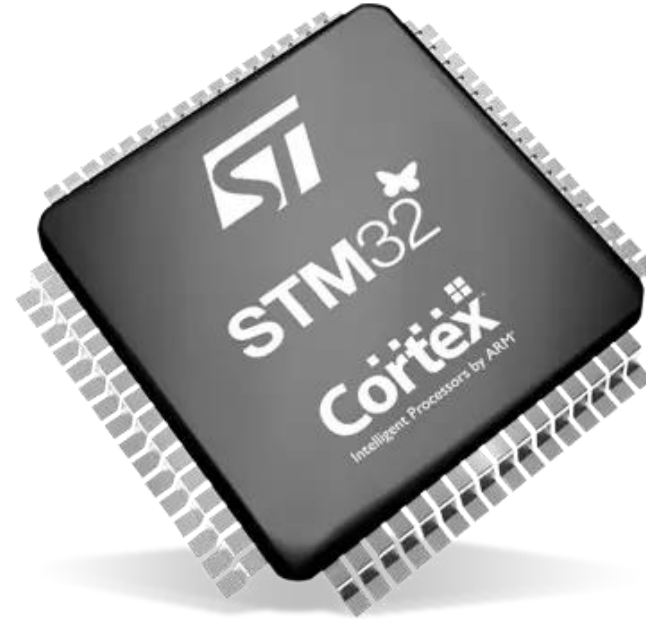








STM32 Ailesi ve STM32F4 Discovery Kartı ile Tanışma

STM32 Ailesi

- STMicroelectronics / ST
- ARM
 - STM32
- STM32 Ailesi Mikrodenetleyicilerinde;
 - Cortex-M0
 - Cortex-M0+
 - Cortex-M3
 - Cortex-M4
 - Cortex-M7



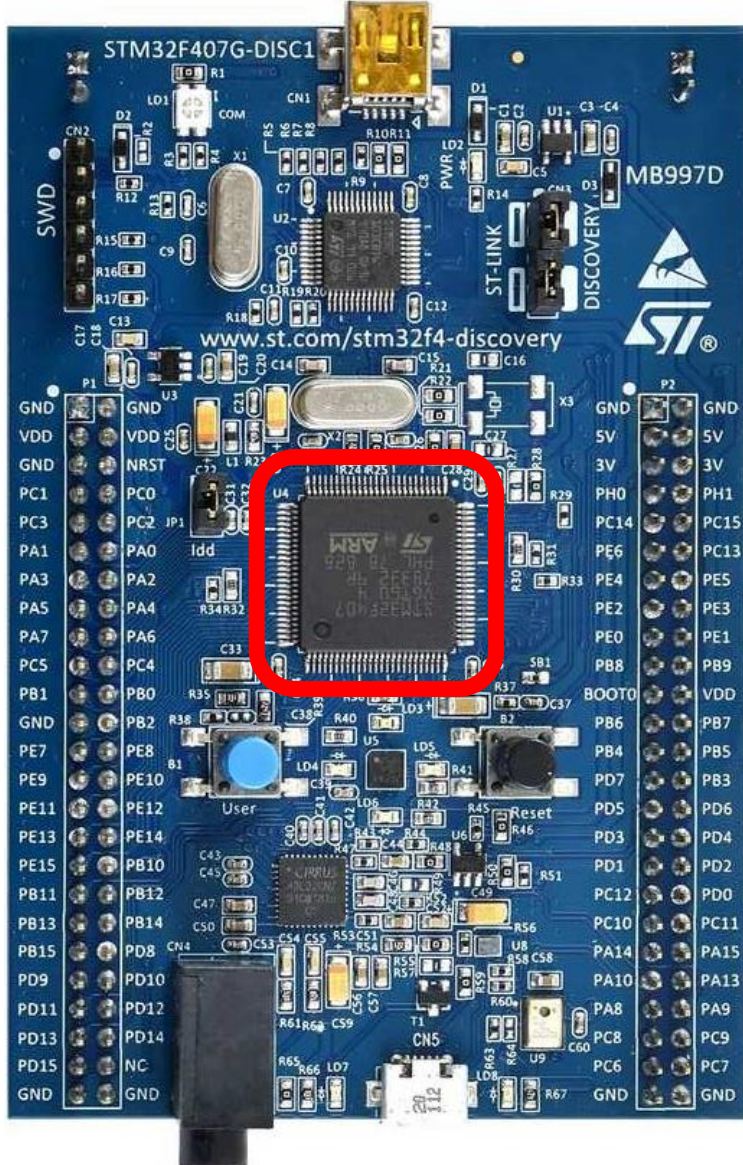
STM32 Ailesi Sınıflandırma

 High Performance	STM32H7 3224 CoreMark 480 MHz Cortex-M7 240 MHz Cortex-M4		
	STM32F2 398 CoreMark 120 MHz Cortex-M3	STM32F7 1082 CoreMark 216 MHz Cortex-M7	STM32F4 608 CoreMark 180 MHz Cortex-M4
 Mainstream	STM32G0 142 CoreMark 64 MHz Cortex-M0+	STM32G4 550 CoreMark 170 MHz Cortex-M4	
	STM32F0 106 CoreMark 48 MHz Cortex-M0	STM32F1 117 CoreMark 72 MHz Cortex-M3	STM32F3 245 CoreMark 72 MHz Cortex-M4
 Ultra-low-power	STM32L0 75 CoreMark 32 MHz Cortex-M0+	STM32L1 93 CoreMark 32 MHz Cortex-M3	STM32L5 442 CoreMark 110 MHz Cortex-M33
	STM32L4+ 449 CoreMark 120 MHz Cortex-M4		
 Wireless	STM32L4 273 CoreMark 80 MHz Cortex-M4		
	STM32WB 216 CoreMark 32 MHz Cortex-M0+ 64 MHz Cortex-M4		
	STM32WL 161 CoreMark 48 MHz Cortex-M4		

- Yüksek Performans
- Yaygın, Ana Sınıf
- Üstün Düşük Güç Tüketimi
- Kablosuz

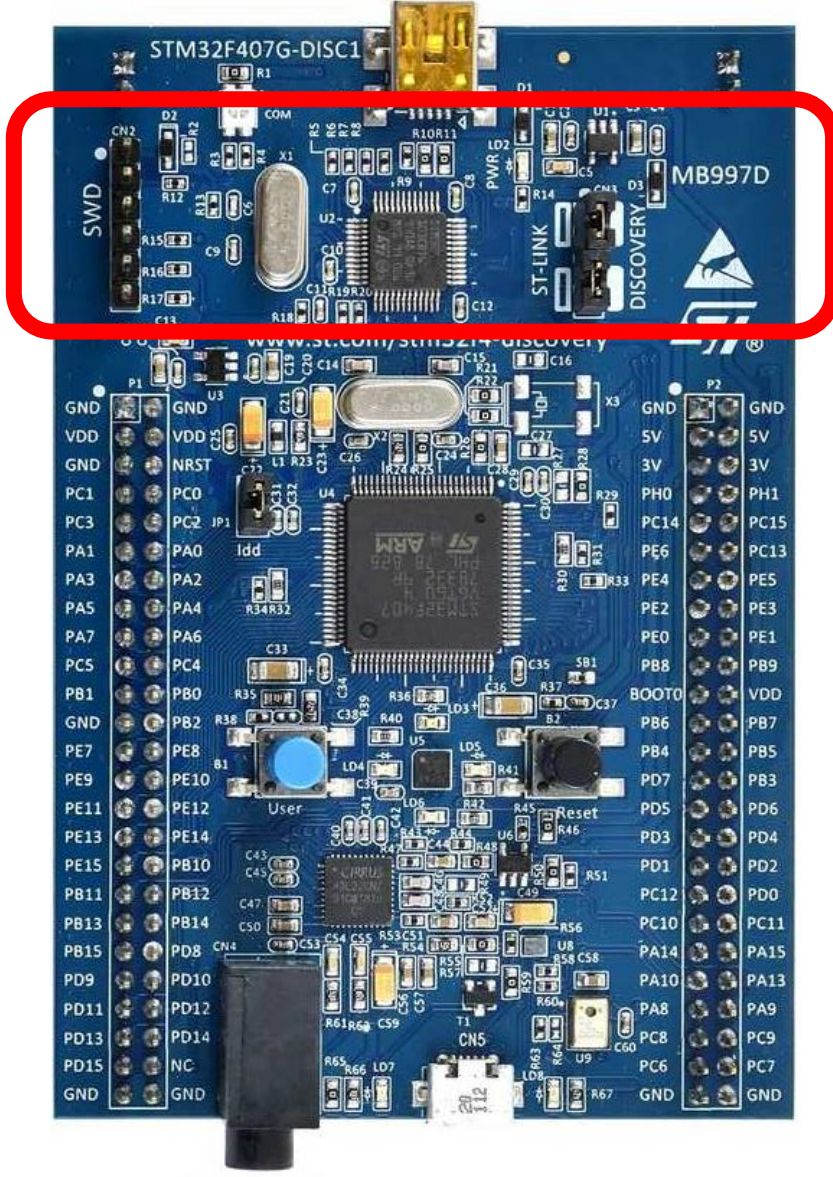
STM32F4 Discovery Kartı

- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici



STM32F4 Discovery Kartı

- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2

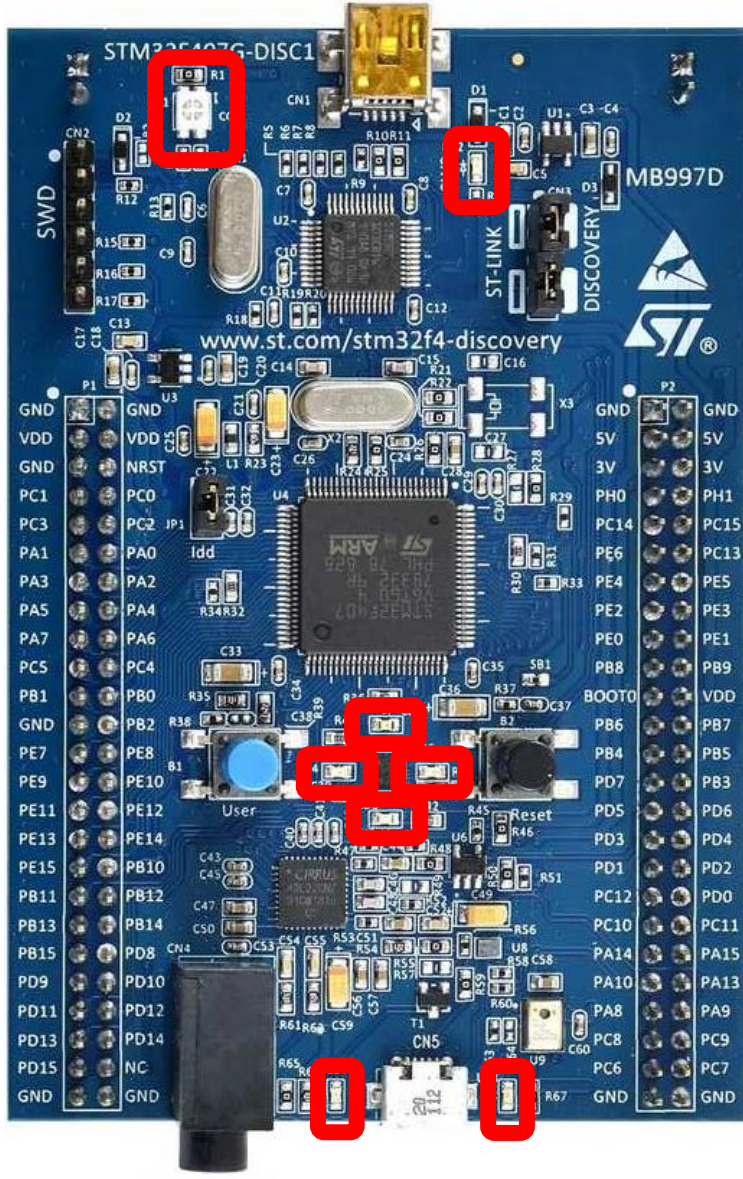


STM32F4 Discovery Kartı



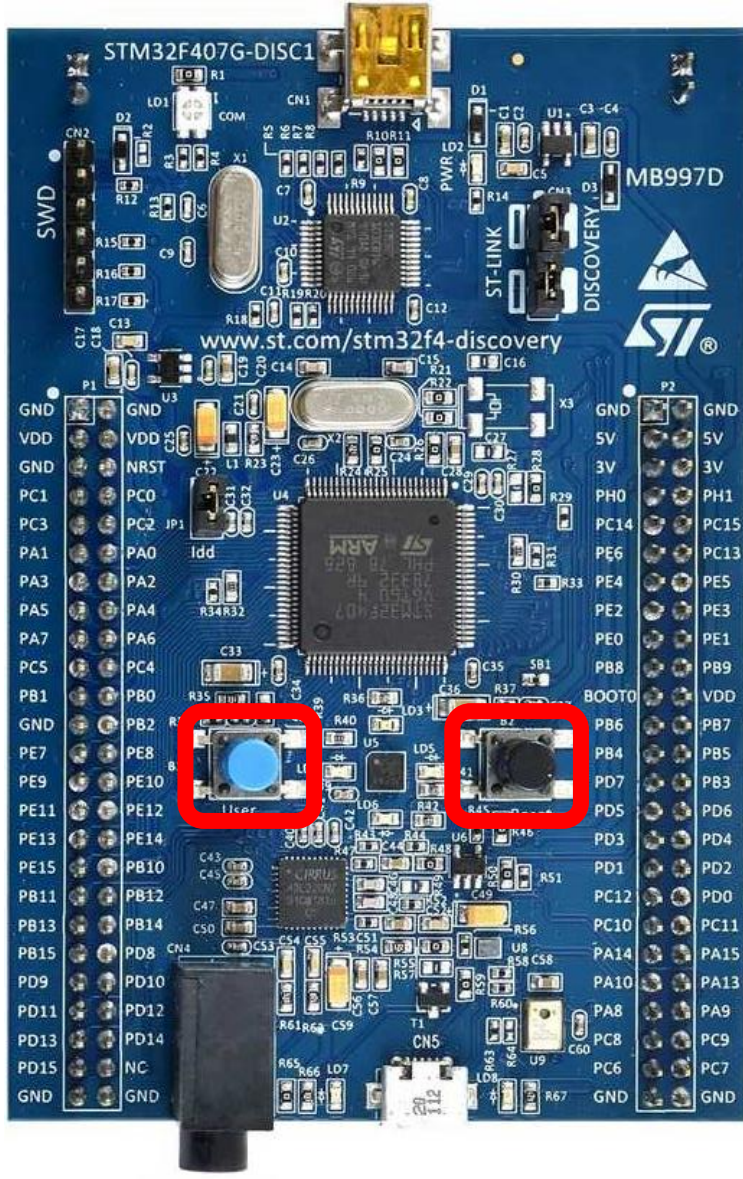
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB

STM32F4 Discovery Kartı



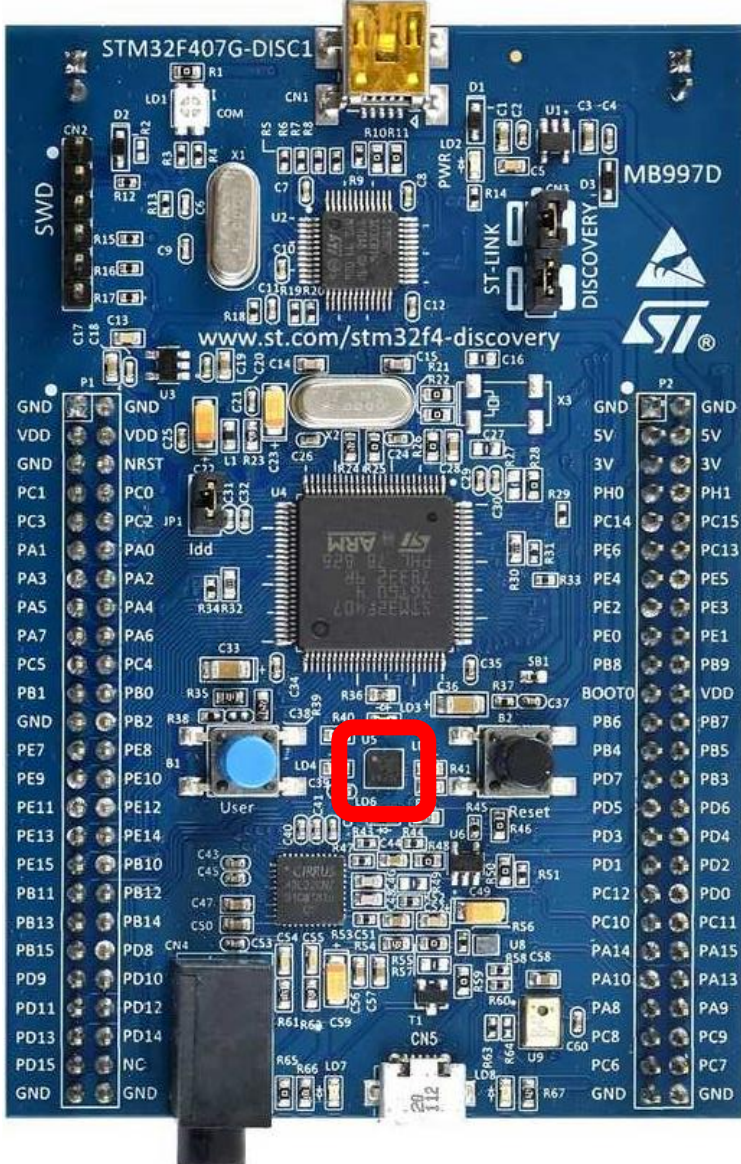
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler

STM32F4 Discovery Kartı



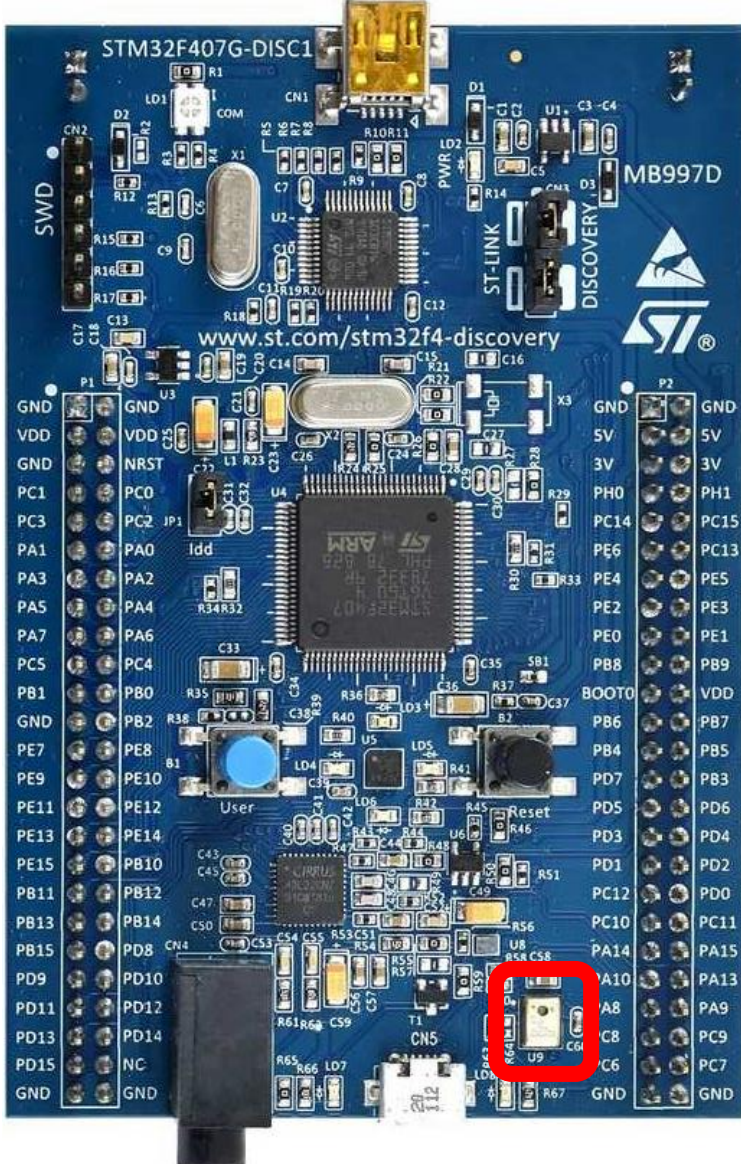
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar

STM32F4 Discovery Kartı



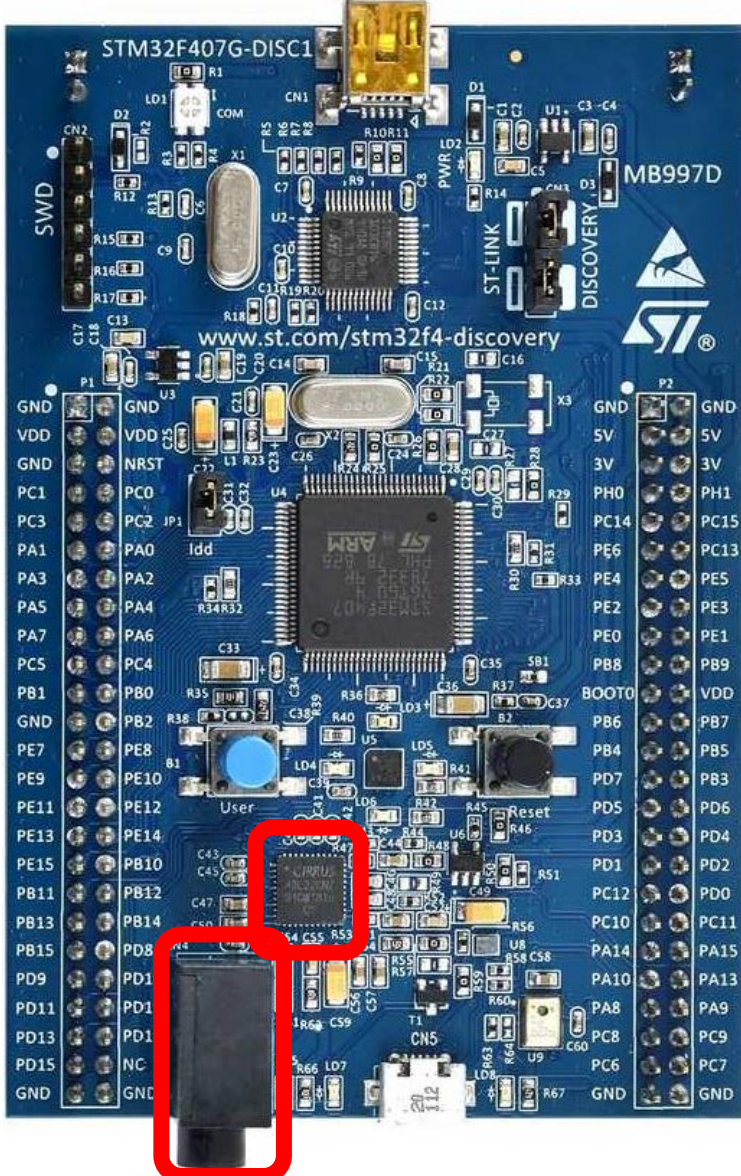
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar
- 3 Eksen İvme Ölçer (LIS3DSH)

