

# Küçük ve Orta Güçlü Rüzgar - Güneş Elektrik Enerjisi Dönüşüm Sistemlerinin Yenilenebilir Enerji Kullanımına Katkısı ve Kocaeli Üniversitesi Umuttepe Karma Sistem Örneği

H.Tarik DURU  
Kocaeli Üniversitesi Müh.Fak Elektrik Böl.  
(KOÜ Temiz Enerji Dönüşüm Sistemleri Ar.Birimi)  
tduru@kou.edu.tr

Semra ÖZTÜRK  
Kocaeli Üniversitesi Müh.Fak Elektrik Böl.  
(KOÜ Temiz Enerji Dönüşüm Sistemleri Ar.Birimi)  
sozturk@kou.edu.tr

## 1.GİRİŞ

Artık herkes tarafından kabul edilen gerçek, yenilenebilir enerji kaynaklarının mümkün olan en yüksek düzeyde kullanımını bir tercih olmaktan çıkıp bir zorunluluk haline geldiğidir.Yenilenebilir enerji kaynakları içinde su dışındaki en önemli kaynaklar güneş ve rüzgar enerjisidir. Son 20 yılda gerek rüzgar enerjisi gerekse fotovoltaik yöntemle elektrik enerjisi elde edilmesi konusunda, gelen talebin de etkisi ile önemli teknolojik gelişmeler yaşanmıştır. Rüzgar türbinlerinin birim güçleri 2 MW gibi ciddi sınırlara ulaşmış, kuruluş maliyetleri itibarı ile diğer enerji kaynakları ile rekabet edebilir hale gelmişlerdir[1]. Yeryüzü alanlarının dışına taşan deniz üstü rüzgar çiftlikleri kurularak rüzgar enerjisinin toplam elektrik enerjisi üretimindeki payı her geçen gün giderek artmaktadır.Bu sayede zaten çok düşük olan işletme ve bakım maliyetleri ile, ve en önemlisi, temiz ve kesintisiz bir enerji kaynağı olarak, rüzgar sistemleri hak ettikleri yeri almaya başlamışlardır. Artık görülmüştür ki, insanoğlu herhangi bir temiz enerji kaynağından, fosil ve nükleer yakıt türlerine göre daha ucuz olmadığı için vazgeçme lüksüne sahip değildir. Gariptir ki endüstri devrimi öncesinde en önemli enerji kaynağı olan, ancak buhar ve petrol kaynaklarının gelişmesi ile bir kenara atılan rüzgar enerjisi, 21.YY'da yeniden insanlık için bir umut olmuştur. Henüz verimleri düşük ve maliyetleri yüksek olsa da, fotovoltaik sistemler tek başlarına ya da rüzgar enerji sistemlerine ek olarak elektrik enerjisi üretimi için çok ciddi ve önemli bir kaynak olarak görülmelidir. Şu andaki fotovoltaik hücre ve panel fiyatları özellikle ARGE payları ve stratejik nedenlerle yapay olarak yüksektir. Pazar gelişip rekabet arttıkça fiyatların çok daha düşeceği öngörülmelidir.Ülkemizin ciddi bir rüzgar ve güneş potansiyelinin olduğu artık sadece bilimsel çalışmalarla değil, devlet kaynakları tarafından da doğrulanmaktadır. EİE istatistikleri ve Türkiye Rüzgar Atlası rüzgar konusundaki potansiyelimizi açık bir şekilde ortaya koymaktadır [2],[3]. Aynı durum güneş enerjisi için de geçerlidir. Güneş enerjisinden sıcak su elde edilmesi konusunda Türkiye uluslararası sıralamalarda ilk 5 ülke içine girmiştir. Dolayısı ile sivil toplum örgütleri, meslek odaları, kamu kurum ve kuruluşları, özel sektör ve üniversiteler elbirliği ve ciddi bir koordinasyon ve planlama içinde ülkemizin temiz enerji kaynaklarından mümkün olan en yüksek düzeyde faydalanmak için yoğun bir seferberlik başlatılmalıdır. Büyük güçlü rüzgar çiftliklerinin planlanması, kurulması ve işletilmesi rüzgar enerjisinden faydalanmak açısından şüphesiz en önemli ve ilk planda değerlendirilmesi gereken konudur. Bunun yanı sıra, küçük ve orta güçte lokal enerji üretim sistemlerinin yaygınlaştırılması hem yenilenebilir enerji kullanımının tanıtılması ve teşvik edilmesi hem de toplam elektrik üretiminde rüzgar ve güneş sistemlerin payının artırılması için en az büyük güçlü sistemler kadar önem taşımaktadır. Nitekim özellikle ABD ve AB ülkelerinde gerek şebeke bağlantılı sistemlerin, gerekse otonom olarak küçük güçlü sistemlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada küçük ve orta güçlü sistemler tanıtılmış bu alandaki mevcut teknolojilerin bir değerlendirmesi verilmiştir. Ayrıca Kocaeli Üniversitesi Umuttepe Merkez yerleşkesinde kurulan 5 kW'lık rüzgar - güneş karma enerji üretim sistemi tanıtılmış ve ilk işletme sonuçları değerlendirilmiştir.

