



# **GÜNEŞ PANELİ SİSTEMLERİ İÇİN VERİ KAYDEDİCİ TASARIMI**

**Songül ATEŞ**

**2022  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı  
Doç. Dr. Ahmet H. YÜZER**

**GÜNEŞ PANELİ SİSTEMLERİ İÇİN VERİ KAYDEDİCİ TASARIMI**

**Songül ATEŞ**

**T.C.  
Karabük Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı  
Doç. Dr. Ahmet H. YÜZER**

**KARABÜK  
Ağustos 2022**

Songül ATEŞ tarafından hazırlanan “GÜNEŞ PANELİ SİSTEMLERİ İÇİN VERİ KAYDEDİCİ TASARIMI ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Ahmet H. YÜZER

.....

Tez Danışmanı, Elektrik-Elektronik Mühendisliği

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 16/08/2022

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Yılmaz KALKAN (ADÜ)

Çevrimiçi

Üye : Doç. Dr. Ahmet Hayrettin YÜZER (KBÜ)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ediz DELİHASANLAR (KBÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

*“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”*

Songül ATEŞ

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

### **GÜNEŞ PANELİ SİSTEMLERİ İÇİN VERİ KAYDEDİCİ TASARIMI**

**Songül ATEŞ**

**Karabük Üniversitesi**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**

**Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:**

**Doç. Dr. Ahmet H. YÜZER**

**Ağustos 2022, 81 sayfa**

Bu çalışmada, kablosuz haberleşme kullanılarak güneş paneli sıcaklık verilerini kaydeden bir veri kaydedici tasarlanmıştır. STM32 mikrodenetleyici kontrolü ile, güneş paneline yerleştirilen sıcaklık sensöründen elde edilen sıcaklık verileri kablosuz haberleşme aracılığıyla Thingspeak web platformuna aktarılmıştır. Thingspeak platformu aracılığıyla sıcaklık verileri istenilen yerden istenildiği zaman, eş zamanlı olarak izlenebilmekte ve indirilebilmektedir. Elde edilen veriler, panel kalitesini belirleyen performans oranı(PR-Performance Ratio) ve panel gücü hesabında kullanılmıştır. Tasarlanan veri kaydediciden gelen sıcaklık verileri, önceden kullanılan veri kaydediciden gelen sıcaklık verileri ile karşılaştırılmıştır. Sıcaklığın panel üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler :** Güneş paneli sıcaklığı, Veri kaydı, STM32, ESP8266 kablosuz haberleşme, DS18B20 Sıcaklık Sensörü, Thingspeak.

**Bilim Kodu :** 90517

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

### **DATA LOGGER DESIGN FOR SOLAR PANEL SYSTEMS**

**Songül ATEŞ**

**Karabük University**

**Institute of Graduate Programs**

**Department of Electrical-Electronic Engineering**

**Thesis Advisor:**

**Assoc.Prof.Dr. Ahmet H. YÜZER**

**August 2022, 81 pages**

In this study, a data logger was designed to record solar panel temperature data using wireless communication. With the STM32 microcontroller control, the temperature data obtained from the temperature sensor placed on the solar panel was transferred to the Thingspeak web platform via wireless communication. Temperature data can be viewed and downloaded simultaneously from anywhere, anytime through the Thingspeak platform, The obtained data were used in the calculation of the performance ratio (PR-Performance Ratio), which determines the panel quality, and panel power. The temperature data from the designed data logger was compared with the temperature data from the previously used data logger. The effect of temperature on the panel was observed.

**Key Word** : Solar panel temperature, Data logging, STM32, ESP8266 wireless communication, DS18B20 Temperature Sensor, Thingspeak.

**Science Code** : 90517

## TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren sayın hocam Doç. Dr. Ahmet H. YÜZER'e teőekkürlerimi sunarım.

Sevgili aileme ve arkadaşım Ferhat'a her zaman yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

Çalışmada bana güneş paneli ve veri paylaşımı yaparak destek olan GTC SOLAR A.Ő'ye ve Miktat Aktaő hocama teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xii
BÖLÜM 1 .....	1
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2 .....	3
LİTERATÜR TARAMASI.....	3
BÖLÜM 3 .....	11
VERİ KAYDEDİCİ(DATA LOGGER) .....	11
3.1. VERİ KAYDEDİCİLER NERELERDE KULLANILIR?.....	11
3.2. VERİ KAYDEDİCİ ÇEŞİTLERİ .....	12
3.2.1. Sıcaklık Veri Kaydedicileri .....	12
3.2.1.1. Termokupl Veri Kaydedicileri .....	12
3.2.1.2. RTD Veri Kaydedicileri.....	13
3.2.1.3. Termistör Veri Kaydedicileri .....	13
3.2.2. Nem Veri Kaydedicileri.....	14
3.2.3. Gerilim/Akım Veri Kaydedicileri.....	14
3.2.4. Basınç Veri Kaydedicileri.....	15
3.2.5. Kablosuz Veri Kaydedicileri .....	15
3.2.6. USB Veri Kaydedicileri.....	16
3.2.7. Bluetooth Veri Kaydedicileri.....	17



	<b><u>Sayfa</u></b>
BÖLÜM 4 .....	18
GÜNEŞ PİLİ VE GÜNEŞ PANELİ .....	18
4.1. GÜNEŞ PİLİ .....	18
4.2. GÜNEŞ PİLİ ÇALIŞMA PRENSİBİ.....	19
4.3. GÜNEŞ PANELİ .....	19
4.4. GÜNEŞ PANELİ VERİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER .....	20
4.4.1. Işınım Kayıpları .....	20
4.4.2. Gölgeleme Kayıpları.....	21
4.4.3. Karlanma ve Tozlanma Kayıpları.....	21
4.4.4. Yansıma Kayıpları .....	21
4.4.5. İnverter Kayıpları.....	21
4.4.6. Kablo Kayıpları .....	21
4.4.7. Sıcaklık Kayıpları .....	22
BÖLÜM 5 .....	24
KULLANILAN YAZILIM VE DONANIMLAR .....	24
5.1. STM32F446RE(NUCLEO-F446RE) GELİŞTİRME KARTI.....	24
5.1.1. ARM Mimarisi .....	25
5.1.2. Cortex – M Serisi Mikrodenetleyiciler .....	26
5.1.3. STM32CubeIDE Yazılımı .....	27
5.2. ESP8266 WİFİ MODÜLÜ .....	27
5.3. DS18B20 SICAKLIK SENSÖRÜ .....	28
5.4. LCD EKРАН+ I2C KARTI.....	29
5.5. GÜNEŞ PANELİ .....	30
5.6. VERİ KAYDEDİCİ KUTUSU .....	30
5.7. AUTOCAD PROGRAMI .....	31
5.8. DELİKLİ BAKIR PLAKET .....	32
5.9. THINGSPEAK.....	32
BÖLÜM 6 .....	33
PROJENİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ VE DENEYSEL SONUÇLAR .....	33

	<b><u>Sayfa</u></b>
BÖLÜM 7 .....	63
SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	63
KAYNAKLAR .....	66
EK AÇIKLAMALAR A. STM32CUBEIDE KODLARI .....	71
ÖZGEÇMİŞ .....	81

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 3.1. Termokupl veri kaydedici.....	12
Şekil 3.2. RTD veri kaydedici.....	13
Şekil 3.3. Termistör veri kaydedici.....	14
Şekil 3.4. Nem veri kaydedici.....	14
Şekil 3.5. Gerilim/akım veri kaydedici.....	15
Şekil 3.6. Basınç veri kaydedici.....	15
Şekil 3.7. Kablosuz veri kaydedici.....	16
Şekil 3.8. USB veri kaydedici.....	17
Şekil 3.9. Bluetooth veri kaydedici.....	17
Şekil 4.1. Güneş pili.....	18
Şekil 4.2. Güneş hücrenin çalışma ilkesi.....	19
Şekil 4.3. Güneş pili, modülü ve dizisi.....	20
Şekil 5.1. NUCLEO-F446RE geliştirme kartı.....	24
Şekil 5.2. ARM mimarisi ailesi.....	26
Şekil 5.3. ESP8266 Wifi modülü.....	28
Şekil 5.4. DS18B20 sıcaklık sensörü.....	29
Şekil 5.5. LCD Ekran+ I2C Kartı.....	29
Şekil 5.6. Çalışmada kullanılan güneş paneli.....	30
Şekil 5.7. Veri kaydedici kutusu Autocad tasarımı.....	31
Şekil 5.8. Tasarlanan veri kaydedici kutusunun 3D yazıcıdan çıktısı.....	31
Şekil 5.9. Delikli bakır plaket ve üzerine yerleştirilen devre elemanları.....	32
Şekil 6.1. Tasarlanan veri kaydedicinin block diyagramı.....	33
Şekil 6.2. Tasarlanan veri kaydedici ve çalışma durumu.....	34
Şekil 6.3. Tasarlanan veri kaydedici için deney düzeneği.....	34
Şekil 6.4. OMEGA OM-WEB-TEMP sıcaklık veri kaydedicisi ve sensörü.....	35
Şekil 6.5. Stm32CubeIDE kart seçimi çalışma sayfası.....	36
Şekil 6.6. RCC Mod ve Konfigürasyon seçimi.....	37
Şekil 6.7. Pin PA1 GPIO_Output ataması.....	37
Şekil 6.8. Timer Konfigürasyon seçimi.....	38

## **Sayfa**

Şekil 6.9. I2C1 Konfigürasyon ayarı. ....	39
Şekil 6.10. USART1 Konfigürasyon seçimi. ....	39
Şekil 6.11. Saat konfigürasyon seçimi. ....	40
Şekil 6.12. LCD -I2C ve ESP8266 sensörü için projeye eklenen kütüphaneler. ....	41
Şekil 6.13. Thingsepak platformu channel alanı. ....	42
Şekil 6.14. Thingspeak platformundan alınan API Key değeri. ....	44
Şekil 6.15. Sıcaklık değerlerinin grafiksel hali. ....	44
Şekil 6.16. Veri kaydedici düzeneğinin panele montajlanması. ....	45
Şekil 6.17. Tasarlanan veri kaydediciden elde edilen sıcaklık değerleri. ....	46
Şekil 6.18. OMEGA adlı diğer veri kaydediciden gelen sıcaklık verileri. ....	47
Şekil 6.19 Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması. .....	49
Şekil 6.20. Tasarlanan kaydediciden 2. ölçüme göre elde edilen sıcaklık değerleri..	49
Şekil 6.21. OMEGA adlı kaydediciden 2. ölçüme göre elde edilen sıcaklık değerleri. .....	51
Şekil 6.22. Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması. .....	52
Şekil 6.23. Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması. .....	55
Şekil 6.24. Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması. .....	57
Şekil 6.25. Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması. .....	60
Şekil 6.26. Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması. .....	62

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

$P_{m,STC}$  : Standart test koşullarındaki panel gücü

$\mu_p$  : Sıcaklık katsayısı

$T_c$  : Panelin hücre sıcaklığı

$P_{out}$  : Sıcaklığa bağlı panel gücü

## **KISALTMALAR**

- PV : PhotoVoltaik (Fotovoltaik)  
STC : Standart Test Conditions (Standart Test Koşulları)  
GES : Güneş Enerji Santrali  
DC : Direct Current(Doğru Akım)  
ARM : Advanced RISC Machines  
SD : Secure Digital  
EEPROM : Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory  
FAT : File Allocation Table  
PC : Personal Computer  
USB : Universal Serial Bus  
SPI : Serial Peripheral Interface  
UART : Universal Asynchronous Receiver-Transmitter  
ADC : Analog-Dijital Dönüştürücü  
GSM : Global System for Mobile Communications  
SPSS : Statistical Package for the Social Sciences  
AC : Alternative Current(Alternatif Akım)  
RTC : Real Time Clock  
RTD : Resistance Temperature Detector  
PR : Performance Ratio(Performans Oranı)  
GES : Güneş Enerji Santralleri  
ABS : Akrilonitril Butadien Stiren  
GND : Ground  
MQTT : Message Queuing Telemetry Transport  
HTTP : Hyper Text Transfer Protokol  
RCC : Reset-Clock Control  
Poa : Plane Of Array

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Günümüzde nüfus artışı ve sanayileşme oranı ile birlikte elektrik enerjisine olan talep her geçen gün artmaktadır. Özellikle artmakta olan enerji talebinin büyük ölçüde kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil yakıtlardan karşılanıyor olmasının sonuçları olarak ortaya çıkan küresel ısınma ve çevre kirliliği sorunları ile fosil yakıtların uzak olmayan bir gelecekte tükeneceği öngörüsü çevreye zararı olmayan ve tükenmez enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynaklarına duyulan gereksinimi ortaya çıkarmıştır. Güneş enerjisinin temiz, tükenmez ve kullanımının kolay olması onu diğer yenilenebilir enerji kaynakları arasında daha elverişli hale getirmektedir[1].

Bir güneş paneli içerisindeki, güneş hücresi, PV(Photovoltaic) sistemlerde güneş ışığını doğrudan doğruya DC(Direct Current) gerilime dönüştüren en küçük birimdir. Güneş hücreleri seri ve/veya paralel bağlanarak PV modülü oluştururlar[2]. PV panelin verimliliği yapısındaki yarı iletken malzemeye bağlı olarak genellikle %5 ile %20 arasındadır ancak gelişen teknolojiyle birlikte panel verimi %20 'nin üzerine çıkmaktadır[2,3]. Düşük verimliliğe sahip PV panellerin verimine etki eden birçok etken yer almaktadır. Bunlar; panel eğim açısı, gölgelenme, tozlanma, güneş ışınım şiddeti, sıcaklık ve diğer kayıplardır. Bu etkenler arasında güneş ışınım şiddeti ve sıcaklık panel verimine etki eden en önemli iki çevresel parametredir. PV panel üreticileri kataloglarında, laboratuvar ortamlarında gerçekleştirdikleri testler sonucu Standart Test Koşulları (STC) olarak adlandırılan 1000 W/m<sup>2</sup> güneş ışınım şiddeti, 25 °C hücre sıcaklığı şartlarındaki panelin elektriksel değerlerini vermektedirler. STC dışındaki değişimlerde PV panelin elektriksel değerleri bilinmemektedir. Değişen atmosferik şartlarda da PV panelin elektriksel değerlerinin bilinmesi gereklidir. Güneş ışınım şiddeti veya sıcaklık gibi atmosferik şartlar göz önünde bulundurularak hesaplamaların yapılması daha doğru sonuçlar verecektir[3].

Hesaplamaların yapılması için panel sıcaklığı veya panele düşen ışınım şiddeti verileri gereklidir. Bunun için data loggerlar yani veri kaydediciler kullanılmaktadır. Veri kaydediciler, farklı parametrelerin ölçüm değerlerini toplamak için kullanılan cihazlardır. Veri kaydedicinin önemi endüstriyel ve bilimsel çalışmalarda çok geniştir. Uzun süre bilgi saklama kabiliyeti nedeniyle, genellikle elektriksel parametreler ve meteorolojik parametrelerle ilgili bir sistemin verilerini toplamak için kullanılır[4]. PV sistem alanında da parametrelerin bilgisayar veya mobil üzerinden izlenmesinde belirgin bir şekilde kullanılmıştır. PV sistemi için çok faydalıdır çünkü bir kullanıcı tarafından tam olarak denetlenmeden çeşitli verileri uzun bir süre boyunca saklama yeteneğine sahiptir [5].

Genellikle panel yüzeyinin sıcaklığını ölçmek için kullanılan sıcaklık sensörü, PV panelin altına yerleştirilir ve güneş paneli sıcaklığı verilerini alır. Güneş paneline yerleştirilen sensörler veri kaydediciye bağlanarak veri kaydı ve takibi yapılmaktadır. Sonrasında elde edilen veriler güneş paneli performans oranı hesabında veya panel çıkış gücü hesabında kullanılabilir. Bölüm 6'da okuyucuya betimlenmesi adına çalışmanın akış şeması bulunmaktadır.



## BÖLÜM 2

### LİTERATÜR TARAMASI

Çiçekdeş tarafından yapılan çalışmada, ARM tabanlı STR7 mikrodenetleyici kullanılarak, çok kanallı sensör desteği ve gerçek zamanlı veri gözleme özelliği ile birlikte verileri SD hafıza kartına depolayan pil beslemeli, kablosuz bir veri kaydedicisi tasarlanmıştır. Veri kaydedicilerin büyük çoğunluğu, verileri kaydetmek için EEPROM kullanır. Kaydedilen verileri almak için bilgisayarın olduğu yere götürülmeleri ve özel programlar aracılığıyla hafızalarının okunması gerekir. Tasarlanan veri kaydedicisi EEPROM yerine üzerinde FAT dosya sistemi olan SD hafıza kartı kullandığı için kaydedilen verileri elde etmede özel programlara ihtiyaç duymaz. Sıradan veri kaydedicileri bir veya iki sensörü desteklerken, çalışmadaki veri kaydedicisi, beş farklı sensörü; sıcaklık, nem, ışık şiddeti, basınç ve ivme sensörlerini desteklemektedir. Birçok veri kaydedicisi, gerçek zamanlı veri takibi için bir bilgisayara ihtiyaç duyarken bu taşınabilir cihaz verilerin gerçek zamanlı görüntülenmesini sağlar. Bu veri kaydedici projesinde veri depolama birimi olarak SD kart kullanılmaktadır. Bu seçim, büyük depolama kapasitesi (4 GB'a kadar) ve FAT dosya sistemi desteğinin yanı sıra kolay değiştirilebilme özelliği gibi bazı avantajlar sağlar. Veri kaydedici, gerçek zamanlı sensör bilgilerini uzak noktadaki cihaza göndermek için Xbee Pro kablosuz bir alıcı-verici modülüne sahiptir [4].

Güzel tarafından yapılan çalışmada, soğuk zincir uygulamaları için USB arayüzlü sıcaklık veri kayıt cihazı tasarımı gerçekleştirilmiştir. Taşıma işlemi yapılan ürünlerin cinsine ve kimyasal yapısına göre sıcaklık ve nem değerlerinin belirli bir aralıkta olması oldukça önemli olan soğuk zincir lojistiğinde istenmeyen durumların belgelenmesi için tasarım gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık ve nem değerlerinin belirli bir değerin altında veya üzerinde olması ürünlerde taşıma esnasında istenmeyen zararlı maddelerin üremesine ve istenmeyen sonuçların oluşmasına neden olabilmektedir [6].

Sistemde minimum düzeyde enerji harcanması için en uygun mikrodenetleyici olan STM32 seçilmiş, böylece enerjinin etkin bir şekilde kullanılması sağlanmıştır. Sıcaklık değer aralığı -30 °C ile 70 °C arasındadır. Kayıt altına alınan veriler kullanılan arayüz ile bilgisayara Excel formatında aktarılması sağlanmıştır. Qt programı ile bilgisayar arayüz tasarımı gerçekleştirilmiştir. Soğuk zincir için tasarımı yapılan sistemden alınan veriler ayrı bir sıcaklık ve nem kayıt cihazıyla karşılaştırılmış, sensörlerin birbirleriyle aynı değer okuduğu görülmüştür [6].

Sehgal vd. tarafından yapılan çalışmada, sıcaklık değişimlerini kontrol etmek ve günlüğe kaydetmek için veri kaydedici geliştirilmiştir. Algılanan sıcaklık değerleri, LCD ekranda görüntülenir ve Kızılötesi/Bluetooth aracılığıyla bir PC iletişim portuna kablosuz olarak iletilir. Kızılötesi/Bluetooth bağlantı özelliklerine sahip bir mobil sıcaklık veri kaydedici, taşınabilirlik ve kablosuz veri aktarımının kaçınılmaz olduğu uygulamalar için tasarlanmıştır. Bu sistem de LM35 sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Klimalar, mikrodalga fırınlar, otomobiller vb. gibi sıcaklık bazlı cihazlarda kullanılabilir. Sıcaklığın hayati rol oynadığı bazı biyolojik süreçleri, sıcaklığı sürekli izleyerek kontrol etmek için kullanılabilir [7].

Singh ve Thakur yaptıkları çalışmada iki PV güneş panelinin gerilim, akım, güç ve enerjisini izlemek ve kaydetmek için ekonomik ve uygulanabilir bir çözüm sağlayan iki kanallı veri kaydedicinin tasarımından ve geliştirilmesinden bahsetmektedir. Arduino UNO tabanlı veri kaydedici tasarımı USB ve Bluetooth tabanlı veri kaydediciye dayalıdır ve verilerin SD kart, USB portu veya Bluetooth üzerinden bilgisayara aktarılmasını kolaylaştırmıştır. Önerilen veri kaydedicinin tasarımı basit ve ekonomiktir. Çalışmada Arduino UNO modülü, DS3231 gerçek zaman saati, Nokia 5110 LCD, HC-05 Bluetooth modülü ve SD kart modülü kullanılmıştır. PV güneş panelinin gerçek zamanlı elektriksel parametreleri kablosuz olarak Bluetooth özellikli android telefona aktarılabilir. Açık kaynaklı Blue terminal android uygulaması ile android telefondaki verilerin görüntülenmesi ve saklanması sağlanmıştır [8].

Cebeci tarafından yapılan çalışmada, düşük maliyetli veri kaydedici özellikli osiloskop tasarımı gerçekleştirilmiştir[9].

Çalışmada veri toplama düzeneği ile girişten verilen bir sinyalin frekansı ve periyodu kullanıcı ara yüzü programı ile ölçülmüş, temel düzeyde osiloskop özelliklerine uygun ölçümler yapılmıştır. Sistemde STM32F407 mikro denetleyicisi kullanılmaktadır. Mikro denetleyici yazılımı MicroC, bilgisayar ara yüzü ise Visual Studio .Net C# ile geliştirilmiştir. İstenildiğinde yapılan ölçümler Data logger özelliği ile veri tabanına kaydedilebilmektedir. Tasarlanan düzeneğin PC tabanlı ve taşınabilir olması osiloskopa oranla büyük avantaj sağlamaktadır. PC tabanlı bir asgari PicoScope ve osiloskop özelliklerini sağlayan, data logger özelliği olan düzenek geliştirilmiştir. Kaydedilen verilerin hangi tarih ve saatte ölçüldüğü gözlemlenebilmektedir [9].

