

MODULAR BAĞIMSIZ ENERJİ ÜRETİM SİSTEMİ

Mehmet YİLİKÇİ
Elek. Yük. Mühendisi (FH)

ÖZET

Büyük ve küçük kent merkezlerinden uzak, çok tenha, orta ve yüksek gerilimli enerji nakil hatlarıyla bağlantısı bulunmayan yörelerin enerji ihtiyacını karşılamak için, rüzgâr enerjisi üretim tesisleriyle, Diesel Elektrojen birleşimine olan gereksinme ve ilginin, son senelerde arttığı dikkatle izlenmektedir. Diesel-Elektrojen birimleriyle üretilen enerji sistemine rüzgâr santrallerinin de ilave edilmesiyle, daha ekonomik ve bağımsız bir enerji üretim sistemi oluşturulur. Aşağıda tenha yörelerde tesis edilen rüzgâr santrallerinin donatım, ayar ve kumandası konusunda gereksinmelerin neler olduğu örneklerle anlatılmaya çalışılacaktır.

1. Rüzgâr-Enerji Üretim Ünitelerin Devreye Sokulma İmkanları

Tenha ve mevcut enerji dağıtım ve iletim merkezleriyle (Trafo istasyonları v.s.) bağlantısı bulunmayan yörelerin enerji ihtiyacının Diesel-Elektrojen birimlerine, rüzgâr santrallerinin eklenerek giderilmesi yönünde yapılan atılım ve gelişmelerin son senelerde bir artış gösterdiği ilgiyle izlenmektedir. Diesel-Elektrojen grubu ile merkezi olmayan bir enerji üretim sisteminin parasal yönden pek ekonomik olmadığı bir gerçektir. Daha ekonomik ve bağımsız bir enerji üretim sisteminin tesisinde, rüzgâr enerjisinden faydalanmak yoluyla enerji üretim maliyetinin asgari düzeye indirilmesi mümkündür.

Uzun senelerin verdiği tecrübe ve geliştirmelerin ürünü olarak, merkezi olmayan enerji üretim sistemlerinin yapım ve işletim esaslarına dayanılarak, yeni ayar ve kumanda sistemlerinin de geliştirilmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Rüzgâr-Diesel-Yedek akümülatör birleşimi olarak geliştirilen bu sistemle, rüzgâr hızının çok şiddetli olduğu zamanlarda, Diesel gerecinin tamamen devre dışı edilebil-

mişidir. Bunun haricinde yedek akümülatör birimi, rüzgâr hızının düşük olduğu zamanlarda Diesel-Elektrojen biriminin sık sık açıp-kapama (star/stop) işleminin azalmasını sağlar.

Aşağıda, bağımsız bir şebekeyi besleyen rüzgâr enerji santralleri için gerekli olan elektrik kumanda ve ayarlama cihazlarının yerleşimi üzerinde durulacaktır.

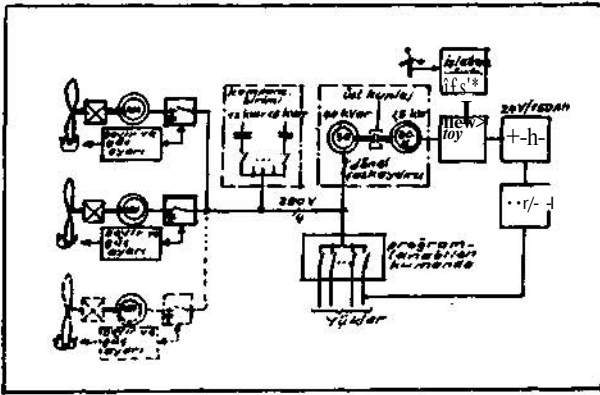
2. Bağımsız İşletmede Rüzgâr Santralleri

Büyük bir enerji ihtiyacını karşılayabilmek için, birden fazla enerji çeviricileri paralel işletme zorunluğu olduğunda, bunun mümkün olduğu sürece rüzgâr enerji üretim sistemleriyle giderilmesine çalışılmalıdır. Rotor kanatlarının, ayaHanabilen açıda kaydırılmasıyla güç ve devir sayısı ayarlanabilir. Bir yörede tesis edilmiş sistemin düzeltilmesinden başka, diğer faydalı yönü, ikinci kademede rüzgâr hızının değiştirilmesiyle çıkış gücünün kısa sürede daha iyi dengelenebilmesidir.

