

5. EĞİTSEL ROBOTTA ELEKTRONİK BİLEŞENLER

Bu bölümün sonunda,

- ✓ Motor sürücü katlarının görevlerini listeleyebilecek,
- ✓ USB-UART çeviricilerin görevlerini tanımlayabilecek,
- ✓ Kablosuz iletişim bileşenlerinin görevlerini özetleyebilecek,
- ✓ Algılayıcı çeşitlerini listeleyebilecek,
- ✓ Algılayıcı çeşitlerinin görevlerini açıklayabilecek,
- ✓ Robotik programlamada kullanılan işlemcileri tanımlayabilecek,
- ✓ Robotik programlamada kullanılan işlemcilerinin görevlerini yorumlayabilecek,
- ✓ Robot kontrol kartlarını listeleyebilecek,
- ✓ Robot kontrol kartlarının görevlerini açıklayabileceksiniz.

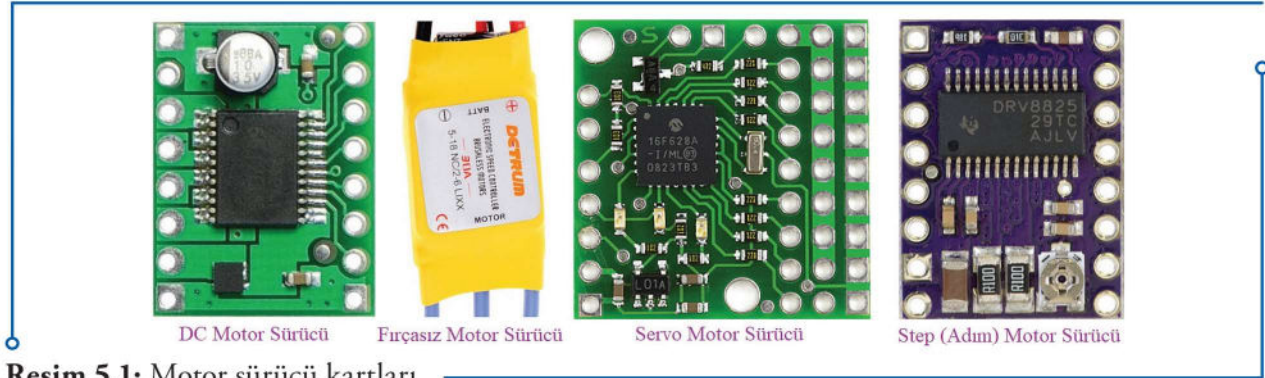
5.1 Eğitsel Robotta Elektronik Bileşenler

Bu bölümde eğitsel robotta kullanılan elektronik bileşenler ve bu bileşenlerin görevleri açıklanmıştır. Bu kapsamda motor sürücü kartları, usb-uart çeviriciler, kablosuz iletişim bileşenleri, robotik uygulamalarda kullanılan algılayıcılar (sensörler), algılayıcıların mikrodenetleyici kartlarla haberleşmesi/bağlanması, robotik programlamada kullanılan işlemciler, mikrodenetleyici kartlar (geliştirme kartları), mikrodenetleyici kartlar için kalkanlar (shields) konuları ele alınmıştır.

5.2. Motor Sürücü Kartları ve Görevleri

Robotlarda kullanılan motorların kontrol edilebilmesi (çalışma, durma, ileri geri hareket etme, hızlanma, yavaşlama vb.) için kullanılan bileşenlerdir. Ayrı bir kart olarak alınabileceği gibi, robot kontrol kartlarının ya da mikro kontrolör kartlarının dâhilî bir bileşeni olarak da bulunabilmektedir. Tek bir motorun kontrolünden, çok sayıda ve türde motorun kontrolüne kadar çok çeşitli yapıda motor kontrol kartları bulunmaktadır. Birden fazla sayıda ve türde motorun hız ve yönlerini birbirinden bağımsız olarak kontrol edebilmektedir.

Tercih edilecek motorun türüne göre farklı motor sürücü kartlarının kullanılması gerekmektedir. Fırçalı doğru akım motorları için DC Motor Sürücüler, fırçasız doğru akım motorları için Fırçasız Motor Sürücüler (Bunlara Electronic Speed Controller, ESC adı verilmektedir.) kullanılmaktadır. Aynı şekilde Servo motorlar için Servo Motor Sürücüler ve Adım (Step) motorlar için Adım Motor Sürücülerin kullanılması gerekmektedir. Fırçasız doğru akım motorları hariç diğer türlerin kontrolü için ortak kullanımlı (her üç tür motoru bir arada kontrol edebilen) kartlar bulunmaktadır.



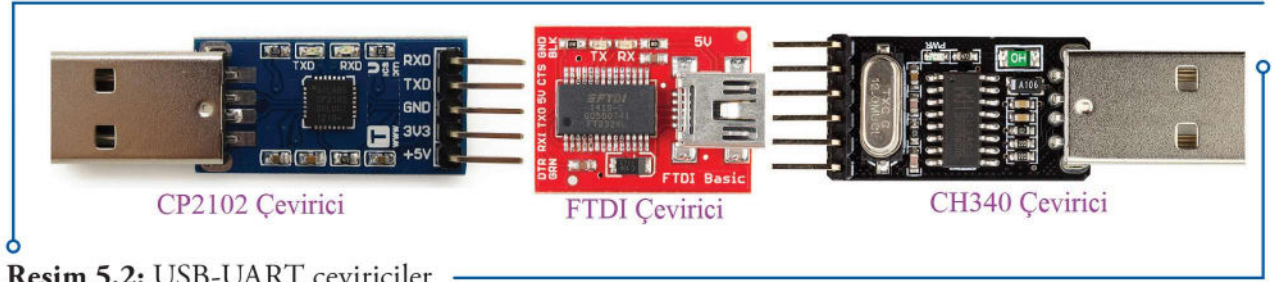
Resim 5.1: Motor sürücü kartları

5.3. USB-UART Çeviriciler ve Görevleri

Bilgisayar ve ona bağlanabilen her türlü çevresel aygıt seri haberleşme tekniğini (seri iletişim) kullanmaktadır. Bu amaçla bilgisayar ve çevresel aygıtların üzerinde seri iletişim bağlantı noktaları bulunmaktadır. Günümüzde kullanılan seri iletişim bağlantı noktası temelde USB'dir (Universal Serial Bus-Evrensel Seri Veriyolu).

Robotik programlamada kullanılan işlemcilerin, bunların üzerinde bulunduğu mikrodenetleyici kartların ve robotik kontrol kartların bilgisayara bağlanıp programlanabilmesi için de USB bağlantı noktası kullanılmaktadır. USB'nin görevi, bilgisayar ile kontrol kartı (örneğin Arduino) üzerinde yer alan mikrodenetleyici arasında iletişimi sağlamaktır. Bu sayede kartların programlanması ve kontrolü gerçekleştirilmektedir. Fakat bazı mikrodenetleyici kartlarda ve robotik kontrol kartlarında (aynı şekil-

de mikroişlemcilerde) USB bağlantı seçeneği bulunmamaktadır. Yalnızca UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter - Evrensel Asenkron Alıcı / Verici) bulunmaktadır. Bu durumda bu tür birimlerle iletişim kurulabilmesi için USB-UART çeviricilere ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak iletişimin sağlanabilmesi için bilgisayarın kullanılan çevirici ile nasıl haberleşeceğini biliyor olması, başka bir deyişle çeviricinin aygıt sürücülerinin bilgisayarda yüklü olması gerekmektedir. Farklı türlerde USB-UART çeviriciler bulunmaktadır.



