Etlik Piliç Kümeslerinin Serinletilmesinde Güneş Enerjisi Kullanımının Tekno-Ekonomik Analizi

Metin DAĞTEKİN ([1])

Özet

Bu çalışmada, etlik piliç kapasitesi 20000 olan bir kümesin, buharlaştırmalı serinletme (fan-ped) sisteminin elektrik ihtiyacının, güneş enerjisinden fotovoltaik (PV) yöntemle üretilen elektrik ile karşılanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, gereksinim duyulan 15 kW_e gücünde PV santral dikkate alarak tasarımlanacak olan sistemin tekno-ekonomik değerlendirmesi yapılmıştır. Elektrik üretimi amacıyla yararlanılacak olan PV santrallerde kullanılacak PV dizilerin teknik özellikleri, üretilecek elektrik miktarı, elektrik üretim maliyeti, yatırım ve işletme giderleri, geri ödeme süresi ve CO_2 emisyonlarında azalma miktarı belirlenmiştir. Etlik piliç kümesi için gereksinim duyulan 15 kW_e gücündeki PV santralde; toplam 98.01 m^2 alanında PV hücre kullanılarak 22935 kWh elektrik üretilebilecektir. Sistem verimi % 12.1, yıllık özgül verim 1524 kWh/kW ve CO_2 emisyonlarındaki azalma miktarı 20259 kg/yıl düzeylerinde gerçekleşecektir. PV elektrik üretim sisteminin net geri ödeme süresi 9.2 yıl ve elektrik üretim maliyeti 0.1100 TL/kWh olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, Fotovoltaik (PV) yöntem, serinletme (fan-ped) sistemleri

Tecno-ekonomic Feasibility Analysis of Solar Energy Use in Cooling of Broiler Poultry Houses

Abstract

The objective of this study is to met electrical consumption of evaporative (fan-ped) system in broiler poultry house with 20000 broiler capacity with electricity produced from solar energy by the photovoltaic (PV) method. For this purpose, the techno-economic assessment of the 15 kW_e of PV power plant is made. In order to take advantage of PV electricity generation in power plants to use the amount of electricity that will be produced, the technical characteristics of the PV arrays electricity production cost, investment and operation expenses, the amount of CO_2 emissions reduction and the repayment period were determined. The 22935 kWh electricity will be generated using the total area of 98.01 m^2 PV cell in 15 kW_e of PV power plant designed for broiler house. System efficiency, the annual specific yield and the amount of CO_2 emissions reduction will be realized 12.1%, 1524 kWh/kW and 20259 kg/year, respectively. Net payback period of PV electricity generation system and the cost of electricity production will be 9.2 year and 0.1100 TL/kWh.

Keywords: Solar energy, photovoltaic (PV) method, evaporative (fan-ped) systems

Giriş

Hayvan başına verimin arttırılmasında, yüksek verim özelliğine sahip ırkların kullanılması, bunların dengeli ve yeterli bir şekilde beslenmesi ve optimum çevre koşullarının sağlanması ile mümkündür. Bunların içerisinde elde edilen üretimin % 30'nu yüksek verimli ırklar, %70'ini çevre koşulları sağlamaktadır (Öztürk ve Olgun (1995)). Hayvanlar iki farklı çevrenin etkisindedir. Bunlardan biri, ortam sıcaklığı, bağıl nemi ve hava hareketini konu alan iklimsel çevre, diğeri ise ortamdaki toz, amonyak, hidrojen sülfür, karbondioksit ve diğer gazları konu alan kimyasal çevredir.

Türkiye'de etlik piliç üretimi bakımından Adana İlinin de içerisinde bulunduğu Çukurova Bölgesi, Marmara ve İç Anadolu Bölgelerinden sonra önemli potansiyele sahiptir. Bölgede bulunan kümeslerin hemen hemen tamamında teknolojik gelişmelere uygun üretim yapılmaktadır. Bölgedeki kümeslerde özellikle yaz döneminde yüksek hava sıcaklığın

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi:05.12.2013
1 Ç.Ü. Ceyhan Meslek Yüksekokulu, Ceyhan/ADANA

hayvanlarda neden olduğu sıcaklık stresini önlemek için buharlaştırmalı serinletme sistemleri bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada Çukurova Bölgesindeki etlik piliç kümeslerinin %95'inde pedli buharlaştırmalı serinletme sistemi bulunduğu belirlenmiştir. Bölgede yaz döneminde artan hava sıcaklığın hayvanların verimleri üzerindeki olumsuz etkilerini en az düzeye indirmede buharlaştırmalı serinletme sistemlerinin etkili olduğunu değişik birçok araştırıcılar tarafından bildirilmektedir (Dağtekin ve Yıldız (1997); Dağtekin ve ark.(2010)).

