курмангалиев М.Р., Фисак В.И. Сжигание энергетических углей Казахстана и защита атмосферы. – Алма-Аты. Наука Казахской ССР, 1989. – 223с.
4. Пути реконструкции оборудования промышленной ТЭЦ при переводе на сжигание других видов топлива: На примере Омской ТЭЦ-5; Дис. на соискание ученой степени кандидата техн.наук / Гаак В.К.- Омск, 1999.-160с.

TÜRKİYE'DE RÜZGÂR ENERJİSİ KULLANIMI VE RÜZGÂR SANTRALLERİNİN YAPISINA GENEL BAKIŞ

Y.Doç. Dr. Ümit YALÇIN^a, Y.Doç. Dr. Hüseyin BULGURCU^b

^aBalıkesir Üniv. Balıkesir Meslek Yüksekokulu Çağış Yerleşkesi BALIKESİR-TÜRKİYE

^bBalıkesir Üniv. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çağış Yerleşkesi BALIKESİR-TÜRKİYE

ÖZET

Tüm dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasyla elektrik enerjisi üretimi birçok etkenden dolayı güncelliğini korumaktadır. Rüzgâr enerjisi, çevreyi kirletmeyen ve yenilenebilir bir enerji olduğundan her geçen gün önemi artmaktadır. Dünyada toplam kurulu enerji kapasitesinin %3'ü Rüzgâr Santrallerinden sağlanmaktadır. 2011 yılı sonu itibarıyla 237.000 MW olan rüzgâr enerjisi kurulu gücünün, 2020 yılında 1 milyon MW'a erişmesi beklenmektedir. Görüldüğü gibi sektör önümüzdeki yıllarda da önemini artırarak sürdürecektir.

Rüzgâr santrallerinin yapısı ve teknolojisini oluşturan elemanların bilinmesi büyük öneme sahiptir ve bu konularda teknik çalışmaların artarak sürdürülmesine ihtiyaç vardır. Rüzgâr santralleri aerodinamik, meteoroloji, mekanik, elektrik gibi birçok konuyu içinde barındıran disiplinlere sahiptir. Bu çalışmada dünyadaki ve Türkiye'deki mevcut rüzgâr santrallerinin toplam kurulu güçleri, teknolojik yapısı verilmiş ve bu konuda yapılacak ileri çalışmalara ışık tutması hedeflenmiştir.

Bu çalışmanın son bölümünde rüzgâr santrallerinde kullanılan elemanlar tanıtılmıştır. Rüzgâr türbinleri dönme hızlarına bağlı olarak sınıflandırılabilir. Rüzgâr santralinin kurulacağı bölgenin rüzgâr özelliklerinin bilinmesi, rüzgâr türbin jeneratörünün tipini belirleyen en önemli etkidir. Seçilecek olan jeneratör; farklı rüzgâr değişimlerinden minimum etkilenip, maksimum verimle çalışabilmelidir. Çalışmanın bu bölümünde çağdaş rüzgâr türbini kavramına göre, rüzgâr türbinlerinin temel tanımları ve rüzgâr jeneratörlerinin sınıflandırması yapılmıştır. Ayrıca rüzgâr türbini tarafından üretilen üç fazlı elektrik enerjinin, şebeke için gerekli olan tek fazlı yapıya çevrilmesi için gerekli olan çeviricilerin (Inverter) sınıflandırılması da verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgâr enerjisi, rüzgâr türbini, elektriksel dönüşüm sistemleri, hava jeneratörü.

ABSTRACT

Without doubt wind power has become a pillar of the energy systems in many countries and is recognized as a reliable and affordable source of electricity. Wind energy has increased importance with the non-polluting and renewable properties. The contribution of wind power to the energy supply has reached a substantial share even on

the global level; the worldwide electricity supply equaling around 3 % of the global electricity demands. In the year 2011, the worldwide wind capacity reached 237.016 MW and by the end of year 2020, the expectation of the worldwide capacity is at least 1.000.000 MW.

Knowledge of the elements that constitute the structure and technology of wind power plants has great importance, and increased technical studies on these issues has still need to be performed. Wind power plants have different fields of science such as aerodynamics, meteorology, mechanical and electricity so its interdisciplinary way of production. In this study, Turkey's and worldwide total installed capacity and the technological properties of wind turbines in Turkey are given.

