

## **Fotovoltaik Enerji ile Tarımsal İşletmelerin Enerji Gereksiniminin Karşılabilirliği: Manisa - Turgutlu Örneği**

**Faruk DURMAZ<sup>1</sup>, Ramazan Cengiz AKDENİZ<sup>2</sup>, Fırat KÖMEKÇİ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Manisa Celal Bayar Üniversitesi Turgutlu Meslek Yüksekokulu Turgutlu/Manisa – Türkiye

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü,  
Bornova/İzmir – Türkiye

Sorumlu yazar: r.cengiz.akdeniz@ege.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 21.06.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 26.09.2017

**Özet:** Bu çalışmada, Manisa ili Turgutlu ilçesinin güneş enerjisi potansiyeli göz önünde bulundurularak, halihazırda kurulmuş olan bir fotovoltaik sistemin (FV) elektrik enerjisi üretimi, içsel tarımsal mekanizasyonda kullanılabilirliği yönüyle incelenmiştir. Fotovoltaik Güneş Sistemi (FVGS) ile 22 aylık dönemde 76757 kWh elektrik enerjisi üretilmiştir. Üretim değeri aylara göre farklılık göstermekle birlikte, hem 2016 ve hem de 2017 yıllarında Nisan ayı elektrik üretimi hem yıl içinde en yüksek değerde olan hem de gerçekleşen elektrik üretiminin tahminlenen elektrik üretimine oranının en yüksek olduğu aydır. FVGS kurulumunun doğru yapılması ve içsel tarımsal mekanizasyonda kullanılan enerji tüketimlerinin bilinerek hareket edilmesi durumunda FVGS'lerin tarımsal işletmelerde kullanılabilecek önemli bir enerji kaynağı olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, gerçekleşen elektrik üretimi ve tahminlenen elektrik üretimi arasındaki fark değerleri ile kurulum açısı ve en uygun açı arasındaki fark değerlerinin tahminleme katsayısı %47,1'dir.

**Anahtar kelimeler:** FVGS, süt hayvancılığı

### **Affordability of Electrical Energy Needs of Agricultural Enterprises with Photovoltaic Energy: Case of Manisa – Turgutlu**

**Abstract:** In this study, an exemplary application of the photovoltaic system, which was established in consideration of the solar energy potential of Manisa province Turgutlu district, for the purpose of eliminating the energy requirement in agricultural buildings has been examined. PV system has provided 76,757 kWh of electricity for 22 months. Although the production value differs according to the month, in both the years 2016 and 2017, April has the highest rate of electricity production in the year and the highest rate of electricity production to the estimated electricity production. In case the FVGS installation is done correctly and the energy consumption used in the internal agricultural mechanization is known, the FVGS will be suitable for agricultural usage. In addition, the difference between the electricity generation and the estimated electricity generation and the difference between the PV system's incline angle and the optimum incline angle is 47.1%.

**Key words:** PV solar energy system, dairy farm

### **GİRİŞ**

Fosil kaynakların hızlı bir şekilde tüketilmesiyle ortaya çıkan karbon salınımı ve giderek tükenmekte oluşu nedeniyle yakın gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına daha büyük önem verilecektir. Güneş enerjisi sistemleri en temiz ve güvenilir enerji kaynaklarından biridir. Kaynağı güneş enerjisi olan güneş paneli tabanlı sistemler üzerindeki Ar-Ge çalışmalarıyla yeni teknolojiler geliştirilmekte, kullanımı gün geçtikçe artmakta ve sistem kurulum maliyeti giderek azalmaktadır.

Ülkemizde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi metrekarede 2640 saattir (günlük toplam 7.2

saat) (Koç ve Şenel, 2013). Türkiye, coğrafi konumu sebebiyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre daha avantajlı konumdadır ve güneş enerjisi sistemleri kırsal kesimlerin elektrik enerjisi kullanmasına olanak vermektedir.

Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası incelendiğinde Manisa ilinin global radyasyon değerleri ve güneşlenme sürelerinin Türkiye ortalamasında olduğu görülmektedir (Anonymous, 2017a). Bununla birlikte Turgutlu ilçesinin güneş enerjisi potansiyeli Manisa ili ortalamasının da üzerindedir.