Bölgede etlik piliç kümeslerinde serinletme sistemlerinin çalıştırılması için gerekli enerji, elektrik şebekelerinden temin edilmektedir. Yaz döneminde elektrik kesintilerinin çok sık yaşanmakta ve serinletme sistemlerinin 15-30 dakika çalışmaması durumunda hayvanlarda ölüm oranlarında ciddi artışlar meydana gelmektedir. Bu durum, işletmelerde önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. İşletmelerde yaşanan bu olumsuzluğun giderilmesinde, işletmelerin tamamında jeneratörler aracılığıyla elektrik üretimi yapılmaktadır. Bölgedeki etlik piliç kümeslerinde bulunan serinletme sistemlerinin önemli bir bileşeni olan fanlar, yaz döneminde gece-gündüz süresince sürekli olarak çalışmaktadır. Bu nedenle, üretimde giderlerin büyük bölümünü yemden sonra, elektrik giderleri oluşturmaktadır.

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7.2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²yıl (günlük toplam 3.6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir (DMİ, (2013)). Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir.

Güneş pilleri, günümüzde ancak elektrik şebekesinin olmadığı, yerleşim yerlerinden uzak yerlerde ekonomik yönden uygun olarak kullanılabilmektedir. İstenen güçte kurulabilmeleri nedeniyle genellikle sinyalizasyon, kırsal alanda elektrik ihtiyacının karşılanması vb. gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Ülkemizin enerjide %73 olan dışa bağımlılık oranının azaltılması için, 2023 yılında ülkemizde yenilebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi içindeki payının en az %30 oranında olması hedeflenmiştir. Bu çalışma dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda gündemde olup, enerji üretimi konusunda dışa bağımlılığı azaltmayı amaçlayan, yerli kaynaklardan enerji üretimini arttırıp, fosil yakıt kullanımını azaltmasına, sera gazları salımlarını azaltarak ekolojik dengenin korunmasına ve 2023 yılında ülkemizin öngörülen seviyeye gelmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada, kapasitesi 20000 piliç olan bir kümesin, buharlaştırmalı serinletme (fan-ped) sisteminin elektrik tüketiminin, güneş enerjisinden fotovoltaik (PV) yöntemle üretilen elektrik ile karşılanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, gereksinim duyulan 15 kW_e gücünde PV santral dikkate alarak tasarımlanacak olan sistemin tekno-ekonomik değerlendirmesi yapılmıştır. Dikkate alınan PV sistemde; kullanılacak PV dizilerin teknik özellikleri, üretilecek elektrik miktarı, elektrik üretim maliyeti, yatırım ve işletme giderleri, geri ödeme süresi ve CO_2 emisyonlarında azalma miktarı belirlenmiştir.

Materyal Ve Yöntem

Materyal

Etlik Piliç Kümesi

Araştırmada materyal olarak, Adana iline bağlı Ceyhan ilçesinde bulunan 175000 hayvan kapasiteli ticari etlik piliç işletmesi seçilmiştir. Araştırma, işletmede kapasitesi 20000 hayvan olan kümeste yapılmıştır.

Araştırmada materyal olarak ele alınan kümesin eni 18 m, boyu 65 m ve yüksekliği ise 4.1 m'dir. Kümesin uzun ekseni Kuzey-Güney yönündedir. Çatı örtü malzemesi olarak 5 cm kalınlığında sandviç panel bulunmaktadır. Duvarları, 18 cm kalınlığında blok tuğladan oluşmakta ve iç-dış duvarı kara sıva ile sıvanmıştır. Kümeste fan-ped serinletme sistemi bulunmaktadır Kümesin genel ölçüleri ve serinletme sisteminin yerleşimi Şekil 1'de

verilmiştir. Sistemde kümesin Doğu ve Batı uzun eksenine 1.50×3.0 m boyutlarında 5'er adet ped bulunmaktadır. Pedler 10 cm kalınlığında olup, selüloz esaslı malzemeden yapılmıştır. Sistemde 8 adet fan bulunmaktadır. Fanlardan 6 tanesi, kısa duvar üzerinde, diğer 2 tanesi ise batı ve doğu uzun duvar üzerinde bulunmaktadır. Pajurlu ve 6 hız kademeli olan fanların debileri 42000 m^3/h'dır. Fanlara hareket, 1.1 kW gücünde elektrik motorundan verilmektedir. Hareket iletimi, kayış-kasnak sistemi ile yapılmaktadır. Kümesin doğu ve batı üzerinde 11'er adet 55×110 cm boyutlarında tek camlı pimapen malzemeden yapılmış havalandırma pencereleri vardır.

Güneş Enerjisi Potansiyeli

Adana ili, Akdeniz ikliminin özelliklerini taşır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlıdır. Adana'da yılın 195.6 günü yaz günüdür. Bu günlerin 134.4'ü tropik gün olarak belirlenmiştir. Adana ilinin yüksek bölgelerine yıllık olarak gelen güneş enerjisi miktarı, yükseltisi kısmen daha az olan bölgelere kıyasla daha yüksektir (Şekil 2a). Adana ilinde toplam güneş enerjisi 1.81–6.68 kWh/m^2gün aralığında (Şekil 2b), güneşlenme süresi ise 4.21–11.77 saat aralığında değişmektedir (Şekil 2c).