Bağımsız bir yörede kurulmuş iki rüzgâr enerji sisteminin bağlantı ve işletilmesine dair örnek proje, Small-Stand-Alone Wind Farm for Water Pumping olup, Ürdün Royal Scientific Society tarafından sipariş edilerek 1987 yılında Kopverd adalarında GTZ şirketi tarafından kurulmuştur. Rüzgâr santralleri parkı şeklinde nitelendirilen bu sistem için, her biri iki veya üç rüzgâr enerji çevirici Aerom MAN Teknoloji GmbH tipi seçilmiştir.

Rüzgâr enerji üretim sisteminde paralel bir işletme için standart asenkron generatörleri tercih edilir. Çeviricilerin anma gücü 20-30 kW arasındadır. Gerilim ayarlanması, 40 KVA'lık dönel faz-kaydırıcı ile yapılır. Faz kaydırıcısı küçük bir DC-motoru tarafından, rüzgârın sakin olduğu zamanlarda anma devir sayısına çıkartılır. Bu suretle rüzgâr tesisleri ve enerji çeviricileri için gerekli şebeke

şartları, yerine getirilmiş olur. Birimlerden bir adedinin hemen devreye girmesi durumunda, DC-motoru devre dışı yapılarak mekanik ayırım gerçekleşir (Şekil 1). Rüzgâr enerji çeviricinin çalışması sırasında, şarj ve deşarj gereçleri tarafından doldurulan küçük bir akümülatör DC-motorunu besler. Gereksiz bir şekilde sık sık devreye sokma işlemi ve akümülatör kapasitesinin aşırı artmasını önlemek için, birimin yalnızca rüzgâr hızının yeterli olduğu anlarda bir defa devreye sokma işlemi yapılmalıdır. Dönel faz kaydırıcısının yükünü almak için, ilave olarak bir kompanzasyon düzeneği öngörülmüştür. Pompaların devreye sokulması ve faz kaydırıcısının çalıştırılması için gerekli kumanda, tüketici durumundaki cihaz ve gereçlerden verilir. Mantıken, açıp-kapama ölçütleri, mikroişlemci ile donanmış tesisin yakınında her an alıcıların isteklerine uyum sağlayacak şekilde değiştirilebilir.



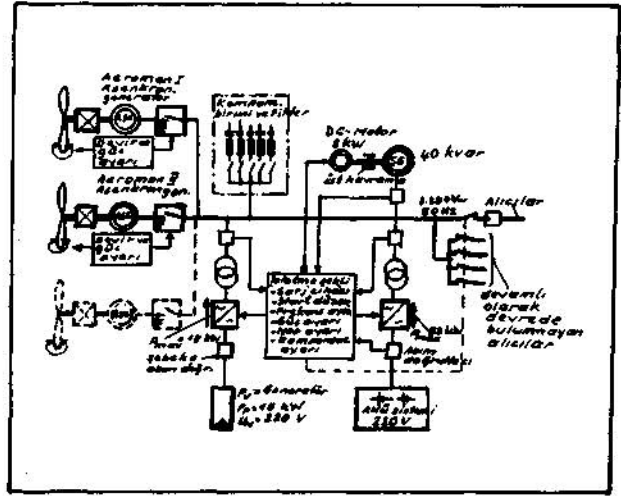
Şekil 1. Bağımsız işletmedeki bir rüzgâr santralının blok şeması örnek olarak su pompalarının beslemesi.

3. Rüzgâr-Photovoltaik ve Akümülatör Birleşimi

Yukarıda anlatılan rüzgâr santralına güneş enerjisi (solar) generatörü ve yedek akümülatör birimi ilave etmek suretiyle, rüzgâr hızının düşük olduğu anlarda önemli hallerde alıcıların enerji ihtiyacı karşılanır.

Amman ile Akaba arasında bulunan Jur El-Daraweesh/Ürdün, köyünün enerji ihtiyacını karşılamak için yukarıda adı geçen santrallardan biri planlanmış ve 1987 yılında montajı bitirilerek işletmeye girmiştir. Bu sistem, her birinin anma gücü 20 kW olan iki Aeroman rüzgâr-enerji çeviricisi, anma gücü 15 kW (maksimum) olan Photovoltaik ve enerji hacmi tahminen 250 kWh'lık bir yedek akümülatör biriminden oluşmaktadır. Bu birim, bir redresör üzerinden alternatif akım baralarıyla bağlanmıştır (Şekil 2).