In the last section of this study, the components of wind power plants (included wind turbines) are explained. Referring to the rotation speed, wind turbine concepts can be classified. It's important to determine the properties of the wind where the wind turbine will be placed for the selection of wind turbine generator. The chosen generator should be affected by the minimum from the changes of wind speed and should work with maximum productivity. In this section, according to contemporary wind turbine concepts, the basic configurations and characteristics of different wind generator systems are described. The classifications of Inverters which are used to invert the three-phase energy produced by the wind turbine and convert it to single-phase energy suitable for the regular electrical grid, are also given.

Keywords: Wind energy, wind turbine, electrical converting systems, aero-generator.

1. GİRİŞ

Rüzgâr enerjisi temiz, çevreyi kirletmeyen bir enerjidir. Rüzgâr enerjisinde ham madde ve ulaştırma masrafı yoktur. Doğadaki rüzgâr kullanılarak üretilmektedir. Rüzgâr türbinleri karmaşık makineler değildir. Gayet basit bir şekilde operatöre ihtiyaç duyulmadan çalıştırılabilmektedirler. Tamamen otomatik olarak çalışabilecek şekilde tasarlanmışlardır. Ayrıca bu şekilde sadece periyodik bakımlarının yapılması ile 20-30 yıla yakın çalışabilirler.

Rüzgâr Türbinleri Atmosfere zehirli gazlar vermez. Atmosfere veya yakındaki nehir ve denizlere ısı ve gaz emisyonları yoktur. Isı emisyonu yoktur. Küçük alanlara kurulabilir. CO, CO₂ emisyonları ve dolayısıyla çevresel zararı yoktur. Güvenlidir. Yerel ve bağımsızdır. Sonlu fosil kaynaklarına bağımlılığı azaltır. Dolayısıyla tehlikeli değildir.

Rüzgâr türbinleri modüler olup her hangi bir büyüklükte imal edilebilmektedir. İstenildiğinde kısa bir süre içinde sökülüp başka bir yere sorunsuz olarak parçalar halinde taşınabilir. Ayrıca tek olarak ya da gruplar halinde kullanılabilirler. Ömrünü tamamlamış rüzgâr türbinlerinin sökülme maliyetleri de yoktur. Çünkü sökülme türbinlerin hurda değeri sökülme maliyetlerini kolayca karşılamaktadır. Bu santrallerin ömürlerini tamamlamasından sonra türbinlerin kullanıldığı alan eski haline kolayca getirilebilmektedir.

Sonlu fosil kaynakların kullanımının azaltıp ve bugünkü enerji üretim kaynaklarına destek olur. Rüzgâr çiftlikleri, termik, hidrolik vb. santrallerle, ekonomik açıdan rekabet edecek düzeye gelmiştir. Rüzgâr türbinlerinin kuruluşu sırasında harcanan enerjinin 3 ay gibi kısa bir sürede üretilebilmesi, özellikle bizim gibi kısa dönemde enerji talebi olan ülkeler için önemli bir faktördür [1].

Rüzgâr enerjisi üretimi temel prensip olarak hidroelektrik santrallerinde elektrik üretilmesi mantığıyla aynıdır. Rüzgâr enerjisi üretimindeki en temel fark suyun akışkanlığının değil havanın akışkanlığının kullanılmasıdır. Ayrıca sudan farklı olarak hava daha hızlı hareket eder, aynı zamanda bulunduğu yeri daha hızlı doldurur. Rüzgâr enerjisi üretiminde bu prensip sayesinde kinetik enerji dönüşümü daha hızlı olur. Aynı zamanda çevreyi kirletecek artık bırakmadığı için rüzgâr enerjisi çevre dostudur.

2. RÜZGÂR ENERJİSİ KULLANIMININ AVANTAJLARI

Yenilenebilir Enerji Olması: Güneş dünyamızı aydınlattığı sürece rüzgâr da esmeye devam edecektir. Rüzgâr enerjisi kesintili bir kaynak olmasına rağmen sürekli ve yenilenebilir nitelikli olması rüzgâr enerjisinden yararlanmayı gerektirmektedir.

Rüzgâr Enerjisinin Tükenmez Olması: Rüzgâr oluşmasındaki temel süreç, yeryüzündeki basınç farklarıdır. Basınç farkı ise farklı bölgelerin değişik oranda güneş almasıyla ilişkilidir. Güneş tarafından ısıtılan dünyamızda rüzgâr esmeye devam edeceğinden tükenmesi de mümkün değildir.

Yatırım ve İşletme Maliyetlerinin Düşük Olması: Rüzgâr türbinlerinin ilk yatırım masrafları karşılandıktan sonra, enerji üretimi için gerekli olan hammaddeye herhangi bir bedel ödenmemesi ve enerji üretim maliyetlerinin sadece bakım masraflarından kaynaklanması bu sistemlerin üstünlüğü olarak kabul edilebilir.