## 1. KÜÇÜK VE ORTA GÜÇLÜ KARMA SİSTEMLER

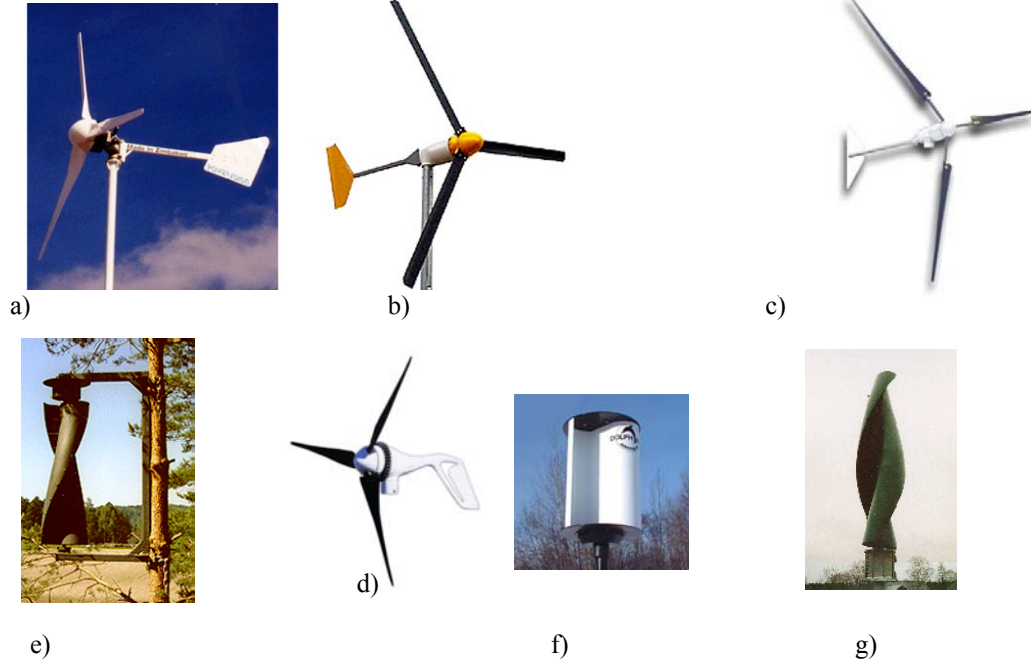
Büyük güçlü rüzgar sistemleri için uzun süreli rüzgar ölçümleri, kapasite planlaması, türbin yerlerinin ve güçlerini belirlenmesi, üretilen enerjinin enterkonnekte sisteme aktarılması için alt yapının oluşturulması ve yatırım aşamaları çok ciddi ve maliyetli bir çalışma gerektirmektedir. Bunun yanı sıra, bazı bölgeler, ortalama rüzgar hızları ve yıllık üretim potansiyeli açısından çok elverişli olmalarına karşın, endüstri, yerleşim ve veya tarım alanları içinde kaldığından buralarda büyük güçlü sistemlerin kurulması mümkün olmayabilmektedir. Ayrıca şebeke elektriğinin hiç olmadığı ya da elektrik enerjisinin götürülmesinin yüksek maliyetler oluşturduğu bölgeler (örneğin Karadeniz Bölgesi, Doğu ve G.Doğu Anadolu'daki küçük mezra ve köyler) için küçük ve orta güçlü sistemler, son derecede önem taşımaktadır. Küçük ve orta güçlü karma sistemler temel olarak iki farklı yapıda tasarlanır. Birinci yaklaşımda rüzgar ve güneş enerjisi sistemi iki yönlü sayaç ( net metering ) kullanılarak şebekeye paralel çalışır. Bu sistemle mevcut rüzgar ve güneş potansiyeline ve sistemin gücüne göre elektrik faturalarında önemli bir düşüş hatta sıfırlama sağlanabilir. Ne yazık ki, ülkemizde bu sistemlerin kullanımı mevcut yasa ve yönetmelikler çerçevesinde mümkün değildir. Diğer yaklaşımda ise karma sistem mikro - şebeke ( microgrid ) olarak otonom bir sistem oluşturur. Bu tip sistemlerde üretilen enerjinin depo edilme

