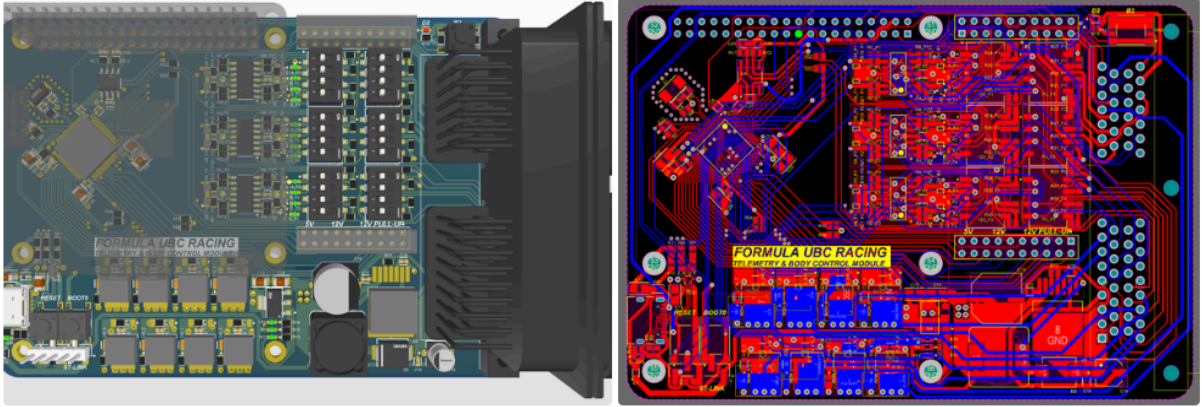


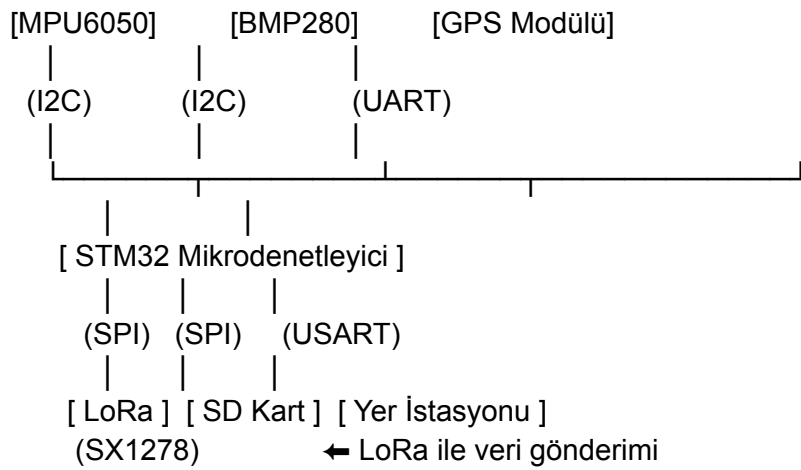
Telemetri

🚀 Roketin uçuşu sırasında toplanan verilerin (irtifa, ivme, sıcaklık, GPS konumu vb.) yer istasyonuna kablosuz olarak iletilmesini sağlamaktır.

Bu sistemlerde ESP32, Wi-Fi veya LoRa gibi kablosuz haberleşme seçenekleriyle kullanılır.



📡 STM32 Telemetri Sistemi (Blok Diyagram



📡 Telemetri vs Telemetry

Terim	Ne Anlama Geliyor?	Kullanımı
Telemetri	Uzak bir cihazdan veri toplama ve iletme tekniği	Bilimsel/kavramsal terim
Telemetry	Telemetri yapan cihaz ya da sistemin adı	Uygulama/sistem adı



1. Telemetry (Telemetry Sistemi - Kavram)

- Bir ölçüm ve iletişim tekniğidir.
- Uzaktaki bir nesneden (örneğin roket) veri alınması ve başka bir yerde görüntülenmesi anlamına gelir.
- 📖 Bu, bilimsel ve genel bir kavramdır.
- "Telemetry verisi", "telemetry sistemi", "telemetry bağlantısı" gibi kullanılır.



2. Telemetry (Telemetry Cihazı/Sistemi)

- Telemetry işlemini gerçekleştiren sistemin donanım/cihaz adı gibi düşün.
- Örneğin, STM32 + sensörler + LoRa modülü ile yaptığın kutuya veya karta genellikle "telemetry" denir.
- Telemetry = Telemetry yapan donanım seti, uçuş bilgisayarı gibi.