STM32F4 Discovery Kartı



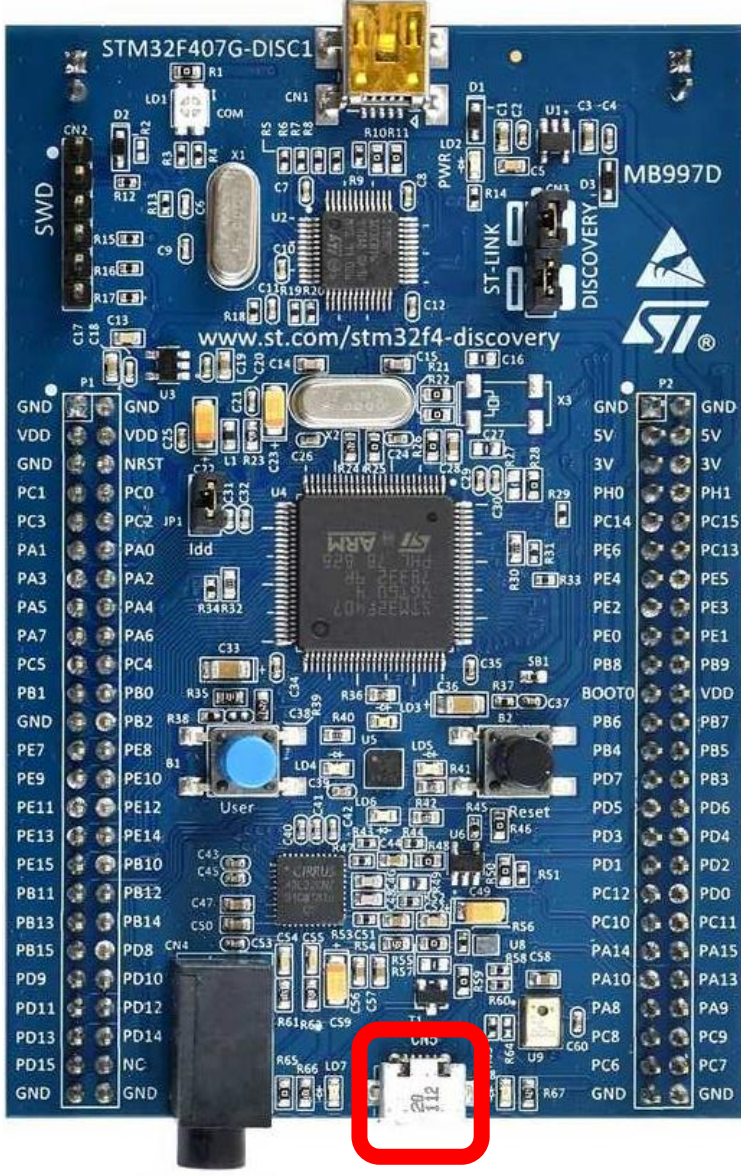
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar
- 3 Eksen İvme Ölçer (LIS3DSH)
- MP45DT02 ST-MEMS Ses sensörü ve Mikrofon

STM32F4 Discovery Kartı



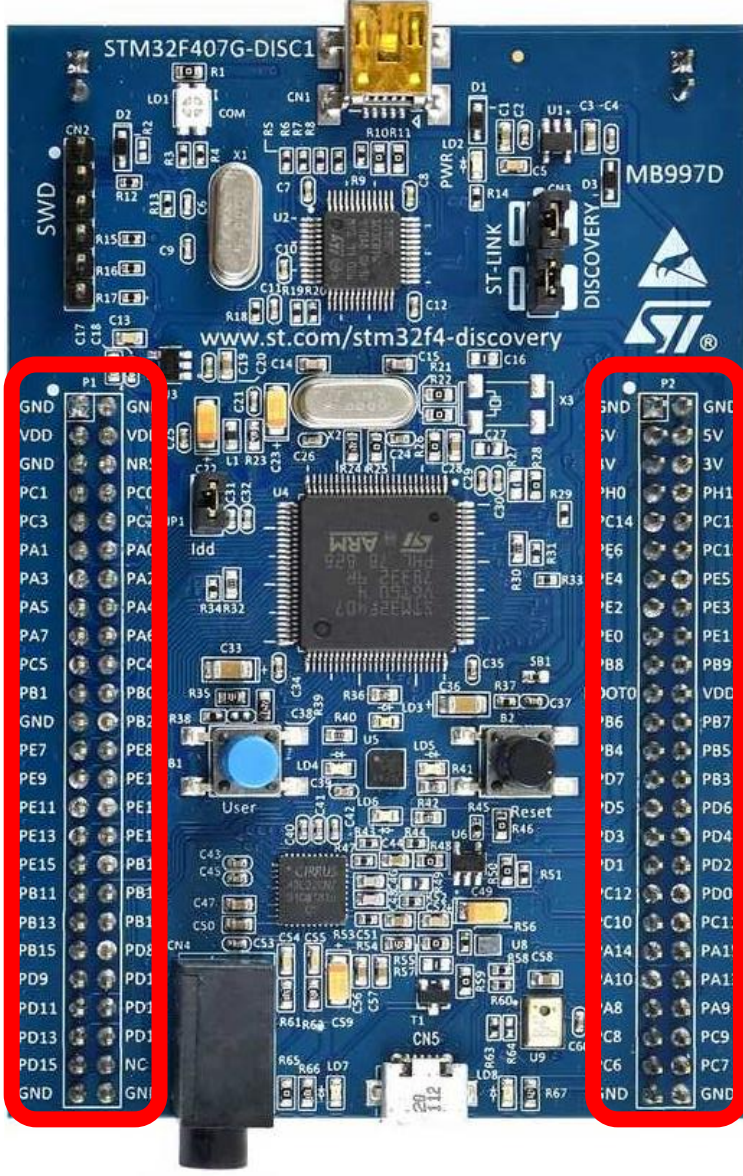
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar
- 3 Eksen İvme Ölçer (LIS3DSH)
- MP45DT02 ST-MEMS Ses sensörü ve Mikrofon
- Ses DAC Çipi ve Hoparlör Çıkışı

STM32F4 Discovery Kartı



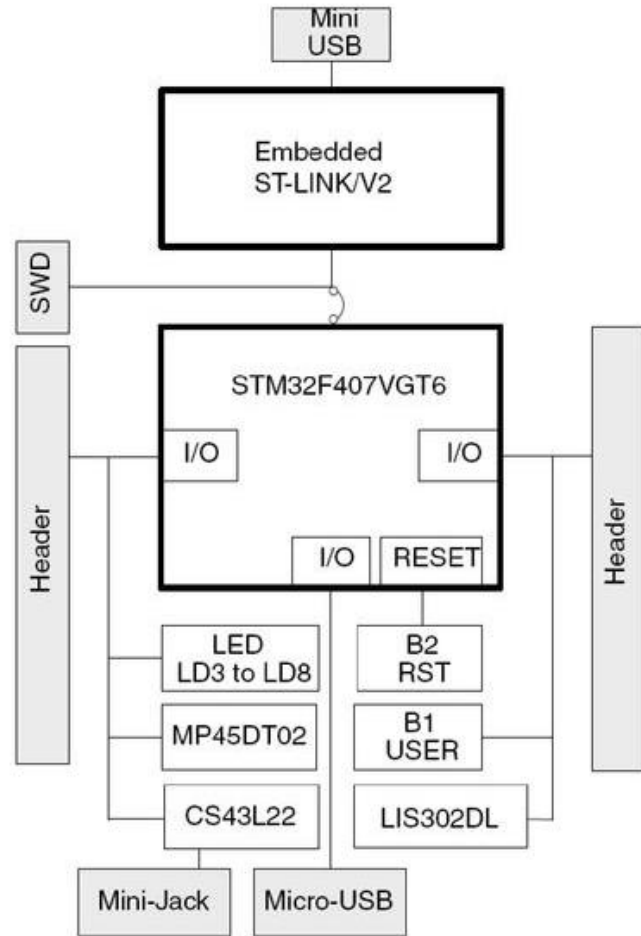
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar
- 3 Eksen İvme Ölçer (LIS3DSH)
- MP45DT02 ST-MEMS Ses sensörü ve Mikrofon
- Ses DAC Çipi ve Hoparlör Çıkışı
- Micro USB OTG

STM32F4 Discovery Kartı

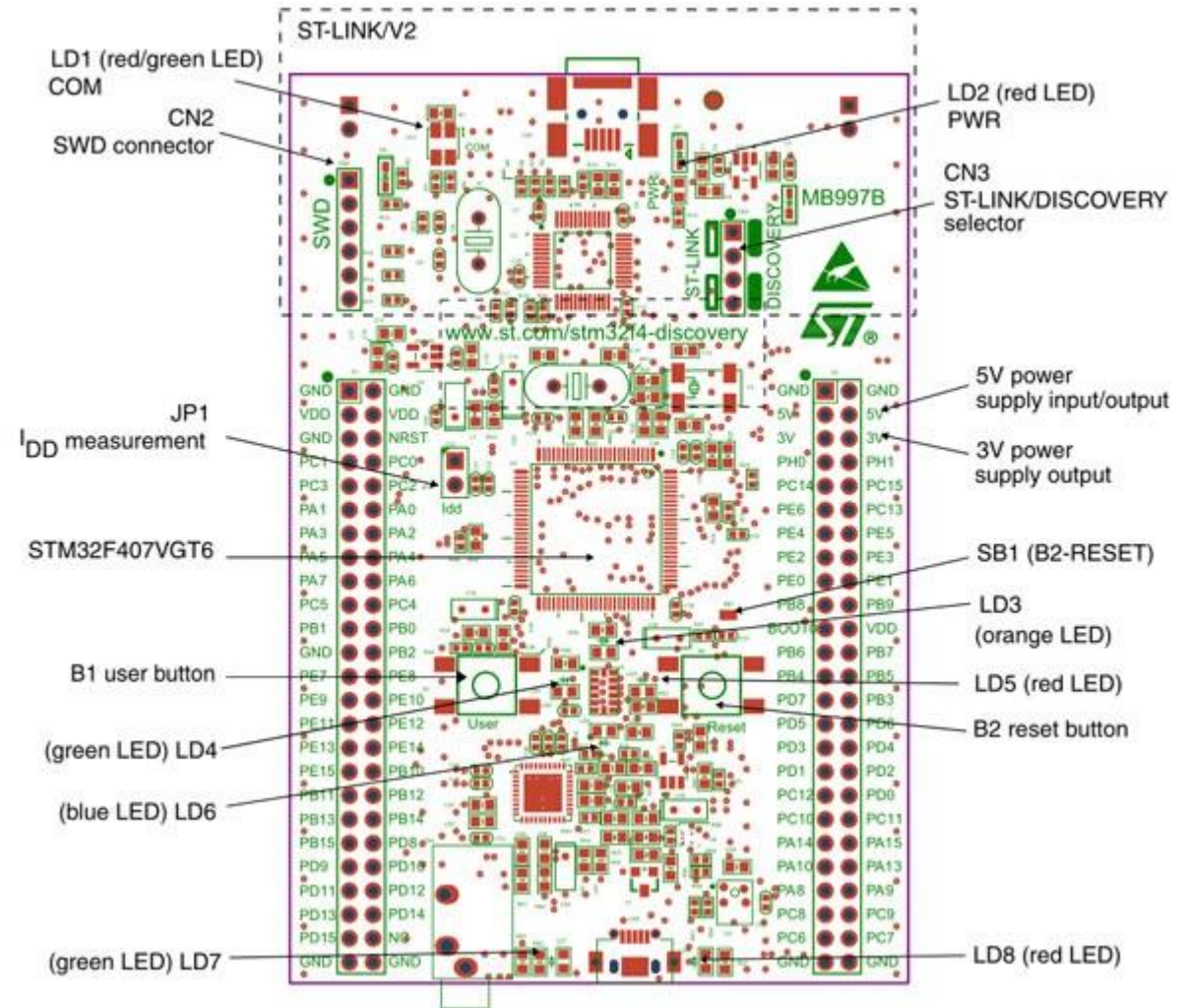


- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar
- 3 Eksen İvme Ölçer (LIS3DSH)
- MP45DT02 ST-MEMS Ses sensörü ve Mikrofon
- Ses DAC Çipi ve Hoparlör Çıkışı
- Micro USB OTG
- Pin Çıkışları (Header)

STM32F4 Discovery Kartı

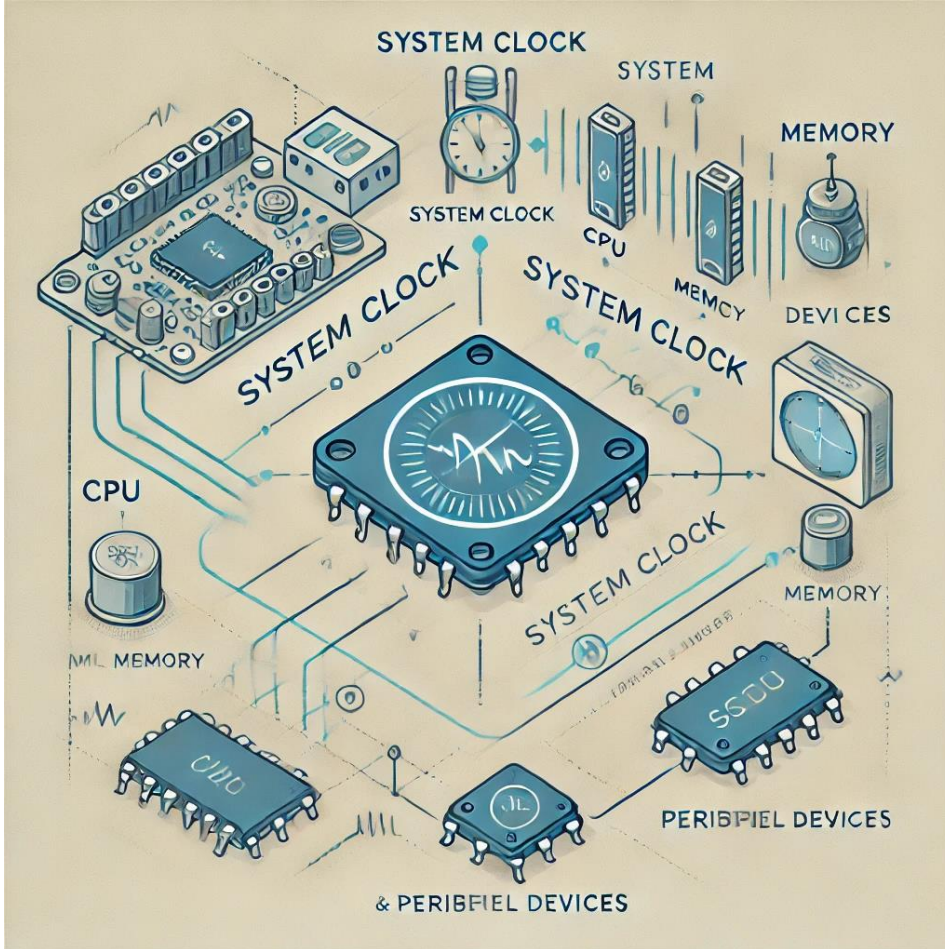


Hardware block diagram



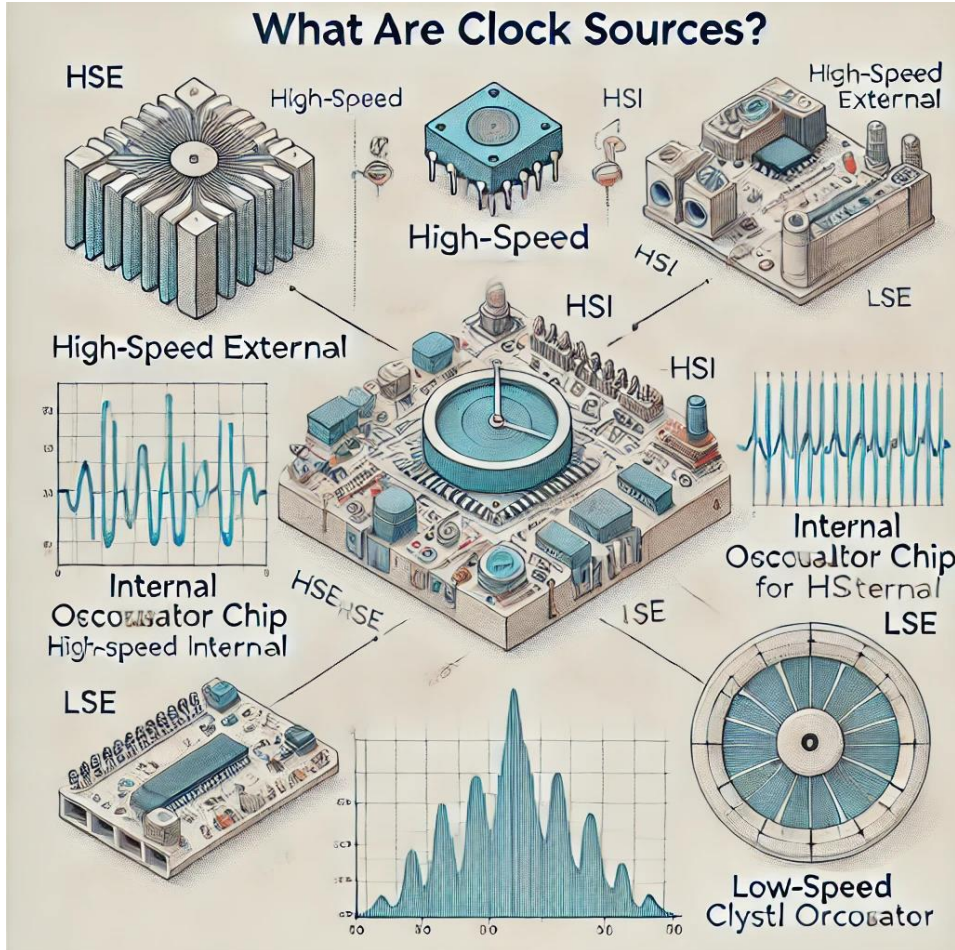
Sistem Saati ve Saat Kaynakları

Sistem Saati Nedir?



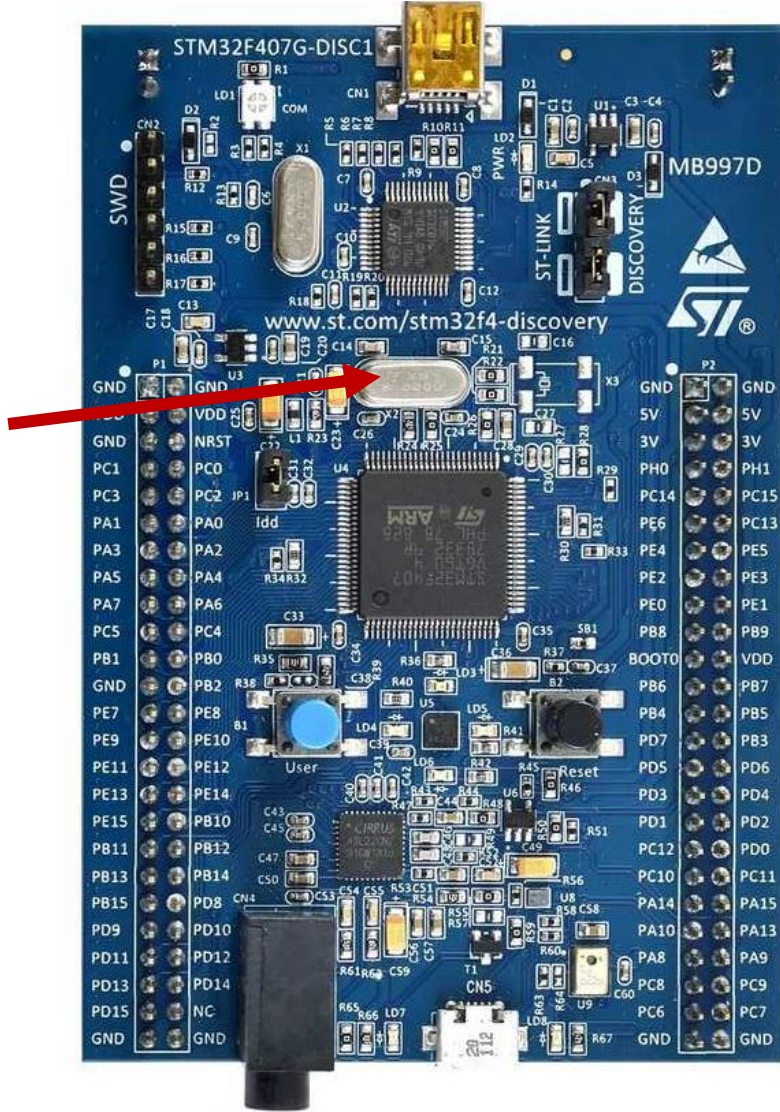
- Mikrodenetleyicilerin ve diğer dijital sistemlerin çalışmasını sağlayan temel bir zamanlama sinyali
- İşlemci, bellek ve çevresel birimlerin birbiriyle uyumlu çalışması için gerekli sinyal
- Osilatör tarafından üretilir
- Tüm işlemlerin senkron-eşzamanlı olarak yapılmasını sağlar.

Saat Kaynakları Nedir?



- Dahili Osilatörler
 - HSI (High Speed Internal)
 - LSI (Low Speed Internal)
- Harici Osilatörler
 - HSE (High Speed External)
 - LSE (Low Speed External)
- PLL(Phase Locked Loop)

STMF4 Saat Bilgileri



- Dahili Osilatör
→ HSI : 16 MHz
- Harici Osilatör
→ 4 – 26 MHz
→ 8 MHz





STM32 Ailesi ve STM32F4 Discovery Kartı ile Tanışma

STM32 Ailesi

- STMicroelectronics / ST
- ARM
 - STM32
- STM32 Ailesi Mikrodenetleyicilerinde;
 - Cortex-M0
 - Cortex-M0+
 - Cortex-M3
 - Cortex-M4
 - Cortex-M7



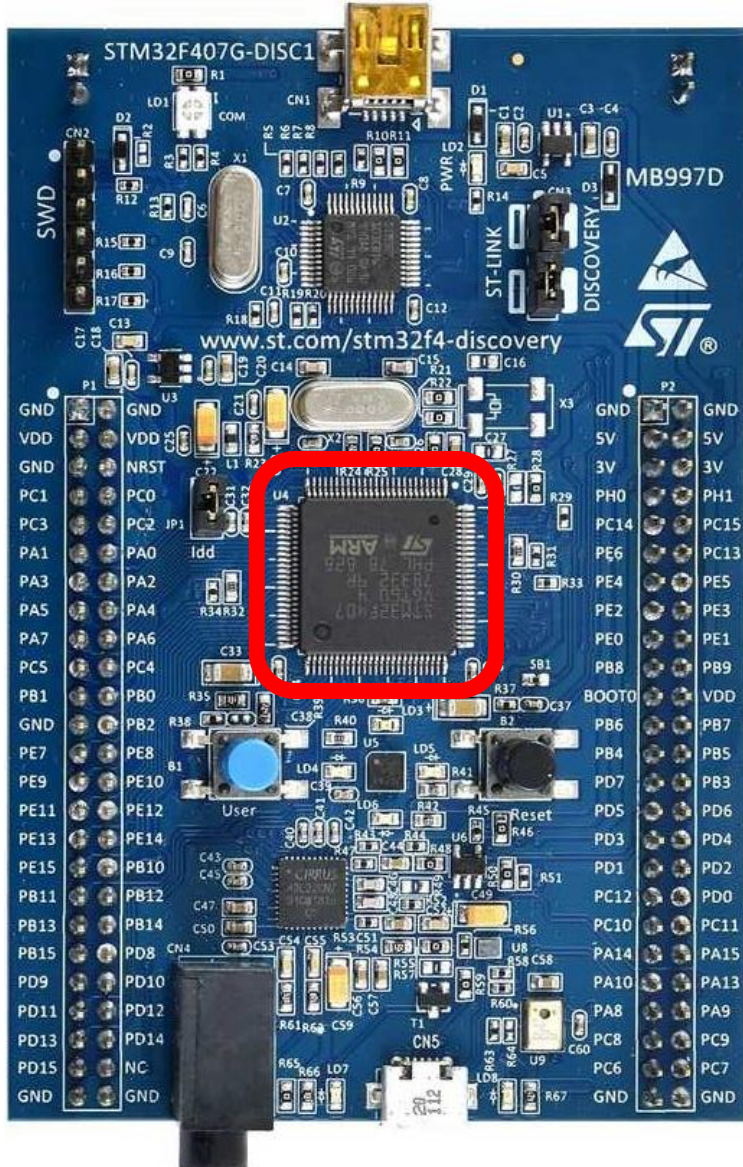
STM32 Ailesi Sınıflandırma

 High Performance	STM32H7 3224 CoreMark 480 MHz Cortex-M7 240 MHz Cortex-M4		
	STM32F2 398 CoreMark 120 MHz Cortex-M3	STM32F7 1082 CoreMark 216 MHz Cortex-M7	STM32F4 608 CoreMark 180 MHz Cortex-M4
 Mainstream	STM32G0 142 CoreMark 64 MHz Cortex-M0+	STM32G4 550 CoreMark 170 MHz Cortex-M4	
	STM32F0 106 CoreMark 48 MHz Cortex-M0	STM32F1 117 CoreMark 72 MHz Cortex-M3	STM32F3 245 CoreMark 72 MHz Cortex-M4
 Ultra-low-power	STM32L0 75 CoreMark 32 MHz Cortex-M0+	STM32L1 93 CoreMark 32 MHz Cortex-M3	STM32L5 442 CoreMark 110 MHz Cortex-M33
	STM32L4+ 449 CoreMark 120 MHz Cortex-M4		
 Wireless	STM32L4 273 CoreMark 80 MHz Cortex-M4		
	STM32WB 216 CoreMark 32 MHz Cortex-M0+ 64 MHz Cortex-M4		
	STM32WL 161 CoreMark 48 MHz Cortex-M4		

