



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MATLAB Tabanlı Görüntü İşleme ile Nesneleri Renk ve Şekil
Özelliklerine Göre Ayırma ve Mikrodenetleyici Kullanarak
Ayrırma İşlemini Led ile Gösterme

203302022
Burak ÖZSOY

MÜHENDİSLİK TASARIMI

ELEKTRİK-ELEKTRONİK
MÜHENDİSLİĞİ

NİSAN-2023
KONYA

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ

- Projenin Amacı
- Ön Bilgi
- Projenin Avantajları
- Projenin Dezavantajları

PROJEDE KULLANILAN MALZEMELER

- STM32F407G-DISC1
- STM32 Discovery Teknik Özellikleri:
- PL2303 USB-TTL SERİ DÖNÜŞTÜRÜCÜ
- RGB LED
- RGB LED TEKNİK ÖZELLİKLERİ

KESME (INTERRUPT)

- EXTI (External Interrupt)
- NVIC
- Kesme Oluşturma

ASENKRON İLETİŞİM TEKNİĞİ VE UART HABERŞEME PROTOKLÜ

- Asenkron iletişim
- UART
- UART ile Veri Gönderme
- UART ile Veri Alma

PROJENİN DEVRE BAĞLANTISI

PROJENİN STM32CUBEIDE ORTAMINDAKİ YAZILIMI

- İşlemcinin Seçilmesi
- İOC Ayarları
- MAIN.C

GÖRÜNTÜ İŞLEME

- DİJİTAL GÖRÜNTÜ
- MATLAB Uygulamaları
- Matlab'da Görüntü İşleme Kodları

PROJENİN ÇALIŞTIRILMASI

- Mavi Nesne
- Kırmızı Nesne
- Yeşil Nesne

KAYNAKÇA

GİRİŞ

Projenin Amacı

MATLAB tabanlı görüntü işleme ile nesnelerin renk ve şekil ayrımı yapılarak STM32F407G-DISC1 geliştirme kartının kullanılması ile ayırma işlemini UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) Protokolü sayesinde RGB led ile gösteriminin sağlanması. (Kırmızı, Yeşil, Mavi renkleri ve her renkten küp, üçgen prizma ve silindir şeklinde nesneler)

Ön Bilgi

Bu zamana kadar süren çalışmalarım ile geldiğim son durum farklı renkte olan nesnelerin sadece renk ayrımını STM32F407G-DISC1 geliştirme kartını kullanarak RGB Led ile gösterilmesidir. Şekil ayrımı daha yapılmamıştır.

Projenin Avantajları

- MATLAB ortamında mevcut nesnenin renginin anlık olarak görüntülenip yazdırılması.
- Renk ayrımını RGB Led ile gözlemci tarafından rahatlıkla fark edilebilmesi.

Projenin Dezavantajları

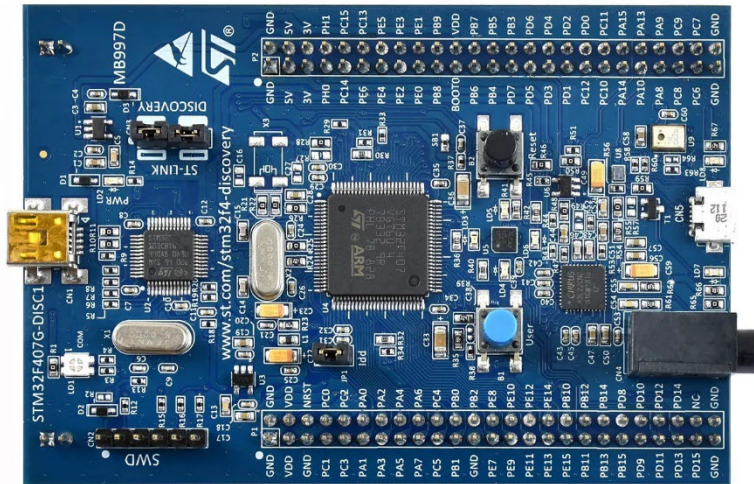
- Kırmızı, yeşil ve mavi renklerin dışında nesnelerin ayrımının gerçekleştirilememesi.
- Mevcut yazılımın sadece renk ayrımını belli etmesi herhangi bir şekil ayrımı yapamaması.

PROJEDE KULLANILAN MALZEMELER

STM32F407G-DISC1

STM32F407G-DISC1 geliştirme kartı güçlü işlemcisi (ARM Cortex-M4 32bit) ile projelerin kolaylıkla yapılmasını sağlar. Yeni başlayanlar ve deneyimli kullanıcılar için programlamaya hızlı bir şekilde başlamak için gerekli her şeyi içerir.

Kart, ST-LINK/V2 ya da ST-LINK/V2-A hata ayıklama aracı, iki adet ST MEMS dijital ivme ölçer, bir adet dijital mikrofon, dahili D sınıfı hoparlör sürücüsüne sahip DAC ses, Ledler ve butonlar ve bir adet USB OTG mikro AB konektör içermektedir.



STM32 Discovery Teknik Özellikleri

- İşlemci: Arm Cortex-M4 32 bit
- Yeniden numaralandırma yeteneği ile USB ST-LINK yığın depolama portu, hata ayıklama portu ve sanal port
- Kart Güç Kaynağı- USB üzerinden veya harici 5V besleme gerilimi
- 3 ve 5V harici uygulamalar için güç kaynağı
- LIS302DL ya da LIS3DSH ST MEM 3 eksenli ivmeölçer
- MP45DT02 ST MEM çok yönlü dijital mikrofon
- Çeşitli örnekler içeren kapsamlı ücretsiz yazılım desteği
- Mikro AB konnektörlü USB OTG FS
- Dahili D sınıfı hoparlör sürücüsüne sahip DAC ses
- 8 adet LED
- 2 adet buton (kullanıcı ve reset)
- Kolay ve hızlı bağlantı için LQFP-100 uzatma headerları

PL2303 USB-TTL SERİ DÖNÜŞTÜRÜCÜ

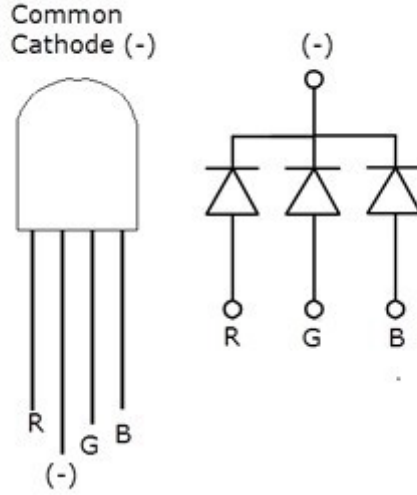
Prolific PL2303 USBTTL seri dönüştürücü kartı, TTL arabiriminde bir USB aygıtı kullanılmasına olanak tanıyan bir USB'den seriye dönüştürücü kartıdır. Veriler iki farklı veri yolundan aktarılabilir. USB veri yolu ile maksimum veri aktarımı sağlanır. Seri bağlantı noktasında otomatik sıkıştırmaı destekler.

TTL arayüzlü herhangi bir sensörü veya breadboard'u bu kablo üzerinden USB üzerinden bilgisayara bağlayarak ikisi arasında haberleşebilir. Lojik voltaj ve besleme voltajı 5V olduğundan birçok sistem ile rahatlıkla kullanılabilir. Kablonun bir tarafında standart bir USB tip A konektörü ve diğer tarafında dişi pin konektörü bulunmaktadır.



RGB LED

Kırmızı, Mavi ve Yeşil renklerde yanabilen RGB 4 Bacaklı Ortak Katot Led. 10mm boyutundadır ve 60 derece görüş açısı vardır. En uzun bacak eksi (-) uçtur. Diğer bacaklara + voltaj verilerek renkler tek tek kontrol edilebilir, yani ortak katot'tur.



