

GÜNEŞ GÖZELERİ İLE BESLENEN HIZ KONTROLLÜ ASENKRON MOTOR SÜRÜCÜ SİSTEMİNİN GERÇEKLENMESİ VE DİYARBAKIR GÜNEŞ EVİ EĞİTİM VE UYGULAMA PARKININ BAHÇE SULAMASINA UYGULANMASI

Yurdagül BENTEŞEN YAKUT ¹ Bilal GÜMÜŞ ²

^{1,2}Dicle Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
21280 Diyarbakır

¹bentesen@dicle.edu.tr ²bilgumus@dicle.edu.tr

Özetçe

Küresel iklim değişikliği, fosil yakıtların tükenme ve çevresel etki tehditleri yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını zorunlu kılmaktadır [1]. Yenilenebilir enerji kaynaklarının uygun uygulamalarda kullanımı bu açıdan oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Türkiye ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi için oldukça önemli bir yenilenebilir kaynak olan güneş enerjisinin kullanımına örnek bir uygulama yapılmıştır.

Çalışmada, tarımsal sulama sistemi için gerekli olan elektrik enerjisi güneş gözelerinden elde edilmiştir. Elde edilen elektrik enerjisi AA'a çevrilerek bir asenkron motorun beslemesinde kullanılmıştır. Asenkron motor aynı zamanda bir hız kontrol sürücüsü ile kontrol edilmiştir. Bataryalardan oluşan depolama sistemi ile, güneşin olmadığı saatlerde de sulama yapılmasına olanak sağlanmıştır. Sulama sistemi olarak damlama sulama sistemi öngörülmüş, böylelikle suyun ve enerjinin verimlilikle kullanılması sağlanmıştır.

1. Giriş

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile bir yandan ihtiyaç duyulan enerjinin temini ve arzı sağlanırken diğer yandan temiz yöntemlerle enerji üretimi yapılacağından küresel iklim değişikliğinin önlenmesi, en azından yavaşlatılması mümkün olacaktır [2].

Günümüz koşullarında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim bir zorunluluk haline gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde

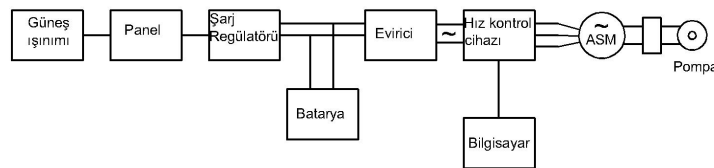
etmekle beraber bu enerjinin etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir [3]. Bunun içinde enerji tüketiminin doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Gerek güneş, gerek rüzgar ve gerekse biokütle konusunda ülkemizde yeni açılımlar kazandırılması gerekmektedir. Çalışmalar göstermektedir ki yurdumuzun, ciddi bir güneş potansiyeli vardır. Özellikle, güney ve batı bölgelerinde sıcak su elde etmek için çok küçük bir kısmı kullanılan bu potansiyel, ne yazık ki yeterince değerlendirilmemektedir[2,4]. Bu çalışmada, Türkiye ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi için oldukça önemli bir yenilenebilir kaynak olan güneş enerjisinin kullanımına örnek bir uygulama yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı yenilenebilir enerji kaynaklarından en önemlisi olan güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmekle birlikte, bu enerjinin etkin bir şekilde kullanımının nasıl yapılabileceğinin bir uygulama örneği ile incelenmesidir.

2. Sistemin Genel Yapısı

Güneş gözeleri ile beslenen asenkron motor sürücü sistemi ile çalıştırılacak olan sulama sistemi Diyarbakır Güneş Evi Eğitim ve Uygulama Parkının içerisinde kurulmuştur. Sistemde, 12 adet 80 W'lık güneş gözesi, bir adet 1200 W'lık DA-AA evirici, bir adet Sarj Regülatörü, 2 adet 100 Ah'lık batarya, bir adet hız kontrol cihazı ve hız kontrol cihazını programlamak üzere bir adet bilgisayar, bir adet asenkron motor ve pompa ile sulama düzeneği kullanılmıştır.