Çevre Dostu Olması: 750kw gücünde bir rüzgâr türbininin yılda ürettiği enerji miktarına eşit enerji üreten bir termik santralin atmosfere, 179 ton CO₂ bıraktığı bilinmektedir. Rüzgâr enerjisinde CO₂ salınımı yoktur. Rüzgâr enerjisi sera etkisine karşı alınabilecek en etkili yöntemlerden biridir.

Kısa Sürede Yararılanmaya Başlanması: Bir rüzgâr enerji santrali 1,5-2 senede işletmeye alınabilmektedir. Kaynak ne olursa olsun daha kısa sürede elektrik üretimi gerçekleştirebilecek başka uygulama bulunmamaktadır.

Diğer Kullanımlara Açık Olması: Arazinin tarıma uygun olması durumunda tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin sürdürülmesinde hiçbir engel bulunmamaktadır.

Yerli Olması Nedeniyle Siyasi ve Ekonomik Krizlerden Etkilenmemesi: Rüzgâr enerjisi üretimi yerel kaynaklardan sağlandığı için krizlerden etkilenmemektedir.

Söküm Maliyetleri: Rüzgâr santrali ekonomik ömrünü tamamladığında, yerinden sökülerek bu alanda eskiden olduğu gibi yararlanılabilmektedir[2].

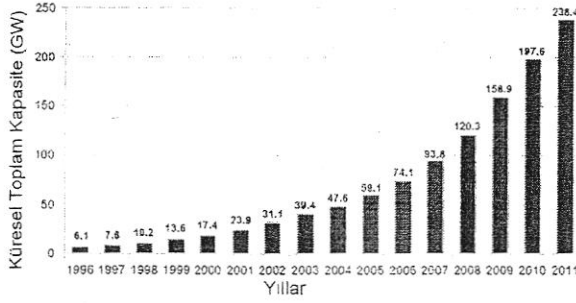
3. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE RÜZGÂR ENERJİSİNİN KULLANIMI

3.1. Dünyada rüzgâr enerjisi

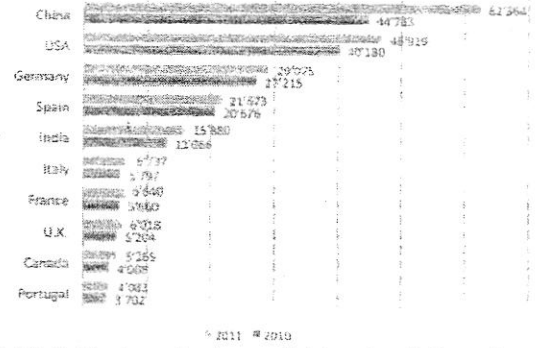
Günümüzde birçok ülkede tartışmasız bir şekilde rüzgâr enerjisi, enerji kaynakları içerisinde yadsınmaz bir büyüklüğe erişmiştir. Dünya rüzgâr enerjisi kapasitesi 2009 yılında 159.762 MW iken, 2010 yılında 196.986 MW ve 2011 yılında ise bir önceki yıla göre %16'lık bir artışla 237.016 MW olarak gerçekleşmiştir (Şekil 3). Küresel düzeyde rüzgâr enerjisinin toplam enerji içindeki payı; 2011 yılındaki 500 Terrawattsaat'lik payı ile toplam dünya elektrik ihtiyacının %3'üne erişmiştir [3].

2011 yılında dünyada toplam 96 ülke elektrik üretimi için rüzgâr enerjisini kullanmıştır. Bunlardan 50 ülke (bir önceki yılın tamamından fazla sayıda) yeni rüzgâr türbinleri kurmuştur. Bu toplam gücün büyük oranına sahip en büyük 10 ülke Şekil 5'te görülmektedir.

Rüzgâr sektörünün dünya çapındaki bütçesi 2010 yılındaki 40 milyar EURO (55 milyar USD) 'ye karşılık, 2011 yılında 50 milyar EURO (65 milyar USD)'a erişmiştir.

