

İÇİNDEKİLER

I. BÖLÜM

1. ROBOT VE ROBOT MİMARİSİ.....	16
1.1. Robot ve Robot Mimarisi	17
1.2. Robot Kontrol Yöntemleri	17
1.3. Robot Mimarisinde İlkeler.....	17
1.4. Düşünelim / Tartışalım.....	20
2. ROBOT TÜRLERİ VE EĞİTSEL AMAÇLI ROBOTLAR.....	23
2.1. Robot Türleri ve Eğitsel Amaçlı Robotlar.....	24
2.2. Kullanılan Uygulama Alanlarına Göre Robotlar.....	24
2.3. Hareket Mekanikğine Göre Robotlar.....	28
2.4. Eğitsel Amaçlı Robotlar	34
2.5. Düşünelim / Araştıralım	37
3. EĞİTSEL ROBOTTA MEKANİK BİLEŞENLER	40
3.1. Eğitsel Robotta Mekanik Bileşenler.....	41
3.2. Yapısal Bileşenler (Gövde, İskelet).....	41
3.2.1. Yapısal Bileşenlerin Görevleri.....	42
3.3. Montaj Bileşenleri (Bağlantı Parçaları)	42
3.3.1. Montaj Bileşenlerinin (Bağlantı Parçaları) Görevleri	43
3.4. Mekanik Hareket/Eylem Bileşenleri (Tekerler, Paletler, Ayaklar)	43
3.4.1. Mekanik Hareket/Eylem Bileşenlerinin (Tekerler, Paletler, Ayaklar) Görevleri	43
3.5. Düşünelim / Araştıralım	43
4. EĞİTSEL ROBOTTA ELEKTROMEKANİK BİLEŞENLER	46
4.1. Eğitsel Robotta Elektromekanik Bileşenler	47
4.2. Bağlantı Bileşenleri (Butonlar, Anahtarlar, Konektörler ve Klemensler).....	47
4.2.1. Bağlantı Bileşenlerinin (Butonlar, Anahtarlar ve Konektörler) Görevleri	48
4.3. Güç Bileşenleri (Pil, Akümülatör, Batarya).....	48
4.3.1. Güç Bileşenlerinin (Pil, Akümülatör, Batarya) Görevleri.....	49
4.4. Hareket Bileşenleri (Doğru Akım -DC-, Servo ve Adım Motorlar)	49
4.4.1. Hareket Bileşenlerinin (Doğru Akım -DC-, Servo ve Adım Motorlar) Görevleri ...	51
4.5. Düşünelim / Tartışalım.....	51
5. EĞİTSEL ROBOTTA ELEKTRONİK BİLEŞENLER	54
5.1 Eğitsel Robotta Elektronik Bileşenler	55

5.2. Motor Sürücü Kartları ve Görevleri	55
5.3. USB-UART Çeviriciler ve Görevleri	55
5.4. Kablosuz İletişim Bileşenleri ve Görevleri.....	56
5.5. Robotik Uygulamalarda Kullanılan Algılayıcılar (Sensörler)	57
5.5.1. Robotik Algılayıcı Türleri	57
5.5.2. Yaygın Kullanılan Robotik Algılayıcılar ve Görevleri.....	58
5.5.3. Aktif Algılayıcılar	58
5.5.4. Pasif Algılayıcılar	61
5.5.5. Algılayıcıların Mikrodenetleyici Kartlara Haberleşmesi / Bağlanması	64
5.6. Robotik Programlamada Kullanılan İşlemciler	65
5.6.1. Robotik Programlamada Kullanılan İşlemcilerinin Görevleri	66
5.7. Mikrodenetleyici Kartlar (Geliştirme Kartları) ve Görevleri.....	66
5.8. Mikrodenetleyici Kartlar (Geliştirme Kartları) İçin Kalkanlar (Shields) ve Görevleri	66
5.9. Robot Kontrol Kartları	67
5.9.1. Robot Kontrol Kartlarının Görevleri.....	67
5.10. Düşünelim / Araştırılmalı	68

6.

1. ROBOT VE ROBOT MİMARİSİ

Bu bölümün sonunda,

- ✓ Robot kontrol yöntemlerini açıklayabilecek,
- ✓ Çeşitli robot mimarilerin özelliklerini karşılaştırabilecek,
- ✓ Robot mimarisi oluşturan ilkelerini belirtebilecek,
- ✓ Robot mimarisinin önemini açıklayabileceksiniz.

1.1. Robot ve Robot Mimarisi

Robotlar, kendi kendine (otonom) veya önceden programlanmış görevleri yerine getirebilen elektromekanik araçlardır. Bunu yapabilmeleri için çevrelerini algılayabilmeleri, bilgi alabilmeleri ve bu bilgileri işleyerek tepkide bulunmaları, genellikle anlamlı bir amaç için kullanabilmeleri gerekmektedir. Bu açıdan değerlendirdiğimiz de robotun; işlem yapma, işlemin sonucunu belirleme ve karar verme yeteneği bulunmalıdır. Bu özelliklerin bulunduğu elektromekanik bir araç robot özelliğini kazanmaktadır. Robotlar bunları yaparken doğrudan bir operatörün kontrolünde çalışabildikleri gibi bağımsız olarak bir bilgisayar programının kontrolünde de çalışabilirler. Kontrol için farklı sistem ve yöntemler bir arada etkileşimli olarak kullanılabilir. Robotları kontrol etmek için kullanılan sistem ve yöntemler temelde robot mimarilerini oluşturmaktadır.

1.2. Robot Kontrol Yöntemleri

Robotun hangi durumda ne yapacağına, ne tepki göstereceğine karar verme işlemine robot kontrolü adı verilmektedir. Robot kontrol sistemleri farklı araç ve programlardan oluşmaktadır. Aynı şekilde kontrol sistemleri için farklı kontrol yöntemleri kullanılmaktadır. Kullanılan kontrol yöntemleri şunlardır:

- 1. Tepkisel (Reactive) Kontrol:** Etki tepki prensibiyle çalışan kontrol yöntemidir. Bu kontrol yöntemi uyaran-cevap ikililerinden oluşan kurallar içerir. Bu kontrol yöntemi “algılama” ve “hareket etme” modelini taban almıştır. Daha önce yapılan işlemleri hafızada tutmadığı gibi belirli bir hafızası da yoktur. Ne yapacağını düşünmediği için çok hızlıdır. Tepkisel kontrolü robotlar öğrenemez (kurallarını değiştirmez) ve ileriye yönelik plan yapamaz.
- 2. Bilinçli (Deliberative) Kontrol:** Önce ayrıntılı olarak düşünen, sonra bu düşünce sonucuna göre hareket eden kontrol yöntemidir. Bu kontrol yöntemi “algılama”, “planlama” ve “hareket etme” modelini taban almıştır. Planlama-araştırma gerektiği için ve araştırma da zaman aldığından bu kontrol yöntemi yavaştır. Bilinç kontrolü robotlarda düşünme ve hareket etme peş peşe gerçekleştirilir.
- 3. Karma (Hibrit) Kontrol:** Düşünme ve hareket işleminin paralel olarak yürütüldüğü kontrol yöntemidir. Tepkisel ve bilinçli kontrol yöntemlerinin birleşmesinden oluşmaktadır.
- 4. Davranışsal (Behavioral) Kontrol:** Karma kontrole alternatif olarak sunulmuştur. Tepkisel ve bilinçli hareket özelliklerine sahiptir.

Robot mimarileri bu kontrol yöntemlerinin uygulanmasındaki farklı görüş ve tartışmalardan ortaya çıkmış, belirli dönemlerde belirli mimarilere sahip robotlar üretilmiştir. Robotik anlama (Sense-algılama), planlama (Plan) ve hareket etme (Act-eylem) arasındaki ilişkiler ve algılayıcılar tarafından üretilen duyuşsal verilerin robotik sistem tarafından işlenmesindeki ve değerlendirilmesindeki farklar çeşitli mimarilerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

1.3. Robot Mimarisinde İlkeler

Robot mimarisinde uzun bir süre boyunca yaygın olarak kabul edilen ilkeler **sense**, **plan** ve **act** arasındaki ilişkilere dayalı olarak açıklanmıştır. **Sense**, algılayıcılardan bilgi almayı ve diğer bileşen-

ler için “çıkırtı” üretmeyi sağlamaktadır. **Plan**, algılayıcılardan veya diğer işlevsel bileşenlerden alınan tüm bilgileri kullanarak, gerçekleştirecek görevler üretmeyi, hareket planı yapmayı sağlar. **Act**, görevleri yerine getiren işlevsel bileşenlerin, hareket biçimini sağlar. Bu ilkelere dayalı olarak geliştirilen Hiyerarşik (Deliberative Kontrol) Mimari, Tepkisel (Reactive Kontrol) Mimari ve Karma (Hibrit Kontrol) Mimari yaygın olarak robot tasarımlarında kullanılır.

Hiyerarşik mimaride; “algılama”, “planlama” ve “hareket etme” peş peşe gelen bir süreç olup herhangi bir robotik eylem için çevre algılanmalı, buna dayalı yapılacaklar planlanmalı ve bundan sonra harekete geçilmelidir. Her adımda robot, sonraki hamlesini planlamalıdır. Bilgiler ardışık olarak işlendiği için bileşenlerinin herhangi birindeki başarısızlık bütün sistemi etkilemektedir. Bu tür mimarilerin en önemli dezavantajı performanslarının düşüklüğüdür. Bu model robotun çalışmakta olduğu çevrenin değişmediği sabit durumlar örneğinin endüstriyel ortamlar oldukça uygundur.

ROBOT İLKELERİ	GİRİŞ	ÇIKIŞ
ALGILAMA	Sensör verileri	Alınan bilgi
PLANLAMA	Bilgi (Algılanan ve/veya bilişsel)	Direktifler
HAREKET ETME	Direktifler	Hareket komutları

Şekil 1.1: Hiyerarşik mimari

Tepkisel mimaride; “algılama” ve “hareket etme” eş zamanlı olarak gerçekleştirilir. Algılamaya karşılık hareket üretilmektedir. Burada bir planlama süreci bulunmamaktadır. Aşağıdaki şekilde tepkisel mimaride ilkelerin ilişkileri gösterilmiştir.