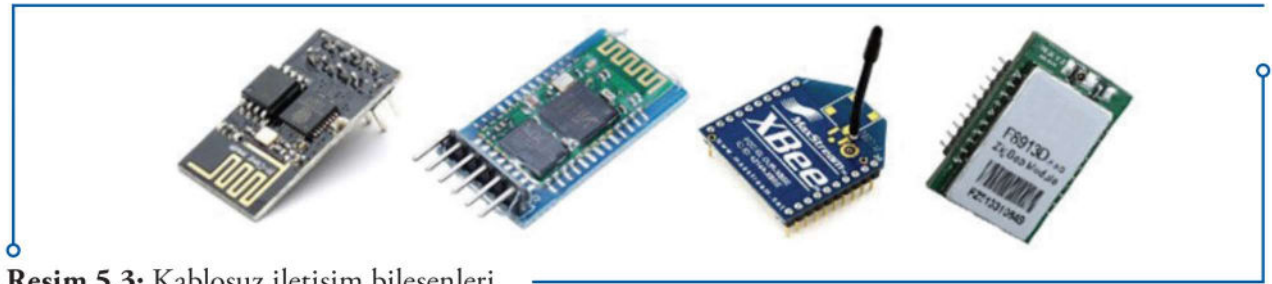
Resim 5.2: USB-UART çeviriciler

5.4. Kablosuz İletişim Bileşenleri ve Görevleri

Robotun kontrol edileceği, programlanacağı aygıtlara (Bilgisayar, tablet veya akıllı telefon olabilir.) kablosuz olarak bağlanabilmesi için kullanılan haberleşme bileşenlerdir. Genellikle Wi-Fi, Bluetooth, XBee ve ZigBee parçaları bu amaçla tercih edilmektedir. Bu parçalar kullandıkları protokole, haberleşme frekansına, anten tiplerine ve güçlerine göre sınıflandırılmaktadır. Mikrodenetleyici kartların ve robotik kontrol kartların bilgisayara bağlanıp kontrol edilebilmesi için bu teknolojilerin hepsi de kullanılabilir.

Wi-Fi (Wireless Fidelity-Kablosuz Bağlantı Alanı) kişisel bilgisayar, tablet, video oyunu konsolları, dijital ses ve video oynatıcıları ve akıllı telefonlar gibi cihazların kablosuz olarak İnternet'e ve birbirlerine bağlanması için kullanılmaktadır. Wifi teknolojisi ile 4900 Mbps'ye kadar ses ve veri iletimi yapabilmektedir. Wi-Fi destekli cihazların ve parçaların etkin olduğu mesafe, kapalı alanlarda en fazla 300 metre civarındadır.

Bluetooth kişisel bilgisayar, çevre birimleri ve diğer cihazların birbirleri ile kablo bağlantısı olmadan haberleşmelerine olanak sağlayan kısa mesafe radyo frekans (RF) teknolojisidir. Bluetooth teknolojisi ile 24 Mbps'ye kadar ses ve veri iletimi yapabilmektedir. Bluetooth destekli cihazların etkin olduğu mesafe, yaklaşık 10 ile 100 metre arasındadır. Robotik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.



Resim 5.3: Kablosuz iletişim bileşenleri

XBee ve ZigBee düşük maliyetli, düşük güçlü kablosuz kısa mesafe radyo frekans (RF) teknolojisidir. Düşük maliyetli teknoloji olduğu için, kablosuz aygıtların kontrol ve izleme uygulamalarında kulla-

nılmaktadır. Düşük güç kullanımı daha küçük pil ile daha uzun ömür sunmaktadır. XBee ve ZigBee destekli 2. Nesil cihazların etkin olduğu mesafe düşük veri iletişim hızlarında (10-20 kbit/sn) ve yüksek kazançlı antenler kullanılarak 45 km'ye kadar ulaşabilmektedir. Genellikle veri iletim hızı çeşitlerine göre 20 ile 1000 kilobit/saniye arasında değişmektedir. Oldukça küçük yapıda üretilebilmektedir.

5.5. Robotik Uygulamalarda Kullanılan Algılayıcılar (Sensörler)

Robot teknolojisinin veya genel anlamda otomasyon sistemlerinin en önemli kısımlarından birisi algılamadır. Algılamayı sağlayan aygıtlara sensör ya da algılayıcı adı verilmektedir. Algılayıcıları bu sistemlerin duyu organları olarak değerlendirebiliriz. Çünkü insanların çevrelerinde olup bitenleri duyu organlarıyla algılamasına benzer biçimde, robotlar ve otomasyon sistemleri de çevresindeki sıcaklık, basınç, hız, yön, eğim ve benzeri değişkenleri algılayıcıları vasıtasıyla algırlarlar. Algılama algılananları ölçme ve ölçümleri kontrol aygıtına (mikroişlemci) iletme şeklinde gerçekleşir. Mikroişlemci algılananları yorumlamak ve ona göre karar döngülerini yürütmek zorundadır. Algılanması gereken farklı değişkenler farklı tiplerde algılayıcılar gerektirir. Neyin ya da nelerin algılanacağı kullanılan algılayıcının seçimine bağlıdır. Algılayıcı seçimi robotun görevine uygun olarak yapılır. Örneğin robotun herhangi bir engele çarpmadan dolaşabilmesini istiyorsak bir mesafe ölçüm algılayıcısının kullanılması gerekmektedir. Algılayıcılar ile algılanan çok farklı türde değişken bulunmaktadır. Bu değişkenler şu şekilde özetlenebilir:

- Mekanik Değişkenler: Uzunluk, alan, miktar, kütleli akış, kuvvet, tork (moment), basınç, hız, ivme, pozisyon, ses dalga boyu ve yoğunluğu gibi değişkenlerin ölçülmesidir.
- Termal Değişkenler: Sıcaklık, ısı akışı gibi değişkenlerin ölçülmesidir.
- Elektriksel Değişkenler: Voltaj, akım, direnç, endüktans, kapasitans, dielektrik katsayısı, polarizasyon, elektrik alanı ve frekans gibi değişkenlerin ölçülmesidir.
- Manyetik Değişkenler: Alan yoğunluğu, akı yoğunluğu, manyetik moment, geçirgenlik gibi değişkenlerin ölçülmesidir.
- Işıma Değişkenleri: Yoğunluk, dalga boyu, polarizasyon, faz, yansıtma, gönderme gibi değişkenlerin ölçülmesidir.
- Kimyasal Değişkenler: Yoğunlaşma, içerik, oksidasyon/redaksiyon, reaksiyon hızı, pH miktarı gibi değişkenlerin ölçülmesidir.