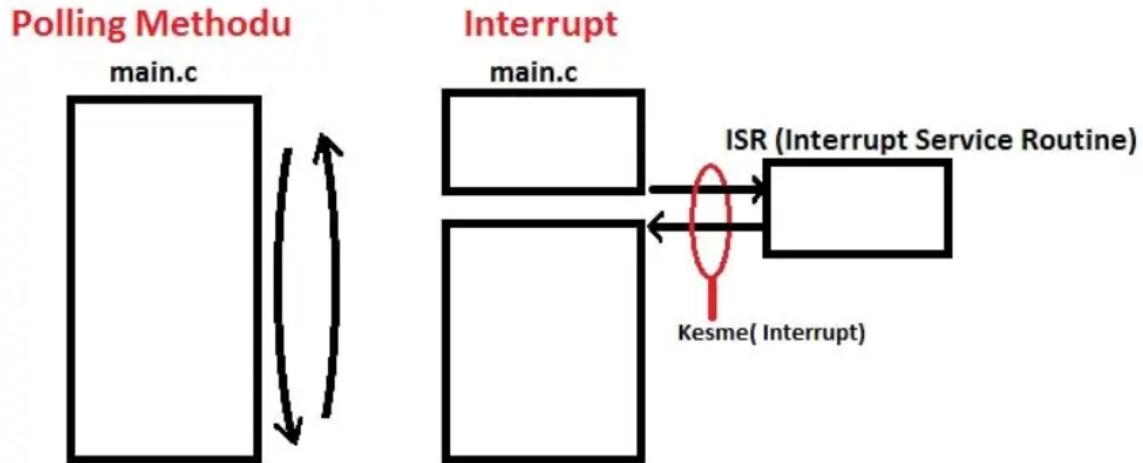
RGB LED TEKNİK ÖZELLİKLERİ

- RGB LED paketi
- 10mm çap
- Kırmızı: 630 nm dalga boyu, Yeşil: 525 nm, Mavi: 460 nm
- Kırmızı: 2-2.2V Voltaj, 20mA akımda, Yeşil: 3.0-3.2V, Mavi: 3.0-3.2V
- Kırmızı: 3000 mcd tipik parlaklık, Yeşil: 5000 mcd, Mavi: 900 mcd



KESME (INTERRUPT)

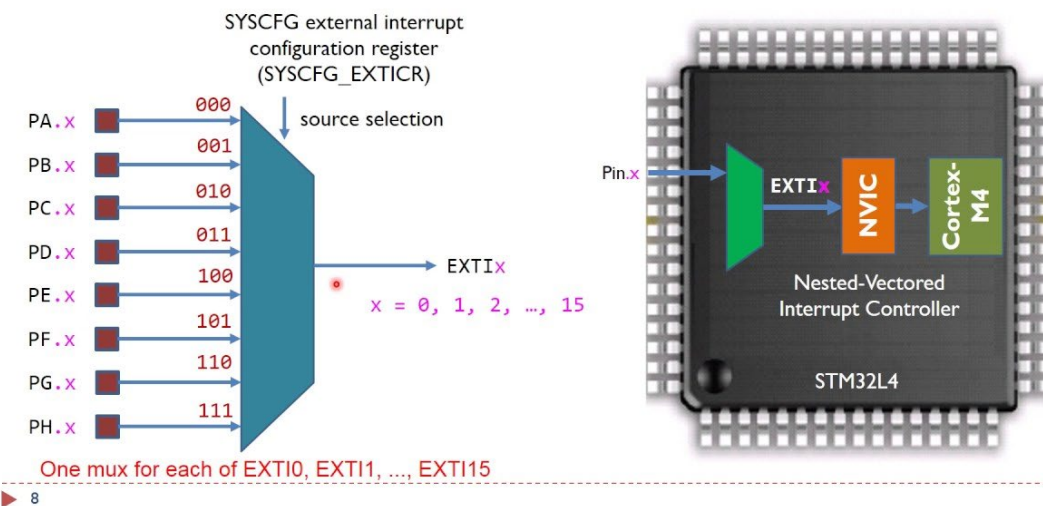
Kesme, dış cihazların I/O gereksinimlerini uygun anlarda karşılamak için mikroişlemcilerin yürütmekte olduğu işi bırakarak, dış cihazın gerek duyduğu I/O servisini gerçekleştirmesi için kullanılan bir yöntemdir.



EXTI (External Interrupt)

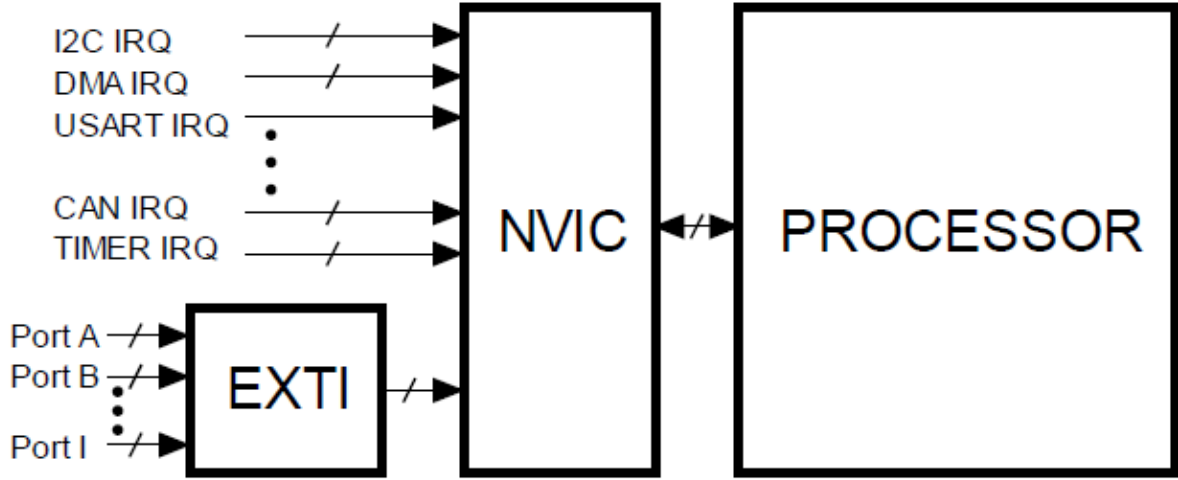
Harici bir kaynakta oluşan durumlardan dolayı meydana gelen kesmelerdir.

External Interrupt (EXTI) Sources



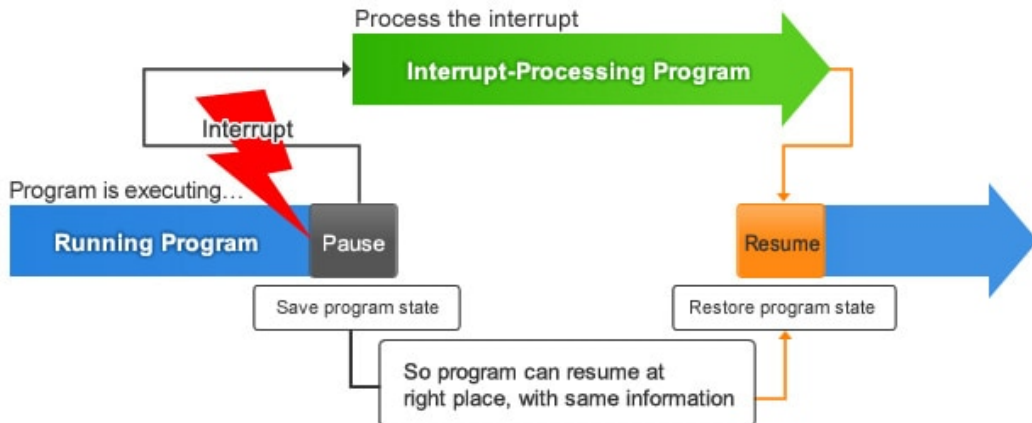
NVIC

NVIC, Arm işlemcilerde kullanılan gelişmiş interrupt kullanımları için bir yönlendiricidir.



Kesme Oluşturma

- İlk olarak interrupt olarak algılanacak port/pin seçilir.
- Kesmenin yükselen kenarla mı yoksa düşen kenarla mı oluşacağı belirlenir.
- Kesme duruma göre önceliklendirilir.
- NVIC birimi gelen istekleri yetkilendirir.
- Kesme servis fonksiyonuyla istenen kesme gerçekleştirilir.



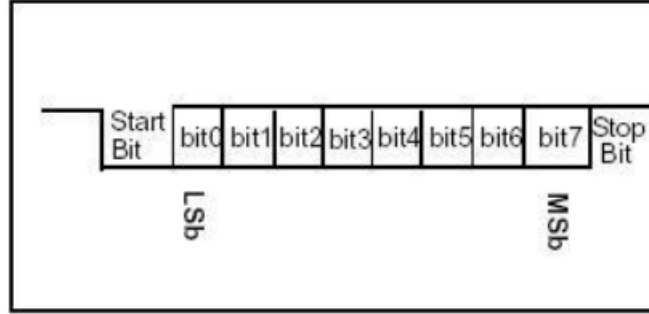
ASENKRON İLETİŞİM TEKNİĞİ VE UART HABERŞEME PROTOKLÜ

Asenkron iletişim

Asenkron iletişimin belirgin özellikleri şunlardır:

- Transferler karakter bazında yapılır.
- Her bir veri haberleşme cihazının parametreleri eş değerde olmalıdır.

Şekil-12’de asenkron iletişimin basit şekli ile asenkron data bloğu görülmektedir. Bir asenkron karakter start biti, parity biti, veri bitleri ve stop bitlerinden oluşur.



Start bit: Bir karakterin gönderilmeye başlandığını bildirmek için kullanılır. Her zaman transferin ilk biti olarak gönderilir.