- Yüksek Performans
- Yaygın, Ana Sınıf
- Üstün Düşük Güç Tüketimi
- Kablosuz

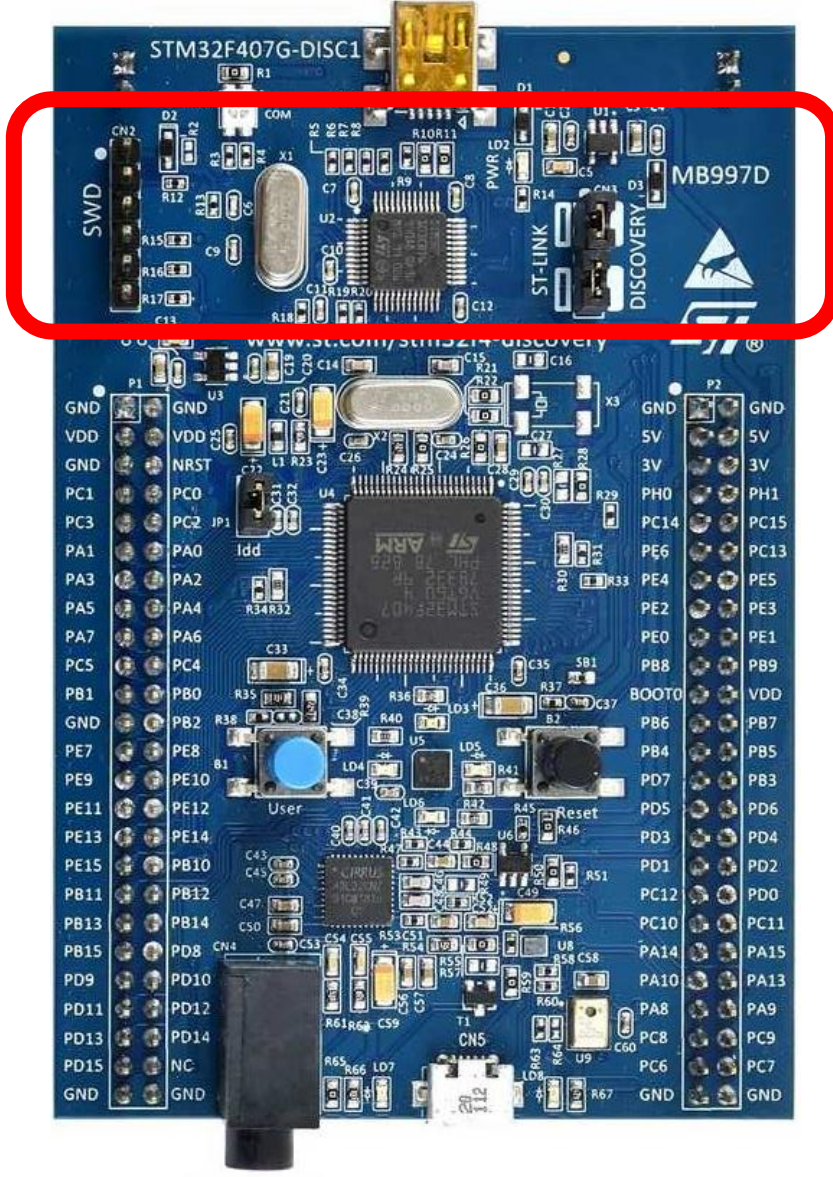
STM32F4 Discovery Kartı

- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici



STM32F4 Discovery Kartı

- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2

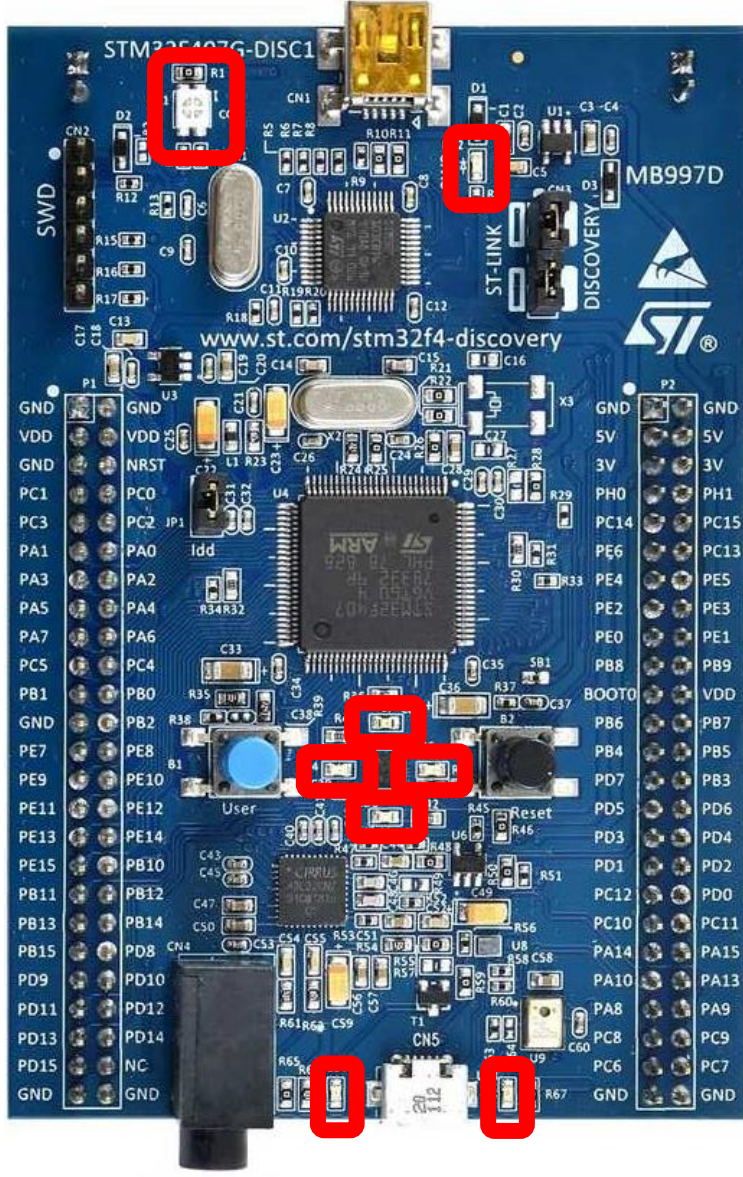


STM32F4 Discovery Kartı



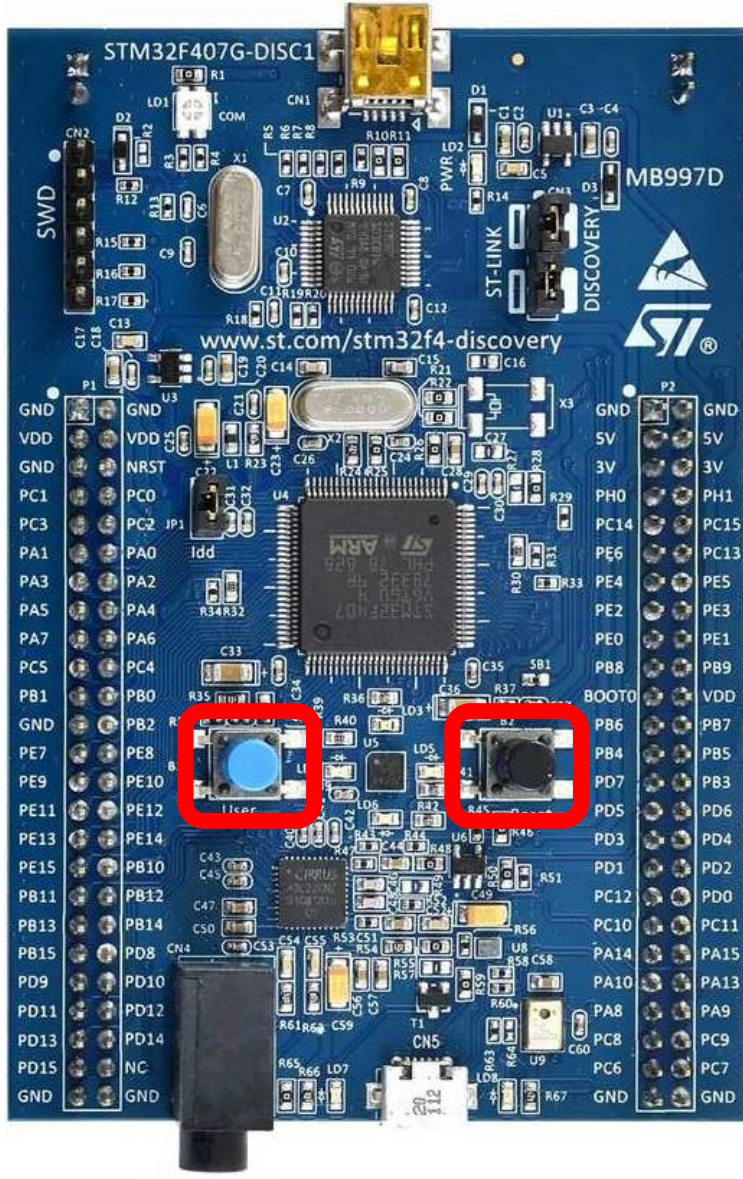
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB

STM32F4 Discovery Kartı



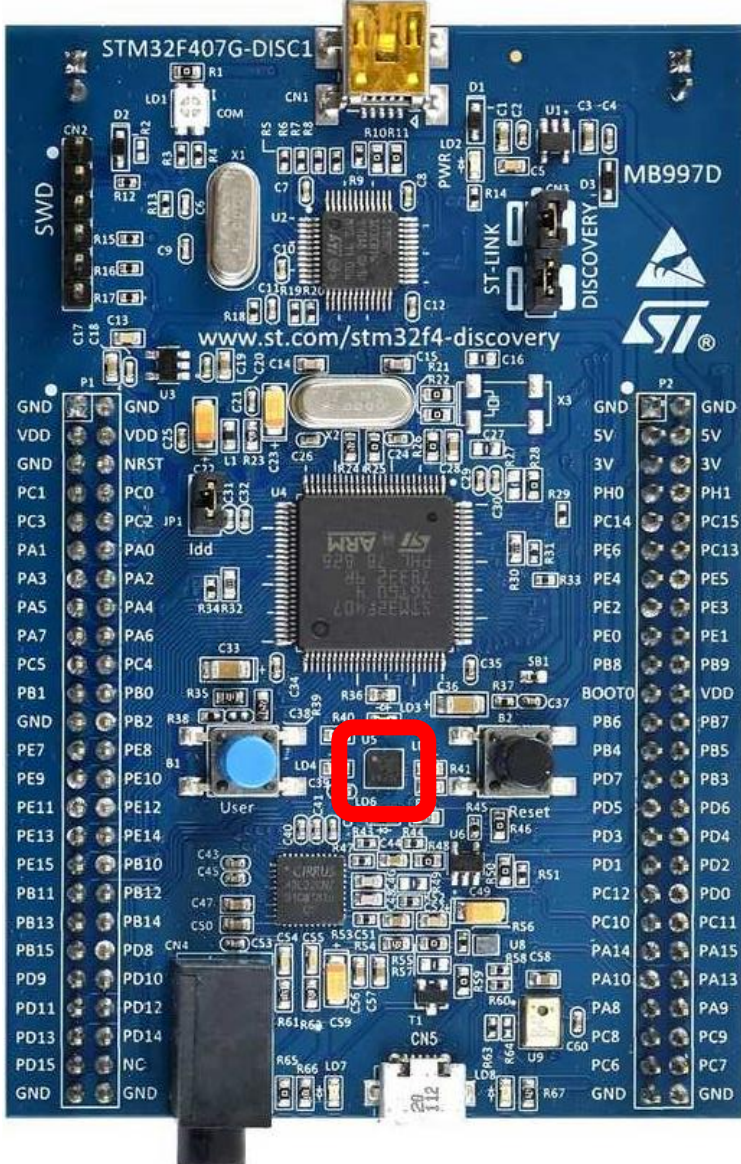
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler

STM32F4 Discovery Kartı



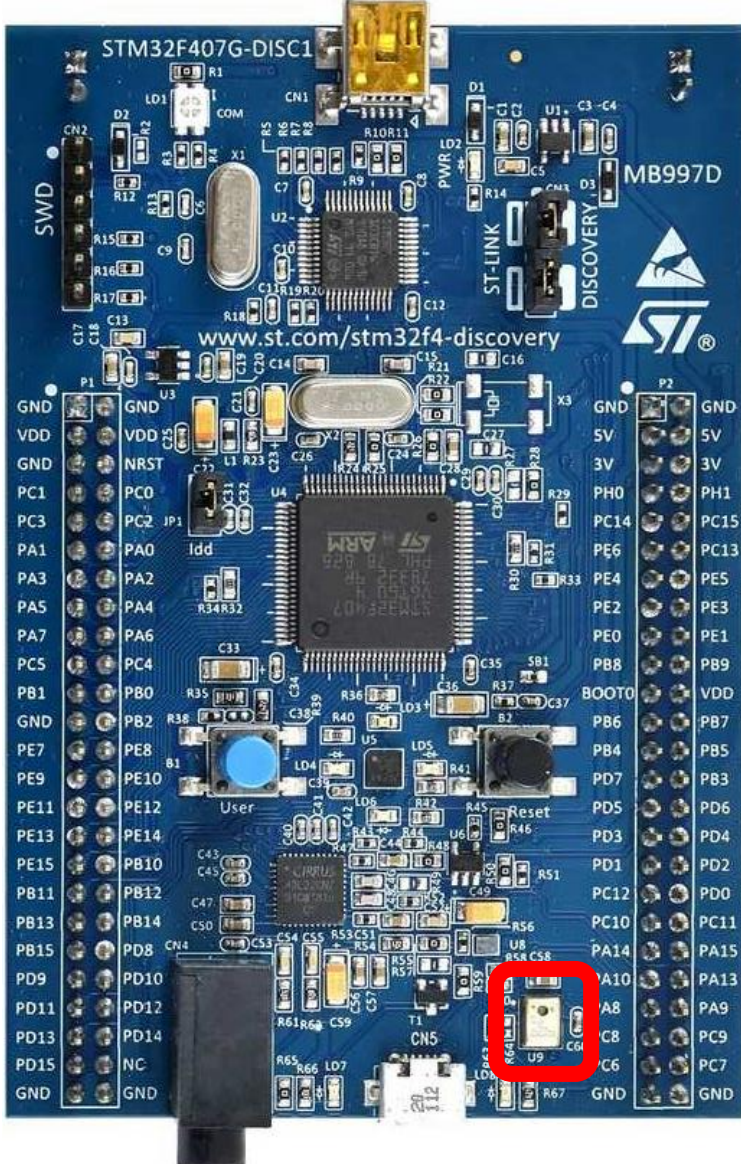
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar

STM32F4 Discovery Kartı



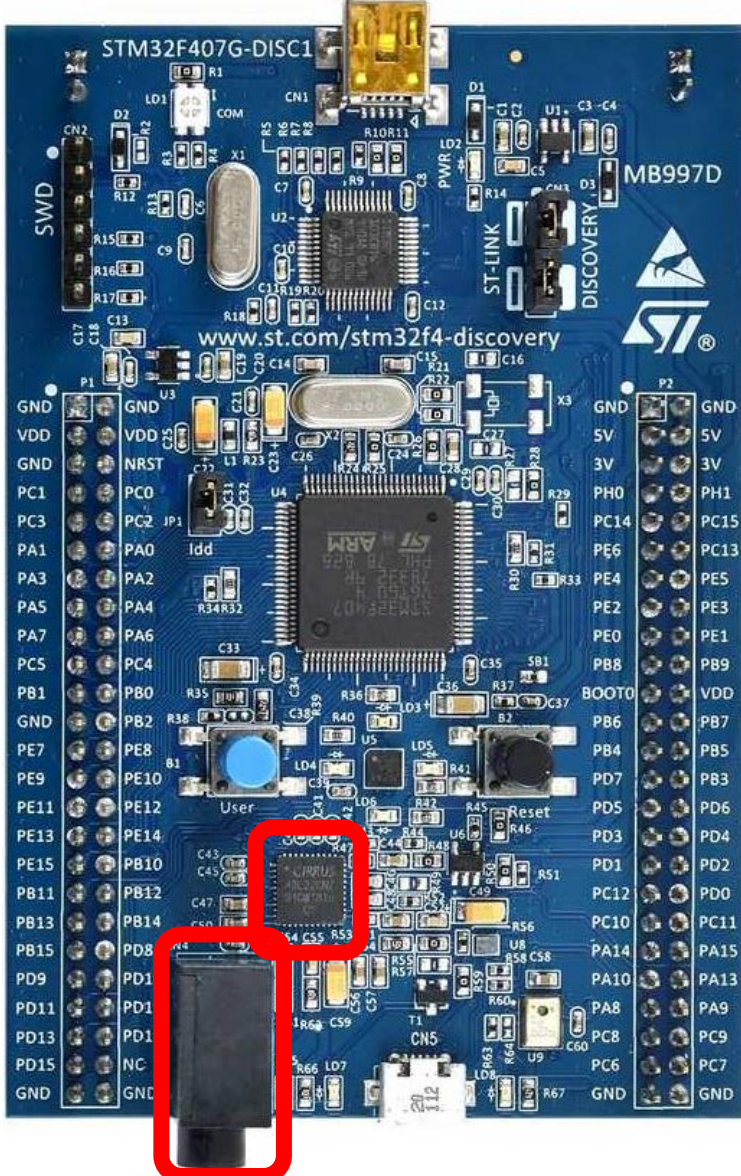
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar
- 3 Eksen İvme Ölçer (LIS3DSH)

STM32F4 Discovery Kartı



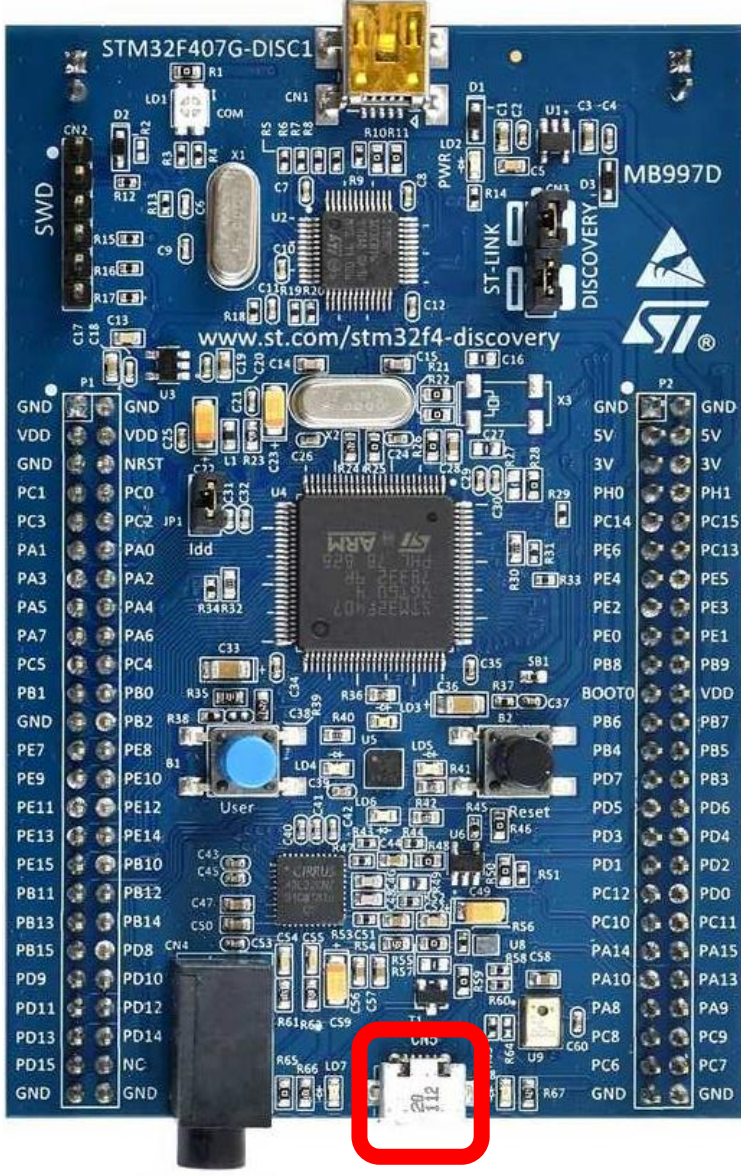
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar
- 3 Eksen İvme Ölçer (LIS3DSH)
- MP45DT02 ST-MEMS Ses sensörü ve Mikrofon

STM32F4 Discovery Kartı



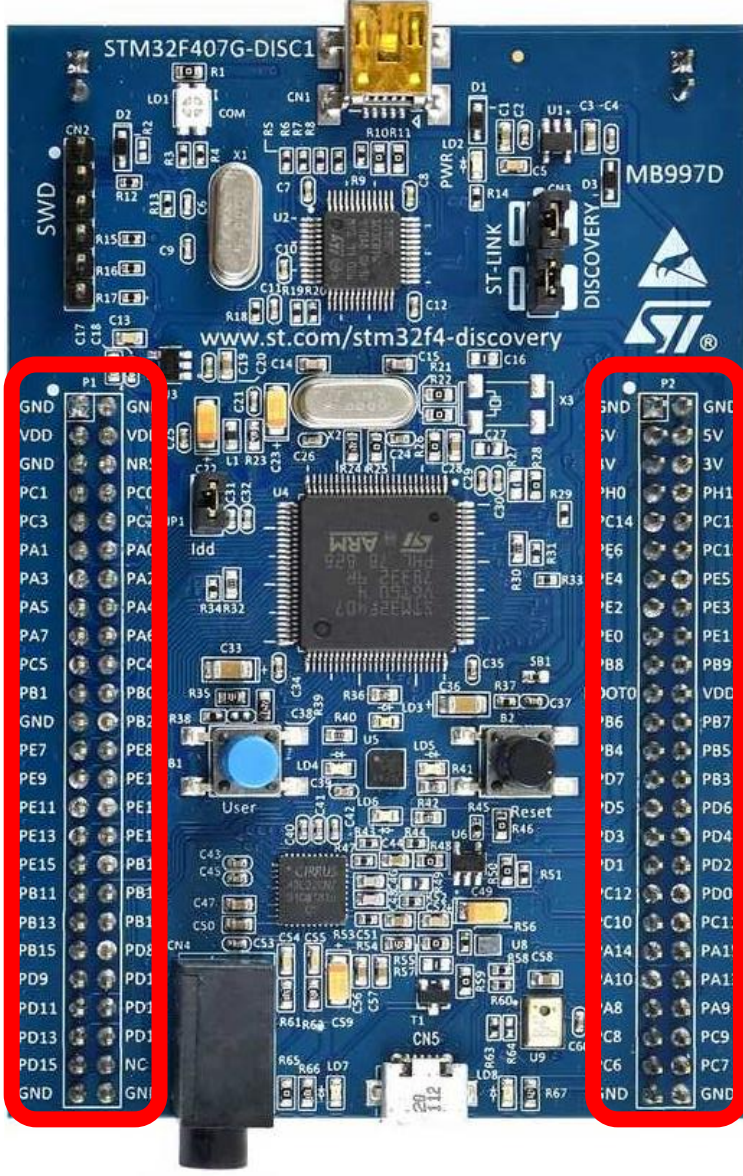
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar
- 3 Eksen İvme Ölçer (LIS3DSH)
- MP45DT02 ST-MEMS Ses sensörü ve Mikrofon
- Ses DAC Çipi ve Hoparlör Çıkışı