5.5.1. Robotik Algılayıcı Türleri

Günümüzde çok çeşitli algılayıcı bulunmaktadır. Bunları birbirinden farklı birçok sınıfa ayırmak mümkündür. Genelde ölçülen büyüklüğe göre, çıkış büyüklüğüne göre, besleme ihtiyacına göre yapılan sınıflandırmalar kullanılmaktadır. Örneğin besleme ihtiyaçlarına göre algılayıcılar, pasif ve aktif algılayıcılar; çalıştıkları sinyallere göre ise dijital ve analog algılayıcılar olarak iki grupta sınıflandırılır.

Özellikle mobil robotlar için kullanılan algılayıcılar işlevlerine göre sınıflandırılmaktadır. Bazı algılayıcılar, bir robotun elektroniğinin iç sıcaklığı veya motorların dönme hızı gibi basit değerleri ölçmek için kullanılır. Bazıları ise robotun çevresi hakkında bilgi edinmek veya robotun küresel konumunu doğrudan ölçmek gibi daha karmaşık değerleri ölçmek için kullanılabilir. Robotik algılayıcılar bu iki önemli fonksiyonel ekseninde propriyoseptif ve exteroseptif algılayıcılar olarak ayrılmaktadır.

Propriyoseptif Algılayıcılar: Robotik sistemin içindeki motor hızı, tekerlek yükü, robot kolu eklem açısı ve akü gerilimi gibi değerleri ölçmek için kullanılan algılayıcılardır.

Eksteroseptif Algılayıcılar: Robotun bulunduğu ortamdan bilgi alan algılayıcıdır. Örneğin mesafe ölçümleri, ışık yoğunluğu ve ses dalga genliği ölçümü gibi işlemleri yaparlar. Bu nedenle, eksteroseptif algılayıcı ölçümleri, anlamlı çevre özelliklerini çıkarmak için robot tarafından yorumlanırlar.

Pasif Algılayıcılar: Dışarıdan harici hiçbir güç kaynağına ihtiyaç duymadan çevrelerinden aldıkları fiziksel ya da kimyasal sinyalleri ölçen algılayıcıdır. Başka bir deyişle, algılayıcıya giren çevre ortam enerjisini ölçerler. Pasif algılayıcı çeşitlerine en basit örnek ise buton ve anahtardır. Bunlardan farklı olarak potansiyometre, limit anahtarları, ısı, ışık, basınç algılayıcıları, dokunma algılayıcılar, mikrofonlar, CCD veya CMOS kameralar örnek olarak verilebilir. Bu algılayıcıların çalışması için harici hiçbir enerjiye ihtiyaç yoktur. Bu algılayıcılar sadece giriş değişkenlerini ölçerek tepki verirler.

Aktif Algılayıcılar: Sinyallerini kendileri üretip çevrelerine yayar ve bu sinyallerin çevreleriyle olan etkileşimlerini ölçen algılayıcıdır. Aktif algılayıcılar sinyallerini kendileri yaydıklarından daha fazla enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle fiziksel ya da kimyasal değerleri ölçmek için dışarıdan haricî bir güç kaynağı kullanılmaktadır. Bu algılayıcıların en önemli özelliklerinden biri, zayıf sinyalleri oldukça hassas biçimde ölçmek için kullanılabilmesidir. Kızılötesi algılayıcılar, mesafe algılayıcılar, enkoderler, lazer mesafe bulucular ve ultrasonik uzaklık algılayıcıları aktif algılayıcılara örnek olarak verebiliriz. Aktif algılayıcılar ürettiği sinyal türüne göre analog veya dijital sinyal çıkışı vermektedir.

Dijital Sinyal Veren Algılayıcılar: Dijital algılayıcılar ayrık sinyaller üretir. Bu, değerlerin sınırlı sayıda ve kesikli olduğu anlamına gelir. Dijital algılayıcılardan alınan ham bilgiler belli adımlarla yükselen değerlere sahiptirler. Örneğin bir dijital pusula 360 farklı değer üretirken, dijital algılayıcı olan anahtarlar açık ya da kapalı olarak iki değer üretirler.

Analog Sinyal Veren Algılayıcılar: Analog algılayıcılar, devre 0 V - 5 V arasında ya da 4 mA - 20 mA arasındaki değerleri algılayacak şekilde çalışırlar ve bu durumda bu iki değer arasındaki tüm değerleri okuyabilirler. Analog sinyal belli iki değer arasında herhangi bir değerdir. Sürekli sinyal ürettikleri için sinyaller arası aralık yoktur. Analog algılayıcılar kullanıldığında bunları mikroişlemcilerle yönlendirmeden önce analog/dijital (A/D) çeviriciler kullanılarak analog sinyallerin dijital sinyallere çevrilmesi gerekir. Çünkü mikroişlemciler dijital sinyallerle çalışırlar.

5.5.2. Yaygın Kullanılan Robotik Algılayıcılar ve Görevleri

Burada genel olarak robotik uygulamalarda en fazla kullanılan algılayıcı çeşitleri ve görevleri kısaca açıklanmıştır. Sınıflandırma, algılayıcıların aktif veya pasif olmasına göre yapılmış analog veya dijital sinyal üretmesi gibi özelliklerine değinilmemiştir. Çünkü aynı amaç için kullanılan fakat farklı özellikler taşıyan çok fazla sayıda ve türde algılayıcı bulunduğu gibi hem analog hem de dijital sinyali birden verenleri de bulunmaktadır.

5.5.3. Aktif Algılayıcılar

Çizgi Takip Algılayıcıları (Line Sensors): Robot uygulamalarında, robotun kalınca çizgilerle çizilen belirli bir alan içerisinde kalması veya çizilen çizgileri izlemesi için kullanılan algılayıcıdır.



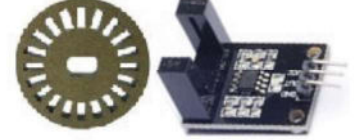
Resim 5.4: Çizgi takip algılayıcı

Engel Kaçınma Algılayıcıları (Obstacle Avoidance Sensors): Robotun bir engele çarpmadan önce onu algılayıp kaçınması için kullanılan algılayıcılardır.



Resim 5.5: Engel kaçınma algılayıcı

Enkoder Algılayıcılar (Encoder Sensors): Robotik uygulamalarda motorların dönüş yönünü, hızlarını ve tur sayılarını belirlemek için kullanılan, motor kontrol sistemleri için geri bildirim sağlayan algılayıcılardır. Optik ve manyetik yöntemle çalışan çeşitleri bulunmaktadır. Doğrusal ve döner olmak üzere ikiye ayrılırlar.



Resim 5.6: Enkoder algılayıcı

Hareket Algılayıcılar (PIR Motion Sensors): İnsan ve hayvanların robot tarafından algılanması için kullanılan algılayıcılardır. PIR (Passive Infrared Sensor) algılayıcılar insanlar veya sıcakkanlı hayvanlar tarafından üretilen kızılötesi ışığı algırlar. Algılayıcının ön yüzünde ısı ışınlarını IR algılayıcı üzerinde çeşitli noktalara odaklayan çok sayıda fresnel mercekler bulunmaktadır.