zorunluluğu vardır. Mevcut teknoloji ile en uygun depo yöntemi akümülatörlerdir. Ancak elektroliz yolu ile hidrojen eldesi ve elde edilen hidrojenin yakıt pilleri ile elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılması da yakın gelecekte kullanılabilir bir yöntem olacaktır. Akümülatör kullanılması durumunda, elde edilen doğru akım formundaki elektrik enerjisi eviriciler yardımı ile 50 Hz'lik bir ya da 3 fazlı alternatif akım formuna dönüştürülür. Bu tip sistemlerde ayrıca bir diesel yedek güç sisteme kullanılarak enerjinin kesintisiz olarak sağlanması gereklidir.

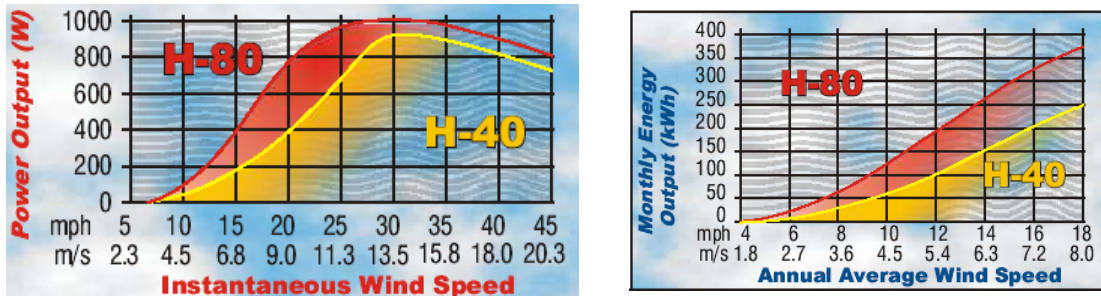
## 1.1 Küçük ve Orta Güçlü Rüzgar Türbinleri

Net olarak bir rüzgar türbini için küçük ve orta güç bölgeleri tanımlanmamış olsa da mevcut ticari sistemlere bakılarak bir sınıflandırma yapılabilir. Buna göre 100 W'tan - 3 Kw'a kadar olan türbinler küçük güçlü sistemler, 3 kW - 50 kW arası sistemler de orta güçlü sistemler olarak değerlendirilebilir.