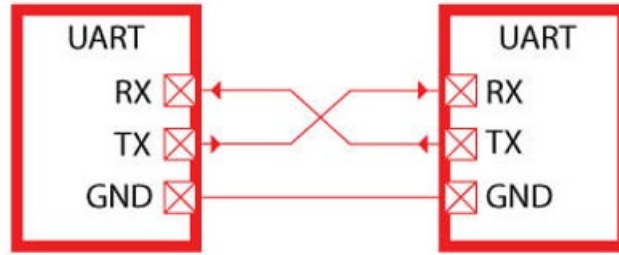
Data bits: Veri bitlerini oluşturan gruplar bütün karakterlerden ve klavyedeki diğer tuşlardan oluşur.

Parity bit: Transfer edilen karakterlerin karşı tarafa doğru gönderilip gönderilmediğini kontrol etmek için kullanılan bittir. Eğer alıcı, alınan parity biti ile 20 hesaplanan parity bitinin eşit olmadığını tespit ederse, hata verir ve o andaki karakteri kabul etmez.

Stop bit: Karakterin bittiğini gösterir. Karakterler arasında boş ya da ölü zamanlar sağlar. Stop biti gönderildikten sonra istenildiği zaman yeni bilgi gönderilebilir. Baud: Bit/sn olarak ifade edilen bit iletişim hızı birimidir. Analog sinyaldeki değişim hızıdır. Asenkron seri veri hatları veriyi ASCII kodlanmış karakter biçiminde kullanır. Asenkron iletişimde faydalı 7 bilgi bitini göndermek için toplam 10 veri bitine ihtiyaç duyulur. Bu da asenkron iletişimin belirli ölçüde verimsiz olmasına neden olmaktadır.

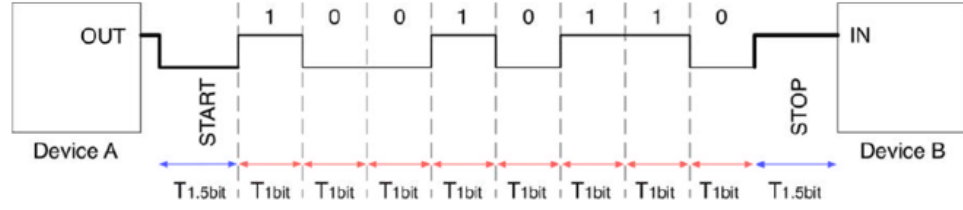
UART

UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter), bilgisayar veya mikrodnetleyicilerin çevre birimleri ile arasında haberleşmeyi sağlayan haberleşme protokolüdür. Asenkron olarak çalıştığı için herhangi bir “clock” ihtiyacı duymaz.

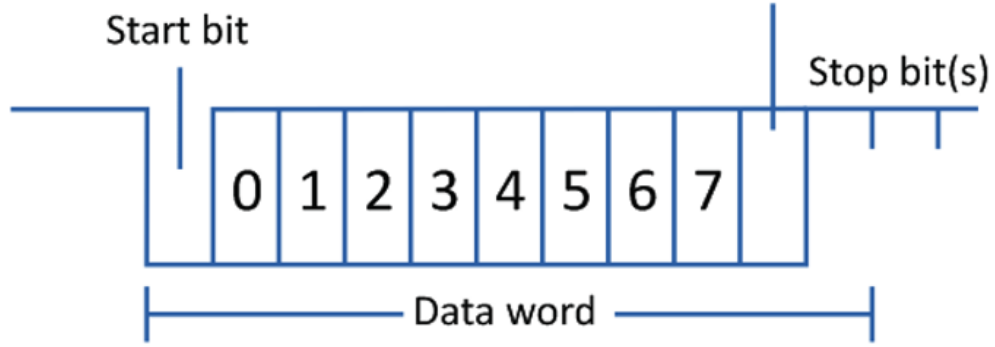


UART haberleşmesini gerçekleştirirken ilk olarak baudrate (veri taşıma hızı) ayarlanması gerekir. Veri taşıma hızı çeşitli aralıklarda olabilir ancak piyasada yaygın olarak kullanılan baudrate’ler 4800, 9600, 57600, 115200 ve mikroişlemciler için çok fazla tercih edilmese de 921600. Verinin saniyede ne kadarlık byte’ını taşıyacağını belirlememize yarar. Örneğin veri taşıma hızımızı 115200 seçersek bu bizim için saniyede yaklaşık olarak 115200 byte veri iletimi sağlayacaktır.

Bu haberleşme tipini kullanabilmemiz için alıcı ve vericinin veri taşıma hızlarının (baudrate) aynı olması gerekiyor. Bunun sebebi ise aktarım sırasında oluşabilecek hataları minimuma indirmek. Ayrıca haberleşme sırasında doğacak hataları en aza indirmek için start bit, stop bit ve isteğe bağlı olarak parity bit kullanılmaktadır.



Asynchronous Transmission



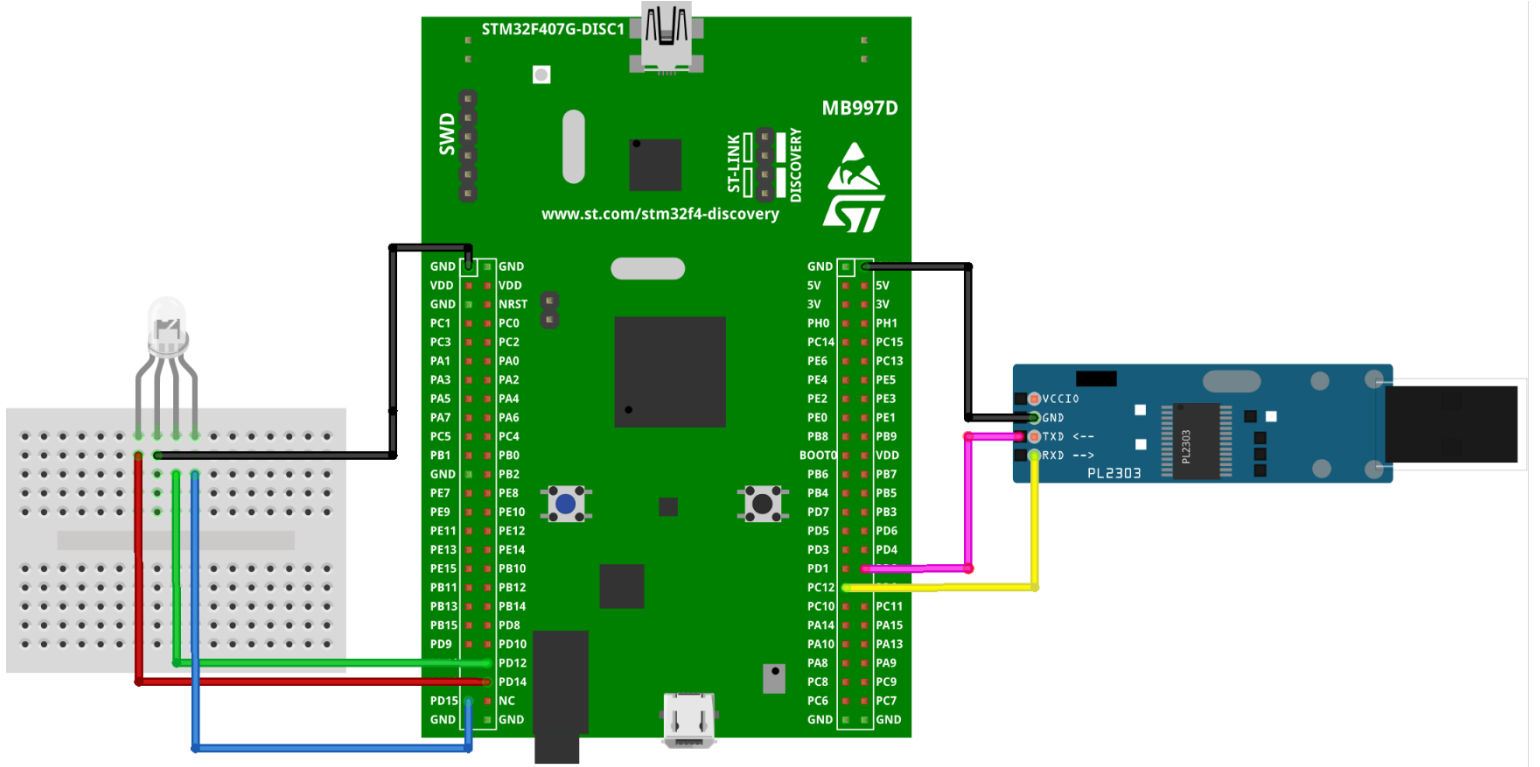
UART Veri Gönderme

- Verilerimiz en düşük değerlikli bittten en yüksek değerlikli bite doğru gönderilir.
- Gönderici(transmit) veri göndermediği zaman lojik 1 seviyesindedir. Veri göndereceğinde lojik 0 seviyesine kendini çeker.
- Start bitinden sonra veriler bit-bit gönderilir, en sonda ise stop biti ile veri gönderme sonlanır.
- Stop bitten sonra kendisini lojik 1 seviyesine çeker.

