

# KIŞ AYINDA GÜNEŞ PANELLERİNİN VERİMLİLİKLERİNİN İHA TABANLI ANALİZİ

Semih Sami AKAY<sup>1</sup>, Orkan Özcan<sup>2</sup>, Okan Özcan<sup>3</sup>, Ömer Yetemen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dr.Öğr. Üyesi, İstanbul Topkapı Üniversitesi, Harita ve Kadastro Programı, 34087, Zeytinburnu, İstanbul, semihsamiaakay@topkapi.edu.tr

<sup>2</sup>Doç.Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469, Sarıyer, İstanbul, ozcanork@itu.edu.tr

<sup>3</sup>Prof.Dr., Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, 07070, Konyaaltı, Antalya, oookan@akdeniz.edu.tr

<sup>2</sup>Dr.Öğr. Üyesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469, Sarıyer, İstanbul yetemen@itu.edu.tr

## ÖZET

Güneş enerji santralleri (GES), yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yer tutmakta ve enerji üretim kapasitesinin artırılması için sürekli olarak iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. Bu bağlamda, İnsansız Hava Araçları (İHA) ve fotogrametrik tekniklerin kullanımı, santrallerin verimlilik analizinde yeni bir boyut kazandırmaktadır. İHA'lar, yüksek çözünürlüklü kameralar ve diğer sensörler ile donatılarak güneş panellerinin durumu, yerleşimi ve performansını detaylı bir şekilde inceleme imkanı sunar. Fotogrametrik yöntemler kullanılarak elde edilen termal görüntüler ile üretilen veriler işlenerek güneş enerji santralının mevcut durumu hakkında kapsamlı bilgi sağlanmaktadır. Panellerin sıcaklıkları, verimlilik durumu ve hasar tespiti gibi çalışmayı etkileyen faktörler hızlı ve etkin bir şekilde belirlenebilmektedir. Kış aylarında enerji üretimi düşük olacağı düşünülen güneş panellerinin gün içerisindeki farklı değerlerdeki verimlilikte enerji üretilebildiği görülmektedir. Çalışmada Konya ilinde bulunan GES alanında kış aylarında güneş panellerindeki sıcaklık değişimi ve ürettikleri enerjilerin verimlilik durumlarının analizleri gerçekleştirilmiştir. Kış ayında gün içerisinde üç farklı zamanda gerçekleştirilen İHA uçuşları ile termal görüntüleme sonucunda panellere ait sıcaklık verileri belirlenerek panel verimlilik analizleri gerçekleştirilmiştir. Güneş panellerindeki en düşük sıcaklığın öğleden sonra yapılan uçuşlarda, en yüksek sıcaklığın ise öğle saatlerinde olduğu görülmüştür. Güneş panellerindeki en yüksek verimliliğin de sıcaklık değerinin en yüksek olduğu öğle vaktinde olduğu görülmüştür. Bununla birlikte sabah ve öğleden sonra ise güneş panellerinin daha düşük değerlerde de olsa enerji üretiminde verimlilik sağladığı görülmüştür.

**Anahtar Sözcükler:** İHA, güneş enerjisi, verimlilik analizi, termal görüntüleme

## ABSTRACT

### UAV-BASED ANALYSIS OF SOLAR PANELS EFFICIENCY IN WINTER

Solar farms hold a significant place among renewable energy sources, and continuous improvements are being made to increase their energy production capacity. In this context, the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and photogrammetric techniques brings a new dimension to the efficiency analysis of the plants. UAVs, equipped with high-resolution cameras and other sensors, offer the capability to thoroughly examine the condition, layout, and performance of solar panels. By processing the data generated from thermal images obtained using photogrammetric methods, comprehensive information about the current state of the solar power plant can be provided. Factors affecting operation, such as panel temperatures, efficiency status, and damage detection, can be identified quickly and effectively. It has been observed that solar panels, which are expected to have lower energy production during winter months, can produce energy with varying efficiency levels throughout the day. This study analyzes the temperature changes and efficiencies of the energy produced by solar panels during winter months for a solar farm located in Konya. Temperature data of the panels were determined through thermal imaging from UAV flights conducted at three different times of the day during winter month, and panel efficiency analyses were performed. It was observed that the lowest temperature of the solar panels was during the afternoon, while the highest temperature was at noon. The highest efficiency of the solar panels was also observed at noon, when the temperature values were highest. However, it was also noted that the solar panels maintained efficiency in energy production at lower values in the morning and in the afternoon.