Küçük güçlü rüzgar türbinlerinde yaygın olarak yatay eksenli türbin sistemleri kullanılmakla beraber, kendine özgü avantajları nedeniyle dikey eksenli küçük güçlü türbinlerde kullanılmaktadır. Bu alanda faaliyet gösteren firmaların çoğu ABD kökenlidir. SWWP, Bergey gibi firmalar uluslararası küçük ve orta güçlü rüzgar türbini ticaretinde önemli bir pay sahibidir. Şekil 1.'de ticari olarak mevcut olan bazı türbinlerin resimleri görülmektedir. Şekil 2.'de de örnek olarak Whisper H-40 ve H-80 türbinlerinin enerji üretim grafikleri görülmektedir.



Şekil 1. Bazı küçük güçlü türbinler ve fiyatları a) AWP 1KW (3500 USD) b) EXCEL 7.5-10 kW (27000 USD) c) AIR 400 400 W (650 USD) d) Whisper H80 1 kW (2150 USD) e) WindSide WS 0.3 C 118 W (2931 Euro) f) Ampair Dolphin 4 W (425 USD) g) WindSide WS 4 C 360 W (23750 Euro)



Şekil 2. a) Gücün anlık rüzgar hızına göre değişimi, b) Aylık üretimin ortalama rüzgar hızına göre değişimi.

Büyük güçlü sistemlere kıyasla, küçük güçlü sistemler teknolojik altyapı, bilgi birikimi ve yatırım açısından ulusal kaynaklarla daha kolay gerçekleştirilebilirler. Şu anda küçük güçlü rüzgar sistemlerinin tamamında yüksek enerjili mıknatıs uyarmalı senkron generatörler kullanılmakta, elde edilen değişken genlik ve frekanstaki alternatif akım doğrultularak bir maksimum güç çekme algoritması ile akülere beslenmekte ya da uygun güç

elektronik devreleri yardımıyla şebekeye paralel bağlanabilmektedir. Elektrik makine tasarımı, güç elektroniği ve kanat tasarımı ile bilimsel olarak uğraşan akademisyenler ve KOBİ'lerin güç birliği yapması durumunda küçük güçlü rüzgar sistemleri kolaylıkla ve özgün tasarımlarla ulusal kaynaklarla üretilebilir ve bu alanda önemli bir dış satım potansiyeli yaratılabilir.

## 1.2 FotoVoltaik Sistemler

Fotovoltaik hücreler, ışımının yarıiletkenler üzerindeki etkisi sonucunda elektrik üretirler. Çok sayıda hücre bir arada kullanılarak seri-paralel bağlantılar yolu ile gereken akım ve gerilimlerde paneller oluşturulur. Ticari olarak pazarda bulunan güneş panellerinin verimleri oldukça düşüktür. Güneşin ışınları ile yeryüzüne ulaşan güç açık ve güneşli bir bölge için  $1000 \text{ W/m}^2$  civarındadır. Mevcut güneş panellerinin  $1 \text{ m}^2$  için bu ışınımda ürettikleri güç 120-140 W civarındadır. Buna göre verimleri 0.12-0.14 aralığında değişmektedir. 100 W'lık bir güneş panelinin satış fiyatı yaklaşık olarak 750 USD civarındadır. Ülkemiz koşullarında 100 W'lık bir panelden üretilebilecek elektrik enerjisi aylık olarak 10 ila 20 kWh arasında değişmektedir. Kurulu güçten faydalanma, işletme maliyeti ve ömür açısından güneş panelleri rüzgar türbinlerine göre daha elverişlidir. Bir güneş panelinin 20-25 yıl boyunca üretiminde bir azalma olmadan çalışabilmesi mümkündür. Ülkemizde fotovoltaik panel ve sistem üretimi için küçük çaplı da olsa bazı girişimcilerin çeşitli çalışmalar yaptığı gözlenmektedir. Özellikle yarı mamül güneş hücrelerinin panel şekline getirilmesi ve akü şarjı ve evirici sistemleri ve PV aydınlatma ile ilgili ticari çalışmalar ileriye dönük umutları arttırmaktadır.