UART Veri Alma

- Alıcı (Receive) lojik seviyesini 1'den 0'a çektiğinde veri alımı başlar.
- Gelen bitleri baudrate süresinde alır, buffer adlı değişkenine yazar.
- Stop biti ile buffera datalar yazılmış olur, ilgili flag set edilir.
- Flag ile buffer'ın doluluk oranı tespit edilir, yeni veri yolu başlatılmış olur.

PROJENİN DEVRE BAĞLANTISI



PROJENİN STM32CUBEIDE ORTAMINDAKİ YAZILIMI

İşlemcinin Seçilmesi

STM32 Proje ekranından STM32F407VGT6 işlemcisi seçilmiştir.

STM32 Project

Target Selection
Select STM32 target or STM32Cube example

MCU/MPU Selector Board Selector Example Selector Cross Selector

MCU/MPU Filters

Commercial Part Number: STM32F407VGT6

PRODUCT INFO

- Segment
- Series
- Line
- Marketing Status
- Price
- Package
- Core
- Coprocessor

MEMORY

Flash = 1024 (kBytes)

1024

STM32F4 Series

STM32F407VGT6

High-performance foundation line, Arm Cortex-M4 core with DSP and FPU, 1 Mbyte of Flash memory, 168 MHz CPU, ART Accelerator, Ethernet, FSMC

ACTIVE
Product is in mass production

Unit Price for 10kU (US\$): 7.8594

Board: STM32F407G-DISC1

LQFP 100 14x14x1.4 mm

The STM32F405xx and STM32F407xx family is based on the high-performance Arm® Cortex®-M4 32-bit RISC core operating at a frequency of up to 168 MHz. The Cortex-M4 core features a Floating point unit (FPU) single precision which supports all Arm single-precision data-processing instructions and data types. It also implements a full set of DSP

MCUs/MPUs List: 1 item

+ Display similar items

Export

	Commercial Part No	Part No	Reference
★	STM32F407VGT6	STM32F407VG	STM32F407VGTx

< Back Next > Finish Cancel

İOC Ayarları

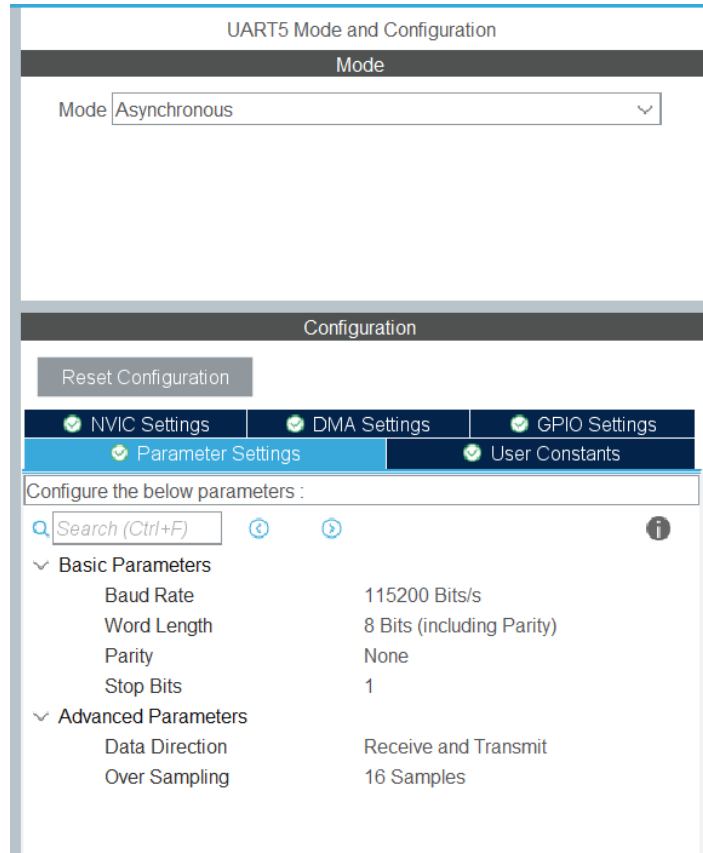
Denetleyicinin ayarlarını yapmak için ilk önce programlama şekli serial wire olarak seçilmiştir.

SYS Mode and Configuration	
Mode	
Debug	Serial Wire
<input type="checkbox"/> System Wake-Up	
Timebase Source	SysTick

RCC bölümünde clock kaynağı Crytsal/Ceramic Resonator olarak seçilmiştir.

RCC Mode and Configuration	
Mode	
High Speed Clock (HSE)	Crystal/Ceramic Resonator
Low Speed Clock (LSE)	Disable
<input type="checkbox"/> Master Clock Output 1	
<input type="checkbox"/> Master Clock Output 2	
<input type="checkbox"/> Audio Clock Input (I2S_CKIN)	

UART5'i aktif edip mod olarak Asynchronous seçilmiştir. Baud Rate değeri 115200 Bits/s ayarlanmış olup Parity biti kullanılmamıştır.



UART5 Mode and Configuration

Mode

Mode: Asynchronous

Configuration

Reset Configuration

✓ NVIC Settings | ✓ DMA Settings | ✓ GPIO Settings

✓ Parameter Settings | ✓ User Constants

Configure the below parameters :

Search (Ctrl+F)

Basic Parameters

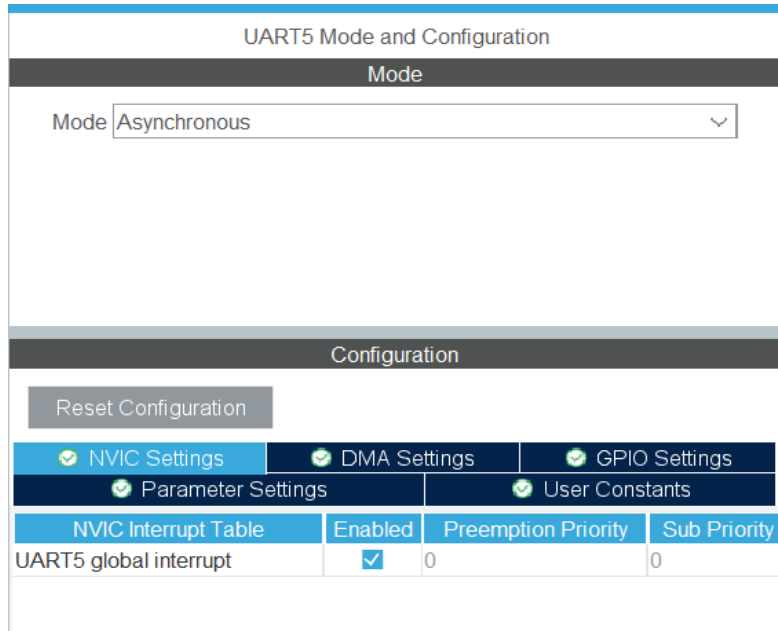
- Baud Rate: 115200 Bits/s
- Word Length: 8 Bits (including Parity)
- Parity: None
- Stop Bits: 1

Advanced Parameters

- Data Direction: Receive and Transmit
- Over Sampling: 16 Samples

Denetleyici tarafından yüksek veri akışı olması durumunda polling metodu yazılımı bozabileceğinden UART birimi interrupt metodu ile kullanılmıştır.

Interrupt metodunda veri alma işlemi arka planda gerçekleştirilir. main.c deki while daki ana kod herhangi bir takılma olmadan rutin işlemine devam etmektedir. Veri geldiğinde interrupt fonksiyonu çağırılarak gerekli işlem gerçekleştirilir.