Kısaca benzetme:

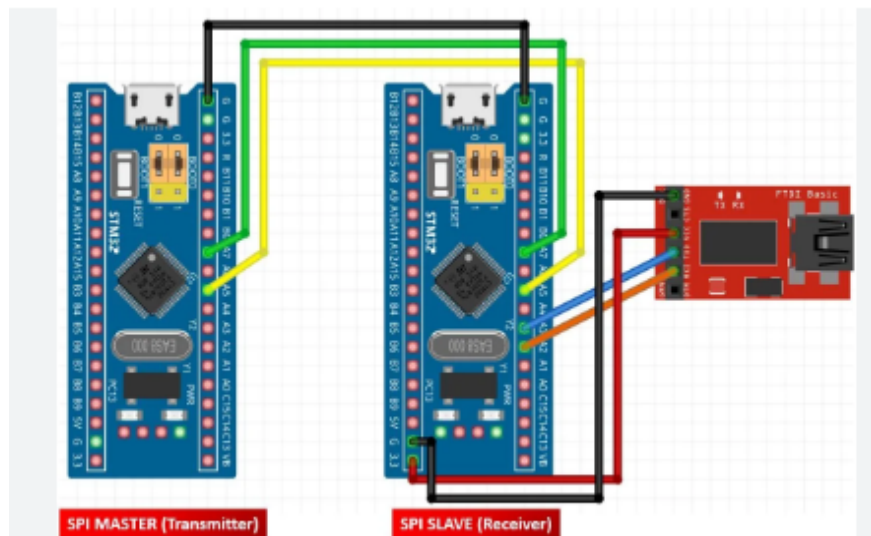
- Telemetry = İşlem, yöntem, konsept
- Telemetry = Bu işi yapan fiziksel cihaz



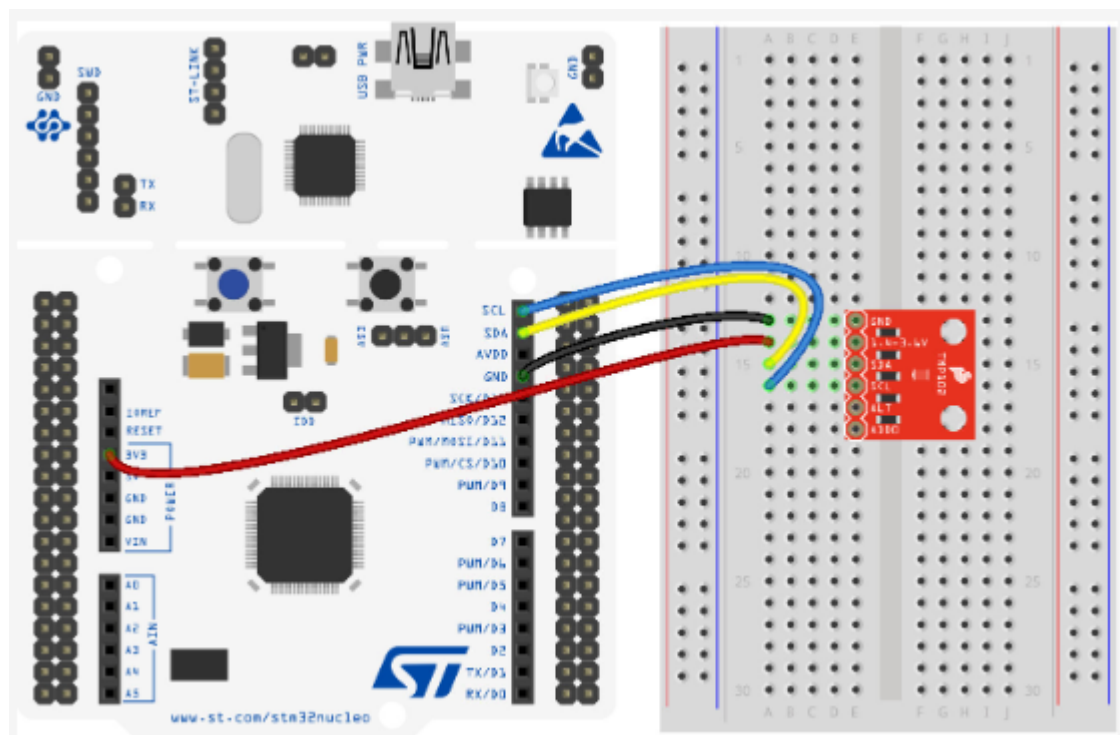
STM32 ile Kullanılabilecek Donanım Sistemleri