Kelebekler tarafından yapılan çalışmada, meteorolojik verilerin takibi, hava veya alternatif enerji sistemleri tahmin algoritmalarında kullanılmak üzere meteorolojik verilerin toplanması amaçlarıyla çatıya kurulan hava istasyonu ele alınmıştır. Kurulan hava istasyonu ile bölgenin sıcaklık, nem verileri, ışımaya, rüzgar hızı ve rüzgar yönü Arduino Due mikrodenetleyici ile toplanarak SD hafıza modülüne kayıt edilmiştir. Sensörlerden elde edilen veriler Arduino Due mikrodenetleyici tarafından toplanmakta ve ESP8266 WiFi modül üzerinden ThingSpeak ortamına aktarılmaktadır [10].

Benghanem çalışmasında, bölgesel veri toplamak ve internet bağlantısı mevcut olan herhangi bir bilgisayara bu verileri aktarmak için meteorolojik veri ölçüm sensörleri kullanan düşük maliyetli, hava durumu veri toplama sistemi geliştirmiştir. Oluşturulan bu veri toplama sistemi verileri depolamakta ve işlemekte, bir kablosuz arabirim kullanarak uzak bir sunucuya aktarmaktadır. Sistem üzerinde güneş radyasyonu için Kipp&Zonen piranometre, hava sıcaklığı için LM335 sıcaklık sensörü, bağıl nem için Humirel HS1101 kapasitif nem sensörü, basınç için Motorola MPX5100A basınç sensörü, rüzgar hızı için Vector Instrument A100R ve rüzgar yönü için Vector Instrument W200P gibi bir dizi sensör kullanılmış ve meteorolojik veriler ölçülmüştür. Sensörlerden gelen sinyaller PIC 16F877 mikrodenetleyici ve bir kablosuz ünite kullanılarak PCI veri yolu üzerinden bir bilgisayara aktarılmıştır. Oluşturulan sistem ile toplanan veriler LabVIEW yazılımı kullanılarak oluşturulan bir arayüz yardımıyla işlenerek PC ekranında görüntülenmekte ve kaydedilmektedir [11].

Tripathi vd. tarafından yapılan çalışmada güneş ışınım yoğunluğunun ölçümü için düşük maliyetli bir cihaz tasarlanmıştır. Veri kaydedici kişisel bir bilgisayarla arayüz oluşturur, onu etkinleştirmek, toplanan verileri görüntülemek ve analiz etmek için bir yazılım kullanır. Veri kaydedici ile güneş yoğunluğu, hava sıcaklığı ve bağıl nem gibi izlenen çevresel koşulların kapsamlı ve doğru bir senaryosuna izin verir. Fotovoltaik hücre aracılığıyla kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı verileri ölçülür ve çeşitli kullanımlar için bir hafıza kartında saklanabilir. Dijital sensör ve bilgisayarın doğrudan birbirine bağlanmasını sağlayan I2C, SPI veya UART gibi dijital arayüzler, internet üzerinden gerçek zamanlı olarak ölçümleri, proses verilerini, çizim çizelgelerini ve diyagramları göstermek için konfigürasyon sağlar [12].

Okwudibe ve Akinloye tarafından yapılan çalışmada, sıcaklık veri kaydedicisinin tasarımından ve simülasyonundan bahsedilmektedir. Sıcaklık, çevreden gelen çok çeşitli uyarılara maruz kalması nedeniyle sürekli değişen bir parametredir. Çalışma mikrodenetleyicinin ADC, LCD, MEMORY vb. ile arayüz oluşturulması çeşitli yazılım modülleri kullanılarak yapılmıştır. Kontrol programı Assembly dilinde yazılmıştır. Kullanılan sıcaklık sensörü LM35'tir. Bu sensör, maliyet etkinliği nedeniyle seçilmiştir. Simülasyon sonucu Proteus ortamından elde edilmiştir [13].

Üçgün vd. tarafından yapılan çalışmada, bir hava durumu izleme sistemi gerçekleştirilmiştir. Sistem IoT tabanlı ve düşük maliyetlidir. Sistemde Raspberry Pi 3 kartı, yağmur, nem, sıcaklık, basınç, rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü sensörleri kullanılmış ve bu sensörlerden alınan veriler işlenerek hava durumu ile ilgili değerler elde edilmiştir. Python ve php programlama dilleri ve mysql veri tabanı kullanılmıştır. Sensörlerden alınan analog ve dijital veriler Raspberry Pi kartında işlenmekte ve işlenen veriler üzerinden hava durumu ile ilgili bilgiler çıkartılmaktadır. Sensörlerden elde edilen veriler veri tabanına kaydedilmektedir. Veri tabanındaki bilgilerin kullanılmasıyla web arayüzü üzerinden hava durumu ile ilgili bilgilere erişim sağlanmakta verilerin izlenmesi ve ortam verileri değerlerinin grafiksel olarak gösterilmesi sağlanmaktadır. Sistem; taşınabilir, ekonomik, küçük boyutlu ve kullanımı kolay olarak tasarlanmıştır [14].

Katyal vd. tarafından yapılan çalışmada, Arduino tabanlı web üzerinden canlı hava durumu sonuçlarını gösterebilen düşük maliyetli bir hava istasyonu geliştirilmiştir. İstasyon ile sıcaklık, nem, ışık şiddeti, basınç, yağmur verileri ölçülmektedir. Düşük güçte çalışma özelliğine sahiptir. Cihaz, arduino mikrodenetleyicide bulunan farklı pinlerdeki çeşitli sensörlerden veriler alarak çalışır. Sıcaklık ve nem verilerini almak için DHT11 sıcaklık sensörünü kullanılmıştır. Bir ortamdaki basınç okumalarını almak için BMP185 basınç sensörü modülü de eklenmiştir. Toprakta ne kadar nem olduğunu tespit eden nem sensörü kullanılmıştır. Sistemin diğer kısmı kablosuz bağlantıdır. Yerel internet bağlantısı sağlayıcılarına bağlanmak için arduino üzerine bir cc3000 wifi shield eklenmiştir. Görevi, verileri kendisine bağlı bir web sitesine iletmek ve verileri her dakika sitede görselleştirmektir. Bu çalışmada veriler Thingspeak adındaki web platformunda Bu platformu kullanarak veriler analiz edilebilir ve görselleştirebilir [15].

Hosamani vd. tarafından yapılan çalışmada, sayısallaştırılmış değerlerin kablosuz aktarımı ve hava durumu sisteminin analizi ile mobil hava durumu veri kaydedicisi sunulmaktadır. Hava durumu verilerini toplamak için SD Card kullanılır. PIC (PIC16F877) denetleyicisi, sıcaklık, basınç, nem vb. gibi fiziksel büyüklükleri algılamak ve ölçmek için dahil edilmiştir. SD karttan toplanan hava durumu bilgilerinin analizi, MS Excel kullanılarak grafiksel olarak sunulmuştur [16].

Başer tarafından yapılan çalışmada, STM32 ve ESP8266 kullanılarak ThingSpeak üzerinde gerçek zamanlı sıcaklık verisi gösterimi yapılmıştır. STM32F103C8 (BluePill) kullanılarak ESP8266 kablosuz haberleşme modülü aracılığıyla DHT11 sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık verisi ThingSpeak üzerinde gösterilmiştir [17].

Yeşilbağ tarafından yapılan çalışmada Arduino uno ve ESP8266 kullanarak ThingSpeak üzerinde gerçek zamanlı sıcaklık verisi gösterimi yapılmıştır. Arduino Uno kullanılarak ESP8266 kablosuz haberleşme modülü aracılığıyla LM35 sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık verisi ThingSpeak üzerinde gösterilmiştir [18].

Gautam ve Saksena tarafından yapılan çalışmada , kablosuz veri kaydedici, verileri bir sunucuya ileterek yerel sıcaklıktaki değişiklikleri algılar ve izler [19].

Alınan sıcaklık, atanan sunucuda ve aynı anda bilgisayarda ve LCD ekranda görüntülenmektedir. LM35 sıcaklık sensörü kullanılmıştır. RS232 haberleşme standardı kullanılmıştır [19].

Kumar vd. tarafından yapılan çalışmada, hava parametrelerinin izlenmesine yardımcı olacak bir hava istasyonu geliştirilmiştir. Sistem ortamdaki sıcaklık, nem, yağmur damlası, karbon monoksit, duman, LPG, barometrik basınç, yükseklik vb. algılamak için sensörler içerir. Sensörlerden gelen bilgiler Arduino tarafından toplanır. Arduino sensör bilgilerini LCD ekrana gönderir. Ayrıca cihaz, bir GSM modülü yardımıyla kullanıcıya hava durumu bilgilerini içeren bir SMS gönderir. Projenin sonunda sonuçlar, ulusal hava durumu verileri ile gerçek okuma arasında karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre sıcaklık için %1, nem %5 ve basınç için sapma değeri %8'dir. Önerilen sistem taşınabilir bir sistem olduğundan her yere kolaylıkla taşınabilir. Kurulumu kolaydır ve aynı zamanda uygun maliyetlidir. Bu istasyonu çalıştırmak için güneş enerjisi kullanıldı, böylece şebeke dışı alanda kullanılabilir. Bir GSM modülü, kullanıcının verileri SMS ile almasına yardımcı olmaktadır [20].

Devaraju vd. tarafından yapılan çalışmada, PIC16F887 mikro denetleyici kullanarak ekonomik, kablosuz ve taşınabilir hava izleme istasyonu tasarımı gerçekleştirilmiştir. Uygulanan hava izleme istasyonu, bağıl nem, atmosferik basınç, yağış, güneş radyasyonu, rüzgar hızı, rüzgar yönü, yüzey ve ortam sıcaklığı gibi hava değişkenlerini ölçmek için sensörlerle donatılmıştır. Ayrıca, tasarlanan hava izleme istasyonu, gerçek zamanlı hava durumu ölçümlerinin baz istasyonuna hem kablolu (RS seri) hem de kablosuz (Xbee Pro modülleri) üzerinden sorunsuz bir şekilde iletişimini sağlayan Modbus iletişim protokolü gibi özellikler de içerir. Hava durumu izleme istasyonundan alınan veriler kaydedilir ve alınan hava durumu verilerinin her yerde paylaşılmasını sağlamak için çevrimiçi MYSQL veri sunucusuna yüklenir [21].

Karafil vd. tarafından yapılan çalışmada PV panele ait katalog verilerinden faydalanılarak panelin eşdeğer devresi PSIM ve MATLAB programlarında modellenerek güneş ışınım ve sıcaklık değişimlerinin PV panel gücü üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir [22].

Simülasyon sonuçlarına göre güneş ışınım değerinin artması güneş paneli akımını arttırırken panel gerilimini ise çok az miktarda arttırmaktadır ve panel gücü de ışınım ile beraber artmaktadır. Güneş panel sıcaklığının artması ise panel akımını çok az miktarda arttırırken panel gerilimini orantılı bir şekilde düşürmektedir. Gerilimdeki düşme oranı, akımdaki artış oranına göre daha fazla olduğundan bu duruma bağlı olarak panel gücü de düşmektedir [22].

Adak vd. Tarafından yapılan çalışmada PV güneş sisteminin çıkış gücünün güneş ışınımına ve sıcaklık değerlerine bağlı değişimi incelenmiştir. Şebekeden bağımsız fotovoltaiik sistemin, Matlab programı kullanılarak modellenmesi ve çalışması gerçekleştirilmiştir . Farklı ışınım ve sıcaklık değerleri için PV sisteminin çıkış gücü incelenmiştir. Fotovoltaiik sistemin çıkış gücünün analitik ifadesi, SPSS istatistik programı kullanılarak bulunmuştur. Güneş panelinde gölgelenmeler, güneş ışınlarının geliş açılarının durumu, kirlenme ile ortam sıcaklığının çok sıcak veya çok soğuk olması sistemin verimine etki eder. Güneş panelinde bulunan hücrelerin sıcaklığa bağlı ısınması sonucunda akım değeri artar ancak gerilim değeri azalır. Gerilim değerindeki azalma daha fazla olduğundan güneş hücresinin çıkış gücünde azalma oluşur. Güneş paneli yüzeyindeki gölgelenme sistemin veriminin düşmesine neden olur. Panel sıcaklığı arttıkça panel gücü azalır [23].

Köse tarafından hazırlanan çalışmada, PV panellerin sıcaklığa bağlı güç ve enerji üretim verimliliği değişimleri gözlemlenmiştir. Buna göre farklı sıcaklık değerlerine göre panel verimliliği ve gücü hesaplanmış, düşük sıcaklıklar PV panellerinin verimliliği için herhangi bir problem oluşturmazken, yüksek sıcaklıklar panel çıkış gücünü olumsuz yönde etkilediğini gözlemiştir [24].

Boztepe tarafından hazırlanan çalışmada, bir fotovoltaiik sistemin performansını ve ürettiği enerjiyi etkileyen parametreler incelenmiştir, parametrelerin sisteme etkileri gösterilmeye çalışılmış, sistem performansını yüksek tutmak için nasıl bir tasarım yapılması gerektiği belirtilmiştir. Güneş panellerini ışınım kazancı yüksek olacak şekilde yerleştirmek, panel-evirici uyumuna dikkat etmek, yüksek verimli güneş paneli ve evirici kullanılması ve gölgelemeden kaçınılması gerektiğini belirtmiştir [3].

Amelia tarafından hazırlanan çalışmada, Malezya'da çalışma sıcaklığının monokristal PV panel üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Seçilen bir PV panel modeli, çıkış performansını değerlendirmek için PVsyst yazılımı kullanılarak simüle edilmiştir. PROVA 200 adlı cihaz, panelin tüm elektriksel verilerini ölçmek ve kaydetmek için kullanılmıştır. PV panel sıcaklıklarının, termal görüntüleme ile termal dağılım analizi yapılmıştır. Simülasyon sonuçlarına göre, çalışma sıcaklığının artması ile güneş panelinin çıkış gücünün azaldığı gözlemlenmiştir. PV panelin gün içindeki ortalama sıcaklığını ölçmek için PV panelin arka yüzeyine dört adet LM35 sıcaklık sensörü takılmıştır. Ayrıca, PV panelin yüzey sıcaklığını gözlemlemek için FLIR termal kamera kullanılarak ön taraftaki PV paneldeki sıcaklık dağılımı yakalanmıştır. PV panel sıcaklığı 65 °C iken verim %12,27 ile en kötü durumda bulunmuştur. PV panel sıcaklıkları sırasıyla 55 °C, 45 °C ve 35 °C olduğunda verimin %13,08, %13,88 ve %14,66 olduğu gözlemlenmiştir [25].



## BÖLÜM 3

### VERİ KAYDEDİCİ(DATA LOGGER)

Veri kaydediciler(data loggerlar) belirli bir süre boyunca, belirli aralıklarla veri kaydı için kullanılan elektronik cihazlardır [5]. Sıcaklık, basınç, yağış miktarı, nem, darbe, ışık miktarı, karbondioksit, rüzgâr hızı-yönü, pH, ışık şiddeti, AC-DC gerilim, akım, sayıcı, titreşim, su seviyesi vb. sensörlerle ölçülen analog veriler dijital verilere dönüştürülerek veri kaydediciye eş zamanlı olarak kaydedilir [4,5].

Genel olarak veri kaydediciler taşınabilir küçüklükte dirler. Giriş kanalları mikro denetleyiciye bağlı olarak bir veya daha fazla iletişim protokolüne ve veri depolama özelliğine sahiptirler. Kayıt altına alınan veriler gerçek zaman saatine bağlı kalınarak kaydedilir[4]. Veri kaydediciler çoğunlukla pil ile çalışırlar, bu nedenle daha uzun süre kullanımlar için güç tüketimleri olabildiğince optimize edilmelidir[4, 26].

#### 3.1. VERİ KAYDEDİCİLER NERELERDE KULLANILIR?

Veri kaydediciler geniş uygulama alanı olan cihazlardır. Veriye ihtiyaç duyulan yere ve pil gücünün uygunluğuna bağlı olarak tercih edilebilir. Örneğin, sıcaklık değişimlerini gözlemlemek için sıcaklık veri kaydedici cihazları kullanılırken, medikal sektöründe, nem de sıcaklık gibi önemli olduğundan dolayı, bu sektörde sıcaklık-nem data logger cihazları kullanılmaktadır. İlaç depoları, laboratuvar ortamları, hastaneler, soğuk hava depoları, endüstriyel ortamlar, gıda depoları, toprak nem ölçümleri, pH, iletkenlik, su derinliği, akış, kar- çığ izleme, baraj taşkın izleme, meteoroloji, araç testi, yaban hayatı araştırması, yol trafiği sayımı uygulamaları gibi kullanım alanları mevcuttur [5,26].

## 3.2. VERİ KAYDEDİCİ ÇEŞİTLERİ

### 3.2.1. Sıcaklık Veri Kaydedicileri

Sıcaklık veri kaydedicileri, sıcaklık ile ilgili veri kaydı gerekli her alanda kullanılırlar[27]. Bu tür veri kaydediciler genellikle soğuk tedarik zinciri endüstrilerindeki gönderileri izlemek ve ayrıca çeşitli saha koşullarından sıcaklık verileri toplamak için kullanılır [28]. En yaygın sıcaklık veri kaydedici türleri aşağıdaki gibidir.

#### 3.2.1.1. Termokupl Veri Kaydedicileri

Termokupl veri kaydedicileri, en yaygın sıcaklık ölçüm sensörleri olan termokupl sensörleri ile kullanılmak üzere tasarlanmış basit ve düşük maliyetli cihazlardır. Daha yüksek sıcaklık ölçüm doğruluğuna gereksinim olması durumunda, RTD(Resistance Temperature Detector) veya termistör veri kaydedicileri tercih edilir. Kablosuz, USB ve wireless ile veri iletimi sağlayan türleri vardır. Ana dezavantajları, doğruluklarının diğer sıcaklık sensörlerine göre daha az olmasıdır [27]. Şekil 3.1’de termokupl veri kaydedici örneği gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Termokupl veri kaydedici [27].

### 3.2.1.2. RTD Veri Kaydedicileri

RTD veri kaydedicileri, direnç sıcaklık dedektörü sensörleriyle kullanım için uygundur. Bu sensörler, termokupllara göre gelişmiş sıcaklık ölçüm doğruluğu sağlar ancak daha dar bir sıcaklık ölçüm aralığına sahiptir [27].

RTD veri kaydedici, sıcaklık göstergesi sağlayan bir sensördür. Çoğu, platin, nikel veya bakırdan yapılmış bir uzunlukta telden oluşur. RTD veri kaydedicileri hassas bir ekipman parçasıdır ve genellikle problarla korunur. USB, WiFi, Ethernet ve seri haberleşme seçenekleri mevcuttur [27]. Şekil 3.2’de RTD veri kaydedici örneği verilmiştir.



Şekil 3.2. RTD veri kaydedici [27].

### 3.2.1.3. Termistör Veri Kaydedicileri

Termistör direncinin ölçülmesi ve herhangi bir uygulama için bir sıcaklık değerine dönüştürülmesi prensibine göre çalışır. Termistörler, veri kaydedicinin uyum sağlayabileceği sıcaklığa karşı belirli bir direnç karakteristiğine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Termistör sensörleri, termokupllardan veya RTD'lerden daha hassastır. RTD'ler gibi, bir termistörün direnci sıcaklıkla değişir, ancak derece başına değişim miktarı bir RTD'den daha büyüktür. Termistörler, yüksek doğrulukta ölçüm gerektiren uygulamalar için uygundur. USB, WiFi, Ethernet ve seri haberleşme seçenekleri mevcuttur [27]. Şekil 3.3’te termistör veri kaydedici örneği verilmiştir.



Şekil 3.3. Termistör veri kaydedici [27].

### 3.2.2. Nem Veri Kaydedicileri

Sıcaklık veri kaydedicileriyle birlikte, nem veri kaydedicileri genellikle kalibrasyon odaları, depolar, seralar, çatı katları, bodrumlar ve evler gibi sıcaklığa duyarlı ortamlarda kullanılır[28]. Bu tür veri kaydediciler, çevresel nem seviyelerini ölçmek ve anormallikler durumunda gerçek zamanlı uyarılar sağlamak için yerleşik sensörlere sahiptir. Veri kaydedici üretimine bağlı olarak USB, WiFi, Ethernet ve seri haberleşme çeşitleri mevcuttur [27]. Şekil 3.4'te nem veri kaydedici örneği verilmiştir.



Şekil 3.4. Nem veri kaydedici [27].

### 3.2.3. Gerilim/Akım Veri Kaydedicileri

Voltaj-akım veri kaydedici ile hem AC/DC voltaj hem de akım sinyalleri kaydedilebilir. Konut, ticari ve endüstriyel ihtiyaçlar için kullanılabilirler. Gerilim ve akım veri kaydedicilerinin tek ve üç fazlı, tek ve çok kanallı, karışık girişli modelleri mevcuttur. USB, WiFi, Bluetooth bağlantı seçenekleri bulunmaktadır [27].

Şekil 3.5'te Gerilim/akım veri kaydedici örneği verilmiştir.



Şekil 3.5. Gerilim/akım veri kaydedici [27].

### 3.2.4. Basınç Veri Kaydedicileri

Basınç veri kaydedicileri, gazların veya sıvıların basıncını ölçmek için çeşitli ayarlarda kullanılırlar. Gaz akışı, su seviyeleri, yükseklik ve hız gibi değişkenler için de kullanılabilirler. Ortamın doğası gereği, basınç veri kaydedicileri genellikle zorlu ve su altı koşullarına dayanacak şekilde tasarlanmıştır [27]. Şekil 3.6'da basınç veri kaydedici örneği verilmiştir.



Şekil 3.6. Basınç veri kaydedici [27].

### 3.2.5. Kablosuz Veri Kaydedicileri

Kablosuz veri kaydediciler, gerçek zamanlı verilerin toplanmasında zorlukların olduğu uygulamalar için kullanışlıdır. WiFi veri kaydedicileri, standart 802.11 kablosuz ağ ara birimini kullanarak verilere uzaktan erişimin uygun bir yolunu sağlar. Mevcut ağla bir WiFi bağlantısı kullanılarak, LAN kablo maliyeti ortadan kaldırılabılır. Verileri internet üzerinden izleme, analiz ve alarm için bulut tabanlı bir sunucuya aktarabilirler [27].