Şekil 1: Sistemin Blok Diyagramı

Sistemin yaklaşık maliyeti 11.000 TL'dir. Sistemin genel yapısı Şekil 1.'deki blok diyagramında verilmiştir Güneş Evi Eğitim ve Uygulama Parkı içerisinde bulunan uygulama sisteminde, güneşten elde edilen güneş ışınımı, güneş gözeleri aracılığıyla doğru gerilime dönüştürülmektedir. Maksimum güç noktaları göz önünde bulundurularak elde edilen bu gerilim, bataryaların şarj edilmesinde kullanılır ve burada depo edilir. Asenkron Motor için gerekli olan enerji türü AA'dır. Depo edilen enerji ise DA'dır. DA bir fazlı evirici aracılığıyla AA'a çevrilir. Sistemde kullanılan hız kontrol cihazı bir fazlı AA ile beslenmektedir. Hız Kontrol cihazının kendi bünyesinde bulundurduğu dönüştürücü aracılığıyla bir faz AA, hız kontrol sürücüsünün çıkışında üç faz AA'a dönüşmektedir. Elde edilen bu üç fazlı AA ise sistemde kullanılan asenkron motoru beslemektedir. Hız kontrol cihazı ile asenkron motor arasında iletişimi kurmak amacıyla bir bilgisayar programı kullanılmaktadır. Bu yazılım ile asenkron motor ve pompa çalışma frekansı ve dönüş yönü ayarlanabilmekte ve motorun kontrolü sağlanabilmektedir. Böylelikle asenkron motor hız kontrol cihazı yardımıyla denetlenebilmektedir.

Güneş evi ve uygulama parkının bahçesinde kurulan sistemimizde her biri 80W'lık panellerin kullanılması kararlaştırılmıştır. Kurulan sistemde; panellerin konulduğu platformda bulunan 12 tane panelin, platform üzerindeki dizilimi ve aralarındaki bağlantılar Şekil 2 ve 3'te gösterilmiştir.



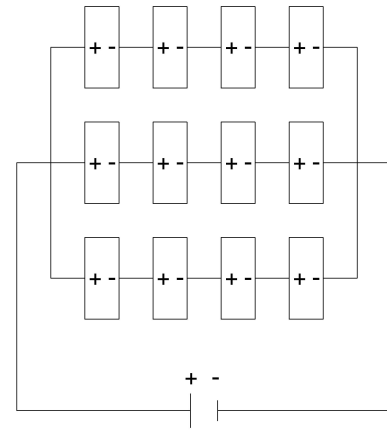
Şekil 2: Panellerin Platform Üzerindeki Yerleşimi

Şekil 3'e göre Tablo 1.'deki verilerden aşağıdaki hesaplamalar elde edilir.

Toplam maksimum panel gücü = $12 \times 80W = 960 W$
 Toplam maksimum çıkış gerilimi = $20V \times 4 = 80 V$
 Toplam maksimum çıkış akımı = $4,73A \times 3 = 14,19 A$

Tablo1: Uygulama sisteminde kullanılan güneş panelinin özellikleri

Hücre tipi	MonoKristal
Maksimum Güç	80 W
Maksimum Gerilim	16.9 V
Akım	4.73 A
Açık Devre Gerilimi	21.5 V
Kısa Devre Akımı	4,97 A
Uzunluğu	1.200 mm
Boy	530 mm
Derinlik	35 mm
Ağırlık	8,5 kg