Tarım sektöründe enerji tüketimi 1970 yılından 2008 yılına kadar yaklaşık 10 kat artarak 510 Btep'den 5174 Btep'e yükselmiştir. Bu artış hızı Türkiye'nin toplam enerji tüketimindeki artış hızının iki katıdır (Yılmaz, 2012).

Hayvansal üretim sistemleri incelendiğinde, özellikle süt hayvancılığında yüksek düzeyde mekanizasyon ve otomasyon sistemleri kullanıldığından elektrik enerjisi tüketim değerleri yüksektir. Enerji maliyetlerinin yükselmesi ile elektrik enerjisi maliyeti işletmeler için önemli bir enerji girdisi olarak ortaya çıkmaktadır. Tarımsal yapıların, özellikle hayvansal üretim amaçlı yapıların çatıları güneş enerjisi potansiyelini elektrik enerjisine dönüştürmek amacıyla oldukça kullanışlıdır. Türkiye'de hayvansal üretime yapılan destekler son 13 yılda 35 kat artmış olup 2003-2015 döneminde hayvancılığa toplam 15 Milyar TL destek verilmiştir ve böylece 50 başın üzerinde büyükbaş hayvancılık işletmesi sayısı %683 artmıştır (Anonymous, 2017b). Tarımsal desteklerin güneş enerjisi sistemlerine de verilmesi nedeniyle özellikle yeni yapılan hayvansal üretim projelerinde güneş enerjisinden elektrik elde eden FVGS lerin kullanımı düşünülmesi gereken önemli bir konudur.

Bugün 200 baş sağmallık 350 baş siğir kapasiteli günde 3 sağım yapan, otomatik sağım sistemi, soğutma tankları, gübre çukuru, dalgıç motoru, karıştırıcısı, sıyırıcı sistemi, derin su kuyusu motorları, hidroforu olan yeni teknolojilerin kullanıldığı ve aynı zamanda akıllı sayaç kullanan bir hayvancılık işletmesinin aylık elektrik enerjisi faturası ortalama 3100 TL'dir. Aynı şekilde 150 baş sağmallık 375 baş kapasiteli son teknoloji kullanan hastalıktan arı bir işletmenin aylık elektrik gideri minimum 4500 TL iken 80 baş sağmallık otomatik sağım sistemi olan bir işletmenin aylık elektrik gideri 1200 - 1300 TL civarındadır (Anonymous, 2017d). Murgia et. al. (2008), büyükbaş hayvan başına yıllık ortalama elektrik enerjisi tüketiminin 466 kWh olduğu ve 314 ile 630 kWh arasında değiştiğini belirtmektedirler. Hayvansal üretim tesislerindeki yoğun elektrik tüketiminin tamamı veya bir bölümü FVGS lerin kullanımıyla tasarruf edilebilecektir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın açıkladığı 2013 birincil enerji verilerine göre, enerji anlamında net ithalatçı ülke olan Türkiye'de, birincil enerjide ithal kaynakların oranı 1990'da %52 iken, 2013'te %73,5'e

yükselmiştir (Türkyılmaz, 2015). Enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için ülkemizde yenilenebilir enerji yatırımlarına hız verilmiştir. 2016 yılında güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürme teknolojisine (fotovoltaik) dayalı Güneş Enerjisi Santralleri pazarı beklenin çok üzerinde büyüyerek rüzgar enerjisinin yıllık kurulumunu geride bırakmış ve bir önceki yıla göre (2015: ~51 000MWp) %50 artışla yaklaşık 77.000 MWp yıllık kurulumla ulaşmıştır (Oktik, 2017). FVGS kurulum maliyetleri gün geçtikçe düşmektedir. Rüzgarda 3 cent/kWh, güneşte 5 cent/kWh üretim fiyatı değerlerine ulaşmıştır. 2040 yılına kadar PV güneş santralleri yatırım maliyetlerinde %40-70 oranında, karasal rüzgar santralleri tesis maliyetlerinde ise %10-25 oranında azalma beklenmektedir (Zeren, 2017).