Aeroman tipindeki rüzgâr-enerji çeviricileri, standart yapım türündeki asenkron-generatörle teçhizatlandırılmıştır. Rüzgâr-enerjisi sistemleri, köydeki diğer alıcı cihaz ve gereçler gibi doğrudan üç fazlı baralara bağlanmışlardır. Bu suretle, rüzgâr santrahncı üretilen enerjinin (güç olarak) ilk önce akım doğrultacı, akümülatör sistemi ve redresör üzerinden önlenerek, verimin önemli derecede düzeltilmesi sağlanır.



Şekil 2. Jurf El-Daraweesh Köyü, rüzgâr-Photovoltaik Akü - kombinasyonu ile enerji temini sistemi blok şeması.

Tasarlanan rüzgâr enerji tesislerinin alternatif akım şebekesinin herhangi bir noktası ile bağlantısı her an yapılabilir. Bu işlem için özel kumanda iletkenlerine gerek yoktur. Üniteler, akım doğrultacı ve dönel faz kaydırıcı'dan oluşan devreye, rüzgâr hızının yeterli olduğu anda, kendiliğinden girerler. Gücü 15 kW, anma gerilimi 220 V olan birimlerden bir tanesi Photovoltaik-Generatör olarak çalışır. Birimin gücü devreye giren akım doğrultacı üzerinden bağımsız şebekeyi besler. Bir "Maximum Power -Point" -zirve gücü- ayarlaması ile optimal bir enerji üretimi garantilenir.

Anma gerilimi 220 V olan kurşunlu bir akümülatörün kapasitesi 1500 Ah'dir. Kapsamlı bir akümülatör kontrolü ve bakımı; akımları gerilimleri ve sonuçta dinamik şarj ve deşarj durumunun sabit kalmasını içerir. Ancak bu tür bir kontrol ve bakımla optimal işletme şartları yerine getirilerek akümülatörlerin tamamen deşarj olmaları veya aşırı yüklenmeleri önlenir. Devrede bulunan akım doğrultacı sağlam ve ekonomiktir. Alternatif akım şebeke frekansını ayarlayarak akü gücünü düşürür ya da rüzgâr-enerji çeviricilerinden veya Photovoltaik-generatöründen çekilen fazla güçle akümülatörü doldurur (şarj işlemi).

Gerilim ayarı, bir küçük yardımcı DC-motor tarafından harekete geçirilen faz kaydırıcısı ile gerçekleşir. Faz kaydırıcısının devreye girmesinden sonra, DC-motor devre dışı edilerek mekanik bağlantısı kesilir.

Bu taslağın faydalı yönü, alternatif akım şebekesinde herhangi bir hatanın oluşumunda, koruyucu öğelerin (sigorta elemanları v.s.) dönel faz kaydırıcısı tarafından harekete geçirilerek korumanın sağlanmasıdır. Bunun, akım doğrultacılarında akım sınırlaması söz konusu olduğundan ve uzun süre anma akımında hatayı etkileyeceğinden, statik akım doğrultacılarıyla gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Bu durumda insan ve tesis için bir tehlikenin varlığı söz konusudur. Sistemin diğer bir avantajı, yolalma akımı yüksek olan alıcıların (pompa ve benzeri olan diğer gereçler gibi) gerilim düşümü ve frekans deği-

sıklığı olmaksızın, problemsiz bir şekilde devreye girmelerini sağlamasıdır. Devreye bağlanabilen bir kompanzasyon birimiyle faz kaydırıcının reaktif gücü (Şekil 2) düşürülür. Kompanzasyon kademeleri emici devre olarak belirlendiklerinden, akım doğrultacının sebep olduğu tepe salınımların aynı anda titreşime olan etkisi % 51en az olacak şekilde seçilmelidir. Ayar ve kontrol gereksinimleri için devreye, tüm birimlerin optimal ve emniyetli şekilde çalışmalarını üstlenen bir mikro-işlemci sistem monte edilmiştir. Bu sistem aşağıda belirtilen hususların kontrol edilip edilmediğine dair bilgileri toplar.

- Akümülatörlerin ayar ve kumandası,
- Dönel faz kaydırıcısının devreye girmesi,
- Şebeke frekansının ayarı,
- Güç ayarı,
- Kompanzasyon biriminin devreye sokulması veya devre dışı edilmesi,
- Photovoltaik-Generatörü için ayar ve kumandanın kontrolü.