Şekil 3: Panellerin Platform Üzerindeki Bağlantı Şeması

3. Sistemden Elde Edilen Bulgular

05:00- 19:00 saatleri arasında sistemde kurulu olan PV ve batarya sistemlerinin gerilim-akım değerleri ölçülmüştür. Kurulan sistemde, PV gerilimi güneşten elde edilecek elektrik enerjisinin bir göstergesidir. Akım ise o andaki harcanan enerji ve bataryanın doluluk oranına göre değişmektedir. Bataryanın akımı bataryadan çekilen yükün miktarına göre değişir. Batarya gerilimi ise bataryanın doluluk oranıyla ilgilidir. MPPT sisteme montaj edildiğinde, maksimum batarya gerilim değeri 28.8 V 'ta, taşma gerilimi 27,2 V 'ta maksimum akım değeri de 60 A' e ayarlanmıştır. Bu yüzden batarya geriliminin maksimum değeri 28.8 V' u aşmamaktadır. Sürekli durumda şarj tam dolu iken batarya gerilimi 27,2 V seviyesinde kalmaktadır. Bu değerler sınır değer olarak ayarlanmıştır. Uygulama sisteminden, bir hafta süresince veriler alınmıştır. Bu bildiriye, bir haftalık verilerin ortama değerleri verilmiştir.

4. PV ve Batarya sisteminin haftalık ortalama verileri

Uygulama sisteminde, güneş panellerine ve bataryalara ait veriler 05:00-19:00 saatleri arasında kaydedilmiştir. Bir hafta süresince sistemden alınan PV akım, gerilim, Batarya akım, gerilim değerleri, güç ve enerji değerlerinin ortalaması Tablo 2’de verilmiştir.

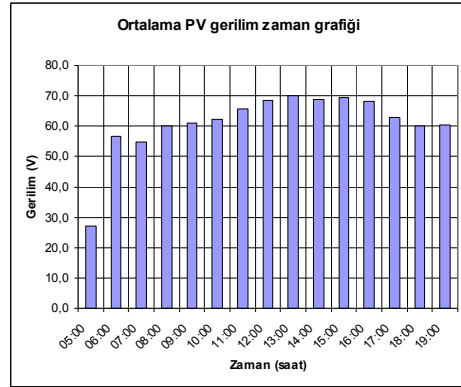
Tablo 2: PV ve Batarya sisteminin haftalık ortalama verileri

Ortalama	PV			Batarya		Güç
	Akım	Gerilim	Güç (W)	Akım	Gerilim	
Saat						W
05:00	0,0	27,1	0,0	0,0	24,6	0,0
06:00	0,4	56,7	22,7	0,9	24,6	18,3
07:00	1,3	54,7	71,1	2,8	25,4	70,4
08:00	4,4	60,1	262,1	9,8	26,9	276,0
09:00	7,3	61,0	442,7	15,2	27,3	412,3
10:00	8,3	62,1	514,9	18,8	26,7	493,0
11:00	7,8	65,6	512,4	16,4	27,4	441,4
12:00	7,6	68,4	517,6	9,1	27,8	260,7
13:00	4,2	70,1	297,6	9,1	27,8	253,9
14:00	1,0	68,9	67,9	2,4	25,4	58,3
15:00	1,0	69,4	68,4	2,2	26,8	62,3
16:00	0,8	68,3	52,7	3,8	26,8	130,3
17:00	1,0	62,9	62,9	2,2	26,6	58,0
18:00	1,0	60,1	58,4	2,0	26,8	55,1
19:00	0,2	60,3	12,1	0,1	25,7	2,9