Tarımsal işletmelerde kurulması düşünülen FVGS'lerin basit maliyet analizi ile karlılığını hesaplamak çok kolaydır. Türkiye'de 1MW ve altındaki FVGS kurulumları için herhangi bir lisans alma zorunluluğu bulunmamaktadır (EPDK, 2013). Dolayısıyla, ilgili mevzuat çok daha basittir. FVGS ekonomik ömrü yatırım analizlerinde 25 yıl kabul edilmekte (Sezal, 2017), pratikte verimi düşse de tesis 35-40 yıl kullanılmaktadır. Sezal (2017) 1 MW'lık kurulu güce sahip FVGS üzerine yaptığı bir araştırmada yatırımın geri ödeme süresini 5,8 yıl olarak tespit etmiştir.

FVGS'ler enerji üretimi sırasında sessiz ve kimyasal kirlilik oluşturmadıkları için çevreye duyarlı teknolojiye sahiptir (Elibüyük ve ark., 2017).

Bu olumlu yanların dışında, FVGS kurulumlarında gölgeli alanlar kullanılamaz, ayrıca geceleri elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilemez. FVGS enerji üretiminin yetersiz olduğu saatlerde, şebeke elektriğinden yararlanır.

Bu çalışmada Manisa ilinde kurulu bir fotovoltaik (FV) sistemin elektrik enerjisi üretimi, içsel tarımsal mekanizasyonda kullanılabilirliği yönüyle incelenmiştir.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

### **Materyal**

Sistemin kurulum yeri 38°29'39" Kuzey enlemi 27°43'16" Doğu boylamındadır. Fotovoltaik sistemi 500 m<sup>2</sup> alanı kaplayan 60 kW gücünde güney bakılı bir çatı uygulamasıdır. Sistem genel olarak fotovoltaik

modülü, çevirici, taşıyıcı mekanik konstrüksiyon, veri izleme ve depolama bileşenlerinden oluşmaktadır. Sisteme ait bazı özellikler aşağıda verilmiştir:

- **Fotovoltaik modülü**

Kurulan sistemde FV modül teknolojisi kristal silisyum (c-Si) dur. "c-Si" modüller için IEC 61215 standardına uygunluk belgesi olduğu gibi, modüllerin IEC 61730 ya da TÜV Class-II belgeleri de bulunmaktadır. Bağlantı kutuları IP 54 veya IP 65 korumasına sahiptir.

- **Çevirici**

Fotovoltaik panel çıkışındaki doğru akımı (DC) alternatif akıma (AC) dönüştürmek için kullanılan cihazdır. Çevirici tiplerinden transformatörsüz dizi tipi çeviriciler, günümüzde en yaygın olarak kullanılanlardır. Bu sayede, hem olası gölgelenme ve uyumsuzluk etkilerine karşın toplam sistem güvenilirliği artırılmakta hem de daha hafif, maliyet açısından da rekabet edebilir çözümler sunulmaktadır. Kullanılan çeviricinin dönüşüm verimi % 97 değerindedir. IP54 veya IP65 korumasına sahiptir. Çevirici verileri RS232, RS485 veya kablosuz olarak izleme ve depolama amacıyla aktarılabilir ve internet üzerinde paylaşılabilir.

- **Taşıyıcı Mekanik Konstrüksiyon Bileşenleri**

Konstrüksiyona ait tüm malzeme paslanmaz niteliktedir. Taşıyıcı yapılar sabit açılı olup, sıralar birbirlerine gölge yapmayacak şekilde 20 derece açıyla yerleştirilmiştir.