Protokol	Ne İçin Kullanılır?	Örnek Modül
I2C	Barometrik sensör, IMU	BMP280, MPU6050
SPI	SD kart, LoRa modülü	MicroSD, SX1278
UART	GPS modülü	NEO-6M, NEO-M8N

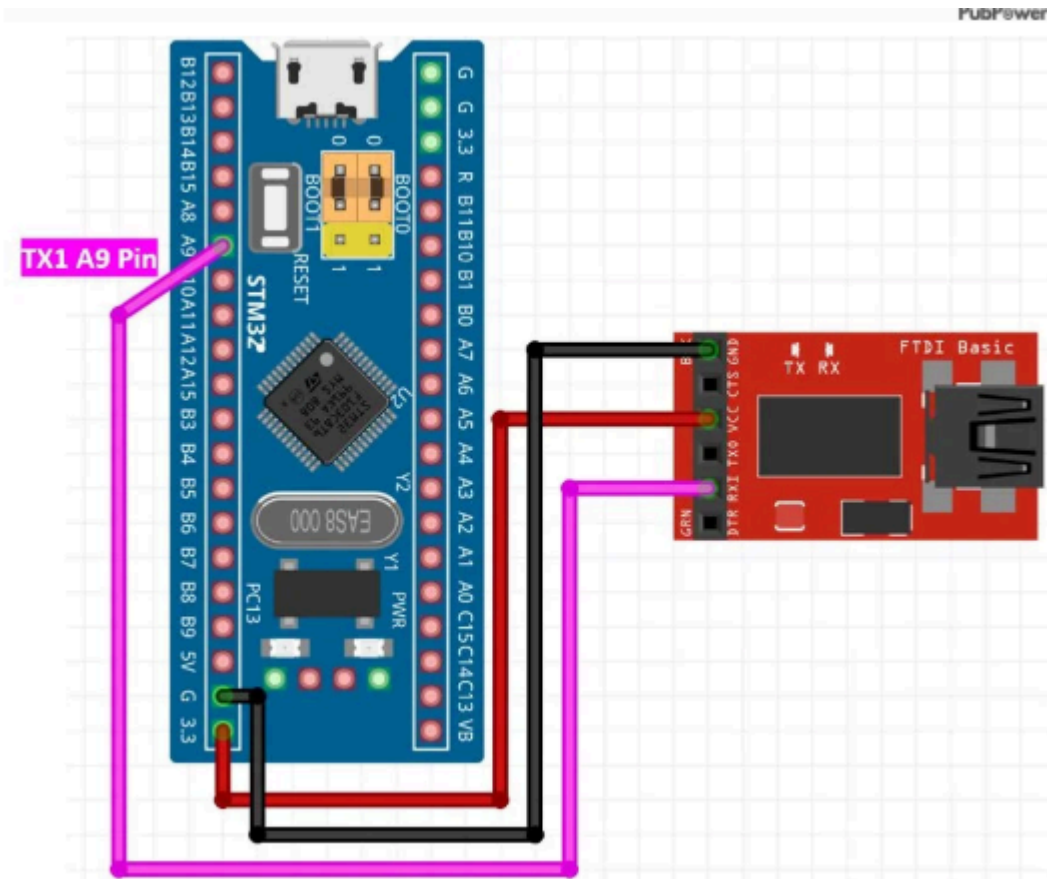
STM32 genelde **HAL (Hardware Abstraction Layer)** veya **LL (Low Level)** kütüphaneleri ile programlanır.



STM32 Blue Pill SPI Communication



STM32 Blue Pill I2C Communication



STM32 Blue Pill UART Data Transmit

STM32 Telemetry Sistemi – Donanım Genel Yapı

STM32 mikrodenetleyicisi (örn. STM32F103C8T6), sensörler ve iletişim modülleriyle aşağıdaki gibi bir yapıda çalışır:

🧠 1. Ana Kontrolcü: STM32 Geliştirme Kartı

- Örnek: STM32F103C8T6 (Blue Pill), Nucleo-F401RE vs.
- Görev: Tüm sensörlerden veri toplar, işler, kaydeder ve kablosuz olarak gönderir.