**Keywords:** UAV, solar energy, efficiency analysis, thermal monitoring

## 1. GİRİŞ

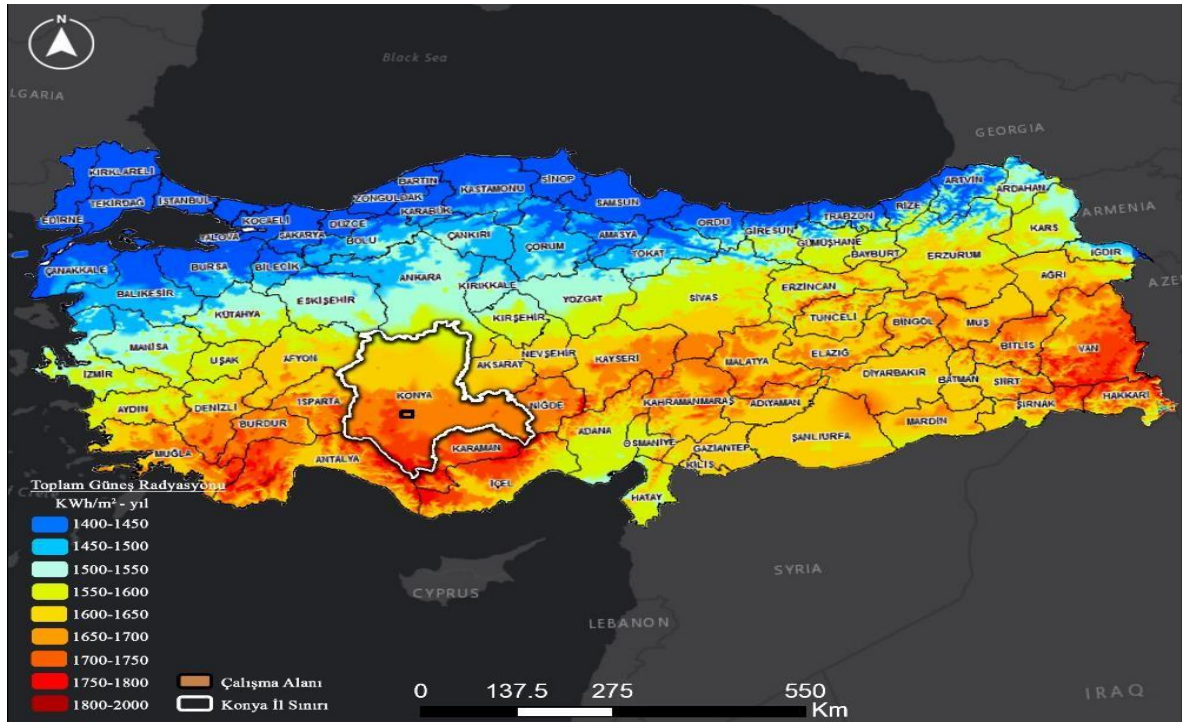
Günümüzde enerji ihtiyacı giderek artarken, sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep de önemli ölçüde yükselmektedir. Güneş enerjisi, bu kaynaklar arasında en önemli potansiyele sahip olanlardan biridir. GES, verimliliğinin artırılması, enerji üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından kritik öneme sahiptir. Ancak, GES'lerin verimli bir şekilde işletilmesi ve bakımının yapılması, geniş alanlara yayılmış fotovoltaik (PV) panellerin durumunun sürekli izlenmesini gerektirir. İnsansız Hava Araçları (İHA) ve fotogrametrik teknikler, güneş enerji santrallerinin izlenmesi ve verimliliğinin artırılması için yenilikçi ve etkili çözümler sunmaktadır (Quater vd., 2014; Akay vd., 2024).

Geçmiş yıllarda, enerji iletim hatlarının denetimi, gaz/petrol boru hatları, hassas tarım ve köprü izleme farklı çalışma alanlarında İHA ile görüntüleme uygulamaları gerçekleştirilmiştir. İHA'ların havada süzülebilme ve serbestçe hareket edebilme yetenekleri ve kolayca pilotaj yapılabilmesi ve farklı sensörlerin entegre edilebilmesiyle farklı çalışma alanlarında izleme uygulamalarında kullanıldığı görülmektedir (Rathinam vd., 2005; Honkavaara vd., 2013; Hartmut vd., 2020; Özcan vd., 2023). Günümüzde, güneş panellerinin izlenmesi için kullanılan İHA'lar, güneş panellerinde ısı anormalliklerine neden olabilecek kusurları tespit etmek ve verimlilik analizleri kapsamında entegre edilen termal kamera ile uygulamalarda kullanılmaktadır (Zefiri vd., 2022; Akay vd., 2024). İHA tabanlı fotogrametrik uçuşlar, geniş alanları kısa sürede ve yüksek çözünürlükte tarayabilme yeteneği sayesinde, GES'lerin hem kurulumu hem de bakım aşamalarında önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu yöntemler, panellerin yüzey sıcaklıklarının izlenmesi, hasar tespiti, kirlenme oranlarının belirlenmesi ve gölgelenme analizleri gibi birçok farklı verimlilik analizinin gerçekleştirilmesine olanak tanır. Böylece, GES'lerin operasyonel verimliliği artırılırken, bakım maliyetleri de önemli ölçüde azaltılabilir (Aghaei vd., 2014; Morando vd., 2022;).