ROBOT İLKELERİ	GİRİŞ	ÇIKIŞ
ALGILAMA	Sensör verileri	Alınan bilgi
PLANLAMA		
HAREKET ETME	Direktifler	Hareket komutları

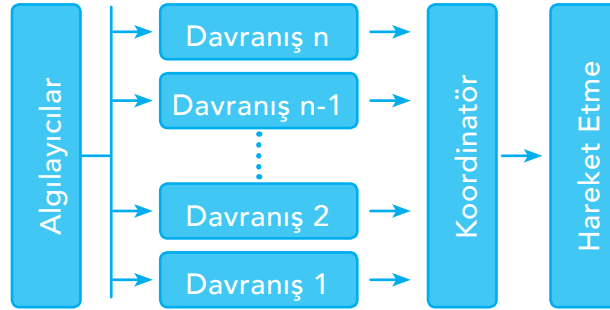
Şekil 1.2: Tepkisel mimari

Karma mimaride, ‘algılama’ ve ‘hareket etme’ eş zamanlı olarak gerçekleştirilirken planlama da yapılmaktadır. Aşağıdaki şekilde karma mimaride ilkelerin ilişkileri gösterilmiştir.

ROBOT İLKELERİ	GİRİŞ	ÇIKIŞ
PLANLAMA	Bilgi (Algılanan ve/veya bilişsel)	Direktifler
ALGILAMA HAREKET ETME	Sensör verileri	Hareket komutları

Şekil 1.3: Karma mimari

Geçmiş yıllarda robot mimarileri arasındaki temel fark daha planlamacı veya daha fazla tepkisel olup olmadığına dayanırdı. Daha sonra davranışsal mimariler öne çıkmıştır. Davranışsal mimaride; robotun çevresiyle ilgili durumlar için programlanmasına gerek yoktur. Çevresiyle ilgili bütün bilgiler algılayıcıları aracılığıyla kendisine ulaşmaktadır. Algılayıcılarından elde ettiği bu bilgileri yavaş yavaş yakın çevresindeki değişikliklere göre hareketlerini düzeltmek için kullanmaktadır. Bu yöntemle robot karşılaşılabileceği her türlü durumla başa çıkabilecek bir tepkisel davranış sağlamaktadır. Aşağıdaki şekilde davranışsal mimaride ilkelerin ilişkileri gösterilmiştir.

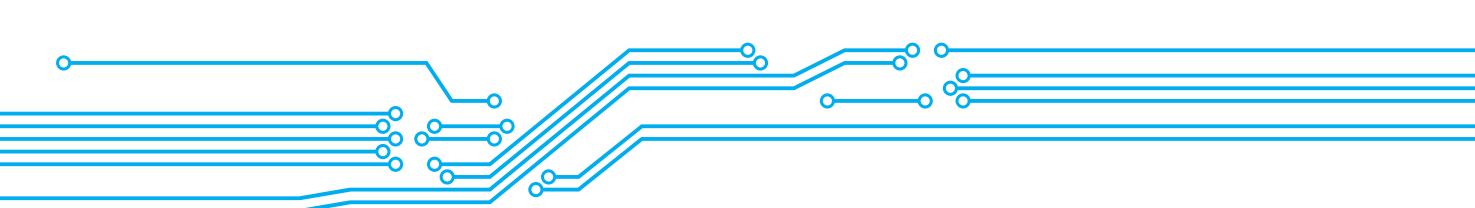


Şekil 1.4: Davranışsal mimari

Günümüzde ise Olasılıksal (Probabilistic) Robotik olarak da adlandırılan istatistiksel robotik alan; robotların öngörülemez, belirsizlik içeren ortam ve olaylara maruz kaldığı durumlarda istenilen robotik kontrol ve davranışları yapmasını sağlar. Daha önce karşılaşmadığı ortamlarda etkin bir şekilde çalışabilen robotların geliştirilmesini amaçlanmaktadır. Bu nedenle bir robotun, tanımlanan istatistiksel fonksiyonlara dayalı belirli bir hareket ya da eylemi için, en olabilecek sonuçları geliştirmesi ve sonra da bunlardan en uygun olanı uygulayabilmesi gerekmektedir.

Robot mimarisini bir örnek üzerinde anlamaya çalışalım. Robot yönetim sistemi (pilot), robot görüş (vizyon) sistemi ve robot yönlendirme (navigasyon) sistemi olmak üzere üç sistem tarafından kontrol edilen bir robot düşünelim. Aslında bu üç sistem, robotumuzu kontrol etmek için kullandığımız mimariyi oluşturmaktadır.

Robot yönetim sistemi; robotun yönetimini sağlayan, örneğin bir engele çarpmayı önlemek için robotun hareket yönünü değiştiren, robotu hedef bölgeye doğru götürmek için kullanılan sistemdir. Robot görüş sistemi; belirli bir alanındaki bilinen yer işaretlerini, engelleri tanıması veya yenilerini bulması için kullanılan sistemdir. Robot yönlendirme sistemi ise robotun yerini ve hareket yönünü belirlemek için kullanılan sistemdir. Robot kontrolünü sağlamada bu üç sistem işbirliği içinde hareket etmek zorundadır. Örneğin navigasyon sistemiyle robot; hedefe doğru ilerlerken, bulunduğu ortamın belirli bir



alanındaki bilinen yer işaretlerini tanımak veya yenilerini bulmak için vizyon sistemine, aynı zamanda hedef bölgeye doğru ulaşmak için de pilot sistemine ihtiyaç duymaktadır. Pilot sistem bir engeli önlemek için robotun hareket yönünü değiştirmelidir. Üstelik pilot, önünde bir engel bulunup bulunmadığını kontrol etmek için kameraya ihtiyaç duyabilir. Aynı zamanda navigasyon sisteminin, bilinen yer işaretlerini tanıyarak robotun yerini belirlemek için arkasına bakması da gerekebilir. Bu nedenle, farklı sistemler arasındaki bu etkileşimleri sağlamak için bazı koordinasyon mekanizmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Kullanılacak mekanizma ve robotik sistemin mevcut kaynakları, bu etkileşimlerden elde edilen birleşimle birlikte robotun hedefine ulaşmasını sağlamak zorundadır. Bu nedenle robot mimarileri her zaman birer paradigma olarak ele alınmıştır.

1.4. Düşünelim/Tartışalım

Yer yer bataklıkların ve ağaçların bulunduğu bir araziye geçmek zorunda olan bir robotumuzun olduğunu düşünelim. Robotumuzun bu araziye bataklığa düşmeden, ağaçlara çarpmadan geçebilmesi istenmektedir. Buna göre:

- a) Bu robot nasıl bir yönetim sistemine sahip olmalıdır? Niçin?
- b) Robotta hangi kontrol araçlarının bulunması istersiniz? Bu araçları niçin tercih ettiniz? Tartışınız.

2. ROBOT TÜRLERİ VE EĞİTSEL AMAÇLI ROBOTLAR

Bu bölümün sonunda,

- ✓ Kullanılan uygulama alanlarına göre robot türlerine örnek gösterebilecek,
- ✓ Hareket mekaniğine göre robot türlerini açıklayabilecek,
- ✓ Eğitsel amaçlı robot türlerinin özelliklerini özetleyebilecek,
- ✓ Robot türlerini sınıflandırabilecek,
- ✓ Robot türlerini karşılaştırabileceksiniz.

2.1. Robot Türleri ve Eğitsel Amaçlı Robotlar

Günümüzde, robotlar pek çok alanda çok farklı görevler üstlenmekte ve robotlara devredilen işlerin sayısı sürekli olarak artmaktadır. Bu nedenle pek çok farklı ölçüte göre robotlar sınıflandırılmaktadır (Benson, 2012; Robotpark, 2017; Robot Wiki, 2017). Örneğin hareketli (mobil) veya sabit olmasına göre, kullanılan alanlara göre, hareketin cinsine göre. Sınıflandırmada temel ölçüt robot için "Ne yapar?" ve "Bunu nasıl yapar?" sorularına verilen yanıt olmalıdır. Genellikle elde edilen yanıtlar robotları; uygulamaya göre robotlar ve hareket mekaniğine göre robotlar olmak üzere iki temel sınıfa ayırmaktadır. Özellikleri ve yapısı nedeniyle herhangi bir tür içerisine girmeyen veya bir tür içerisine henüz dâhil edilmeyen robotlar dikkate alınmamıştır. Eğitsel amaçlı robotlar ise özellikleri nedeniyle ayrı kategoride incelenmiştir.

2.2. Kullanılan Uygulama Alanlarına Göre Robotlar

Endüstriyel Robotlar: Herhangi bir endüstriyel üretim ortamında kullanılan robotlardır. Endüstriyel robotların en önemli özelliği kollara sahip olmasıdır. Genellikle kaynak, birleştirme, boyama, eşya ve araç üretimi, montaj ve kontrol uygulamalarında kullanılmaktadır. Bu uygulamalar için gerekli olan malzeme taşıma, malzeme yükleme, kesme, tutma, yerleştirme, şekil verme, değiştirme, yüzey kaplama, silindirik ve düzlem yüzey taşlama gibi imalat işlemleri bu kollar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.



Resim 2.1: Endüstriyel robotlar

Ev Robotları: Evde kullanılmak için geliştirilmiş robotlardır. Elektrikli süpürge, havuz temizleyici, bahçe süpürgeleri, oluk temizliği ve diğer ev ve bahçe işlerini yapabilen robotları içerir. Bu ortamda kullanılan ayrıca, bazı gözetim ve Telepresence robotlar ev robotları olarak kabul edilebilir. Telepresence robotlar insanların fiili olarak bulunmaması gereken nükleer, kimyasal felaketler gibi senaryolarda, sağlık alanında, askerî casusluk gibi birçok görevde kullanılması öngörülmuş insan kontrolünde çalışan robotlardır. Ürün satışı ve reklam, tur rehberi, gece bekçisi, fabrika müfettişi ve sağlık danışmanlığı için de kullanılmaktadır. Bir uzaktan eğitim sınıfında, bir telepresence robotu, sınıf içi eğitmen olabilir, sınıfın etrafında dolaşabilir ve öğrencilerle yüz yüze etkileşimde bulunabilirler. Kablosuz internet bağlantısı olan uzaktan kumandalı ve tekerlekli yapıdadırlar. Genellikle, bu robotlar video ve ses yetenekleri sağlamak için bir tablet kullanırlar.



Resim 2.2: Ev robotları

Tıbbi Robotlar: İlaç üretiminde ve dağıtımında, tıbbi kurumlarda, hastanelerde malzeme taşımak, doktorlara yardımcı olmak için kullanılan robotlardır. Bu robotların ilk ve en önemlisini cerrahi robotlar oluşturur. Cerrahi operasyonlarda doktorların en önemli yardımcısı konumundadır.