4. Rüzgâr-Diesel-Akümülatör Sistemleri

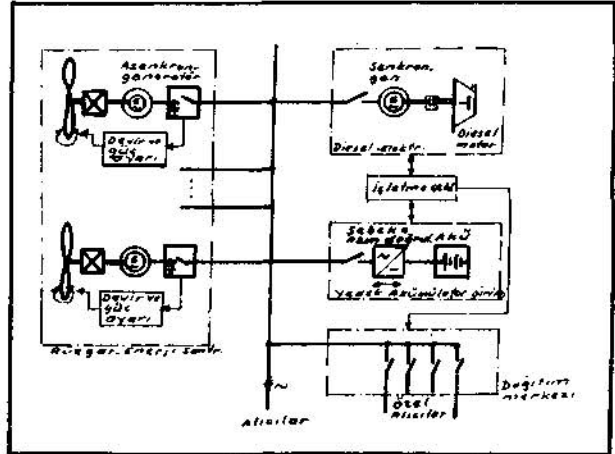
Rüzgâr hızının çok düşük olduğu zamanlarda, yörenin enerji gereksinmesi, Diesel-elektrojen ve yardımcı akümülatör birimleriyle geçici süre için garanti edilir. Akümülatör birimlerinin uzun dönemde bir enerji kaynağı şeklinde düşünülmesi pek ekonomik değildir. Akü birimlerinin ancak kısa süreler için bir enerji üretim sistemi olduğu aşağıdaki örnekten anlaşılacaktır.

Bir veya birden fazla Diesel-Elektrojen birimleri tarafından beslenen zayıf bir şebekenin, birden fazla rüzgâr santralleri ile paralel çalışması santrallerin ayar-kumanda ve kontrol işlemleri konusunda çok sayıda özel istekleri ve sorunları da beraberinde getirir. Bu istekler sabit bir şebekenin işletilmesinde fazla olmamalıdır. Burada anlatılan tesis sistemi, Diesel motorun çalışmaması durumunda hava şartlarının elverişli olması (rüzgâr hızının yeterliliği) ve tüketici gücün düşük olması halinde, yörenin enerji ihtiyacını karşılayacak kapasitededir.

Diesel motor elektrik olarak kumanda edilen kavrama ile diğer bir üst kavrama düzeneği üzerinden motor-generatör grubuna irtibatlandırılmıştır. Diesel motor devre dışı edildiğinde, senkron-generatör, dönel faz kaydırıcısı olarak çalışır ve hem gerilim ayarlama hem de reaktif güç üretme görevini yapar (Şekil 3).

Rüzgâr hız değişikliği veya şebekede bağlı bulunan alıcılarda teşekkül eden güç salınımlarından dolayı, Diesel motoru lüzumsuz bir şekilde çalıştırmadan, sadece yedek akümülatör birimini devreye sokmak daha avantajlıdır.

Bu sistemin kapasitesi düşük ve anma gücü (aşağı yukarı 30 dakika için) öngörülmesi olup, yöre şartları ve alıcıların isteklerine bağlıdır. Akünün şarj işlemi veya bağımsız bir şebekeyi beslemek için, tekrar mekanik olarak tahrik edilen veya şebeke gerilimiyle çalışan akım doğrultacı kullanılır. Bundan başka bir akümülatör biriminin devreye tesis edilmesiyle, Diesel motorun çalışmasını en uygun güç kademesinde, örneğin zirve yüklenmelerinde, imkan sağlanabilmektedir. Motorun anma gücü-



Şekil 3. ' Statik akım-doğrultacı M odular bağımsız enerji üretim sisteminin basit bir blok şeması.

nün üzerinde yüklenmesi ise, sadece kısa süre için kabildir. Bu durumda bağımsız şebekenin gücü, zirve yüküne göre değil, daha küçük bir yüke göre belirlenir. Fazla yüklenme durumunda, yedek akümülatör birimleriyle dengeleme sağlanır.