Fotovoltaik Santral İçin Tekno-ekonomik Analiz

Bu bölümde, şebekeye bağlı 15 kW gücünde PV santral ile elektrik üretiminin tekno-ekonomik analizi anlatılmıştır.

Fotovoltaik Dizi Yüzey Alanı

PV santraller için tasarımlanacak olan PV dizilerin güneşlenme süresi, bir gün süresince dizi üzerine optimum açıda düşen güneş ışınım enerjisine bağlı olarak belirlenir.

$$t = \frac{\varphi \times E_g}{1000\, W/m^2} \quad \text{.....(2.1)}$$

Burada;

t = panelin güneşlenme süresi (h),

φ = optimum açı (°) ve

E_g = güneş ışınım enerjisidir (Wh/m^2).

Fotovoltaik diziden elde edilebilecek en yüksek güç, dizinin 25 °C sıcaklıkta ürettiği en yüksek akım ve akü gerilim değerine bağlı olarak aşağıdaki gibi belirlenir.

$$P_{PV} = I_{P(\max)} \times V_A \quad \text{.....(2.2)}$$

Burada;

P_{PV} = diziden elde edilebilecek en yüksek güç miktarı (W),

$I_{P(max)}$ = dizinin ürettiği en yüksek akım miktarı (A) ve

V_A = akü gerilim değeridir (V).

Fotovoltaik diziden günlük olarak kazanılabilecek enerji miktarı, dizinin güneşlenme süresi ile kullanılabilir en yüksek güç değerine bağlıdır.

$$E_{PV} = P_{PV} \times t \quad \text{.....(2.3)}$$

Burada;

E_{PV} = diziden kazanılabilecek elektrik miktarıdır (Wh).

Fotovoltaik diziden kazanılabilecek enerji miktarı, PV sistemdeki ekipmanların verimine bağlı olarak azalır.

$$\eta_e = \eta_ç \times \eta_{şkc} \times \eta_A \times \eta_k \quad \text{.....(2.4)}$$

Burada;

η_e = ekipman verimi,

$\eta_ç$ = çevirici verimi,

$\eta_{şkc}$ = şarj kontrol cihazı verimi,

η_A = akü verimi ve

η_k = kablo verimidir.

Fotovoltaik dizilerin verimi, hücre sıcaklığına bağlı olarak değişir. Fotovoltaik hücre verimlerine ilişkin katalog değerleri, laboratuar ortamında 25 °C sabit sıcaklıkta ölçülen değerlere bağlı olarak belirlenir. Bu nedenle, dış ortam sıcaklığının değişmesi durumunda, PV dizinin verimi de değişir. Fotovoltaik hücrenin, laboratuar ortamında

gerçekleştirilen denemeler sırasında, PV hücrenin sıcaklığına, PV *hücrenin nominal çalışma sıcaklığı* ($T_{PVnç}$) denir. Dizi sıcaklığı, dış ortam sıcaklığından 22 °C daha yüksek olarak kabul edilebilir. Farklı dış ortam sıcaklıklarında, fotovoltaik dizilerin çalışma sıcaklığı aşağıdaki eşitlik (2.5) ile belirlenebilir. Fotovoltaik dizinin gerilimi, dizi sıcaklığının artışına bağlı olarak artmasına karşın, dizi akımı ise sıcaklık artışı ile azalır. Fotovoltaik diziden elde edilebilecek gerilim ve akım değerlerinin sıcaklık farkı ile değişimi aşağıdaki eşitliklerde verilmiştir.

$$T_P = T_d + (T_{PVnç} + 25) = T_d + 22 \ldots\ldots(2.5)$$

$$V_{ad2} = V_{ad} - \Delta T \times 0.0842 \ldots\ldots\ldots\ldots(2.6)$$

$$I_{kd2} = I_{kd} - \Delta T \times 0.0086 \ldots\ldots\ldots\ldots(2.7)$$

Burada;

T_P = panel sıcaklığı (°C),

T_d = dış ortam sıcaklığı (°C) ve

$T_{PVnç}$ = PV hücrenin nominal çalışma sıcaklığı. (°C),

V_{ad} = açık devre gerilimi (V) ve

I_{kd} = kısa devre akımıdır (A).

Fotovoltaik dizinin verimi (η_D) aşağıdaki gibi belirlenir.

$$\eta_D = \frac{V_{ad2} \times I_{kd2}}{V_{ad} \times I_{kd}} \ldots\ldots\ldots\ldots(2.8)$$

Fotovoltaik diziler, optimum açıda yerleştirilmekle birlikte, gün içerisinde güneş ışınımı dizi üzerine farklı açılarda geleceğinden, PV sistemin verimi azalır. Fotovoltaik diziler, optimum açıda yerleştirildiğinde, açı değişimi 15°'dir. Açı değişimindeki 15°'lik fark için verim azalması % 5 alınır. PV sistemin toplam verimi aşağıdaki gibi belirlenir.

$$\eta_{st} = \eta_{ea} \times \eta_D \times \eta_e \ldots\ldots\ldots\ldots(2.9)$$

Burada;

η_{st} = PV sistemin toplam verimi ve

η_{ea} = eğim açısı verimidir.