Resim 2.3: Tıbbi robotlar

Servis Robotları: Kullanım şekli açısından diğer türlere girmeyen robotlardır. Bu robotlar özerk üretim faaliyetlerinde kullanılmaz. İnsan tarafından yapılan tehlikeli ve zor işlerde insana yardımcı olması için geliştirilmiştir. İnsan refahını sağlamaya dönük her tür yararlı hizmeti gerçekleştirmek için tam veya yarı hizmet desteği veren robotlardır.



Resim 2.4: Servis robotları

Askerî Robotlar: Askerî kullanım için geliştirilmiş robotlardır. Bomba imha robotları, farklı ulaşım robotları, robotik keşif uçağı bu tipte robotlardır. Genellikle başlangıçta askerî amaçlar için oluşturulan bu robotlar kolluk, arama kurtarma ve diğer ilgili alanlarda da kullanılabilirlerdir.



Resim 2.5: Askerî robotlar

Eğlence Robotları: Bunlar herhangi bir hizmette kullanılmayıp çoğunlukla eğlence ve oyun arkadaşlığı için tercih edilen robotlardır. Bu robotlar çok geniş bir yelpazede yer almaktadır. AIBO, Poo-Chi gibi robotik köpekler ve hayvanlar, ses tanıma ve yürüme gibi bazı gelişmiş özellikleri sahip QRIO, Robosapien gibi insansı oyuncak robotlar, hareket simülatörleri olarak kullanılan belden robot kolları gibi fonksiyonel robotlar da bu kategoride değerlendirilmektedir.



Resim 2.6: Eğlence robotları

Uzay Robotları: Uzayda kullanılmak için üretilen robotlardır. Bu tür robotlar Uluslararası Uzay İstasyonu'nda, Mars'ın keşfinde ve diğer uzay görevlerinde kullanılmaktadır. Bu anlamda uzay sondaları da birer robottur.



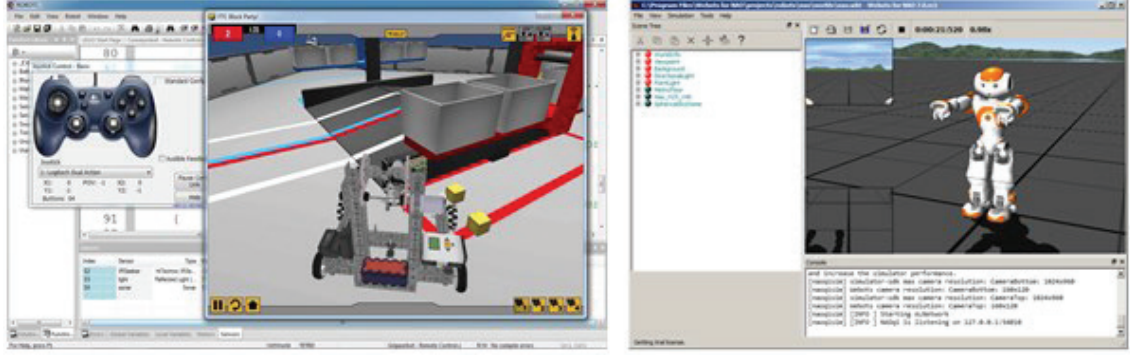
Resim 2.7: Uzay robotları

Hobi ve Yarışma Robotları: Kişisel olarak yapılan robotlardır. Çizgi takipçileri, sumo-botlar, uçan robotlar gibi sadece eğlence ve herhangi bir görevi yerine getirme konusunda yarışmak için yapılan robotlar bu kategoride değerlendirilmektedir. Birçok ulusal ve uluslararası yarışma bu amaçla gerçekleştirilmektedir.



Resim 2.8: Hobi ve yarışma robotları

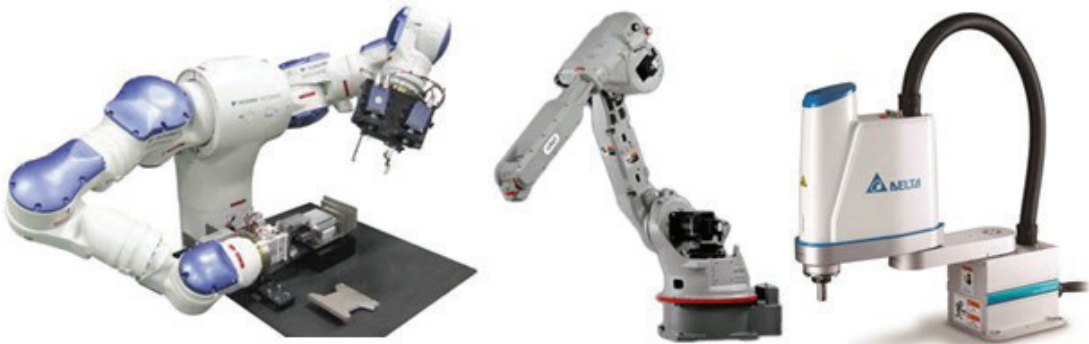
Sanal Robotlar: Sanal robotlar gerçek hayatta fiziksel olarak bulunmayan robotlardır. Sanal robotların yapı taşları bilgisayar programlarıdır. Sanal robotlar, gerçek bir robot simülasyonunu ya da sadece tekrarlanan bir görevi gerçekleştirebilirler. İnternet üzerinde kullanabileceğiniz sohbet robotları, çağrı merkezleri için müşteri temsilcisi robotları gibi pek çok örneği kullanılmaktadır. Robot simülatörleri kullanılarak maliyet ve zaman tasarrufu sağlanmaktadır.



Resim 2.9: Sanal robotlar

2.3. Hareket Mekanikğine Göre Robotlar

Sabit Robotlar: Sabit robotlar sürekli tekrarlayan görevlerini pozisyonlarını değiştirmeden yapan robotlardır. Robotun sabit olması ile anlatılmak istenen robotun temelini sabit olmasıdır. Yoksa robotun kolları hareket hâlinindedir. Çoęu sabit robotlar sanayi ortamlarında imalat ve montaj sektöründe kullanılmaktadır. Bu türün içine Kartezyen / Portal robotlar, Silindirik robotlar, Küresel robotlar, SCARA robotlar, Belden robotlar (robotik kollar) ve Paralel robotlar girmektedir.



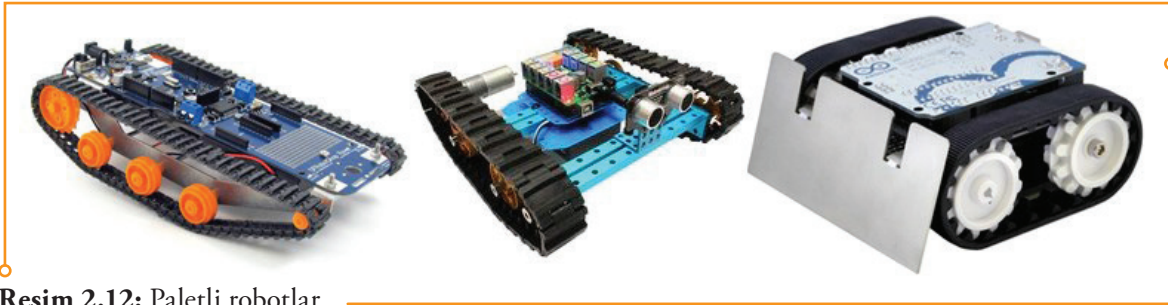
Resim 2.10: Sabit robotlar

Tekerlekli Robotlar: Tekerlekli robotlar pozisyonlarını tekerlekleri ile değiştirebilen mobil robotlardır. Tekerlekli hareketi mekanik olarak sağlamak üretim açısından kolay ve düşük maliyetlidir. Aynı zamanda tekerlekli hareketin kontrolü diğer mobil robotlara oranla daha kolaydır. Bu nedenle tekerlekli robotlar en sık karşılaşılan mobil robot tiplerindedir. Bu robot sınıfı kendi içerisinde çoğunlukla tekerlek sayısına göre sınıflandırılır. Bu türün içerisinde tek tekerlekli robotlar, mobil top robotlar, iki tekerlekli robotlar, üç ve daha fazla tekerlekli robotlar, çok tekerlekli robotlar bulunmaktadır. Bu robotlar düz alanlarda çok etkili olup arazi koşullarında pek yararlı olamaz.



Resim 2.11: Tekerlekli robotlar

Paletli Robotlar: Paletli robotlar tekerlekli olmasalar da çalışma prensibi açısından tekerlekli robotlara çok benzer olarak çalışır. Bu robotlar hareket etmek için tekerlekleri yerine tanklar gibi paletlerini kullanır. Bu hareket yöntemi düzensiz, yumuşak, kaygan, karlı ya da çamurlu zeminlerde tekerlekli robotlara göre daha fazla avantaj sağlamaktadır. Paletler yerle temas alanını genişlettiği için robotun ağırlığı daha geniş bir yüzeye dağılmakta bu tür zeminlere saplanmasını engellemektedir. Bu nedenle paletli robotlar tekerlekli robotlara göre daha fazla ağırlık taşıyabilir.



Resim 2.12: Paletli robotlar

Ayaklı Robotlar: Ayaklı robotlar da tekerlekli robotlar gibi mobil robotlardandır ancak hareket yöntemleri ve teknolojisi çoğunlukla tekerlekli robotlara daha üstün ve karmaşıktır. Ayaklı robotlar gelişmiş robotlardır. Hareketlerini sağlamak için ayaklarından faydalanırlar ve tekerlekli robotlara göre sorunlu olan pek çok zeminde hareket edebilirler. Bu tip robotlarda denge en önemli unsurdur. Bu robotların üretim ve kontrolü daha karmaşık ve maliyeti tekerlekli robotlara göre daha yüksektir. Bu tür içerisinde tek ayaklı robotlar, iki ayaklı robotlar (insansı –humanoid-robotlar), üç ayaklı robotlar, dört ayaklı robotlar, altı ayaklı robotlar ve çok ayaklı robotlar sayılabilir. Günümüzde birçok kurum ve üniversite tarafından araştırılan ve geliştirilen robot tipidir.