- **Veri İzleme / Depolama Sistemi Bileşenleri**

Çeviriciler arası iletişim kitini ve uzaktan izleme sistemini içermektedir. Kurulumu yapılan sistemde hem DC hem AC tarafta tüm sistemin elektriksel parametreleri (akım, gerilim, güç, enerji, frekans v.b.) yanında, gelen ışınım şiddeti ( $W/m^2$ ), ortam sıcaklığı ( $^{\circ}C$ ), modül sıcaklığı ( $^{\circ}C$ ) ve rüzgar hızı (m/s) da ölçülmekte ve 2 dakika aralıklarda kaydetmektedir. Sistem tarafından üretilen günlük/ yıllık/ toplam enerji, çıkış aktif gücü, FV sistem giriş gerilimleri, şebeke frekansı ve gerilimi, şebekeye beslenen akım değeri gibi elektriksel veriler gerçek zamanlı olarak izlenip depolanmaktadır. FV modül ve ortam sıcaklığı ile ışınım şiddetini ölçecek sensörler sisteme dahil edilerek veri izleme/depolama birimine entegre edilmiştir. Sistemdeki olası hatalar internet üzerinden

izlenebilmektedir. Veri toplama/ izleme bileşenleri IP 54 veya IP 65 korumasına sahiptir.

## Yöntem

Kurulumu yapılan FVGS için güneş elektriği potansiyeli açısından önemli olan; kurulum yeri için farklı eğim açısında yerleştirilmiş panel yüzeyine gelen uzun süreli aylık ortalama güneş ışınım değerleri ve aylara göre en iyi panel eğim açıları, Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi internet sitesinde (Anonymous, 2017c) yer alan ve internet üzerinde hizmet veren Fotovoltaik Coğrafi Bilgi Sistemi (EU JRC PVGIS) kullanılarak elde edilmiştir (Çizelge 1). Şekil 1'de ise yatay eksene en iyi eğim açısında ve  $20^{\circ}$  açıyla yerleştirilen panel yüzeylerine gelen ışınım şiddeti grafiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1 ve Şekil 1'deki veriler incelendiğinde, kurulum sahasında yaz aylarında panelin eğim açısının yataya yaklaştıkça yüzeyine daha fazla güneş ışınımı geldiği anlaşılmaktadır. Buna karşılık diğer aylarda en iyi eğim açısında yerleştirilen panel yüzeyine çok daha fazla güneş ışınımı gelmektedir. Sabit açıda yerleştirilecek bir fotovoltaik güç sisteminin güneş enerjisinden verimli şekilde yararlanması panellerin eğim açısının uygun olmasına bağlıdır. Araştırmada incelenen sistemin kurulum konumu ve fotovoltaik sistemin tipi dikkate alındığında panellerin ortalama  $32^{\circ}$  eğim açısında yerleştirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır (Anonymous, 2017c). Ancak çatı özellikleri nedeniyle paneller  $20^{\circ}$  açıda yerleştirilmek zorunda kalmıştır.

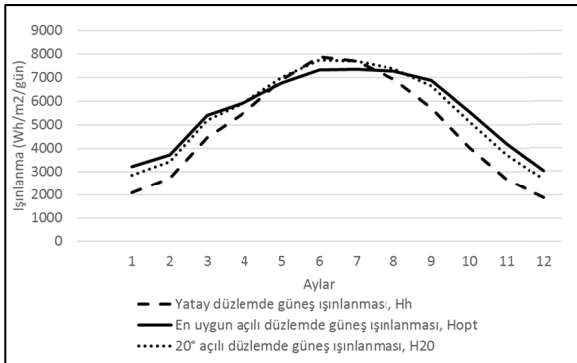
Çatı üzerine  $20^{\circ}$  eğimle güneye bakacak şekilde yerleştirilen şebeke bağlantılı kristal silisyum modül temelli 60 kW gücündeki FVGS için verimi etkileyen temel parametreler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1 ve Çizelge 2'deki verilerden hareketle, Manisa Turgutlu yöresinde kurulan 60 kW gücündeki FVGS için Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi Fotovoltaik Coğrafi Bilgi Sistemi (EU JRC PVGIS) kullanılarak elde edilen tahmini enerji üretim değerleri Çizelge 3 ve Şekil 2'de görülmektedir. Kurulum sahasındaki yıllık elektrik enerjisi üretimi yaklaşık 89280 kWh olarak gerçekleşeceği tahmin edilmiştir. Bu tahmini enerji üretimi miktarı, yıllık bazda yüksek miktarda (49654 kg)  $CO_2$  salımının engellenmesi anlamına gelmektedir. Özetle, Manisa Turgutlu yöresinin güneş enerjisi potansiyeli  $\approx 1550$  kWh/kWp değerindedir.