## 2. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ UMUTTEPE YERLEŞKESİ RÜZGAR - GÜNEŞ KARMA ENERJİ ÜRETİM SİSTEMİ



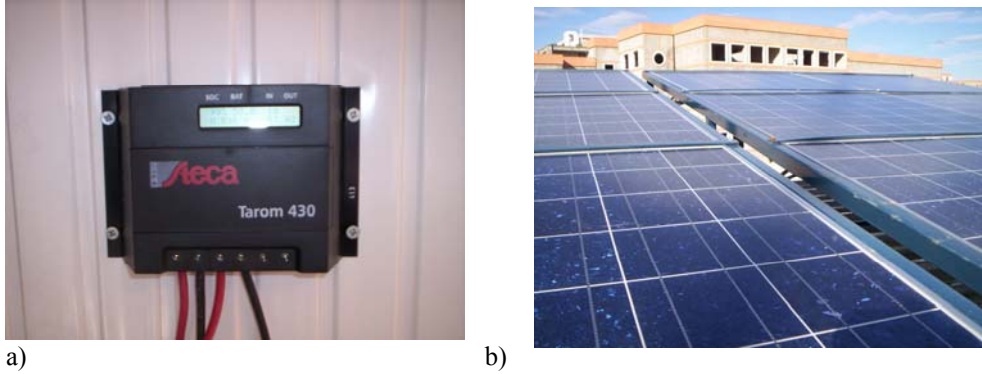
Şekil 3. Umuttepe Rüzgar-Güneş sistemi

Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nce desteklenen ve Elektrik Mühendisliği Bölümü tarafından gerçekleştirilen proje kapsamında Üniversite'mizin Umuttepe Yerleşkesi'ne kurulan sistem, 3 adet Southwest Wind Power Whisper WH 80 türbin, 12 adet 120 W Kyocera güneş paneli, 1 adet Stecca Tarom 430 güneş paneli şarj denetleyicisi, 40 adet 12 V 100 A Haze Jel akü, 1 adet Trace Eng. 48 V / 220 50 Hz, 4500 W tam sinüs eviriciden oluşmuştur. Güneş panelleri, sistemin kurulu olduğu prefabrik yapının çatısına monte edilmiştir. Prefabrik yapı  $20 \text{ m}^2$ 'lik bir çalışma alanına sahip olup,  $15 \text{ m}^2$ 'si ofis ve laboratuvar alanı olarak ayrılmış,  $5 \text{ m}^2$ 'lik bölüme aküler, şarj denetleyiciler, evirici ve şarj denetleyici yerleştirilmiştir. Şekil 3.'te sistemin fotoğrafı görülmektedir.

Sistemde üç adet Southwest Wind Power Whisper WH 80 tipi türbin kullanılmıştır. Yukarıda da değinildiği gibi, bu türbinler özellikle düşük rüzgar hızları için optimize edilmiş ve şu anda fiyat-performans açısından en uygun türbin tipidir. Türbinler, rüzgar hızının yükselmesi durumunda pervane dönme eksenini düşey eksene doğru kaydırmakta ve kuyruk açısını değiştirmektedir.

Bu sayede yüksek rüzgar hızlarında türbin hızının tehlikeli şekilde artmasına engel olmakta, hem de üretime devam etmektedir. Ayrıca direk tepe kuvvetinin de aşırı artmasını önlemektedir. Türbinler 18 m'lik temelden mafsalı, 100mm çaplı galvaniz boru direkler üzerine monte edilmiştir. Direkler 1 m'lik temel derinliğine sahip olup 9 noktadan çelik halat ile gerdirilerek sallanma ve devrilmeye karşı önlem alınmıştır. Türbinler 1000 W'lık maksimum güç üretimini 11.6 m/s gibi nispeten düşük bir rüzgar hızında vermektedir. Yapılan ölçümlerde ani olarak alınan gücün 1200 W gibi etiket değerinin %20 fazlasını verebildiği tespit edilmiştir. Rüzgar sisteminden alınabilecek enerji miktarı, mevcut rüzgar potansiyelinin yanı sıra türbin denetleyicisinin performansına da bağlıdır. Türbin denetleyici rüzgar hızına göre çekilen gücü ayarlayarak türbinin güç karakteristiğinin maksimum noktasında tutulmasına çalışır. Kullanılan EZ II Wire türbin denetleyici "model tabanlı bir maksimum güç izleme" prensibi ile çalışmaktadır. Buna göre her durumda aktarılan güç ve türbinin çalışma hızı ölçülür. Bu güçteki optimum türbin hızı modelden elde edilerek türbin hızını optimum hıza getirmek için şarj akımı artırılır ya da azaltılır. Bu şekilde sistem optimum çalışma noktasında tutulmaya çalışılır. Aküler tamamen dolduğunda, uç gerimi yükseleceği için şarj kesilir. Bu durumda türbinin boşta aşırı hızlara çıkmaması için bir yardımcı yük direncine bağlanır. Sistem akü gerilimi belirlenen bir değerin altına