STM32F4 Discovery Kartı



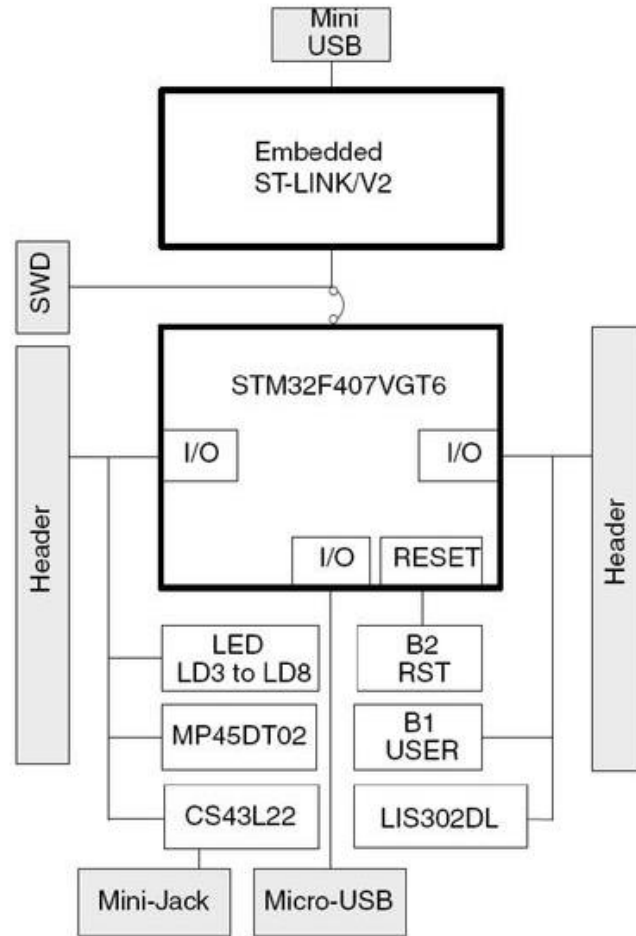
- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar
- 3 Eksen İvme Ölçer (LIS3DSH)
- MP45DT02 ST-MEMS Ses sensörü ve Mikrofon
- Ses DAC Çipi ve Hoparlör Çıkışı
- Micro USB OTG

STM32F4 Discovery Kartı

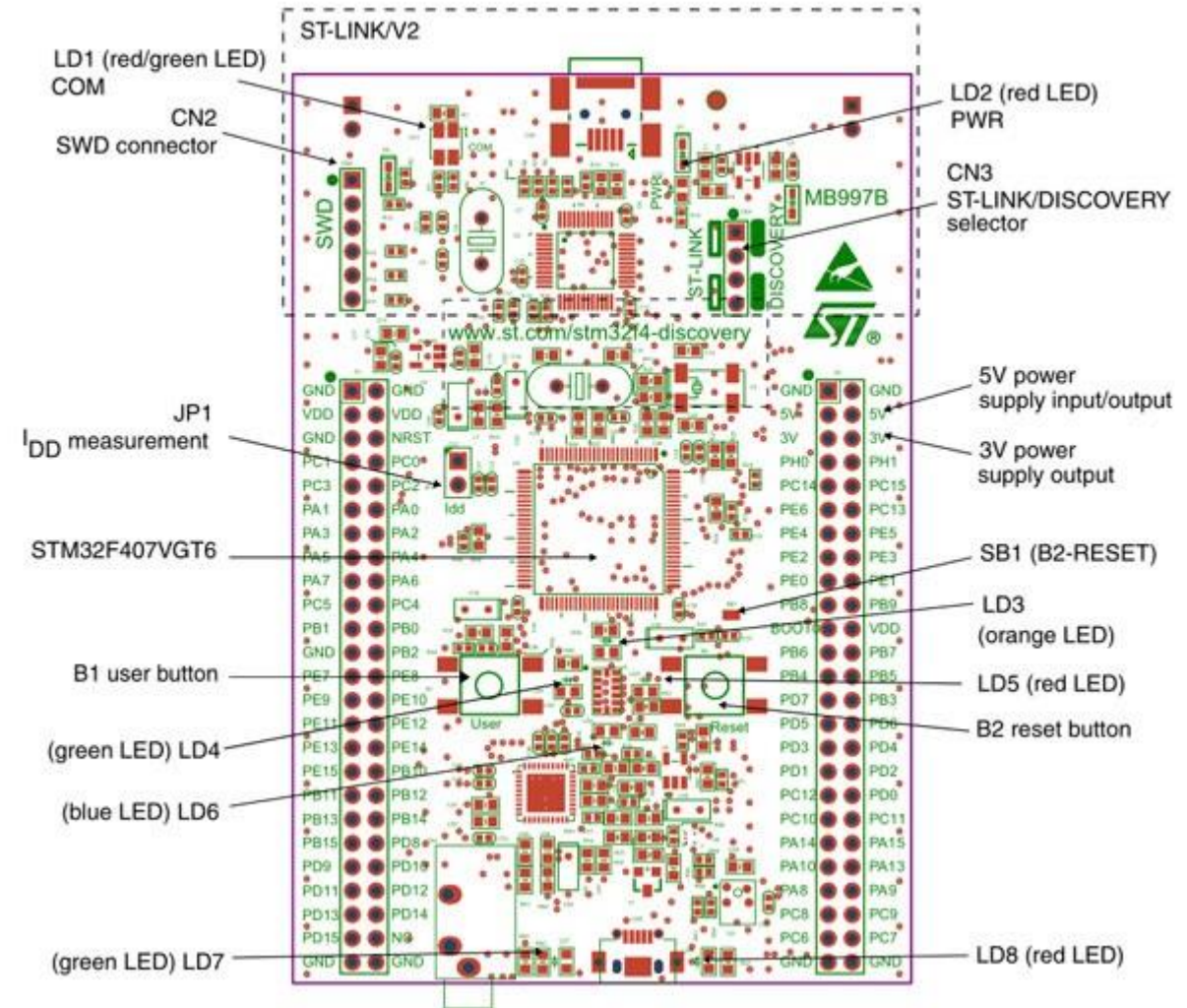


- STM32F407VGT6 Mikrodenetleyici
- ST Programlayıcı ST-LINK V2
- Mini USB
- Ledler
- Butonlar
- 3 Eksen İvme Ölçer (LIS3DSH)
- MP45DT02 ST-MEMS Ses sensörü ve Mikrofon
- Ses DAC Çipi ve Hoparlör Çıkışı
- Micro USB OTG
- Pin Çıkışları (Header)

STM32F4 Discovery Kartı



Hardware block diagram

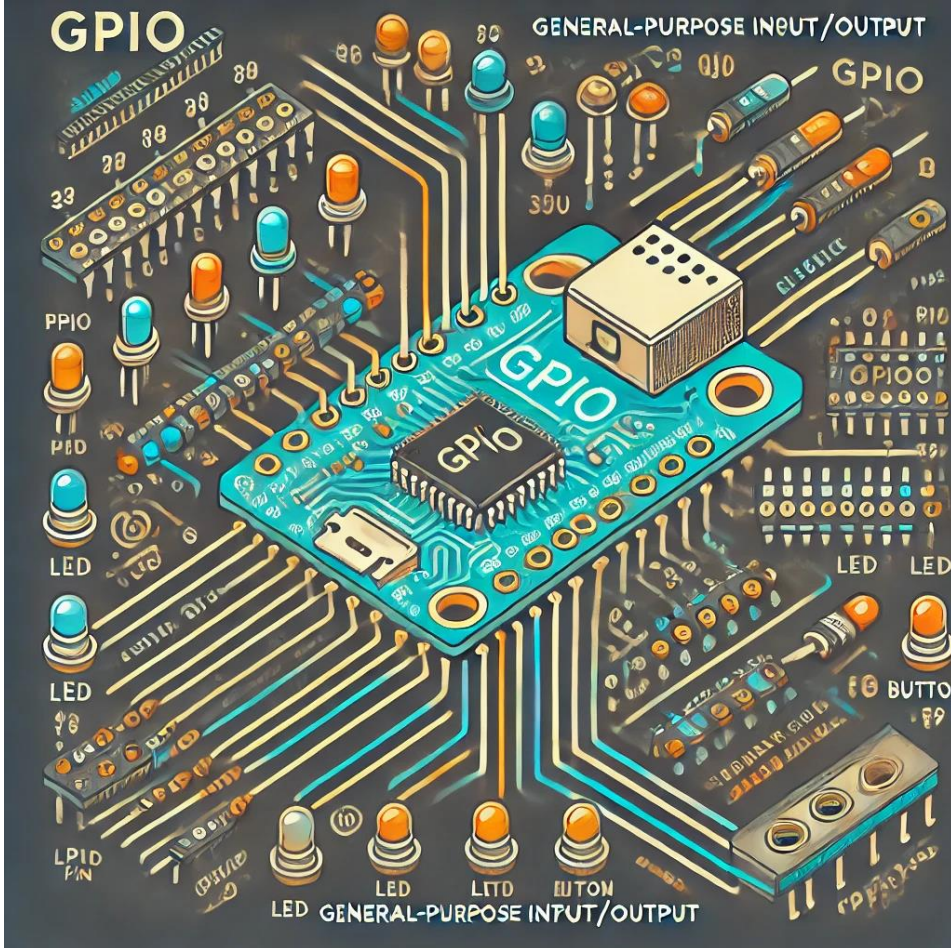




BTK
AKADEMİ

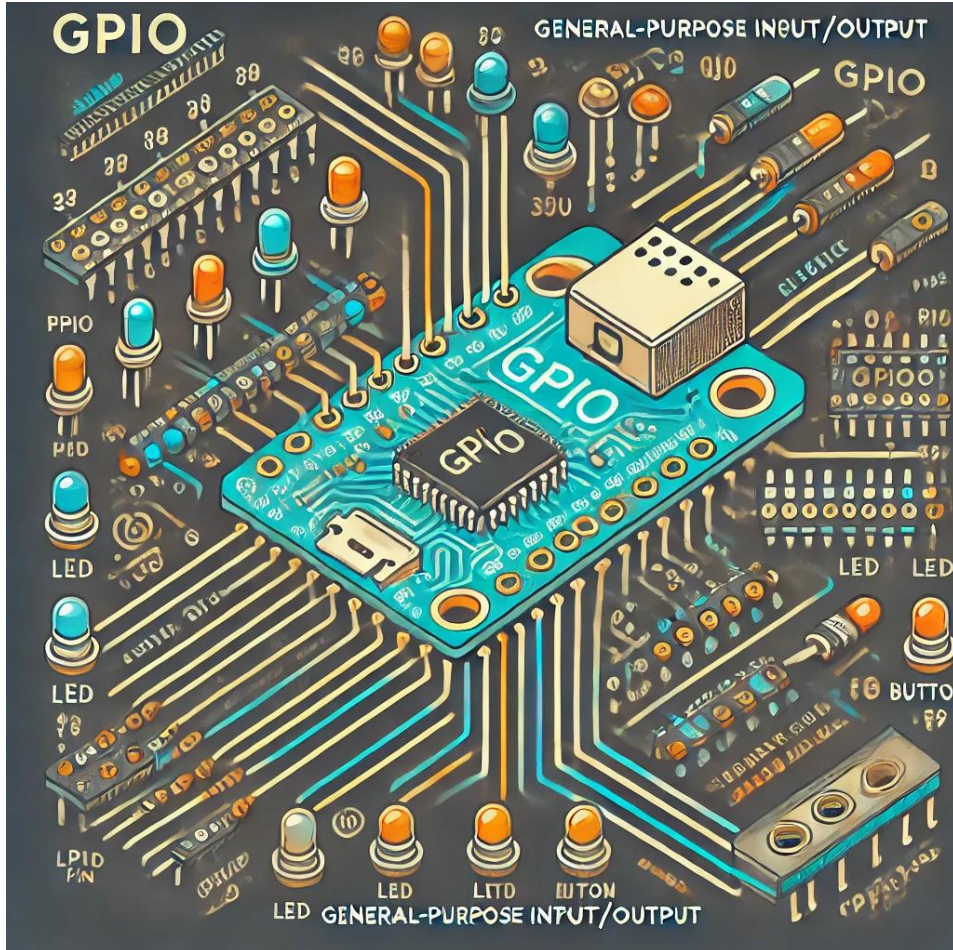
GPIO - Genel Amaçlı Giriş Çıkış

GPIO – Genel Amaçlı Giriş Çıkış



- General Purpose Input Output
- Çok yönlü pin
- Konfigure edilebilir
- Dış dünya ile etkileşim sağlar

GPIO Pinlerinin Temel İşlevleri

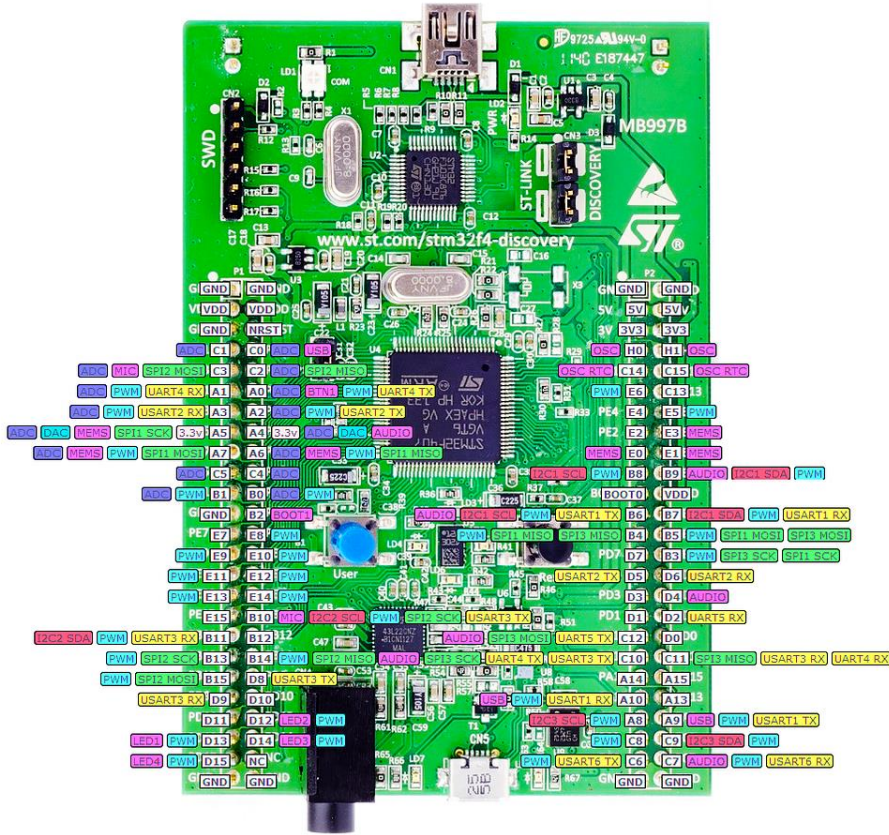


- **Dijital Giriş**
- **Dijital Çıkış**
- **Analog**
- **Alternatif fonksiyon**

STM32F4 GPIO Özellikleri

P1

1 2
3 4
5 6
7 8
9 10
11 12
13 14
15 16
17 18
19 20
21 22
23 24
25 26
27 28
29 30
31 32
33 34
35 36
37 38
39 40
41 42
43 44
45 46
47 48
49 50



P2

1 2
3 4
5 6
7 8
9 10
11 12
13 14
15 16
17 18
19 20
21 22
23 24
25 26
27 28
29 30
31 32
33 34
35 36
37 38
39 40
41 42
43 44
45 46
47 48
49 50

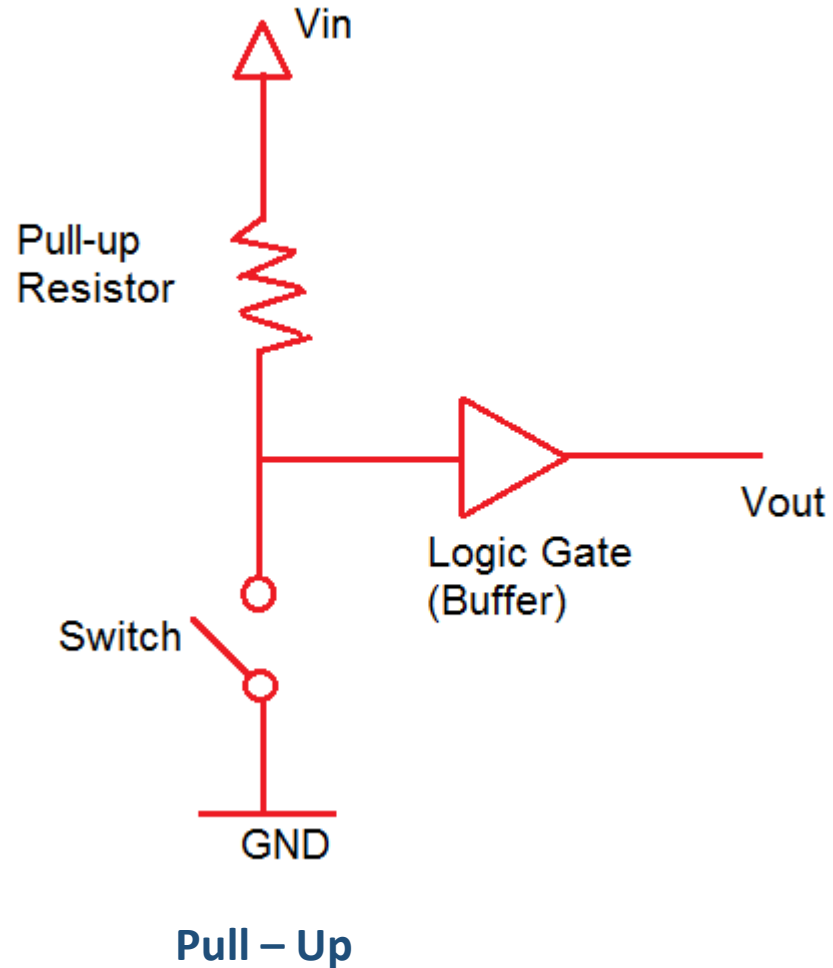
- 16 Pine kadar gruplanabilir GPIO Portları
- Push pull / open drain yapılandırma
- Ayarlanabilir Port hızı
- Pull Up / Pull Down / Analog / Boşta
- Esnek ve çok yönlü