Resim 2.13: Ayaklı robotlar

Yüzen Robotlar: Yüzen robotlar, suda hareket edebilen robotlardır. Bu robotlar balıklar gibi yüzgeçlerini kullanarak su içerisinde manevra yapabilmektedir. Genellikle uzaktan kumandayla kontrol edilmekle birlikte otonom olarak da hareket edebilmektedir. Bunlar deniz kaynakları ve balık türleriyle ilgili araştırma ve incelemelerde, su altı arkeolojik keşiflerinde, su altı fotoğrafçılığı, su altı haritacılığı, petrol platformlarını denetleme, inceleme ve olası hasarların tespitinde kullanılmak için tasarlanmış deneysel robotlardır.



Resim 2.14: Yüzen robotlar

Uçan Robotlar: Uçan robotlar; kanat, pervane ya da balonları ile havada asılı kalarak ve manevra yaparak hareketlerini sağlayan hareket eden robotlardır. Bu robotlara örnek olarak uçak benzeri kanatlı robotlar, kuş/böcek benzeri kanatlı robotlar, pervaneli multikopterler, insansız hava araçları ve balonlu robotlar verilebilir. Bu robotlar doğal afetlerde arama-kurtarma, araştırma, bilgi edinme görevlerinde, insanlar tarafından yapılması gereken tehlikeli görevlerin yerine getirilmesinde, mal ve ürünlerin dağıtımında ve gözetiminde, tarımsal alanların kontrolünde, eğlence ve hobi amacıyla pek çok alanda kullanılmaktadır.



Resim 2.15: Uçan robotlar

Yılan Robotlar: Bu robotlar sahip oldukları hareket yetenekleri ile her tür ortamda çok yönlü olarak kullanılabilir. Duvarlar ve boşluklar arasında dolaşabilmeleri, arama ve kurtarma faaliyetlerinde bilgi almak için çok uygun yapıda olmaları bu robotların geliştirilme nedenlerini oluşturmaktadır.



Resim 2.16: Yılan robotlar

Yumuşak Elastik Robotlar: Hareket organları ve yapıları esnek robotlardır. Genellikle gövdeleri silikondan, diğer organları (el, kol vs.) ise elektrik akımıyla uyarıldığında boyut veya şekilde değişiklik yapan bir tür plastikten - elektroaktif polimer - üretilmiş robotlardır. Bu tür, robotik alanında kendilerine yeni yeni yer bulan robotlardır. Bu robotların esin kaynakları genellikle kalamar ve toprak solucanı gibi hayvanlardır. Kendilerine özgü davranışlara sahiptirler.



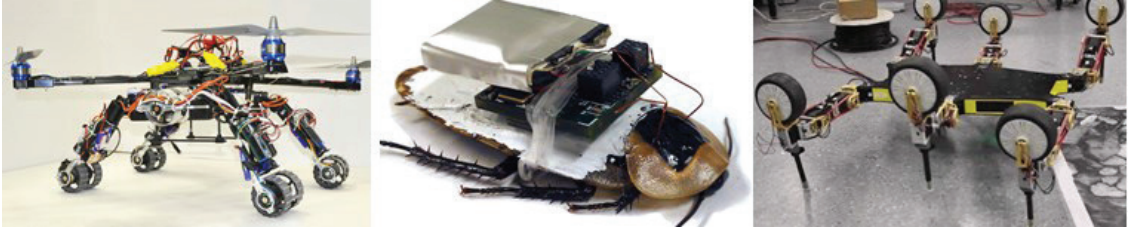
Resim 2.17: Yumuşak elastik robotlar

Mobil Küresel Robotlar (Robotik Toplar): Bu robotlar görünüş olarak topa benzeyen robotlardır. Kar veya kum gibi zeminlerde tekerlekli robotlara göre daha fazla performans gösterdikleri, ayrıca düşme riski daha az olduğu için tercih edilmektedir. Daha çok bilimsel araştırmalarda, tehlikeli ve zor arazi koşullarında (gezegen keşiflerinde) kullanım için tasarlanmakla birlikte oyun amacıyla geliştirilen çok fazla çeşidi de bulunmaktadır.



Resim 2.18: Mobil küresel robotlar

Hibrit Robotlar: Bu tanım hem birden fazla hareket mekaniğine sahip robotlar için hem de siberetik robotlar için kullanılmaktadır. Siberetik robotlar hem elektronik hem de biyolojik (canlı) elemanları içermektedir. Biyolojik elemanlar olarak deney hayvanlarının nöronları (genellikle fare) kullanılmaktadır. Bu nöronlara bağlı çipler robotik sistemin temelini oluşturmaktadır. Bu robotların birer siberetik organizma olduğu rahatlıkla söylenebilir. Üniversite ve araştırma kuruluşlarında geliştirilen araştırma amaçlı deneysel robotlardır.



Resim 2.19: Hibrit robotlar

Sürü Robotları: Sürü robotları, yapı olarak birleşik ve tek olmak yerine çok sayıda benzer ve basit fonksiyonellikte robotun ortak çalışmaları ile işleyen robotlardır. Modüler robotlarla benzerlikler gösterse de sürü robotlarının elemanları çok daha fazla sayıda ve fonksiyonel açıdan çok daha basittir.



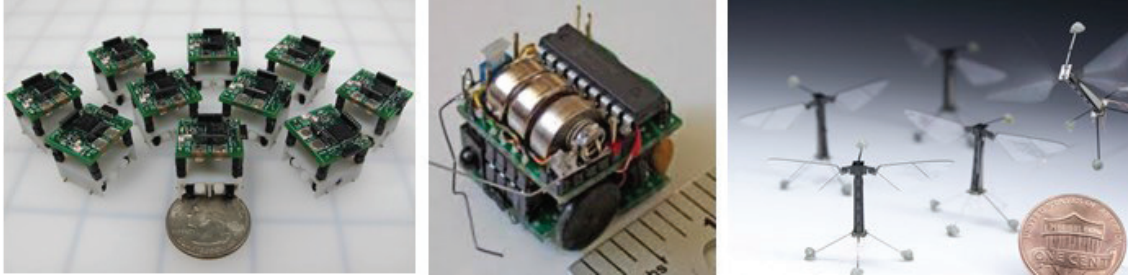
Resim 2.20: Sürü robotları

Modüler Robotlar: Modüler robotlar da sürü robotlar gibi robotik sistemi değişik robotik parçalara dağıtılmış robot sistemleridir. Bu tür robotlar yeni koşullara uyum veya yeni görevleri gerçekleştirmek amacıyla kendilerini yeniden yapılandırabilmektedir. Bu amaçla kendi parçalarının bağlantılarını yeniden düzenleyerek kendi şeklini değiştirebilmektedir. Bu robotların sürü robotlarından farkı ise, parçaların daha gelişmiş ve nispeten daha az sayıda olmasıdır. Modüler robotların bir diğer özelliği ise parçalar arası birleşimlerle oluşturdukları konfigürasyonların değişik fonksiyonları bulunan farklı robotlar oluşturabilmesidir. Modüler yapı blokları genellikle tutucular, ayaklar, tekerlekler, kameralar, yük ve enerji depolama gibi birimlerden oluşmaktadır.



Resim 2.21: Modüler robotlar

Mikro Robotlar: Mikro robotlar, hem mikro hassasiyette işlem yapabilen farklı boyutlardaki robotları hem de mikrometre boyutlarında olup mikro hassasiyette işlem yapabilen robotları ifade etmektedir. Bu tür robotlar uzay çalışmalarında, tıpta, askerî uygulamalarda ve daha pek çok yerde kullanılmaktadır. Mikro robotların kullanıldığı en önemli alan, tıbbi mikro robot uygulamalarıdır. Bu alan insan vücudundaki çeşitli hastalıkları insana rahatsızlık vermeden tanıyıp, doğrudan hasta olan noktaya ilaç verebilecek, biyopsi ve cerrahi müdahale yapabilecek küçük kablosuz robotların geliştirilmesini amaçlamaktadır.



Resim 2.22: Mikro robotlar

Nano Robotlar: Nano robotlar nanometre düzeyinde hassasiyetle işlem yapabilen çok hassas robotlardır. Bu tür robotlar boyut olarak nanometre düzeyinde ifade edilen çok küçük ölçülerde (atom ve molekül boyutlarında) yapılmış olabildiği gibi nano ölçekte doğrulukla hareket edebilen makro veya mikro ölçekli robotlar da olabilmektedir. Bu robotlar nanoteknoloji, biyoteknoloji ve biyomedikal alanlarının gelişimine katkıda bulunmak için yine bu alanlardaki gelişmelerden yararlanarak üretilmektedir. Mikron ve nanometre boyutlarında cisimleri, parçaları ve biyolojik maddeleri çok hassas olarak manipüle edebilecek nano robotların geliştirilmesi çalışmaları sürdürülmektedir.



Resim 2.23: Nano robotlar

Beam Robotlar: Beam (Biology, Electronics, Aesthetics, Mechanics) robotlar yapılarında temel elektronik bileşenlerin kullanıldığı robotlardır. Bu nedenle beam robotların yapımında genellikle programlanabilir mikroişlemci veya mikrodenetleyici kullanılmaz. Bu tür robotlar temel elektronik elemanlarıyla (foto-diyotlar, kapasitörler, tersleyiciler ve transistörler gibi) yapılan basit lojik devrelerle tıpkı bir sinir ağı gibi oluşturulur. Genellikle oluşturulan mantık devreleri ile algılayıcılardan algıladıkları sinyalleri yorumlayarak kendinden içgüdümlü hareket ederler. Genellikle güneş enerjisinden güçlerini alırlar. Bu tür robotlar doğadan esinlenerek yapılmaktadır.