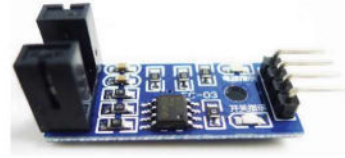
Resim 5.7: Hareket algılayıcı

Hareket Kontrol Algılayıcılar (Gesture Sensors): Robotun elle yapılan hareketlerle kontrol edilebilmesi için kullanılan algılayıcılardır. Bu algılayıcılar, kullanıcıdan yansıyan kızılötesi ışınları tespit ederek basit el hareketlerini robotun tanımasını sağlar.



Resim 5.8: Hareket kontrol algılayıcı

Işık Kesici Algılayıcılar (Photo Interrupter Sensors): Algılayıcının kolları arasında bulunan kızılötesi ışık demeti arasından bir nesne geçtiğinde ışının kırılması sonucu robotun o nesneyi algılamasını sağlayan algılayıcılardır.



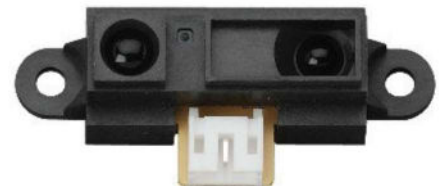
Resim 5.9: Işık kesici algılayıcı

Kızılötesi Termometre Algılayıcılar (Infrared Thermometer Sensors): Robotun temassız olarak (uzaktan) ortam sıcaklığını algılaması, vücut ısısı ölçümü veya hareket algılaması gibi uygulamaları için kullanılan algılayıcılardır.



Resim 5.10: Kızılötesi termometre algılayıcı

Kızılötesi Yakınlık Algılayıcılar (Infrared Proximity Sensors): Robotun belirli bir nesneye veya duvara olan mesafesini ölçmek için kullanılan algılayıcılardır. Genellikle 3 ile 150 cm aralığındaki uzunluğu ölçebilmektedir.



Resim 5.11: Kızılötesi yakınlık algılayıcı

Lazer Tarama Algılayıcılar (Laser Scanner Sensors): Robotun engellerden kaçınması, bulunduğu ortamı haritalaması, lokalizasyon, rota planlaması gibi işlemleri yapabilmesi için kullanılan algılayıcılardır. Robot 360° tarama yaparak bulunduğu ortamın 2 veya 3 boyutlu gerçek görüntülerini oluşturmaktadır.



Resim 5.12: Lazer tarama algılayıcı

Mikrodalga Hareket Dedektörü Algılayıcılar (Microwave Motion Detector Sensors): Robotun mikrodalgalar kullanılarak cansız hareketli nesnelere algılaması, hız ölçmesi için kullanılan algılayıcılardır. Sistemin çalışma mantığı Doppler Efketine dayanır.



Resim 5.13: Mikrodalga hareket dedektörü algılayıcı

Optik Algılayıcılar (Optical Detectors): Bu algılayıcılar robotun yansıyan kızılötesi sinyalleri algılaması için kullanılır. Siyah beyaz renk geçişlerini algılama veya yakındaki cisimleri (0,5-1 cm) tespit etmek için de kullanılmaktadır.



Resim 5.14: Optik algılayıcı

Sonar Mesafe Bulucular (Sonar Range Finders): Robotun belirli bir nesneye veya duvara olan mesafesini ölçmek için kullanıldıkları gibi algılama bölgesindeki nesnelere tespit etme ve bir nesne (bir kişi gibi) algılama bölgesine girdiğinde rapor vermek için de kullanılan algılayıcılardır. 0 ile 765 cm aralığındaki uzunluğa kadar 2,5 mm hassasiyete ölçme yapabilen, bu mesafeler içerisindeki engelleri algılayabilen çeşitli modelleri bulunmaktadır.



Resim 5.15: Sonar mesafe algılayıcı

Ultrasonik Uzaklık Algılayıcılar (Ultrasonic Distance Sensors): Robotun belirli bir nesneye veya duvara olan mesafesini ölçmek için kullanılan algılayıcılardır. Genellikle 2 ile 400 cm aralığındaki uzunluğu 3 mm hassasiyete ölçebilmekte, bu mesafeler içerisindeki engelleri algılayabilmektedir.



Resim 5.16: Ultrasonik uzaklık algılayıcı

Yansıtıcı Optik Algılayıcılar (Reflective Optical Sensors): Robotun siyah beyaz renk değişimini algılaması için kullanılan algılayıcılardır. Genelde çizgi izleyen robotlar için kullanılmaktadır.



Resim 5.17: Yansıtıcı optik algılayıcı

Tampon Algılayıcılar (Bumper Sensors): Robotun herhangi bir nesneye veya yapıya çarpmadan önce onu algılaması için kullanılan algılayıcılardır. Algılama çarpmadan önce gerçekleşmektedir.



Resim 5.18: Tampon algılayıcı

5.5.4. Pasif Algılayıcılar

Açısal Algılayıcılar (Angular Sensors): Robotun bir bağlantı mekanizmasının açısal değerini veya robota ait bir eklem açısı değerini tespit için tasarlanmış algılayıcıdır.

Ağırlık Algılayıcılar (Load Sensors): Robotun ağırlıkları algılayabilmesi, ölçebilmesi için kullanılan algılayıcıdır. Çok çeşitli tür ve ağırlık kapasitelerinde üretilmektedir.

Akım Algılayıcılar (Current Sensors): Robotun kendi genel güç tüketimlerini ölçmek ve değerlendirmek için kullandığı algılayıcıdır.

Alev Algılayıcılar (Flame Sensors): Robotun alevi, ateşi uzaktan algılaması için kullanılan algılayıcıdır.

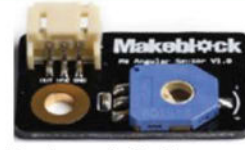
Basınç / Yükseklik Algılayıcılar (Barometric Pressure / Altitude Sensors): Robotun barometrik basınç ölçmesi için kullanılan algılayıcıdır. Basınç yükseklik ile değiştiği için aynı zamanda bir altimetre (yükseklikölçer) olarak da kullanılabilir.

Buhar Algılayıcılar (Steam Sensors): Robotun ortamdaki nem ve buhar varlığını algılaması için kullanılan algılayıcıdır. Nem ve buhar miktarının ölçümü için kullanılabilir.

Çarpma Algılayıcılar (Crash Sensors): Robotun herhangi bir nesneye veya yapıya çarptığını algılaması için kullanılan algılayıcıdır. Algılama çarptıktan sonra gerçekleşmektedir.

Çoklu Algılayıcılar (IMU-Inertial Measurement Unit- Atalet Ölçüm Birimi): Robotun gerçek dünyadaki konumu, hızı, yüzeye olan açısı ve yüksekliği gibi bilgileri algılamasını sağlayan entegre algılayıcıdır. 3 eksen jiroskop, 3 eksen ivmeölçer, 3 eksen pusula ve dijital barometre algılayıcılarının birleştirildiği bir mini kart şeklindedir.