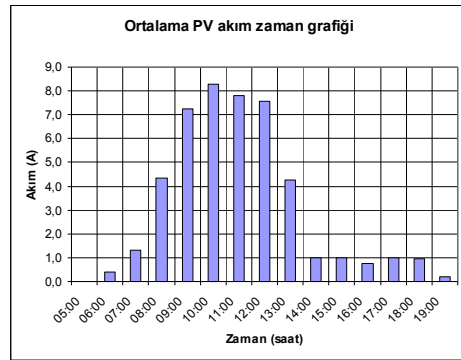
Tablo 2’ye ait değerlendirme grafikleri Şekil 4 ve Şekil 5’te verilmiştir. Ortalama PV zaman grafiği incelendiğinde, güneşin doğuşu olan 05:00 saati dışında kalan tüm saatlerde gerilimlerin 50 V’un üstünde olduğu görülmektedir. Maksimum ortalama gerilimin 13:00-saatinde 70,1 V olduğu gözlenmiştir. Maksimum ortalama akım değerleri ise saat 10:00’da 8,3 A ile kaydedilmiştir. Bu durum bu saatte sistemin çalıştırılıyor olduğunu ve gelen enerjinin büyük kısmının doğrudan PV’lerden elde edildiğini göstermektedir. Diğer saatteki akım değerleri, bataryaların şarj ihtiyacına bağlı olarak değişmektedir. Sistemin çalışma saatlerine genel olarak bakıldığında ölçüm süresince, mevcut sistemde Diyarbakır yöresinde temmuz ayı içerisinde, gündüz saatlerinde 14 saat boyunca ortalama 63,5 V’luk gerilim ile maksimum 14,1 A’lik akım çekerek maksimum PV’lerden anlık olarak maksimum 845 W güç elde edilebilmektedir.

Uygulama sisteminden alınan ortalama haftalık veriler incelendiğinde PV geriliminin güneş ışınımının etkisinin az olduğu 05:00 ve 19:00 saatleri dışında 60 V’un üstünde olduğu görülmektedir. Bu da gün içerisinde PV’lerden 60 V ve üzerinde gerilimin 14 saat boyunca elde edilebileceğini göstermektedir. Sistemden elde

edilebilecek maksimum enerji hesap edildiğinde, $845 \text{ W} \times 14 = 11.844 \text{ kWh}$ günlük enerji elde edilebileceği görülmektedir.



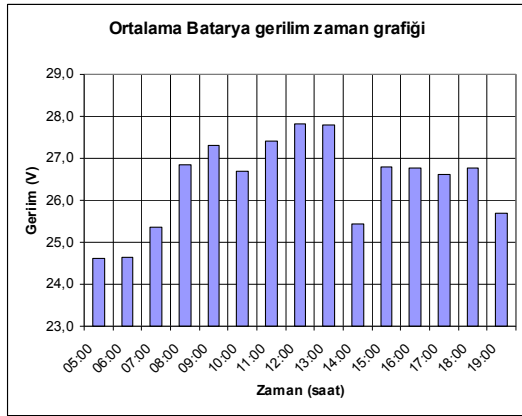
a)



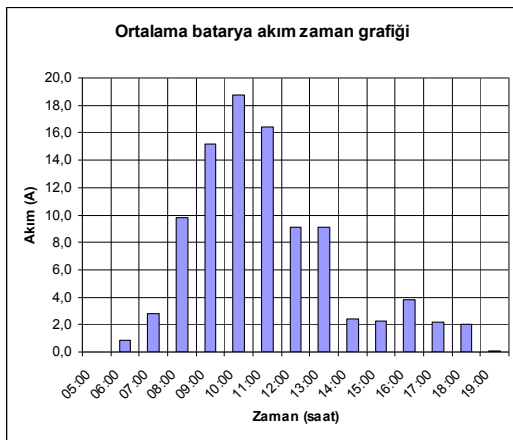
b)

Şekil 4: a) Ortalama PV gerilim- zaman grafiği, b) PV akım-zaman grafiği

Bataryanın gerilim zaman grafiği (Şekil 5) incelendiğinde, 06:00-08:00 saatleri arasında bataryanın akşam çalışmasından dolayı azalan batarya geriliminin PV ile şarj edilerek yükseldiği görülmektedir. Sistemin çalıştığı 09:00-10:00 saatleri arasında maksimum akımın çekildiği gözlenmektedir. Bataryaların şarj olduktan sonra sabit 27,2 V gerilimde kaldığı tespit edilmiştir.