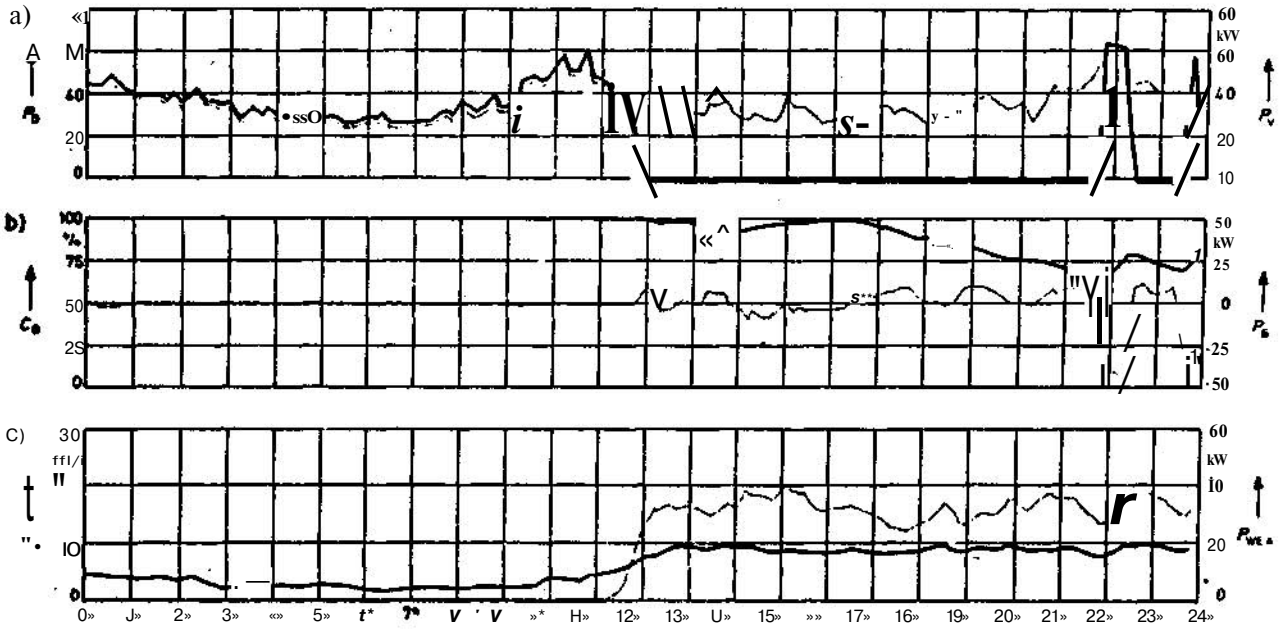
Çalışır durumda olan senkronjeneratör tarafından gerilim ayarlanırken, frekansın ayarlanması türünde ise, dört esaslı işletme tarzı vardır. Bunlar:

- Rüzgâr hızının düşük olduğu ve alıcıların çektiği gücün fazla olduğu zamanlarda, rüzgâr-enerji çeviricileri ile, Diesel-Elektrojen ve yedek akü birimlerinin paralel işletilmesi,
- Rüzgâr hızının yeterli olmadığı zamanlarda Diesel-Elektrojen ve akü birimlerinin paralel işletilmesi,
- Rüzgâr hızının yeterli olduğu zamanlarda, çeviricilerin ve yedek akü birimlerinin paralel işletilmesi,
- Rüzgâr enerjisi santral ve alıcıların çektiği gücün düşük olduğu zamanlarda yedek akü birimlerinin yalnız işletilmeleridir.

Sistemi oluşturan değişik enerji üretim üniteleri arasındaki güç, frekans-güç-statik, kuralı esas alınarak paylaşılır. Mikro-işlemci ile kumanda edilen işletme tarzı, tesisin verdiği geçici güç, akümülatör biriminin şarj durumu, yüklenme şartları ve alıcılar tarafından çekilmesi beklenen güce bağlı en ekonomik ve emniyetli olanıdır.

Eylül 1987 yılında Kassel Yüksek Teknik Okulu, Elektroteknik Bilim dalı Prof. Dr. Ing. W. Kleinkauf ve SMA firması, bağımsız bir enerji üretim taslak projesi üzerinde, bir dizi teorik ve deneyimli araştırmalar yapmışlardır. Diesel motorların "dinamik yüklenmelerin etkisi" üzerine yapılan bu araştırmalar, rüzgâr-enerji çeviricilerinin, Diesel-Elektrojen birimiyle paralel işletilmeleri sırasında yakıt ihtiyacının ihmal edilebileceğini göstermiştir. Diesel motorların ara sıra devre dışı bırakılmaları motorun ısınma anındaki yakıt gereksinmesi oldukça azdır.