UART5 Mode and Configuration

Mode

Mode: Asynchronous

Configuration

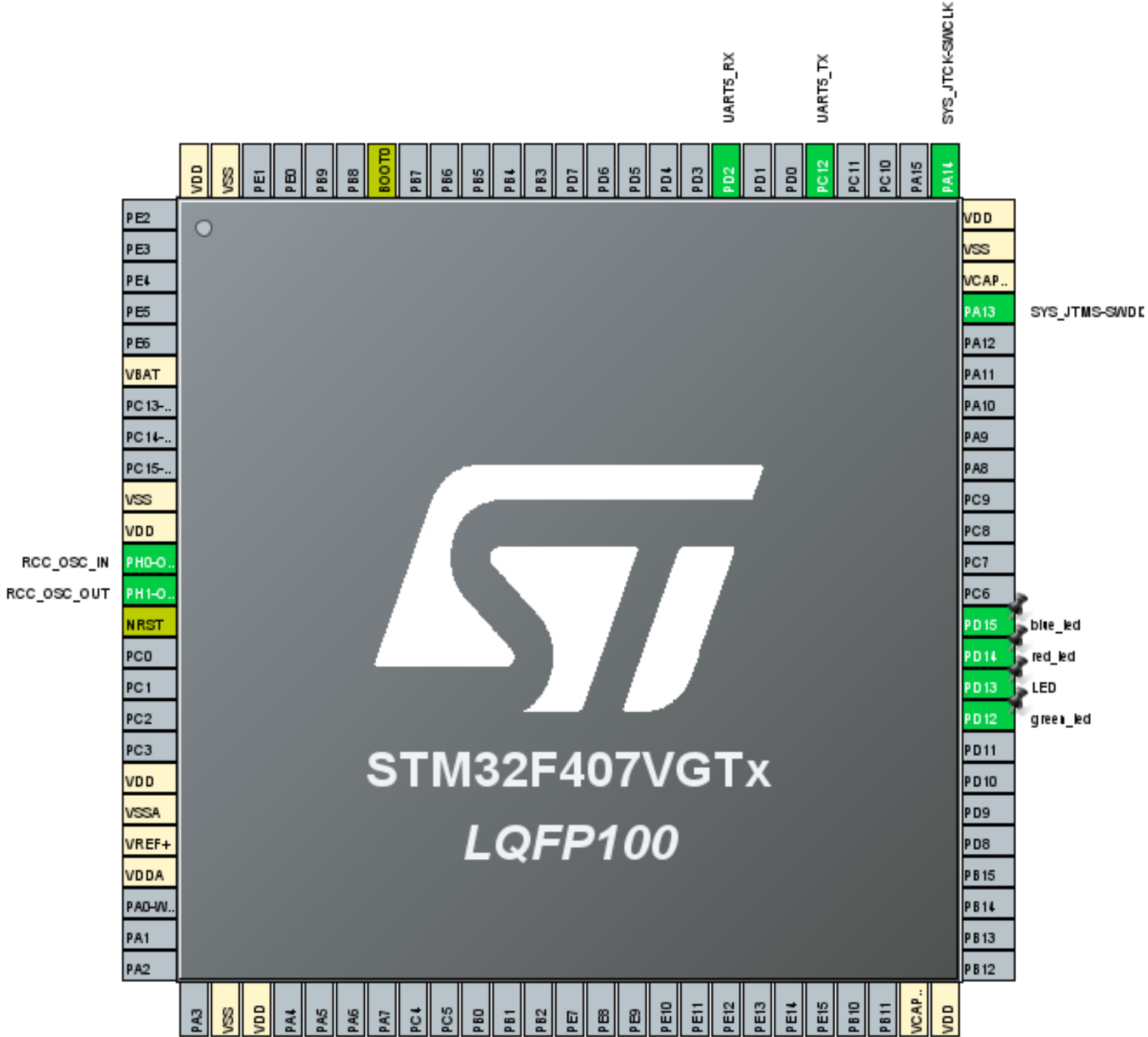
Reset Configuration

✓ NVIC Settings | ✓ DMA Settings | ✓ GPIO Settings

✓ Parameter Settings | ✓ User Constants

NVIC Interrupt Table	Enabled	Preemption Priority	Sub Priority
UART5 global interrupt	✓	0	0

Pin konfigürasyon ayarlarında, kullanılacak ledler GPIO_OUTPUT olarak seçilmiş olup gerekli isimlendirmeler yapılmıştır.



MAIN.C

String sorgulama yapılacağı için string kütüphanesi aktifleştirilmiştir.

```
18 /* USER CODE END Header */
19 /* Includes ----- */
20 #include "main.h"
21 #include "string.h"
```

UART işleminde, MATLAB ortamı ile veri alışverişi sağlanacağından işlemciye gelen verinin atılması için 1 karakter boyutunda char tipinde RxBuffer tanımlanmıştır,

```
57 /* Private user code ----- */
58 /* USER CODE BEGIN 0 */
59 char RxBuffer[1];
60 void HAL_UART_RxCpltCallback(UART_HandleTypeDef *huart)
61 {
62     HAL_UART_Transmit(&huart5, (uint8_t *) "Received: ", 10, 1000);
63     HAL_UART_Transmit(&huart5, (uint8_t *) RxBuffer, sizeof(RxBuffer), 1000);
64
65     if(strcmp(RxBuffer, "r") == 0)
66     {
67         HAL_GPIO_WritePin(blue_led_GPIO_Port, blue_led_Pin, GPIO_PIN_RESET);
68         HAL_GPIO_WritePin(green_led_GPIO_Port, green_led_Pin, GPIO_PIN_RESET);
69         HAL_GPIO_WritePin(red_led_GPIO_Port, red_led_Pin, GPIO_PIN_SET);
70         HAL_UART_Transmit(&huart5, (uint8_t *) "\r\nkirmizi\r\n", 10, 1000);
71     }
72     else if(strcmp(RxBuffer, "g") == 0)
73     {
74         HAL_GPIO_WritePin(blue_led_GPIO_Port, blue_led_Pin, GPIO_PIN_RESET);
75         HAL_GPIO_WritePin(red_led_GPIO_Port, red_led_Pin, GPIO_PIN_RESET);
76         HAL_GPIO_WritePin(green_led_GPIO_Port, green_led_Pin, GPIO_PIN_SET);
77         HAL_UART_Transmit(&huart5, (uint8_t *) "\r\nyesil\r\n", 10, 1000);
78     }
79     else if(strcmp(RxBuffer, "b") == 0)
80     {
81         HAL_GPIO_WritePin(green_led_GPIO_Port, green_led_Pin, GPIO_PIN_RESET);
82         HAL_GPIO_WritePin(red_led_GPIO_Port, red_led_Pin, GPIO_PIN_RESET);
83         HAL_GPIO_WritePin(blue_led_GPIO_Port, blue_led_Pin, GPIO_PIN_SET);
84         HAL_UART_Transmit(&huart5, (uint8_t *) "\r\nmavi\r\n", 10, 1000);
85     }
86
87     HAL_UART_Receive_IT(&huart5, (uint8_t *) RxBuffer, sizeof(RxBuffer));
88 }
89 /* USER CODE END 0 */
90
```

Gerekli kod işlemciye yüklendiğinde gözlemcinin kodun atıldığını fark etmesi için ana programa 500ms aralıkla toggle yapacak led tanımlanmıştır. Renk okutulduğunda alınan veriye göre interrupt fonksiyonu çağrılıp gerekli rengin ledini yakması amaçlanmaktadır.

```
126 while (1)
127 {
128     /* USER CODE END WHILE */
129
130     /* USER CODE BEGIN 3 */
131     HAL_GPIO_TogglePin(LED_GPIO_Port, LED_Pin);
132     HAL_Delay(500);
133 }
134 /* USER CODE END 3 */
135 }
```

GÖRÜNTÜ İŞLEME

Görüntü işleme, sinyal işlemenin hızla gelişen önemli bir alanıdır. Görüntü işleme esas olarak mevcut görüntüleri işlemek, yani mevcut görüntüleri ve grafikleri değiştirmek, düzenlemek veya iyileştirmek için kullanılır. Görüntü işleme, gerçek hayatta sayısal görüntüye dönüştürülmüş bir görüntünün girdi görüntüsü olarak işlenmesi ve bu görüntünün özelliklerinin ve görüntüsünün değiştirilmesi sonucunda yeni bir görüntü oluşturulmasıdır.

Görüntü işleme

- İki boyutlu görüntünün bilgisayar yardımıyla işlenmesi.
- Çıktı genellikle yeni bir görüntüdür. Görüntü kalitesi iyileştirilir veya istenen şekle ayarlanır.
- Hareketsiz görüntülerin (resimler, fotoğraflar) yanı sıra videolar ve animasyonlar da işlenebilir.

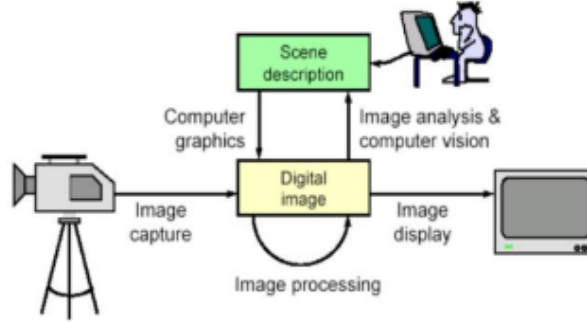
DİJİTAL GÖRÜNTÜ

Renkli Görüntü

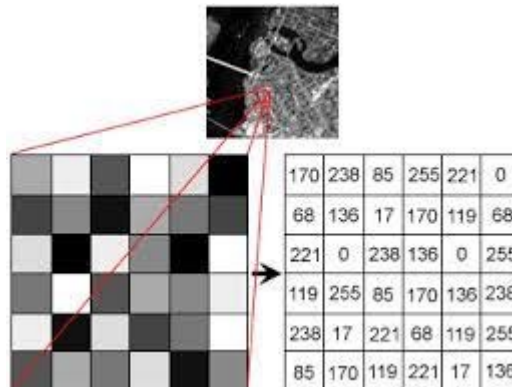
Üç fonksiyon ile görüntülenebilir.