Dokunma Algılayıcılar (Touch Sensors): Robotun kendisine dokunulduğunu anlamasını sağlayan algılayıcılar



Resim 5.19: Açısal algılayıcı



Resim 5.20: Ağırlık algılayıcı



Resim 5.21: Akım algılayıcı



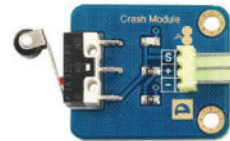
Resim 5.22: Alev algılayıcı



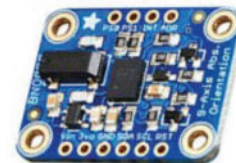
Resim 5.23: Basınç algılayıcı



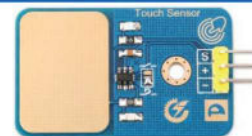
Resim 5.24: Buhar algılayıcı



Resim 5.25: Çarpma algılayıcı



Resim 5.26: Çoklu algılayıcı



Resim 5.27: Dokunma algılayıcı

dır. İnsan derisine duyarlıdır. Açma/kapama düğmesi kullanmadan bir açma/kapama işlemi yapmak veya robotun insan eliyle dokunmaya duyarlı bir eylem veya hareketi yapması için kullanılmaktadır.

Eğim Algılayıcılar (Tilt Sensors): Robotun bulunduğu yerdeki eğimi, eğimin yönünü veya sarsıntıyı tespit edebilmesi için kullanılan algılayıcıdır.

Esnek Kuvvet, Güç, Basınç Algılayıcılar (Flexiforce Pressure Sensors): Robotun kuvvet, güç ya da üzerine uygulanan basıncı algılayabilmesi için kullanılan algılayıcıdır. Robot üzerindeki belirli bir alana (kare veya dairesel olabilir) uygulanan, güç ya da basıncın algılanması söz konusudur.

Gaz Algılayıcılar (Gas Sensors): Havadaki Karbon Monoksit (CO), Azot dioksit (NO₂), Doğalgaz (CNG), Hidrojen (H₂), sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), Bütan, Propan, Metan (CH₄), Alkol, Amonyak (NH₃) ve duman gibi gazlarla, toksik gazları algılamak için kullanılan algılayıcıdır. Hava kalitesini ölçmek için kullanılan çeşitleri de bulunmaktadır.

Görüntü Algılayıcılar (Image Sensors): Robotun nesnelere tanıması, öğrenmesi ve istenildiğinde bulması için kullanılan görme sistemleridir. Öğretilen nesnelere gördüğünde algılamaktadır. Gerçek zamanlı görüntü işleme görevleri için kullanılmaktadır.

GPS Algılayıcılar (GPS Sensors): Robotun bulunduğu noktayı enlem ve boylam olarak tespit edebilmesi, kendine verilen rota doğrultusunda hareket edebilmesi, gerçek hızı ve yüksekliğini belirleyebilmesi için kullanılan küresel konumlandırma (Global Positioning System -GPS) algılayıcılarıdır.

Işık Algılayıcılar (Light Sensors): Robotun ortamdaki ışık miktarını, yoğunluğunu ölçmesi, buna göre herhangi bir eylem veya hareket yapması için kullanılan algılayıcıdır. Kızılötesi ve normal ışık için kullanılan çeşitleri bulunmaktadır.

İvme Algılayıcılar (Accelerometer Sensors): İvme ölçmek için kullanılan algılayıcıdır. Robotun eklem hareketlerini, eğilme derecesini ve titreşimleri algılayabilmesini



Resim 5.28: Eğim algılayıcı



Resim 5.29: Esnek algılayıcı



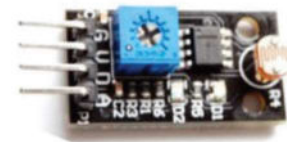
Resim 5.30: Gaz algılayıcı



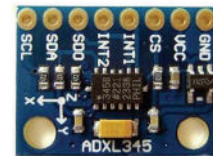
Resim 5.31: Görüntü algılayıcı



Resim 5.32: GPS algılayıcı



Resim 5.33: Işık algılayıcı



Resim 5.34: İvme algılayıcı

sağlayan algılayıcılardır. X, Y ve Z eksenlerinde yapılan temel hareketleri algılamak için bu algılayıcılar kullanılmaktadır. Tek, iki veya üç eksende oluşan ivmeyi ölçebilen çeşitleri bulunmaktadır.

Jiroskop Algılayıcılar (Gyroscope Sensors): Robotun yön ölçümü ve ayarlanmasında konumsal ve hareketsetel yönünü hesaplamayı sağlayan algılayıcılardır. Bu amaçla X, Y ve Z eksenleri arasındaki açılal oranların ölçümü yapılmaktadır. Jiroskop dış etkenlerden, yer çekiminden ve merkezkaç kuvvetinden etkilenmeyen bir referans etkeni sağlamaktadır.



Resim 5.35: Jiroskop algılayıcı

Konuşma, Ses Tanıma Algılayıcıları (Speech, Voice Recognition Sensors): Robotun sesle verilen emirleri anlayıp uygulayabilmesi için sesi ve konuşmayı tanımasını sağlayan algılayıcılardır. Bu sayede robotla konuşarak iletişim kurmak ve istenilene yaptırmak mümkün hâle gelmektedir.



Resim 5.36: Konuşma, ses tanıma algılayıcı

Manyetik Alan Algılayıcılar (Hall Effect Sensors): Robotun manyetik malzeme ve ortamları algılamasını sağlayan algılayıcılardır. Robotun manyetik alana duyarlı bir eylem veya hareketi yapması için kullanılmaktadır.



Resim 5.37: Manyetik alan algılayıcı

Nem Algılayıcılar (Humidity Sensors): Robotun ortamdaki nem miktarını ölçmesi için kullanılan algılayıcılardır.



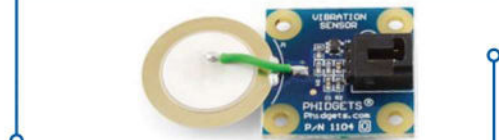
Resim 5.38: Nem algılayıcı

Parlaklık Algılayıcılar (Luminosity Sensors): Robotun ışığın parlaklık düzeyini algılaması ve ölçmesi için kullanılan algılayıcılardır.



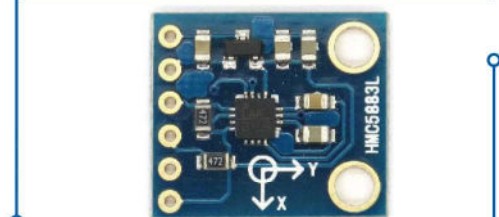
Resim 5.39: Parlaklık algılayıcı

Piezo Titreşim Algılayıcılar (Piezo Vibration Sensors): Robotun esneme, dokunma, titreşim ve şok ölçümleri yapabilmesi, çarpışmaları algılayabilmesi veya esnek anahtar uygulamaları için kullanılan algılayıcılardır.



Resim 5.40: Piezo titreşim algılayıcı

Pusulula, Manyetometre Algılayıcılar (Compass, Magnetometer Sensors): Dijital yön algılayıcılardır. Dünyanın manyetik alanına ilişkin ölçmeye dayalı yönlendirme ile robotun her zaman otomatik veya programlı olarak istenilen gerçek fiziksel yönde hareket etmesi için kullanılır. Tek, iki veya üç eksen ölçen çeşitleri bulunmaktadır.