Resim 2.24: Beam robotlar

2.4. Eğitsel Amaçlı Robotlar

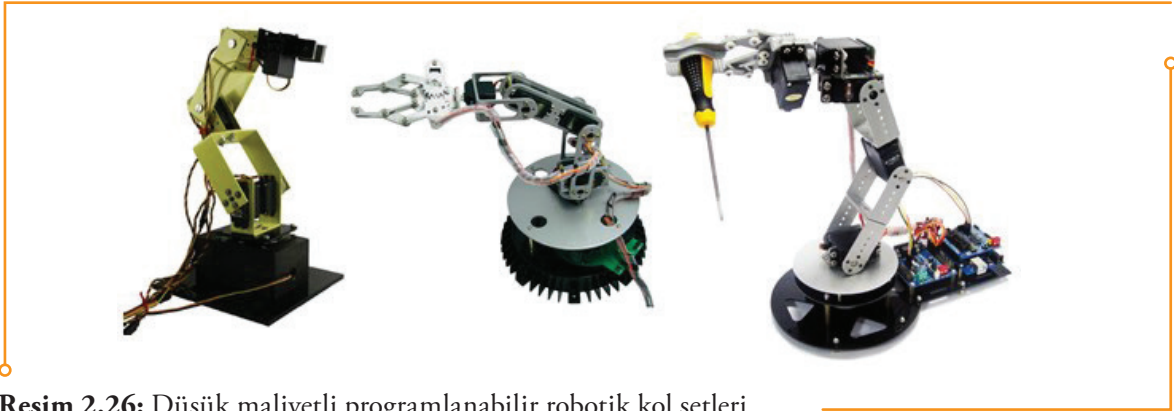
Yüzyılımızda robotların eğitsel amaçlarla kullanımı giderek artmaktadır. Eğitsel amaçlarla geliştirilen ve kullanılan çok fazla sayı ve türde eğitsel robot, robot kiti ve seti ortaya çıkmıştır. Robotlar eğitimde daha çok FTMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitimini desteklemek amaçlı kullanılmaktadır. Fakat günümüzde 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırdığımız problem çözme, birlikte çalışma, karar verme, bilgi-işlemsel düşünme gibi çeşitli becerilerin kazanılmasında da etkili olduklarının belirlenmesiyle diğer eğitim alanlarında da (sosyal bilimlerde) kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Özellikle öğrencilerin keşfetme, eleştirel düşünebilme ve sosyal becerilerini geliştirmedeki etkileri dikkati çekmektedir. Bu konuda yapılan çalışmaların büyük bir bölümü robotların eğitime olan pozitif etkisini ortaya koymasıyla sonuçlanmıştır. Örneğin programlama dilleri öğretiminde robot kullanımıyla birlikte öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştiğini, iş birliği içerisinde takım çalışmalarıyla bilgiyi paylaşarak öğrendikleri belirlenmiştir. Bunların sağlanmasında kullanılacak eğitsel robotlar farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bazı sınıflamalar robotun kullanılacağı eğitim türüne göre, bazı sınıflamalar robotun yapısına (Elektronik Robot Kitleri, Mekanik Robot Kitleri, İnsansı –Hümanoid– Robotlar gibi), bazı sınıflamalar maliyetine göre, bazı sınıflamalar da kullanılacak yaş gruplarına göre yapılmaktadır.

Blok (LEGO Benzeri) Tabanlı Robot Montaj Setleri: Öğrencilerin kendi robotlarını tasarlamaları, inşa etmeleri ve onları programlayarak harekete geçirmeleri için birbirine kolayca bağlanabilen parçalardan oluşan robot setleridir. Bu tür robotik setler oldukça fazla sayıda yapı ve hareket bileşenlerinden oluşmaktadır. Örneğin VEX IQ Süper Kit içerisinde 850 adet yapısal ve hareket bileşeni, 4 adet akıllı motor, 7 çeşit algılayıcı, robot kontrol kumandası, robot kontrol kartı ve piller bir saklama kutusu içerisinde yer almaktadır. LEGO® MINDSTORMS® EV3 Education Ana Set toplam 541 parçadan oluşmakta, içerisinde yapısal bileşenler, EV3 programlanabilir kontrolör, renk algılayıcı, ultrasonik algılayıcı, buton algılayıcı ve jiroskop algılayıcı bulunmaktadır. Yine aynı şekilde Fischertechnik ROBOTICS TXT Discovery Set 310 parçadan oluşmaktadır.



Resim 2.25: Blok (LEGO benzeri) tabanlı robot montaj setleri

Düşük Maliyetli Programlanabilir Robotik Kol Setleri: Robotik kollar insan kollarından esinlenerek tasarlanmış ve benzer fonksiyonlara sahip robotik sistemlerdir. Robotik kol, programlanabilir yapıda, mekanik parçaların bütünü ya da karmaşık bir robotun bir parçası olarak nitelendirilebilir. Bir kol sistemi farklı eklemelerin birbirlerine bağlanması ile oluşmaktadır. Eklemelerin bağlantı noktalarında bulunan motorların hareketleri robot kolun yapabileceği hareketlerin göstergesini oluşturmaktadır. Robot kolların uçlarında gerçekleştirilmesi istenen işlemlere uygun bir araç bulunur. Bu araç kavrama, kaldırma, boyama, resim çizme veya yazma gibi değişik işlemler için kullanılabilir. Bu sayede temel robotik ilkelerin ve programlamanın öğretilmesinde kullanmak mümkündür. Bu amaçla gerçekleştirilmiş montajlı veya montajsız olarak bulunabilen pek çok kit satılmaktadır.



Resim 2.26: Düşük maliyetli programlanabilir robotik kol setleri

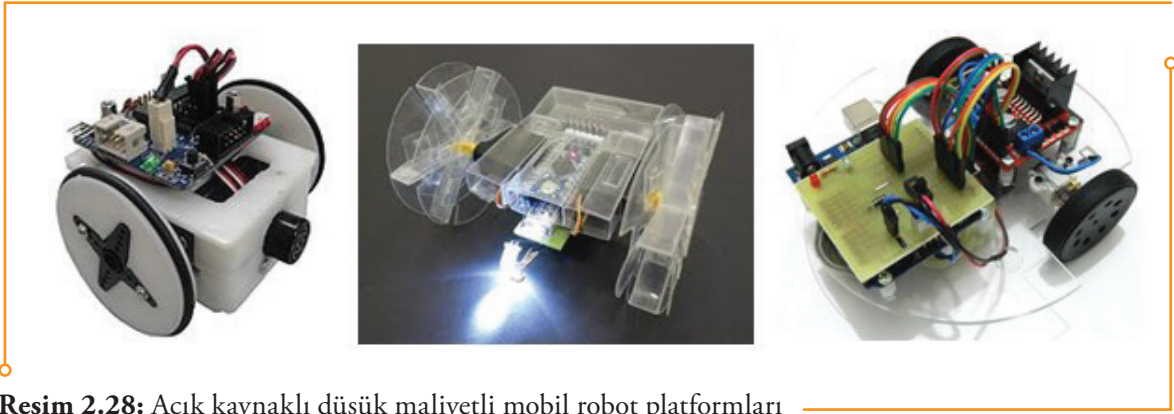
Düşük Maliyetli Minimum Özelliklerde Mobil Robot Tasarım Kitleri: Pek çok firmanın ürettiği bu tür eğitsel robotlar kullanıma hazır ama tamamen montajlanmamış şekilde satışa sunulmaktadır. Temel düzeyde özelliklere ve algılayıcılara sahip, ancak genişleme özellikleri ile sonradan herhangi bir bileşenin eklenmesine olanak veren kitlelerdir. Parallax Robotics Kitleri (Robotics Arduino Shield Kit, Boe-Bot Robot Kit, ActivityBot), Pololu Robot Kitleri (Zumo Robots, 3pi Robot) ve Makeblock (mBot - STEM Educational Robot Kit, mBot Ranger, Starter Robot Kit) bunlara örnek olarak verilebilir.



Resim 2.27: Düşük maliyetli minimum özelliklerde mobil robot tasarım kitleleri

Açık Kaynaklı Düşük Maliyetli Mobil Robot Platformları: Eğitim amaçlı bu robotlar tamamen açık kaynak kodlu (mekanik ve elektronik yapı) ve açık kaynak yazılım araçları (OpenScad, FreeCAD ve Kicad) ile özel olarak tasarlanmış ve paylaşımına sunulmuş robotlardır. Bu robot platformları öğrenci-

lerin robot programlamayı öğrenmelerine, aynı zamanda kolayca kasayı, yapıyı değiştirebilmelerine ve yeni özel parçaları oluşturmalarına izin vermektedir. Açık kaynak, donanım ve yazılım robotun serbestçe değiştirilebilmesine, kopyalanabilmesine ve İnternet üzerinden paylaşılabilmesine olanak vermektedir. Genel olarak son derece ekonomik bileşenlerden oluşturulmaktadır. Teknoloji ve robot marketlerde satılan onlarca model dışında, Mini Skybot Robot V1, Miniskybot 2, MIT SEG: An Origami-Inspired Segway Robot gibi tanınmış modeller bu tür robotlara örnek olarak verilebilir.



Resim 2.28: Açık kaynaklı düşük maliyetli mobil robot platformları

Düşük Maliyetli, Tam Monte Edilmiş Mobil Robotlar: Bu robotlar tamamen montajı yapılmış, kullanıma hazır olarak satışa sunulan eğitsel robotlardır. Bazılarında kendine özgü görsel veya metin tabanlı programlama araçları kullanılırken bazılarında açık kaynak programlama araçları kullanılabilir. Genişleme özellikleri daha sınırlı olabilmektedir.



Resim 2.29: Düşük maliyetli, tam monte edilmiş mobil robotlar

Modüler Eğitsel Robot Kitleri: Modüler eğitsel robotların robotik sistemi değişik robotik parçalara ayrılmıştır. Bu tür robotlar uygun modüllerin eklenmesi veya çıkarılmasıyla farklı iş ve işlemleri için yeniden yapılandırılabilir. Öğrenciler farklı parçaları bir araya getirerek farklı yapıda robotlar ortaya çıkarabilmektedir. Kinematics Modular Robotic Construction Kit, MOSS Modular Robot Construction Kit, Modular Robotics tarafından geliştirilen Cubelets bu tür robotlara örnek olarak verilebilir.



Resim 2.30: Modüler eğitsel robot kitleri

Açık Kaynaklı Minyatür Sürü Robotlar: Sürü robotları, yapı olarak birleşik ve tek olmak yerine çok sayıda benzer ve basit fonksiyonellikte robotun ortak çalışmaları ile işleyen robotlardır. Daha çok üniversite düzeyinde robotik araştırmacılar için çok sayıda robotun, merkezi bir kontrole ihtiyaç duymadan birlikte çalışarak, sürü seviyesinde hareket etme davranışlarının incelenmesi, algoritmaların denemesi ve testlerinin yapılması için tasarlanmış robotlardır. Kilobot, Robomote ve Alice bu tür robotlara örnek olarak verilebilir.



Resim 2.24: Açık kaynaklı minyatür sürü robotlar

2.5. Düşünelim / Araştırılım

Robot programlama dersinde kullanmak üzere eğitsel amaçlı olarak sunulmuş montaj setlerinden, kol setlerinden, tasarım kitlerinden, robot platformlarından, robot kitlerinden birini seçin veya doğrudan bir eğitsel robot seçimi yapınız. Bu seçim için İnternet'te araştırma yapınız. Niçin bu seçimi yaptığınızı, eğitsel robotun hangi özelliklerinin bu seçiminizde etkili olduğunu açıklayınız.