Kablosuz veri kaydedicileri kabloları uzak ölçüm noktalarından merkezi bir konuma getirmenin zorluğunu ve maliyetini ortadan kaldırırlar. Kablolu sensörlerin kullanımını engelleyen hareketli bir nesne üzerindeki noktalarda ölçüm yapabilirler. Hareket halindeyken bir araçtan veri toplayabilirler. Erişilmesi zor olan veya düzenli internet bağlantısı sunmayan bir siteden veri toplanmasına izin verirler. Kablosuz veri kaydediciler, voltaj, akım, sıcaklık ve nem gibi yaygın ölçüm türleri için özel modeller ve ayrıca çok çeşitli sinyal veya sensör türleri için kolayca yapılandırılabilen evrensel giriş veri kaydedicileri içerir. Kablosuz veri kaydedicilerin, WiFi, Bluetooth, gibi farklı kablosuz iletişim arayüzleriyle mevcuttur [27]. Şekil 3.7’de kablosuz veri kaydedici örneği verilmiştir.



Şekil 3.7. Kablosuz veri kaydedici[27].

### 3.2.6. USB Veri Kaydedicileri

Yapılandırma ve veri indirme için standart bir USB arabirimine sahip veri kaydediciler. USB veri kaydediciler, basit, küçük ve yeniden kullanılabilir, en düşük maliyetli veri kaydedici seçenekleridir. Kaydedilen veriler, kaydedici bir USB bağlantı noktasına takılarak bir bilgisayara aktarılır. Sıcaklık, nem, voltaj veya akım dahil olmak üzere ölçüm türü için oldukça çeşitli seçenekler, yerleşik ekranlı modeller ve ekstra yazılım gerektirmeyen PDF indirmeleri dahil olmak üzere farklı veri alma seçenekleri vardır [27]. Şekil 3.8’de USB veri kaydedici örneği verilmiştir.



Şekil 3.8. USB veri kaydedici [27].

### 3.2.7. Bluetooth Veri Kaydedicileri

Standart, kısa menzilli kablosuz bağlantılar aracılığıyla verilere kolay erişim sağlar. Akıllı telefon veya tablet kullanılabilir. Ayarları hızlı ve kolay bir şekilde yapılandırılır, koşullar gerçek zamanlı olarak izlenebilir ve fiziksel bir bağlantı olmadan analiz ve raporlama için veri kaydediciden veri indirilebilir. Bluetooth veri kaydedicileri, basit kablosuz bağlantı sağlar. Bu kaydediciler, 30-50 metre aralığındaki herhangi bir sayıda ölçüm parametresini ölçebilir ve bir bilgisayara veya mobil cihaza iletebilir. Yaygın tipler arasında sıcaklık, nem, voltaj, akım ve daha fazlası bulunur [27]. Şekil 3.9'da Bluetooth veri kaydedici örneği verilmiştir.



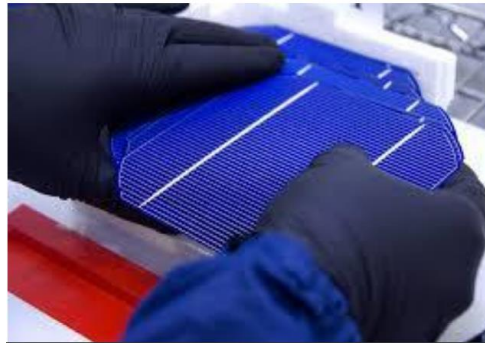
Şekil 3.9. Bluetooth veri kaydedici [27].

## BÖLÜM 4

### GÜNEŞ PİLİ VE GÜNEŞ PANELİ

#### 4.1. GÜNEŞ PİLİ

Güneş pilleri (PV hücre, güneş hücresi, solar hücre veya fotovoltaik hücre) güneş ışığını doğrudan elektrik akımına dönüştüren güneşle elektrik elde edilen sistemlerin en temel yapıtaşı olan elemanlardır[2]. Güneş pilleri üzerine ışık düştüğü zaman doğru akım üretirler[2,29,30]. Güneş pilleri kare, dikdörtgen veya daire şeklinde üretilebilir. Güneş hücrelerinin alanları, 60 cm<sup>2</sup> ile 243 cm<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Kalınlıkları ise 0,2 mm ile 0,4 mm arasındadır[2]. Güneş hücresi yapımında Silisyum, Galyum Arsenit(GaAs), Kadmiyum Tellür(CdTe) gibi yarıiletken maddeler kullanılmaktadır[2,30]. Güneş hücresinin verimliliği yapısındaki yarı iletken malzemeye bağlı olarak genellikle %5 ile %20 arasındadır ancak gelişen teknolojiyle güneş pili %20 'nin üzerine çıkmaktadır [2,3,30]. Şekil 4.1'de güneş pili örneği verilmiştir.

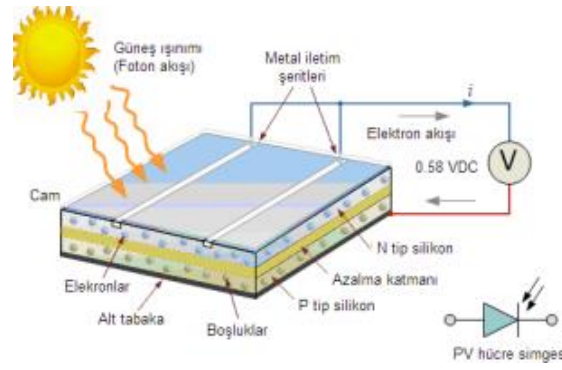


Şekil 4.1. Güneş pili[30].



## 4.2. GÜNEŞ PİLİ ÇALIŞMA PRENSİBİ

Güneş ışığı güneş pili üzerine düşer ve güneş pili tarafından absorbe edilir[29]. Güneş pilinde P tipi ve N tipi yarı iletken madde bulunur. Güneş ışığı P tipi yarı iletken maddeden elektron koparır. Enerji kazanan elektronlar N tipi yarıiletken maddeye doğru akarlar. Bu sabit tek yönlü elektron akışı doğru akımı (DC) yaratır[2,29]. Şekil 4.2 'de güneş hücresinin çalışma ilkesi gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Güneş hücrenin çalışma ilkesi[2].

## 4.3. GÜNEŞ PANELİ

Güneş pilleri birbirine seri ve paralel bağlanarak güneş modüllerini (PV modül, solar modül, güneş paneli, solar panel) oluştururlar. Tek bir güneş paneli 60, 72 veya daha fazla güneş hücresinden oluşur. Güç talebine bağlı olarak güneş panelleri birbirine seri veya paralel bağlanarak birkaç Watt'tan, megaWatt'lara kadar PV diziler veya güneş santrali denilen büyük enerji tesislerini oluşturur. Güneş paneli hazır olduğunda, panelin beklendiği gibi çalıştığından emin olmak için test yapılır. STC (Standart Test Koşulları) referans noktası olarak kullanılır. Panel, üretim tesisinde bir flaş test cihazına (Sunsimilatör) konur. Test cihazı, 1000W / m<sup>2</sup> ışınım, 25 ° C hücre sıcaklığı ve 1.5g hava kütlesine eşdeğer bir güç sağlayacaktır [2]. Şekil 4.3'te güneş pili, modülü ve dizisi örneği verilmiştir.



Şekil 4.3. Güneş pili, modülü ve dizisi [2].

#### 4.4. GÜNEŞ PANELİ VERİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Performans oranı(PR) güneş paneli veya güneş enerjisi santrali (GES) verimliliğinin değerlendirilmesi için kullanılan en önemli parametrelerden biridir. Performans Oranı; üretilen enerjinin referans enerjiye oranı şeklinde tanımlanır. Her elektrik üretim sisteminde olduğu gibi GES’lerde de kayıplar vardır. Düşük sistem kayıplarına sahip santraller yüksek performans oranına sahiptir [31].

Bir GES tesisi için belirlenen PR değeri,% 100'e yaklaştıkça, o santralin veriminin yüksek olduğu anlaşılır. Kayıplar kaçınılmaz olduğu için hiçbir zaman % 100' lük bir değer elde edilemez.[3]. Eşitlik 4.1’deki formülde PR oranı denklemi gösterilmiştir.

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \text{panel sıcaklık katsayısı} \times (T - 25))} \times 100 \quad (4.1)$$

Performans oranı bir PV sistemin kayıpları ne kadar bertaraf edebildiğinin bir ölçüsüdür[31]. PV sistemdeki kayıplar aşağıda özetlenmiştir;

##### 4.4.1. Işınım Kayıpları

PV panel yüzeyinin maruz kaldığı güneş ışınımı miktarı ne kadar fazla olursa üreteceği elektrikte o kadar fazla olacaktır [2,31].

Bunun için modülün eğim açısına dikkat edilmesi gerekir. Güneş ışınımı ile meydana gelen kayıpların en aza indirilmesi için sistem tasarımının ve panel yerleşiminin doğru bir şekilde yapılması gerekir [2,31].

#### **4.4.2. Gölgeleme Kayıpları**

Güneş panellinde gölgelenen kısımlar ile gölgelenmeyen kısımlar arasındaki gerilim farkı gölgeleme kayıplarını oluşturur[31]. Gölge alması durumunda verim düşmektedir [2,3,31,32].

#### **4.4.3. Karlanma ve Tozlanma Kayıpları**

PV modüllerin yüzeylerinin kirlenmesinden ya da yüzeyde kar birikmesinden dolayı modüllere ulaşan güneş ışınımı miktarının azalması nedeniyle gerçekleşen kayıplardır. Tozlanma kayıpları nadiren %4' ün üstüne çıkabilir ancak bu oran, yağış alan bölgelerde %15'e kadar yükselebilmektedir [31].

#### **4.4.4. Yansıma Kayıpları**

Güneş paneli yüzeyine gelen güneş ışınımının bir kısmı hücreler tarafından emilmeden panel yüzeyinden geri yansır, geri yansımadan dolayı oluşan kayıplardır [2,31]. Fotovoltaik modüllerde yansıma önleyici malzeme kullanılarak kayıp olan enerji en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Normal bir ışınımında güneş panelleri gelen ışığın %4'ünü yansıtırlar [31].

#### **4.4.5. İnverter Kayıpları**

Güneş enerji sistemlerinde doğru akımı(DC), alternatif akıma(AC) çeviren sistem elemanlarına inverter(evirici) denir [31]. İnverterin çalışma yapısından kaynaklanan bazı kayıplar GES tasarımında göz ardı edilmemelidir [31,32].

#### 4.4.6. Kablo Kayıpları

Fotovoltaik sistemde kullanılan DC ve AC kablolarda meydana gelen omik kayıplardır. İletken akım taşıma kapasitesi ve iletken boyunca meydana gelecek gerilim düşümü etkenlerine bağlı olarak kablo boyutlandırılması, sistem tasarımının önemli bir parçasıdır. Kablo kayıpları arttığı oranda PV sistem, enerji üretimini azaltmaktadır[3,31].

#### 4.4.7. Sıcaklık Kayıpları

Güneş paneli üretilirken, Standart Test Koşulları altında ölçümler yapılır, test koşulundaki sıcaklık değeri 25 °C (veya 77 °F'dir) 'dir [22,23,25,33]. Bununla birlikte, güneş panelleri yaz aylarında 65°C'ye kadar ısınabilir [34]. Güneş hücresinde, düşük enerji durumunda elektronlar bulunmaktadır [33]. Bu elektronlar sıcaklık veya güneş ışığı(radyasyon) aldıklarında, hareket ederler. Uyarılmış duruma gelen elektronlar iletme geçerler[2,33]. Sıcaklığın artması, bağlı elektronların enerjisini artırarak yarı iletken malzeme parametrelerini etkiler. Güneş panelleri güneş ışığını absorbe ettiğinde, güneş ısısı nedeniyle sıcaklığı yükselir. Güneş hücrelerinde kullanılan kristal Silisyum ile güneş hücrelerinin ısı oluşumu hızlanır [33]. Güneş paneli sıcaklık katsayısı, sıcaklık 1°C (veya 33.8 °F) yükseldiğinde güneş paneli verimliliğinin ne kadar düşeceğini gösterir. Sıcaklık katsayısı -%0,38 olduğunda, 25 °C'nin üzerindeki her 1°C için veya 77 °F'nin üzerindeki her 33.8 °F için verimliliğin % 0,38 düştüğü anlamına gelir [33,34].

Güneş paneli sıcaklık katsayısı, 1°C başına -%0,20 ile -%0,50 arasında değişmektedir. Katsayı sıfıra ne kadar yaklaşırsa, güneş paneli sıcaklık artışından daha az etkilenir [33]. Güneş paneli sıcaklığı arttığında panelin maksimum akımı değeri yaklaşık olarak aynı kalırken kısa devre akımı çok az miktarda artmaktadır. Maksimum gerilim ve açık devre gerilimi değerleri ise orantılı olarak düşmektedir [2,22,24,25]. Panel gücü de düşmektedir. Buna göre güneş paneli güç çıkışı ile modül sıcaklığı arasında ters bir orantı vardır. Yani panel sıcaklığı arttıkça panelden alınan güç azalır [3,22,24,25]. Bir panelin çıkış gücünün sıcaklığa bağlı olarak hesaplanmasında aşağıdaki denklem kullanılmaktadır.

Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24]. Eşitlik 4.2 'de Sıcaklığa bağlı panel gücü denklemini gösterilmiştir.

$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (4.2)$$

Yapılan çalışmada da tasarlanan veri kaydedici ile güneş paneli sıcaklık verileri elde edilmiş sonrasında elde edilen veriler güneş paneli performans oranını hesabında ve panel güç çıkışı hesabında kullanılmıştır ve sıcaklığın panel performans oranına etkisi gözlemlenmiştir.

## BÖLÜM 5

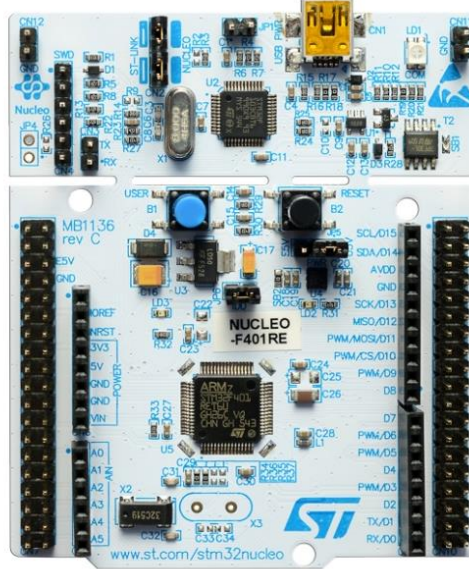
### KULLANILAN YAZILIM VE DONANIMLAR

#### 5.1. STM32F446RE(NUCLEO-F446RE) GELİŞTİRME KARTI

NUCLEO-F446RE geliştirme kiti üzerinde ARM CORTEX tabanlı STM32F446RE mikrodenetleyici bulunur. ST-LINK/V2 programlayıcı ile USB üzerinden programlar kolaylıkla yüklenebilir [35]. ST Nucleo STM32F446RE Geliştirme Kiti Özellikleri;

- STM32F446RE ARM CORTEX-M4 Çip ile birlikte gelen 512Kb Flash hafıza,
- 128Kb SRAM, 180MHz maksimum CPU frekansı
- USB, 3V harici 5V harici ve 7V-12V kaynaklardan besleme imkanı
- STM32 Nucleo kartı, ST-LINK/V2-1 derleyici/programlayıcıyı entegre ettiği için ayrı bir prob gerektirmez.
- Arduino Uno R3 uyumlu pin çıkış tasarımı [35].

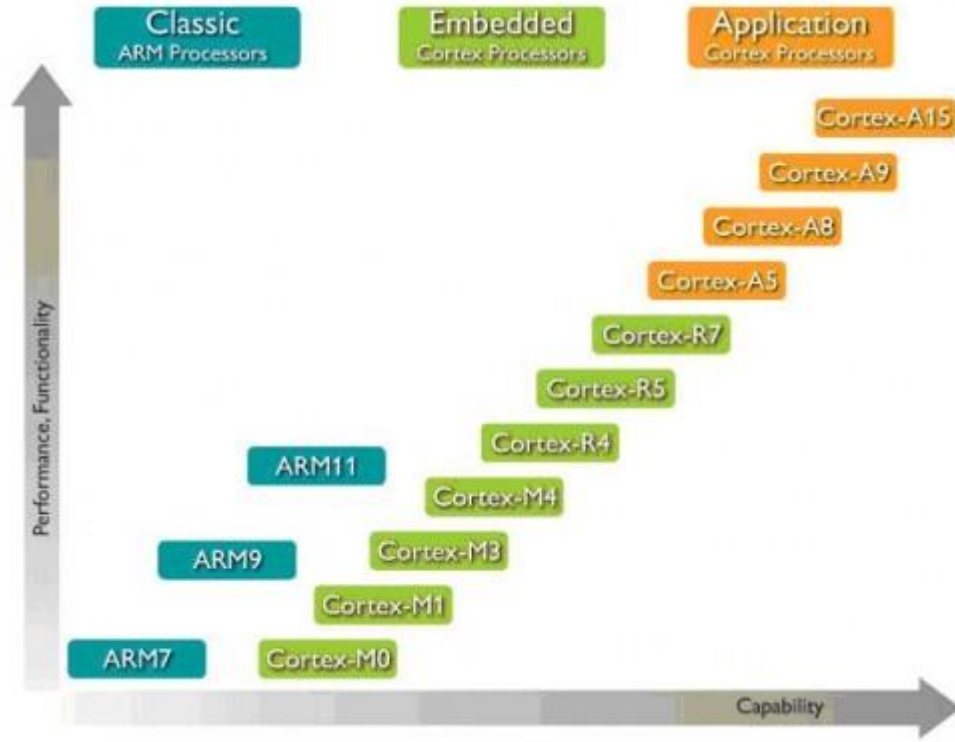
Şekil 5.1’de NUCLEO-F446RE geliştirme kartı gösterilmiştir.



Şekil 5.1. NUCLEO-F446RE geliştirme kartı [35].

### 5.1.1. ARM Mimarisi

Günümüzde kişisel bilgisayarların yanı sıra akıllı telefonlar, tabletler gibi bir çok mobil cihaz bulunmaktadır. ARMv1 ile başlayıp günümüze kadar geliştirilen bu mimari 8 bitlik işlemcilere göre 32 bitlik yapısı sayesinde çok daha hızlıdır. Düşük güç tüketimi ve yüksek performansı sayesinde günümüzde gömülü sistemler üzerinde en çok kullanılan işlemci mimarisidir[36]. ARM bir mimari türü olduğundan piyasadaki birçok ürün için ARM işlemcili denilse de aslında doğru ifade “ARM tabanlı işlemci” dir. Çünkü aslında kendi başına ARM işlemci diye bir ürün bulunmuyor. ARM firması çeşitli mimariler tasarlamakta ve bu tasarımlarını işlemci üreticisi firmalara lisanslamaktadır [36,37]. Bu işlemcilerin çoğu akıllı telefonlarda, dijital televizyonlarda, mobil ve bilgisayarlarda kullanılmaktadır [36]. ARM mimarisi klasik, gömülü(embedded) sistem için ve uygulamaya yönelik olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. Klasik ARM işlemci bölümünde ARM7,ARM9 ve ARM11 bulunur. Bu mimari örnekleri daha çok motor kontrolü gibi donanıma yakın işlemlerde kullanılır. Gömülü işlemci grubunda Cortex M ve R serileri bulunur. Bu mimariler düşük güç tüketimi gerekli alanlarda kullanılır. Uygulama işlemcileri Cortex-A5, Cortex-A8, Cortex-A9, Cortex-A15 şeklinde gruplandırılabilir. Bu gruptakiler de tablet bilgisayarlar, akıllı telefonlar gibi yüksek performans gerektiren, son kullanıcı uygulamalarına yönelik platformlarda kullanılır [36,37]. Şekil 5.2’de ARM mimarisi ailesi gösterilmiştir.



Şekil 5.2. ARM mimarisi ailesi[37].

ARM tabanlı mikroişlemcilerin yanı sıra mikrodenetleyiciler de üretilmektedir. Mikrodenetleyiciler, yapılarında mikroişlemcileri de içermektedir. Mikroişlemcilerin yapısında CPU, ön bellek ve I/O portları olmasına karşın mikrodenetleyicilerde ayrıca seri ve paralel portlar, sayıcılar, çeşitli donanım birimleri (SPI, I2C, PWM) , RAM ve çeviriciler de bulunmaktadır. Mikrodenetleyiciler daha çok elektronik tasarım alanında kullanılmaktadırlar. Piyasadaki cihazlarda tablet bilgisayarları, cep telefonları , otomobiller, çamaşır makinaları, fotoğraf makinaları, yazıcılar vs. birçok ürünün içinde ARM tabanlı işlemciler ve denetleyiciler bulunmaktadır [36].

### 5.1.2. Cortex – M Serisi Mikrodenetleyiciler

ARM mimarisinin mikrodenetleyici ailesinden biri olan Cortex M serisi, piyasada mevcut bulunan 8 ve 16 bitlik mikrodenetleyicilere rakip olarak ortaya çıkmış 32 bitlik işlemci mimarisine sahip işlemci serisidir. Çok düşük enerji tüketimlerinin yanı sıra maliyetleri de düşüktür. Bu aileye mensup mikrodenetleyiciler endüstriyel kontrol sistemlerinde, beyaz eşyalarda, medikal cihazlarda vb. kullanılmaktadırlar [36].



Günümüzde Cortex-M3 serisi mikrodenetleyiciler daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni hem daha önce üretilmeleri hem de daha ucuz olmalarıdır. Ancak son olarak tasarlanan M4 serisine eklenen DSP(Digital Signal Process) özelliği gelecekte çok daha etkili işlerin yapılabileceğinin bir göstergesidir. Çalışmada yer alan STM32F446RE model numaralı chip Cortex ailesinin M4 sınıfına ait bir işlemcidir [36].

### **5.1.3. STM32CubeIDE Yazılımı**

STM32CubeIDE, STM32Cube yazılım alanının bir parçası olan hepsi bir arada çoklu işletim sistemi geliştirme aracıdır. STM32CubeIDE, STM32 mikrodenetleyicileri ve mikroişlemciler için çevresel yapılandırma, kod oluşturma, kod derleme ve hata ayıklama özelliklerine sahip gelişmiş bir C/C++ geliştirme platformudur. STM32CubeIDE, hepsi bir arada araç deneyimi sunmak ve kurulum ve geliştirme süresinden tasarruf etmek için STM32CubeMX'ten STM32 yapılandırma ve proje oluşturma işlevlerini entegre eder. Boş bir STM32 MCU'nun veya önceden konfigüre edilmiş mikrodenetleyici veya mikroişlemcinin bir kart seçiminden veya bir örnek seçiminden sonra proje oluşturulur ve başlatma kodu oluşturulur [38].