Bu çalışmada, İHA tabanlı fotogrametrik uçuşların ve verimlilik analizlerinin GES'lerdeki uygulamaları ile kış aylarındaki değişimler incelenmiştir. GES'lerdeki panellerin durumlarını değerlendirmek için İHA'lanılarak gün içerisinde farklı zamanlarda fotogrametrik uçuşlar ile toplanan termal görüntüler, gelişmiş görüntü işleme ve analiz yazılımları kullanılarak termal ortomozaik veriler üretilmiştir. Bu veriler üzerinden, panel yüzeylerindeki sıcaklık ile verimlilik analizleri gerçekleştirilerek panel sıcaklık ve verimlilik değişimleri incelenmiştir.

## 2. ÇALIŞMA ALANI VE METODOLOJİ

Konya, Türkiye'nin yüzölçümü bakımından en büyük illerinden biri olup, geniş düz arazileri ve yüksek güneşlenme süresi ile dikkat çekmektedir. Konum olarak Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Konya, coğrafi avantajları sayesinde güneş enerjisi potansiyeli oldukça yüksek bir bölgedir. Yıllık ortalama güneş radyasyonu 1550 ile 1800 KWh/m<sup>2</sup> arasında ve yıllık ortalama güneşlenme süresi 4.19 ile 11.97 saat arasında olan Konya, bu özelliği ile GES için ideal bir ortam sunmaktadır (GEPA, 2024). Bölgedeki düşük bulutluluk oranı ve geniş arazi imkânları, büyük ölçekli güneş enerjisi projelerinin hayata geçirilmesine olanak tanımaktadır. Bu nedenle, Konya'da güneş enerjisi yatırımları hızla artmakta ve bu yatırımlar, Türkiye'nin yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Konya'nın stratejik konumu ve güneş enerjisi potansiyeli, bölgenin enerji üretim kapasitesinin artırılması ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş sürecinde kilit bir rol üstlenmesini sağlamaktadır (Öztürk ve Kayabaşı, 2023). Çalışma alanı olarak Konya ilinin Meram ilçesinde bulunan GES seçilmiştir. GES alanı yaklaşık olarak 5.59 ha olup alanda 91 adet güneş paneli hattı bulunmaktadır. Şekil 1'de GES konumu ve İHA uçuş anına ait görüntü görülmektedir.

