

# 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 uyarıcı-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 “çıkı” 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 örneğin 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

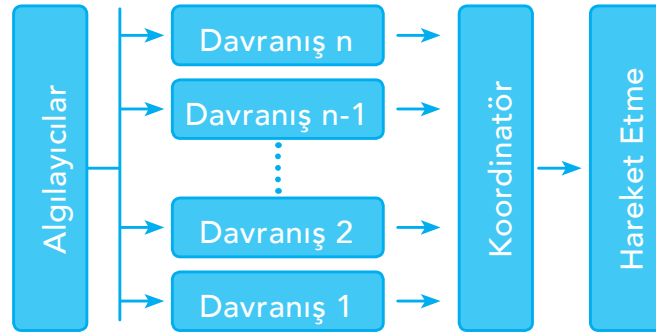
**Şekil 1.2:** Tepkisel mimari

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.

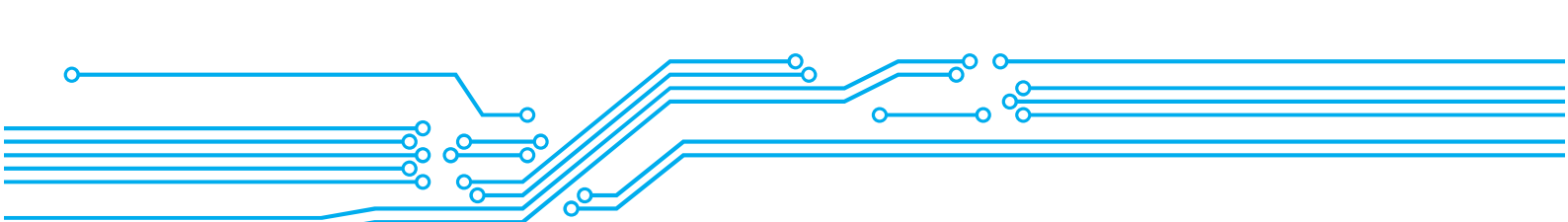


Şekil 1.4: Davranışsal mimari

Günümüzde ise Olasılıksal (Probabilistic) Robotik olarak da adlandırılan istatistiksel robotik alan; robotların öngörülemeyen, 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:

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

## 1.5. Değerlendirme Soruları

- Bir robotun, kendi kendine (otonom) veya önceden programlanmış görevleri yerine getirebilmesi için aşağıda belirtilen özelliklerden hangisine sahip olması yeterlidir?**
  - Çevresini algılayabilme yeteneğinin bulunması yeterlidir.
  - Buldukları ortamdan bilgi alabilmeleri ve bu bilgileri işleyerek tepkide bulunabilmeleri yeterlidir.
  - İşlem yapma, işlemin sonucunu belirleme ve karar verme yeteneği bulunmalıdır.
  - Aldıkları bilgileri genellikle anlamlı bir amaç için kullanabilmeleri yeterlidir.
  - Bir operatörden bağımsız olarak işlem yapma yeteneklerinin bulunması yeterlidir.
- Robotları kontrol etmek için kullanılan farklı sistem ve yöntemler aşağıdakilerden hangisini oluşturmaktadır?**
  - Robot kontrol teknolojilerini
  - Robot kontrol yöntemlerini
  - Robot kontrol sistemlerini
  - Robot mimarisini
  - Robot paradigmasını

3. **Uyaran-cevap ikililerinden oluşan kurallar içeren robot kontrol yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?**
- Davranışsal (Behavioral) Kontrol
  - Tepkisel (Reactive) Kontrol
  - Karma (Hibrit) Kontrol
  - Bilinçli (Deliberative) Kontrol
  - Olasılıksal Kontrol
4. **Aşağıdakilerden hangisi karma kontrole alternatif olarak sunulan robot kontrol yöntemidir?**
- Davranışsal (Behavioral) Kontrol
  - Tepkisel (Reactive) Kontrol
  - Karma (Hibrit) Kontrol
  - Bilinçli (Deliberative) Kontrol
  - Olasılıksal Kontrol
5. **Aşağıdakilerden hangisi önce ayrıntılı olarak düşünen, sonra bu düşünce sonucuna göre hareket eden kontrol yöntemidir?**
- Davranışsal (Behavioral) Kontrol
  - Tepkisel (Reactive) Kontrol
  - Karma (Hibrit) Kontrol
  - Bilinçli (Deliberative) Kontrol
  - Olasılıksal Kontrol
6. **Düşünme ve hareket işleminin paralel olarak yürütüldüğü kontrol yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?**
- Davranışsal (Behavioral) Kontrol
  - Tepkisel (Reactive) Kontrol
  - Karma (Hibrit) Kontrol
  - Bilinçli (Deliberative) Kontrol
  - Olasılıksal Kontrol
7. **Robotun çalışmakta olduğu çevrenin değişmediği sabit durumlar (örneğin endüstriyel robotlar) için oldukça uygun olan robot mimarisi aşağıdakilerden hangisidir?**
- Hiyerarşik Mimari
  - Tepkisel Mimari
  - Karma Mimari
  - Davranışsal Mimari
  - Olasılıksal Robotik



**8. Daha önce karşılaşmadığı ortamlarda etkin bir şekilde çalışabilen robotların geliştirilmesini amaçlayan robotik alanı aşağıdakilerden hangisidir?**

- a) Hiyerarşik Mimari
- b) Tepkisel Mimari
- c) Karma Mimari
- d) Davranışsal Mimari
- e) Olasılıksal Robotik

**9. Aşağıdakilerden hangisi robotun çevresiyle ilgili durumlar için programlanmasına gerek olmadığını savunan mimaridir?**

- a) Hiyerarşik Mimari
- b) Tepkisel Mimari
- c) Karma Mimari
- d) Davranışsal Mimari
- e) Olasılıksal Robotik

**10. Çeşitli robot mimarilerin ortaya çıkmasının nedenini aşağıda verilen görüşlerden hangisi daha güçlü olarak açıklamaktadır?**

- a) Robot mimarileri robot kontrol yöntemlerindeki farklılıklardan ortaya çıkmıştır.
- b) Belirli dönemlerde belirli mimarilere sahip robotların üretilmesi sonucu ortaya çıkmıştır.
- c) Robotik anlama (Sense-algılama), planlama (Plan) ve hareket etme (Act-eylem) arasındaki ilişkilerin yorumlanma şeklinden ortaya çıkmıştır.
- d) Robotik algılayıcılar tarafından üretilen bilişsel verilerin robotik sistem tarafından işlenmesindeki ve değerlendirilmesindeki farklılıklardan ortaya çıkmıştır.
- e) Robotların işlem yapma yeteneği, işlemin sonucunu belirleme yeteneği ve karar verme yeteneği arasındaki farklılıklardan ortaya çıkmıştır.