2. Bağlanan Modüller ve Protokoller:

I2C Bus (SDA, SCL)

- **MPU6050** → İvmeölçer + Jiroskop
 - **BMP280 / BME280** → Barometrik Basınç ve Sıcaklık Sensörü
- STM32 Pinleri (Blue Pill örneği):
- SCL → PB6
- SDA → PB7
-

UART (TX, RX)

- **GPS Modülü (NEO-6M, M8N)** → Konum ve hız bilgisi
 - STM32 Pinleri:
 - TX → PA2
 - RX → PA3(USART2 üzerinden)
-

SPI Bus (MOSI, MISO, SCK, CS)

- **LoRa Modülü (SX1278)** → Kablosuz veri gönderimi
- **SD Kart Modülü** → Uçuş verilerini yedekleme


STM32 Pinleri:

MOSI → PA7

MISO → PA6

SCK → PA5

CS → PA4 (LoRa) / PA3 (SD Kart)

 LoRa ve SD Kart aynı SPI hattını paylaşıyorsa, **CS pinleri farklı olmalı.**

STM32 Telemetry Yazılım Akışı

1. I2C ile Sensör Verisi Oku
 - BMP280 → İrtifa, sıcaklık
 - MPU6050 → İvme, jiroskop
2. UART ile GPS Verisi Oku
 - NMEA protokolünü ayırıştır (GPGGA, GPRMC)
3. Veriyi SPI üzerinden SD Kart'a Kaydet
4. SPI ile LoRa Üzerinden Paket Gönder

Telemetry Veri Paketi Örneği(C PROGRAMLAMA DİLİ İLE)