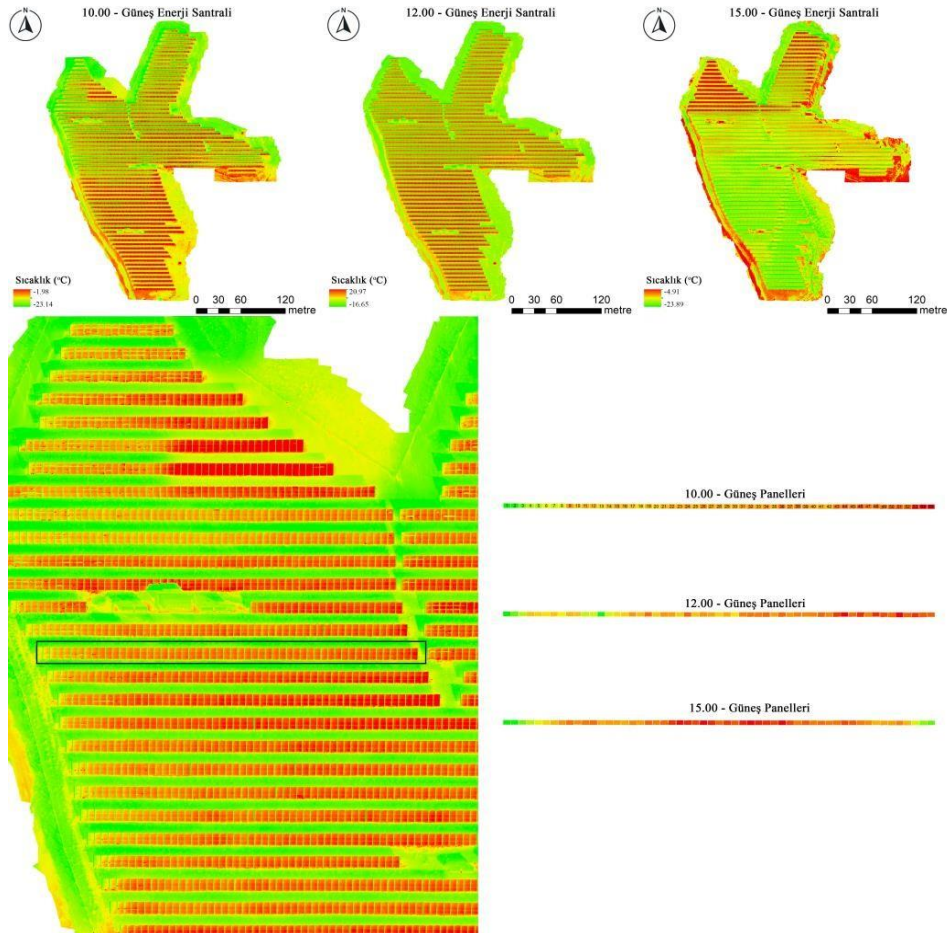


Şekil 1. GES konumu ve İHA uçuş anına ait çalışma görseli (GEPA, 2024)

## 2.1 Veri Seti

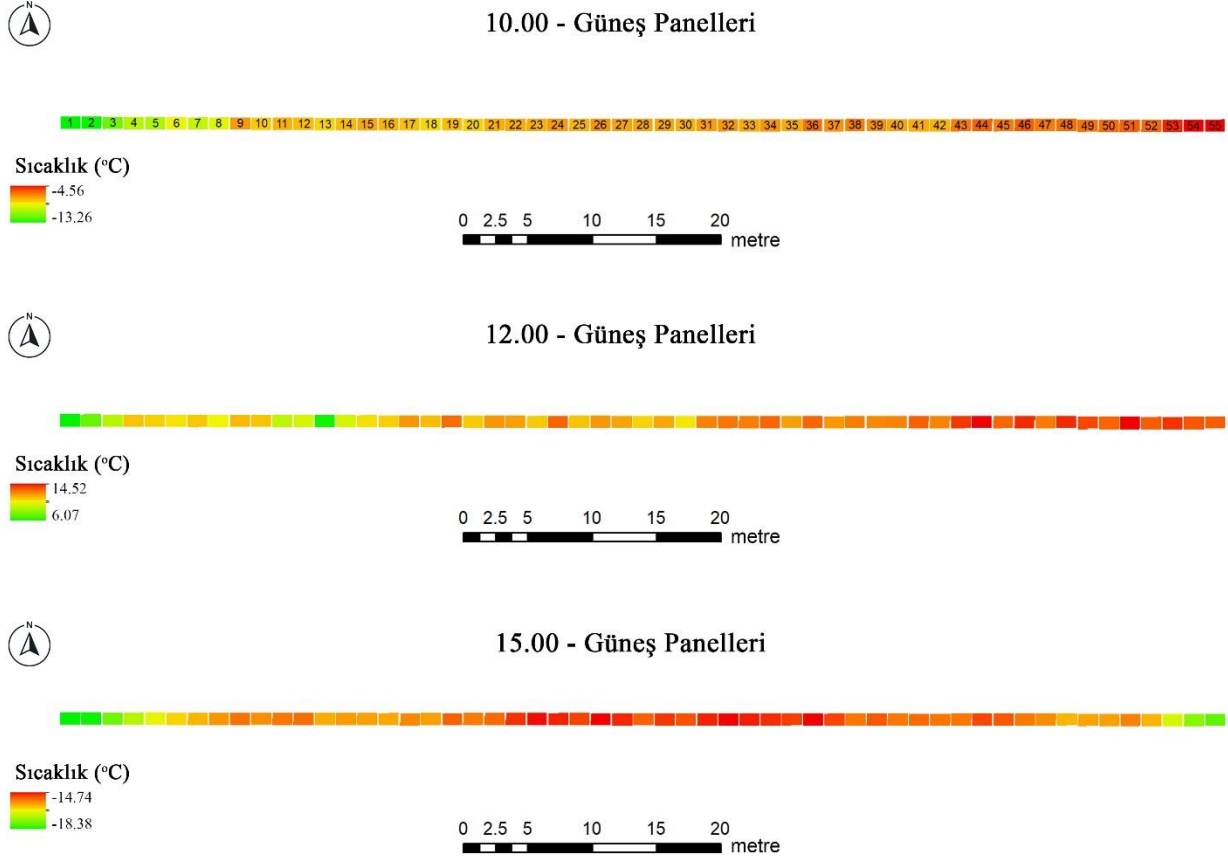
GES alanında güneş panellerinin sıcaklık ve verimlilik analizlerinin gerçekleştirilmesi kapsamında 02 Şubat 2023 tarihinde, üç farklı saat (10.00/sabah, 12.00/öğle, 15.00/öğleden sonra) aralığında DJI Matrice 300 RTK (Real-Time Kinematic) ve termal ile optik entegre kamerası bulunan H20T kamera ile İHA uçuş operasyonları gerçekleştirilmiştir. İHA uçuş operasyonları 65 m yükseklikte %90 örtüşme oranı ile gerçekleştirilmiştir. Veri temini için tercih edilen İHA, entegre RTK sistemleri ve termal kamerası ile termal harita üretme çalışmalarında tercih edilmektedir (Akay vd., 2024; Akay vd. 2024). İHA'ya entegre RTK sistemleri ile fotoğraf konumları hassas olarak belirlenerek hava fotoğrafları çekilmektedir. Hava fotoğrafları ile veri üretim süreçlerinde fotoğraftalardaki objelerin eşleştirilmesi ile iki ve üç boyutlu veri üretimi Structure from Motion (SfM) yöntemi ile üretilmektedir. SfM yöntemi, günümüzde yüksek çözünürlüklü İHA tabanlı hava fotoğrafları ile büyük ölçekte çalışmayı düşük maliyet ile mümkün kılan bir yöntemdir. SfM yöntemi, iki boyutlu görüntüler üzerinden kamera parametreleri, dönüklükler ve konumsal bilgiler ile üç boyutlu obje geometrelerinin otomatik olarak tespit edilmesi ve düzenlenmesi ile üç iki ve boyutlu veri üretilmesini sağlamaktadır (Snavely vd., 2007; Turner vd., 2012; Akay vd., 2018).