Gerekli PV modül adedinin belirlenmesi sırasında, gereksinim duyulan en fazla enerji miktarı dikkate alınmalıdır. Bu tip sistemlerde enerji gereksiniminin karşılanması için gerekli güneş modülü adedi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$s_D = \frac{E_t}{E_{PV} \times \eta_{st}} \ldots\ldots\ldots\ldots(2.10)$$

Burada;

S_D = PV modül adedi (adet) ve

E_t = gereksinim duyulan enerji miktarıdır (Wh).

Fotovoltaik diziler gölgelenmeye karşı çok fazla duyarlıdır. Bu nedenle, dizilerin kurulumu sırasında gölgelenmemesine ayrı önem verilmelidir. PV hücreler modüle seri olarak bağlanır. Bir PV hücrenin vereceği güç, gölgelenme nedeni ile düşerse, diğer hücreler onun düştüğü güce inmek zorunda kalacaklardır. Diğer bir deyişle, bir hücrenin yarısının gölgelenmesi ile bir dizinin yarısının gölgelenmesi arasında fark yoktur. Dizinin kirlenmesi de gölgeleme etkisi yaratacağından, % 3 düzeyinde kayıplara neden olur.

Fotovoltaik Sistemin Ekonomik Analizi

Proje ekonomik değerlendirme ölçütleri, projelerin ticari, ekonomik ve/veya sosyal açıdan ortaya çıkan (hesaplanan) fayda ve maliyetlerinin karşılaştırılması amacıyla kullanılan matematiksel tekniklerdir. Hem tek bir projenin kabul edilebilirliğinin belirlenmesi, hem de birden fazla birbirinden bağımsız projenin kabul edilebilirliliklerine göre öncelik sıralaması yapılabilmesi amacıyla pek çok ölçüt geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları şunlardır:

- Net şimdiki değer
- İç karlılık oranı
- Fayda/maliyet oranı
- Geri ödeme süresi

Bulgular ve Tartışma

Etlik piliç kümeslerinin serinletilmesinde güneş enerjisinden yararlanmak amacıyla tasarımlanacak olan PV elektrik üretim santralinin tasarım şeması Şekil 3'de verilmiştir. PV elektrik santralinde yer alan; modül, dizi ve dönüştürücü kapasitelerinin belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, Adana-İncirlik İklim İstasyonuna ait iklim verileri kullanılmıştır. Elektrik güç üretme kapasitesi 15 kW_e olan PV santralin başlıca bileşenlerinin tasarım değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

PV santralde toplam 98.01 m^2 alanında PV hücre kullanılarak, 22935 kWh elektrik üretilebilecektir. Bu amaçla, 30° güneye doğru yönlendirilecek olan ve her biri 32.7 m^2 yüzey alanında olan toplam 3 adet PV dizi kullanılacaktır. Her bir dizi, 20 adet PV modülden tasarımlanacaktır. Her bir dizide gücü 1.65 kW ve verimi % 95 olan dönüştürücü kullanılacaktır. Bu durumda, sistem verimi % 12.1, yıllık özgül verim 1524 kWh/kW ve CO_2 emisyonlarındaki azalma miktarı 20259 kg/yıl düzeylerinde gerçekleşecektir.

PV sistemin simülasyon sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Dizi veriminin % 12.9 ve dönüştürücü (inverter) veriminin % 94 düzeylerinde olması durumunda, her PV dizi yüzeyine gelen 62984 kWh güneş enerjisinden 8110 kWh DC veya 7645 kWh AC elektrik üretilebilecektir. Bu durumda, toplam 3 adet PV dizi yüzeyine gelen 188953 kWh güneş enerjisinden, %12.1 sistem verimi ile 22935 kWh AC elektrik üretilebilecektir.

Gücü 15 kW_e olan PV santralde üretilecek olan toplam 22935 kWh AC elektriğin aylara göre değişimi Şekil 4'de verilmiştir. Yıl süresince üretilecek olan elektrik miktarı, Aralık ayında 1000 kWh ile en düşük düzeyde iken, Temmuz ayında 2500 kWh ile en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Üretilen elektrik enerjisi Nisan-Ekim dönemleri arasında 2000 kWh'ın üzerinde gerçekleşmiştir. Yaz döneminde serinletme sisteminin çalıştığı Haziran-Eylül dönemlerinde bu değer 2500 kWh'e kadar ulaşmaktadır. Santralden üretilen elektrik enerjinin serinletme sisteminden geriye kalacak kısmıyla işletmede aydınlatma ve yem mekanizasyonu gibi işlemlerde de kullanılabilir.