3. EĞİTSEL ROBOTTA MEKANİK BİLEŞENLER

Bu bölümün sonunda,

- ✓ Eğitsel robotta kullanılan yapısal bileşenleri listeleyebilecek,
- ✓ Yapısal bileşenlerin görevlerini açıklayabilecek,
- ✓ Eğitsel robotta kullanılan montaj bileőenlerini tanımlayabilecek,
- ✓ Montaj bileşenlerinin görevlerini örneklendirebilecek,
- ✓ Eğitsel robotta kullanılan hareket/eylem bileőenlerini sıralayabilecek,
- ✓ Hareket/eylem bileşenlerinin görevlerini açıklayabileceksiniz.

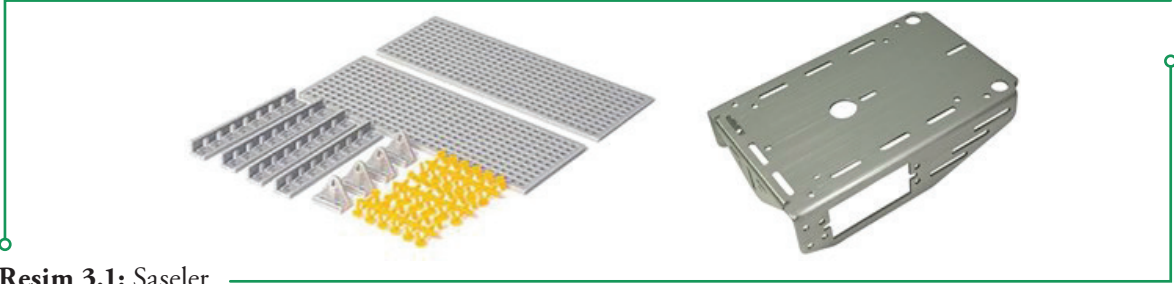
3.1. Eğitsel Robotta Mekanik Bileşenler

Eğitsel robotta kullanılan mekanik bileşenler; gövde veya iskeleti oluşturan şasi, mekanik kollar, aktüatörler ve robot mekanik parçaları gibi yapısal bileşenler, vida, somun, rondela gibi bağlantı parçalarından oluşan bağlantı bileşenleri ile tekerlek, palet ve ayak gibi parçalardan oluşan mekanik hareket/eylem bileşenleridir.

3.2. Yapısal Bileşenler (Gövde, İskelet)

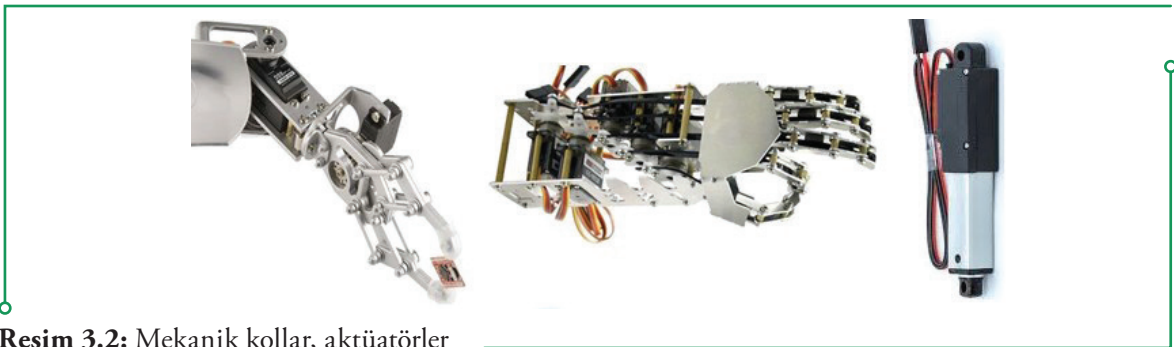
Yapısal bileşenler; robotun gövdesini, ana yapıyı oluşturan, diğer bileşenleri üstünde taşıyan gövde, iskelet gibi yapılardır. Plastikten, metalden veya her ikisinden de yapılabilir. Üreticiler tarafından satılan hazır gövdeler, gövde elemanları ve kitleri bulunmaktadır. Standart olarak üretilen pek çok yapısal bileşen bulunmaktadır:

1. Şaseler: Robot gövdesini oluşturmak üzere kullanılan çeşitli türde plastik veya metal delikli plakalar veya biçimlendirilerek gerekli bağlantı delikleri açılmış montaja hazır gövdelerdir. Kare, dikdörtgen veya yuvarlak çeşitleri vardır. Ayrıca kullanıma hazır fakat üzerinde herhangi bir elektronik bileşenin bulunmadığı veya gövdeyle birlikte sadece motorların yer aldığı kit şeklinde olanları da bulunmaktadır.



Resim 3.1: Şaseler

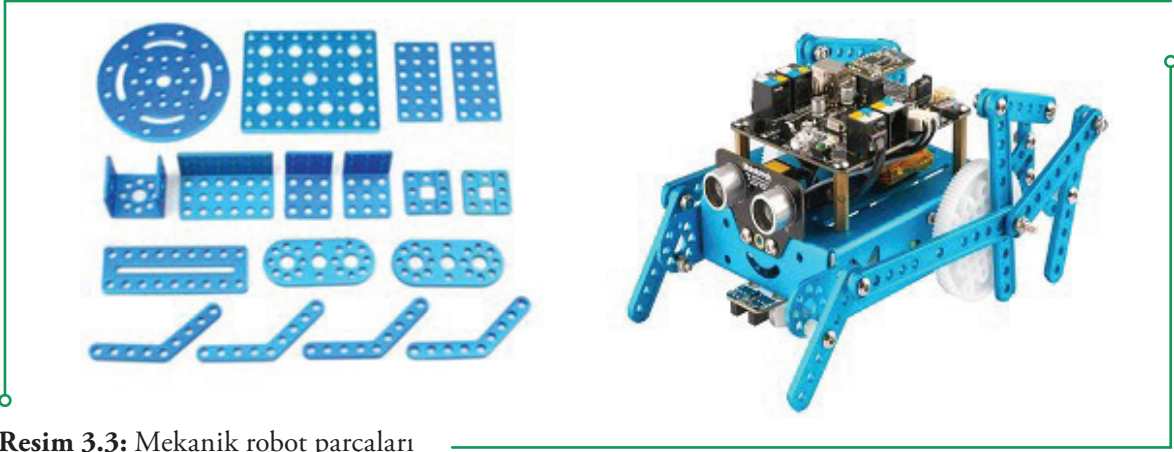
2. Mekanik Kollar, Aktüatörler: Robotun bir nesneyi tutması, kaldırması, sürüklemesi sağ sol, yukarı aşağı (pan/tilt) hareketi yapması için kullanılan mekanik bileşenlerdir. Genellikle iki kısıkaçtan oluşan kol şeklindedir. Fakat daha fazla uzvu bulunan el şeklinde kollar da bulunmaktadır. Elektronik bileşenleri olmayan veya sadece adım veya servo motorlara sahip çeşitleri birçok üretici tarafından hazır olarak sunulmaktadır.



Resim 3.2: Mekanik kollar, aktüatörler

3. Robot Mekanik Parçaları: Robota ve robot gövdesine (şase) eklemeye yaparak robotik platformu istenilen şekilde oluşturmayı ve geliştirmeyi amaçlayan yapısal bileşenlerdir. Bağlantı elemanları kul-

lanılarak robota mekanik eklemeler yapılabilmektedir. Aşağıdaki fotoğrafta yer alan tekerlekli robota mekanik parçalar eklenerek, ayaklı robot haline getirilmiştir.



Resim 3.3: Mekanik robot parçaları

3.2.1.Yapısal Bileşenlerin Görevleri

Yapısal bileşenlerin temel görevi robot için ana taşıyıcı yapıyı oluşturmaktır. Gerekli zaman eklemeler yapılmasına olanak sağlayarak robotun geliştirilmesini, yeni eklemeler yapılabilmesini sağlamaktır. Şasi ve mekanik parçalarının üzerinde bulunan çeşitli deliklerin yardımıyla kullanılacak bileşenlerin montajını oldukça kolaylaştırırlar. Robot bileşenlerinin kolay ve hızlıca montajına izin veren bir yapıya sahiptirler.

3.3. Montaj Bileşenleri (Bağlantı Parçaları)

Robotu meydana getiren bileşenleri gövdeye veya birbirine bağlamak için kullanılan vida, somun, rondela, yükselteç, küçük delikli levha gibi elemanlardır. Metal veya plastik çeşitleri bulunmaktadır.



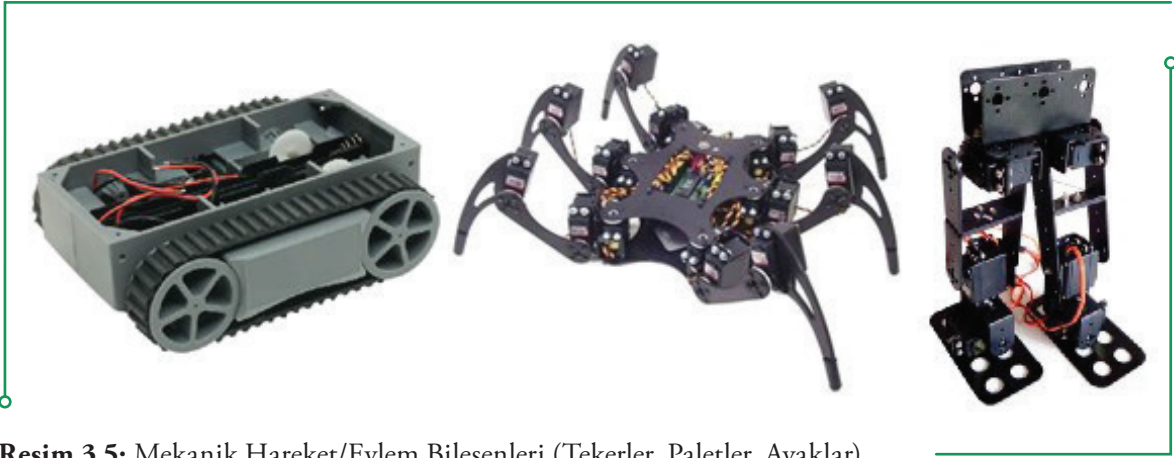
Resim 3.4: Montaj Bileşenleri (Bağlantı Parçaları)

3.3.1. Montaj Bileşenlerinin (Bağlantı Parçaları) Görevleri

Montaj bileşenlerinin görevleri robotu meydana getiren bileşenleri gövdeye veya birbirine bağlayarak bir bütün oluşturmalarını sağlamaktır. Bu sayede hem bileşenler bir arada olurken hem de hareket esnasında robotun zarar görmesi önlenmektedir. Ayrıca bileşenlerin istenilen şekilde bağlanmasını sağladıkları için daha esnek kullanım sunarlar. Örneğin yükselteçler kullanarak bileşenleri gövde üzerinde daha yüksek veya daha yakın bağlamak mümkün olur.