Çalışma kapsamında üç farklı zaman için elde edilen termal hava fotoğrafları optik görüntü işleme yöntemi ile benzer şekilde işlenmesi amacıyla görüntülerin sıcaklık değerleri yansıtım değerlerine dönüştürülmüştür. Bu kapsamda, 640x512 piksel çözünürlüğe sahip R-JPG (Radiometric-JPG) formatındaki termal görüntüler, veri işleme sürecine entegre edilebilmek amacıyla yansıtım değerleri içeren .TIFF formatlı görüntülere dönüştürülmüştür Dönüştürülen İHA görüntüleri, SfM yöntemi ile optik görüntü işleme adımlarına benzer şekilde işlenerek GES alanına ait üç farklı zamana için ortomozaik veri üretimi gerçekleştirilmiştir. Termal ortomozaik verilerin üretimi sonrasında, ortomozaik veri üzerinde bir sıra güneş panel hattı seçilerek hat üzerindeki 55 adet güneş panelinin sayısallaştırılma işlemi gerçekleştirilmiştir. Üretilen verilerin koordinat sistemi UTM projeksiyonu, WGS 84 datumu 36. Zon 6. Derecelik dilimdir. Şekil 2'de üç farklı zamana ait termal ortomozaik veriler ile çalışma kapsamında seçilen güneş paneli sırası görülmektedir.



**Şekil 2.** Farklı zamanlara ait üretilmiş GES termal ortomozaik görünümü ve çalışma gerçekleştirilen panel hattının görünümü

Güneş paneli sırasında gün içerisinde meydana gelen sıcaklık değişimi ve verimlilik analizi için her bir zamana ait güneş paneli sırasınca çıkartıldıktan sonra numaralandırılmıştır. Şekil 3'te üç farklı zaman için çıkartılmış güneş paneli sırasını ve numaralandırılmış paneller görülmektedir. Gün içerisindeki sıcaklık değerleri ortomozaik veri üzerinde incelendiğinde ise güneş panellerinin sabah ve öğlen batıdan doğuya doğru sıcaklıklarının arttığı görülmüştür. Öğleden sonra ise panel sırasının ortasına doğru batıdan doğuya doğru sıcaklık arttığı, sıra ortasından sonra ise batıdan doğuya doğru sıcaklık değerlerinin düştüğü görülmüştür. Sabah ve öğleden sonra panel sıcaklıklarının eksi değer aralığında, öğlen ise panel sıcaklıklarının pozitif değer aralığında olduğu görülmüştür. En yüksek sıcaklık değerinin öğlen, en soğuk sıcaklık değerinin ise öğleden sonra olduğu ölçülmüştür.