Gücü 15 kW_e olan PV santralin ekonomik analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Yatırım maliyeti 54675 TL PV santralde, birinci yıl 6192,32 TL değerinde elektrik satışı yapılabilecektir. Sistem ömrünün 20 yıl ve amortisman süresinin 10 yıl, amortisman oranının %10 ve elektrik satış bedelinin 0.2700 TL/kWh olması durumunda, 15 kW_e gücündeki PV sistemin net şimdiki değeri 56675 TL, geri ödeme süresi 9.2 yıl ve elektrik üretim maliyeti 0.1100 TL/kWh olarak belirlenmiştir. İşletmede şu an tüketilen elektrik enerjisinin maliyeti 0.27 TL/kWh'dır. Aradaki farka bakılacak olursa yaz döneminde serinletme sisteminin çalıştığı dönemde işletmenin enerji gider yükünü önemli oranda düşürecektir.

Gücü 15 kW_e olan PV santral için birikimli nakit akışı Şekil 5'de verilmiştir. Nakit akış grafiğinden de görülebileceği gibi, nakit akışı ilk yıllarda eksi değerlerde iken, sistemin geri ödeme süresi olan 9.2 yılın sonundan itibaren pozitif değerlere yükselmektedir. Birikimli nakit akışı 20 yılın sonunda 50000 TL değerini geçmektedir.

Gücü 15 kW_e olan PV santralde üretilen elektriğin ulusal şebekeye satılmasıyla elde edilecek gelirlerin Şekil 6'da verilmiştir. PV santralde üretilen elektriğin ulusal şebekeye satılmasıyla elde edilecek olan gelir miktarı, PV santralde gerçekleşecek olan bozulma oranına bağlı olarak azalacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Kapasitesi 20000 piliç olan bir kümesteki serinletme sisteminin elektrik tüketimini güneş enerjisinden fotovoltaik (PV) yöntemle üretilen elektrik ile karşılanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, kümeste tasarımlanacak olan 15 kW_e gücündeki PV santralde 22935 kWh elektrik üretilebilecektir. Sistem verimi %12.1, yıllık özgül verim 1524 kWh/kW ve CO_2 emisyonlarındaki azalma miktarı 20259 kg/yıl düzeylerinde gerçekleşecektir. PV elektrik üretim sisteminin net geri ödeme süresi 9.2 yıl ve elektrik üretim maliyeti 0.1100 TL/kWh olarak belirlenmiştir.

Kümeste serinletme sisteminin çalıştığı Haziran- Eylül dönemleri arsında santralde üretilen elektrik enerjisi miktarı 2500 kWh'e kadar ulaştığı belirlenmiştir. Üretilen bu enerjinin serinletme sisteminin çalıştırılmasından geriye kalanını da aydınlatma ve yem mekanizasyonu gibi düzeneklerde kullanılmasının işletmenin elektrik gider yükünü önemli oranda düşürecektir.

Kaynaklar

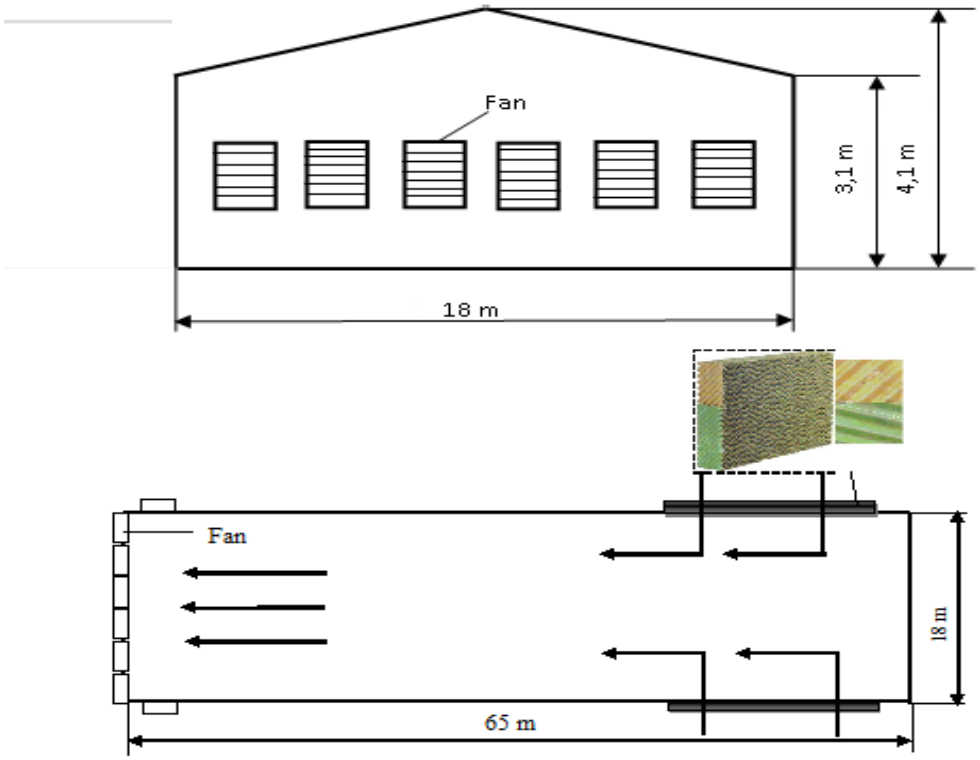
DMİ, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Dağtekin. M., Y. Yıldız, 1997. Alternative Cooling Systems on Broiler Houses in Turkey Conditions. Livestock Environment V, Proceedings of the Fifth International Symposium, Bloominton, Minnesota, May 29-31, P:386-392.