BTK
AKADEMİ

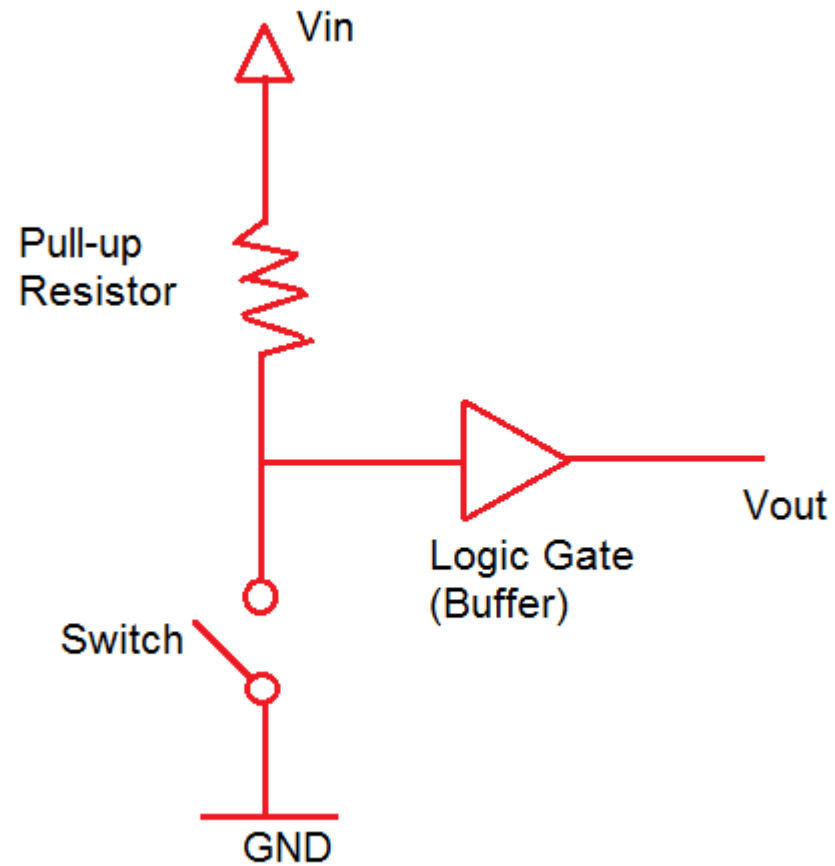
GPIO Pull Up – Pull Down

Pull Up – Pull Down

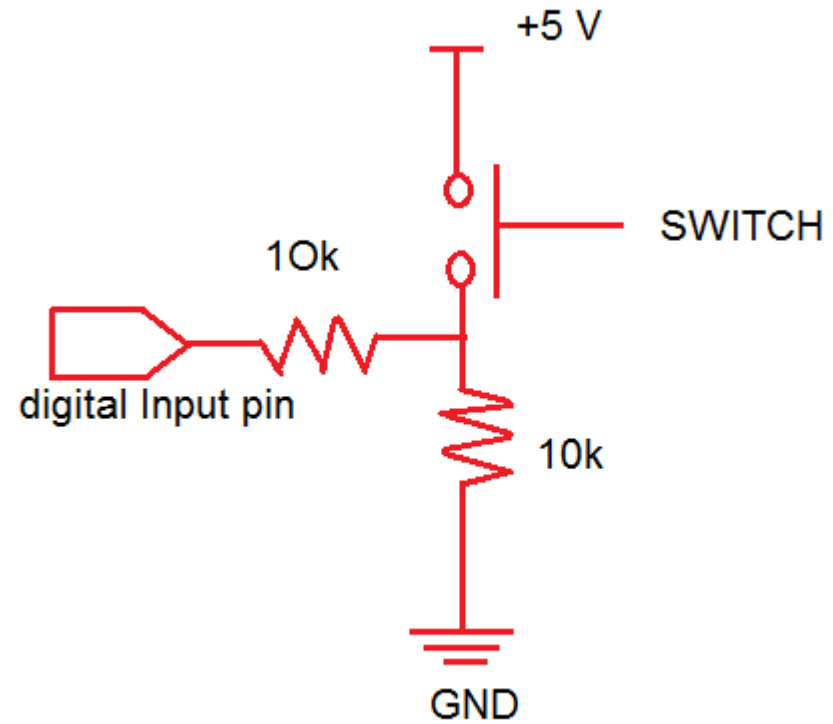


- GPIO dış dünya ile haberleşir
- Kararlı voltaj seviyesi

Pull Up – Pull Down



Pull – Up

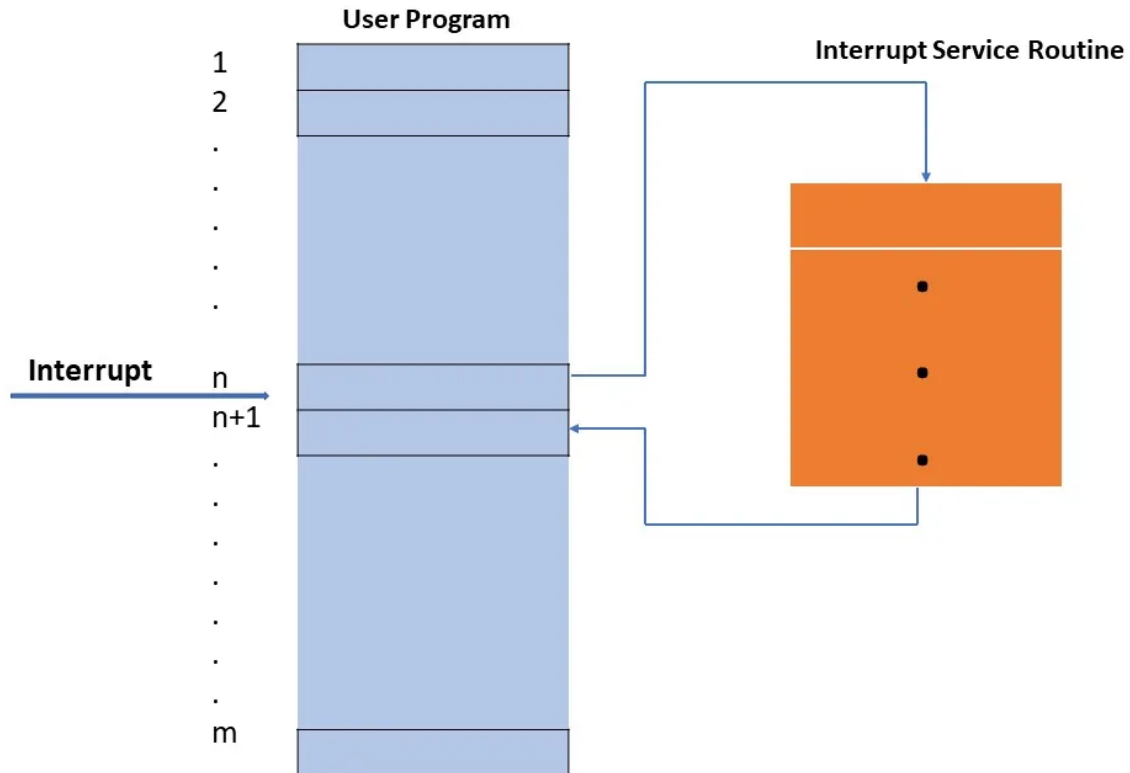


Pull - Down

INTERRUPT – KESME

EXTERNAL INTERRUPT – HARİCİ KESME

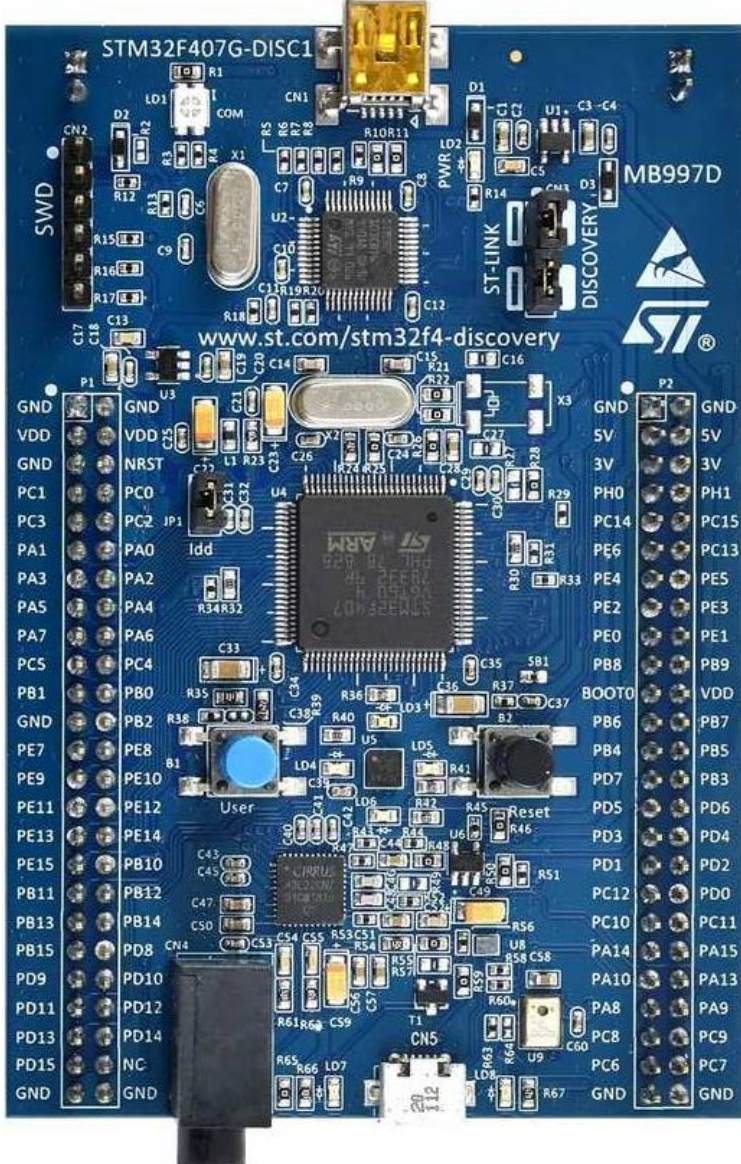
Interrupt – Kesme



www.yoginsavani.com

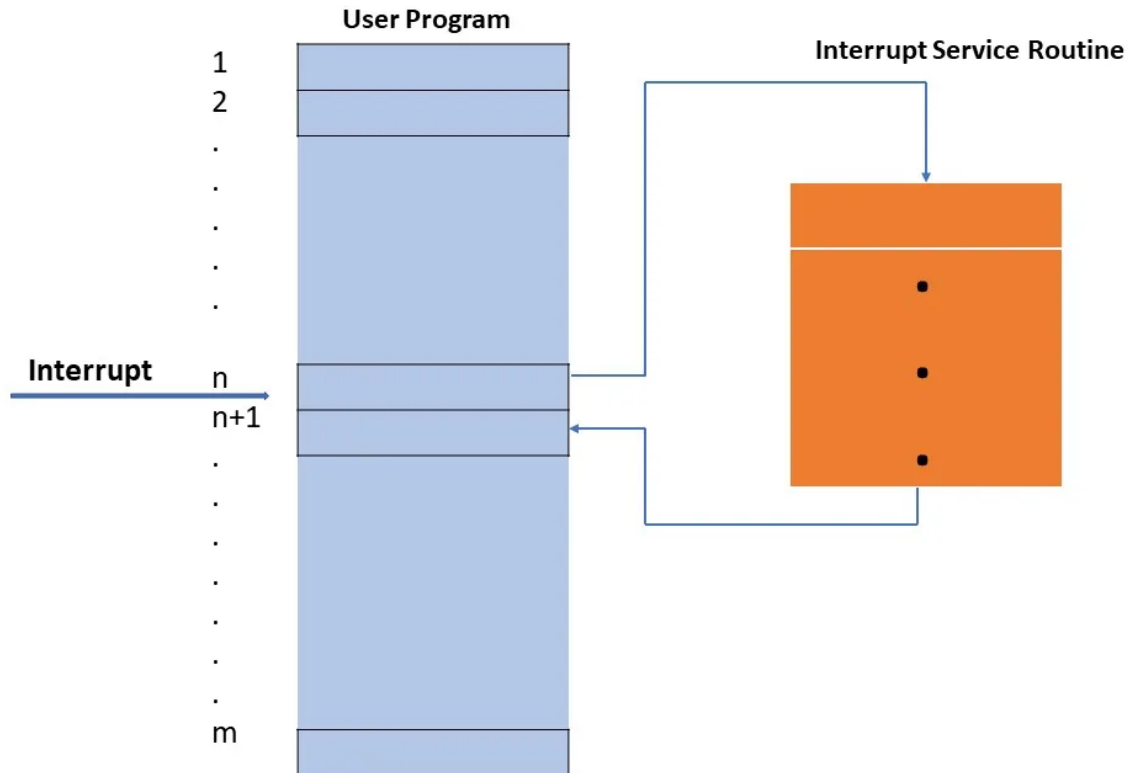
- Önceliği yüksek işlerin kontrolü
- Çok hızlı yapılması gereken işlerde
- Anlık tepki verilmesi gereken noktalarda

STM32 Interrupt – Kesme Özellikleri



- 82 adet maskelenebilir
- Programlanabilir 16 öncelik seviyesi
- Düşük gecikme süresi
- Güç kontrol kesmeleri
- Sistem kontrol kesmeleri

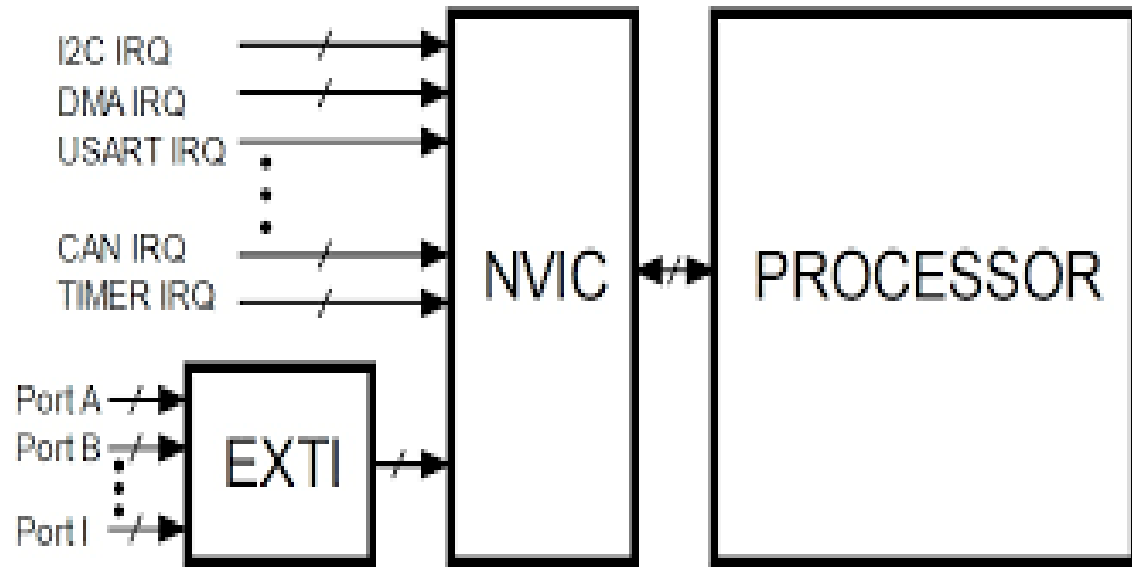
External Interrupt – Harici Kesme



www.yoginsavani.com

- Harici kaynak
- 23 harici kesme kaynağı
- Anlık tepki verilmesi gereken noktalarda
- Seçilebilir tetikleme şekli

NVIC – Nested Vectored Interrupt Controller



- İç içe vektörlenmiş kesme kontrolcüsü
- Kesme işleyici
- Kesme rutin kontrolcüsü

ANALOG DIGITAL CONVERTER – ADC

ANALOG DİJİTAL ÇEVİRİCİ

Analog ve Dijital Kavramları | Analog

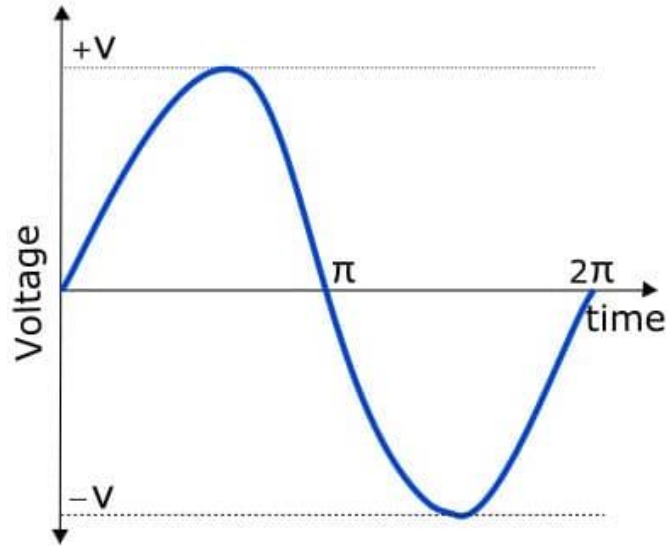
- Fiziksel büyüklük -> analog büyüklük

- İki nokta arasında sonsuz değer

- $22 - 25 \rightarrow 22,00000001 \mid 22,999999654321$
 $\mid 22,99 \mid 24,9999987654321 \mid 25,99$



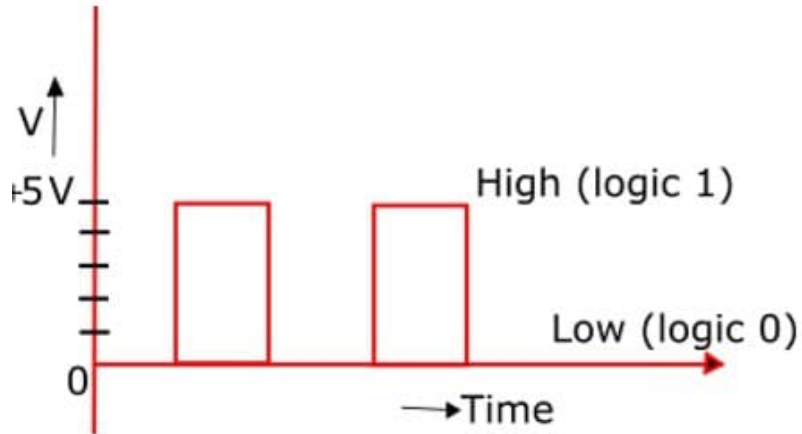
Analog ve Dijital Kavramları | Dijital



- Aralıksız matematiksel değer

- 1 ve 0 dan oluşan bilgi

- Değer aralığı belirli

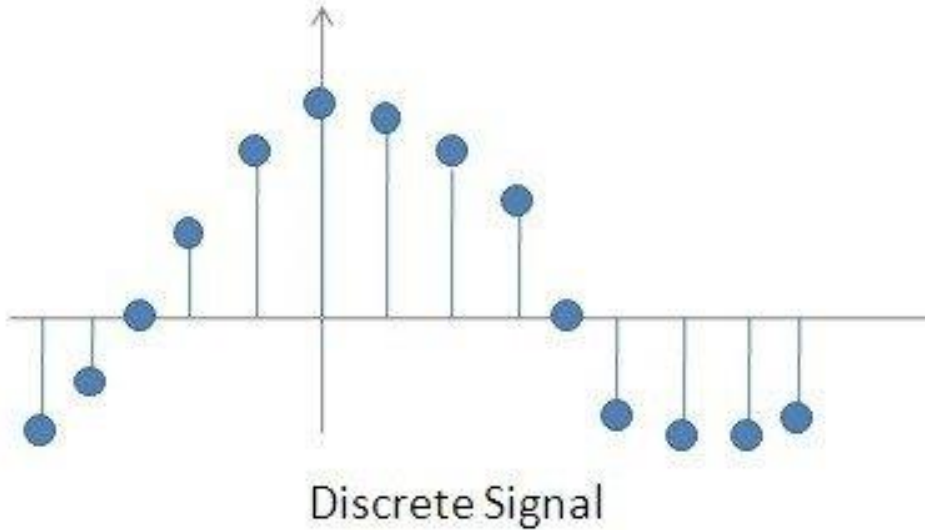
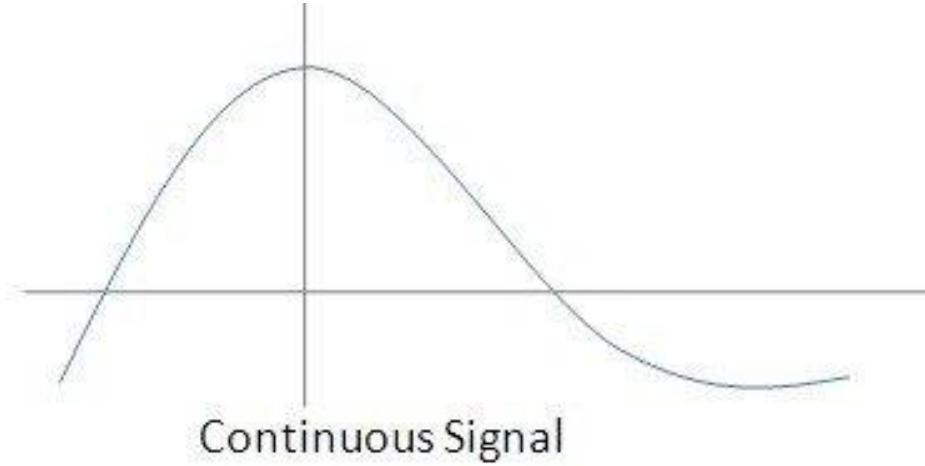


ANALOG DIGITAL CONVERTER – ADC

ANALOG DİJİTAL ÇEVİRİCİ

ADC Nasıl Çalışır?

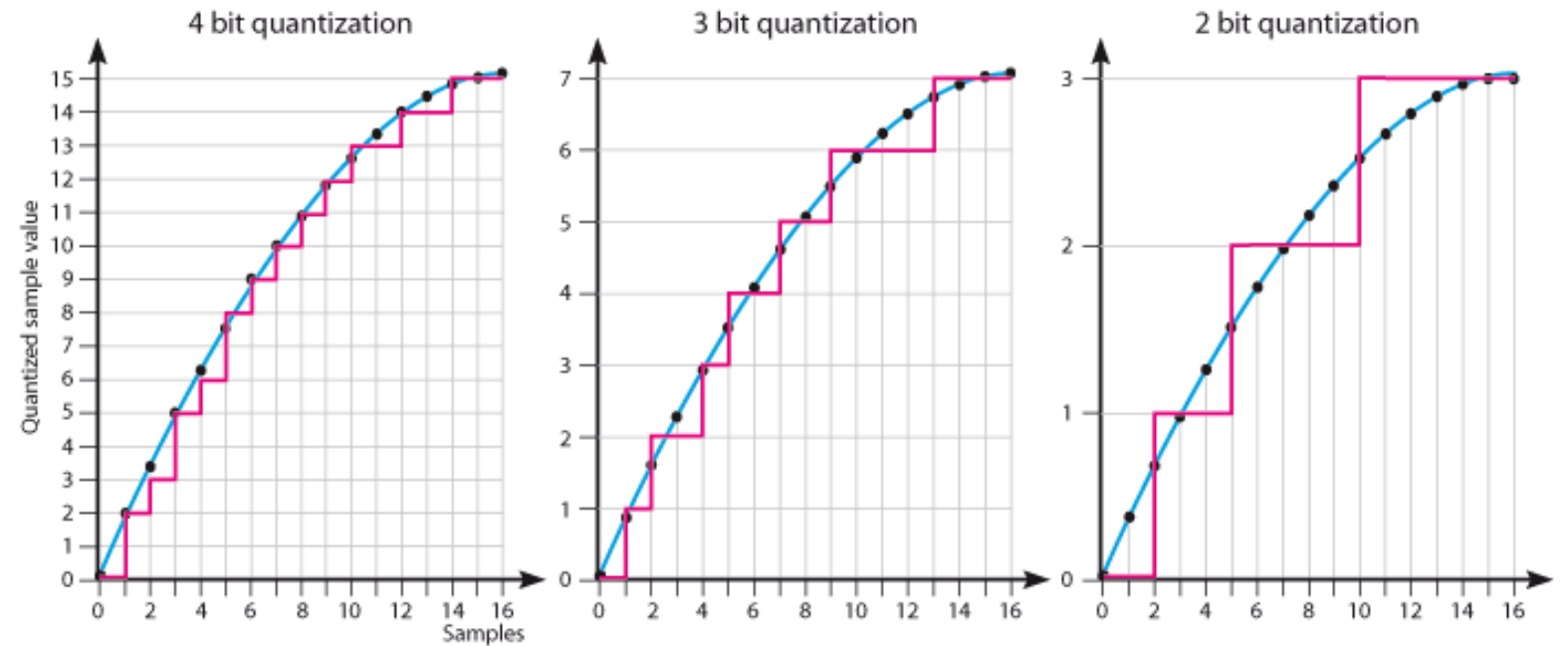
- Sürekli sinyal -> Ayırık Sinyal
- Kuantlama
- Adım Büyüklüğü:



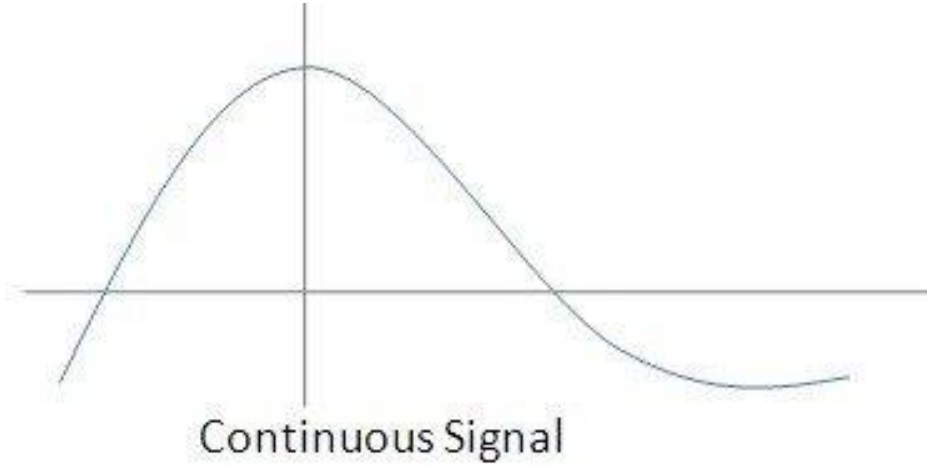
$$\text{Adım Büyüklüğü} = \frac{\text{Sinyalin Maksimum Genlik Değeri}}{2^{\text{ADC Bit Sayısı}}}$$

STM32F4 ADC Birimi

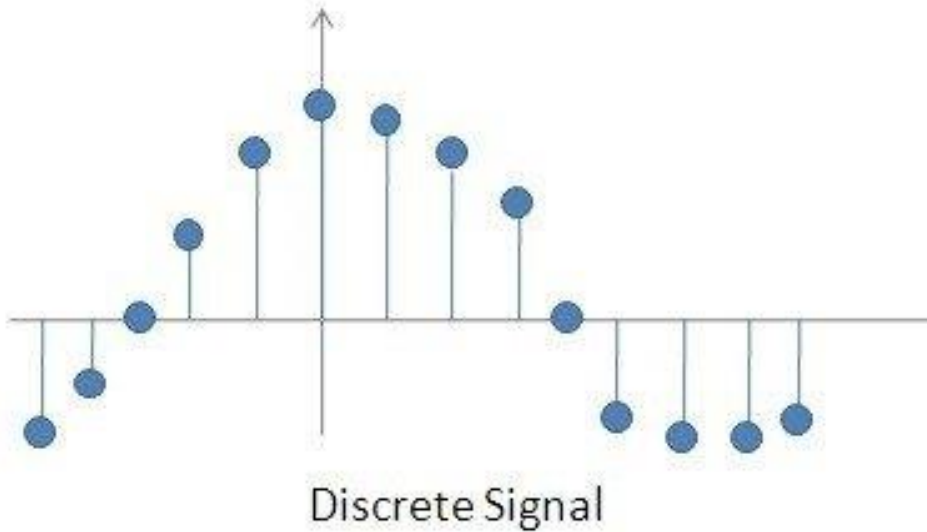
- 3 Adet ADC Birimi
- 36 MHz
- 6, 8, 10, 12 bit
- 0 – 3.6V
- 24 Kanal



STM32F4 ADC Çevrim Modları



- Tek Çevrim Modu
- Devamlı Çevrim Modu
- Tarama Modu
- Süreksiz Mod



ADC Hassasiyeti

- $\text{Hassasiyet} = 3 / (2^8 - 1) = 3 / 255 = 0,0117647058823529 \text{ V}$
- $\text{Hassasiyet} = 3 / (2^{12} - 1) = 3 / 4095 = 0,0007326007326007326 \text{ V}$

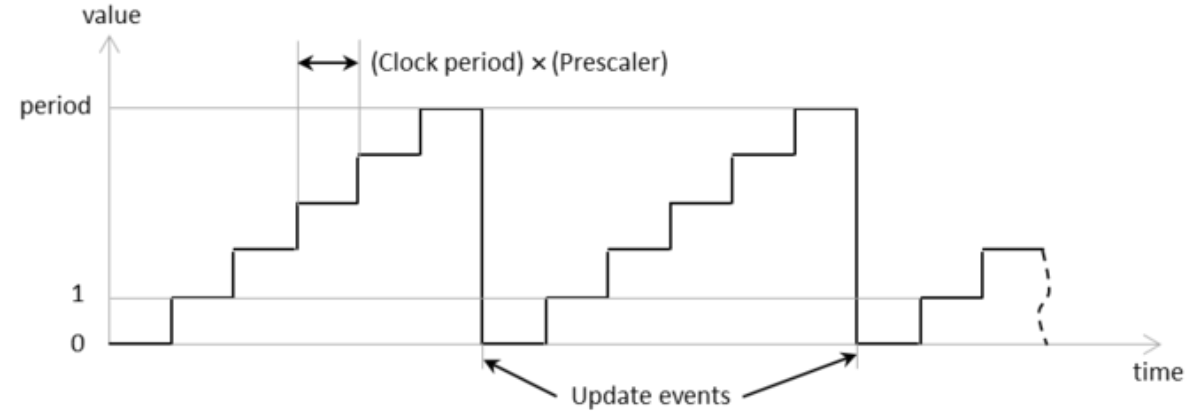


BTK
AKADEMİ

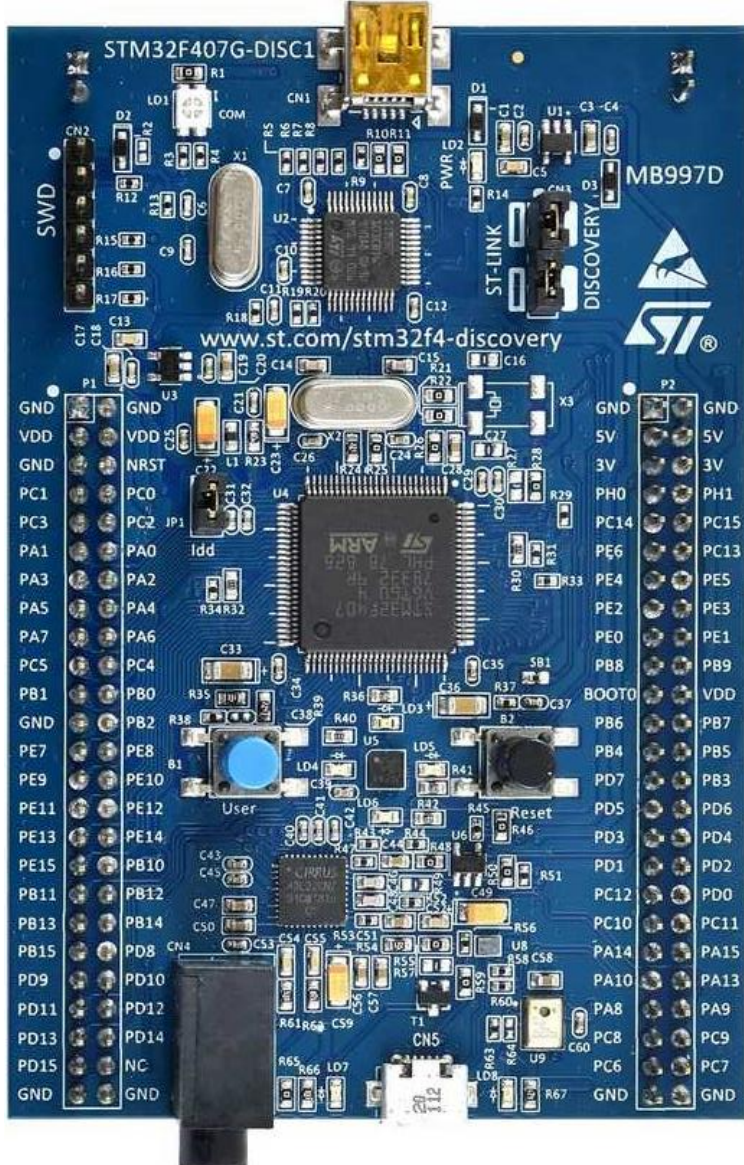
TIMER
ZAMANLAYICI

Timer – Zamanlayıcı

- Zamanlama
- Frekans bağımlı
- Gecikme ve Periyodik kesme üretme, periyodik bir sinyalin frekansını ölçme, farklı ünite tetikleme, pwm kontrolü