Şekil 3. Üç farklı zamandaki numaralandırılmış güneş panellerinin görünümü

## 2.2 Verimlilik Analizi

Güneş panelleri hava sıcaklıklarına bağlı olarak gün içerisinde farklı değerlere erişebilmekte ve panel özelliklerine bağlı olarak enerji verimlilikleri değişim göstermektedir. Bu kapsamda, güneş panellerinin verimlilikleri panel sıcaklıklarına bağlı olarak hesaplanmaktadır. Paneller için standart koşullar altında (25 °C, 1,000 W/m<sup>2</sup> ve 1.5 AM) belirlenmiş değerler ile panel verimlilikleri ortaya konulmaktadır (Dubey vd., 2013). Bu şartlar doğrultusunda panellerde meydana gelen sıcaklık değişimleri ile panellerin anlık ve sıcaklıklarına bağlı olarak verimlilikleri ortaya konulabilmektedir. Bu kapsamda güneş paneli verimlilikleri Formül 1'deki referans verimliliği ( $n_{ref}$ ), panel verimliliği ( $n_c$ ), 1,000 W/m<sup>2</sup>'deki referans sıcaklığı, ( $T_{ref}$ ) ve panelin sıcaklık katsayısı ( $B_{ref}$ ) ile hesaplanmaktadır.

$$n_c = n_{ref}[1 - B_{ref}(T_c - T_{ref})] \quad (1)$$

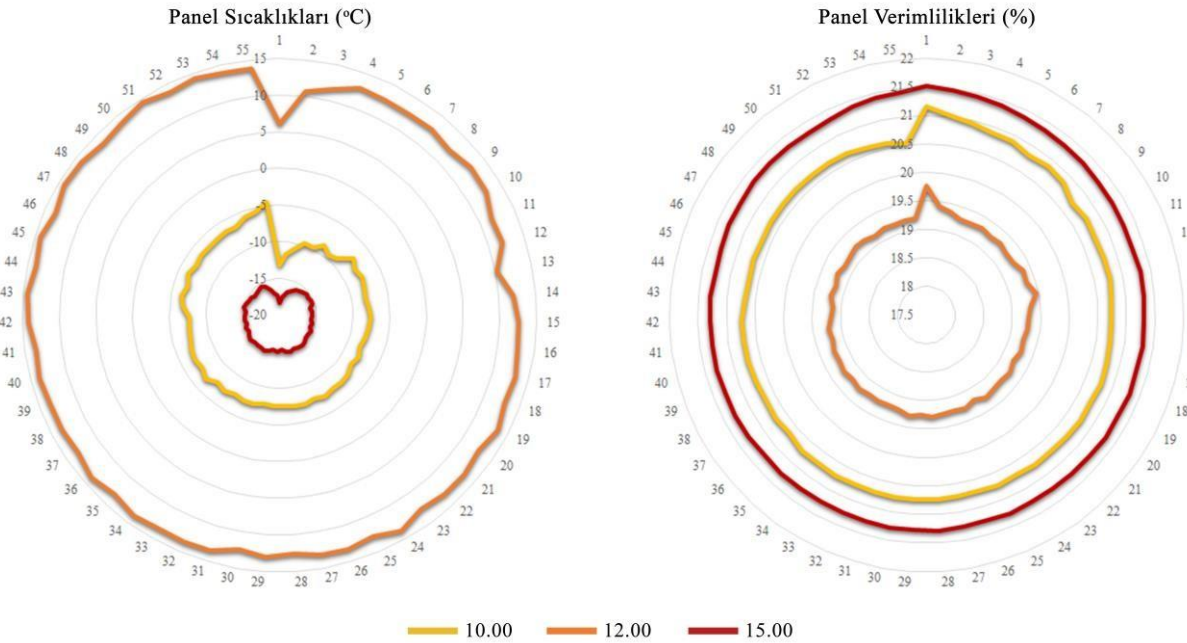
Çalışma alanında bulunan güneş panelleri Shanghai Aerospace Automobile Electromechanical Co., Ltd. Şirketi tarafından üretilen HT60-156 modeli olmakla birlikte panel boyutları 1640x992x35 mm'dir. Panellere ait diğer özellikler Çizelge 1'de görülmektedir (HTSAAE).

Çalışmada, güneş panellerinin üç farklı zamandaki sıcaklıkları termal ortomozaik veriler üzerinden belirlenmiştir.

Güneş panellerine ait bu sıcaklık değerleri ile panellerin gün içerisindeki enerji verimlilikleri hesaplanmıştır. Şekil 4'te termal ortomozaik veriler ile belirlenmiş panel sıcaklıkları ve bu sıcaklıklar ile hesaplanmış panel verimlilikleri görülmektedir. Sıcaklık ve verimlilik değerleri incelendiğinde sıcaklık yüksek sıcaklığın verimliliklerde düşüşe sebep olabileceği görülmüştür. Panel sırasındaki farklı panellerin sıcaklıkları incelendiğinde, sıcaklık değişiminin yaklaşık 8 °C farklılık gösterdiği panellerde verimliliğin ise yaklaşık %0.6 değiştiği hesaplanmıştır.