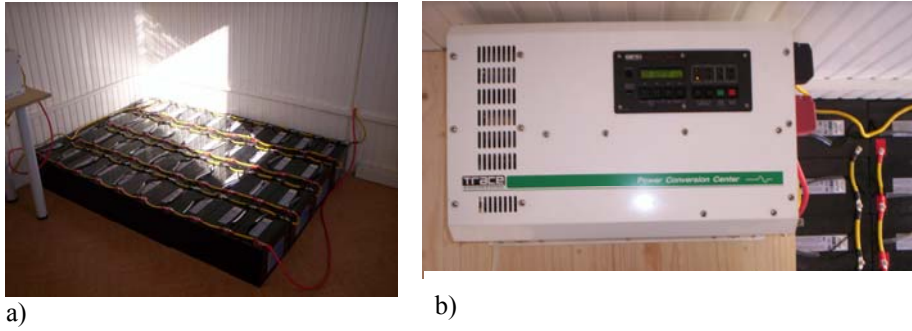
düşmesine kadar bu konumda kalır. Ayrıca benzer bir işlem manuel olarak da yapılarak türbinlerin kilitlenmesi sağlanabilir. Türbin denetleyicilerde ayrıca toplam ve ara üretim miktarının ölçülmesine olanak sağlayan enerji ölçüm sistemi, maksimum ve ortalama güç miktarlarının ölçülebildiği güç ölçüm sistemi bulunmaktadır. Sisteme ait ilk ölçüm değerleri bu şekilde elde edilmiştir.



Şekil 4. a) Şarj Denetleyici, b) Güneş Panelleri.

Sistemde Kyocera üretimi 24 V 120 W panellerden 12 adet kullanılmıştır. Paneller 2 seri 6 paralel olarak düzenlenmiştir. Toplam kapasite 1000 W/m<sup>2</sup> ışınım ve 25 ° C için 1440 W (48 V 30 A) civarındadır. Yukarıda da değinildiği gibi bu güce pratik olarak ulaşmak mümkün olmamıştır. Kış mevsimi olması ve güneş açısının uygun olmaması nedeni ile ölçülen en büyük güç 1000 W civarında gerçekleşmiştir. Güneş panellerine bağlı olan Stecca Tarom 430 şarj denetleyicinin, maksimum güç izleme özelliği bulunmamakta ancak akülerin ömrünü uzatacak şekilde sıcaklık algılayıcı ile ortam sıcaklığını ve uç gerilimini hassas olarak ölçerek mevcut şartlardaki en uygun şarj akımını ayarlamaktadır. Belirli aralıklarla ve sürelerde yükseltici şarj ve likid aküler için gerekli olan eşitleyici şarj koşullarına otomatik olarak geçmektedir. Şarj denetleyici yardımıyla akülerin uç gerilimi, mevcut kapasite, anlık şarj akımı değerleri ölçülebilmekte, günlük-haftalık olarak amper saat değerleri kayıtlı edilmektedir.

## 2.4 Aküler ve Evirici



Şekil 5. a) Aküler, b) Evirici.