STM32F4 Timer Özellikleri



- 3 Adet Zamanlayıcı Türü
 - 1- Basic
 - 2- General Purpose
 - 3- Advanced
- SysTick
- 17 Adet Zamanlayıcı kaynağı
- Çift yönlü sayma

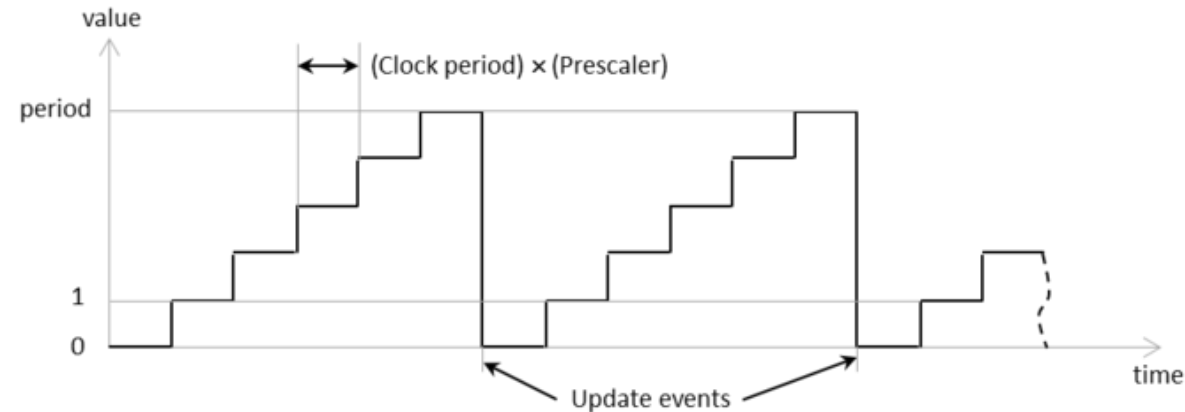
STM32F4 Timer Özellikleri



Timer	Özellik
TIM1 ve TIM8	16 Bit Gelişmiş Timer
TIM3, TIM4, TIM9, TIM10 TIM11, TIM12, TIM13, TIM14	16 Bit Genel Amaçlı Timer
TIM2 ve TIM5	32 Bit Genel Amaçlı Timer
TIM6 ve TIM7	16 Bit Basit Timer

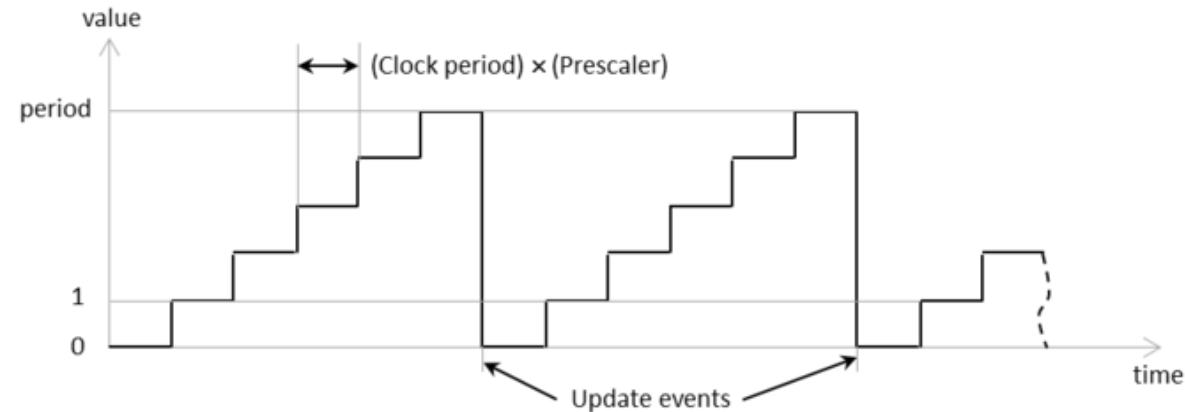
Timer – Zamanlayıcı

- Sayaç kullanır
- Frekans
- Sayaç uzunluğu, sayılacak maksimum değer (timer resolution)
- Frekans = 2 MHz ise;
 - $1 / (2 \times 10^6)$ saniye de değişir.



Timer – Zamanlayıcı

- Frekans = 2 MHz ise;
 - $1 / (2 \times 10^6)$ saniye de değişir.
- 30 milisaniye de bu değer;
- $= (30 \times 10^{-3}) / (1 / (2 \times 10^6)) = 6000$



Timer – Zamanlayıcı Kurulumu



- Veri yolu belirle (Frekans)

- $$CK_{CNT} = \frac{fCK_{PSC}}{PSC[15:0] + 1}$$

1 sn Timer – Zamanlayıcı Kurulumu



- $f_{CK_{PSC}} = 72 \text{ MHz}$

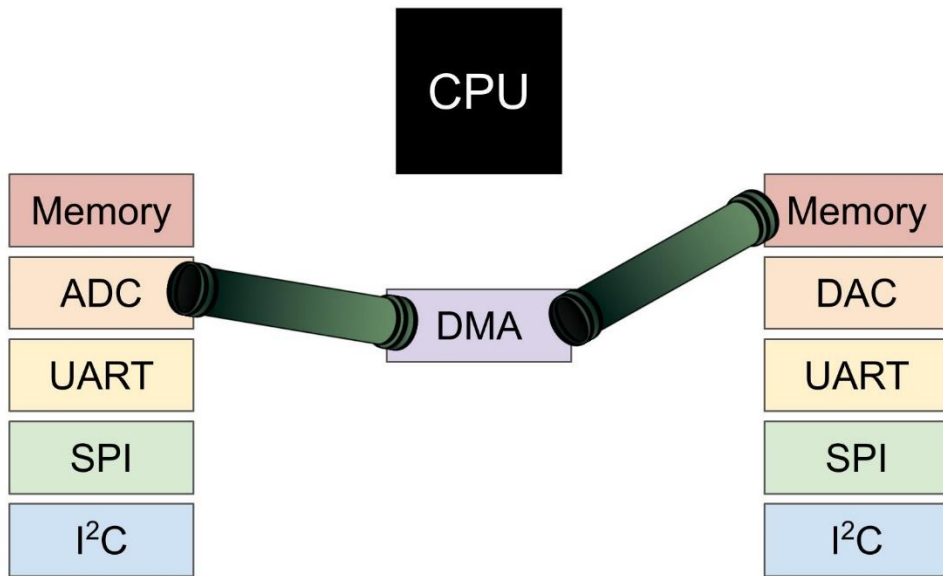
- $$CK_{CNT} = \frac{f_{CK_{PSC}}}{PSC[15:0] + 1}$$
$$= \frac{72\,000\,000}{35999 + 1} = 2000 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{F} = 0,0005 \text{ saniye}$$

DMA: Direct Memory Access

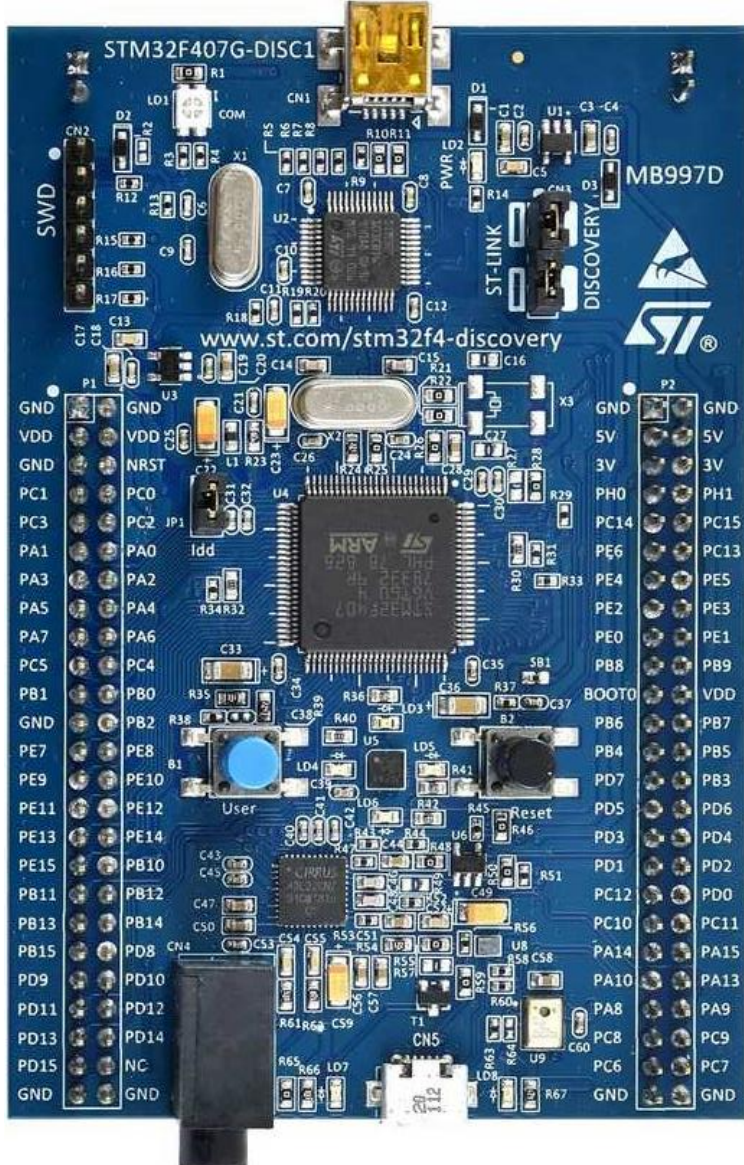
Doğrudan Bellek Erişimi Kontrolcüsü

DMA – Direct Memory Access



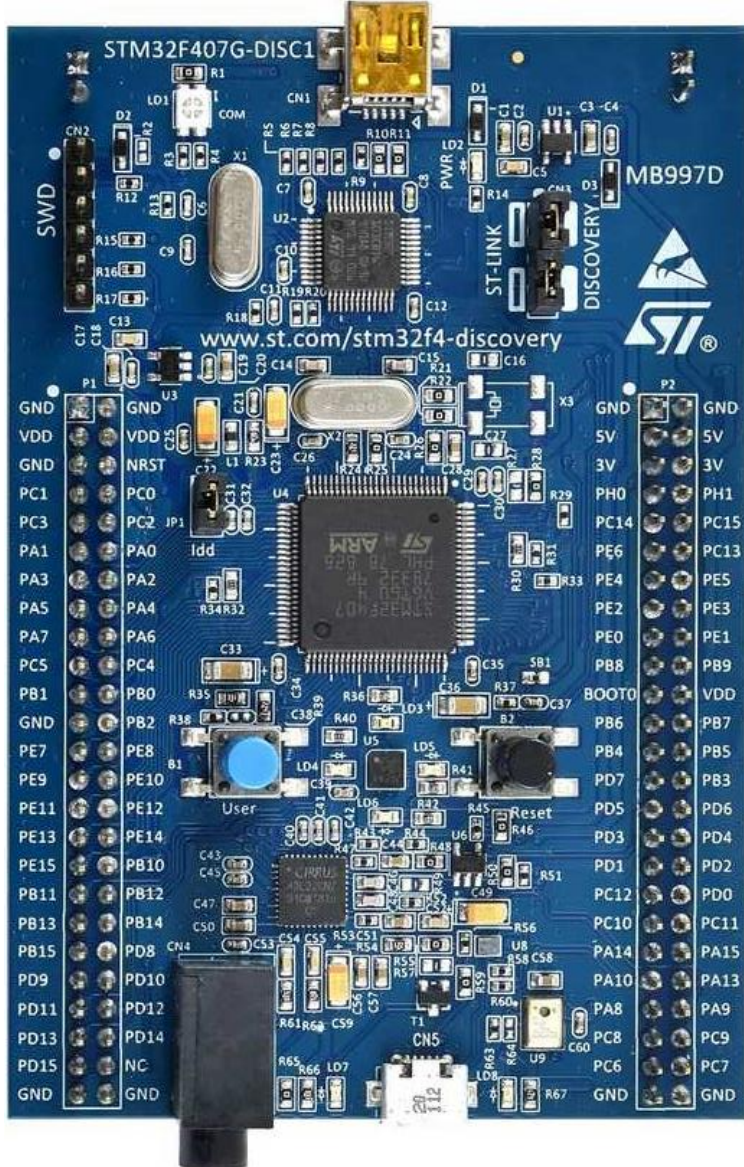
- Doğrudan Bellek Erişimi Kontrolcüsü
- Yüksek hızlı veri transferi
- Farklı yönlerde veri aktarımı
 - Bellekten belleğe
 - Çevre biriminden belleğe
 - Bellekten çevre birimine

STM32F4 DMA Özellikleri



- 2 Adet DMA bulunur.
 - 1- DMA1
 - 2- DMA2
- Her DMA da 8, toplam 16 akış (stream)
- Veri Aktarımı: Doğrudan yada FIFO
- Programlanabilir öncelik

STM32F4 DMA Özellikleri



- 1 – 65536 veri transferi
- İki farklı çalışma modu:
 - Burst Mode
 - Circular Mode

DMA1 Request Mapping

Table 43. DMA1 request mapping

Peripheral requests	Stream 0	Stream 1	Stream 2	Stream 3	Stream 4	Stream 5	Stream 6	Stream 7
Channel 0	SPI3_RX	-	SPI3_RX	SPI2_RX	SPI2_TX	SPI3_TX	-	SPI3_TX
Channel 1	I2C1_RX	-	TIM7_UP	-	TIM7_UP	I2C1_RX	I2C1_TX	I2C1_TX
Channel 2	TIM4_CH1	-	I2S3_EXT_RX	TIM4_CH2	I2S2_EXT_TX	I2S3_EXT_TX	TIM4_UP	TIM4_CH3
Channel 3	I2S3_EXT_RX	TIM2_UP TIM2_CH3	I2C3_RX	I2S2_EXT_RX	I2C3_TX	TIM2_CH1	TIM2_CH2 TIM2_CH4	TIM2_UP TIM2_CH4
Channel 4	UART5_RX	USART3_RX	UART4_RX	USART3_TX	UART4_TX	USART2_RX	USART2_TX	UART5_TX
Channel 5	UART8_TX ⁽¹⁾	UART7_TX ⁽¹⁾	TIM3_CH4 TIM3_UP	UART7_RX ⁽¹⁾	TIM3_CH1 TIM3_TRIG	TIM3_CH2	UART8_RX ⁽¹⁾	TIM3_CH3
Channel 6	TIM5_CH3 TIM5_UP	TIM5_CH4 TIM5_TRIG	TIM5_CH1	TIM5_CH4 TIM5_TRIG	TIM5_CH2	-	TIM5_UP	-
Channel 7	-	TIM6_UP	I2C2_RX	I2C2_RX	USART3_TX	DAC1	DAC2	I2C2_TX

DMA2 Request Mapping

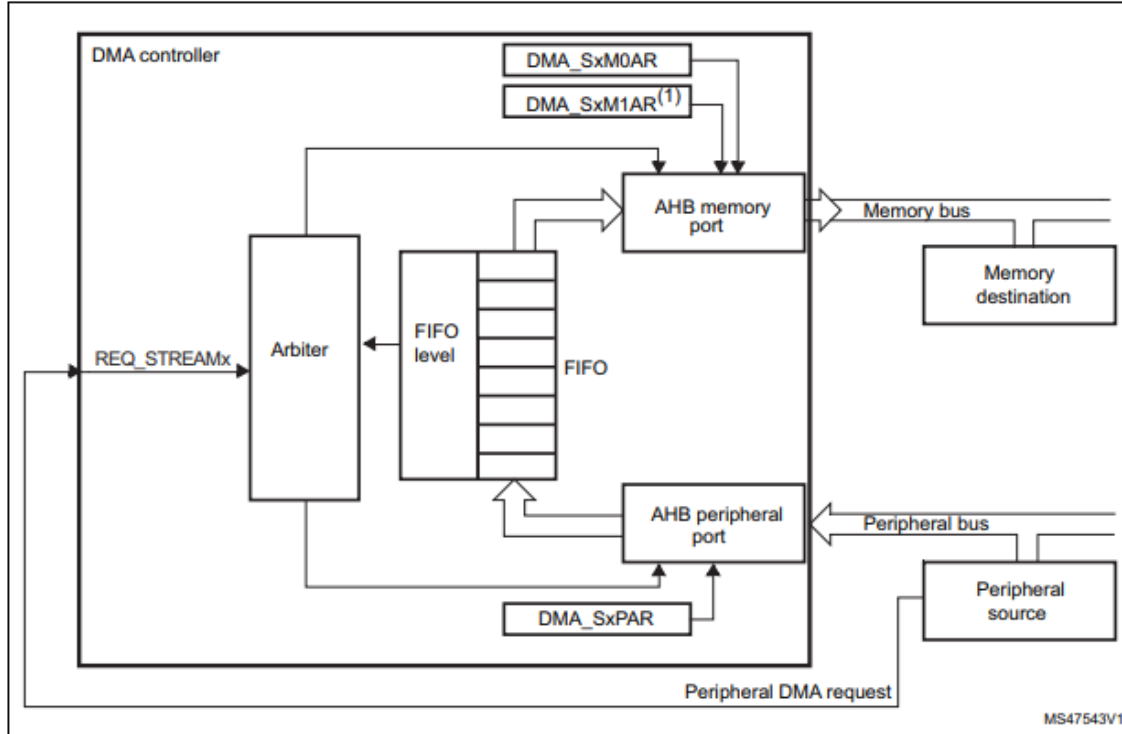
Table 44. DMA2 request mapping

Peripheral requests	Stream 0	Stream 1	Stream 2	Stream 3	Stream 4	Stream 5	Stream 6	Stream 7
Channel 0	ADC1	-SAI1_A ⁽¹⁾	TIM8_CH1 TIM8_CH2 TIM8_CH3	-SAI1_A ⁽¹⁾	ADC1	SAI1_B ⁽¹⁾	TIM1_CH1 TIM1_CH2 TIM1_CH3	-
Channel 1	-	DCMI	ADC2	ADC2	SAI1_B ⁽¹⁾	-SPI6_TX ⁽¹⁾	SPI6_RX ⁽¹⁾	DCMI
Channel 2	ADC3	ADC3	-	SPI5_RX ⁽¹⁾	-SPI5_TX ⁽¹⁾	CRYP_OUT	CRYP_IN	HASH_IN
Channel 3	SPI1_RX	-	SPI1_RX	SPI1_TX	-	SPI1_TX	-	-
Channel 4	SPI4_RX ⁽¹⁾	-SPI4_TX ⁽¹⁾	USART1_RX	SDIO	-	USART1_RX	SDIO	USART1_TX
Channel 5	-	USART6_RX	USART6_RX	SPI4_RX ⁽¹⁾	-SPI4_TX ⁽¹⁾	-	USART6_TX	USART6_TX
Channel 6	TIM1_TRIG	TIM1_CH1	TIM1_CH2	TIM1_CH1	TIM1_CH4 TIM1_TRIG TIM1_COM	TIM1_UP	TIM1_CH3	-
Channel 7	-	TIM8_UP	TIM8_CH1	TIM8_CH2	TIM8_CH3	SPI5_RX ⁽¹⁾	SPI5_TX ⁽¹⁾	TIM8_CH4 TIM8_TRIG TIM8_COM

DMA Akış ve Çalışma Modları

Çevresel Birimden Hafızaya

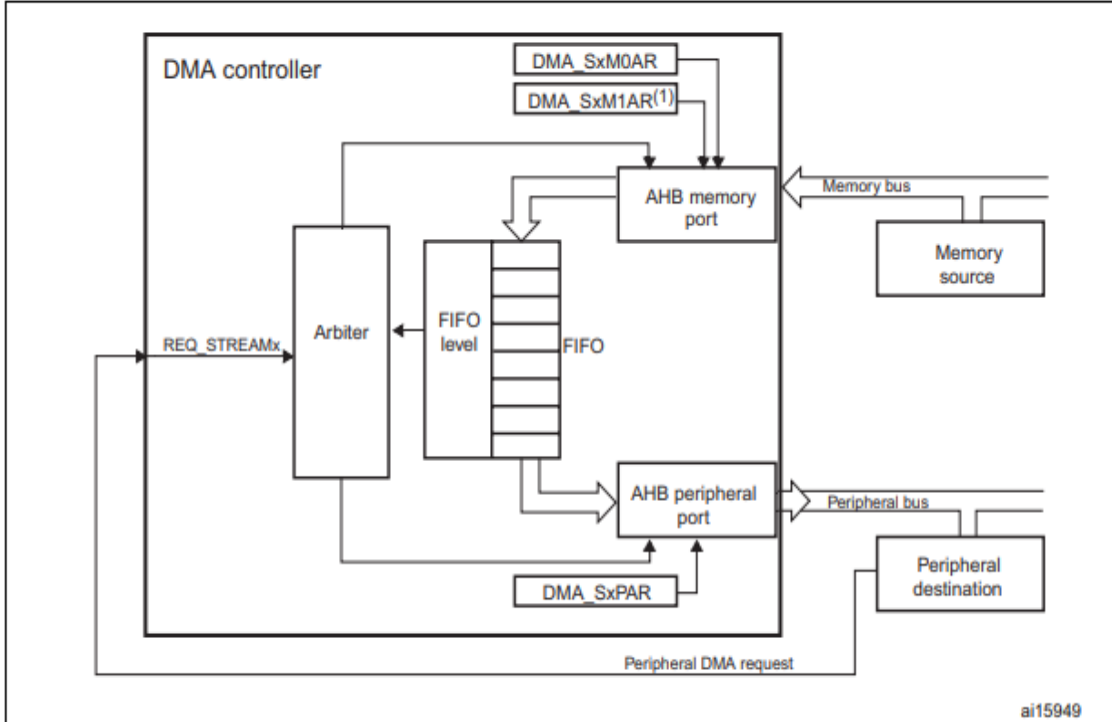
Figure 36. Peripheral-to-memory mode



- Peripheral To Memory
- Sık veri üretimi olan noktalarda kullanılır
- Veri transferi Doğrudan veya FIFO modu ile