**Çizelge 1. Güneş paneli üretici özellikleri**

Özellik	Değer
Maksimum güç	300 Wp
Open circuit voltage	39.4 V
Maksimum güç voltajı	33.8 V
Kısa devre akımı	9.61 A
Maksimum güç akımı	8.90 A
Ağırlık	18.5 kg
Modül verimliliği	18.4%
Sıcaklık katsayısı	-0.39%/°C



**Şekil 4. Güneş panelleri sıcaklık ve enerji verimlilik değerlerinin görünümü**

### 3. SONUÇLAR

İHA tabanlı termal ortomozaik verilerin işlenmesi sonucunda güneş panellerinin sıcaklıkları ortalama sıcaklık değeri belirlenerek kış ayları için üç farklı zamana ait panel enerji verimlilikleri hesaplanmıştır. Çalışmada en soğuk sıcaklık değerinin -18.38 °C ile öğleden sonra, en yüksek sıcaklık değerinin 14.53 °C ile öğlen zaman diliminde olduğu görülmüştür. Güneş panellerinin sıcaklık değerleri incelendiğinde sıcaklıkların sabah -13.26 °C ile -4.56 °C arasında olduğu, öğlen 6.07 °C ile 14.53 °C arasında olduğu ve öğleden sonra ise -18.38 °C ile -14.78 °C arasında olduğu görülmüştür. Gün içerisinde panellerin sıcaklıkları incelendiğinde sabah ve öğlen saatlerinde güneş panel sıcaklığının batıdan doğuya doğru arttığı görülürken öğleden sonra ise panel sıcaklığının panel sırasının ortasına doğru arttığı sonrasında panel sıcaklığının düştüğü görülmektedir. Üç zamanda da en düşük sıcaklığın 1 numaralı panelde sırasıyla -13.26 °C, 6.07 °C ve -18.38°C olduğu görülmüştür. En yüksek sıcaklığın ise sabah 55 numaralı panelde -4.56 °C, öğlen 43 numaralı panelde 14.53 °C ve öğleden sonra ise 32 numaralı panelde -14.78 °C olduğu görülmüştür. Gün içerisinde ortalama sıcaklık değişimlerinin sabah ile öğlen arasında 20.69 °C, öğlen 28.57 °C ve öğleden sonra ise 7.89 °C'dir. En yüksek sıcaklık değişiminin 31.16 °C ile 55 numaralı panelde öğlen ile öğleden sonra arasında olduğu görülmüştür. En düşük sıcaklık değişiminin 5.12 °C ile 1 numaralı panelde sabah ile öğleden sonra arasında olduğu görülmüştür.

Güneş panellerinin verimlilikleri değerleri hesaplandığında ise verimlilik değerlerinin sabah %20.52 ile %21.15 arasında olduğu, öğlen %19.15 ile %19.76 arasında olduğu ve öğleden sonra ise %21.25 ile %21.51 arasında olduğu görülmüştür. En düşük verimliliğin sabah 55 numaralı panelde %20.52, öğlen 43 numaralı panelde %19.15 ve öğleden sonra ise 32 numaralı panelde %21.25 olduğu görülmüştür. Üç zamanda da en yüksek verimliliğin ise 1 numaralı panelde sırasıyla %21.15, %19.76 ve %21.51 olduğu görülmüştür. GES alanını içeren meteorolojik bilgiler, Konya iline ait meteorolojik bilgiler ile değerlendirilerek bölgenin gün içerisinde az bulutlu ve hava sıcaklığının  $-2^{\circ}\text{C}$  ile  $1^{\circ}\text{C}$  arasında olduğu görülmüştür (Wheather Spark, 2024). Bölgenin meteorolojik şartları da incelendiğinde kış aylarında düşük hava sıcaklığına rağmen açık ve güneşli bir havada güneş panellerinin gün içerisinde verimli olarak çalışabileceği görülmüştür.

İHA tabanlı fotogrametrik uçuşlar, güneş enerji santrallerinin verimliliğinin artırılması ve bakım süreçlerinin iyileştirilmesi için güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntem, geleneksel denetim yöntemlerine göre daha hızlı, daha detaylı ve daha az maliyetli çözümler sunmaktadır. Çalışma, güneş enerji santrali yöneticilerine, bakım ekiplerine ve yatırımcılara önemli faydalar sağlamaktadır. İHA tabanlı çalışmalarda İHA'ya entegre edilecek farklı sensörlerin fotogrametrik yöntemlerle değerlendirilmesi ve sonrasında gerçekleştirilecek analiz çalışmaları ile farklı birçok alanda kullanılabilirliği görülmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, İHA tabanlı fotogrametrik analizlerin daha geniş kapsamda ve farklı iklim koşullarında uygulanarak elde edilen verilerin karşılaştırılması önerilmektedir. Ayrıca, bu teknolojinin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına (rüzgar, hidroelektrik vb.) uygulanabilirliği araştırılmalıdır.