Çalışmada STM32CubeIDE 1.5.1 versiyonu Windows bilgisayar için indirilmiştir. STM32CubeIDE Programını indirmek için belirtilen <https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubeide.html#get-software> linke gidilerek standart indirme adımları uygulanarak bilgisayara kurulabilir [38].

## **5.2. ESP8266 WİFİ MODÜLÜ**

İnternete bağlanıp veri çekmeyi, veri yüklemeyi ve çalışmaların internet üzerinden kontrol edilebilmesini sağlamaktadır. Espressif System tarafından geliştirilmiştir[39]. Çipi üzerinde barındıran WiFi ağına herhangi bir mikrodenetleyici erişimi verebilen dahili TCP / IP protokolüne sahip bir modüldür [40].

Çalışmada ESP8266 Wifi Modül'ü, güneş panelinden alınan sıcaklık verilerini, Thingspeak platformuna kablosuz bir şekilde aktarılmasını sağlamak için kullanılmıştır. ESP3266 Wifi modülünün RX pini STM32 kartındaki D8 pinine, TX pini STM32 kartındaki D2 pinine , EN pini ve 3,3 V pini STM32 kartındaki 3,3V pinine ve GND pini STM32 kartındaki GND pinine bağlanmıştır. Şekil 5.3'te ESP8266 Wifi modülü gösterilmiştir.



Şekil 5.3. ESP8266 Wifi modülü [39].

### 5.3. DS18B20 SICAKLIK SENSÖRÜ

DS18B20 hassasiyeti yüksek dijital bir sıcaklık sensörüdür. Dijital olması ile kararlı bir sıcaklık ölçümü sağlar[41]. Besleme voltajı 3,0V-5,5V aralığındadır. Sensörün çalışma sıcaklık aralığı:  $-55^{\circ}\text{C}$  -  $+125^{\circ}\text{C}$  'dir .  $-10^{\circ}\text{C}$  + $85^{\circ}\text{C}$  sıcaklık aralığındaki doğruluk değeri  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  ' dir. Besleme noktası ile veri noktası arasına 4,7k değerinde direnç bağlamak gerekmektedir [41,42].

Çalışmada sıcaklık sensörü panel sıcaklığının ölçülmesi için kullanılmıştır. DS18B20 sıcaklık sensörünün data pini STM32 kartındaki A1 pinine, 5V pini STM32 kartının 5V pinine ve GND pini, STM32 kartının GND pinine bağlanmıştır. Şekil 5.4'te DS18B20 sıcaklık sensörü gösterilmiştir.

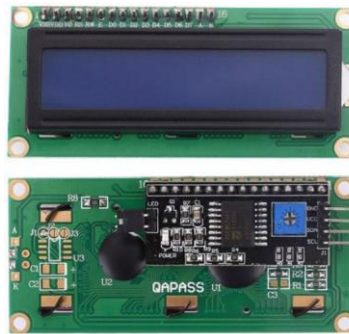


Şekil 5.4. DS18B20 sıcaklık sensörü [41].

#### 5.4. LCD EKРАН+ I2C KARTI

LCD(liquid crystal display) sabit karakterleri gösterebileceği gibi, grafik LCD'ler, cep telefonlarında ve bilgisayarlarda yer alan renkli LCD'ler de mevcuttur. Elektronik sistemlerde çoğunlukla 16×2 karakter LCD'ler tercih edilir. 16×2 karakter LCD'ler, 2 satıra ve 16 sütuna sahiptir. LCD I2C, 2 adet haberleşme ve 2 adet güç pini ile bağlanmanıza olanak tanıyan dönüştürücü kartı kullanarak kablo sayısı minimum tutulabilir[43].

Çalışmada sensörden gelen sıcaklık değeri mikrodenetleyici kontrolü ile LCD ekranda gösterilir. Böylece kullanıcı sıcaklık değerini eş zamanlı olarak LCD ekranda görebilecektir. LCD ile bütünleşik I2C kartının SDA pini STM32 kartındaki PB7 pinine, SCL pini STM32 kartındaki D10 pinine, VCC pini STM32 kartındaki 5V pinine ve GND pini STM32 kartındaki GND pinine bağlanmıştır. Şekil 5.5'de LCD Ekran+ I2C Kartı gösterilmiştir.



Şekil 5.5. LCD Ekran+ I2C Kartı [43].

## 5.5. GÜNEŞ PANELİ

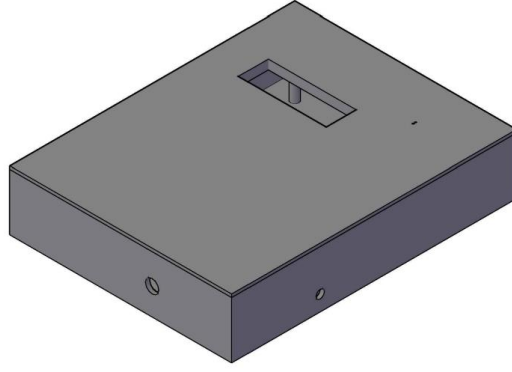
Güneş panelleri güneş pillerinin birbirine seri ve paralel bağlanması ile oluşturulurlar. Güneş panelleri de güç talebine bağlı olarak birbirine seri veya paralel bağlanarak birkaç Watt'tan megaWatt'lara kadar PV diziler veya güneş santrali denilen büyük enerji tesislerini oluştururlar[2]. Çalışmada GTC SOLAR A.Ş. tarafından üretilen 60 hücreli güneş paneli kullanılmıştır. Güneş paneli fabrikanın kuzey cephesindeki test sahasında bulunmaktadır. Güneş panelinin sıcaklığı DS18B20 sıcaklık sensörü tarafından alınarak panelin performans oranı ve panel çıkış gücünün hesaplanmasında kullanılmıştır. Şekil 5.6'da çalışmada kullanılan güneş paneli gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Çalışmada kullanılan güneş paneli.

## 5.6. VERİ KAYDEDİCİ KUTUSU

Çalışmada STM32F446RE kartının ve sensörlerin üzerine lehimlendiği delikli plaketin yerleştirildiği böylece çevresel faktörlerin zararlarından uzaklaştırmak için Autocad programı kullanılarak çizilen ve 3D(üç boyutlu) yazıcıdan ABS(Akrilonitril Bütadien Stiren) malzemesi kullanılarak tasarlanan kutudur. Şekil 5.7'de çalışmada kullanılan veri kaydedici kutusu Autocad tasarımı gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Veri kaydedici kutusu Autocad tasarımı.

Şekil 5.8’de çalışmada kullanılan ve tasarlanan veri kaydedici kutusunun 3D yazıcıdan çıktısı gösterilmiştir.



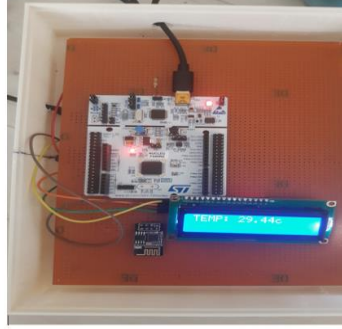
Şekil 5.8. Tasarlanan veri kaydedici kutusunun 3D yazıcıdan çıktısı.

## 5.7. AUTOCAD PROGRAMI

1980 yılında Autodesk tarafından geliştirilmeye başlanmış üç boyutlu ve iki boyutlu tasarım uygulamaları için kullanılan gelişmiş bir bilgisayar destekli tasarım programıdır. Çalışmada üç boyutlu veri kaydedici kutusu tasarımı için kullanılmıştır [44].

## 5.8. DELİKLİ BAKIR PLAKET

Elektronik devrelerin prototiplenmesi için kullanılan malzemedir [45]. Çalışmada STM32F446RE Kartı ve sensörler bu plakete yerleştirilip lehimlenmiştir. Kablo sayısının azalması sağlanmıştır. Şekil 5.9’da delikli bakır plaket ve üzerine yerleştirilen devre elemanları gösterilmiştir.



Şekil 5.9. Delikli bakır plaket ve üzerine yerleştirilen devre elemanları.

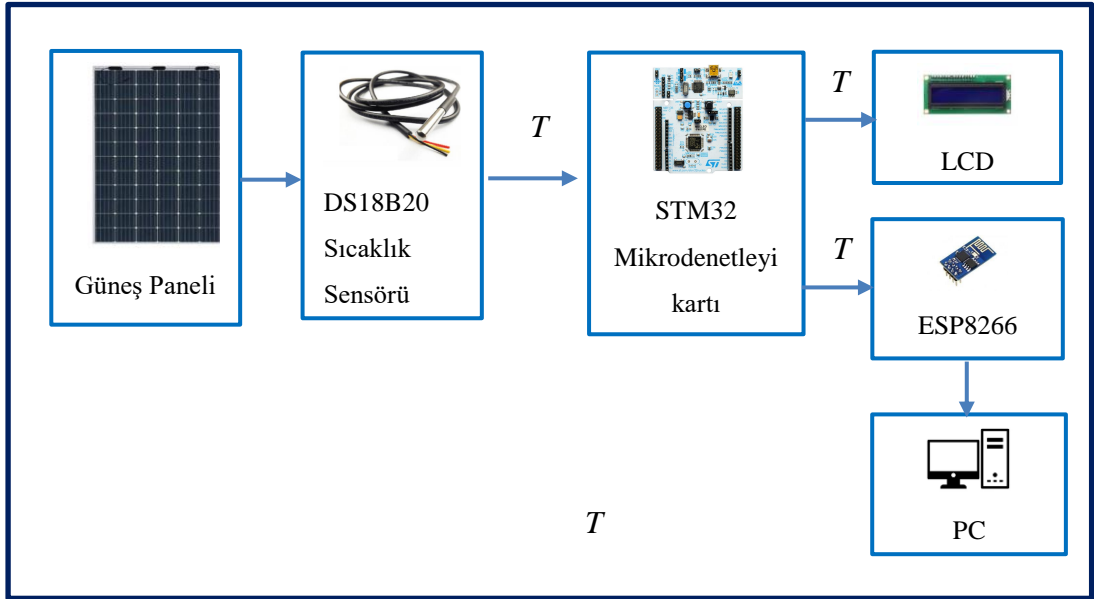
## 5.9. THINGSPEAK

ThingSpeak veri depolama ve görselleştirme platformudur. MQTT ve HTTP protokolleri ile veri iletişimine izin verir. Kullanımı bir yıl boyunca ücretsizdir. Yaklaşık 3 milyon mesaj gönderilmesine olanak sağlar. Maksimum 15 saniyede bir veri gönderilip kaydedilebilir ve görselleştirilebilir. Kullanıcı hesabı oluşturulur ve bu işlemden sonra öncelikle kanal sonra da görselleştirme için oluşturulan kanala widget eklenir [17]. ThingSpeak çalışmada ESP8266 kablosuz haberleşme modülü aracılığıyla gelen sıcaklık verilerinin kaydedilip görselleştirilmesi için kullanılmıştır.

## BÖLÜM 6

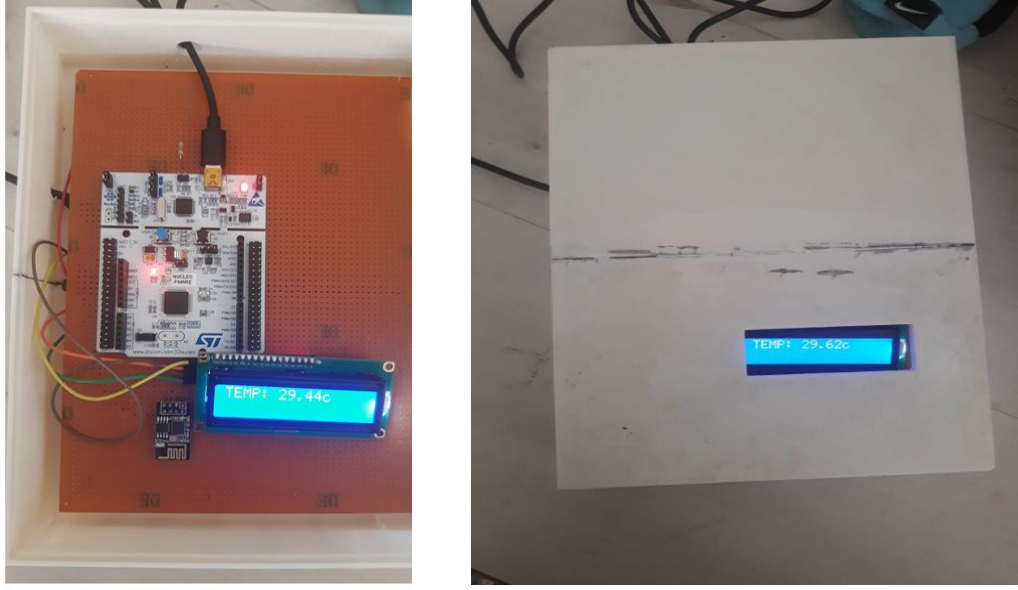
### PROJENİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ VE DENEYSEL SONUÇLAR

Çalışmada DS18B20 sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık bilgisi STM32F446RE kartı kontrolü ile ESP8266 kablosuz haberleşme modülü aracılığıyla Thingspeak platformuna gönderilmiş veri kaydı ve takibi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler excel dosyası halinde indirilebilmektedir. Elde edilen veriler sonrasında panel gücü ve panel performans oranı hesabında kullanılmıştır. Şekil 6.1’de tasarlanan veri kaydedicinin block diyagramı verilmiştir burada  $T$ , sıcaklık sensöründen gelen panel sıcaklığıdır.



Şekil 6.1. Tasarlanan veri kaydedicinin block diyagramı.

Şekil 6.2’de tasarlanan veri kaydedici ve çalışma durumu gösterilmiştir.



Şekil 6.2. Tasarlanan veri kaydedici ve çalışma durumu.

Şekil 6.3’te tasarlanan veri kaydedici için deney düzeneği gösterilmiştir.



Şekil 6.3 Tasarlanan veri kaydedici için deney düzeneği.

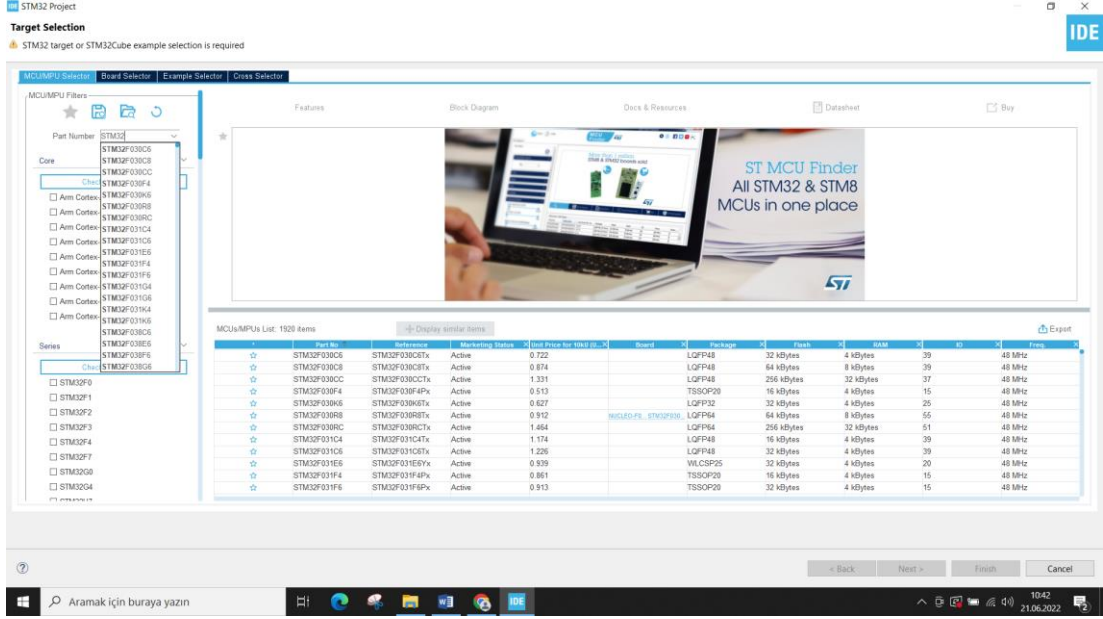


Çalışma, sırasıyla aşağıda belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir. Öncesinde STM32 kartı kullanılarak yapılan projeler incelenmiş ve program hakkında bilgi sahibi olunmuştur. Belirtilen ve kullanılan elektriksel devre elemanları breadborda yerleştirilmiştir. Sonrasında kod yazılması ve geliştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan veri kaydedici sıcaklık verileri, şekil 6.4'te gösterilen OMEGA OM-WEB-TEMP adlı sıcaklık veri kaydedicisi ve ona bağlı sıcaklık sensöründen elde edilen sıcaklık verileri ile karşılaştırılması yapılmıştır.



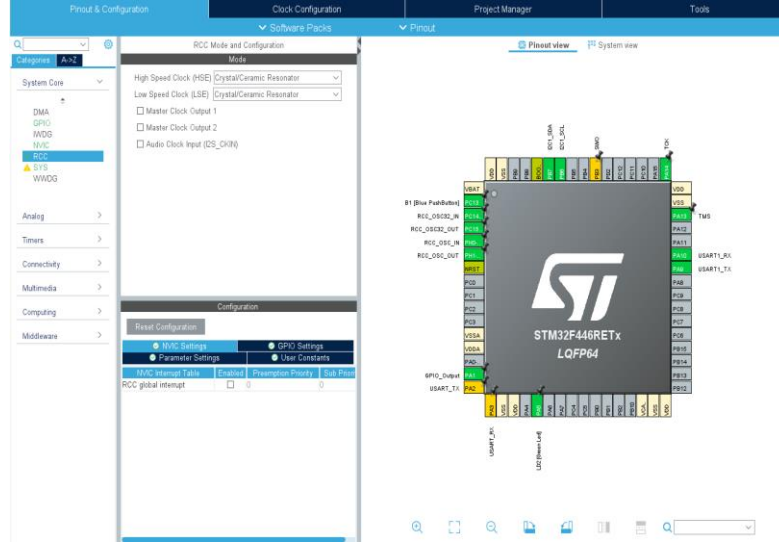
Şekil 6.4. OMEGA OM-WEB-TEMP sıcaklık veri kaydedicisi ve sensörü.

Stm32CubeIDE version 1.5.1 indirilmiş. Sonrasında yeni proje oluşturulmuştur. Proje oluşturulurken yapılacak çalışmaya göre kart seçimi yapılmıştır. Şekil 6.5'te Stm32CubeIDE kart seçimi çalışma sayfası gösterilmiştir.



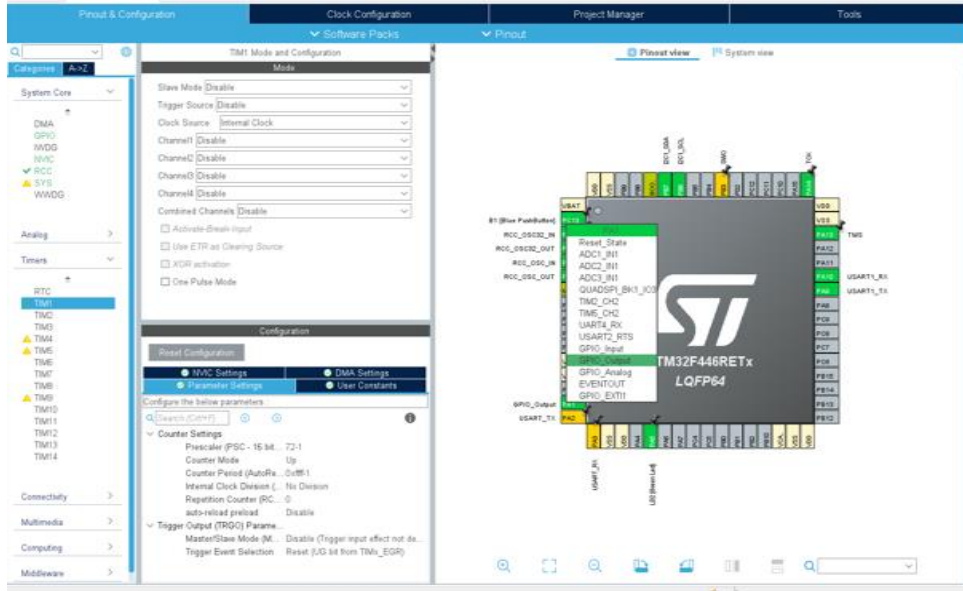
Şekil 6.5. Stm32CubeIDE kart seçimi çalışma sayfası.

Çalışmada STM32F446RE Kartı kullanıldığından bu kart seçilmiş ve proje oluşturulmuştur. ST firmasının kendi geliştirdiği STM32CubeMX adına bir eklenti bulunmaktadır. CubeMX' de işlemcinin başlangıç ayarları ile ilgili kodları hazır olarak üreten bir yazılımdır [38]. Projenin CubeMX kısmında pin atamaları, timer vs. yapılmıştır. Saat ayarı(clock) için external crystal(RCC)'e tıklandığında şekilde belirtildiği gibi RCC Mod ve Konfigürasyon alanı karşımıza çıkmaktadır. Burada high speed clock ve low speed clock Crystal/Ceramic Resonator olarak seçilmiştir. Şekil 6.6 'da RCC Mode and Konfigürasyon seçimi gösterilmiştir.



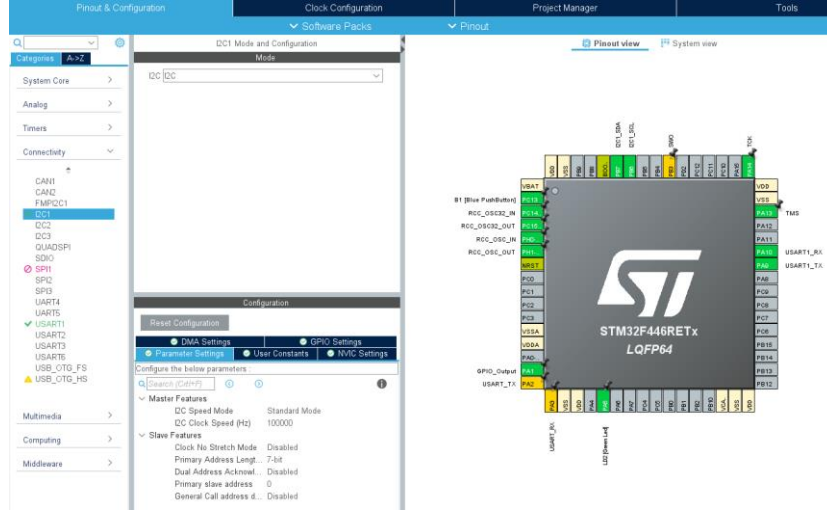
Şekil 6.6. RCC Mod ve Konfigürasyon seçimi.