- $R(x, y)$: kırmızı bileşen
- $G(x, y)$: yeşil bileşen
- $B(x, y)$: mavi bileşen

Dijital görüntü işleme, dijital görüntülerin dijital olarak işlenmesidir. Sayısal görüntü iki boyutlu bir fonksiyon olarak tanımlanır ve MATLAB, görüntüleri matris olarak tanımlayarak ve bu işlemleri matris üzerinde gerçekleştirerek görüntü işleme algoritmalarını gerçekleştirir. Sayısal görüntü verileri kullanılarak, görüntü işleme teknikleri ile iyileştirilmiş görüntü veya farklı görüntüler elde edilebilmekte ve nesne tanıma işlemleri yapılabilmektedir. Dijital görüntü, bilgisayarda görüntülenebilen dijital görüntüdür ve oluşturma adımları aşağıdaki gibidir.



Bir analog görüntüde veya (x, y) gibi bir fonksiyonla temsil edilen görüntüde, I bir yoğunluk birimidir (örneğin parlaklık) x ve y , görüntünün yatay ve dikey eksenindeki koordinatlarına karşılık gelen değerlerdir. Dijital görüntü, bu analog görüntünün M sütun ve N sıra ile görüntülenmesiyle elde edilir. Satır ve sütunun kesiştiği her bölgeye piksel adı verilir. Sonuç olarak, dijital bir görüntüye dönüştürülen görüntü $N \times M$ piksel içerir.

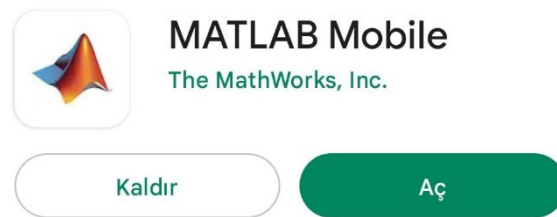


Şekil 1: Piksel kavramının dijital görüntüdeki gösterimi

MATLAB Uygulamaları

MATLAB ortamında hem PC'nin dahili kamerasını hem de USB Kamera kullanabilmeme rağmen daha kullanışlı olacağını düşündüğüm telefon kamerasını kullandım.

Telefon kamerasını kullanabilmek için öncelikle telefonun uygulama mağazasından Matlab Mobile uygulaması indirilmelidir.



Matlab Mobile ile MATLAB, MathWorks Cloud üzerinden bağlantı kurmaktadır. Aynı zamanda mobil kameranın kullanılabilmesi MATLAB ortamına gerekli paketlerin yüklenmesi gerekmektedir.

```
Command Window
>> mobiledev

ans =

mobiledev with properties:

    Device: 'Xiaomi - Redmi Note 9 Pro(3d71)'
   Connected: 1
    Logging: 0
 AvailableCameras: {'back' 'front'}
 AvailableMicrophones: {'Redmi Note 9 Pro-back' 'Redmi Note 9 Pro-bottom'}
 SelectedMicrophone: 'Redmi Note 9 Pro-back'

 AccelerationSensorEnabled: 0
 AngularVelocitySensorEnabled: 0
   MagneticSensorEnabled: 0
 OrientationSensorEnabled: 0
 PositionSensorEnabled: 0
      MicrophoneEnabled: 0

Show all properties
fx >>
```

Matlab'da Görüntü İşleme Kodları

1	clc; close all; clear;	
2	%% COMPORT AYARLARI	
3		
4	s = serialport("COM6",115200); %Comport ayarları yapıldı.	
5	%% MOBİL KAMERA AYARLARI	
6		
7	m = mobiledev; % Telefon kamerasıyla bağlantı kuruldu.	
8	cam = camera(m,'back'); % Telefonun arka kamerası seçildi.	
9	r1 = snapshot(cam,'manual'); % Manuel komutuyla deklanşöre basıldığında görüntü alınacak.	
10	%% TEMEL GÖRÜNTÜ İŞLEMLERİ	
11		
12	imshow(r1),title("original"); %Çekilen fotoğraf ekranda gösterilir.	
13	G=rgb2gray(r1); %Gri görüntüye çevrilir. Gri görüntüde tüm kanal değerleri aynı değerde olur.	
14		
15	figure; % İki veya daha fazla pencere açılımını sağlamak için gerekli.	
16		
17	Red=r1(:,:,1); % Kırmızı bileşenler belirlenir.	
18	subplot(1,3,1);	
19	imshow(Red), title("Red Channel");	
20		
21	Green=r1(:,:,2); % Yeşil bileşenler belirlenir.	
22	subplot(1,3,2);	
23	imshow(Green), title("Green Channel");	
24		
25	Blue=r1(:,:,3); % Mavi bileşenler belirlenir.	
26	subplot(1,3,3);	
27	imshow(Blue), title("Blue Channel");	

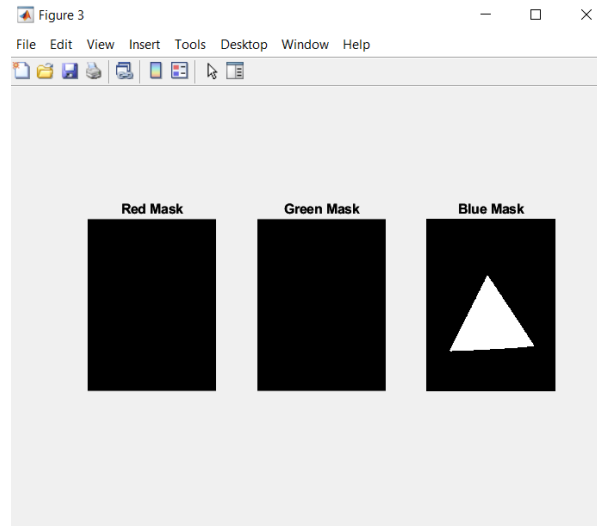
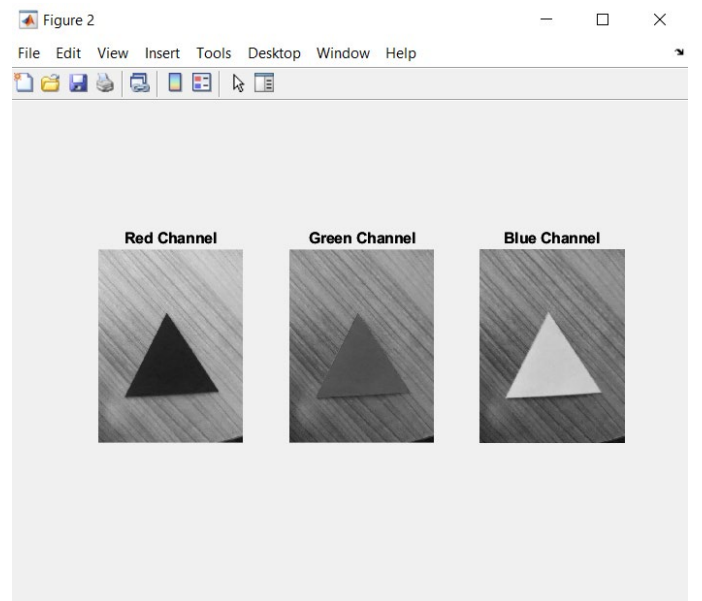
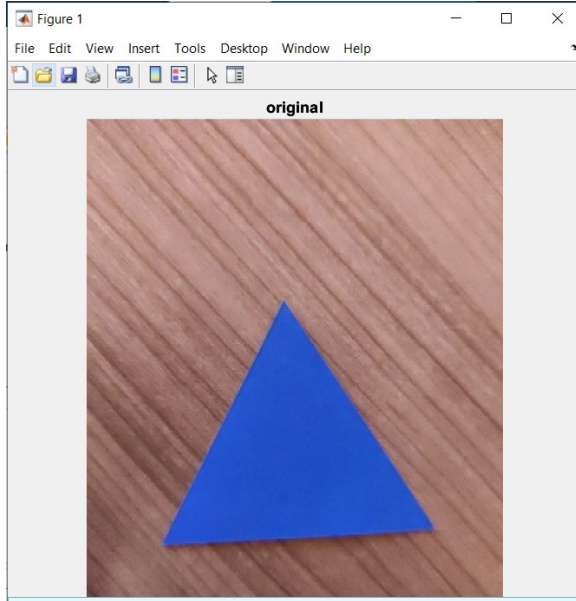
28	%% GÖRÜNTÜYÜ MASKELEME İŞLEMLERİ	
29	figure;	
30		
31	R=imsubtract(Red,G); %Bir görüntüyü diğerinden çıkarır.	
32	R=imbinarize(R, 0.18); %Görüntüyü binary forma dönüştürür.	
33	subplot(1,3,1);	
34	imshow(R); title("Red Mask");	
35		
36		
37	Gr=imsubtract(Green,G);	
38	Gr=imbinarize(Gr, 0.18);	
39	subplot(1,3,2);	
40	imshow(Gr); title("Green Mask");	
41		
42		
43	B=imsubtract(Blue,G);	
44	B=imbinarize(B, 0.18);	
45	subplot(1,3,3);	
46	imshow(B); title("Blue Mask");	