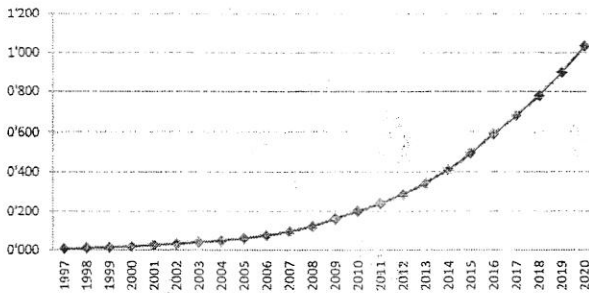


Şekil 3. Dünya rüzgâr enerjisi toplam kurulu gücü (MW) [4]

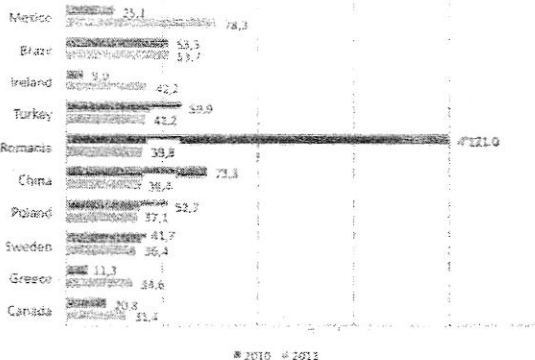


Şekil 5. Toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücüne göre en büyük 10 ülke [MW]

Mevcut büyüme oranları dikkate alınarak Dünya Rüzgâr Enerjisi Birliği tarafından 2020'ye kadar öngörülen toplam kurulu güç miktarları Şekil 6'da verilmiştir. Bu tahminlere göre 2015 yılında 500.000 MW mümkün görülmektedir. 2020 yılı sonuna kadar ise toplam dünya toplam kurulu gücünün 1.000.000 MW olması beklenmektedir.



Şekil 6. Gerçekleşen ve tahmin edilen toplam kurulu güç 1997-2020 (GW)[4]

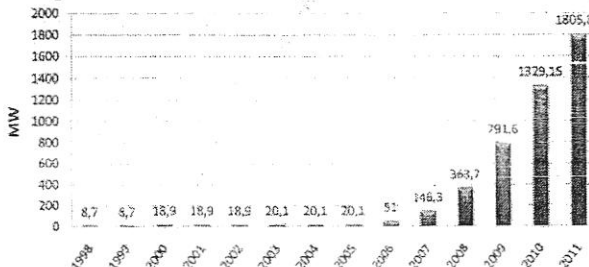


Şekil 7. Büyüme oranına göre en büyük 10 ülke (%) - 200MW'dan büyük Pazar

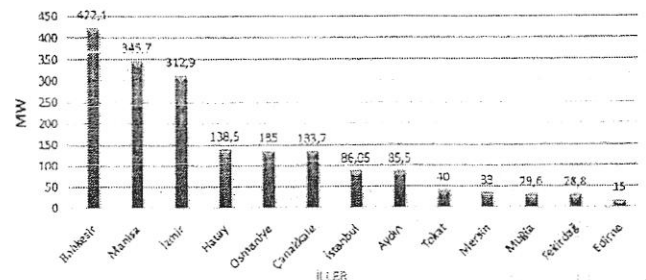
3.2. Türkiye'de rüzgâr enerjisi

Türkiye'deki ekonomik büyümeye paralel olarak dünyanın en hızlı büyüyen enerji piyasalarından biri haline gelen Türkiye'de, Avrupa stratejisi içindeki yerini giderek güçlendirmekte ve 2012 itibarıyla kurulu gücü 1800 MW'ı aşan rüzgâr enerjisi santrali bulunmaktadır. 2010 ve 2011 yılları için Rüzgâr enerjisi toplam kapasitelerindeki büyümeler dikkate alındığında, Türkiye'nin yeri ilk 10 içerisinde önemli bir noktadadır (Şekil 7-8-9) [4].

Türkiye'de halen işletmedeki, inşa alindeki ve kurulması planlanan rüzgâr enerji santrallerinin kapasiteleri, Tablo-1'de gösterilmektedir.



Şekil 8. Türkiye toplam rüzgâr santrali kurulu gücü (MW) [4]



Şekil 9. İşletmede olan rüzgâr enerji santrallerinin kurulu güç olarak illere göre dağılımı [4]

4. RÜZGÂR TÜRBİNLERİ

4.1. Rüzgâr türbinlerinin tanıtımı ve yapısı,

Rüzgâr türbinleri; rüzgârın sahip olduğu kinetik enerjiyi önce mekanik enerjiye, daha sonra da elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Rüzgâr türbinlerinden elde edilen verimin yüksek olması için arazi özelliklerine, Rüzgâr hızlarına ve kullanım amacına uygun Rüzgâr türbinleri seçilmelidir[5]. Rüzgâr türbinleri çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılabilirler. Eksenlerine göre; yatay eksenli ve dikey eksenli türbinler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Tablo 2.'de rüzgâr türbinlerinin güçlerine göre sınıflandırılması görülmektedir. Türbinleri, dişli kullanılan ve dişli kullanılmayan türbinler olarak da sınıflandırmak mümkündür. Ayrıca kanat sayılarına göre de; tek kollu, çift kollu ve üç kollu türbinler olarak sınıflandırılabilirler. Bunların dışında, önden ve arkadan rüzgârlı, durdurma ve kanat eğimli denetimli, sabit ve değişken hızlı rüzgâr türbinleri şeklinde sınıflandırmalar da vardır.