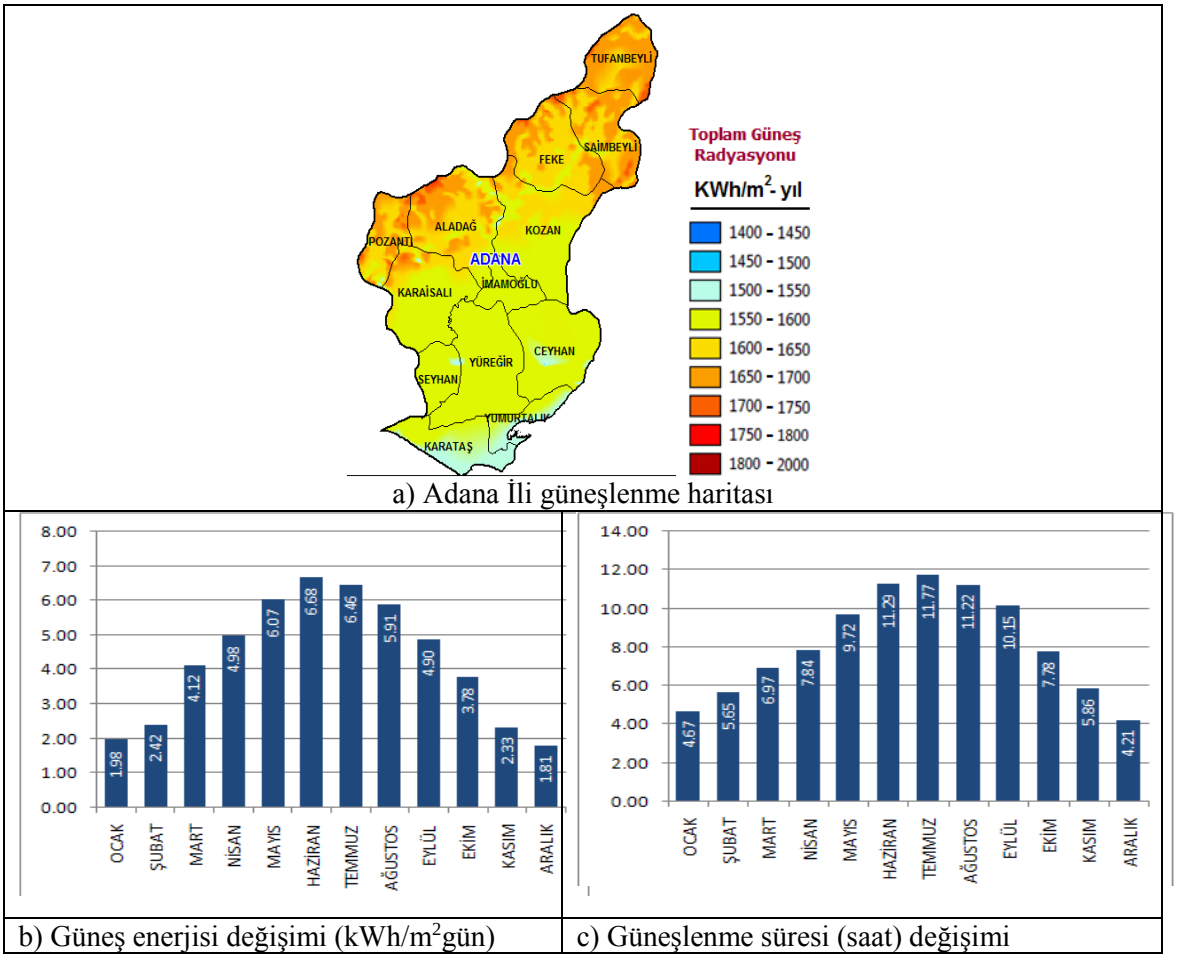
Öztürk, H.H. Kaya, D. 2013. Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi: Fotovoltaik Teknoloji. Ufuktepe Yayınları, Yayın No: 97, ISBN:978-605-5100-00-1.

Öztürk, T., Olgun M. 1995. Samsun İli Ticari Tavukçuluk İsletmelerinde Kümes İçi C evre Koşullarının İncelenmesi. O.M. Üniversitesi. Ziraat Fak. Dergisi Cilt 10 Sayı 3, S 31-43.

