

Bölüm 4

BİR SÜT ÇİFTLİĞİ İÇİN ŞEBEKEYE BAĞLI ÇATI TİPİ FOTOVOLTAİK SİSTEMİN TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZİ

Nuri ÇAĞLAYAN¹
H. Kürşat ÇELİK²
Can ERTEKİN³

GİRİŞ

Tarımsal üretimde, özellikle de süt çiftliklerinde kaliteli ve yüksek verime ulaşmak tarımsal mekanizasyonun yaygınlaşmasıyla ilişkilidir. Mekanizasyon düzeyine bağlı olarak enerji tüketimi de artış göstermektedir. Günümüzde enerji maliyetlerinin yükselmesi, çiftçilerimizin gelirlerinin önemli bir bölümünü elektrik giderlerine ayırmasına sebep olmaktadır. Enerji maliyetini en aza indirmek tarımsal işletmelerin kâr payının artırılmasında önemli katkı sağlamaktadır. Bu nedenle tarım işletmeleri, enerji tüketimini karşılamak için yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma yoluna gitmektedirler.

Tarım sektöründe yenilenebilir enerjinin kullanımının, özellikle de güneş enerjisinin ekonomik olabilmesi bölgesel iklim koşullarına bağlıdır. Güneş enerjisi sistemleri için coğrafi konumu bakımından en ideal ülkelerden biri olan Türkiye, ortalama 1500 kWh/m² yıllık toplam ışınım şiddetine ve günde 7 saatten fazla güneşlenme süresine sahiptir.

Bu çalışmada, Antalya ili, Elmalı ilçesinde yer alan 127 büyükbaş hayvana sahip bir süt çiftliğinin yıllık ortalama 45327 kWh enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla şebekeye bağlı çatı tipi 216 kW_p gücündeki fotovoltaik (PV) sistemin teknik ve ekonomik analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, panel dizilerinin çıkışında ortalama 327226 kWh/yıl enerji alınırken, 295235 kWh/yıl şebekeye verilmektedir. Şebekeden alınacak enerji miktarı ise yıllık 25013 kWh

¹ Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Antalya, nuricaglayan@akdeniz.edu.tr

² Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya, hkcelik@akdeniz.edu.tr

³ Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya, ertekin@akdeniz.edu.tr

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, Antalya ili, Elmalı ilçesinde yer alan 127 büyükbaş hayvana sahip bir süt çiftliğinin enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla şebekeye bağlı çatı tipi bir PV sisteminin teknik ve ekonomik analizi yapılmıştır.

İşletmenin toplam elektriksel yükü içindeki en büyük payı %43 ile süt soğutma ve depolama almaktadır. Fatura edilmiş aylık ortalama enerji tüketimi 3777.25 kWh olan işletmenin tüketim bedeli aylık 581.70 \$ ve yıllık 6980 \$ olarak hesaplanmıştır. Şebeke bağlantılı olarak işletme binasının çatısına kurulması planlanan PV sisteminin günümüz şartlarında W_p başına maliyeti 0.67 \$ ve toplam maliyeti 145400 \$ olarak hesaplanmıştır. Sistemin üreteceği enerjinin yıllık 295240 kWh'lik miktarı 10 yıl boyunca şebekeye satılabilecek ve bu satılan yıllık ortalama 29819 \$ gelir sağlanabileceği tahmin edilmektedir. Tesisin, net bugünkü değeri (NBD) 36463.39 \$ ve seviyelendirilmiş elektrik maliyeti (LCOE) 0.065 \$/kWh hesaplanmıştır. İşletmeye kurulacak güneş enerji sisteminin yıllık elektrik üretim miktarının 315550 kWh olduğu göz önüne alındığında yıllık 127.419 tCO₂ emisyonunun engellenmiş olacağı tahmin edilmektedir. PV sistemi, işletmeye ekonomik kazanç sağlaması yanında CO₂ emisyonunu engellemesi nedeniyle de çevre dostu bir yatırımdır.