Sistemde Trace Engineering firmasınınca üretilmiş, 48 V DC giriş, 220 V 50 Hz çıkışlı, 4500 W'lık tam sinüs evirici kullanılmıştır. Evirici şebekeye paralel bağlanabilme ve akü şarj destekleme özelliğine sahiptir. Ayrıca varsa yedek güç jeneratörünü devreye alarak sistemin enerjisini kesintisiz olarak sağlayabilmektedir. Akü sistemi 12 V 100 Ah'lık 40 adet Haze marka Jel akü kullanılarak, 48 V 1000 Ah'lık bir batarya grubu şeklinde düzenlenmiştir.

## 2.5 Enerji Üretimi ve Kullanımı

Kurulan sistem öncelikle araştırma ve tanıtım amaçlı bir sistem olduğundan enerji üretimi ve buradan elde edilen enerjinin kullanımı ikinci planda tutulmuştur. İlk aşamada elde edilen enerjiden çevre aydınlatması, laboratuardaki veri toplama cihazları ve bilgisayarların beslenmesi ve bahçe sulama amaçlı olarak kullanılması planlanmıştır. Sistem, devreye alındığı tarihten itibaren sürekli olarak devrede ve yüklü tutularak enerji üretimi ölçülmüştür. Sürekli yükleme için toplam gücü 600W olan akkor flamanlı ampuller kullanılmıştır. Yapılan denemelerde, sistemin bu civardaki bir yükü yaklaşık %100 devrede kalma oranı ile sürekli olarak

besleyebildiği tespit edilmiştir. Evirici sistemi akü gerilimi belirli bir değerin altına indiğinde koruma amaçlı olarak devreden çıkartabilmektedir. İki aylık bir deneme çalışmasında sistemde birkaç kez bu durum oluşmuştur. Rüzgar ve güneş enerjisi sistemlerinin üretimleri ayrı ayrı ölçülebildiğinden 600 Wh 'lık ortalama üretimin ne kadarının rüzgar, ne kadarının güneş tarafından sağlandığı da ölçülebilmektedir. Türbin verilerinden maksimum gücün 1200 W, ortalama türbin üretimlerinin 120 Wh ile 150 Wh arasında olduğu belirlenmiştir. Buna göre panellerin ortalama üretimi 250 Wh, türbinlerin ortalama üretimleri 350 Wh civarındadır. Bu tip sistemlerin performans değerlendirmesi için ortalama gücün kurulu güce oranlanması ile bir faydalanma faktörü hesaplanabilir. Bu faktör, mevcut üretim kapasitesinin bölgesel rüzgar ve güneş şartlarında bu tip bir sistemin ne oranda kullanılabildiğini göstermesi açısından önemlidir.

Güneş Panellerinin Kurulu Gücü ( $P_{pv}$ ) = 1440 W

Güneş panellerinin ürettiği ortalama güç ( $P_{pvort}$ ) = 250 W

Paneller için Faydalanma Faktörü = ( $P_{pvort}$ ) / ( $P_{pv}$ ) = 250 / 1440 = 0.173

Türbinlerin Kurulu Gücü ( $P_{turb}$ ) = 3000 W

Türbinlerin ürettiği ortalama güç ( $P_{turbort}$ ) = 450 W

Türbinler için Faydalanma Faktörü = 450 / 3000 = 0.15

Sistemin genel olarak faydalanma faktörü ise toplam kurulu güç ve ortalama üretilen güç kullanılarak,

Tüm Sistem için Faydalanma Faktörü = 600 / 4440 = 0.135 olarak hesaplanmıştır.