Bilgisayarda uygulanan deneyim programı, statik akım doğrultacı birimi, müşterek model üzerindeki değişimlerin araştırılabilmesi olanağını vermiştir. Kassel Yüksek Teknik



Şekil 4. Cape-Clear / Rüzgâr-Diesel-Akümülatör santralının yük değişim eğrileri. 10 dak. ortalama değer 30.8.1987 tarihinde tespit edilmiştir.

- a) P_y = alıcı gücü, P_D = Diesel motor gücü
b) P_B = akümülatör gücü, C_B = Akünün kapasitesi
c) P_{WBA} = Rüzgâr santral I + D verdiği güç w = rüzgâr hızı

Okul Laboratuvarında, Rüzgâr-Diesel-Yedek akümülatör sistemiyle, frekans-gerilim ayarı konusunda yapılan deneyimlerle önemli sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmalarda statik akım doğrultacının sebep olduğu üst salınımların bir bölümünü ve senkron generatörde reaktif güçlerin sebep oldukları kayıpların en aza indirilmesinde gerekli önlemlerin alınabileceği de denenmiştir. Son iki sene içerisinde 20 kW'lık küçük bir bağımsız sistemle yapılan deneyimler, bir işletme şeklinin nasıl düzeltilebileceğini kanıtlamıştır.

5. Cape Clear Projesi

Bağımsız bir modüler enerji sistemin güç ve ekonomik yönden verimliliği, İrlanda'nın Cape Clear adasında kurulan pilot bir birimde yapılan deneyimlerle belirlenmiştir. Bir pilot proje olarak gerçekleştirilen bu tesis, Ortak Pazar Ülkeleri tarafından finanse edilmiştir. Adı geçen proje ve benzerleri Federa! Almanya Araştırma ve Teknoloji Bakanlığınca teşvik edilmektedir. Yukarıda anılan projenin tatbik edildiği Cape Clear adası 300 nüfuslu olup İrlanda'nın güneybatı kesiminde bulunmaktadır. Adadaki rüzgâr durumu mükemmel olup yıllık ortalama hızı 7,8 m/s'dir. Adada kurulan enerji üretim sistemi, beherinin anma (nominal) gücü 30 kW'lık iki adet Aeroman tipi rüzgâr çeviricisinden, 72 kW'lık MAN marka Diesel-Elektrojen ve 100 kWh'lık bir yedek akümülatör biriminden oluşmaktadır. Adanın enerji ihtiyacı, yeni tesis kurulmadan önce, herbirinin anma gücü 100 kW olan iki adet Diesel-Elektrojen birimi tarafından 164 kW üretilerek 10 kV'luk enerji iletim hatlarıyla dağıtımı yapıyordu. Adanın yıllık enerji

tüketimi 280.000 kWh'dir. Günlük yük eğrisinin sabahın erken saatlerinde asgari 25 kW, akşam saatlerinde ise 80-120 kW arasında olduğu görülmektedir (Şekil 4), Her iki rüzgâr-santral, adanın 162 m yüksekliğindeki tepe üzerinde kurulmuştur. Zira tepede üretilen enerji kapasitesi deniz seviyesinde üretilene göre daha yüksektir. Diesel-Elektrojen birimi ile rüzgâr enerjisi santrali arasındaki mesafe 3 km'dir. Diesel-Generatörü ve redresörlü akümülatör birimi, adanın liman sahasındaki mevcut Diesel motorun yakınında tesis edilmiştir. Bir sene içerisinde yapılacak ölçme ve değerlendirmelerle, kurulan enerji üretim sisteminin, ekonomik gerekmesinin, işletme birimleri ve türünün, gelecek için optimal olup olmadığının yönleri belirlenmeye çalışılacaktır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- (1) Kleinkauf, W.; Leonhard, W. et. al.: Final Report of BMFT-Project "Operational behaviour of wind energy converters". Gesamthochschule/Kassel TU/Braunschweig, 1984.
- (2) Caselitz, P.; Hackenberg, G.; Kleinkauf, W.; Scott-time behaviour with wind energy converters. Eur. Wind Energy conf. (EWEC), Hamburg 1984.
- (3) Cramer, G.; Grebe, R.; Hanna, B.; Sachau, J.; Advanced autonomous electrical power supply for the small-irish island of Cape Clear. EWEC, Rom 1986.
- (4) Cramer, G.; Energieversorgung, etz Bd, 108 (1987). Heft 22.