Tablo 1. Türkiye'de bulunan ve kurulması planlanan rüzgâr enerji santral kapasiteleri

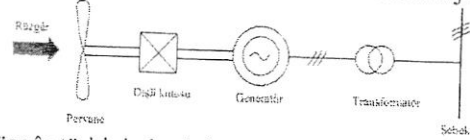
Santralin Durumu	Kurulu Güç
İşletmedeki Santrallerin Toplam Kapasitesi	433,35 MW
İnşa Halindeki Toplam Kapasite	402,40 MW
Türbin Tedarik Sözleşmesi İmzalı Proje Toplamı	667,60 MW
TOPLAM	1.503,35 MW

Tablo 2. Rüzgâr türbinlerinin sınıflandırılması

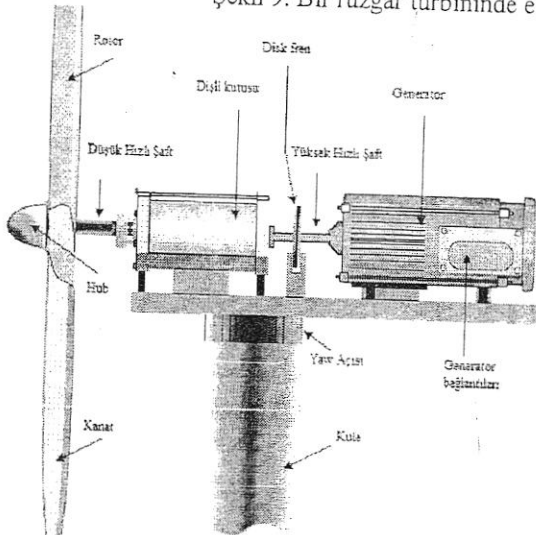
Ölçek	Rotor Çapı (m)	Nominal Güç (kW)
Mikro	3'den küçük	0,05 - 2
Küçük	3 - 12	2 - 40
Orta	12 - 45	40 - 1000
Büyük	45'den büyük	1000'den büyük

4.2. Bir Rüzgâr Türbini'nde Bulunan Aksamlar

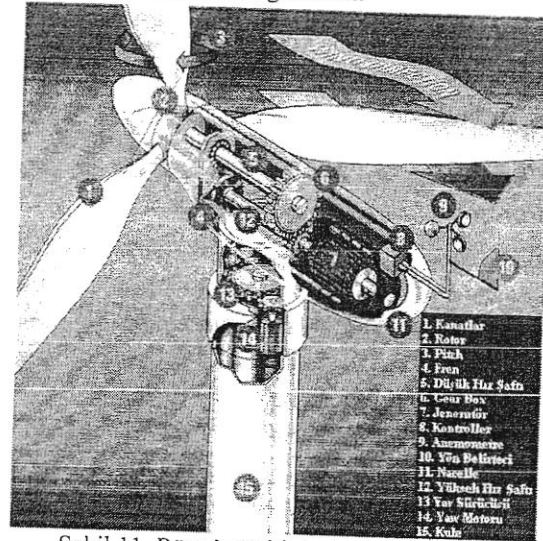
Rüzgâr türbinleri, çevredeki engellerin rüzgâr hızını değiştirmeyeceği yükseklikteki bir kule üzerine yerleştirilmiş gövde ve rotordan oluşur. Kanatlar ve göbek rotor olarak adlandırılır. Rüzgârın kinetik enerjisi rotor tarafından mekanik enerjiye çevrilir ve düşük devirli ana milin dönüş hareketi gövde içerisindeki iletim sistemine, oradan da jeneratöre aktarılır. Jeneratörler, rotorun mekanik gücünü elektrik gücüne çevirerek şebekeye aktarır (Şekil 9-10-11). Asenkron jeneratörler rüzgâr türbinlerinde en fazla kullanılan jeneratör tipidir[6].



Şekil 9. Bir rüzgâr türbininde elektro-mekanik bağlantının blok gösterimi



Şekil 10. Rüzgâr türbininin yapısı



Şekil 11. Rüzgâr türbininin detaylı iç yapısı

4.3. Rüzgâr Enerjisi Dönüşüm Sistemlerinin Sınıflandırılması

Rüzgâr enerjisi dönüşüm sistemleri, türbin hızı ve üretilen gerilimin frekansı esas alındığında, çalışma prensibine göre üç gruba ayrılabilir.