Resim 5.41: Pusula algılayıcı

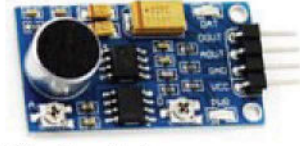
Ses Algılayıcılar (Sound Sensors): Robotun sesi algılaması, sese duyarlı bir eylem veya hareketi yapması için kullanılan algılayıcılardır. Bu algılayıcılar sesi tanımlayamaz, anlayamaz, sadece sesi fark eder.

Sıcaklık Algılayıcılar (Temperature Sensors): Robotun ortam ve çalışma sıcaklığını ölçmesi için kullanılan algılayıcılardır.

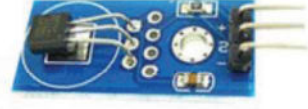
Renk Algılayıcılar (Color Sensors): Robotun renkleri algılaması, tanımlaması ve renk ölçümlerini doğru yapabilmesi için kullanılan algılayıcılardır.

Rotasyon Algılayıcılar (Rotation Sensors): Robotun herhangi bir bileşenin (kol, ayak, baş, gövde vb.) kaç derece hareket ettiğini mekanik bağlantıyla algılaması için kullanılan algılayıcılardır.

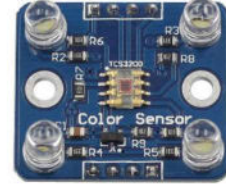
Titreşim Algılayıcılar (Vibration Sensors): Robotun meydana gelen titreşimleri ve hızlanmayı algılaması için kullanılan algılayıcılardır. Titreşim miktarının veya hızlanmanın ölçümü için kullanılmaz.



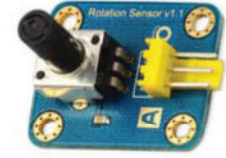
Resim 5.42: Ses algılayıcı



Resim 5.43: Sıcaklık algılayıcı



Resim 5.44: Renk algılayıcı



Resim 5.45: Rotasyon algılayıcı



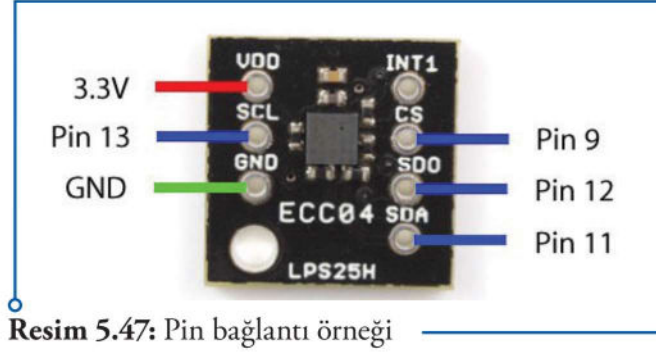
Resim 5.46: Titreşim algılayıcı

5.5.5. Algılayıcıların Mikrodenetleyici Kartlarla Haberleşmesi/Kartlara Bağlanması

Algılayıcıların mikrodenetleyici kartlarla haberleşmesi ile ilgili birçok standart protokol bulunmaktadır. SPI (Seri Çevresel Arayüz - Serial Peripheral Interface) ve I²C (Inter-Integrated Circuit) protokolleri en fazla kullanılan haberleşme protokolleridir. Arduino kartları, diğer Arduino kartlarıyla veya algılayıcılarla (sensörlerle) haberleşmek için bu haberleşme protokollerini kullanmaktadır. Bu protokollerin kullandıkları uç sayıları, ulaşabilecekleri maksimum hızları ve kullanım şekilleri birbirinden farklılık göstermektedir. Pasif algılayıcılar genellikle (+ volt), [- volt (toprak hattı)] ve (S -Sinyal) olmak üzere 3 pin üzerinden Arduino kartlarla haberleşirler. Algılayıcının analog veya dijital çıkış vermesine bağlı olarak Arduino kartının analog veya dijital çıkışlarına bağlanmaları gerekmektedir. Bağlantı algılayıcının voltaj girişlerinin Arduinonun Vcc (+Volt) ve Gnd (-Volt) pinlerine, sinyal çıkışlarının analogsa Arduinonun analog pinlerine (A0, A1, A2, A3 gibi), dijitalse Arduinonun dijital pinlerine (D2, D3, D4 gibi) yapılması gerekmektedir. Bazı algılayıcılarda hem analog hem de dijital sinyal çıkışı bulunabilmektedir. Bu durumdaki algılayıcıların hangi çıkış tipi kullanılacaksa ona uygun pine bağlantılarının yapılması gerekmektedir.

Aktif algılayıcıların mikrodenetleyici kartlarla haberleşmesi ise daha fazla pin kullanımını gerektirebilir. Eğer algılayıcıda I²C protokolu kullanılıyorsa Arduino kartlarla haberleşme için + Volt (Vcc) ve - Volt (toprak hattı) dışında SDA (SerialData) ve SCL (SerialClock) olmak üzere iki bağlantı hattının daha kullanılması gerekmektedir. Bu algılayıcıların haberleşmesi için kullanılan Arduino kart türüne

göre hangi pinlerin SDA ve SCL pini olduğunun bilinmesi ve bağlantıların buna göre yapılması gerekmektedir. Eğer algılayıcılar Arduino kartla haberleşmek için SPI protokolü kullanıyorlarsa, kullanılan Arduino kartın türüne göre hangi pinlerin MISO (Master In Slave Out), MOSI (Master Out Slave In) ve SCLK (Serial Clock) ve SS (Slave Select) pinleri olduğunun bilinmesi ve bağlantılarının buna göre yapılması gerekmektedir. Genellikle algılayıcı ile ilgili dokümanlarda bağlantılar ve kullanılacak pinler aşağıdaki örnekte olduğu gibi gösterilmekte veya açıklanmaktadır. Konu ile ilgili ayrıntılar Arduino IDE konusunda verilmektedir.



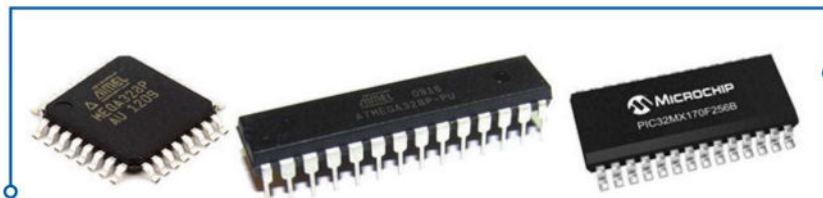
Resim 5.47: Pin bağlantı örneği

5.6. Robotik Programlamada Kullanılan İşlemciler

Robotik programlamada kullanılan işlemcilere mikrodenetleyici (Microcontroller) adı verilmektedir. Mikrodenetleyiciler endüstriye ve elektronik sanayisine yönelik olarak kontrol ve otomasyon işlemlerini gerçekleştirmek için tasarlanmış özel mikroişlemciler olarak tanımlanabilmektedir. Bir mikroişlemci sadece işlem ve hafıza birimlerinden oluşurken bu özel mikroişlemciler birçok bileşenden oluşmaktadır.