**Çizelge 1. Kurulum yeri için farklı eğim açısında yerleştirilmiş panel yüzeyine gelen uzun süreli aylık ortalama güneş ışınım değerleri ve aylara göre en iyi panel eğim açıları (Anonymous, 2017c)**

Table 1. The monthly solar radiation values and the best panel slope angles for the installation site at the panel surface placed at different slope angles (Anonymous, 2017c)

Ay	Yatay düzlemde güneş ışınlanmas $\frac{H_h}{(m^2 * gün)}$	En uygun açılı düzlemde güneş ışınlanmas $\frac{H_{opt}}{(m^2 * gün)}$	20° açılı düzlemde güneş ışınlanmas $\frac{H_{(20)}}{(m^2 * gün)}$	En uygun açı $I_{opt}$ (derece)
1	2080	3210	2860	60
2	2730	3720	3440	52
3	4450	5410	5190	41
4	5540	5960	5960	26
5	6910	6770	7010	13
6	7870	7330	7750	7
7	7700	7340	7700	10
8	6940	7270	7370	22
9	5730	6870	6640	37
10	4040	5560	5130	50
11	2660	4190	3720	60
12	1870	3010	2650	62
YIL	4890	5560	5460	32



**Şekil 1. Yatay eksene, en iyi eğim açısında ve 20° açıyla yerleştirilen panel yüzeyine gelen ışınım şiddetleri**

Figure 1. Solar radiation intensities of the panel surface placed at the best slope angle, an angle of 20 ° and horizontal axis

**Çizelge 2. FVGS temel verim parametreleri**

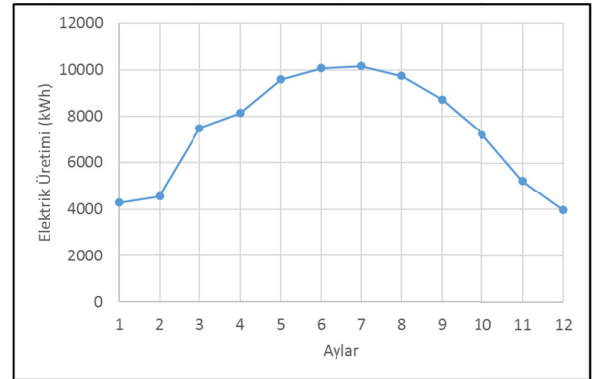
Table 2. Basic efficiency parameters of PV solar system

Özellik	Veri	Birim
Panel Sayısı	240	adet
Birim Panel Gücü	250	W
Toplam Panel Gücü	60	kW
Panel Verimi	15	%
Çevirici Verimi	98	%
Kablo Kayıpları	1,5	%
Diğer Kayıplar (sıcaklık, gölgeleme, toz v.b.)	10	%
Toplam Sistem Verimi	13	%
Gerekli Aktif Panel Alanı	450-500	m <sup>2</sup>

**Çizelge 3. Kurulum yeri için 20 derece eğim açısında yerleştirilmiş panel yüzeyi için tahmini ortalama elektrik üretimi**

Table 3. Estimated average electricity generation for the panel surface placed at an angle of 20 degrees to the installation site

Ay	Sistemin günlük ortalama elektrik üretimi (kWh/kW/gün)	Sistemin günlük ortalama elektrik üretimi (kWh/60kW/gün)	Sistemin aylık ortalama elektrik üretimi (kWh/60kW/ay)
1	2,31	138,6	4296,6
2	2,72	163,2	4569,6
3	4,03	241,8	7495,8
4	4,52	271,2	8136
5	5,16	309,6	9597,6
6	5,6	336	10080
7	5,47	328,2	10174,2
8	5,24	314,4	9746,4
9	4,85	291	8730
10	3,9	234	7254
11	2,91	174,6	5238
12	2,13	127,8	3961,8
Toplam	48,84	2930,4	89280