Pin PA1 sıcaklık sensörünün data pini olarak ayarlandı. Ekranda gösterilen karta sol tıklanarak GPIO\_Output seçildi. Şekil 6.7 'de Pin PA1 GPIO\_Output ataması gösterilmiştir.



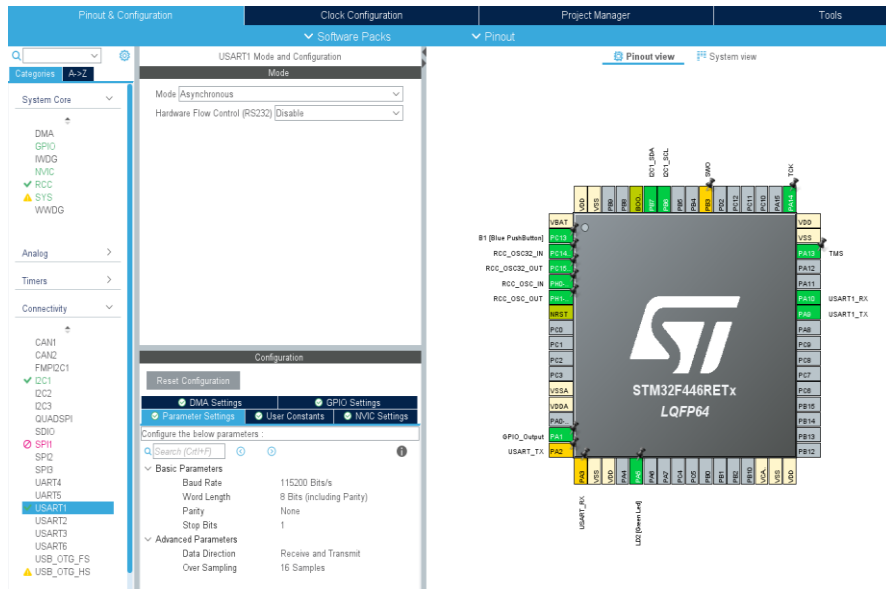
Şekil 6.7. Pin PA1 GPIO\_Output ataması.





Şekil 6.9. I2C1 Konfigürasyon ayarı.

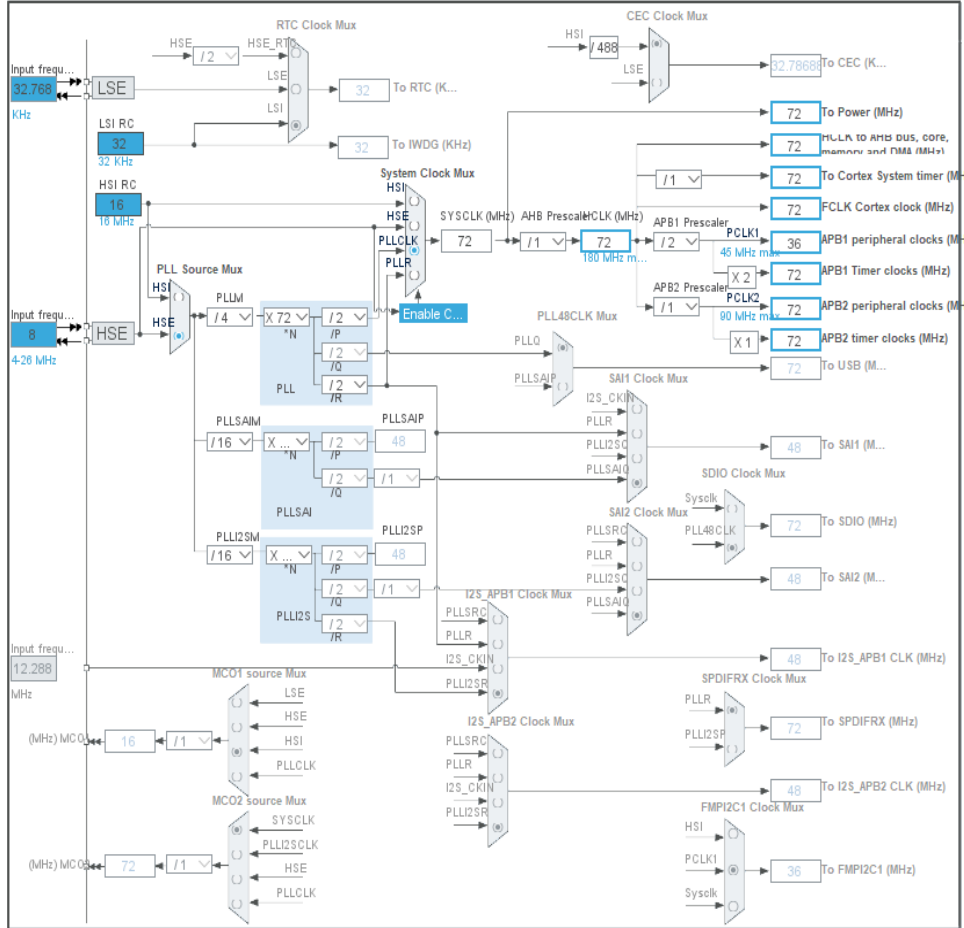
ESP8266 kablosuz haberleşme bağlantısı için USART1 seçilir. Mode olarak Asynchronous seçilir. Sonrasında otomatik olarak PA10(USART1\_RX) ve PA9(USART1\_TX) aktif hale gelir. PA10 stm32 kartında D2 ye PA9 ise D8' e denk gelmektedir. Şekil 6.10'da USART1 Konfigürasyon seçimi gösterilmiştir.



Şekil 6.10. USART1 Konfigürasyon seçimi.

Saat Konfigürasyonu seçeneğine tıklanarak saat ayarı yapılır. 8 MHz osilatör bulunmaktadır. Input frequency 8 MHz olarak ayarlanır.

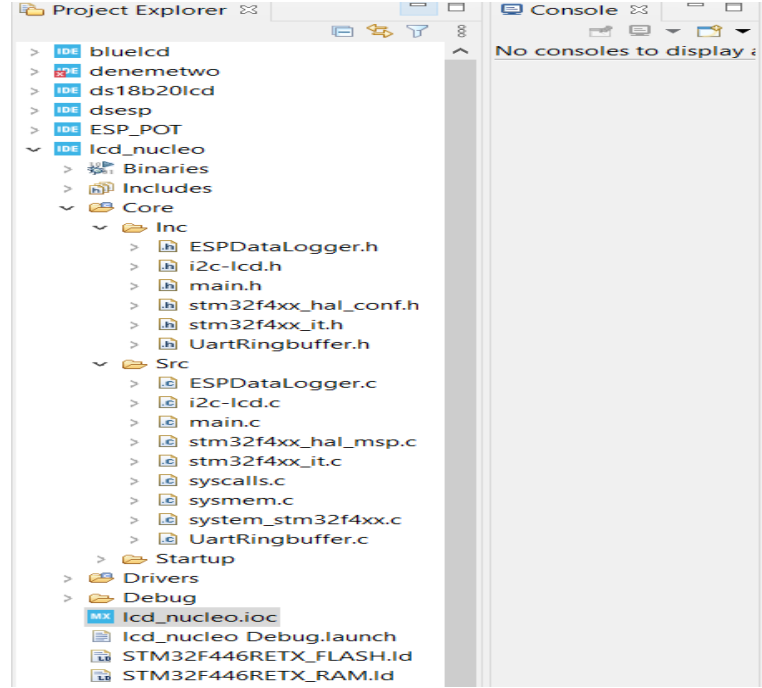
PLL Source Mux HSE olarak ayarlanır. System Clock Mux, PLLCLK olarak seçildikten sonra otomatik olarak 72 MHz program tarafından ayarlanır. Böylece saat konfigürasyonu tamamlanır. Sistem maksimum frekansta çalıştırıldı. Şekil 6.11’de Saat Konfigürasyonu seçimi gösterilmiştir.



Şekil 6.11. Saat konfigürasyonu seçimi.

Yapılan değişiklikler kaydedilir böylece değişiklikler projeye dahil edilir. ESP8266 Wifi Modülü ve LCD -I2C sensörlerinin çalışması için projeye sürüklenmiş şekilde kütüphaneleri eklendi. Main.c kodların yazıldığı programdır. Core klasörünün alt klasörleri olan, Inc ve Src klasörlerine sırasıyla .h ve .c uzanlı dosyalar bulunmaktadır ve kütüphaneler uzantıya göre bu alanlara eklenmektedir. ESP8266 sensörü için UartRingbuffer.c, UartRingbuffer.h ve ESPDataLogger.c, ESPDataLogger.h dosyaları eklendi.

LCD-I2C için I2c-lcd.c ve I2c-lcd.h dosyaları eklendi. Şekil 6.12’ de projeye eklenen LCD -I2C ve ESP8266 sensörü için eklenen kütüphaneler gösterilmektedir.



Şekil 6.12. LCD -I2C ve ESP8266 sensörü için projeye eklenen kütüphaneler.

ESPDataLogger.c dosyası içerisine bakıldığında; ESP init fonksiyonu, parametre olarak SSID ve şifreyi alır.

```
void ESP_Init (char *SSID, char *PASSWORD)
```

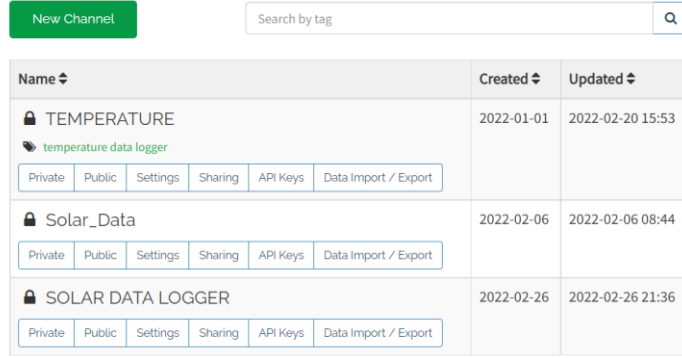
ESP\_Send\_Data fonksiyonuna bakıldığında hingspeak platformuna verilerin gönderilmesi için gerekli API KEY ve thinspeak platformundaki field etiketi belirlenir.

```
void ESP_Send_Data (char *APIkey, int Field_num, uint16_t value)
```

Thingspek platformuna kayıt yapılır ve sıcaklık verilerinin gideceği channel(kanal) oluşturulur. Siteye kullanıcı adı ve şifre oluşturularak giriş yapılır.

Sistemde channel içerisindeki alanlarda belirttiğimiz parametrelere göre sıcaklık verileri grafiksel olarak gösterilir. Şekil 6.13’te Thingsepek platformu channel alanı gösterilmiştir.

## My Channels



Name	Created	Updated
TEMPERATURE temperature data logger Private Public Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2022-01-01	2022-02-20 15:53
Solar_Data Private Public Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2022-02-06	2022-02-06 08:44
SOLAR DATA LOGGER Private Public Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2022-02-26	2022-02-26 21:36

Şekil 6.13. Thingsepak platformu channel alanı.

Main.c kısmında kod yazılmaya başlandı. Main.c sayfasında hangi kodun nereye yazılacağı yorum satırı halinde belirtilmektedir. Kullanılan kütüphaneler buradan çağırılır. Proje bir kere derlenir. Sonrasında yazılım geliştirilmeye başlandı. Değişkenler eklendi. Bazı fonksiyonlar eklendi. “Delay” fonksiyonu ile mikrosaniye cinsinden gecikme oluşturulur. “Display\_Temp” fonksiyonu, LCD'de sıcaklık değerini görüntülemek için kullanıldı. “Set\_Pin\_Output” ve “Set\_Pin\_Input” fonksiyonları ile, gereksinime göre pini giriş veya çıkış olarak ayarlamayı sağlamaktadır. PA1 pinine bağlı DS18B20 sensörü için pin ve port tanımlanır.

DS18B20 sıcaklık sensörünün çalışması için gerekli fonksiyonlar yazılım geliştirme ortamında yazılmıştır bu fonksiyonlar DS18B20 Datasheet’inde belirtildiği gibi uygulanarak, sensörün otomatik olarak devreye girmesi sağlanmıştır. “DS18B20\_Start” fonksiyonu , başlatma sinyalini sensöre göndermektedir. DS18B20 Sensörü’nün çalışması için her seferinde başlatılması gerekmektedir. İlk olarak Output Pini ayarlanarak başlanır, Pin LOW konumunda(enerjisiz) 480 mikrosaniye boyunca tutulur. Bundan sonra pin, giriş(INPUT) olarak ayarlanarak serbest bırakılacaktır. Başlatma sinyali alındığında sensör varlığını belirtmek için yanıt gönderecektir, bu nedenle 80 mikrosaniye beklenecektir. Pin, LOW modunda ise, sensör mevcutsa pin okunur. Yanıt döngüsünü tamamlamak için 400 mikrosaniye daha beklenir. Sensörün başlatılması işlemi tamamlanır. Belirtilen fonksiyon bu işlemi sağlar.



“DS18B20\_Write” fonksiyonu, sensöre veri yazmak için kullanıldı, bir kere yazmak için önce pini çıkış olarak ayarlanması gerekir. Ardından pin LOW moduna getirilir ve 1 mikro saniye boyunca Low konumunda tutulur. Bir mikrosaniye sonra pini giriş olarak ayarlanır serbest bırakılır ve bu döngünün bitmesi için yaklaşık altmış mikrosaniye beklenir. Sıfır yazmak için pini tekrar çıkış olarak ayarlamalıyız. Ardından pin LOW moduna çekilir ve yaklaşık 60 mikrosaniye kadar Low konumunda tutulur ve son olarak pini INPUT olarak ayarlanarak serbest bırakılır.

“DS18B20\_Read” fonksiyonu sensörden gelen verileri okur, verileri okumak için önce pinin çıkış olarak ayarlanması gerekir. Pin LOW konumuna çekilir ve 2 mikrosaniye kadar LOW modunda tutulur. Pini Input olarak ayarlanır ve data pini okunur. Mikrodenetleyici buradaki verileri örnekeleyecek ve eğer pin High modunda ise okunan veriler 1 olur, pin Low modunda ise okunan veri sıfır olmalıdır ve sonunda döngünün bitmesi için 60 mikrosaniye beklenir.

“Main” fonksiyonu içerisinde timer, LCD ve ESP8266 başlatılır. Kullanılan ağa bağlı olarak ağın SSID ve şifresi (password) yazılır.

While döngüsü içerisinde , ilk olarak başlatma(start) sinyali gönderilir ve sensörün varlığına(Presence) bakılır. Sıcaklık değerleri değer arabelleğinde(buffer) ilgili konumda saklanır.

Sonrasında bu veriler ESP\_Send fonksiyonu ile ESP\_Send\_Multi ("EAHBWNYZ2KGP0VMT", 2, Value\_Buf); kodu kullanılarak Thingspeak platformuna gönderilir. Sıcaklık LCD ekranda gösterilir. Burada EAHBWNYZ2KGP0VMT değeri Thingspeak platformundan alınan API KEY değeridir. Kod çalıştırılır ve sıcaklık verileri Thingspeak platformuna ve LCD ekrana gönderilir. Şekil 6.14'te Thingspeak platformundan alınan API KEY değeri gösterilmiştir.

[Private View](#)[Public View](#)[Channel Settings](#)[Sharing](#)[API Keys](#)

## Write API Key

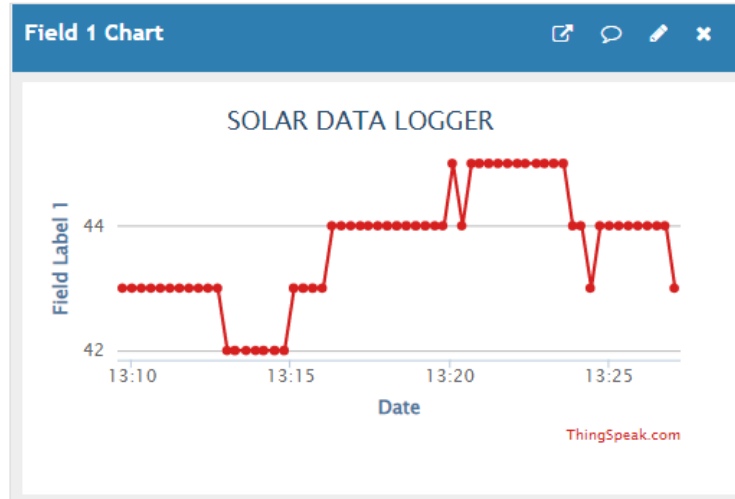
Key

EAHBWNYZ2KGP0VMT

[Generate New Write API Key](#)

Şekil 6.14. Thingspeak platformundan alınan API Key değeri.

Thingspeak platformuna gelen güneş paneli sıcaklık verileri grafik halinde görüntülenebilmektedir. Veriler 15 saniyede bir güncellenmektedir bu süre değiştirilebilir. Elde edilen veriler excel formatında indirilip panel gücünün hesabında ve panel performans oranı hesabında kullanıldı. Buna göre şekil 6.15'te elde edilen örnek sıcaklık değerlerinin grafiksel hali gösterilmiştir.



Şekil 6.15. Sıcaklık değerlerinin grafiksel hali.

Proje çalışmaya başladıktan sonra kullanılan devre elemanları delikli plakete yerleştirilmiş ve lehimlenmiştir.

Devre daha dzenli bir hale geldikten sonra tasarlanan ve 3-D yazıcıdan çıkarılan veri kaydedici kutusuna yerleştirilmiştir. Çalışma kullanıma hazır hale gelmiştir.

Tasarlanan veri kaydedici, GTC Solar A.Ş. adlı firmanın ürettiği ve test ölçümleri için kullandığı fabrikanın kuzey cephesinde kalan, 60 hücreli panelerinden birine yaklaşık bir saat için (12 Nisan 12:44 ile 13:55 saatleri arasında) sıcaklık sensörü montajı yapılmıştır ve sıcaklık verisi alınmıştır. Şekil 6.16’da deney düzeneğinin panele montajı gösterilmiştir. Güneş paneli elektriksel parametreleri ABB web sitesinden alınmıştır. Poa (Plane Of Array) yani güneş ışınım değeri, sahada bulunan güneş ışınım değerlerini ölçen piranometre(yani güneş ışınım sensörü) adlı sensör ve ona bağlı veri kaydedici ile ölçülmüştür. Şekil 6.17’de tasarlanan veri kaydediciden Thingspeak aracılığıyla elde edilen sıcaklık değerleri excelde gösterilmiştir.



Şekil 6.16. Veri kaydedici düzeneğinin panele montajlanması.

12:44:00	38	13:13:00	42	13:42:00	31.75
12:45:00	39.33	13:14:00	42	13:43:00	31
12:46:00	40.5	13:15:00	43	13:44:00	30.66666667
12:47:00	41.66	13:16:00	43.75	13:45:00	29.5
12:48:00	42.75	13:17:00	44	13:46:00	28.33333333
12:49:00	42.66	13:18:00	44	13:47:00	28
12:50:00	42.66	13:19:00	44	13:48:00	27
12:51:00	43	13:20:00	44.75	13:49:00	26.25
12:52:00	43.66	13:21:00	45	13:50:00	26.66666667
12:53:00	44.25	13:22:00	45	13:51:00	27.75
12:54:00	45	13:23:00	44.75	13:52:00	29
12:55:00	45	13:24:00	43.66	13:53:00	30.25
12:56:00	44.25	13:25:00	44	13:54:00	31
12:57:00	43.33	13:26:00	44	13:55:00	31
12:58:00	44	13:27:00	43		
12:59:00	44.25	13:28:00	43		
13:00:00	45	13:29:00	38		
13:01:00	44.66	13:30:00	39.25		
13:02:00	43.66	13:31:00	40.66		
13:03:00	42.33	13:32:00	42.5		
13:04:00	41.75	13:33:00	38		
13:05:00	41	13:34:00	36.5		
13:06:00	42	13:35:00	35.33		
13:07:00	42	13:36:00	34.75		
13:08:00	43	13:37:00	34		
13:09:00	43	13:38:00	33		
13:10:00	43	13:39:00	32.33		
13:11:00	43	13:40:00	32		
13:12:00	43	13:41:00	32		

Şekil 6.17. Tasarlanan veri kaydediciden elde edilen sıcaklık değerleri.

Sıcaklık verilerinin ortalaması  $T=39,1402\text{ C}^\circ$  bulunmuştur. Belirlenen saat aralığındaki (12:44 ile 13:55 saatleri arası ) poa ortalaması  $1,14\text{ kWh/m}^2$  bulunur. Panel kurulu gücü  $287,748\text{ W}$ , üretilen enerji  $223,10\text{ Wh}$  olarak bulunmuştur. Eşitlik 6.1'deki formülde PR oranı gösterilmiştir. Buna göre değerler formülde yerine yazılırsa;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \text{panel sıcaklık katsayısı} \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

Elde edilen PR oranı sıcaklığa bağlı olarak;

$$\%PR = \frac{223,10}{287,748 \times (1,14) \times (1 - 0,0038 \times (39,1402 - 25))} \times 100$$

PR oranı  $= 0,7187 \times 100 = \%71,87$  bulunur.

Sıcaklık formüle eklenmeseydi eşitlik 6.2 formülündeki PR oranı kullanılırdı;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa})} \times 100 \quad (6.2)$$

$$\%PR = \frac{223,10}{287,748 \times (1,14)} \times 100$$

Böylece elde edilen %PR oranı, **PR= %70,06** bulunur.

Şekil 6.18’de OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden ve ona bağlı sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık verileri gösterilmiştir. Belirtilen saat aralığındaki sıcaklık ortalaması alınmıştır. Elde edilen sıcaklık değeri T= 37,6416 C° olarak bulunmuştur. Buna göre Eşitlik 6.1’deki PR oranı denkleminde değerler yerine yazılırsa;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \text{panel sıcaklık katsayısı} \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

$$\%PR = \frac{223,10}{287,748 \times (1,14) \times (1 - 0,0038 \times (37,6416 - 25))} \times 100$$

Sıcaklığa bağlı PR oranı=0,7144×100= **%71,44** olarak bulunur.