Türbinler açısından faydalanma faktörünün düşüklüğü doğrudan bölgenin mevsimsel rüzgar potansiyeli ile ilgilidir. Türbin başına 150 Wh'lık ortalama üretimin aylık değeri, 108 kWh'lık bir enerjiye denk gelmekte olup, üretici firma verilerinden, bu güç için ortalama rüzgar hızının 4.5 m/s gibi düşük bir değerde olduğu sonucu çıkmaktadır. Literatürde, yıllık rüzgar ortalamasının 7.5 – 8 m/s değerine çıktığı bölgeler için yapılan çalışmalarda rüzgar türbinlerinin faydalanma faktörlerinin 0.25-0.30 civarında olduğu belirtilmektedir. Henüz uzun dönemli veriler olmadığından, gerek türbinler gerekse de paneller için bu değerlerin mevsimsel etkilerle birlikte artabileceği öngörülmektedir. Günlerin uzadığı bahar ve yaz aylarında panellerden alınacak enerji miktarının önemli oranda artması ile genel olarak faydalanma faktöründe bir iyileşme gözlenecektir.

### 3. SONUÇLAR

Rüzgar ve güneş enerjisi sistemlerinin daha yaygın kullanılması ve mevcut potansiyelin kullanılma geçirilmesi için devlet, sivil toplum kuruluşları, sanayi kuruluşları ve üniversitelere büyük bir sorumluluk düşmektedir. Bu konuda devletin, enerji politikalarının oluşturulması ve uygulanmasında rüzgar, güneş ve diğer temiz enerji sistemlerine daha fazla önem vermesi, küçük ve orta ölçekli şebekeye paralel bağlı sistemler için gerekli yasal düzenlemeleri yapması, çeşitli teşviklerle alternatif enerji kullanımını özendirilmesi gerekmektedir. Bu anlamda Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasasının biran önce yürürlüğe girmesi şarttır. Rüzgar ve güneş enerjisi dönüşüm sistemlerinin yaygınlaşmasındaki en önemli engel, sistem kuruluş maliyetlerinin yüksekliği ve mevzuatla ilgili kısıtlamalardır. Söz konusu sistemlerin ulusal teknolojilerle üretilmesi kuruluş maliyetlerinde ciddi bir azalma getirecektir. Bu konuda atılacak ilk ve en önemli adım, küçük ve orta ölçekli makine ve elektroteknik firmaları ile üniversitelerin işbirliğinin sağlanarak, ulusal teknolojilerin oluşturulması için AR-GE çalışmalarının başlatılması olacaktır. Kocaeli Üniversitesi geçmişte yenilenebilir enerji kaynakları alanında KOÜ YEKAB ile önemli bilimsel çalışmalara imza atmıştır[8]. Bu gelenek, Elektrik Mühendisliği Bölümü tarafından gerçekleştirilen Kocaeli Üniversitesi Umuttepe karma enerji üretim sistemi ve Temiz Enerji Dönüşüm Sistemleri Araştırma Birimi TEDSAB tarafından sürdürülmektedir [9]. Kurulan tesis, kullanılan teknoloji ve kurulu güç açısından ülkemizde bu alandaki en önemli uygulama merkezlerinden biri olmuştur. Bu tesis ve KOÜ TEDSAB, Üniversite'mizde bu alanda yapılacak bilimsel çalışmalara ivme kazandıracak ve rüzgar-güneş karma sistemlerinin daha iyi tanıtılması ve uygulamalı olarak öğretilmesi açısından önemli bir boşluğu dolduracaktır.

#### KAYNAKLAR

[1] www.awea.org

[2] www.eie.gov.tr

[3] "A review on the development of wind energy in Turkey"; A Hepbaşı, O. Özgener ; Renewable and Sustainable Energy Reviews Vol.8 (2004) 257–276

[4]"Renewable and sustainable energy use in Turkey: a review" ; K. Kaygusuz ; Renewable and Sustainable Energy Reviews Vol.6 (2002) 339–366

[5] www.energyalternatives.ca

[6] www.windside.com

[7] www.absak.com

[8] "Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgar Enerjisinin Entegrasyonu "; Doç.Dr. T.S.UYAR

[9] "Kocaeli Üniversitesi Umuttepe Yerleşkesi Güneş-Rüzgar Karma Enerji Üretim Sistemi" ; H.T. DURU, S. ÖZTÜRK ; 3e Electrotech Mart 2005/03, 220-223