Mikrodenetleyicilerin içerisinde; aritmetik ve mantıksal işlemler yapan bir mikroişlemci CPU (Central Process Unit), sistemin komutlarının kalıcı olarak tutulduğu ROM (Read Only Memory) bellek, geçici verilerin ve sonuçların tutulduğu RAM (Random Access Memory) bellek bulunmaktadır. Ayrıca seri giriş ve çıkış birimleri I/O (input – output), SPI (Serial Peripheral Interface) ile bilgi alışverişi için kullanılan programlanabilen seri iletişim (UART-USART/Ethernet) ara birimleri, Analogdan Dijitale (A/D) ya da Dijitalden Analoga (D/A) çeviriciler (konvektör), sayıcılar (counter), PWM sinyal üretici gibi çevre birimlerini de türüne göre yer almaktadır. Bu özellikleri ile değerlendirildiğinde mikrodenetleyici programlanabilme, bir programı içerisinde depolayıp daha sonra çalıştırabilme özelliklerine sahip tek bir işlemciden (tümleşik devre) oluşan bir mikro bilgisayardır. Bu özellikleriyle mikrodenetleyiciler mikroişlemcilerden ayrılmaktadır.

Günümüzde birçok üretici (Intel, Atmel, Microchip, National Semiconductor, Texas Instruments, vb.) çeşitli tür ve modellerde 8, 16 veya 32 bit mikrodenetleyiciler üretmektedir. Bunlardan en yaygın olanları, Microchip firmasının PIC (Peripheral Interface Controller) ailesini oluşturan PIC10, 12, 16, 17, 18, 24 ve PIC32M model mikrodenetleyiciler, Atmel firmasının AVR ailesini oluşturan tinyAVR, Mega AVR, XMEGA, AVR32 serisi mikrodenetleyiciler, Texas Instruments firmasının MSP430 ailesini oluşturan mikrodenetleyiciler ile ARM tabanlı TI, ST ve ATMEL mikrodenetleyicileridir.



Resim 5.48: Robotik programlamada kullanılan işlemciler

5.6.1. Robotik Programlamada Kullanılan İşlemcilerin Görevleri

Öncelikli olarak tek başlarına çalışmaları, bütün iş ve işlemleri tek başına yapmaları gerekmektedir. Ayrıca donanımı oluşturan diğer elektronik devrelerle (düşük hızlı çevre birimleri, örneğin algılayıcı) iletişim kurmak mikrodenetleyicinin görevidir. Bunun için gerekli iletişim yapılarını sağlaması, algılayıcılardan gelen analog verileri dijital verilere dönüştürmesi gerekmektedir. Ayrıca algılayıcılardan gelen her türlü verinin toplanması ve işlenmesini yapmak, uygulamanın gerektirdiği bütün fonksiyonları gerçekleştirmek, üzerinde çalışan programda bir sorun olduğu takdirde programın sıfırlanmasını sağlamak yine temel görevlerini oluşturmaktadır.

5.7. Mikrodenetleyici Kartlar (Geliştirme Kartları) ve Görevleri

Mekanik, elektromekanik ve elektronik sistemlerin veya bunların bileşeni olan robotların kontrolü için kullanılabilen, üzerinde 8, 16 veya 32 bit mikrodenetleyicilerin bulunduğu, çeşitli fiziksel boyutları olan genelde mini bir kart şeklindeki elektronik platformdur. Her amaca uygun farklı büyüklük ve özelliklerde farklı tür ve modeli olan single-board (bütün üyeleri tek bir kart üzerinde olan sistem) mini bilgisayardır. Kartlara göre farklılık göstermekle beraber kart ile bilgisayar arasındaki bağlantı için genellikle USB iletişim birimi kullanılmaktadır. Dâhilî Wi-Fi veya bluetooth parçası olan çeşitleri de bulunmaktadır.

Geliştirme kartları için farklı programlama ortamları (bilgisayar üzerinde, web üzerinde) ve programlama dilleri bulunmaktadır. Kendine özgü kolay blok veya metin tabanlı programlama dilleri yanında C/C++, Python gibi yüksek seviyeli dillerle de programlanabilmektedir. Hemen hemen bütün işletim sistemleri ile kullanılabilir. Bu geliştirme ortamları kodları derleyip kolayca mikrodenetleyiciye yüklemeyi sağlamaktadır. Geliştirme kartları için oluşturulan kütüphaneler, birçok işlemi donanım seviyesine inmeden mikrodenetleyicinin kaydedicileri üzerinde işlemler yapmaya gerek duymadan yapmayı sağlayacak şekilde oluşturulmuştur. Birçok işlem bu kütüphane fonksiyonları ile yapıldığından kullanıcı daha az kodla ve kolayca programlama yapabilmektedir. Bu tür kartların en büyük özelliğinin kullanım kolaylığı olduğunu belirtebiliriz. Arduino UNO, Raspberry PI, Beagle Bone robotik uygulamalar için yaygın olarak kullanılan kartlardan bazılarıdır.



Resim 5.49: Mikrodenetleyici kartlar (Geliştirme kartları)

5.8. Mikrodenetleyici Kartlar (Geliştirme Kartları) İçin Kalkanlar (Shields) ve Görevleri

Mikrodenetleyici kartların özelliklerini geliştirmek, yeni fonksiyon ve özellikler kazandırmak veya kolayca diğer kart yapısındaki bileşenleri eklemek için kullanılan, doğrudan mikrodenetleyici kart üzerine takılabilen (eklenebilen katmanlar) farklı tür ve çeşitlerde kartlardır. Örneğin bluetooth shield

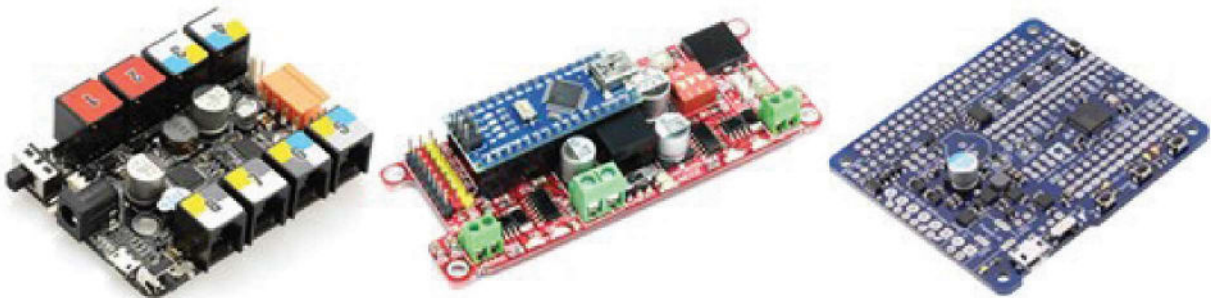
adından da anlaşılacağı gibi mikrodenetleyici kartla bluetooth kullanarak haberleşmeyi, veri alış-verişi yapmayı sağlarken aynı şekilde ethernet shield de mikrodenetleyici kartla ethernet üzerinden haberleşmeyi sağlamaktadır. Bazı kalkanlar katmanlar şeklinde üst üste takılabilmektedir. Kalkanların mikrodenetleyici kart üzerine takılmasında herhangi bir kablolama ihtiyacı bulunmamaktadır. Soket yapıdaki ürünler birbirine geçirilerek kullanılmaktadır.