- Sabit hız, sabit frekans dönüşüm sistemleri,
- Değişken hız, sabit frekans dönüşüm sistemleri,
- Değişken hız, değişken frekans dönüşüm sistemleri.

Sabit hızlı sistemlerde, sadece rotor hızının küçük değişikliklerine müsaade edilir. Bu sistemin yapı ve performansı saptırma mekanizmasının mekaniksel karakteristiğine bağlıdır. Ayrıca türbülans ve kule şekli, güçteki değişimler

olarak görülen dalgalanma yüklerini hızlı bir şekilde etkiler. Bu değ iş imler, şebekeye bağlı rüzgâr türbinleri için istenmeyen bir özelliktir. Güçteki bu değişimler, rüzgâr türbininin ömrünü kısaltan mekaniksel baskılara neden olur ve güç kalitesini azaltır. Bu nedenle rüzgâr türbinleri çoğunlukla optimum performansında çalıştırılmazlar ve genellikle rüzgârdan maksimum güç elde edilemez [7].

Sabit hızlı sistemlere alternatif olan değişken hızlı sistemlerde ise, rotor hızı kontrol edilmeye uygundur. Bu özellik, rüzgâr türbin sisteminin sürekli olarak optimum hız oranına yakın çalışmasına imkan sağlamaktadır. Değişken hızlı sistemlerin, sabit hızlı sistemlere göre bazı önemli avantajları aşağıda verilmiştir:

- Türbin hızı, çıkış gücünü en üst düzeye çıkarmak için rüzgâr hızının bir fonksiyonu olarak ayarlanabildiği için yıllık enerji üretimi artar. Türbin aerodinamiğine ve rüzgâr rejimine bağlı olarak, yıllık enerjiye ortalama %10 oranında bir katkı sağlar.
- Rüzgâr ve mekaniksel sistemlerden kaynaklanan ve çıkış gücünde değişime sebep olan anlık durumlar önemli ölçüde azalır. Türbin, ani ve çok kuvvetli rüzgâra maruz kaldığında, mekaniksel sistemin eylemsizliği rotor hızını artırıp artık enerjiyi emerek, elektriksel sistemin şebekeye sabit güç aktarmasına engel olmaz.
- Güç kalitesi, güçteki dalgalanmalar azaltılarak iyileştirilebilir. Güçteki dalgalanmaların azalması, gerilimin nominal değerinden uzaklaşmasını da önleyecektir. Bu da rüzgâr gücünün şebekedeki etkisini artıracaktır.
- Kanat eğim açısının kontrol zaman sabiti daha yüksek olabileceğinden, kanat eğim mekanizmasının karmaşık kontrol sistemi daha basit bir şekilde yapılabilmektedir.
- Akustik gürültü azalacaktır. Yerleş im bölgelerinin yakınlıklarına kurulan rüzgâr çiftliklerinde gürültü önemli bir problem olmaktadır.

Değişken hızlı sistemlerin dezavantajları ise; jeneratör ve şebeke arasındaki bağlantı için gerekli güç konvertörlerinin karmaşıklığı ve maliyetin yüksek olmasıdır. Fakat son yıllarda gerek güç elektroniğinde kaydedilen ilerlemeler, gerekse yarı iletken teknolojisinin maliyetinin her geçen gün azalması, rüzgâr güç sistemlerinde bu yapının kullanımını oldukça cazip hale getirmiştir.

5. RÜZGÂR TÜRBİNLERİNDE KULLANILAN JENERATÖRLER

Rüzgâr türbinlerinin yapısında bulunan önemli bir etken de jeneratör yapısıdır. Rüzgâr türbinlerinde temel olarak Asenkron, Senkron ve Doğru Akım Jeneratörlerinden herhangi biri kullanılabilir. Bunlar;

1. Asenkron Jeneratör
 - a. Sincap kafesli Asenkron Jeneratör (SKAG)
 - b. Rotoru Sargılı Asenkron Jeneratör (RSAG)
- i. Çift Beslemeli Asenkron Jeneratör (ÇBAG)
- ii. OptiSlip Jeneratör
2. Senkron Jeneratör
 - a. Rotoru Sargılı (Alan Sargılı) Senkron Jeneratör (RSSG)
 - b. Sürekli mıknatıslı Senkron Jeneratör (SMSG)
3. Doğru Akım Jeneratörü
4. Diğer Tip Jeneratörler
 - a. Anahtarlı Relüktans Jeneratör (ARG)

Asenkron Jeneratörler rüzgâr türbinleri içerisinde çok yaygın olarak kullanılan bir jeneratör tipidir. Sağlamlık, mekanik olarak basitlik, büyük tiplerde üretilebilmesi, fiyatının düşüklüğü gibi avantajları vardır. En büyük dezavantajı duran kısım statorun, reaktif mıknatıslanma akımına olan ihtiyacıdır. Ani rüzgâr artışlarında oluşan tork titreşimlerini azaltmada çok iyidir [8].