12:44:00	36,3	13:11:00	40	13:40:00	33,2
12:45:00	36,7	13:12:00	40,3	13:41:00	33,2
12:46:00	37	13:13:00	40,5	13:42:00	33,2
12:47:00	37,4	13:14:00	40,6	13:43:00	32,9
12:48:00	37,6	13:15:00	40,6	13:44:00	32,6
12:49:00	38	13:16:00	40,6	13:45:00	32,1
12:50:00	38,4	13:17:00	40,6	13:46:00	31,6
12:51:00	38,6	13:18:00	41	13:47:00	31,1
12:52:00	38,9	13:19:00	41,1	13:48:00	30,8
12:53:00	39	13:20:00	41,2	13:49:00	30,5
12:54:00	39,2	13:21:00	41,3	13:50:00	30,6
12:55:00	39,2	13:22:00	41,3	13:51:00	31
12:56:00	39,5	13:23:00	41,4	13:52:00	31,4
12:57:00	40	13:24:00	41,4	13:53:00	31,8
12:58:00	39,9	13:25:00	41,4	13:54:00	32,6
12:59:00	40,2	13:26:00	41,4	13:55:00	32,9
13:00:00	40,4	13:27:00	41,4		
13:01:00	40,4	13:28:00	41,3		
13:02:00	39,9	13:29:00	41,3		
13:03:00	39,3	13:30:00	41,3		
13:04:00	38,6	13:31:00	40,8		
13:05:00	38,3	13:32:00	39,6		
13:06:00	38,5	13:33:00	38,4		
13:07:00	38,8	13:34:00	37,3		
13:08:00	39	13:35:00	36,3		
13:09:00	39,4	13:36:00	35,4		
13:10:00	39,8	13:37:00	34,8		
		13:38:00	34,3		
		13:39:00	33,7		

Şekil 6.18. OMEGA adlı diğer veri kaydediciden gelen sıcaklık verileri.

Eşitlik 6.3'de Sıcaklığa bağlı panel gücü  $P_m(T_c)$  veya panel çıkış gücü ( $P_{out}$ ) denklemini gösterilmiştir. Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24].

$\mu_p = 0,0038$  ve  $T = 39,1402$  C° için

$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (6.3)$$

$$P_m(T_c) = 287,748 \times (1 - 0,0038 \times (39,1402 - 25))$$

$$P_m(T_c) = \mathbf{272,286 \text{ W}}$$
 olarak bulunmuştur.

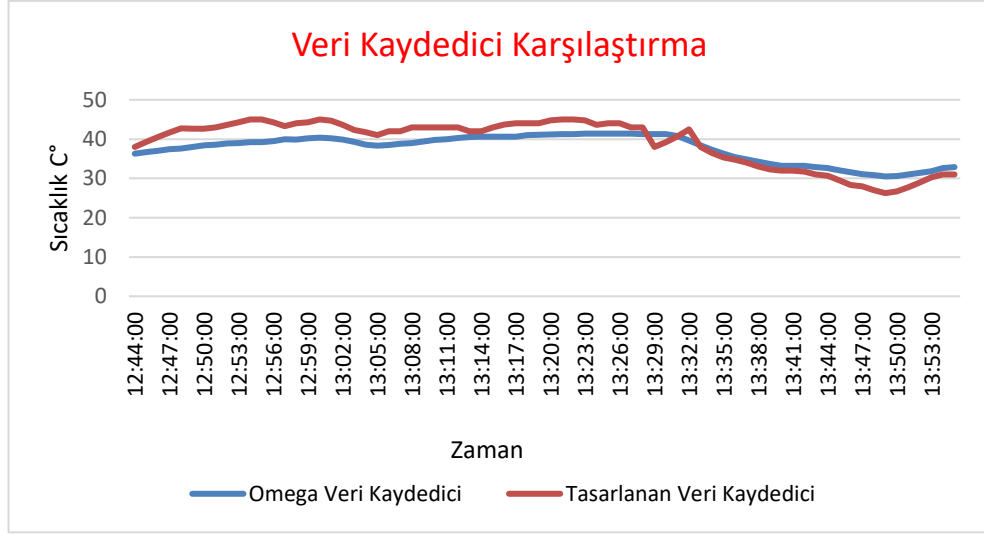
Diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık ortalaması olan  $T = 37,6416$  C° için

$P_{out}$  değeri;

$$P_{out} = 287,748 \times (1 - 0,0038 \times (37,6416 - 25))$$

$$P_{out} = \mathbf{273,925 \text{ W}}$$

Tasarlanan sistemde panel sıcaklığı ortalama  $T = 39,1402$  C° bulunmuştur. OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden ve bu kaydediciye bağlı sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık değerleri ortalama  $T = 37,6416$  C° olarak bulunmuştur. Buna bağlı olarak tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki fark %3,98 olarak bulunmuştur. Şekil 6.19'da belirtilen saatler arasında, tasarlanan veri kaydedici ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydedici sıcaklık karşılaştırması gösterilmiştir.



Şekil 6.19 Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması.

Buna göre sıcaklığın artması panel gücünü azaltmaktadır. Daha doğru sonuç elde edilmesi için modül sıcaklığının panel performans oranı denkleminde ve diğer hesaplamalarda kullanılması gerekmektedir [3,22,24,25].

Şekil 6.20’de yapılan 2. ölçüme bağlı olarak saat 12:00 ile 13:00 arasında tasarlanan veri kaydediciden elde edilen sıcaklık değerleri gösterilmiştir.

12:00:00	58	12:26:00	60	12:53:00	56
12:01:00	57.75	12:27:00	60	12:54:00	56
12:02:00	57	12:28:00	60	12:55:00	56
12:03:00	56.75	12:29:00	60	12:56:00	56.33
12:04:00	56	12:30:00	60.25	12:57:00	57
12:05:00	56	12:31:00	61	12:58:00	57.33
12:06:00	56	12:32:00	61	12:59:00	58
12:07:00	56	12:33:00	60.66	13:00:00	58
12:08:00	56	12:34:00	59.5		
12:09:00	56	12:35:00	58.33		
12:10:00	56	12:36:00	58		
12:11:00	56	12:37:00	58		
12:12:00	56.33	12:38:00	58		
12:13:00	56	12:39:00	58		
12:14:00	56	12:40:00	58		
12:15:00	56.75	12:41:00	58		
12:16:00	57	12:42:00	57.25		
12:17:00	57	12:43:00	57		
12:18:00	57	12:44:00	57.25		
12:19:00	57	12:45:00	58		
12:20:00	58	12:46:00	57.75		
12:21:00	58	12:47:00	58		
12:22:00	58	12:48:00	57.5		
12:23:00	58.5	12:49:00	57		
12:24:00	59	12:50:00	57		
12:25:00	59.25	12:51:00	56.25		
		12:52:00	56		

Şekil 6.20. Tasarlanan kaydediciden 2. ölçüme göre elde edilen sıcaklık değerleri.

Sıcaklık verilerinin ortalaması  $T=57,6021 \text{ C}^\circ$  bulunmuştur. Belirlenen saat aralığındaki(12:00 ile 13:00 saatleri arası ) poa ortalaması  $1,05 \text{ kWh/m}^2$  bulunur. Panel kurulu gücü  $287,748 \text{ W}$ , üretilen enerji  $250,7395 \text{ Wh}$  olarak bulunmuştur.

Buna göre Eşitlik 6.1'deki PR oranı denkleminde yerine yazılırsa;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \mu_p \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

Elde edilen PR oranı sıcaklığa bağlı olarak;

$$\%PR = \frac{250,7395}{287,748 \times (1,05) \times (1 - 0,0038 \times (57,6021 - 25))} \times 100$$

PR oranı= $0,9472 \times 100 = \mathbf{\%94,72}$  bulunmuştur.

Sıcaklık formüle eklenmeseydi eşitlik 6.2 formülündeki PR oranı kullanılırdı;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa})} \times 100 \quad (6.2)$$

$$\%PR = \frac{250,7395}{287,748 \times (1,05)} \times 100$$

Buna bağlı olarak elde edilen PR oranı,  $\%PR = \mathbf{\%82,98}$  olarak bulunmuştur.

Eşitlik 6.3'de Sıcaklığa bağlı panel gücü  $P_m(T_c)$  veya panel çıkış gücü(  $P_{out}$  ) denklemini gösterilmiştir. Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24] .

$\mu_p=0,0038$  ve  $T=57,6021 \text{ C}^\circ$  için

$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (6.3)$$

$$P_{out} = 287,748 \times (1 - 0,0038 \times (57,6021 - 25))$$

$P_{out} = \mathbf{252,099 \text{ W}}$  olarak bulunmuştur.

Şekil 6.21'de yapılan 2. ölçüme bağlı olarak OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden, saat 12:00 ile 13:00 arasında gelen sıcaklık değerleri gösterilmiştir.



Belirtilen saat aralığındaki sıcaklık ortalaması  $T = 53,9754 \text{ C}^\circ$  olarak bulunmuştur. Buna göre Eşitlik 6.1'deki PR oranı denkleminde yerine yazılırsa;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \text{panel sıcaklık katsayısı} \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

$$\%PR = \frac{250.7395}{287,748 \times (1,05) \times (1 - 0,0038 \times (53,9754 - 25))} \times 100$$

Sıcaklığa bağlı PR oranı  $= 0,9325 \times 100 = \%93,25$  olarak bulunmuştur.

4.07.2022	12:00:00	53.3	4.07.2022	12:26:00	54.9	4.07.2022	12:54:00	53.8
4.07.2022	12:01:00	53.4	4.07.2022	12:27:00	55	4.07.2022	12:55:00	53.9
4.07.2022	12:02:00	53.6	4.07.2022	12:28:00	55.1	4.07.2022	12:56:00	54.2
4.07.2022	12:03:00	53.6	4.07.2022	12:29:00	55.3	4.07.2022	12:57:00	54.4
4.07.2022	12:04:00	53.2	4.07.2022	12:30:00	55.3	4.07.2022	12:58:00	54.5
4.07.2022	12:05:00	52.9	4.07.2022	12:31:00	55.4	4.07.2022	12:59:00	54.8
4.07.2022	12:06:00	52.7	4.07.2022	12:32:00	55.3	4.07.2022	13:00:00	54.9
4.07.2022	12:07:00	52.8	4.07.2022	12:33:00	55.2			
4.07.2022	12:08:00	52.9	4.07.2022	12:34:00	54.9			
4.07.2022	12:09:00	53	4.07.2022	12:35:00	54.8			
4.07.2022	12:10:00	53.1	4.07.2022	12:36:00	54.5			
4.07.2022	12:11:00	53.4	4.07.2022	12:37:00	54.1			
4.07.2022	12:12:00	53.5	4.07.2022	12:38:00	53.7			
4.07.2022	12:13:00	53.6	4.07.2022	12:39:00	53.5			
4.07.2022	12:14:00	53.6	4.07.2022	12:40:00	53.2			
4.07.2022	12:15:00	53.6	4.07.2022	12:41:00	53.1			
4.07.2022	12:16:00	53.6	4.07.2022	12:42:00	53			
4.07.2022	12:17:00	53.7	4.07.2022	12:43:00	53.3			
4.07.2022	12:18:00	53.9	4.07.2022	12:44:00	53.5			
4.07.2022	12:19:00	54.1	4.07.2022	12:45:00	53.9			
4.07.2022	12:20:00	54.2	4.07.2022	12:46:00	54.1			
4.07.2022	12:21:00	54.4	4.07.2022	12:47:00	53.9			
4.07.2022	12:22:00	54.5	4.07.2022	12:48:00	53.7			
4.07.2022	12:23:00	54.6	4.07.2022	12:49:00	53.6			
4.07.2022	12:24:00	54.7	4.07.2022	12:50:00	53.6			
4.07.2022	12:25:00	54.8	4.07.2022	12:51:00	53.8			
			4.07.2022	12:52:00	53.8			
			4.07.2022	12:53:00	53.8			

Şekil 6.21. OMEGA adlı kaydediciden 2. ölçüme göre elde edilen sıcaklık değerleri.

OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden ve ona bağlı sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık verilerinin ortalaması olan  $T = 53,9754 \text{ C}^\circ$  kullanılarak panel çıkış gücünün sıcaklığa bağlı hesaplanmasında belirtilen denklem kullanılırsa, Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24] . Eşitlik 6.3'te Sıcaklığa bağlı panel gücü  $P_m(T_c)$  veya panel çıkış gücü(  $P_{out}$  ) denklemini gösterilmiştir.

$\mu_p = 0,0038$  ve  $T = 53,9754 \text{ C}^\circ$  için,

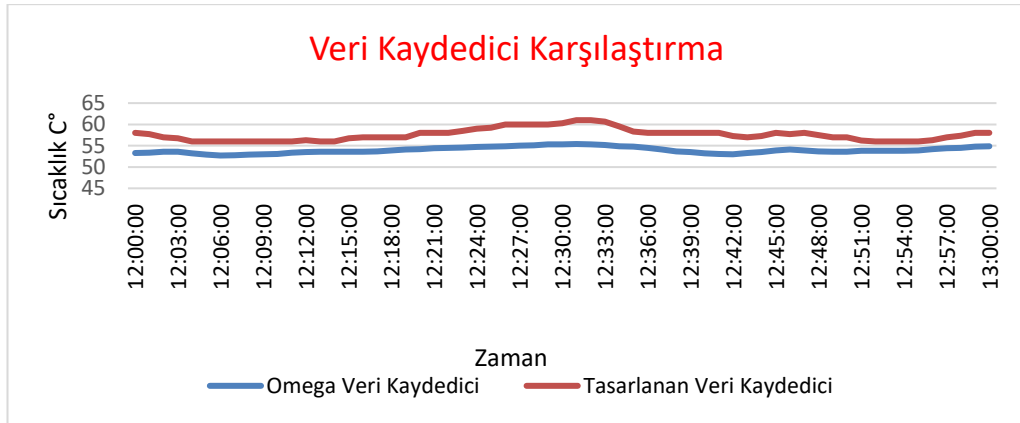
$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (6.3)$$

$$P_{out} = 287,748 \times (1 - 0,0038 \times (53,9754 - 25))$$

$$P_{out} = 256,065 \text{ W} \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Sonuçlar gösteriyorki, sıcaklığın artması panel gücünü azaltmaktadır. Daha doğru sonuç elde edilmesi için modül sıcaklığının panel performans oranı denkleminde ve diğer hesaplamalarda kullanılması gerekmektedir [3,22,24,25].

Tasarlanan sistemde panel sıcaklığı ortalama  $T = 57,6021 \text{ C}^\circ$  bulunmuştur. OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden ve bu kaydediciye bağlı sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık değerleri ortalama  $T = 53,9754 \text{ C}^\circ$  olarak bulunmuştur. Buna bağlı olarak tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki fark %6,72 olarak bulunmuştur. Şekil 6.22’de belirtilen saatler arasında, tasarlanan veri kaydedici ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydedici sıcaklık karşılaştırması gösterilmiştir.



Şekil 6.22. Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması.

Yapılan 3. ölçüme bağlı olarak saat 10:53 ile 11:53 arasında tasarlanan veri kaydediciden elde edilen sıcaklık verilerinin ortalaması  $T = 52,17 \text{ C}^\circ$  bulunmuştur. Belirlenen saat aralığındaki poa ortalaması  $0,994 \text{ kWh/m}^2$  bulunur.

Panel kurulu gücü 287,748 W, üretilen enerji 240,6242 Wh olarak bulunmuştur. Buna göre Eşitlik 6.1'deki PR oranı denkleminde yerine yazılırsa;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \text{panel sıcaklık katsayısı} \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

Elde edilen PR oranı sıcaklığa bağlı olarak;

$$\%PR = \frac{240,6242}{287,748 \times (0,994) \times (1 - 0,0038 \times (52,17 - 25))} \times 100$$

PR oranı=**%93,81** bulunmuştur.

Sıcaklık formüle eklenmeseydi eşitlik 6.2 formülündeki PR oranı kullanılırdı;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa})} \times 100 \quad (6.2)$$

$$\%PR = \frac{240,6242}{287,748 \times (0,994)} \times 100$$

Buna bağlı olarak elde edilen %PR oranı

**PR= %84,12** olarak bulunmuştur.

Eşitlik 6.3'de Sıcaklığa bağlı panel gücü  $P_m(T_c)$  veya panel çıkış gücü ( $P_{out}$ ) denklemini gösterilmiştir. Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24].

$\mu_p=0,0038$  ve  $T=52,17$  C° için,

$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (6.3)$$

$$P_{out} = 287,748 * (1 - 0,0038 * (52,17 - 25))$$

$P_{out} = \mathbf{258,039 W}$  olarak bulunmuştur,

Yapılan 3. ölçüme bağlı olarak OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden, saat 10:53 ile 11:53 arasında elde edilen sıcaklık değerleri ortalaması  $T= 50,88$  C° olarak bulunmuştur. Buna göre Eşitlik 6.1'deki PR oranı denkleminde yerine yazılırsa;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \text{panel sıcaklık katsayısı} \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

$$\%PR = \frac{240,6242}{287,748 \times (0,994) \times (1 - 0,0038 \times (50,88 - 25))} \times 100$$

Sıcaklığa bağlı **PR oranı= %93,30** olarak bulunmuştur.

OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden ve ona bağlı sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık verilerinin ortalaması olan  $T = 50,88 \text{ C}^\circ$  kullanılarak panel çıkış gücünün sıcaklığa bağlı hesaplanmasında belirtilen denklem kullanılırsa, Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24]. Eşitlik 6.3'te Sıcaklığa bağlı panel gücü  $P_m(T_c)$  veya panel çıkış gücü ( $P_{out}$ ) denklemleri gösterilmiştir.

$\mu_p = 0,0038$  ve  $T = 50,88 \text{ C}^\circ$  için

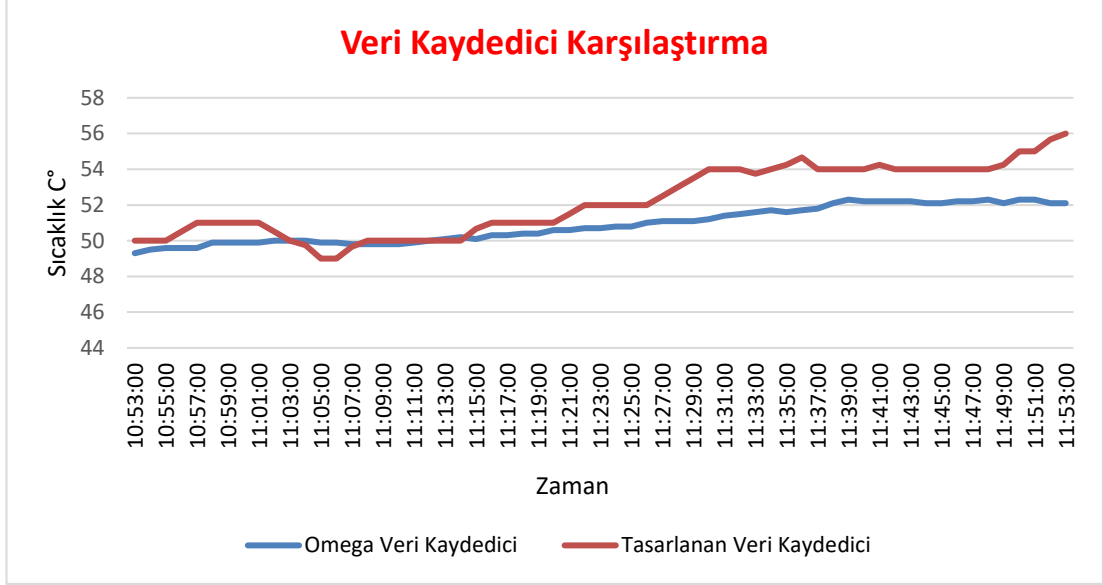
$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (6.3)$$

$$P_{out} = 287,748 \times (1 - 0,0038 \times (50,88 - 25))$$

$P_{out} = 259,449 \text{ W}$  olarak bulunmuştur.

Sonuçlar gösteriyorki, sıcaklığın artması panel gücünü azaltmaktadır [3,22,24,25].

Tasarlanan sistemde panel sıcaklığı ortalama  $T = 52,17 \text{ C}^\circ$  bulunmuştur. OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık değerleri ortalama  $T = 50,88 \text{ C}^\circ$  olarak bulunmuştur. Buna bağlı olarak tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki yüzde fark **%2,5293** olarak bulunmuştur. Şekil 6.23'te belirtilen saatler arasında, tasarlanan veri kaydedici ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydedici sıcaklık karşılaştırması gösterilmiştir.



Şekil 6.23. Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması.

Yapılan 4. ölçüme bağlı olarak saat 14:10 ile 15:10 arasında tasarlanan veri kaydediciden elde edilen sıcaklık verilerinin ortalaması  $T = 54,126 \text{ C}^\circ$  bulunmuştur. Belirlenen saat aralığındaki poa ortalaması  $0,833 \text{ kWh/m}^2$  bulunur. Panel kurulu gücü  $287,748 \text{ W}$ , üretilen enerji  $203,2592 \text{ Wh}$  olarak bulunmuştur. Buna göre Eşitlik 6.1'deki PR oranı denkleminde yerine yazılırsa;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \text{panel sıcaklık katsayısı} \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

Elde edilen PR oranı sıcaklığa bağlı olarak;

$$\%PR = \frac{203,2592}{287,748 \times (0,833) \times (1 - 0,0038 \times (54,126 - 25))} \times 100$$

PR oranı=**%95,35** bulunmuştur.

Sıcaklık formüle eklenmeseydi eşitlik 6.2 formülündeki PR oranı kullanılırdı;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa})} \times 100 \quad (6.2)$$

$$\%PR = \frac{203,2592}{287,748 \times (0,833)} \times 100$$

Buna bağlı olarak elde edilen %PR oranı

**PR= %84,79** olarak bulunmuştur.

Eşitlik 6.3'de Sıcaklığa bağlı panel gücü  $P_m(T_c)$  veya panel çıkış gücü(  $P_{out}$  ) denklemini gösterilmiştir. Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24].

$\mu_p=0,0038$  ve  $T= 54,126$  C° için,

$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (6.3)$$

$$P_{out} = 287,748 * (1 - 0,0038 * (54,126 - 25))$$

$P_{out} = \mathbf{255,900}$  W olarak bulunmuştur.