3.4. Mekanik Hareket/Eylem Bileşenleri (Tekerler, Paletler, Ayaklar)

Robotun tercih edilen hareketine uygun olarak kullanılan mekanik bileşenlerdir. Tekerleğe dayalı hareket için çok çeşitli ölçü ve türlerde tekerlekler veya paletler kullanılırken, yürümeye dayalı hareket için servo veya step (adım) motor içeren çeşitli türlerde ayaklar kullanılmaktadır. Tekerlekli, paletli, iki veya daha çok bacaklı mekanik kitler bulunmaktadır.



Resim 3.5: Mekanik Hareket/Eylem Bileşenleri (Tekerler, Paletler, Ayaklar)

3.4.1. Mekanik Hareket/Eylem Bileşenlerinin (Tekerler, Paletler, Ayaklar) Görevleri

Hareket/eylem bileşenlerinin temel görevi robotun hareketini (yürmesini) sağlamak için gerekli mekanik yapıyı sağlamaktır. Robotun sınıf ortamında kullanımında tekerlekli çözümler tercih edilirken, dış mekân kullanımında paletli çözümlerin tercih edilmesi yüzey şartları nedeniyle daha uygun olabilir. İnsansı robotlarda ise hareket için ayaklı çözümler tercih edilebilir. Bu tür robotların hareketlerinin programlanması diğerlerine göre daha zor olabilir.

3.5. Düşünelim / Araştırma

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

4. EĞİTSEL ROBOTTA ELEKTROMEKANİK BİLEŞENLER

Bu bölümün sonunda,

- ✓ Buton, anahtarlar ve konektör bileşenlerinin görevlerini açıklayabilecek,
- ✓ Güç bileőenlerini listeleyebilecek,
- ✓ Güç bileşenlerinin görevlerini örneklendirebilecek,
- ✓ DC motorların görevlerini tanımlayabilecek,
- ✓ Servo motorların görevlerini sıralayabilecek,
- ✓ Adım (Step) motorların görevlerini açıklayabileceksiniz.

2. Akümülatörler: Elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depolayıp, istenildiğinde bunu tekrar elektrik enerjisi olarak geri veren pillerden daha güçlü enerji kaynaklarıdır. Yüksek güç tüketimi olan robotların enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılmaktadır. Piller gibi elektrokimyasal yapılardan meydana gelirler.



Resim 4.5: Akümülatörler

3. Bataryalar: Paralel ya da seri bağlanan birden çok pil veya akümülatör gibi kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren üreteçlerden oluşturulan güç kaynaklarıdır. Robotlarda, genel olarak tablet ve taşınabilir bilgisayarda yaygın olarak bataryalar kullanılmaktadır.



Resim 4.6: Bataryalar

4.3.1. Güç Bileşenlerinin (Pil, Akümülatör, Batarya) Görevleri

Güç bileşenlerinin görevi robotun çalışması için ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisini karşılamaktır. Bu amaçla gerekli voltaj ve akım değerlerinin karşılanması güç bileşenlerinin görevidir. Kesintisiz ve/veya yedek enerji ihtiyaçları için elektrik enerjisinin depolanması ve gerektiğinde geri alınması (kullanılması) yine güç bileşenlerinin görevidir. Hareketsiz ve sabit robotların elektrik ihtiyacı için yukarıda açıklanan güç bileşenleri yerine şehir şebekesinden adaptörle elektrik alınması daha uygun seçenek olacaktır.

4.4. Hareket Bileşenleri (Doğru Akım -DC-, Servo ve Adım Motorlar)

1. Doğru Akım (DC) Motorlar: Doğru akım elektrik enerjisini dairesel mekanik enerjiye dönüştüren makinelerdir. Robotun hareketi için kullanılan temel bileşenlerden biridir. Düşük maliyetli robotlar

üretmek için uygundur. ırçalı, fırçasız, reduktörlü, enkoderli, enkoderli ve reduktörlü çeşitleri bulunmaktadır. Fırçalı motor, motorun hareketli olan bölümüne elektrik akımını aktarılabilmesi için fırça ve kolektör kullanılan motor türüdür. Fırçasız motor ise motorun hareketli olan bölümüne elektrik akımı aktarılabilmesi için fırça ve kolektör yerine elektronik aksam kullanılan motor türüdür. Reduktörlü motor, şanzıman, dişli kutusu veya dişli sistemi kullanılan motor türüdür. Enkoderli motor ise dönme hareketini ardışık sayısal sinyallere çevirerek dönme hızı ve dönme sayısı hakkında bilgi veren motor türüdür. Standart robot uygulamaları için fırçalı motorlar kullanılırken, yüksek performans isteyen uygulamalar için fırçasız motorlar kullanılmaktadır. Motorun devir hızını azaltarak daha yüksek tork (motordan tekerleğe iletilen itme -dönme momenti- kuvveti) elde etmeyi gerektiren uygulamalar için ise reduktörlü bulunan motorlar tercih edilmektedir. Dönme hızı ve dönme sayısını kontrol etmeyi gerektiren uygulamalar için enkoderli motorlar kullanılmaktadır.



Resim 4.7: Doğru akım (DC) motorlar

2. Servo Motorlar: Hareket kontrolü yapılabilen (dönüş yönü, mekaniksel konum, hız veya ivme gibi parametrelerin kontrol edilebildiği) motor çeşitleridir. Bu amaçla gerekli olan sürücü ve kontrol devresi motor içerisinde bulunmaktadır. Bu motorlar, DC motorlardan farklı olmak üzere istenilen pozisyonda sabit kalacak şekilde tasarlanmıştır. Çoğunlukla 0 ile 180 derece arası açılarda çalışırlar. Robotun bileşenlerinin hareketi (kol, ayak, dönen gövde, baş gibi) ve bunların hassas pozisyon kontrolü için kullanılan temel bileşenlerden biri olduğu için robot teknolojisinde en çok kullanılan motor çeşididir. Yürüyen robotlar için yine bu tip motorlar kullanılmaktadır.



Resim 4.8: Servo motorlar

3. Adım (Step) Motorlar: Çok hassas konum kontrol olanağı ve düşük devirde yüksek tork sağlayan motorlardır. Bu motorlarda dönme hareketi istenildiği kadar açığa bölünerek, açısal konumu adımlar halinde değiştirilebilmekte, hassas konum ve pozisyon düzenlemeleri yapılabilmektedir. Adım açısı motorun yapısına bağlı olarak 90°, 45°, 18°, 7.5°, 1.8° veya daha değişik açılarda olabilmektedir. Örneğin robotun kolunun 17° dönmesini istiyorsak adım motor kullanılmalıdır. Adım motor kullanarak tekerlekli robotların daha hassas ve ölçülebilir manevralar yapabilmesi de sağlanmaktadır.



Resim 4.9: Adım (Step) motorlar

4.4.1. Hareket Bileşenlerinin (Doğru Akım -DC-, Servo ve Adım Motorlar) Görevleri

Hareket bileşenlerinin görevi robotun hareketi için gerekli motor gücünü sağlamaktır. Bu amaçla mekanik hareket/eylem bileşenlerinin ihtiyaç duyduğu türde dairesel mekanik enerji, hareket bileşenleri tarafından karşılanır. Bu dairesel enerji robotun hareket biçimine göre değiştirilebilmektedir. İstenildiğinde doğrusal şekle de dönüştürülebilmektedir. Örneğin robotun hareketi için tekerlek kullanılıyorsa tekerleği döndürmek, ayakla yürüyorsa ayakları yürütmek bu bileşenlerin görevidir.

4.5. Düşünelim / Araştırılım

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

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.

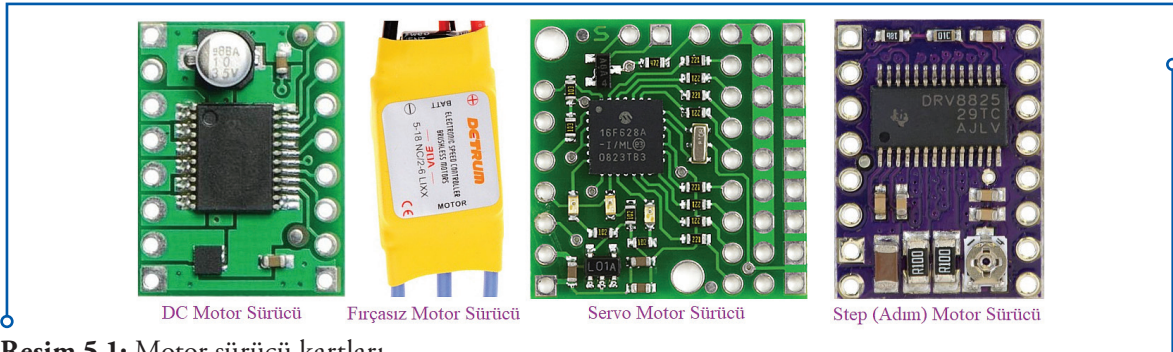
5.1 Eğitsel Robotta Elektronik Bileşenler

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. Aynı 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.



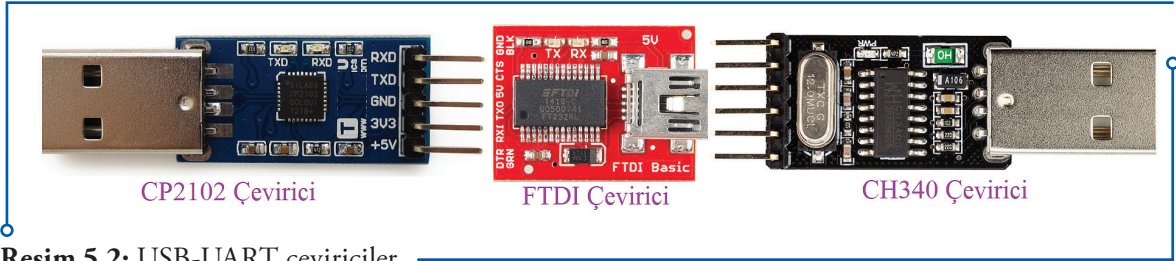
Resim 5.1: Motor sürücü kartları

5.3. USB-UART Çeviriciler ve Görevleri

Bilgisayar ve ona bağlanabilen her türlü çevresel aygıt seri haberleşme tekniğini (seri iletişim) kullanılmaktadır. 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 gerçekleştirilebilmektedir. 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.