Resim 5.50: Mikrodenetleyici kartlar (Geliştirme kartları) için kalkanlar (Shields)

5.9. Robot Kontrol Kartları

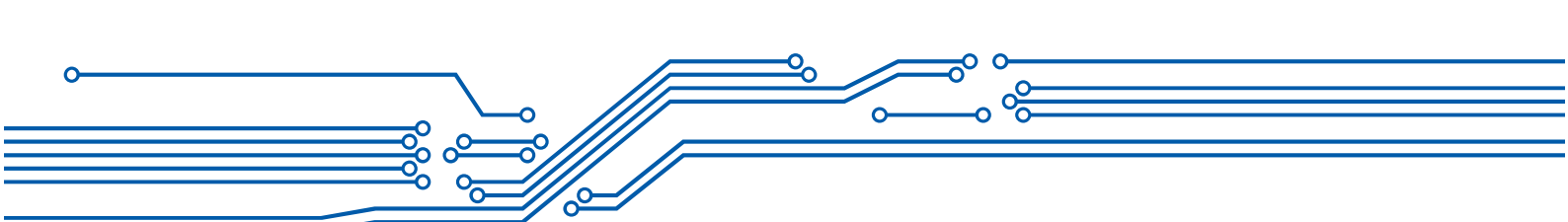
Özellikle robotik uygulamalar için geliştirilmiş olup üzerinde bir mikrodenetleyici, motor sürücü, Wi-Fi veya Bluetooth gibi kablosuz iletişim parçası bulunan kartlardır. Bazılarında her üç bileşen bulunabildiği gibi, daha az veya daha çok bileşen bir arada bulunabilir. Bazı çeşitlerde bir robotu programlayarak kontrol etmek için gerekli tüm elektronik donanımlar kart üzerinde yer alabilmektedir. Genellikle giriş çıkış bağlantıları (I/O portları) soketli olarak yapılmıştır. Bu sayede soketli bileşenler soketli birimlere kolayca bağlanabilir. Bunun yanında pin içeren bağlantılar da kullanılabilir. Robot kontrol kartları üzerindeki motor sürücüler ile kullanılacak motorlar doğrudan bağlanabilmektedir. Bu tür kartlar robot yapımı ve kontrolünü oldukça kolaylaştırır.



Resim 5.51: Çeşitli robot kontrol kartları

5.9.1. Robot Kontrol Kartlarının Görevleri

Robot kontrol kartlarının görevi, robot için gerekli elektronik bileşenlerin tamamını veya önemli bir kısmını karşılayarak robot yapımını kolaylaştırmaktır. Ayrıca kart üzerinde bulunmayan bileşenler için



bağlantı ortamı oluşturmak, çok bileşenli yapıdan daha az bileşenli yapıya geçişi sağlayarak karmaşıklığı azaltmak, kullanımı kolaylaştırmak, fiziksel büyüklükten tasarruf sağlamak gibi görev ve yaraları bulunmaktadır.

5.10. Düşünelim / Araştırılım

Robot programlama dersinde kullanmak üzere bir eğitsel robot yapacağınızı düşünerek gerekli olacak elektronik bileşenlerin seçimi için İnternet'te araştırma yapınız. Niçin bu bileşenleri seçtiğinizi, bileşenlerin hangi özelliklerinin seçiminizde etkili olduğunu açıklayınız.

5.11. Değerlendirme Soruları

- 1. Robotlarda kullanılan motorların kontrol edilebilmesi (çalışma, durma, ileri geri hareket etme, hızlanma, yavaşlama vb.) için kullanılan bileşenlere ne ad verilir?**
 - a) Robot kontrol kartı
 - b) Mikrokontrolör
 - c) Motor sürücü
 - d) Motor denetleyici
 - e) Mikroişlemci
- 2. Bilgisayara bağlamak istediğimiz bir çevresel aygıtın (örneğin mikrodenetleyici kartın) üzerinde seri iletişim bağlantı noktası bulunmuyorsa aşağıdaki seçeneklerden hangisinin kullanılması uygundur?**
 - a) Paralel bağlantı noktası
 - b) Wi-Fi
 - c) USB-Seri çevirici
 - d) USB-UART çevirici
 - e) Bluetooth
- 3. Robotun kontrol edileceği, programlanacağı aygıtlara (bilgisayar, tablet veya akıllı telefon) kablosuz olarak bağlanabilmesi için yaygın olarak kullanılan haberleşme bileşeni aşağıdakilerden hangisidir?**
 - a) Bluetooth
 - b) Wi-Fi
 - c) XBee
 - d) ZigBee
 - e) WiMAX

4. Robotun bulunduğu ortamdan bilgi alan algılayıcılara ne ad verilir?
- Propriyoseptif algılayıcılar
 - Eksteroseptif algılayıcılar
 - Pasif algılayıcılar
 - Aktif algılayıcılar
 - Dijital sinyal veren algılayıcılar
5. Aşağıdakilerden hangisi dışarıdan haricî hiçbir güç kaynağına ihtiyaç duymadan çevrelerinden aldıkları fiziksel ya da kimyasal sinyalleri ölçen algılayıcılardır?
- Propriyoseptif algılayıcılar
 - Eksteroseptif algılayıcılar
 - Pasif algılayıcılar
 - Aktif algılayıcılar
 - Analog sinyal veren algılayıcılar
6. Aşağıdaki algılayıcıların hangisi mikrodenetleyici kartların haberleşmesi için kullanılan standart protokollerden biridir?
- USB
 - UART
 - Seri
 - Paralel
 - I²C
7. Mikrodenetleyicilerde aşağıdaki bileşenlerden hangisi yer almaz?
- I/O (İnput – Output-Seri Giriş ve Çıkış Birimleri)
 - GUI (Grafiksel Kullanıcı Arayüzü)
 - ROM (Read Only Memory-Sadece Okunabilir Bellek)
 - RAM (Random Access Memory-Rastgele Erişimli Bellek)
 - SPI (Serial Peripheral Interface-Seri Çevresel Arayüz)
8. Mekanik, elektromekanik ve elektronik sistemlerin veya bunların bileşeni olan robotların kontrolü için kullanılabilen, üzerinde 8, 16 veya 32 bit mikrodenetleyicilerin bulunduğu çeşitli fiziksel boyutlardaki temelde mini bir kart şeklinde elektronik platformlara ne ad verilir?
- Mikrobilgisayar kartı
 - Mikroişlemci kartı
 - Mikroprogramlayıcı kart
 - Mikrodenetleyici kart
 - Geliştirme kiti



9. Robotikte kullanılan kartların özelliklerini geliştirmek, yeni fonksiyon ve özellikler kazandırmak veya kolayca diğer kart yapıdaki bileşenleri eklemek için kullanılan ve doğrudan mevcut kartın üzerine takılabilen kartlara ne ad verilir?

- a) Mikrobilgisayar kartı
- b) Mikroişlemci kartı
- c) Mikroprogramlayıcı kart
- d) Mikrodenetleyici kart
- e) Kalkan (Shields) kart

10. Robot için gerekli elektronik bileşenlerin tamamını veya önemli bir kısmını karşılayarak robot yapımını kolaylaştıran kart türü aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Robot kontrol kartı
- b) Mikrobilgisayar kartı
- c) Mikroprogramlayıcı kart
- d) Mikrodenetleyici kart
- e) Kalkan (Shields) kart