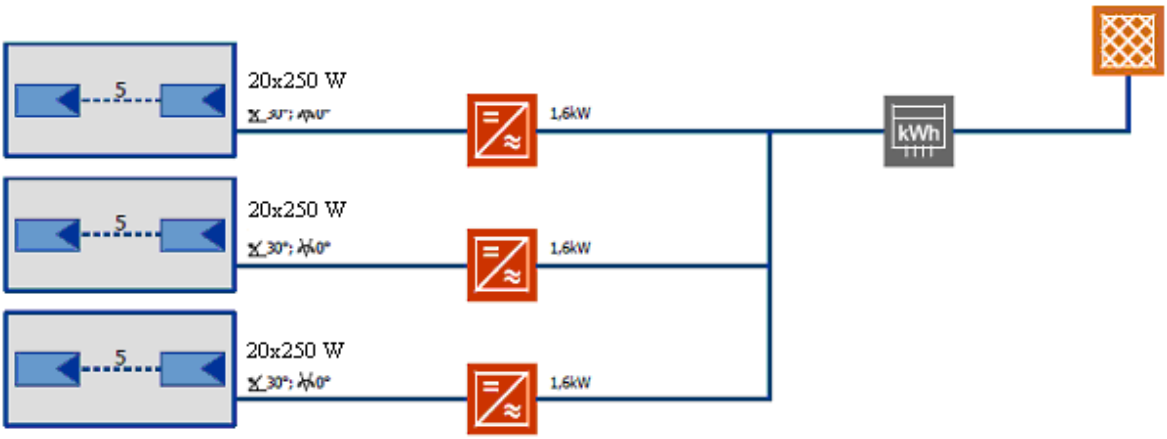
Yıldız, Y., Karaca, C., Dağtekin, M. 2010. Hayvan Barınaklarında Çevre Denetim. Hasad Yayıncılık, S.256, ISBN:978-975-8377-77-6.



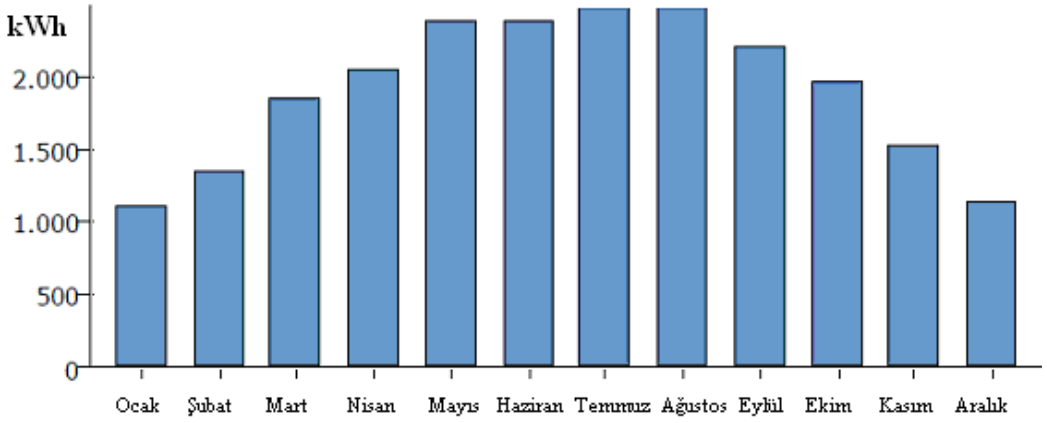
Şekil 1. Kümesin genel ölçüleri ve serinletme sisteminin kümesteki yerleşimi



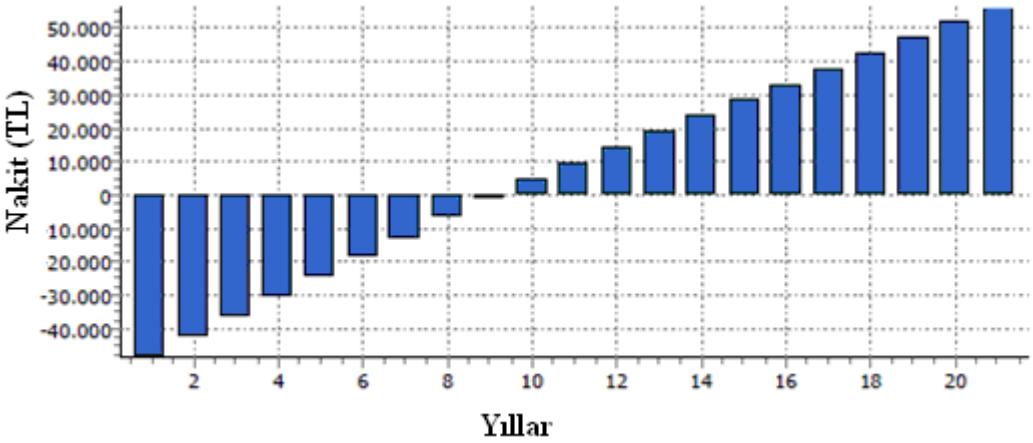
Şekil 2. Adana ilinde yıllık güneş enerjisi ve güneşlenme süresi değişimi (DMİ, 1975-2013)