Hafızadan Çevresel Birime

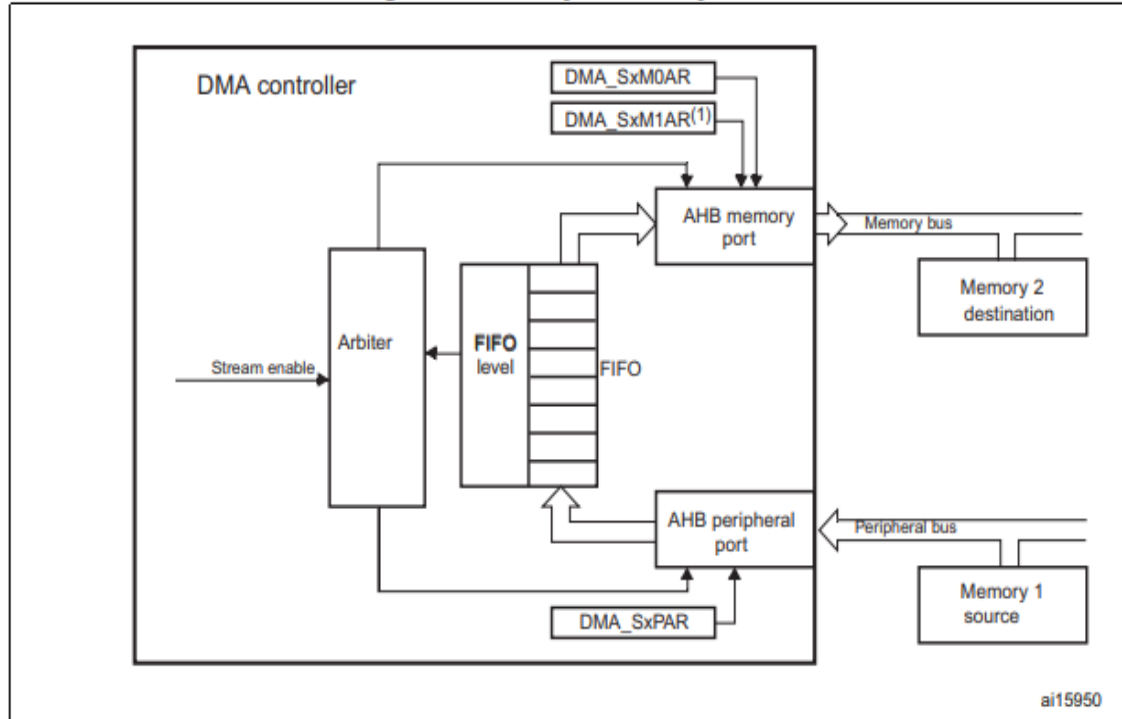
Figure 37. Memory-to-peripheral mode



- Memory To Peripheral
- Bellekten Çevre birime veri aktarımı
- Veri transferi Doğrudan veya FIFO modu ile

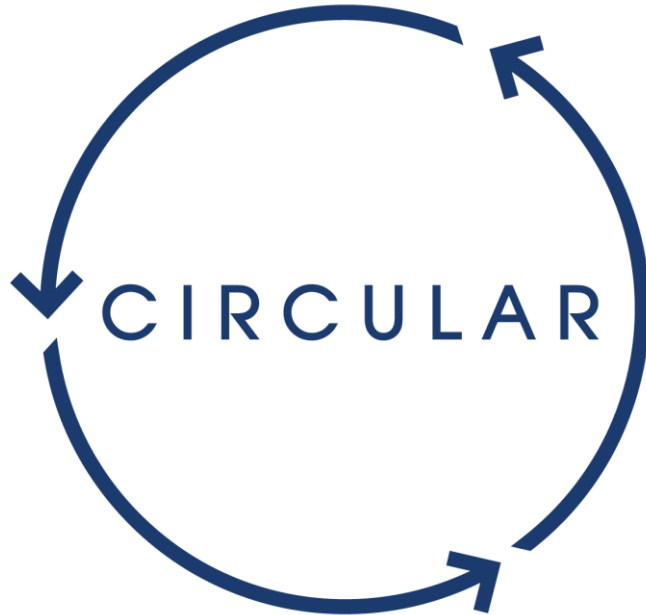
Hafızadan Hafıza Birime

Figure 38. Memory-to-memory mode



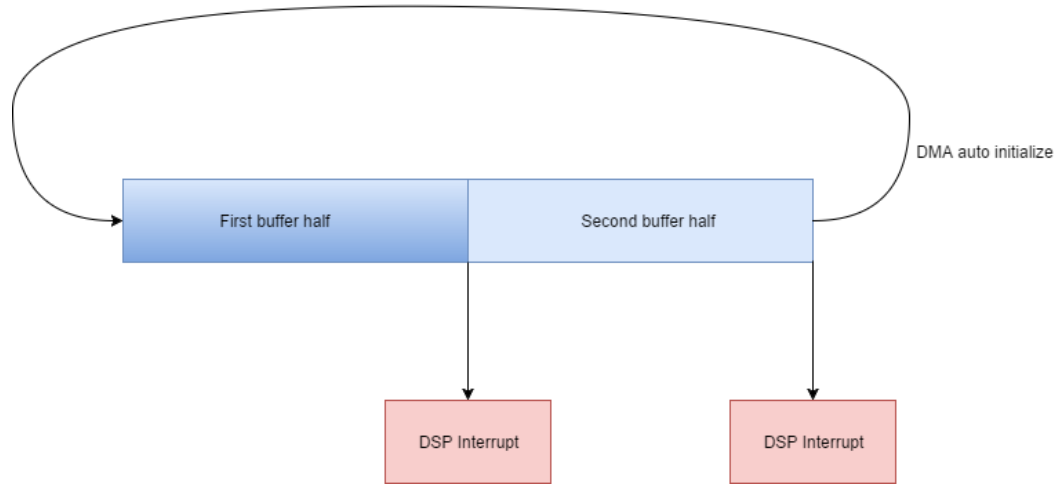
- **Memory To Memory**
- **Bellekten Bellek birime veri aktarımı**
- **Dairesel ve Doğrudan modlara izin verilmez.**
- **Yalnızca DMA2**

DMA Dairesel Mod (Circular Mode)



- Sürekli Veri Transferi
- DMA tekrar tekrar tetikleme
- Memory To Peripheral ve Peripheral To Memory modlarında çalışır.

DMA Çift Tampon Modu



- Double Buffer Mode
- Normal çalışma modu gibi çalışır.
- Peripheral To Memory ve Memory To Peripheral

DMA Interruptları



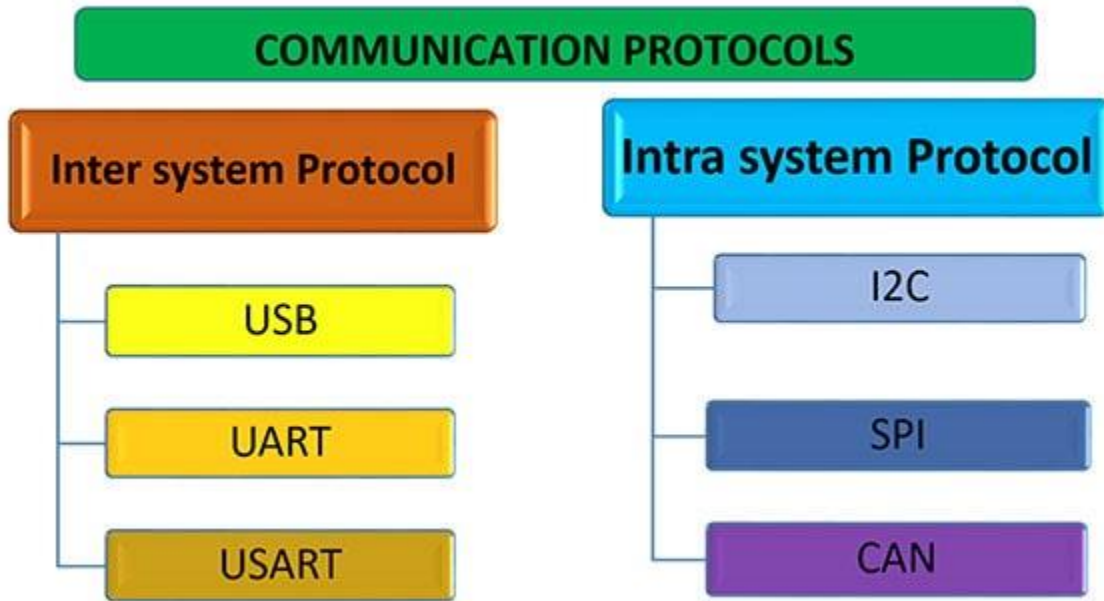
- Yarı Transfer Tamamlandı (Half Transfer)
- Transfer Tamamlandı (Transfer Complete)
- Hata Interrupt Olayı (Transfer Error)
- FIFO Taşma Geride Kalma (FIFO Overrun/Underrun)
- Doğrudan Mod Hata Interrupt (Direct Mode Error)



BTK
AKADEMİ

Haberleşme Protokolleri

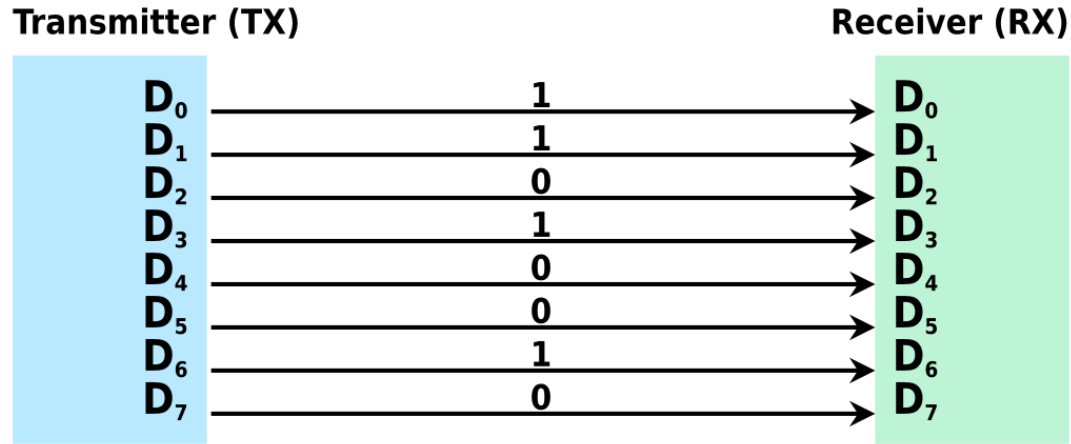
Haberleşme Protokolleri ve Önemi



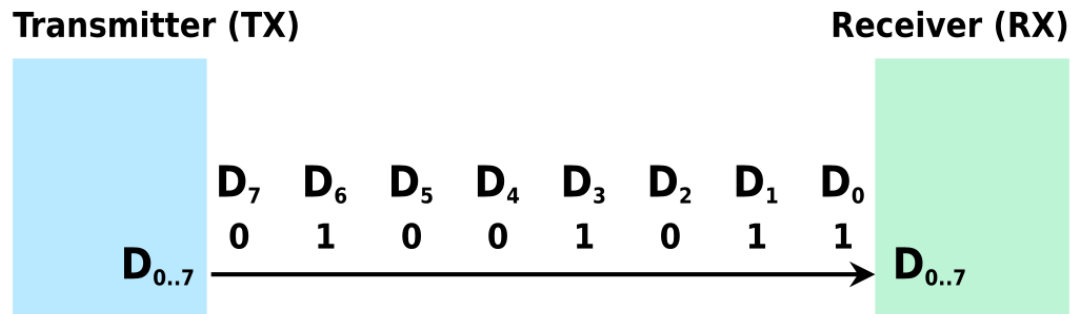
- Çevresel cihazlar ile iletişim kurarak veri alışverişi
- Sensörler, aktüatörler, bellekler ile verimli ve güvenilir iletişim
- Veri transferinin doğru ve güvenliğini artırır

Haberleşme Protokolleri ve Önemi

Parallel interface example



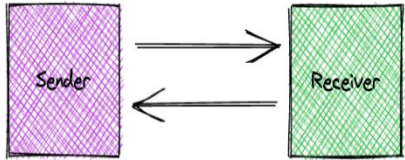
Serial interface example



- Seri yada Paralel
- Paralel İletişim: Birden fazla bilgi aynı anda aktarılır
- Seri İletişim: Bilgiler sırayla bir hattan gönderilir

Senkron ve Asenkron Haberleşme

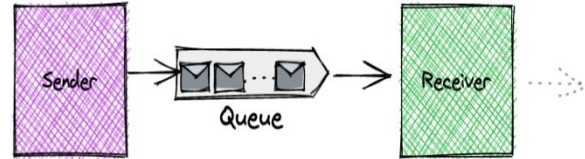
Synchronous



Request-response model

Send a request and wait for some response
Example: API requests

Asynchronous

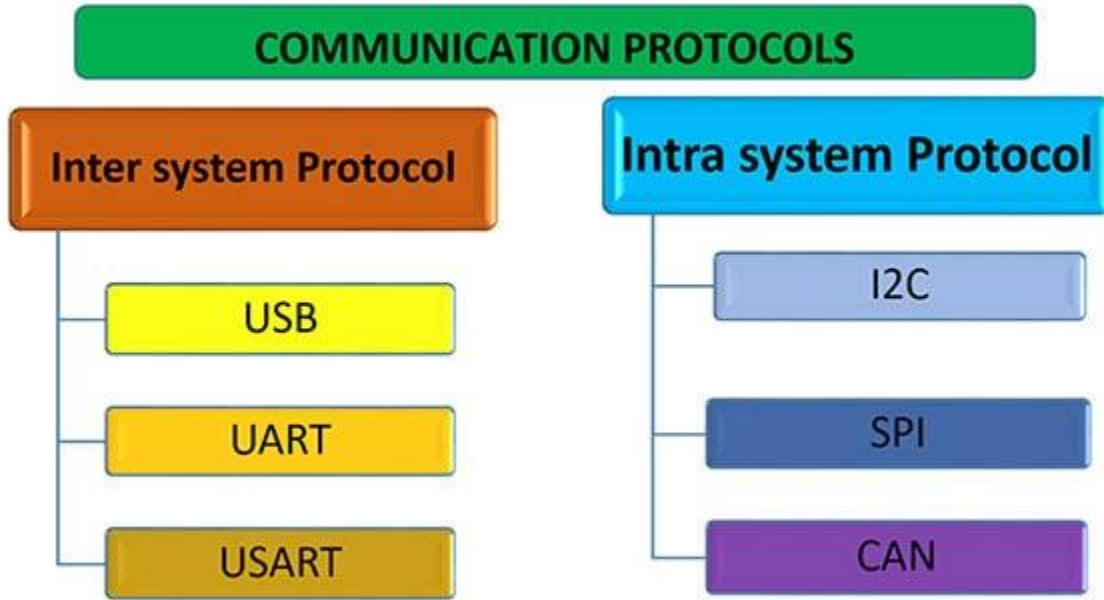


Fire and forget model

Send message/event and forget
Example: Event Driven Architecture

- Senkron Haberleşme
 - Taraflar arası ortak saat kaynağı
 - Yüksek veri transfer hızı
 - Minimal zamanlama sorunları
- Asenkron Haberleşme
 - Taraflar arası ortak saat kaynağı yok
 - Veri başı ve sonu özel bilgilerle senkronize olunur

Haberleşme Protokolleri Kullanımı



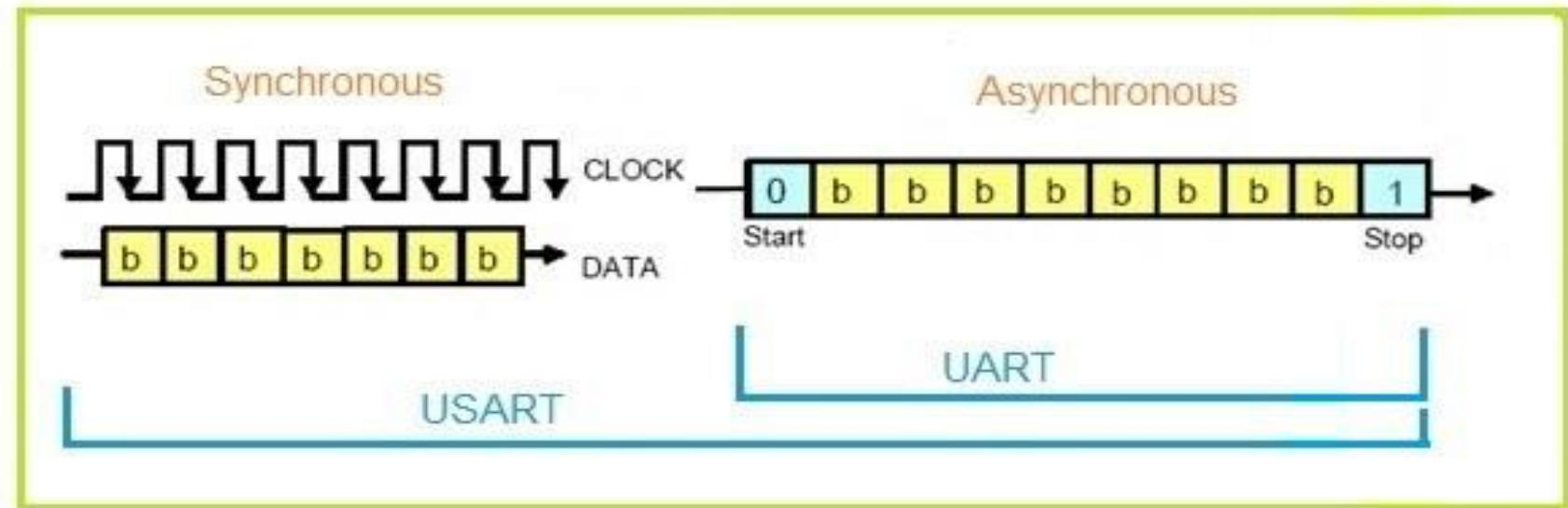
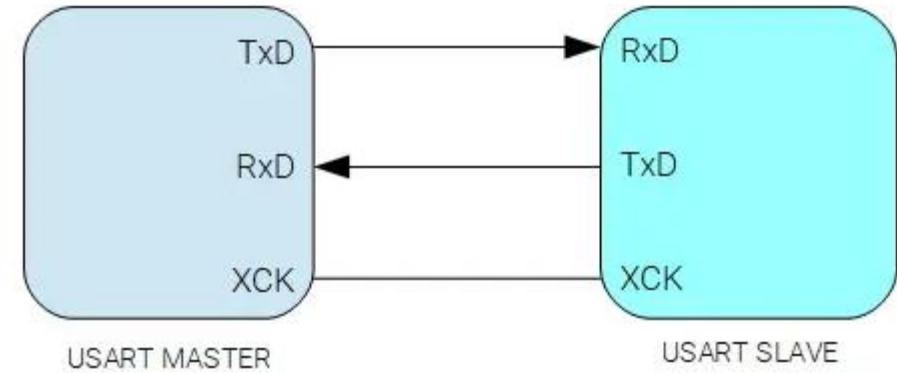
- Endüstriyel Otomasyon: CAN, Modbus
- Tüketici Elektroniği: I2C, SPI, UART...
- Otomotiv Elektroniği: CAN BUS, LIN BUS...
- IOT Elektroniği: Wi-Fi, BLE, Zigbee...

USART- Universal Synchronous and Asynchronous Receiver Transmitter

Evrensel Senkron ve Asenkron Alıcı Verici

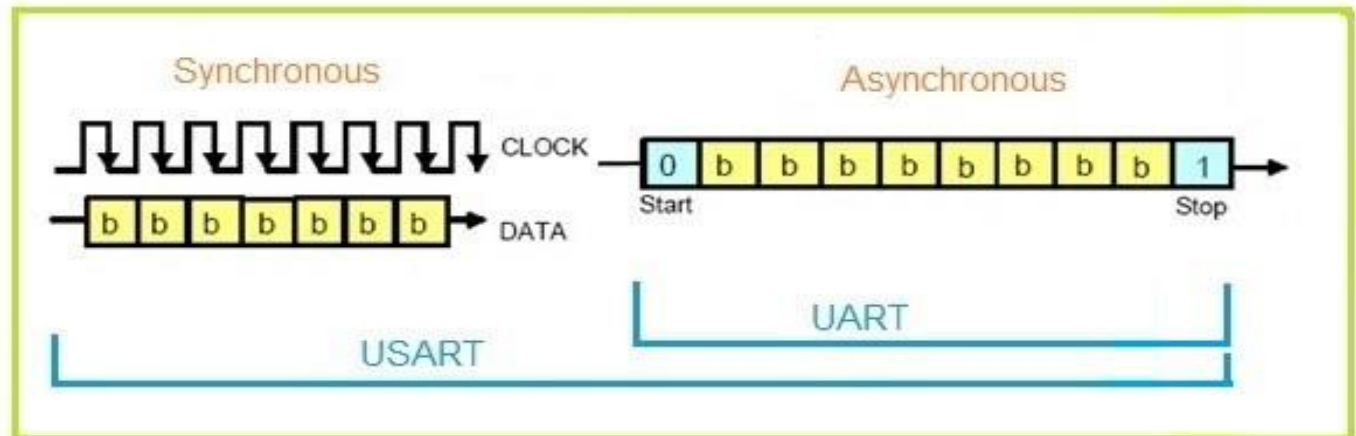
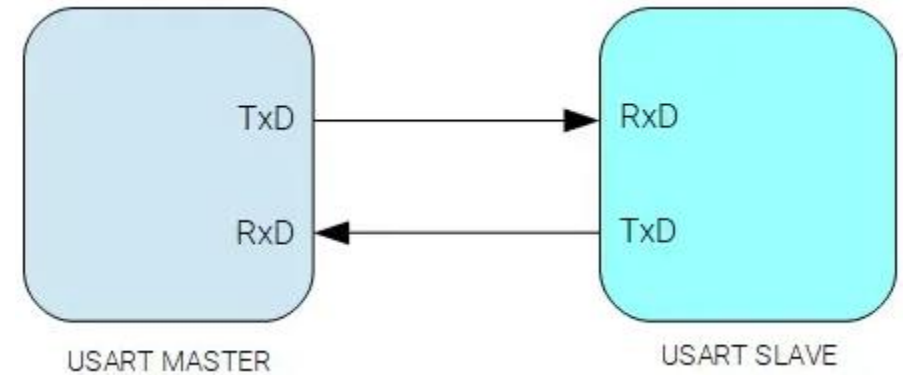
USART

- Seri İletişim Protokolü
- Veriler Senkron yada Asenkron iletilir



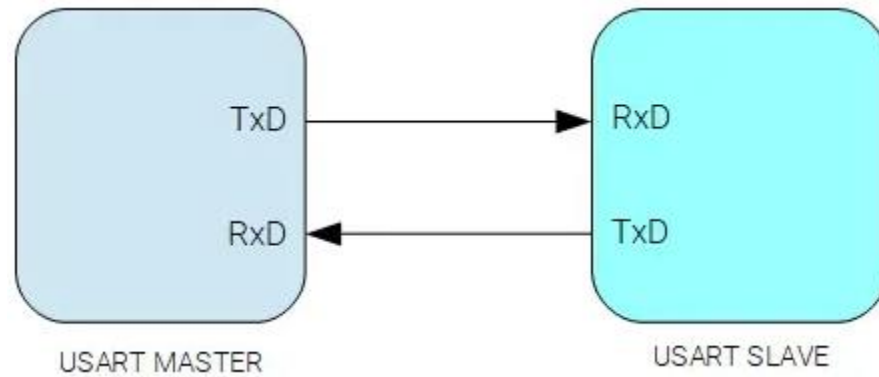
UART

- Asenkron mod
- Başlangıç ve Bitiş bilgisi içerir
- Veri hızı «bps – bit per second» ile anılır
 - 4800
 - 9600
 - 19200
 - 115200



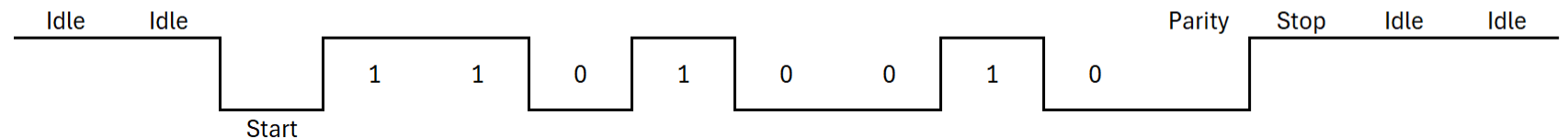
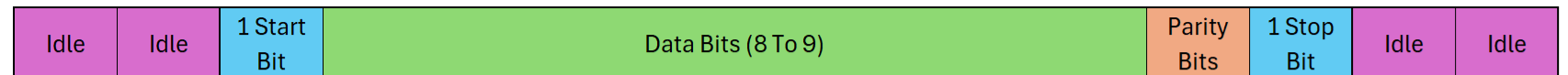
UART – USART