Senkron jeneratörler, aynı büyüklükteki asenkron jeneratörlere göre daha pahalı ve mekanik olarak daha karmaşıktır. Senkron jeneratör, harici bir yükü besleyen üç fazlı sargıların oluşturduğu bir stator ve manyetik alanı oluşturan bir rotordan meydana gelir. Senkron jeneratörler sabit hızlı sistemler için daha uygundur. Bu nedenle sabit hıza bağlı olarak sabit frekansta çalışırlar. Rotorun oluşturduğu manyetik alan, ya sürekli mıknatıslardan ya da sargılardan akan doğru akımdan üretilir.

Doğru akım jeneratörleri, güvenilirliklerinin düşük olması ve bakım gerektirmesi gibi dezavantajlarına rağmen, hız kontrollerinin kolay olması nedeniyle rüzgâr enerjisi sektöründe kullanılmaktadır. DAG' ler küçük kapasiteli rüzgâr türbinlerinde, özellikle elektriğin şebekeden bağımsız olarak kullanıldığı yerlerde tercih edilmektedirler [8].

Bu jeneratör tiplerinden en yaygın kullanılanları ise sincap kafesli asenkron jeneratörler, rotoru sargılı asenkron jeneratörler ve senkron jeneratörlerdir [3, 5].

6. RÜZGÂR TÜRBİNLERİNİN ŞEBEKEYE BAĞLANTISI

Rüzgâr santrallerinin, hidrolik ve termik santrallerden farklı bir karakteristiğe sahip olması nedeniyle rüzgâr santrallerinin şebeke bağlantısı sırasında uyması gereken ölçütler vardır. Bu ölçütler rüzgâr santrallerinin arıza sonrası sisteme yapması gereken katkısı, aktif güç kontrolü, reaktif güç kontrolü, frekans tepkisi vs. gibi ölçütlerdir [7].

7. RÜZGÂR SANTRALLERİNDE GÜÇ KALİTESİ VE ŞEBEKE ETKİLEŞİMİ

Güç kalitesi, mevcut elektrik şebekesinin frekansının, geriliminin ve gerilim dalga şeklinin belirtilen değerler arasında kesintisiz ve sürekli olarak sağlanmasıdır [8].

Rüzgâr santrallerinin enerjinin kalitesine yönelik yaptığı olumsuz etkilerin başında harmonikler gelmektedir. Çeşitli filtreleme yöntemleri ile harmonikler yok edilebilir. LC filtreleme kullanılarak yapılan bir benzetim çalışmasında, Rüzgâr türbininden elde edilen enerji AA-DA çeviricisiyle doğru gerilime çevrildikten sonra LC filtreden

geçirilmekte, daha sonra eviriciyle yeniden alternatif gerilime dönüştürülmekte ve yeniden bir LC filtreden geçirilmektedir [9].

Güç kalitesini sağlamak amacıyla Rüzgâr santrallerinin özellikle arıza ve arıza sonrası sağlaması gereken ölçütleri tam olarak yerine getirmesi gerekmektedir. Ayrıca enerji kalitesini bozan ani gerilim ve frekans dalgalanmalarının meydana gelmesini önlemek amacıyla, rüzgâr santrallerinin toplam kurulu gücü kadar konvansiyonel sistemlerden sıcak yedek miktarı olması gerektiği vurgulanmaktadır [10]. Rüzgâr santrallerinin bağlandığı şebekenin güçlü ya da zayıf olması güç kalitesinde iyileşmeye veya bozulmaya yol açmaktadır. Şebekenin zayıf olduğu ve transmisyon hattının uzun olduğu noktalara bağlanan Rüzgâr türbinleri sürekli gerilim dalgalanmalarına, harmoniklere sebep olarak güç kalitesini bozmaktadır. Genel olarak her türbindeki gerilim, rüzgâr hızlarındaki farklılık, hat empedansları ve rüzgâr türbin grupları arasındaki kompanzasyon nedeniyle birbirlerinden bağımsız olarak değişmektedir [9].