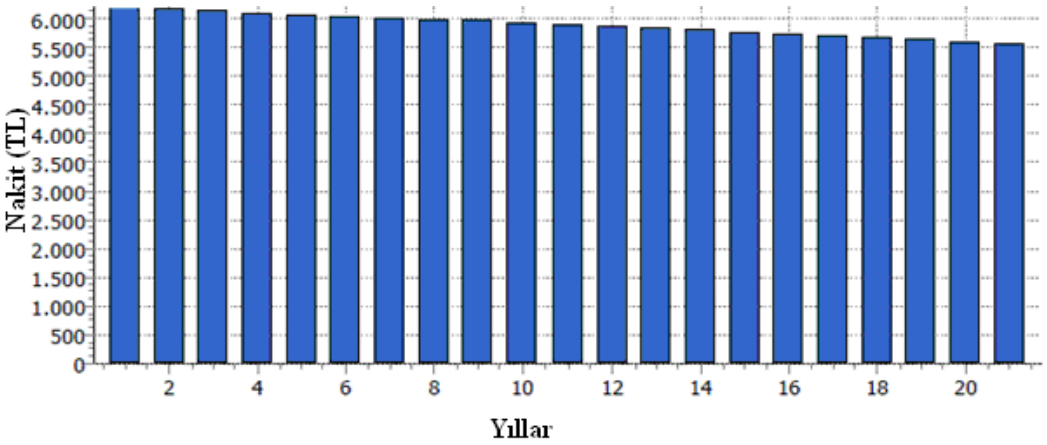
Şekil 3. PV elektrik üretim santralinin tasarım şeması



Şekil 4. PV santralde üretilecek olan elektriğin aylara göre değişimi



Şekil 5. Gücü 15kW$_e$ olan PV santral için nakit akışının yıllara göre değişimi



Şekil 6. Gücü 15 kW$_e$ olan PV santralden elektrik satışı ile elde edilecek gelirin yıllara göre değişimi

Çizelge1. PV Santralin Tasarım Değerleri

Bölge	Ceyhan/Adana/TÜRKİYE
Hesaplamalarda kullanılan iklim verileri	1985-2013 (28 yıllık ortalama)
PV sistemin gücü	15 kW
PV sistemin etkin yüzey alanı	98.01 m^2
PV dizi üzerine gelen güneş enerjisi	188953 kWh
PV sistemin üreteceği enerji miktarı	24329 kWh
Dönüştürücüden alınacak AC elektrik miktarı	22935 kWh
PV sistemin verimi	%12.1
Verim oranı	%79.1
Yıllık özgül verim	1524 kWh/kW
PV sistemin CO_2 emisyonu azaltma miktarı	20259 kg/yıl
PV DİZİNİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ	
Gerekli PV modül miktarı	60 adet
Her bir PV dizideki modül miktarı	20 adet
Gerekli PV dizi miktarı	3 adet
Her bir PV dizinin gücü	5 kW
Her bir PV dizinin etkin alanı	32.7 m^2
PV MODÜLÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ	
Seri bağlı modül adedi	5 W
Güç çıkışı	250 W
Güç çıkışında azalma oranı	%0
Verimi	%15.3
Verimde toplam azalma oranı	%3.5
MPP gerilim değeri	151 V
Eğim açısı	30°
Montaj	Havalandırmalı
Gölgeleme	Yok
Yerden yansıma oranı	%20
DÖNÜŞTÜRÜCÜNÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ	
Dönüştürücü adedi	4 adet
Gücü	1.65 kW
Verimi	%95
MPP izleme sistemi	125 V→510 V

Çizelge 2. PV Sistem İçin Simülasyon Sonuçları

Değişken	**Değeri**
Yatay yüzeye gelen güneş ışınım enerjisi	170400 kWh
PV sisteme gelen güneş ışınım enerjisi	188953 kWh
Bir PV diziye gelen ışınım	62984 kWh
PV dizinin ürettiği enerji (AC) miktarı	7645 kWh
PV dizinin ürettiği enerji (DC) miktarı	8110 kWh
Sistem verimi	%12.1
Verim oranı	%79.1
Yıllık özgül verim	1524 kWh/kW
Dizi verimi	%12.9
Dönüştürücü verimi	%94

Çizelge 3. PV Sistemin Ekonomik Analiz Sonuçları

PV SİSTEMİN EKONOMİK ANALİZİ	
PV sistemin gücü	15 kW
Ekonomik ömrü	20 yıl
Elektrik satış fiyatı	0.2700 TL/ kWh
GELİR VE GİDERLER	
Yatırım maliyeti	54675 TL
1. yılda elde edilen gelir	6192.32 TL/yıl
VERGİLER	
Vergi oranı	%8.0
Amortisman dönemi	10 yıl
Amortisman tipi	Doğrusal amortisman
Amortisman oranı	%10
EKONOMİK GÖSTERGELER	
Net şimdiki değer	56675.00 TL
Geri ödeme süresi	9.2 yıl
Elektrik üretim maliyeti	0.11 TL/kWh