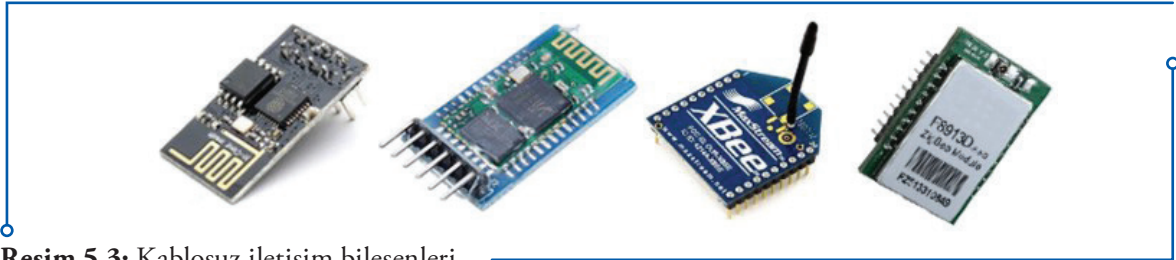
Resim 5.2: USB-UART çeviriciler

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, kütesel 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 eksende 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 algılayıcılardır. 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 harici 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 mikroişlemcilere 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.

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.

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.

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 tanımmasını sağlar.

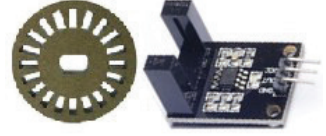
Işık Kesici Algılayıcılar (Photo Interrupter Sensors): Algılayıcının kolları arasında bulunan kızılötesi ışık demeti arasından bir nesne geçtiğinde ışının kırılması sonucu robotun o nesneyi algılamasını sağlayan algılayıcılardır.

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

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 5.5: Engel kaçınma algılayıcı



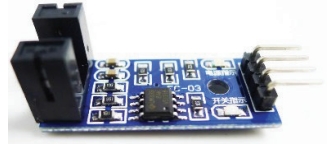
Resim 5.6: Enkoder algılayıcı



Resim 5.7: Hareket algılayıcı



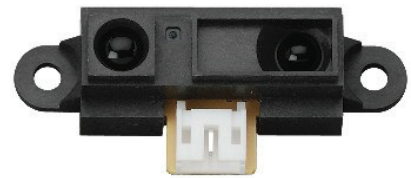
Resim 5.8: Hareket kontrol algılayıcı



Resim 5.9: Işık kesici algılayıcı



Resim 5.10: Kızılötesi termometre algılayıcı



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 eklemin açı değerini tespit için tasarlanmış algılayıcılardır.

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

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

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

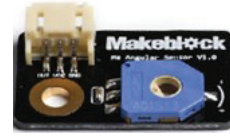
Basınç / Yükseklik Algılayıcılar (Barometric Pressure / Altitude Sensors): Robotun barometrik basınç ölçmesi için kullanılan algılayıcılardır. Basınç yükseklik ile değiştiği için aynı zamanda bir altimetre (yükseklikölçer) olarak da kullanılabilir.

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

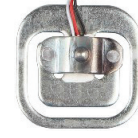
Çarpma Algılayıcılar (Crash Sensors): Robotun herhangi bir nesneye veya yapıya çarptığını algılaması için kullanılan algılayıcılardır. Algılama çarptıktan sonra gerçekleşmektedir.

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

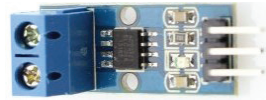
Dokunma Algılayıcılar (Touch Sensors): Robotun kendisine dokunulduğunu anlamasını sağlayan algılayıcılardır.



Resim 5.19: Açısal algılayıcı



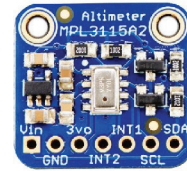
Resim 5.20: Ağırlık algılayıcı



Resim 5.21: Akım algılayıcı



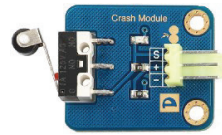
Resim 5.22: Alev algılayıcı



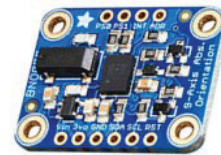
Resim 5.23: Basınç algılayıcı



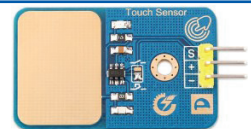
Resim 5.24: Buhar algılayıcı



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 algılayıcılardır.

Esnek Kuvvet, Güç, Basınç Algılayıcılar (Flexiforce Pressure Sensors): Robotun kuvvet, güç ya da üzerine uygulanan basıncı algılayabilmesi için kullanılan algılayıcılardır. 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 algılayıcılardır. 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 algılayıcılardır. Kızılötesi ve normal ışık için kullanılan çeşitleri bulunmaktadır.

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



Resim 5.28: Eğim algılayıcı



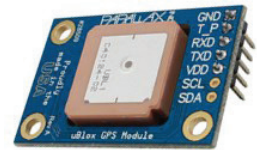
Resim 5.29: Esnek algılayıcı



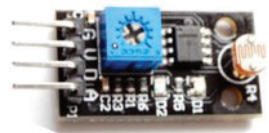
Resim 5.30: Gaz algılayıcı



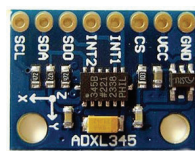
Resim 5.31: Görüntü algılayıcı



Resim 5.32: GPS algılayıcı



Resim 5.33: Işık algılayıcı



Resim 5.34: İvme algılayıcı

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.

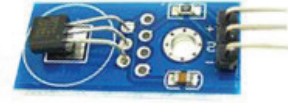
Renk Algılayıcılar (Color Sensors): Robotun renkleri algılaması, tanımlaması ve renk ölçümlerini doğru yapabilmesi için kullanılan algılayıcılardır.

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

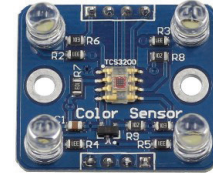
Titreşim Algılayıcılar (Vibration Sensors): Robotun meydana gelen titreşimleri ve hızlanmayı algılaması için kullanılan algılayıcılardır. Titreşim miktarının veya hızlanmanın ölçümü için kullanılmaz.



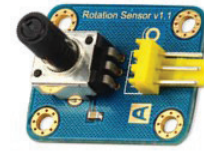
Resim 5.42: Ses algılayıcı



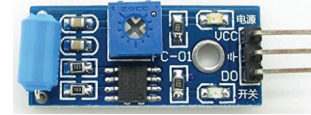
Resim 5.43: Sıcaklık algılayıcı



Resim 5.44: Renk algılayıcı



Resim 5.45: Rotasyon algılayıcı



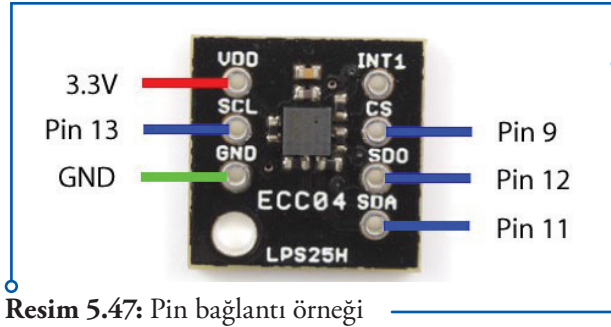
Resim 5.46: Titreşim algılayıcı

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.



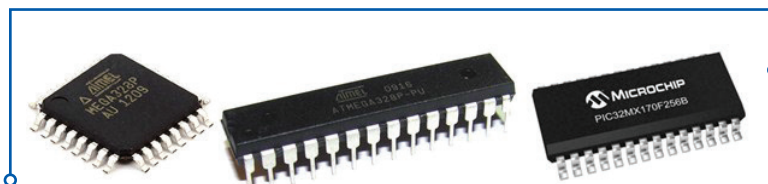
Resim 5.47: Pin bağlantı örneği

5.6. Robotik Programlamada Kullanılan İşlemciler

Robotik programlamada kullanılan işlemciler 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 programlanabilir 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 mikroşlemcilerden ayrılmaktadır.

Günümüzde birçok üretici (Intel, Atmel, Michrochip, National Semiconductror, 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

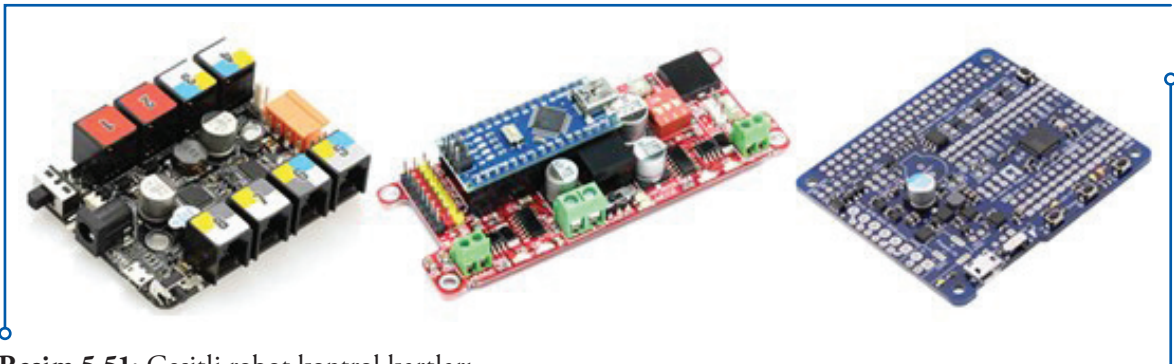
adından da anlaşılacağı gibi mikrodenetleyici kartla bluetooth kullanarak haberleşmeyi, veri alış-verişi yapmayı sağlarken aynı şekilde ethernet shield de mikrodenetleyici kartla ethernet üzerinden haberleşmeyi sağlamaktadır. Bazı kalkanlar katmanlar şeklinde üst üste takılabilmektedir. Kalkanların mikrodenetleyici 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