8. SONUÇ

Rüzgâr türbinlerinde kullanılacak olan jeneratörün seçiminde göz önüne alınacak en önemli ölçüt, rüzgâr türbininin yerleşeceği bölgenin rüzgâr özelliğinin belirlenmesidir. Seçilen jeneratör; farklı rüzgâr değişimlerinden minimum etkilenip, maksimum verimle çalışabilmelidir. Değişken hızlı rüzgârlarda kullanılan jeneratör frekans dönüştürücülere ve güç elektroniği elemanlarına ihtiyaç duyar. Fakat son yıllarda gerek güç elektroniğinde kaydedilen ilerlemeler, gerekse yarı iletken teknolojisinin maliyetinin her geçen gün azalması, rüzgâr güç sistemlerinde bu yapının kullanımını oldukça cazip hale getirmiştir. Her bölgenin rüzgâr hızları farklı olduğu için, Kuzey Avrupa Ülkeleri için üretilen rüzgâr türbinleri bizim ülke şartları için uygun değildir. Bu nedenle Türkiye'nin rüzgâr şartlarına uygun Rüzgâr türbin tasarımının geliştirilmesi ve Türkiye'ye göre üretmesi gerekmektedir[4].

Küçük ve orta güçlü rüzgâr güç sistemlerinde hem SKAG, hem de SMSG kullanılır. Büyük güçlü rüzgâr güç sistemleri için ise hem ÇBAG, hem de senkron jeneratör tercih edilir. Dalga Genişlik Modülasyon (DGM) tekniği, sistemin giriş ve çıkışındaki akım harmoniklerini azaltacağı için, DGM tekniğine göre anahtarlama yapabilen, sırtta gerilim kaynaklı dört bölgeli güç konvertörü tercih edilir [11]. Böylece, jeneratör üzerindeki tork titreşimleri azalır ve çıkış gücünün kalitesi artar. Ayrıca güç elektroniği teknolojisinde kaydedilecek yeni gelişmeler ile beraber, rüzgâr güç sistemlerinin performansını optimize etmek mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

1. www.pallasenerji.com (15.09.2012 tarihinde erişildi).
2. Limitsiz Enerji, Yenilenebilir Enerji Platformu, <http://www.limitsizenerji.com> (20.10.2012 tarihinde erişildi).
3. "GWEC Global Wind Statistics 2011" (pdf). Global Wind Energy Commission. http://www.gwec.net/fileadmin/images/News/Press/GWEC_Global_Wind_Statistics_2011.pdf. (15 Mart 2012 tarihinde erişildi).
4. Özaktürk, M., "Rüzgâr Enerjisinin Güç Kalitesi Açısından İncelenmesi", Sakarya Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 2007
5. Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TUREB). TUREK 2012, Türkiye Rüzgar Enerjisi Kongresi, İstanbul, 7-9 Ekim 2012.
6. Nurbay N., Çınar A. "Rüzgâr Türbinlerinin Çeşitleri ve Birbiriyle Karşılaştırılması", III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, MERSİN, 2005
7. Agabus H., Palu I., "Wind Energy Integration Impact on Power Quality in Estonia", European Wind Energy Conference & Exhibition, İtalya, 2007

ACTIVATION OF FLY ASH-METAKAOLIN PASTE USING LIME

¹Khatib J. M., ¹Halliday C., ¹Negim E.S.M., ²Khatib S.M., ³Syrmanova K.K.

¹ Faculty of Science and Engineering, University of Wolverhampton, Wolverhampton, WV1 1LY, UK

² College of Engineering, Swansea University, Swansea, UK

³ M.Auezov South Kazakhstan State University, Tauke-khana avenue, 5-Shymkent, Kazakhstan

*Corresponding author: j.m.khatib@wlv.ac.uk

ABSTRACT

The properties of geopolymer paste containing a mixture of fly ash (FA) and metakaolin (MK) activated with lime are investigated. The fly ash content ranged from 80 to 100% of FA-MK mixture. Lime (L) was added to this and the dosage was 10% by weight. The water to binder ratio was 0.6. The binder consisted of fly ash, metakaolin and lime. For comparison purpose, a control paste was also prepared containing cement only with a water to cement ratio of 0.6, while the results show that the strength of the geopolymer paste is lower than the paste with cement only, the rate of strength development is much higher after 28 days. Also using metakaolin contributes to the increase in strength. The relative compressive strength increases at 7 and 28 days of curing compared with the other curing ages. This increase is associated with a decrease of density during that time.

Keywords: Fly ash, geopolymer, high LOI fly ash, lime, metakaolin, paste