**Şekil 2. Kurulum yeri için 20 derece eğim açısında yerleştirilmiş panel yüzeyi için tahmini aylık ortalama elektrik üretimi**

Figure 2. Estimated monthly average electricity generation for the panel surface placed at an angle of 20 degrees to the installation site

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Kurulan sistem 1 Kasım 2015 tarihinden başlayarak elektrik üretimine devam etmekte olup, 22 aylık dönemde 76757 kWh elektrik enerjisi üretilmesini sağlamıştır. Elde edilen bu değer EU JRC PVGIS ile elde edilen tahmini değerlerden düşük kalmış olmasına rağmen yüksek bir üretim değeridir (Çizelge 4). Üretim değeri aylara göre farklılık göstermekle birlikte, hem 2016 ve hem de 2017 yıllarında Nisan ayı elektrik üretimi hem yıl içinde en yüksek değerde olan

hem de gerçekleşen elektrik üretiminin tahminlenen elektrik üretimine oranının en yüksek olduğu aydır. Bunun yanında EU JRC PVGIS ile tahmin edilen üretim değerlerinde yarıya yakın farklılıklar ortaya çıkmıştır.

Ay bazında en uygun açı ile sistemin kurulduğu 20°lik açı arasındaki fark ve gerçekleşen üretim ile tahminlenen üretim arasındaki fark değerleri arasındaki ilişki ANOVA ve doğrusal regresyon analizi ile belirlenmiştir. ANOVA sonuçları Çizelge 5'te, regresyon eşitliği, Eşitlik 1'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, gerçekleşen elektrik üretimi ile tahminlenen elektrik üretimi arasındaki farkın %47,1'inin kurulum açısı ile en uygun açı arasındaki farktan kaynaklandığı, bu bağlamda kurulum sırasında en uygun açının dikkate alınması gerektiği ortaya çıkmıştır. ANOVA tablosunun anlamlılık sütunundaki değer ise söz konusu değişkenler arasındaki ilişkinin  $p < 0,05$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Açı farkı değişkeninin katsayısı -45,290, denklemin sabit değeri ise -4627,659'dir. Buna göre regresyon eşitliği;

$$Y = -45,290X - 4627,659 \quad (1)$$

Burada tahminlenen enerji üretimi ile gerçekleşen enerji üretimi arasındaki fark Y ile, güneş panellerinin yer ile yaptığı açı ile EU JRC PVGIS'den alınan optimum açı değerleri arasındaki fark X ile gösterilmektedir.

Duman (2014), çalışmasında ölçtüğü süt sığırcılığı yapan farklı büyükbaş sayısına sahip işletmenin güç tüketim değerleri Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Kurulan sistemin günlük elektrik enerjisi üretimleri ve farklı çiftliklere uygunlukları Çizelge 7'de görülmektedir. Kurulu sistemin, A çiftliğinin elektrik tüketimi ihtiyacını karşılamazken, B ve C çiftliklerinde, B ve C çiftliklerinin kış dönemi dışında elektrik ihtiyacını FVGS'den karşılayabileceği hatta geri kalan elektrik enerjisini enterkonnekte sisteme satabileceği görülmektedir.

**Çizelge 4. Kurulan 60 kW gücündeki FVGS'nin aylık elektrik enerjisi üretim değerleri (gerçek ve tahmini)**

Table 4. Actual and estimated monthly electricity energy production values of the installed FVGS of 60 kW power

Yıl	Ay	Aylık ortalama elektrik üretimi (kWh)	Aylık ortalama tahminlenen elektrik üretimi (kWh)	Gerçekleşen elektrik üretiminin tahminlenen elektrik üretimine oranı (%)
2015	11	1267	5238	24
	12	1726	3962	44
2016	1	2035	4297	47
	2	2138	4570	47
	3	3649	7496	49
	4	7007	8136	86
	5	4723	9598	49
	6	3571	10080	35
	7	5228	10174	51
	8	4782	9746	49
	9	4651	8730	53
	10	3960	7254	55
	11	1547	5238	30
	12	508	3962	13
2017	1	1136	4297	26
	2	1915	4570	42
	3	3586	7496	48
	4	5538	8136	68
	5	3835	9598	40
	6	4823	10080	48
	7	4482	10174	44
	8	4651	9746	48
Toplam		76757	162578	47