a)



b)

Şekil 5: a) Ortalama batarya gerilim-zaman grafiği, b) Ortalama batarya akım-zaman grafiği

5. Asenkron Motor Çalışma Analiz Sonuçları

Uygulama sisteminde, Asenkron motorun hız kontrolü, frekans değiştirilerek hız kontrol cihazı aracılığıyla sağlanmıştır. Asenkron motor sensörsüz akı vektör kontrol yöntemiyle kontrol edilmiştir. 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 ve 60Hz frekanslarında motor çalıştırıp sistemden alınan sonuçlar kaydedilmiştir. Örnek olması açısından 50 Hz frekans değerinde, Asenkron motor akımı, asenkron motor faz gerilimi ve çıkış frekansının değerleri 30 s'lik bir çalışma aralığında Tablo 4 'te verilmiştir. Hız

kontrolör, nominal hıza 5 s içerisinde ulaşmakta ve sistem durdurulduğunda 5 s içerisinde duracak şekilde rampa fonksiyonu ile kontrol edilmektedir.

Tablo 4: ASM, f=50 Hz için Hız Kontrol Sonuçları

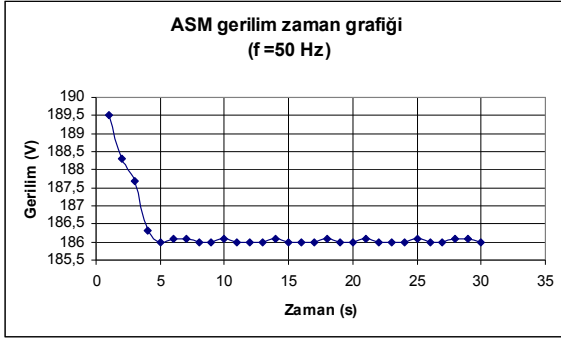
Zaman (s)	Çıkış Frekansı (Hz)	Motor Akımı (A)	ASM Faz Gerilimi (V)
1	19,4	0,6	189,5
2	30,1	0,9	188,3
3	40,6	1,2	187,7
4	49,9	1,6	186,3
5	50	1,7	186
6	50	1,7	186,1
7	50	1,7	186,1
8	50	1,7	186
9	50	1,7	186
10	50	1,7	186,1
11	50	1,7	186
12	50	1,7	186
13	50	1,7	186
14	50	1,7	186,1
15	50	1,7	186
16	50	1,7	186
17	50	1,7	186
18	50	1,7	186,1
19	50	1,7	186
20	50	1,7	186
21	50	1,7	186,1
22	50	1,7	186
23	50	1,7	186
24	50	1,7	186
25	50	1,7	186,1
26	50	1,7	186
27	50	1,7	186
28	50	1,7	186,1
29	50	1,7	186,1
30	50	1,7	186

Ayarlanan rampa fonksiyon nedeniyle, Sistem frekansı ise 5 s içinde 0 Hz'den 50 Hz değerine ulaşmıştır. Aynı zamanda akım değeri de başlangıç 0,7 A değerinden 4 s içinde 1,7 A değerine ulaşarak kararlı hale gelmiştir.

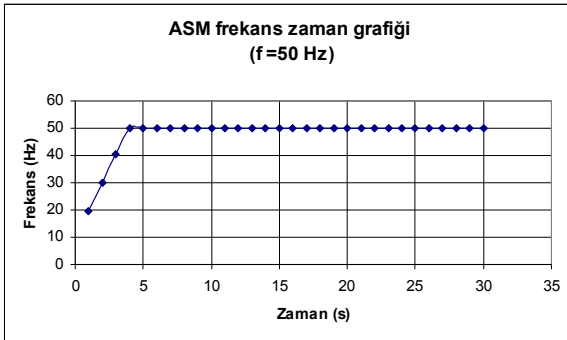
Uygulama sisteminde hız kontrolü frekans değiştirilerek yapılmıştır. 20 Hz ile 60 Hz arasında değişen frekanslarda Asenkron motora ait akım değerlerinin frekans arttıkça arttığı Tablo 5'de görülmektedir.