47	%% VERİLERİ YAZMA VE OKUMA İŞLEMLERİ	
48		
49	rsum1 = sum(sum(R)) % Vektör toplamı satır ve sütunlar toplanır. Red için.	
50	rsum2 = sum(sum(Gr)) % Vektör toplamı satır ve sütunlar toplanır. Green için.	
51	rsum3 = sum(sum(B)) % Vektör toplamı satır ve sütunlar toplanır. Blue için.	
52		
53	if (rsum1>30000)	
54	write(s,'r','char'); % Verileri seri porta yaz	
55	read(s,20,'char') % Seri porttan veri oku	
56	end	
57		
58	if (rsum2>30000)	
59	write(s,'g','char'); % Verileri seri porta yaz	
60	read(s,18,'char') % Seri porttan veri oku	
61	end	
62		
63	if (rsum3>30000)	
64	write(s,'b','char'); % Verileri seri porta yaz	
65	read(s,17,'char') % Seri porttan veri oku	
66	end	
67		
68	flush(s); % Hem giriş hem de çıkış arabelleklerini temizler.	

PROJENİN ÇALIŞTIRILMASI

MATLAB mobile ile çekilen görüntü MATLAB'a aktarılır. Burada görüntü işleme yapılarak comport işlemleri le USB TTL sayesinde bilgisayara veriler gönderilir. İşlemcinin UART protokolü sayesinde alınan veriler RGB Led üzerinden kullanıcın gözlemlemesi için çıkış verir.

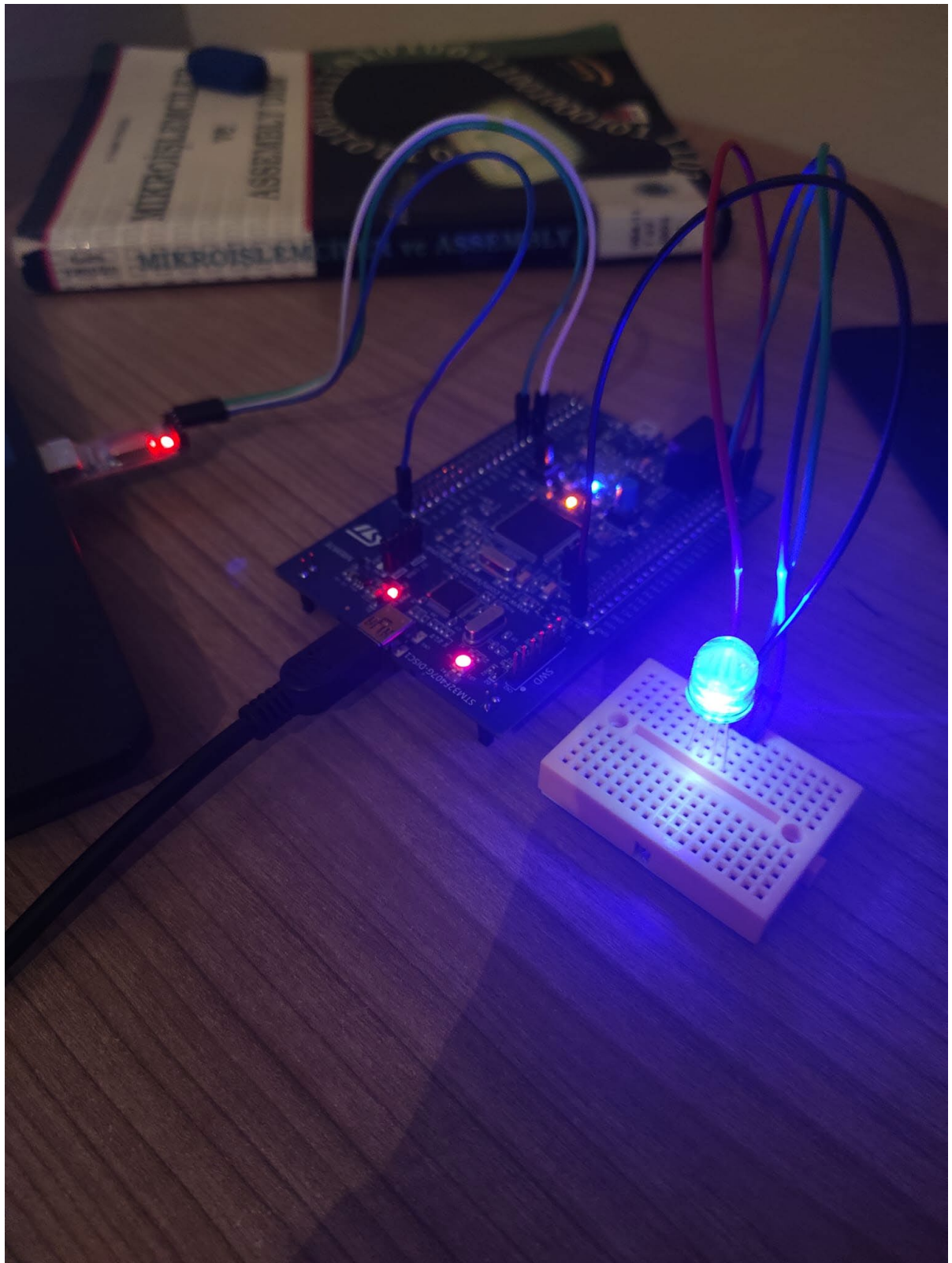
Mavi Nesne



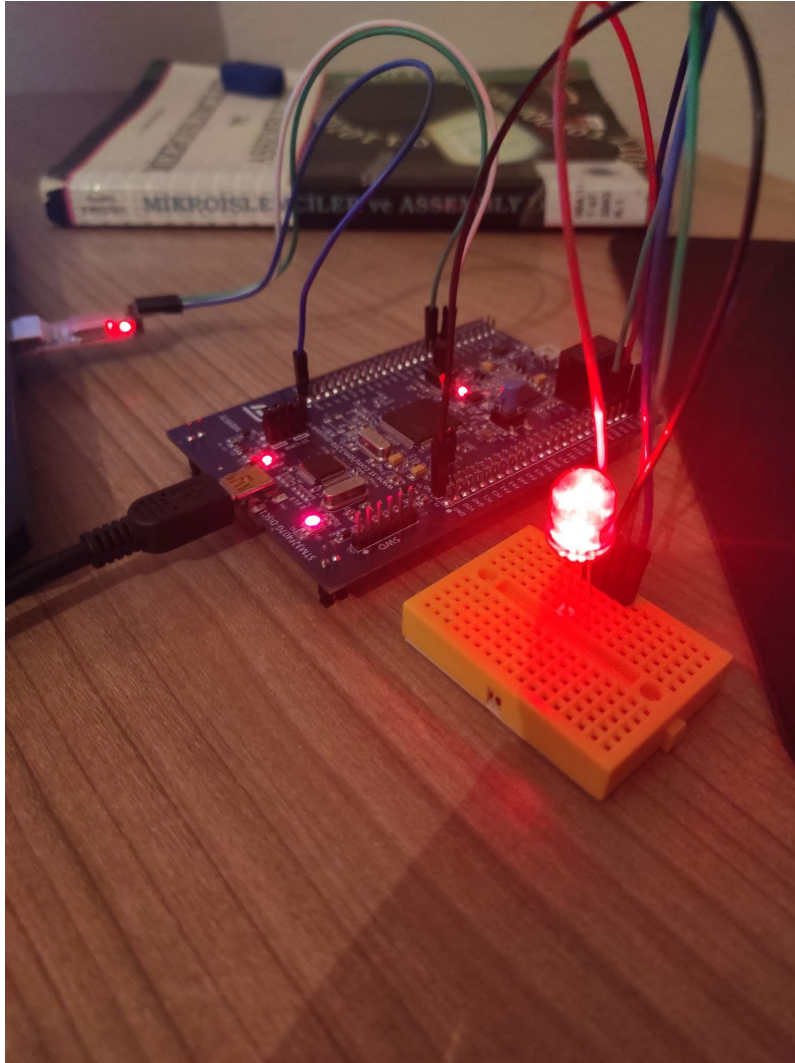
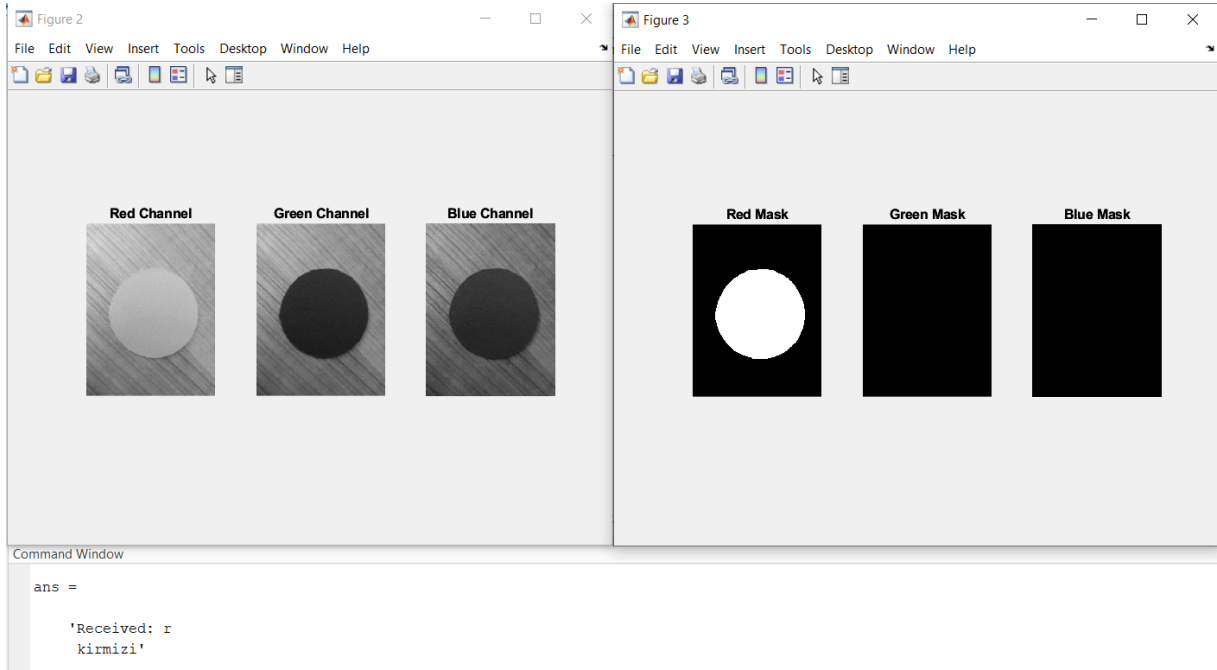
Command Window

```
ans =  
  
'Received: b  
mavi'
```