- Veri Gönderme – Transmit Tx
- Veri Alma – Receive Rx



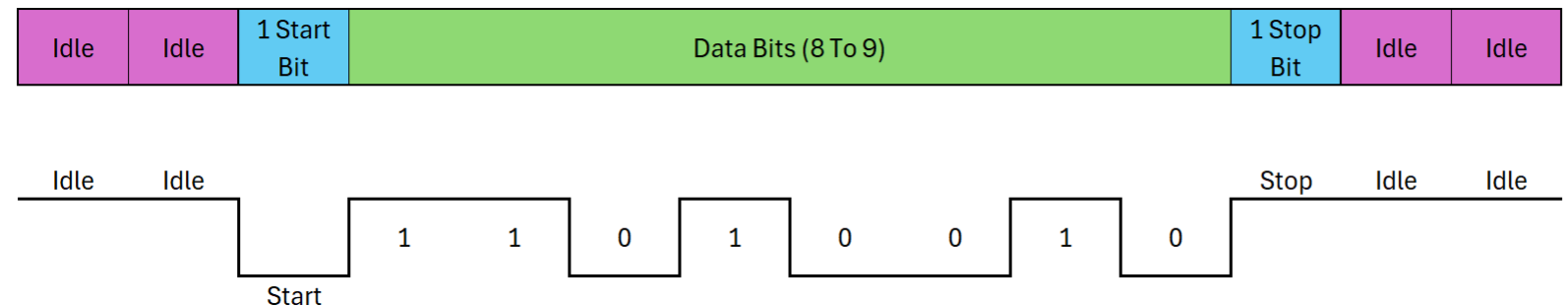
UART Veri Formatı

- Gelen veri ve giden veri için aynı frame
- Baudrate: Bir saniyede gönderilecek bit sayısı
- UART Frame :
 - -> 1 Bit Start Bit
 - -> 8 Or 9 Bit Data Bit
 - -> 1 Bit Parity Bit
 - -> 1 Bit Stop Bit



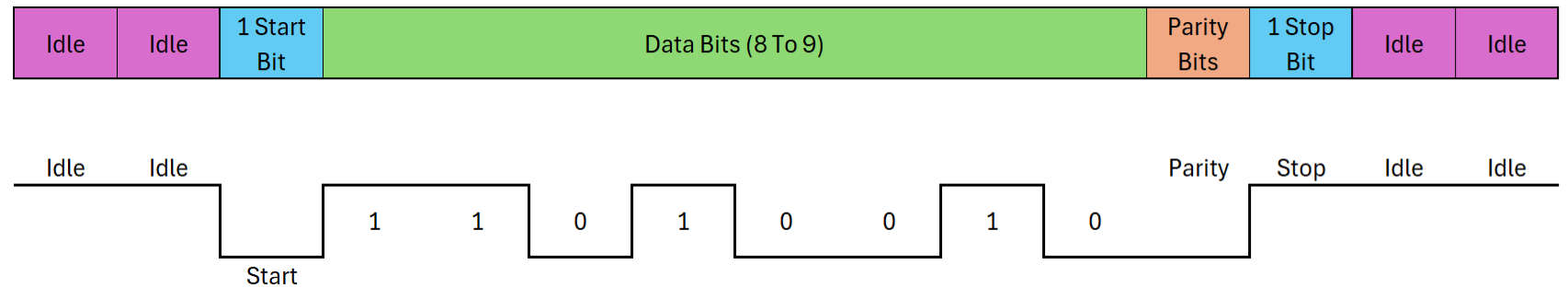
UART Veri Formatı

- Gelen veri ve giden veri için aynı frame
- Baudrate: Bir saniyede gönderilecek bit sayısı
- UART Frame :
 - -> 1 Bit Start Bit
 - -> 8 Or 9 Bit Data Bit
 - -> 1 Bit Stop Bit



Parity – Eşlik Kontrolü

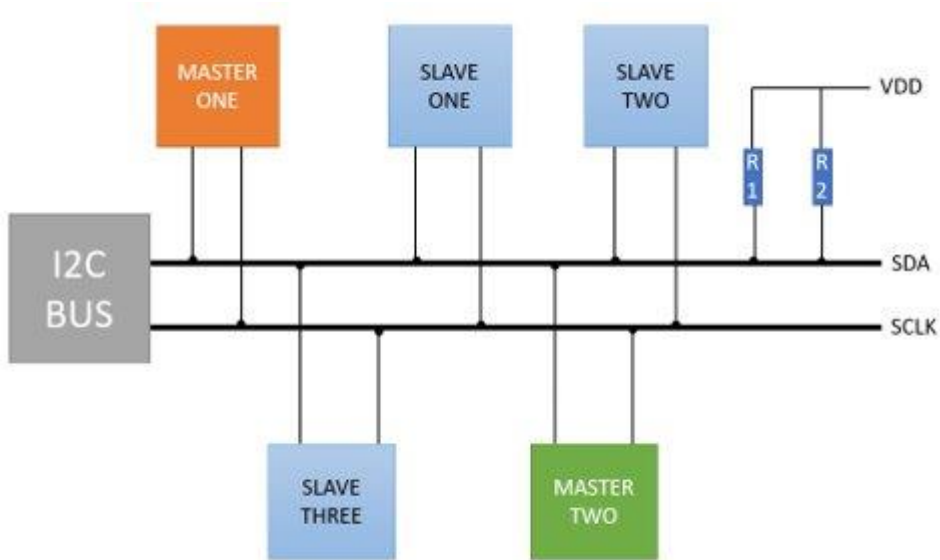
- Alınan bir veri çerçevesinin doğruluk kontrolü
- Parity Bitler:
 - - Odd (Tek)
 - - Even (Çift)



I2C – Inter Integrated Circuit

Entegre Devreler Arası Haberleşme
Protokolü

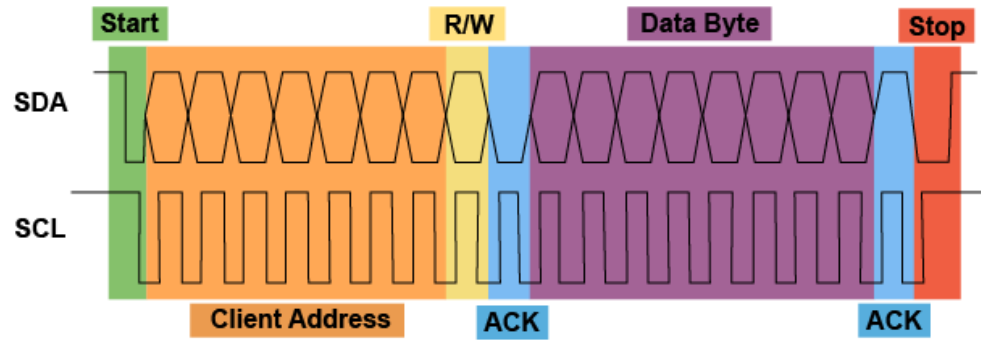
I2C – Inter Integrated Circuit



- Philips – 1982
- İki hat
 - -> SCL
 - -> SDA
- Master – Slave

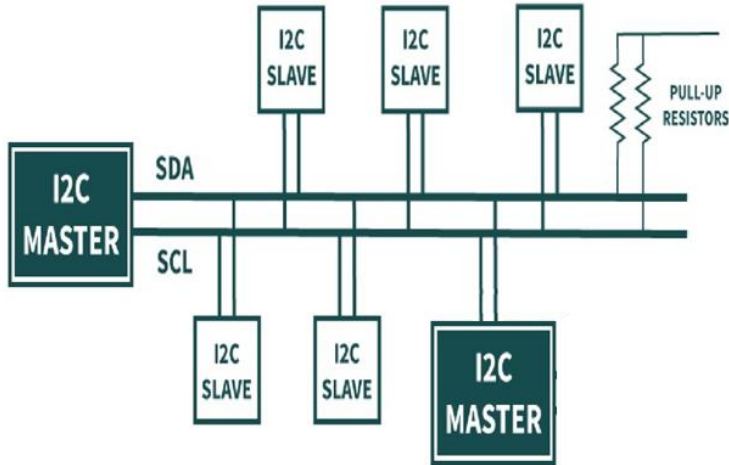
I2C – Inter Integrated Circuit Nasıl Çalışır?

- İletişim Zamanlama Diyagramı



- Start
- Adres Bilgisi
 - - 7 Bit
 - - 10 Bit
 - - 16 Bit
- Okuma / Yazma
- Slave Acknowledge (Kabul) Gönderir
- Veri Transferi
- Stop

I2C – Inter Integrated Circuit Nasıl Çalışır?

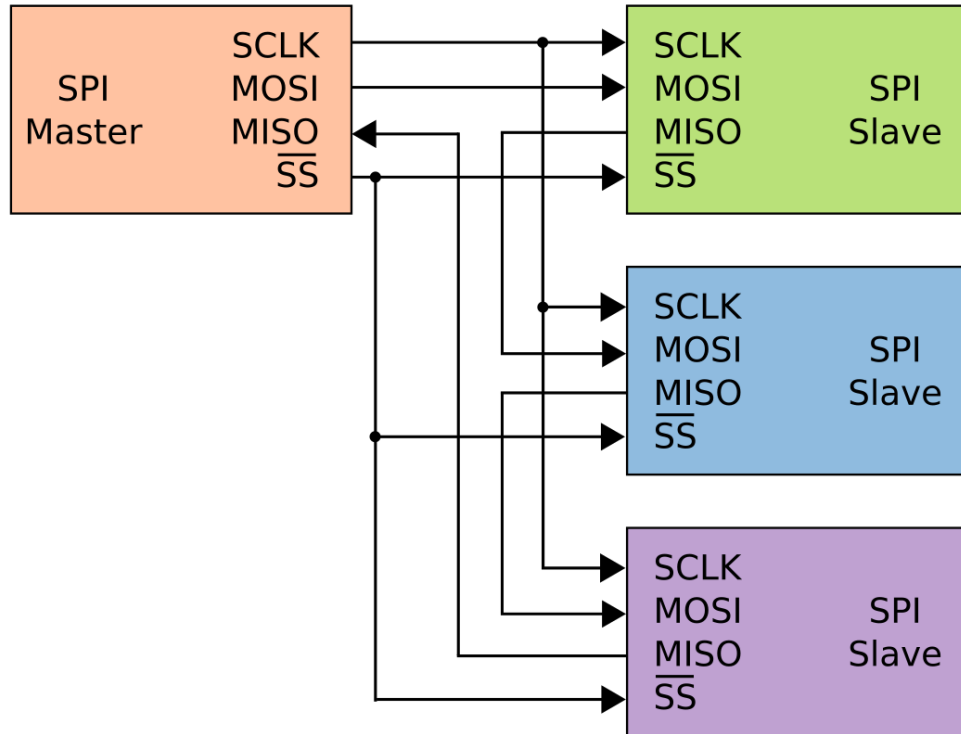


- Multimaster
- Half Duplex (Tek Yönlü Veri Gönderimi)
- Adres ile seçim
- 3 Adet I2C ; 100 kbps, 400 kbps

SPI – Serial Peripheral Interface

Seri Çevresel Arayüz Haberleşmesi

SPI – Serial Peripheral Interface



- **Motorola**
- **Master – Slave**
- **Master : Mikrodenetleyici**
- **Slave : Miktedenetleyici**

Sensörler

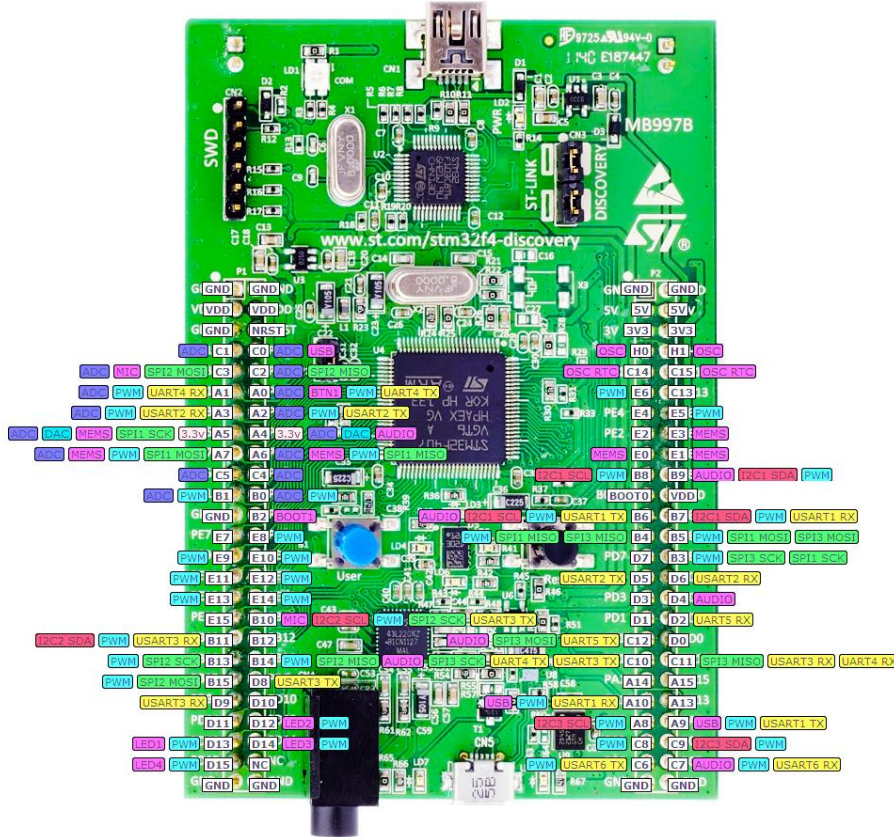
ADC

SRAM

STM32F4 SPI Özellikleri

P1

1 2
3 4
5 6
7 8
9 10
11 12
13 14
15 16
17 18
19 20
21 22
23 24
25 26
27 28
29 30
31 32
33 34
35 36
37 38
39 40
41 42
43 44
45 46
47 48
49 50

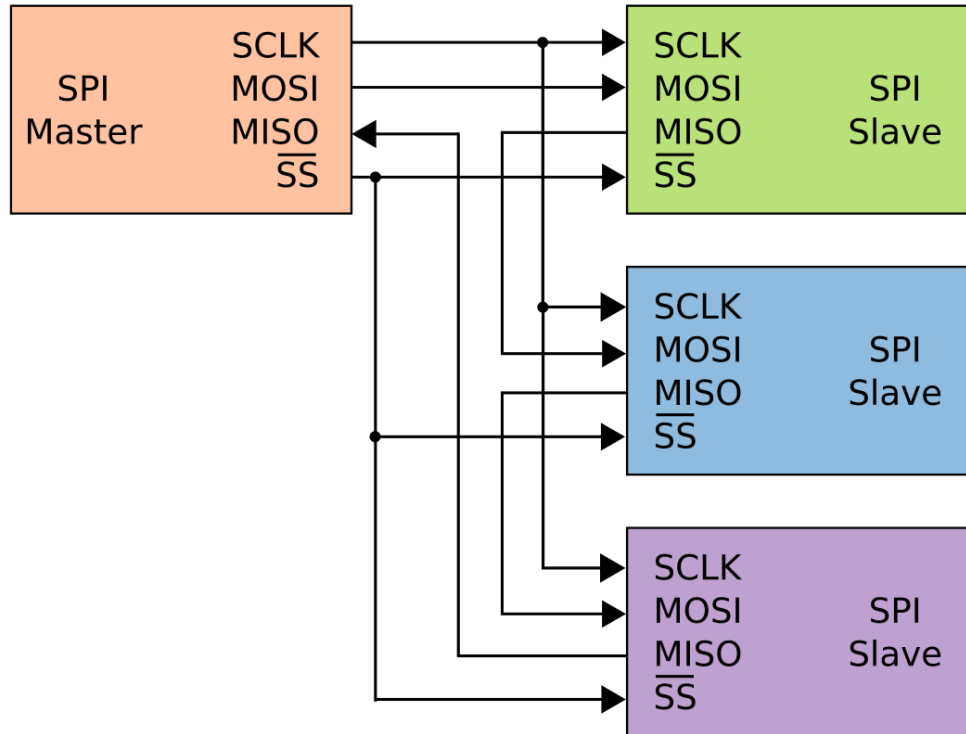


P2

1 2
3 4
5 6
7 8
9 10
11 12
13 14
15 16
17 18
19 20
21 22
23 24
25 26
27 28
29 30
31 32
33 34
35 36
37 38
39 40
41 42
43 44
45 46
47 48
49 50

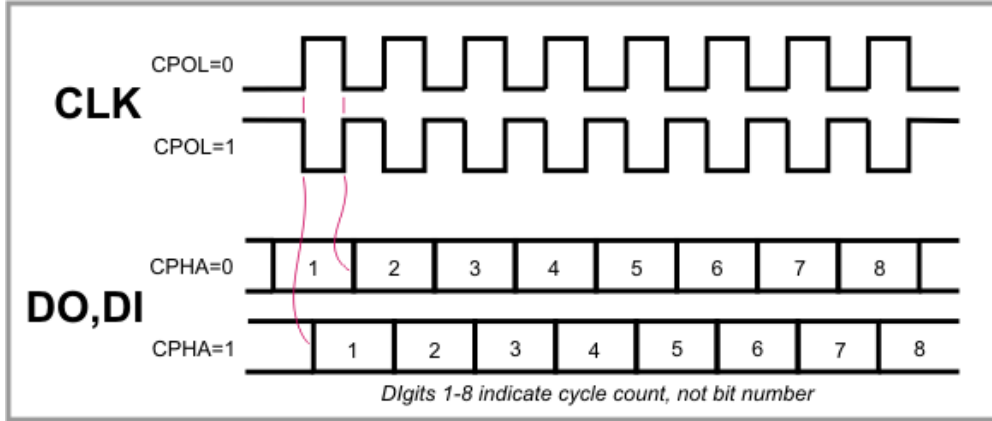
- 3 adet SPI
- Full Duplex | Half Duplex
- 8 Bit – 16 Bit Veri Transferi
- Master – Slave | Master için prescaler seçimi
- Ayarlanabilir Veri Sırası

SPI Pin ve Bağlantıları



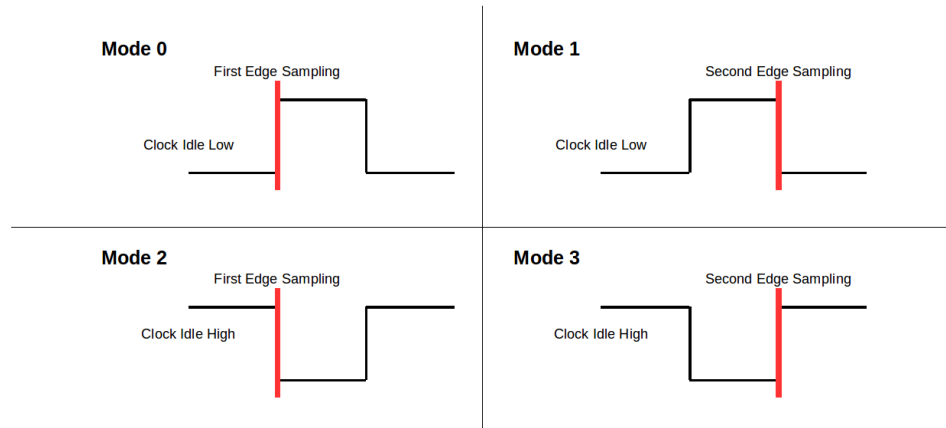
- SCLK : Serial CLock
- MOSI : Master Out Slave Input
- MISO: Master Input Slave Out
- NSS: Slave seçim (Yazılımsal Ya da Donanımsal)
- SS | CS : Slave Select | Chip Select

SPI – Saat Çevrimi Faz ve Polatiresi



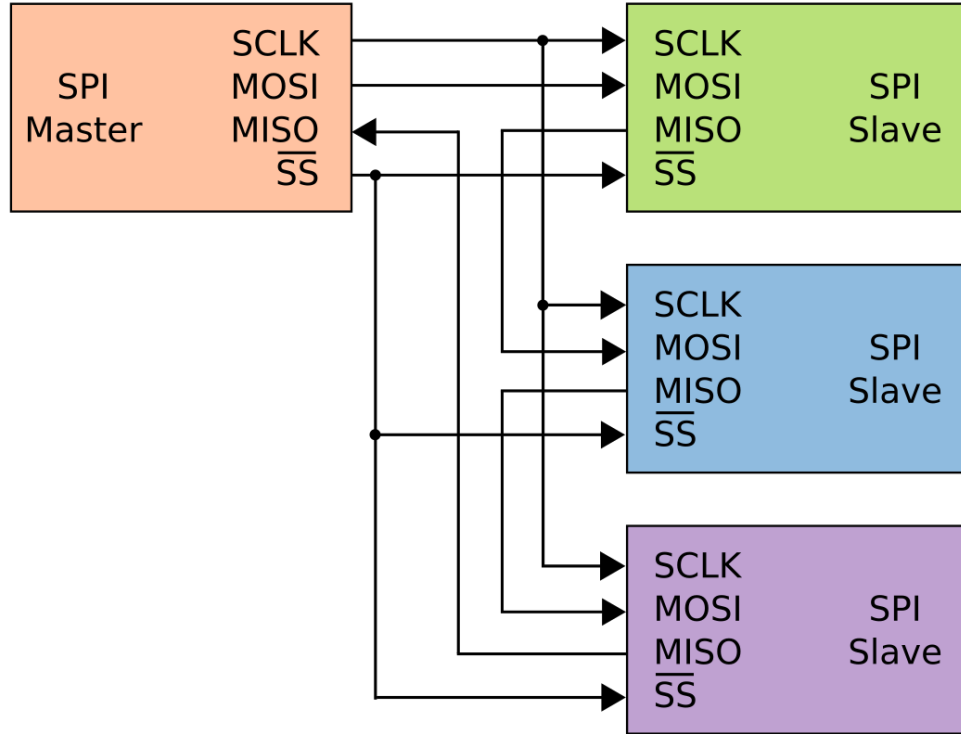
- **CPOL**
 - **CPOL = 0**
 - **CPOL = 1**

SPI mode	Clock polarity (CPOL)	Clock phase (CPHA)
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1



- **CPHA**
 - **CPHA = 0**
 - **CPHA = 1**

SPI Çalışma Modları



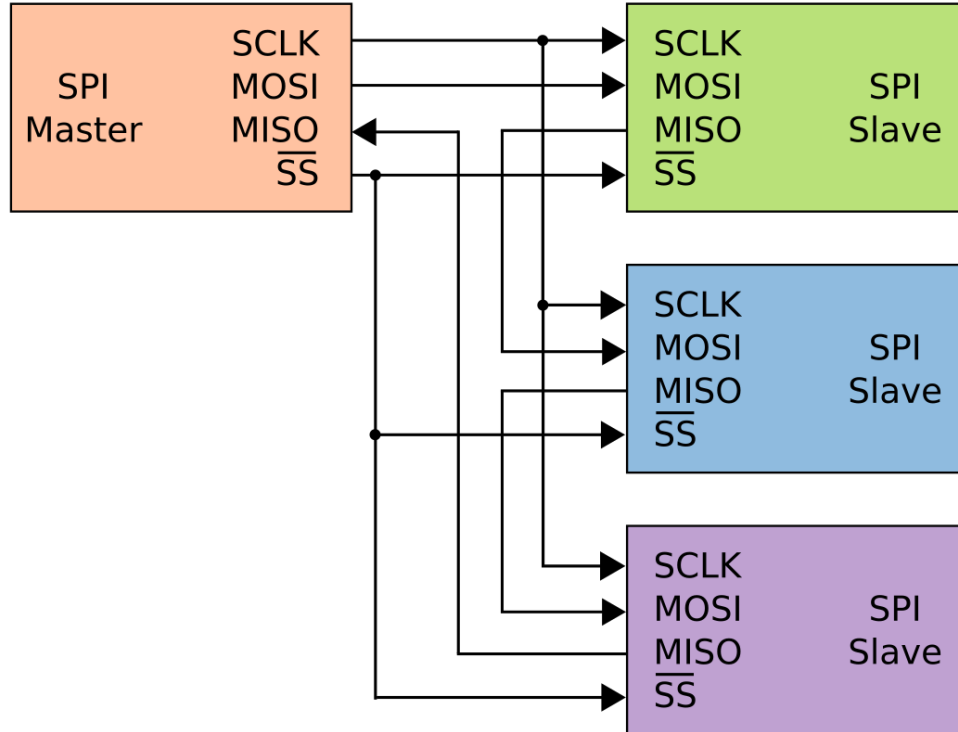
- **Master Mod**

- -> Clock sinyalinin kutup ve faz ayarı
- -> Veri çerçevesi ayarı
- -> İlk gönderilen veya alınan bit ayarı
- -> Slave cihaz kontrol için çıkış ayarı

- **Slave Mod**

- -> Clock sinyalinin kutup ve faz ayarı
- -> Veri çerçevesi ayarı
- -> İlk gönderilen veya alınan bit ayarı

SPI Haberleşme Modları



- **Full – Duplex Mod**
- **Half – Duplex Unidirectional Mod**
- **Half – Duplex Bidirectional Mod**