Tablo 5: Değişken frekanslarda ASM akım değişimi

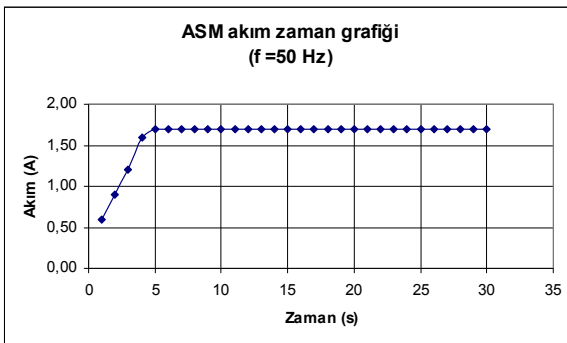
Frekans, f (Hz)	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Akım, I (A)	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,7	2,1	2,4



a)



b)



c)

Şekil 6: a) ASM gerilim zaman grafiği, b)ASM frekans zaman grafiği, c)ASM akım zaman grafiği

Asenkron motor faz gerilimi değeri Tablo 6'da görüldüğü gibi frekans artışı ile ters orantılı bir

şekilde değişmiştir. Başlangıç frekansı olan 20 Hz'de, besleme gerilim değeri 189,7 V iken frekans değeri artıp 60 Hz'e ulaştığı zaman 184,8 V değeri elde edilmiştir. Bu durum düşük frekanslarda gerilimin artırılması ilkesi ile uyumludur. Alınan sonuçlarda frekansın artmasıyla birlikte gücün arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde uygulamada sistemindeki frekans arttıkça sistemden daha fazla moment elde edilmiştir.

Tablo 6: ASM gerilim frekans değişimi

f (Hz)	20	25	30	35	40	45	50	55	60
(V)	189,7	189,3	188,9	188,4	187,7	186,8	186	185,3	184,8

6. Sonuçlar

Bu çalışmada, güneş gözelerinden elektrik eldesinin bir sulama sistemine uygulanması ve sistemde kullanılan asenkron motorun performansının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla kurulan uygulama sisteminden elde edilen veriler analiz edilmiştir. Çalışmada kurulan, 960 W_p'lık uygulama sistemi ile 4 dönümlük bir alan sulanabilmektedir. Güneş Evi Uygulama ve Eğitim Parkı içerisinde kurulan sistemimiz Güneş evine ait tüm bahçeyi sulamaktadır. Bu tür sistemlerde genellikle verimleri yüksek olduğundan dolayı fırçasız DA motorlar tercih edilmektedir. Fakat bu makinanın maliyetleri asenkron motorlara göre yüksektir. Asenkron makinalar ise, diğer makinalara kıyasla ucuz olmaları, patlayıcı ortamlar dahil, her türlü kötü ortam şartlarında çalışabilmeleri ve bakım gerektirmemeleri gibi özellikleri nedeni ile uygulama sisteminde tercih edilmiştir. Sistemde kullanılan asenkron motorun hız kontrolü hız kontrol cihazı aracılığıyla yapılmaktadır. Sistemde kullanılan motor sürücü sistem maliyeti asenkron motor ve sürücü kullanılarak fırçasız DA motor ve sürücülerine göre üçte birine düşürülmüştür. Bu durumda PV sistemlerinin en büyük dezavantajı olan, yüksek kurulum maliyetini azaltıcı yönde bir etkisi olmuştur.