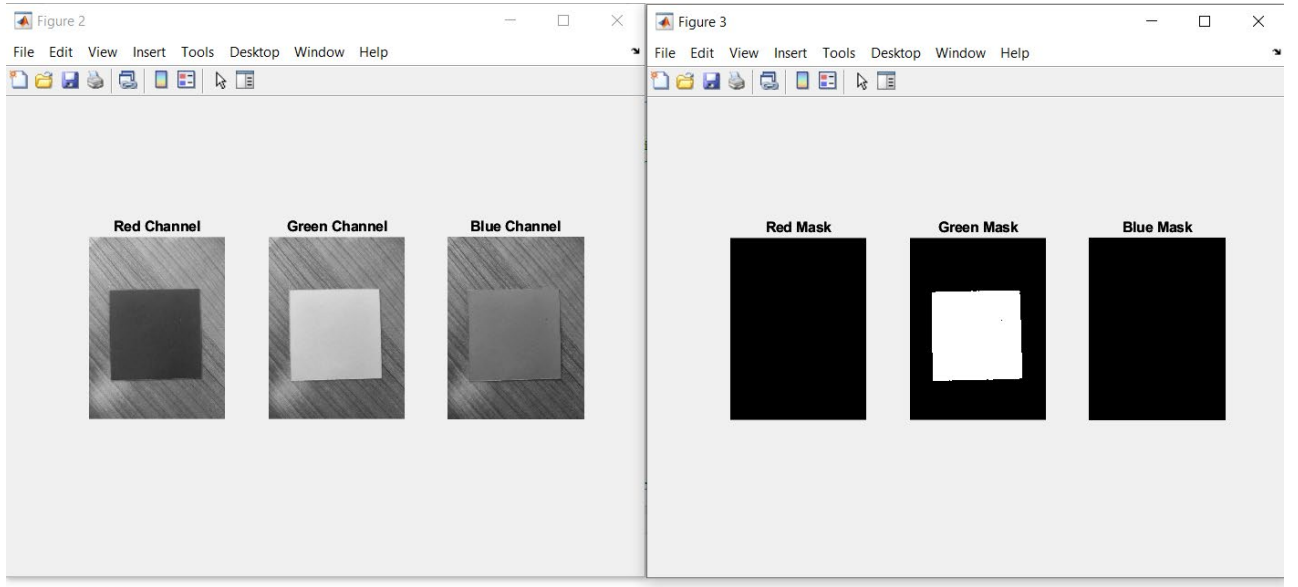
fx >>



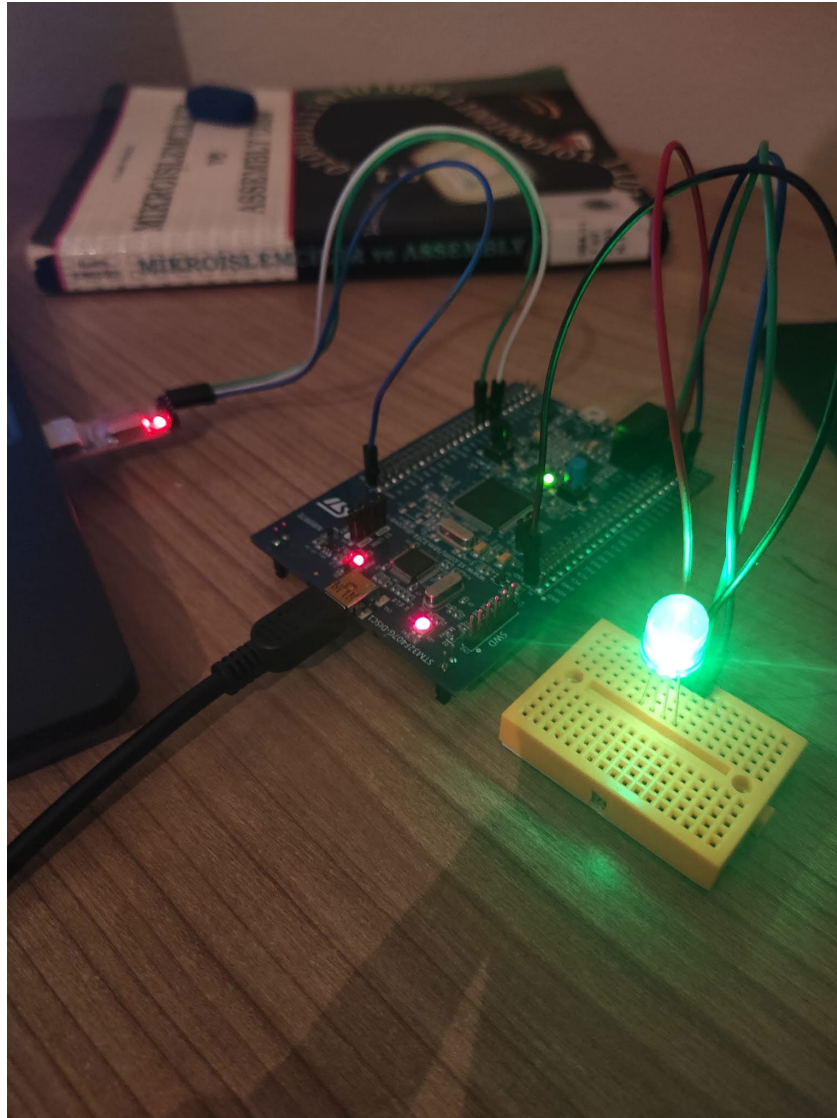
Kırmızı Nesne



Yeşil Nesne



```
'Received: g  
yesil'
```



KAYNAKÇA

https://www.mathworks.com/help/overview/image-processing-and-computer-vision.html?s_tid=hc_panel

https://www.mathworks.com/help/matlabmobile_android/ug/acquire-images-from-android-camera.html

https://www.st.com/resource/en/user_manual/um1472-discovery-kit-with-stm32f407vg-mcu-stmicroelectronics.pdf

<https://www.st.com/resource/en/datasheet/dm00037051.pdf>

<https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/serialport.html>

<https://matlabacademy.mathworks.com/>

https://www.st.com/resource/en/user_manual/um1725-description-of-stm32f4-hal-and-lowlayer-drivers-stmicroelectronics.pdf