**Çizelge 5. En uygun açı ile sistemin kurulduğu 20°lik açı arasındaki fark ve üretim ile tahminlenen üretim arasındaki fark değerleri için ANOVA sonuçları**

Table 5. ANOVA results for the difference between the optimum angle and the angle of 20 ° that the system is installed and the difference between the production and the estimated production

Model (1)	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareler	F	Anlamlılık
Regresyon	18663930	1	18663930	17,780	,000 <sup>b</sup>
Kalan	20994527	20	1049726		
Toplam	39658456	21			
a. Bağımlı Değişken: Enerji Fark					
b. Tahminleyici: (Sabit), Açı Fark					

**Çizelge 6. Üç farklı hayvansal üretim işletmesinin süt üretimi ve elektrik tüketimi değerleri (Duman, 2014)**

Table 6. Milk production and electricity consumption values of three different animal production enterprises (Duman, 2014)

Çiftlik	Büyükbaş sayısı	Süt üretimi (l/gün)	Günlük elektrik tüketimi (kWh) (sağım + soğutma)
A	214	5959	270,55
B	48	962	72,12
C	17	285	44,55

**Çizelge 7. Kurulan sistemin günlük elektrik enerjisi üretimleri ve farklı çiftliklere uygunlukları**

Table 7. The daily electricity production of the installed system and its suitability to different farms

	Günlük ortalama elektrik üretimi (kWh)	Çiftlik A	Çiftlik B	Çiftlik C
Kas.15	42,23	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz
Ara.15	55,65	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli
Oca.16	65,66	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli
Şub.16	76,37	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Mar.16	117,70	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Nis.16	233,56	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
May.16	152,36	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Haz.16	119,05	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Tem.16	168,64	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Ağu.16	154,25	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Eyl.16	155,03	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Eki.16	127,75	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Kas.16	51,55	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli
Ara.16	16,39	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz
Oca.17	36,65	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz
Şub.17	68,38	Yetersiz	Yetersiz	Yeterli
Mar.17	115,67	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Nis.17	184,61	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
May.17	123,70	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Haz.17	160,75	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Tem.17	144,57	Yetersiz	Yeterli	Yeterli
Ağu.17	150,02	Yetersiz	Yeterli	Yeterli

**LİTERATÜR LİSTESİ**

Anonymous (2017a). Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) Erişim Tarihi: Kasım 2016.

Anonymous (2017b). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 2016 yılı Tarımsal Destekler, <http://www.tarim.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/tar%C4%B1msal%20destekler%202016.pdf> Erişim Tarihi: Şubat 2017.

Anonymous (2017c), Fotovoltaik Coğrafi Bilgi Sistemi (EU JRC PVGIS) <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#> Erişim Tarihi: Ağustos 2017

**SONUÇ ve ÖNERİLER**

Manisa ilinin global radyasyon değerleri ve güneşlenme sürelerinin Türkiye ortalamasında, Turgutlu ilçesinin güneş enerjisi potansiyelinin de Manisa ili ortalamasının üzerinde olduğu göz önüne alındığında tarım alanlarının yoğun olduğu Turgutlu ilçesinde FVGS'nin tarımda etkin bir şekilde kullanımı mümkün olacaktır.

Murgia et. al. (2008)'ın belirttiği veriler ile deneme sonucunda elde edilen elektrik enerjisi üretim değerleri ilişkilendirildiğinde, uygulama verilerinin elde edildiği Manisa ili Turgutlu ilçesinde kurulu FVGS ile 90 başa kadar sığır kapasiteli sağım tesislerinin enerji gereksiniminin karşılanabileceği anlaşılmaktadır.