#### 4. TEŞEKKÜR

Veri temini ve işleme kapsamında İTÜ Earth3Bee-LAB'a teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR

**Aghaei M., Dolara A., Leva S., Grimaccia F.,** 2014. Image resolution and defects detection in PV inspection by unmanned technologies. *In Proceedings of the 2016 IEEE Power and Energy Society General Meeting (PESGM)*, Boston, MA, USA, 17–21 July 2016; pp. 1–5

**Akay S.S., Özcan O., Özcan O., Yetemen Ö.,** 2024. Efficiency Analysis of Solar Farms By UAV-Based Thermal Monitoring. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 53 <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2024.101688>.

**Akay S.S., Özcan O., Özcan O., Yetemen Ö.,** 2024. UAV-Based Thermal Monitoring of Solar Panels for Different Topographic Conditions. *Advanced UAV*, 4(1): 53-61.

**Dubey S., Sarvaiya J.N., Seshadri B.,** 2013. Temperature dependent photovoltaic (PV) efficiency and its effect on PV production in the world – A review. *Energy Procedia*. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.05.072>

**Güneş Enerji Potansiyeli Atlası – GEPA.** 2024. T.C. Enerji ve Tabii Kaynakları Bakanlığı. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes> [Erişim tarihi: 20.06.2024].

**Hartmut S., Dirk H., Blumenthal S., Linder T., Molitor P., Tretyakov V.,** 2020. Teleoperated Visual Inspection and Surveillance with Unmanned Ground and Aerial Vehicles. *Int. J. Online Biomed. Eng.*, 13: 26–38.

**Honkavaara E., Saari H., Kaivosoja J., Pölönen I., Hakala T., Litkey P., Mäkynen J., Pesonen L.,** 2013. Processing and Assessment of Spectrometric, Stereoscopic Imagery Collected Using a Lightweight UAV Spectral Camera for Precision Agriculture. *Remote Sens.*, 5: 5006–5039.

**Morando L, Recchiuto CT, Calla J, Scuteri P, Sgorbissa A.,** 2022. Thermal and Visual Tracking of Photovoltaic Plants for Autonomous UAV Inspection. *Drones*. 6(11):347. <https://doi.org/10.3390/drones6110347>

**Özcan O., Akay S.S.,** 2018, Menderesli Nehirlerdeki Morfodinamik Süreçlerin İHA Ölçümleri ile Değerlendirilmesi. *VIII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2018)*, 17-19 Kasım 2018, Ankara.

**Özcan, O., Ozcan, O., & Erten, E.** 2023. Integration of InSAR with UAV-based Infrared Thermography for Bridge Monitoring. *AGU23*.

**Öztürk M., Kayabaşı R.**, 2023. Güneş Enerjisinin İç Anadolu Bölgesinde Kullanılabilirliği ve Sistem Analizi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 12(4), 1351-1359

**Rathinam S., Kim Z., Soghikian A., Sengupta R.**, 2005. Vision Based Following of Locally Linear Structures using an Unmanned Aerial Vehicle. *In Proceedings of the 44th IEEE Conference on Decision and Control*, Seville, Spain, 15 December 2005; pp. 6085–6090.

**Quater P. B., Grimaccia F., Leva S., Mussetta M. and Aghaei M.**, 2014. Light Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for Cooperative Inspection of PV Plants. *IEEE Journal of Photovoltaics*, vol. 4, no. 4, pp. 1107-1113,

**Production Characteristics** 2024. Shanghai Aerospace Automobile Electromechanical Co., Ltd, , [https://gbcsolino.cz/wp-content/uploads/2019/09/HT60-15\\_6M-en.pdf](https://gbcsolino.cz/wp-content/uploads/2019/09/HT60-15_6M-en.pdf) [Erişim tarihi: 20.06.2024].

**Snavely N., Seitz S. M., Szeliski R.**, 2007, Modeling the World from Internet Photo Collections, *International Journal of Computer Vision*, 80 (2), pp 189–210.

**Turner, D., Lucier, A., Watson, C.**, 2012, An Automated Technique for Generating Georectified Mosaics from Ultra-High Resolution Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Imagery, Based on Structure from Motion (SfM) Point Clouds. *Remote Sensing*, 4, 1392–1410.

**Zefri Y., Sebari I., Hajji H., Aniba G.**, 2022. Developing a deep learning-based layer-3 solution for thermal infrared large-scale photovoltaic module inspection from orthorectified big UAV imagery data. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 106, 102652

**Weather Spark** 2024. Konya Hava Durumu Geçmiş, <https://tr.weatherspark.com/h/d/97310/2023/2/2/2%C5%9Eubat-2023-Per%C5%9Fembe-tarihinde-inKonya-T%C3%BCrkiye-Ortalama-Hava-Durumu> [Erişim tarihi: 20.06.2024].