Yapılan 4. ölçüme bağlı olarak OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden, saat 14:10 ile 15:10 arasında elde edilen sıcaklık değerleri ortalaması  $T= 54,2918$  C° olarak bulunmuştur. Buna göre Eşitlik 6.1'deki PR oranı denkleminde yerine yazılırsa;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \text{panel sıcaklık katsayısı} \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

$$\%PR = \frac{203,2592}{287,748 \times (0,833) \times (1 - 0,0038 \times (54,2918 - 25))} \times 100$$

Sıcaklığa bağlı **PR oranı= %95,42** olarak bulunmuştur.

OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden ve ona bağlı sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık verilerinin ortalaması olan  $T=54,2918$  C° kullanılarak panel çıkış gücünün sıcaklığa bağlı hesaplanmasında belirtilen denklem kullanılırsa, Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24]. Eşitlik 6.3'te Sıcaklığa bağlı panel gücü  $P_m(T_c)$  veya panel çıkış gücü(  $P_{out}$  ) denklemini gösterilmiştir.

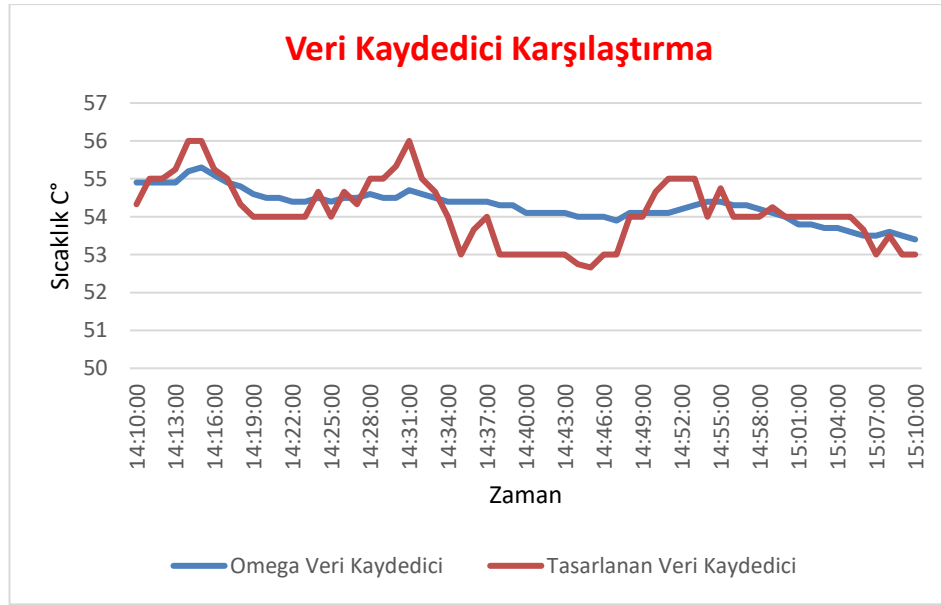
$\mu_p = 0,0038$  ve  $T = 54,2918 \text{ C}^\circ$  için

$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (6.3)$$

$$P_{out} = 287,748 * (1 - 0,0038 * (54,2918 - 25))$$

$P_{out} = 255,719 \text{ W}$  olarak bulunmuştur

Tasarlanan sistemde panel sıcaklığı ortalama  $T = 54,126 \text{ C}^\circ$  bulunmuştur. OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık değerleri ortalama  $T = 54,2918 \text{ C}^\circ$  olarak bulunmuştur. Buna bağlı olarak tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki yüzde fark **%0,30** olarak bulunmuştur. Şekil 6.24'te belirtilen saatler arasında, tasarlanan veri kaydedici ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydedici sıcaklık karşılaştırması gösterilmiştir.



Şekil 6.24. Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması.

Yapılan 5. ölçüme bağlı olarak saat 16:00 ile 17:00 arasında tasarlanan veri kaydediciden elde edilen sıcaklık verilerinin ortalaması  $T = 45,1308 \text{ C}^\circ$  bulur (6.1)

Belirlenen saat aralığındaki poa ortalaması  $0,460 \text{ kWh/m}^2$  bulunur. Panel kurulu gücü  $287,748 \text{ W}$ , üretilen enerji  $109,9458 \text{ Wh}$  olarak bulunmuştur. Buna göre Eşitlik 6.1'deki PR oranı denkleminde yerine yazılırsa;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \mu_p \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

Elde edilen PR oranı sıcaklığa bağlı olarak;

$$\%PR = \frac{109,9458}{287,748 \times (0,460) \times (1 - 0,0038 \times (45,1308 - 25))} \times 100$$

PR oranı=**%89,94** bulunmuştur.

Sıcaklık formüle eklenmeseydi eşitlik 6.2 formülündeki PR oranı kullanılırdı;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa})} \times 100 \quad (6.2)$$

$$\%PR = \frac{109,9458}{287,748 \times (0,460)} \times 100$$

Buna bağlı olarak elde edilen %PR oranı

**PR= %83,06** olarak bulunmuştur.

Eşitlik 6.3'de Sıcaklığa bağlı panel gücü  $P_m(T_c)$  veya panel çıkış gücü ( $P_{out}$ ) denklemleri gösterilmiştir. Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24].

$\mu_p=0,0038$  ve  $T= 45,1308$  C° için,

$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (6.3)$$

$$P_{out} = 287,748 \times (1 - 0,0038 \times (45,1308 - 25))$$

**$P_{out} = 265,736$  W** olarak bulunmuştur.

Yapılan 5. ölçüme bağlı olarak OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden, saat 16:00 ile 17:00 arasında elde edilen sıcaklık değerleri ortalaması  $T= 45,436$  C° olarak bulunmuştur. Buna göre Eşitlik 6.1'deki PR oranı denkleminde yerine yazılırsa;



$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \text{panel sıcaklık katsayısı} \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

$$\%PR = \frac{109,9458}{287,748 \times (0,460) \times (1 - 0,0038 \times (45,436 - 25))} * 100$$

Sıcaklığa bağlı **PR oranı= %90,05** olarak bulunmuştur.

OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden ve ona bağlı sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık verilerinin ortalaması olan  $T=45,436 \text{ C}^\circ$  kullanılarak panel çıkış gücünün sıcaklığa bağlı hesaplanmasında belirtilen denklem kullanılırsa, Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24]. Eşitlik 6.3'te Sıcaklığa bağlı panel gücü  $P_m(T_c)$  veya panel çıkış gücü ( $P_{out}$ ) denklemleri gösterilmiştir.

$\mu_p=0,0038$  ve  $T= 45,436 \text{ C}^\circ$  için,

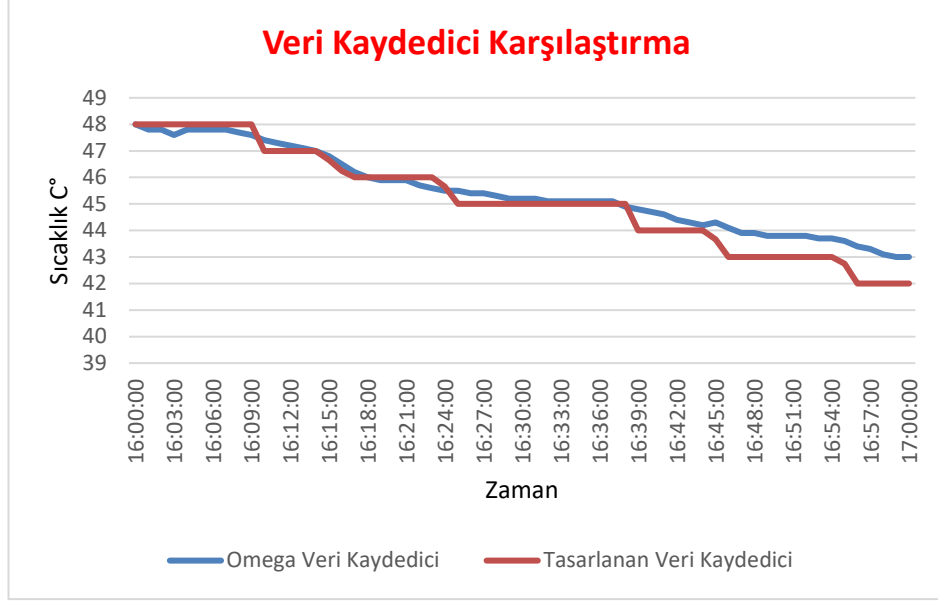
$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (6.3)$$

$$P_{out} = 287,748 * (1 - 0,0038 * (45,436 - 25))$$

$P_{out} = 265,402\text{W}$  olarak bulunmuştur.

Tasarlanan sistemde panel sıcaklığı ortalama  $T= 45,1308 \text{ C}^\circ$  bulunmuştur. OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık değerleri ortalama  $T=45,436 \text{ C}^\circ$  olarak bulunmuştur. Buna bağlı olarak tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki yüzde fark **%0,67** olarak bulunmuştur.

Şekil 6.25'te belirtilen saatler arasında, tasarlanan veri kaydedici ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydedici sıcaklık karşılaştırması gösterilmiştir.



Şekil 6.25. Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması.

Yapılan 6. ölçüme bağlı olarak saat 9:45 ile 10:45 arasında tasarlanan veri kaydediciden elde edilen sıcaklık verilerinin ortalaması  $T = 45,8106 \text{ C}^\circ$  bulunmuştur. Belirlenen saat aralığındaki poa ortalaması  $0,746 \text{ kWh/m}^2$  bulunur. Panel kurulu gücü  $287,748 \text{ W}$ , üretilen enerji  $188,0164 \text{ Wh}$  olarak bulunmuştur. Buna göre Eşitlik 6.1'deki PR oranı denkleminde yerine yazılırsa;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \text{panel sıcaklık katsayısı} \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

Elde edilen PR oranı sıcaklığa bağlı olarak;

$$\%PR = \frac{188,0164}{287,748 \times (0,746) \times (1 - 0,0038 \times (45,8106 - 25))} \times 100$$

PR oranı=**%95,10** bulunmuştur.

Sıcaklık formüle eklenmeseydi eşitlik 6.2 formülündeki PR oranı kullanılırdı;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa})} \times 100 \quad (6.2)$$

$$\%PR = \frac{188,0164}{287,748 \times (0,746)} \times 100$$

Buna bağılı olarak elde edilen %PR oranı

**PR= %87,58** olarak bulunmuştur.

Eşitlik 6.3'de Sıcaklığa bağılı panel gücü  $P_m(T_c)$  veya panel çıkış gücü(  $P_{out}$  ) denklemini gösterilmiştir. Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24].

$\mu_p=0,0038$  ve  $T= 45,8106$  C° için,

$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (6.3)$$

$$P_{out} = 287,748 \times (1 - 0,0038 \times (45,8106 - 25))$$

$$P_{out} = 264,992 \text{ W olarak bulunmuştur.}$$

Yapılan 5. ölçüme bağılı olarak OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğeri veri kaydediciden, saat 9:45 ile 10:45 arasında elde edilen sıcaklık değeri ortalaması  $T= 46,0295$  C° olarak bulunmuştur. Buna göre Eşitlik 6.1'deki PR oranı denkleminde yerine yazılırsa;

$$\%PR = \frac{\text{Üretilen Enerji}}{\text{Kurulu Güç} \times (\text{Poa}) \times (1 - \text{panel sıcaklık katsayısı} \times (T - 25))} \times 100 \quad (6.1)$$

$$\%PR = \frac{188,0164}{287,748 \times (0,746) \times (1 - 0,0038 \times (46,0295 - 25))} \times 100$$

Sıcaklığa bağılı **PR oranı= %95,19** olarak bulunmuştur.

OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğeri veri kaydediciden ve ona bağılı sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık verilerinin ortalaması olan  $T=46,0295$  C° kullanılarak panel çıkış gücünün sıcaklığa bağılı hesaplanmasında belirtilen denklem kullanılırsa; Burada  $T_c$  panelin hücre sıcaklığı,  $P_{m,STC}$  standart test koşullarındaki panel gücü,  $\mu_p$  sıcaklık katsayısıdır [3,24]. Eşitlik 6.3'te Sıcaklığa bağılı panel gücü  $P_m(T_c)$  veya panel çıkış gücü(  $P_{out}$  ) denklemini gösterilmiştir.

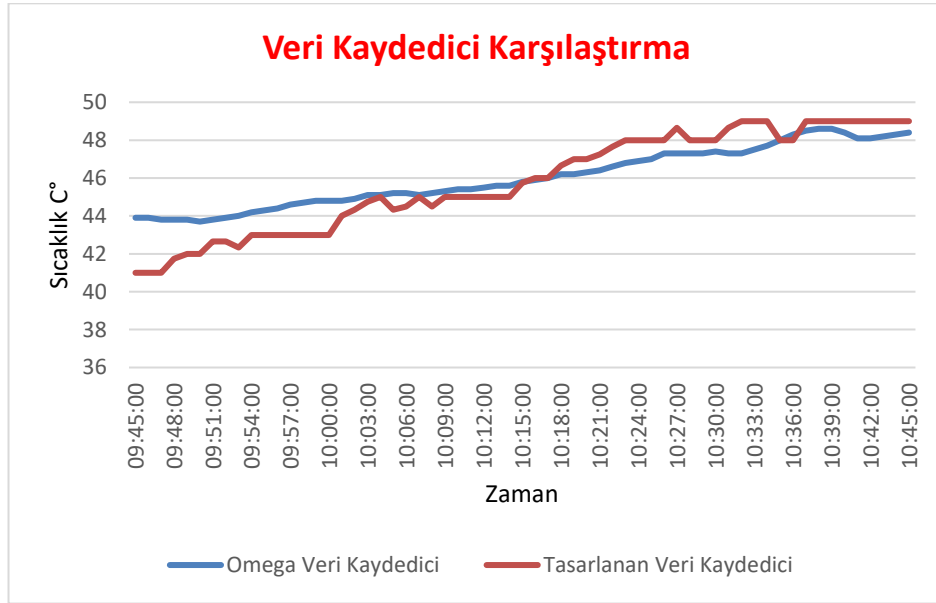
$\mu_p = 0,0038$  ve  $T = 46,0295$  C° için,

$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p (T_c - 25)] \quad (6.3)$$

$$P_{out} = 287,748 \times (1 - 0,0038 \times (46,0295 - 25))$$

**$P_{out} = 264,753W$**  olarak bulunmuştur.

Tasarlanan sistemde panel sıcaklığı ortalama  $T = 45.8106$  C° bulunmuştur. OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık değerleri ortalama  $T = 46.0295$  C° olarak bulunmuştur. Buna bağlı olarak tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki yüzde fark **%0.475** olarak bulunmuştur. Şekil 6.26'da belirtilen saatler arasında, tasarlanan veri kaydedici ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydedici sıcaklık karşılaştırması gösterilmiştir.



Şekil 6.26. Tasarlanan kaydedici ve OMEGA adlı kaydedici sıcaklık karşılaştırması.

## BÖLÜM 7

### SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışmada güneş paneli sıcaklık verilerinin kaydedilip, panel gücü ve panel performans oranı hesabında kullanılmasını sağlayan bir veri kaydedici tasarımı gerçekleştirilmiştir.

STM32 mikrodenetleyici kartına bağlı sıcaklık sensörü güneş paneline yerleştirilmiş, panel sıcaklık verileri yine mikrodenetleyici kontrolünde kullanıcının bir ekranda görebilmesini sağlamak için LCD'ye ve ESP8266 aracılığıyla Thingspeak platformuna gönderilmiştir. Thingspeak platformuna kullanıcı adı ve şifre girilerek istenilen yerde ve zamanda güneş paneli sıcaklık verilerinin kaydedildiği ve gözlemlendiği bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Panelde yapılan standart test ölçümlerinde panel gücü 287,748 W olarak ölçülmüştür. Zamanla sıcaklık ve diğer çevresel parametrelere bağlı olarak panel gücü azalmaktadır. Sıcaklık ortalaması değeri tasarlanan veri kaydedicide  $T=39,1402\text{ C}^\circ$  iken panel çıkış gücü  $P_{out}=272,286\text{ W}$  olarak hesaplanmıştır. OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık ortalaması değeri  $T=37.6416\text{ C}^\circ$  iken panel çıkış gücü  $P_{out}= 273,925\text{ W}$  olarak ölçülmüştür. Buna bağlı olarak tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki fark %3,98 olarak bulunmuştur.

İkinci ölçüme göre, tasarlanan veri kaydedici sıcaklık ortalaması  $T=57,6021\text{ C}^\circ$  iken  $P_{out}=252,099\text{ W}$  ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık ortalaması değeri  $T=53,9754\text{ C}^\circ$  iken  $P_{out}= 256,065\text{ W}$  olarak bulunmuştur. Tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki fark %6,72 olarak bulunmuştur.

Üçüncü ölçüme göre, tasarlanan kaydedici sıcaklık ortalaması  $T=52,17\text{ C}^\circ$  iken  $P_{out}=258,039\text{ W}$  ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık ortalaması değeri  $T=50,88\text{ C}^\circ$  iken  $P_{out}=259,449\text{ W}$  olarak bulunmuştur. Tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki yüzde farkı  $\%2,5293$  olarak bulunmuştur.

Dördüncü ölçüme göre, tasarlanan veri kaydedici sıcaklık ortalaması  $T=54,126\text{ C}^\circ$  iken  $P_{out}=255,900\text{ W}$  ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık ortalaması değeri  $T=54,2918\text{ C}^\circ$  iken  $P_{out}=255,719\text{ W}$  olarak bulunmuştur. Tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki yüzde farkı  $\%0,30$  olarak bulunmuştur.

Beşinci ölçüme göre, tasarlanan veri kaydedici sıcaklık ortalaması  $T=45,1308\text{ C}^\circ$  iken  $P_{out}=265,736\text{ W}$  ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık ortalaması değeri  $T=45,436\text{ C}^\circ$  iken  $P_{out}=265,402\text{ W}$  olarak bulunmuştur. Tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki yüzde farkı  $\%0,67$  olarak bulunmuştur.

Yapılan altıncı ölçüme göre ise, tasarlanan veri kaydedici sıcaklık ortalaması  $T=45,8106\text{ C}^\circ$  iken  $P_{out}=264,992\text{ W}$  ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık ortalaması değeri  $T=46,0295\text{ C}^\circ$  iken  $P_{out}=264,753\text{ W}$  olarak bulunmuştur. Tasarlanan ve mevcut sistem arasındaki yüzde farkı  $\%0,475$  olarak bulunmuştur.

Tasarlanan veri kaydedici ve OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden elde edilen sıcaklık ortalaması yüzdesine bakılarak karşılaştırılırsa, ölçüm sayısı, hava durumu koşulları, sensör tipi ve sensör hassasiyetine bağlı olarak aralarındaki farkın yaklaşık  $\%1$  ile  $\%6$  arasında değiştiği gözlemlenmektedir. Ancak son üç ölçüm gösteriyorki iki sistem arasındaki fark  $\%1$ 'in altına düşmektedir. Yani tasarlanan sistemin doğruluğu artmaktadır.

Ölçüm sonuçlarına göre sıcaklığın artması panel gücünü azaltmaktadır. Daha doğru sonuç elde edilmesi için modül sıcaklığının panel performans oranı denkleminde ve diğer hesaplamalarda kullanılması gerekmektedir.

Tasarlanan veri kaydedici verileri, OMEGA OM-WEB-TEMP adlı diğer veri kaydediciden ve bu kaydediciye bağlı sıcaklık sensöründen gelen sıcaklık verileri ile karşılaştırılmıştır.

Tasarlanan veri kaydedici solar alanda uygulanmıştır. İstenildiğinde tasarlanan sıcaklık veri kaydedicisi diğer sıcaklık veri kaydedicileri gibi soğuk zincir uygulamaları , ilaç depoları, laboratuvar ortamları, hastaneler, soğuk hava depoları, endüstriyel ortamlar, gıda depoları vs. gibi alanlarda kullanılabilir. Tasarım solar alanda kullanılan diğer sıcaklık sensörü ve veri kaydedicilerinden çok daha ekonomiktir.

İlerleyen çalışmalarda veri kaydedicisi çok kanallı hale getirilmesi üzerine çalışılacaktır yani birden fazla sensör eklenerek solar alandaki diğer parametrelerin verileri kaydedilip izlenebilecektir. Örneğin ışınım sensörü sisteme eklenerek panel güneş ışınımı verileri de alınabilecektir.

## KAYNAKLAR

1. Turhan, S., Çetiner, İ., “Fotovoltaik Sistemlerde Performans Değerlendirmesi”, **6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu**, Bursa, Nisan 2012
2. Öztürk,H. ,”Güneş Enerjisinden Fotovoltaik Yöntemle Elektrik Üretiminde Güç Dönüşüm Verimi ve Etkili Etmenler “ **Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi**, Adana.
3. Boztepe, M. “Fotovoltaik Güç Sistemlerinde Verimliliği Etkileyen Parametreler “, **Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi**, İzmir.
4. Çiçekdeş, C. , “Arm Microcontroller Based Wireless Data Logger”, Yüksek Lisans Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi**, İzmir, Mart 2011.
5. İnternet: onsetcomp.com, “Data Logger Basics”,  
<https://www.onsetcomp.com/files/data-logger-basics.pdf>
6. Güzel, S., “Soğuk Zincir Lojistiği İçin USB Arayüzlü Sıcaklık Veri Kayıt Cihazı Tasarımı ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, **Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Tokat, Nisan 2018.
7. Sehgal, V. , Nitin, Sharma, R. ve Hastir, V., “Smart Wireless Temperature Data Logger”, **Jaypee University of Information Technology Wanknaghat**, Department of Electronics and Communication Engineering, Solan–173215 (HP) INDIA, Published 2008.
8. Singh, T. and Thakur, R., “Design and Development of PV Solar Panel Data Logger”, **International Journal of Computer Sciences and Engineering**, Vol.7(4), Apr 2019
9. Cebeci, H., “Düşük Maliyetli, Bilgisayar Tabanlı Data Logger Özellikli Osiloskop Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü**,Ankara, Kasım 2014.
10. Kelebekler, E.,” Nesnelerin İnterneti Tabanlı Meteorolojik Veri Takip Sistemi”, **Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi**, , 7 (2019) 650-663.