Son yıllarda enerji fiyatlarındaki artışlar tarım işletmelerinin güneş enerji sistemlerine yönelmelerinde etkili olmuştur. Türkiye'de panel ve diğer sistem bileşenlerini üreten ve yurtdışından tedarik eden firma sayısının son yıllarda artması küçük işletmelerin de bu sistemlere ulaşımını kolaylaştırmıştır. Tarım işletmelerinin ihtiyacı olan elektrik enerjisini güneşten karşılaması, enerji giderlerini düşüreceği gibi şebekeye enerji satarak ek gelir imkânı da sağlamaktadır. Yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip Türkiye'de güneş enerjisi kullanımının yaygın hale getirilmesi için işletmelerin yenilenebilir enerji kullanmalarının yolunu açmak, gerekli teşvik imkânlarını artırarak avantajlar sağlamak, çevrenin korunması ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından önemli görülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKÇA

1. TEPGE. *Durum ve Tahmin. Süt ve Süt Ürünleri* [Online] <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/> [Erişim tarihi: 15.06.2022].
2. Ulusal Süt Konseyi. *Ulusal Süt Konseyi Süt Raporu*. [Online] <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/ulusal-sut-konseyi-sut-raporu-2020-3639/> [Erişim tarihi: 15.06.2022].

Tarım sal Mekanizasyon ve Enerji Üzerine Güncel Araştırmalar II

3. Ulusal Süt Konseyi. 2025 Dünya Süt ve Süt Ürünleri Piyasasına İlişkin IFCN Tahminleri. [Online] <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/wp-content/uploads/2025-IFCN-Tahminleri.pdf> [Erişim tarihi: 15.06.2022].
4. Ulusal Süt Konseyi. Dünyada Süt Üretimi. [Online] <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/wp-content/uploads/S%C3%B Ct-Sekt%C3%B6r-%C3%96zeti-ve-Temel-Bilgiler-FAO.pdf> [Erişim tarihi: 15.06.2022].
5. TEPGE. Tarım Ürünleri Piyasaları. [Online] <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/> [Erişim tarihi: 15.06.2022].
6. TÜİK. Çiğ Süt Üretim İstatistikleri. [Online] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Cig-Sut-Uretim-Istatistikleri-2020-2021-45861> [Erişim tarihi: 17.06.2022].
7. OECD. OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028. [Online] https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2019# [Erişim tarihi: 17.06.2022].
8. Fırat Kalkınma Ajansı. Bingöl İli 500 Baş Kapasiteli Büyükbaş Süt Hayvancılığı Yatırımı Ön Fizibilite Raporu. [Online] <https://www.yatirimadestek.gov.tr/pdf/assets/upload/fizibilite-ler/bingol-ili-500-bas-kapasiteli-buyukbas-sut-hayvanciligi-yatirimi2020.pdf> [Erişim tarihi: 19.06.2022].
9. Gül SE, İzgi E. Rüzgâr ve güneş enerji üretim sistemlerine bağlı akıllı veya konvansiyonel panolu bir sanayi tesisinin analizi. Güç Sistemleri Konferansı, 15-16 Kasım 2018, s. 59-63, Ankara.
10. Coşgun AE. Türkiye'de 50MW üstü GES üretimi gerçekleştiren şehirlerimizde agrivoltaic sistem kullanılabilirliğinin incelenmesi. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi 2021; 13(2): 711-718.
11. Gümüş Z, Demirtaş M. Fotovoltaik sistemlerde maksimum güç noktası takibinde kullanılan algoritmaların kısmi gölgeleme koşulları altında karşılaştırılması. Politeknik Dergisi 2021; 24(3): 853-865.
12. Anonim. Ülkelere göre güneş enerjisi. [Online] <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html> [Erişim Tarihi: 10.06.2021].
13. Kılıç MY, Adalı S. Elektrik İhtiyacının Karşılanmasında Hibrit Yenilenebilir Enerji Sistemi-Süpermarket Örneği. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2022; 5(1):224-235.
14. TEAŞ. Santral Kurulu Güç Raporları. [Online] <https://www.teias.gov.tr/kurulu-guc-raporlari> [Erişim Tarihi: 10.06.2021].
15. ELDER. 2022 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı Enerji Sektörü Özet Raporu. [Online] <https://www.elder.org.tr/> [Erişim Tarihi: 10.07.2022].
16. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Yenilenebilir Enerji, Güneş. [Online] <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes> [Erişim Tarihi: 17.06.2021].
17. Öztürk H. Bir güneş enerji santralinin üretim ile simülasyon değerlerinin karşılaştırılması ve kayıp analizi Beştepe enerji örneği. Hasan Kalyoncu Üniversitesi Çevre Bilimleri ve Enerji Yönetimi Yüksek Lisans Tezi. s. 1-103. Fen Bilimleri Enstitüsü Hasan Kalyoncu Üniversitesi. 2021
18. Bouzguenda M, Al Omair A, Al Naem A, Al-Muthaffar M, Wazir OB. Design of an off-grid 2 kW solar PV system. In Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER), Ninth International Conference, 1-6. 2014
19. Sarı V, Özyı ğı t F. Sivas İlinin Farklı İlçelerinde Şebeke Bağlantılı Güneş Enerji Santrallerinin Tasarımı ve Analizi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (20), 425-437. 2020. DOI: 10.31590/ejosat.797434

Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Üzerine Güncel Araştırmalar II

20. Çağlayan N. Technical and Financial Optimization of An Autonomous Renewable Power System For A Medium-Sized Dairy Farm Fresenius Environmental Bulletin, cilt.29, sa.3, ss.1600-1611, 2020.
21. Karaağaç MO, Oğul H, Bardak S. Kanatlı hayvan çiftliği için güneş enerji sisteminin tasarımı ve maliyet hesabı. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, c.8, s.1, ss.711-722, 2020.
22. Aldudak M. Economic analysis and efficiency evaluation of pv systems in different cities of Turkey. Yuksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2018
23. Türkdoğan S, Dilber S, Çam B. Hibrit Enerji Sistemlerinin Şebekeden Bağımsız Bir Çiftlik Evinde Uygulanabilirliğinin Ekonomik ve Teknik Açından İncelenmesi. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 3(2): 52-65. 2018
24. Çağlayan N, Ertekin C, Evrendilek F. Spatial viability analysis of grid connected photovoltaic power systems for Turkey. International Journal of Electrical Power Energy Systems, 56, 270-278. 2014. Doi: 10.1016/j.ijepes.2013.11.019.
25. GEPA. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası. [Online] <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/> [Erişim Tarihi: 17.06.2021].
26. ABB. Güneş Enerjisi Santralleri. Teknik Uygulama Föyleri. [Online] <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107492A7644&LanguageCode=tr&DocumentPartId=&Action=Launch> [Erişim Tarihi: 10.06.2021].
27. Adak S, Cangi H, Yılmaz AS. Fotovoltaik sistemin çıkış gücünün sıcaklık ve ışımaya bağlı matematiksel modellemesi ve simülasyonu. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi,11(1), s. 316-327. 2019
28. Bilhan AK, Çalışkan A, Ünal S. Simulation of a photovoltaic panels by using Matlab/Simulink, 8th In: *International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)*, 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/ECAI.2016.7861124.
29. Marion B, Adelstein J, Boyle K, et al. Performance Parameters for Grid-Connected PV Systems. In: 31st IEEE Photovoltaics Specialists Conference and Exhibition 3-7 January 2005, Lake Buena Vista, Florida (pp:1-6).
30. Aste N, Del Pero C, Leonforte F. The first installation under the Italian PV Rooftop Programme: A performance analysis referred to 11 years of operation. In: 4th International Conference on Clean Electrical Power: Renewable Energy Resources Impact, ICCEP 2013, 11-13 June 2013 Alghero, Italy (pp.628-633).
31. Milosavljević DD, Pavlović TM, Piršl DS. Performance analysis of A gridconnected solar PV plant in Niš, republic of Serbia. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015; (44): 423-435. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.031>.
32. Öztürk HH, Küçükderem K, Gökalp Y. Tarımsal Sulamada Güneş Enerjisi Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. In: International Multidisciplinary Congress of Eurasia, 11-12 Eylül 2016, Odessa, Ukrayna, (pp. 415-421).
33. Gedik T, Akyüz KC, Akyüz İ. Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi (İç Karlılık Oranı ve Net Bugünkü Değer Yöntemlerinin İncelenmesi. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 7 (7): 51-61. 2005.
34. Yalılı M. Lisanslı Fotovoltaik Güneş Enerji Santrali Yatırımının Finansal Analizi: Van İli Örneği. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, c. 10, sayı. 3, ss. 1055-1074, Eyl. 2021, doi:10.17798/bitlisfen.901218.
35. Bilgili ME, Akyüz A. Çukurova Koşullarında Tarımsal İşletme Çatılarında Fotovoltaik Sistemlerin Tekno-Ekonomik Yönden Tasarımı. Toprak Su Dergisi. 2019; 61-69.

Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Üzerine Güncel Araştırmalar II

36. Sarıaslan H. Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, Planlama-Analiz-Fizibilite, Turhan Kitapevi, Ankara, s. 240. 1990.
37. Short WP, Short W, Pachey DJ, Holt A. Manual for the Economic Evaluation of Energy Efficiency and the Renewable Energy Technologies. Colorada. 1995.
38. Weather Spark. Elmalı Bölgesinde Yıl Boyu İklim ve Hava Durumu. [Online] <https://tr.atherspark.com/y/95928/Elmal%C4%B1-T%C3%BCrkiye-Ortalama-Hava-Durumu-Y%C4%B1l-Boyunca> [Erişim Tarihi: 05.05.2022].
39. CW Enerji. CW Enerji 600Wp 120PM M12 HC-MB Güneş Paneli. [Online] <https://www.cw-enerji.com/tr/urun/cw-enerji-600wp-120pm-m12-hc-mb-gunes-paneli-764.html> [Erişim Tarihi: 05.05.2021].
40. Sungrow Power. Sungrow 49.5 kW SG49K5J invertör teknik dökümanı. [Online] <https://pdf.directindustry.com/pdf/sungrow/sg49k5j/182915-683761.html> [Erişim Tarihi: 05.05.2021].
41. PVsyst. Tutorial PVsyst SA. [Online] <https://www.pvsyst.com/pdf-tutorials/> [Erişim Tarihi: 05.05.2021].
42. Ondraczek J. Are we there yet? Improving solar PV economics and power planning in developing countries: The case of Kenya, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014; 30: 604-615. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.010>
43. Taktak F, İli M. Güneş Enerji Santrali (GES) Geliştirme: Uşak Örneği. Geomatik Dergisi, c. 3 s. 1, ss.1-21, 2018.
44. EPDK. Elektrik Faturalarına Esas Tarife Tabloları. [Online] <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-1327/elektrik-faturalarina-esas-tarife-tablolari> [Erişim Tarihi: 05.02.2022].
45. Kahraman MÜ. Kütahya Bölgesi Güneş ve Rüzgâr Enerji Potansiyellerinin Tekno-Ekonomik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 1-135.]. 2018.
46. TCMB. Merkez Bankası Kurları. [Online] https://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar_tr.html [Erişim Tarihi: 05.02.2022].
47. Kumruoğlu LC, Ateş SB. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli ve İskenderun için Örnek Üretim Projeksiyonu. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 37(1), 293-305. 2022.
48. Atakul Ş, Kalender M, Gezici M, Eliçin AK. Güneş Tarlası Kurulumu. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 11 (1) , 55-60. 2015
49. Eremkere M, Aktaş T. Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Üzüm Suyu İşleme Tesis Çatısına Uygulanabilecek Fotovoltaik Tasarımların Teknik, Ekonomik ve Çevresel Açılardan Analizi. El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi Cilt: 7, No: 1, 2020 (275-294). DOI : 10.31202/ecjse.636966
50. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Lisanssız Elektrik Üretimi. [Online] <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-uretim-faaliyetleri-lisanssiz-elektrik-uretimi> [Erişim Tarihi: 05.02.2022].
51. IEA. Electricity Market Report. [Online] https://iea.blob.core.windows.net/assets/d75d-928b-9448-4c9b-b13d_6a92145af5a3/ElectricityMarketReport_January2022.pdf [Erişim Tarihi: 17.02.2022].
52. TÜİK. Sera Gazı Emisyon İstatistikleri. [Online] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=-Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2019-37196> [Erişim Tarihi: 21.06.2022].