Enerji üretim değerlerinin tahminlenmesinde, panellerin yatayla yaptığı açı için, Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi Fotovoltaik Coğrafi Bilgi Sistemi (EU JRC PVGIS)'nde her ay için farklı değerler verilmektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, bu açının elektrik enerjisi üretiminde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

FVGS sistemi kurulurken bu sistemden elde edilecek elektrik enerjisini kullanacak tarım işletmelerinin elektrik enerjisi gereksinimlerinin önceden bilinmesi çok önemlidir. Bu bilgi ışığında kurulacak sistemin alanı, üretilecek elektrik enerjisinin çiftlikte kullanılacağı, enterkonnekte sistemden alınacak ya da enterkonnekte sisteme satılacak enerjinin miktarı ve satış zamanını belirlenmelidir.

FVGS enerji üretiminin yetersiz olduğu işletmelerde tamamen yenilenebilir enerji kullanımı düşünüldüğünde rüzgar türbinlerinden yararlanılarak hibrit enerji sistemleri kullanılabilir (Güler, 2014).

Anonymous (2017d). Hayvancılık İşletmelerinde Kullandığımız Elektrik Enerjisi ve Tarifelerdeki Farklılıklar, <http://www.bahcesel.net/forumsel/temel-tarimsal-bilgiler/26003-hayvancilik-isletmelerinde-kullandigimiz-elektrik-enerjisi-ve-tarifelerdeki-farkliliklar.html> Erişim Tarihi: Kasım 2016.

Duman, A., (2014). Süt Sağım Mekanizasyonunda Enerji Maliyetlerinin ve Enerji Verimliliğini Etkileyen Unsurların Saptanması Üzerine Bir Araştırma, T.C. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi.

- Elibüyük, U., Üçgöl, İ., Acar, M., (2017). Güneş enerjisinin Çevreye Olumlu ve Olumsuz Etkilerinin Değerlendirilmesi, TMMOB Makine Mühendisleri Odası 7. Güneş Enerjisi Sistemleri ve Sergisi Bildiriler Kitabı, s. 56-58, Eylül 2017, Mersin.
- EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu), (2013). Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği, Resmi Gazete, Sayı 28809, 2 Kasım 2013, Ankara.
- Güler, S., (2014). Orta Ölçekli Hayvancılık İşletmelerinde Yenilenebilir Enerji Kullanım Olanakları ve Örnek Bir Uygulama, T.C. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi.
- Koç, E., Şenel, M. C., (2013). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme, Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 639, s. 32-44.
- Koroğlu, T., Teke A., Bayındır, K.Ç., Tümay, M., (2010) Güneş Paneli Sistemlerinin Tasarımı, Çukurova Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Elektrik Mühendisliği, 439. sayı, Temmuz 2010
- Murgia L., Caria M., Pazzona A., (2008). Energy use and management in dairy farms, "Innovation Technology to Empower Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food Systems", International Conference: September 15-17, 2008 Ragusa – Italy.
- Oktik, Ş., (2017). Esnek Enerji Pazarında Yeni Oyuncu Fotovoltaik Güç ve Gelecek Beklentileri, TMMOB Makine Mühendisleri Odası 7. Güneş Enerjisi Sistemleri ve Sergisi Bildiriler Kitabı, s. 1-2, Eylül 2017, Mersin.
- Sezal, L., (2017). Türkiye’deki Güneş Enerjisi Yatırımlarının Davranışsal Finans Açısından Değerlendirilmesi, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt 10, Sayı 17, s. 117-125, Ağustos 2017.
- Türkyılmaz, O., (2015). Enerji Politikaları Artan Bağımlılık Çıkmazında, Ocak 2015 İtibariyle Türkiye’nin Enerji Görünümü Raporu, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Bülteni Eki, Şubat 2015, sayı 200, Ankara.
- Yılmaz, A., (2012). Türkiye’de Sektörel Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Alternatif Enerji Politikaları, T.C. Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Ana Bilim Dalı Doktora Tezi.
- Zeren, Y., (2017). Fosil Yakıtlardan Yenilenebilir enerjiye Dönüşüm Süreci, TMMOB Makine Mühendisleri Odası 7. Güneş Enerjisi Sistemleri ve Sergisi Bildiriler Kitabı, s. 52-55, Eylül 2017, Mersin.