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>

void generateTelemetryPacket(char *buffer, float altitude, float temperature,
                             float accelX, float accelY, float accelZ,
                             float latitude, float longitude, const char *time) {
    sprintf(buffer,
        "{\n"
        "\"time\": \"%s\", \n"
        "\"altitude\": %.2f, \n"
        "\"temperature\": %.2f, \n"
        "\"accelX\": %.2f, \n"
        "\"accelY\": %.2f, \n"
        "\"accelZ\": %.2f, \n"
        "\"latitude\": %.6f, \n"
        "\"longitude\": %.6f\n"
        "}",
        time, altitude, temperature, accelX, accelY, accelZ, latitude, longitude
    );
}
```

Parametre	Açıklama
<code>char *buffer</code>	JSON string'in yazılacağı alan (char dizi)
<code>altitude</code>	İrtifa (örnek: 523.4)
<code>temperature</code>	Sıcaklık (örnek: 25.7)
<code>accelX/Y/Z</code>	İvme değerleri
<code>latitude</code>	Enlem
<code>longitude</code>	Boylam
<code>time</code>	Zaman bilgisi (örnek: "12:35:21")

Gerekli Bileşenler (STM32 için)

- **STM32 Geliştirme Kartı** (Örn: STM32F103C8T6, Nucleo)
- **LoRa Modülü** (SX1278)
- **GPS Modülü** (NEO-6M, M8N)
- **Barometrik Sensör** (BMP280 / BME280)
- **IMU Sensör** (MPU6050 / BNO055)
- **SD Kart Modülü**
- **Direnç, kondansatör, jumper kablo**
- **Lehimleme ekipmanları**



STM32 Telemetry Sistemi – Pin Bağlantı Tablosu






Modül	Fonksiyon	Bağlantı Türü	STM32 Pin
MPU6050	İvmeölçer & Jiroskop	I2C	SDA → PB7
			SCL → PB6
BMP280 / BME280	Barometrik Basınç ve Sıcaklık	I2C	SDA → PB7
			SCL → PB6 (I2C aynı hatta bağlanır)
GPS (NEO-6M)	Konum ve Hız Verisi	UART	RX → PA3 (STM32 RX)
			TX → PA2 (STM32 TX)
LoRa (SX1278)	Kablosuz Veri Gönderimi	SPI	MOSI → PA7
			MISO → PA6
			SCK → PA5
			CS (NSS) → PA4
			RESET → PB1
			DIO0 → PB0
SD Kart	Yerel Veri Kaydı	SPI	MOSI → PA7
			MISO → PA6
			SCK → PA5
			CS → PA3 (LoRa ile SPI paylaşılrısa farklı CS pinleri gerekir)
LED / Uyarıcı	Durum göstergesi	GPIO	Örn: PC13
ST-Link / FTDI	Kod Yükleme & Debug	USART	TX → PA9 RX → PA10

LORA NEDİR?

LoRa (Long Range) Nedir?

LoRa, "Long Range" (uzun menzilli) kablosuz iletişim teknolojisidir.

STM32 gibi mikrodenetleyicilerle entegre edilerek, veri paketlerini kilometrelerce uzağa gönderebilmeyi sağlar.

Özellik	Açıklama
 Frekans	Genellikle 433 MHz, 868 MHz, 915 MHz
 Güç Tüketimi	Düşük (IoT için ideal)
 Menzil	2–10 km arası (açık alanda)
 Hız	Düşük veri hızı (ama yeterli)
 Kullanım Alanı	IoT, tarım, akıllı şehir, roket, drone


Avantajları:

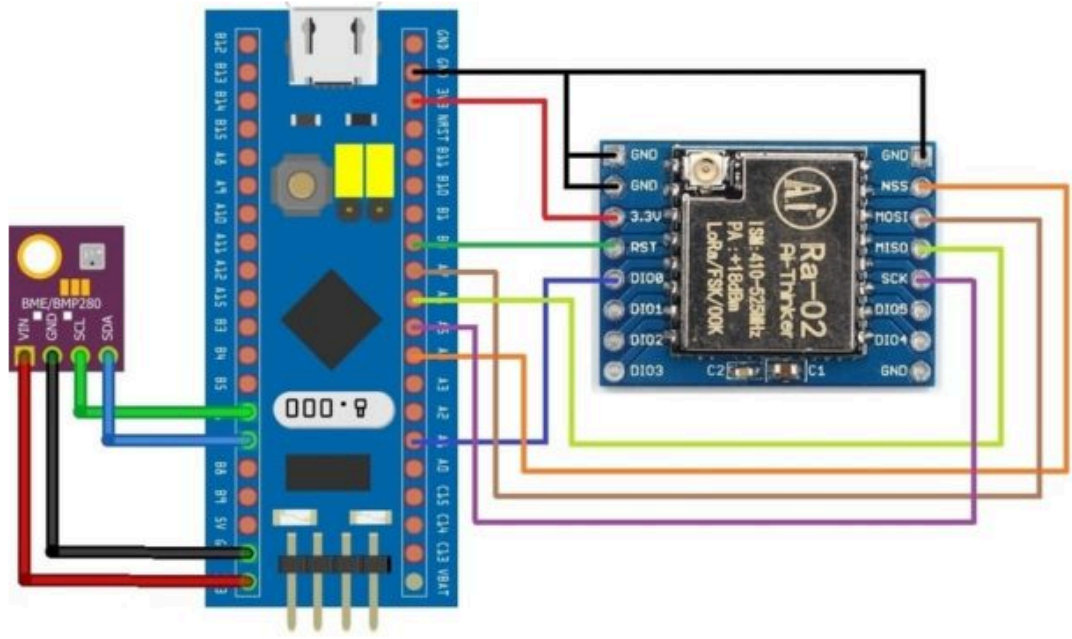
- Çok az enerji harcar.
- Çok uzak mesafelere veri gönderebilir.
- Parazitlere dayanıklıdır.

LoRa ile neler gönderilebilir?

Roketlerde:

- İrtifa
- Konum (GPS)
- Hız
- İvme
- Sıcaklık
- Roket durumu (uçuş, iniş, kurtarma vs.)

 LoRa sayesinde, roketten gelen telemetri verilerini 2-5 km uzaktaki bir yer istasyonunda anlık olarak görebiliriz.



https://how2electronics.com/interfacing-lora-sx1278-stm32-sender-receiver/#google_vignette
(Bu bağlantıda kodlar ve lora için faydalı bilgiler bulunuyor.)

Bileşen	Açıklama
Mikrodenetleyici	STM32L151 ARM Cortex M3 tabanlı, roketin uçuş verilerini işler.
RF Transceiver	TI CC1200, telemetri downlink işlemleri için 70cm ham-band frekansını kullanır.
Barometrik Basınç Sensörü	Yaklaşık 100,000 feet MSL'ye kadar basınç ölçümü yapar.
İvmeölçer	1-eksenli 200-g ivmeölçer, motor karakterizasyonu için kullanılır.
GPS Alıcısı	u-blox MAX-8Q, roketin konumunu belirlemek için entegre GPS sağlar.
Veri Depolama	On-board non-volatile bellek, uçuş verilerini saklar.
Güç ve Bağlantı	USB portu, güç temini, yapılandırma ve veri kurtarma işlemleri için kullanılır.
Batarya Desteği	LiPo şarj edilebilir bataryaları destekler; ayrıca ayrı bir pyro bataryası desteği olabilir.

- Tabloda TeleMetrum V3.0 sisteminin temel bileşenlerini ve her bir bileşenin işlevini açık bir şekilde göstermektedir.