Çalışmada elde edilen sonuçlardan asenkron motorun sulama sisteminde verimlilikle çalışabildiği

gözenmiştir. Hız kontrol olanağı ile elektriksel kayıplar önlenmektedir. Yurdumuzda güneş ışınımının fazla olduğu güney bölgelerinde, özellikle sulama mevsiminin, güneş ışınımının yoğunlaştığı yaz aylarında olduğu düşünüldüğünde, sistemin amaca uygun bir biçimde olduğu söylenebilir. Çalışma sonuçları incelendiğinde sulama dönemi içerisinde Diyarbakır yöresinde, güneşten verimlilikle elektrik enerjisi elde edildiği görülmektedir. Motor hızı kontrol edilebildiği için istenilen miktarda su, damlama sulama metoduyla sisteme verilebilmektedir. Sistem üzerinde vana kaybı yoktur, dolayısıyla enerji etkin kullanılmıştır. Mevcut sistemde, hız kontrol sisteminin maksimum kayıp gücü % 0.07'dir. Bu da kabul edilebilir bir değerdir.

Verilerin incelenmesinde, PV 'lerden elde edilen elektrik enerjisi ile gündüz saatlerinde bataryalara ihtiyaç duyulmadan sistemin çalışabildiği tespit edilmiştir. Gece sulaması gerektiği durumlarda, uygulama sistemi bataryalar aracılığıyla çalışabilmekte ve bataryalar gündüzleri hızlı şarj edilebilmektedir.

Sistemin çalışma saatlerine genel olarak bakıldığında ölçüm süresince, Diyarbakır yöresinde temmuz ayı içerisinde, gündüz saatlerinde 14 saat boyunca ortalama 63,5 V'luk gerilim ile maksimum 14,1 A'lık akım çekerek maksimum PV'lerden anlık olarak maksimum 845 W güç elde edilebilmektedir . Bu durum kurulan 960 Wp 'lik bir sistemle Temmuz ayında Diyarbakır koşullarında günlük 10-12 kWh'lik enerji üretebilme potansiyeli olduğunu göstermektedir.

Güneş enerjili elektrik üretim sistemleri ekonomik olarak günümüzde kullanılan diğer enerji kaynaklarına oranla maliyetli olmasına rağmen, şebekeye uzak yerlerde, enerji iletim hattı, trafo, gibi kurulum maliyetlerine azaltıcı yönde olumlu etkisi vardır. Aynı zamanda, istenen yerde ve güçte elektrik üretmesi, gürültüsüz çalışması, pek fazla bakım gerektirmeyen uzun ömürlü bir sistem olması bakımından tercih edilebilmektedir. Elektrik enerjisi olmayan, ulaştırılması zor ve kurulum maliyeti yüksek olan yerlerde böyle sistemlerin kullanılması çoğu zaman avantajlı olabilmektedir.

Güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kullanımlarına ülke enerji politikalarında yer verilmesi, enerji dış alımlarını azaltabileceği gibi fosil yakıtlardan kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılmasını da sağlayacaktır.

EK 1 Asenkron Motorun Teknik Özellikleri

Güçü	Gerilimi	Akımı	Güç Faktörü	Devir sayısı
kW/HP	V	A	cosφ	dev/dk
0.75/1	220-240 Δ/ 380-415 Y	3.7 / 2.2	0.8	2900

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (DÜBAP) tarafından 07-03-30 nolu projesi olarak desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] İbrahim, D., "Güneş Enerjisi Uygulamaları" Eylül 2006, Bileşim Yayınevi

[2] Benteşen Yakut. Y., "Güneş Gözelleri ile Beslenen Hız Kontrollü Asenkron Motor Sürücü Sisteminin Gerçeklenmesi ve Sulama Sistemine Uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, 2009, Diyarbakır

[3] Atlam, Ö., "Alternatif bir fotovoltaik panel (PV) modelinin santrifüj su pompa sistemlerine uygulanması ve performans gelişimine yönelik yaklaşımlar", Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, 2004, Kocaeli.

[4] Fıratoğlu, Z.A., "Fotovoltaik destekli su pompası sistemlerinin analiz ve optimizasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, 2003, Şanlıurfa.