11. Benghanem, M., “Measurement of meteorological data based on wireless data acquisition system monitoring”, *Appl. Energy*, Vol. 86, No. 12, pp. 2651–2660, 2009.
12. Tripathi, S., Singh, K., Ojha, P. and Baliyan, A., “Solar Data Logger”, *IJSTE-International Journal of Science Technology & Engineering*, Volume 3, Issue 09 , March 2017.
13. Okwudibe, C. and Akinloye, B., “Design And Simulation Of Temperature Data Logger”, *American Journal of Engineering Research (AJER)*, Volume-6, Issue-12, pp-14-19, Dec 2017.
14. Üçgün, H. , Kaplan, Z. ve Yüzgeç U., “Akıllı Hava İstasyonu ile IoT Tabanlı Hava Durumu İzleme Sistemi”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Sayı 23, S. 563-571.
15. Katyal, A. , Yadav, R. and Pandey, M., “Wireless Arduino Based Weather Station”, *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering(IJARCCCE)*, Vol. 5, Issue 4.
16. İnternet: Hosamani, R. and Sujathakumari, B.A., “Wireless Weather Data Logger using SD Cardwith ARM Controller”, [https://www.academia.edu/4311640/Wireless\\_Weather\\_Data\\_Logger\\_using\\_SD\\_Card\\_with\\_ARM\\_Controller](https://www.academia.edu/4311640/Wireless_Weather_Data_Logger_using_SD_Card_with_ARM_Controller) (2010).
17. İnternet: Başer, O., “STM32 Ve ESP8266 İle Thingspeak Kullanımı”, <http://www.elektrobot.net/stm32-ve-esp8266-ile-thingspeak-kullanimi/> (2021).
18. İnternet: Yeşilbağ, B., “ThingSpeak’e Sıcaklık Yollama”, <https://maker.robotistan.com/esp8266-dersleri-2-thingspeake-sicaklik-yollama/> (2016).
19. İnternet: Gautam, A. and Saksena, A., ” Wireless Temperature Sensor and Data Logger”, <https://fdocuments.in/document/wireless-temperature-sensor-and-data-logger.html?page=1> (2015).
20. Kumar, V., Yasaswini, L., Lavanya, CH., and Suraj, K. , “Renewable Powered Portable Weather Monitoring System”, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Volume: 07 Issue: 05.

21. Devaraju , J.T, Suhas , K.R., Mohana , H.K., and Patil, A.,“Wireless Portable Microcontroller based Weather Monitoring Station", *Measurement*, 76 (2015), 189-200.
22. Karafil, A., Özbay, H., Kesler, M., “Sıcaklık ve Güneş Işınım Değişimlerinin Fotovoltaik Panel Gücü Üzerindeki Etkilerinin Simülasyon Analizi”, *Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*, May 2016.
23. Adak, S., Cangı, H. ve Yılmaz, A.,” Fotovoltaik Sistemin Çıkış Gücünün Sıcaklık ve Işımaya Bağlı Matematiksel Modellemesi ve Simülasyonu” *UMAGD*, Cilt/Volume:11 Sayı/Issue:1, Ocak 2019.
24. Köse, E. , "Fotovoltaik Sistemlerin Sıcaklığa Bağlı Enerji Verimliliği Performansının Analiz Edilmesi", *Dünya Multidisipliner Araştırmalar Dergisi*, Vol. 2018, No. 2, pp. 39-53, Dec. 2018.
25. Amelia , A.R. , Irwan ,Y.M., Leow ,W.Z., Irwanto,M., Safwati , I. and Zhafarina, M. ”Investigation of the Effect Temperature on Photovoltaic (PV) Panel Output Performance”, *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*, Vol.6 (2016) No. 5, Oct 2016
26. İnternet: ram-limited.com, “ Datalogger nedir ne işe yarar ?”, <https://www.ram-limited.com/tr/1351/datalogger-nedir/>
27. İnternet: dataloggerinc.com, “All Data Logger and DAQ Products”, <https://dataloggerinc.com/types-of-data-loggers/#:~:text=Other%20types%20of%20data%20loggers,suitable%20to%20your%20specific%20project.>
28. İnternet: spotsee.io, “ Types of Data Loggers”, <https://spotsee.io/blog/types-of-data-loggers>, (2018).
29. İnternet: robotiksistem.com, “Güneş Pilleri”, [http://www.robotiksistem.com/gunes\\_pilleri\\_nedir.html](http://www.robotiksistem.com/gunes_pilleri_nedir.html) (2019).
30. İnternet: Zengin, E., “Güneş Pillerinin Enerji Dönüşüm Kalitesini Etkileyen Önemli Faktörler”, [https://www.emo.org.tr/ekler/6498f1f48b54a20\\_ek.pdf](https://www.emo.org.tr/ekler/6498f1f48b54a20_ek.pdf)
31. İnternet: Coşkun, O., “Fotovoltaik Sistemlerin Verimliliğini Etkileyen Faktörler”, <https://www.enerjisistemlerimiz.com/fotovoltaik-sistemlerin-verimlilikini-etkileyen-faktorler.html> .
32. İnternet: Çakmak, A., “ Güneş Enerji Santrallerinde Performans Oranı”, <https://entegro.com.tr/ges-performans->



**sensoru?gclid=EAIaIQobChMIxs3lg\_at-AIVUPBRCh31DAxFEAQYASABEgIRWfD\_BwE**

43. İnternet: İzgöl, K., “LCD Nedir?”, <https://maker.robotistan.com/lcd-nedir/#:~:text=16%C3%972%20karakter%20LCD'ler%2C%20isminde n%20de%20anla%C5%9F%C4%B1laca%C4%9F%C4%B1%20%C3%BCzere,olarak%20istedi%C4%9Finiz%20bilgiyi%20g%C3%B6stere bilmeniz%20m%C3%BCmk%C3%BCnd%C3%BCr.> (2016)
44. İnternet: cadsay.com, “Autocad Programı Nedir?” <https://cadsay.com/autocad-programi-nedir>
45. İnternet: en.wikipedia.org,” Perfbboard ”, <https://en.wikipedia.org/wiki/Perfbboard> (2022).

**EK AÇIKLAMALAR A.**

**STM32CUBEIDE KODLARI**

```

/* USER CODE END Header */
/* Includes -----
----*/
#include "main.h"
#include "stdio.h"
#include "i2c-lcd.h"
#include "ESPDataLogger.h"

/* Private includes -----
----*/
/* USER CODE BEGIN Includes */

/* USER CODE END Includes */

/* Private typedef -----
----*/
/* USER CODE BEGIN PTD */

/* USER CODE END PTD */

/* Private define -----
----*/
/* USER CODE BEGIN PD */
/* USER CODE END PD */

/* Private macro -----
----*/
/* USER CODE BEGIN PM */

/* USER CODE END PM */

/* Private variables -----
----*/
I2C_HandleTypeDef hi2c1;

TIM_HandleTypeDef htim1;

UART_HandleTypeDef huart1;

/* USER CODE BEGIN PV */

/* USER CODE END PV */

/* Private function prototypes -----
----*/
void SystemClock_Config(void);
static void MX_GPIO_Init(void);
static void MX_I2C1_Init(void);
static void MX_USART1_UART_Init(void);
static void MX_TIM1_Init(void);
/* USER CODE BEGIN PFP */

/* USER CODE END PFP */
/* Private user code -----
----*/
/* USER CODE BEGIN 0 */

```

```

void delay (uint16_t time)
{
    __HAL_TIM_SET_COUNTER(&htim1, 0);
    while ((__HAL_TIM_GET_COUNTER(&htim1))<time);
}

void Display_Temp (float Temp)
{
    char str[20] = {0};
    lcd_put_cur(0,0);

    sprintf (str, "TEMP: %.2f", Temp);
    lcd_send_string(str);
    lcd_send_data('c');
}

uint8_t Rh_byte1, Rh_byte2, Temp_byte1, Temp_byte2,Temp_byte12,
Temp_byte22;
uint16_t SUM, RH, TEMP;
uint16_t Value_Buf[2];
float Temperature = 0;
float Temperature2 = 0;
float Humidity = 0;
uint8_t Presence = 0;
uint8_t Presence2 = 0;
void Set_Pin_Output(GPIO_TypeDef *GPIOx, uint16_t GPIO_Pin)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStruct = {0};
    GPIO_InitStruct.Pin = GPIO_Pin;
    GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;
    GPIO_InitStruct.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_LOW;
    HAL_GPIO_Init(GPIOx, &GPIO_InitStruct);
}
void Set_Pin_Input(GPIO_TypeDef *GPIOx, uint16_t GPIO_Pin)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStruct = {0};
    GPIO_InitStruct.Pin = GPIO_Pin;
    GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_INPUT;
    GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_NOPULL; //can be changed to PULLUP if no
data is received from the pin
    HAL_GPIO_Init(GPIOx, &GPIO_InitStruct);
}

//variables declarations
//uint8_t Rh_byte1, Rh_byte2, Temp_byte1, Temp_byte2;
//uint16_t SUM, RH, TEMP;

#define DS18B20_PORT GPIOA
#define DS18B20_PIN GPIO_PIN_1
#define DS18B20_PIN2 GPIO_PIN_0
uint8_t DS18B20_Start (void)
{
    uint8_t Response = 0;
    Set_Pin_Output(DS18B20_PORT, DS18B20_PIN); // set the pin as
output
}

```

```

        HAL_GPIO_WritePin (DS18B20_PORT, DS18B20_PIN, 0); // pull the pin
low
        delay (480); // delay according to datasheet
        Set_Pin_Input(DS18B20_PORT, DS18B20_PIN); // set the pin as input
        delay (80); // delay according to datasheet

        if (!(HAL_GPIO_ReadPin (DS18B20_PORT, DS18B20_PIN))) Response = 1;
// if the pin is low i.e the presence pulse is detected
        else Response = -1;

        delay (400); // 480 us delay totally.

        return Response;
}

void DS18B20_Write (uint8_t data)
{
    Set_Pin_Output(DS18B20_PORT, DS18B20_PIN); // set as output

    for (int i=0; i<8; i++)
    {
        if ((data & (1<<i))!=0) // if the bit is high
        {
            // write 1

            Set_Pin_Output(DS18B20_PORT, DS18B20_PIN); // set as
output
            HAL_GPIO_WritePin (DS18B20_PORT, DS18B20_PIN, 0); //
pull the pin LOW
            delay (1); // wait for 1 us

            Set_Pin_Input(DS18B20_PORT, DS18B20_PIN); // set as
input
            delay (50); // wait for 60 us
        }

        else // if the bit is low
        {
            // write 0

            Set_Pin_Output(DS18B20_PORT, DS18B20_PIN);
            HAL_GPIO_WritePin (DS18B20_PORT, DS18B20_PIN, 0); //
pull the pin LOW
            delay (50); // wait for 60 us

            Set_Pin_Input(DS18B20_PORT, DS18B20_PIN);
        }
    }
}

uint8_t DS18B20_Read (void)
{
    uint8_t value=0;
    Set_Pin_Input(DS18B20_PORT, DS18B20_PIN);

    for (int i=0;i<8;i++)

```



```

    {
        // set as output
        Set_Pin_Output(DS18B20_PORT, DS18B20_PIN);
        HAL_GPIO_WritePin (DS18B20_PORT, DS18B20_PIN, 0); // pull
the data pin LOW
        delay (2); // wait for 2 us

        Set_Pin_Input(DS18B20_PORT, DS18B20_PIN); // set as input
        if (HAL_GPIO_ReadPin (DS18B20_PORT, DS18B20_PIN)) // if the
pin is HIGH
        {
            value |= 1<<i; // read = 1
        }
        delay (60); // wait for 60 us
    }
    return value;
}

/* USER CODE END 0 */

/**
 * @brief The application entry point.
 * @retval int
 */
int main(void)
{
    /* USER CODE BEGIN 1 */

    /* USER CODE END 1 */

    /* MCU Configuration-----*/
    ----*/

    /* Reset of all peripherals, Initializes the Flash interface and the
Systick. */
    HAL_Init();
    /* USER CODE BEGIN Init */

    /* USER CODE END Init */

    /* Configure the system clock */
    SystemClock_Config();

    /* USER CODE BEGIN SysInit */

    /* USER CODE END SysInit */

    /* Initialize all configured peripherals */
    MX_GPIO_Init();
    MX_I2C1_Init();
    MX_USART1_UART_Init();
    MX_TIM1_Init();
    /* USER CODE BEGIN 2 */
    HAL_TIM_Base_Start(&htim1);
    ESP_Init("*****", "*****");//bu kısma wifi ağ adı ve şifresini yazın
    lcd_init();
    lcd_send_string("INITIALIZING.."); //display string on lcd

```

```

HAL_Delay(2000); //wait for 2 seconds
lcd_clear();
/* USER CODE END 2 */

/* Infinite loop */
/* USER CODE BEGIN WHILE */
while (1)
{
    /* USER CODE END WHILE */

    /* USER CODE BEGIN 3 */
        Display_Temp(Temperature);
        Presence = DS18B20_Start ();
        HAL_Delay(1);
        DS18B20_Write (0xCC); // skip ROM
        DS18B20_Write (0x44); // convert t
        HAL_Delay (800);

        Presence = DS18B20_Start ();
        HAL_Delay(1);
        DS18B20_Write (0xCC); // skip ROM
        DS18B20_Write (0xBE); // Read Scratch-pad

        Temp_byte1 = DS18B20_Read();
        Temp_byte2 = DS18B20_Read();
        TEMP=(Temp_byte2<<8)|Temp_byte1;
        Temperature=(float)TEMP/16;
        Value_Buf[0]=Temperature;
        Value_Buf[1]=Temperature;
        ESP_Send_Multi("EAHBWNYZ2KGP0VMT", 2, Value_Buf);
        HAL_Delay(3000);
    }
    /* USER CODE END 3 */
}
/**
 * @brief System Clock Configuration
 * @retval None
 */
void SystemClock_Config(void)
{
    RCC_OscInitTypeDef RCC_OscInitStruct = {0};
    RCC_ClkInitTypeDef RCC_ClkInitStruct = {0};

    /** Configure the main internal regulator output voltage
    */
    __HAL_RCC_PWR_CLK_ENABLE();
    __HAL_PWR_VOLTAGESCALING_CONFIG(PWR_REGULATOR_VOLTAGE_SCALE3);
    /** Initializes the RCC Oscillators according to the specified
parameters
    * in the RCC_OscInitTypeDef structure.
    */
    RCC_OscInitStruct.OscillatorType = RCC_OSCILLATORTYPE_HSE;
    RCC_OscInitStruct.HSEState = RCC_HSE_ON;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLState = RCC_PLL_ON;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLSource = RCC_PLLSOURCE_HSE;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLM = 4;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLN = 72;
    RCC_OscInitStruct.PLL.PLLP = RCC_PLLP_DIV2;

```

```

RCC_OscInitStruct.PLL.PLLQ = 2;
RCC_OscInitStruct.PLL.PLLR = 2;
if (HAL_RCC_OscConfig(&RCC_OscInitStruct) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}
/** Initializes the CPU, AHB and APB buses clocks
*/
RCC_ClkInitStruct.ClockType = RCC_CLOCKTYPE_HCLK|RCC_CLOCKTYPE_SYSCLK
                               |RCC_CLOCKTYPE_PCLK1|RCC_CLOCKTYPE_PCLK2;
RCC_ClkInitStruct.SYSCLKSource = RCC_SYSCLKSOURCE_PLLCLK;
RCC_ClkInitStruct.AHBCLKDivider = RCC_SYSCLK_DIV1;
RCC_ClkInitStruct.APB1CLKDivider = RCC_HCLK_DIV2;
RCC_ClkInitStruct.APB2CLKDivider = RCC_HCLK_DIV1;

if (HAL_RCC_ClockConfig(&RCC_ClkInitStruct, FLASH_LATENCY_2) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}
}

/**
 * @brief I2C1 Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_I2C1_Init(void)
{
    /* USER CODE BEGIN I2C1_Init 0 */

    /* USER CODE END I2C1_Init 0 */

    /* USER CODE BEGIN I2C1_Init 1 */

    /* USER CODE END I2C1_Init 1 */
    hi2c1.Instance = I2C1;
    hi2c1.Init.ClockSpeed = 100000;
    hi2c1.Init.DutyCycle = I2C_DUTYCYCLE_2;
    hi2c1.Init.OwnAddress1 = 0;
    hi2c1.Init.AddressingMode = I2C_ADDRESSINGMODE_7BIT;
    hi2c1.Init.DualAddressMode = I2C_DUALADDRESS_DISABLE;
    hi2c1.Init.OwnAddress2 = 0;
    hi2c1.Init.GeneralCallMode = I2C_GENERALCALL_DISABLE;
    hi2c1.Init.NoStretchMode = I2C_NOSTRETCH_DISABLE;
    if (HAL_I2C_Init(&hi2c1) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
    /* USER CODE BEGIN I2C1_Init 2 */

    /* USER CODE END I2C1_Init 2 */

}

/**
 * @brief TIM1 Initialization Function
 * @param None

```

```

    * @retval None
    */
static void MX_TIM1_Init(void)
{
    /* USER CODE BEGIN TIM1_Init 0 */

    /* USER CODE END TIM1_Init 0 */

    TIM_ClockConfigTypeDef sClockSourceConfig = {0};
    TIM_MasterConfigTypeDef sMasterConfig = {0};

    /* USER CODE BEGIN TIM1_Init 1 */

    /* USER CODE END TIM1_Init 1 */
    htim1.Instance = TIM1;
    htim1.Init.Prescaler = 72-1;
    htim1.Init.CounterMode = TIM_COUNTERMODE_UP;
    htim1.Init.Period = 0xffff-1;
    htim1.Init.ClockDivision = TIM_CLOCKDIVISION_DIV1;
    htim1.Init.RepetitionCounter = 0;
    htim1.Init.AutoReloadPreload = TIM_AUTORELOAD_PRELOAD_DISABLE;
    if (HAL_TIM_Base_Init(&htim1) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
    sClockSourceConfig.ClockSource = TIM_CLOCKSOURCE_INTERNAL;
    if (HAL_TIM_ConfigClockSource(&htim1, &sClockSourceConfig) != HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
    sMasterConfig.MasterOutputTrigger = TIM_TRGO_RESET;
    sMasterConfig.MasterSlaveMode = TIM_MASTERSLAVEMODE_DISABLE;
    if (HAL_TIMEx_MasterConfigSynchronization(&htim1, &sMasterConfig) !=
    HAL_OK)
    {
        Error_Handler();
    }
    /* USER CODE BEGIN TIM1_Init 2 */

    /* USER CODE END TIM1_Init 2 */

}

/**
 * @brief USART1 Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_USART1_UART_Init(void)
{
    /* USER CODE BEGIN USART1_Init 0 */

    /* USER CODE END USART1_Init 0 */

    /* USER CODE BEGIN USART1_Init 1 */

```

```

/* USER CODE END USART1_Init 1 */
huart1.Instance = USART1;
huart1.Init.BaudRate = 115200;
huart1.Init.WordLength = UART_WORDLENGTH_8B;
huart1.Init.StopBits = UART_STOPBITS_1;
huart1.Init.Parity = UART_PARITY_NONE;
huart1.Init.Mode = UART_MODE_TX_RX;
huart1.Init.HwFlowCtl = UART_HWCONTROL_NONE;
huart1.Init.OverSampling = UART_OVERSAMPLING_16;
if (HAL_UART_Init(&huart1) != HAL_OK)
{
    Error_Handler();
}
/* USER CODE BEGIN USART1_Init 2 */

/* USER CODE END USART1_Init 2 */
}

/**
 * @brief GPIO Initialization Function
 * @param None
 * @retval None
 */
static void MX_GPIO_Init(void)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure = {0};

    /* GPIO Ports Clock Enable */
    __HAL_RCC_GPIOC_CLK_ENABLE();
    __HAL_RCC_GPIOH_CLK_ENABLE();
    __HAL_RCC_GPIOA_CLK_ENABLE();
    __HAL_RCC_GPIOB_CLK_ENABLE();

    /*Configure GPIO pin Output Level */
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_1|LD2_Pin, GPIO_PIN_RESET);

    /*Configure GPIO pin : B1_Pin */
    GPIO_InitStructure.Pin = B1_Pin;
    GPIO_InitStructure.Mode = GPIO_MODE_IT_FALLING;
    GPIO_InitStructure.Pull = GPIO_NOPULL;
    HAL_GPIO_Init(B1_GPIO_Port, &GPIO_InitStructure);

    /*Configure GPIO pins : PA1 LD2_Pin */
    GPIO_InitStructure.Pin = GPIO_PIN_1|LD2_Pin;
    GPIO_InitStructure.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;
    GPIO_InitStructure.Pull = GPIO_NOPULL;
    GPIO_InitStructure.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_LOW;
    HAL_GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);

    /*Configure GPIO pins : USART_TX_Pin USART_RX_Pin */
    GPIO_InitStructure.Pin = USART_TX_Pin|USART_RX_Pin;
    GPIO_InitStructure.Mode = GPIO_MODE_AF_PP;
    GPIO_InitStructure.Pull = GPIO_NOPULL;
    GPIO_InitStructure.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_VERY_HIGH;
    GPIO_InitStructure.Alternate = GPIO_AF7_USART2;
    HAL_GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);
}

```

```

/* USER CODE BEGIN 4 */

/* USER CODE END 4 */

/**
 * @brief This function is executed in case of error occurrence.
 * @retval None
 */
void Error_Handler(void)
{
    /* USER CODE BEGIN Error_Handler_Debug */
    /* User can add his own implementation to report the HAL error return
state */
    __disable_irq();
    while (1)
    {
    }
    /* USER CODE END Error_Handler_Debug */
}

#ifdef USE_FULL_ASSERT
/**
 * @brief Reports the name of the source file and the source line number
 * where the assert_param error has occurred.
 * @param file: pointer to the source file name
 * @param line: assert_param error line source number
 * @retval None
 */
void assert_failed(uint8_t *file, uint32_t line)
{
    /* USER CODE BEGIN 6 */
    /* User can add his own implementation to report the file name and line
number,
ex: printf("Wrong parameters value: file %s on line %d\r\n", file,
line) */
    /* USER CODE END 6 */
}
#endif /* USE_FULL_ASSERT */

/***** (C) COPYRIGHT STMicroelectronics *****/
END OF
FILE****/

```

## ÖZGEÇMİŞ

Songül ATEŞ, 2014 yılında Karabük Üniversitesi Tıp Mühendisliği'nde öğrenime başlayıp 2019 yılında mezun oldu. 2019 yılında Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. Şu an Adıyaman' da GTC Solar A.Ş. bünyesinde yazılım alanında görev yapmaktadır.