

# Yapay Zeka

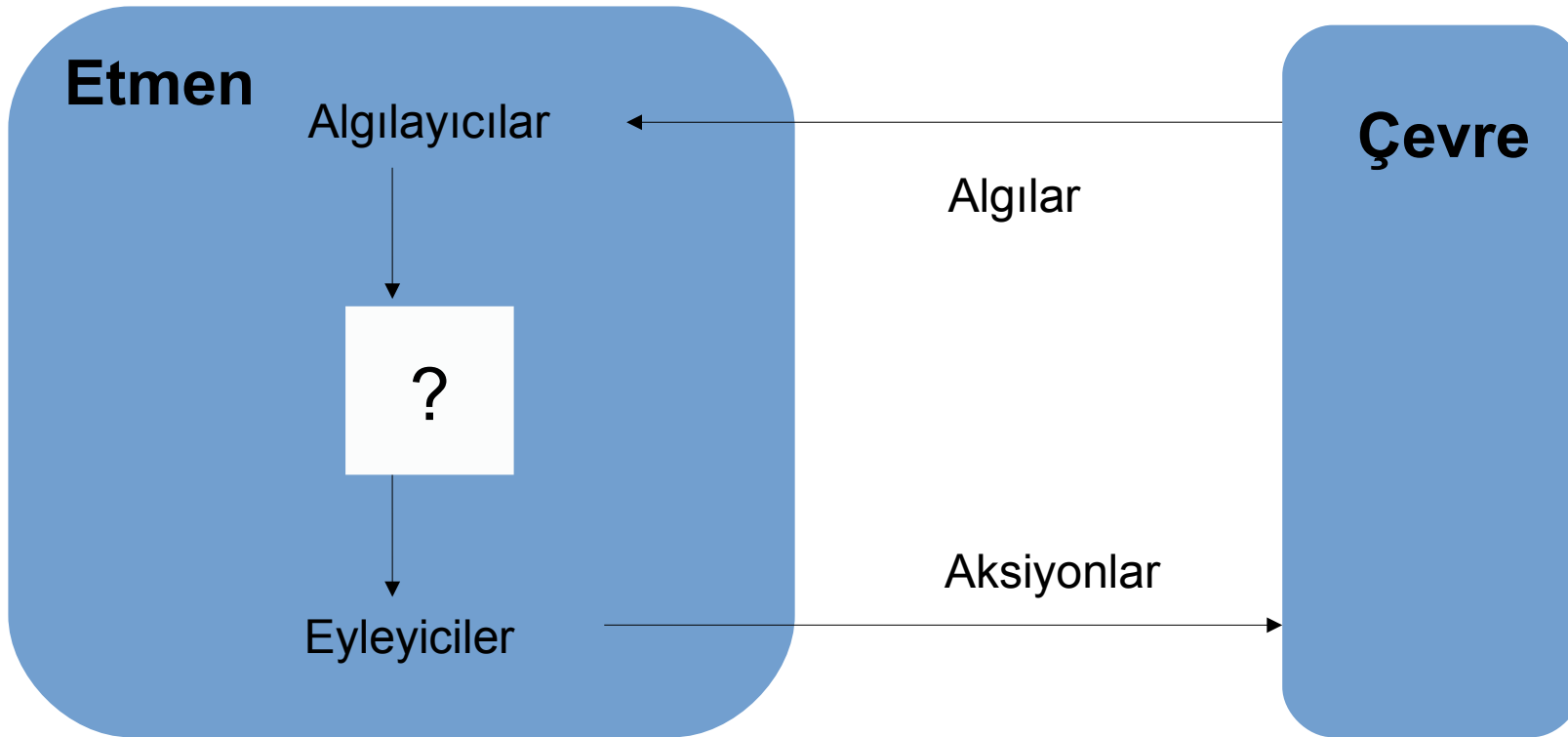
## Ders 2

Doç. Dr. Mehmet Dinçer Erbaş  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

# Akıllı etmenler

- Bir etmen (veya ajan)
  - ~ Etrafını algılayıcılarıyla (sensörler) algılayabilen
  - ~ Eyleyicileri ile bu çevrede aksiyon gösteren
    - herhangi bir şey olarak tanımlanabilir.
- Bir insanın
  - ~ gözleri, kulakları ve diğer duyu organları algılayıcıları;
  - ~ elleri, ayakları, ses telleri vb. ise eyleyicileridir.
- Bir robotun
  - ~ kamera, kızılötesi uzaklık bulucu gibi algılayıcıları;
  - ~ motorları gibi eyleyicileri olabilir.
- Bir yazılım etmeninin
  - ~ tuş darbeleri, dosya içerikleri, ağ paketleri gibi algılayıcı girdileri;
  - ~ ekranda bir şey göstermek, dosyalara veri yazmak veya ağ paketi göndermek gibi aksiyonları olabilir.

# Akıllı etmenler



# Akıllı etmenler

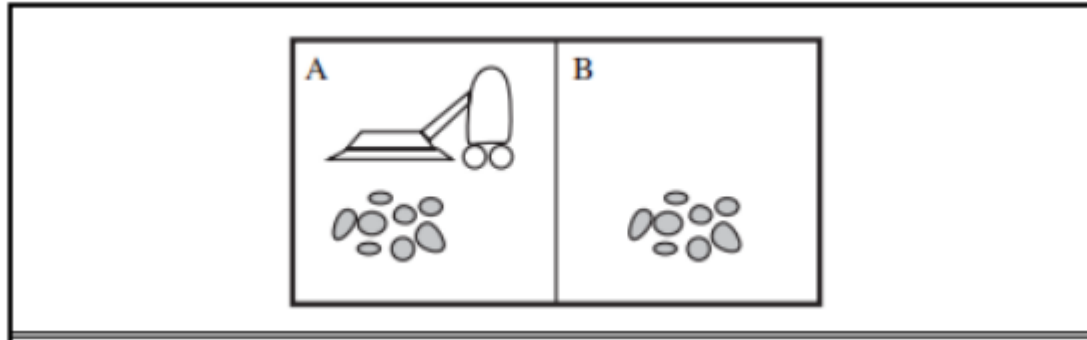
- Bir etmen algılayıcıları vasıtasıyla elde ettiği algısal girdileri **algı** olarak adlandırıyoruz.
- **Algı sıralaması**, etmenin elde ettiği algıların tarihçesi olarak tanımlanır.
- Bir etmenin belirli bir anda aldığı aksiyon, algı sıralamasının tamamına bağlı olabilir, ancak gelecekteki bir algısına bağlı olamaz.
  - ~ Bir etmenin mümkün olan her algı sıralamasına bağlı olarak alacağı aksiyonları tanımlarsak, etmen hakkında bilinmesi gereken neredeyse her şeyi tanımlamış oluruz.
  - ~ Matematiksel olarak tanımlarsak, bir etmenin davranışı, etmenin sahibi olduğu algı sıralamasını belli aksiyonlara eşleyen bir **etmen fonksiyonu** ile belirlenir.

# Akıllı etmenler

- Etmen fonksiyonunu bir tablo ile göstermeyi deneyebiliriz.
  - ~ Böylece mümkün olan bütün algı sıralamaları için yapılacak aksiyonları tanımlayabiliriz.
- Tabii ki bu tablo, etmenin davranışı dışardan tanımlar.
  - ~ Etmen bir etmen programı tarafından yönetilecektir.
  - ~ Etmen programı, etmen fonksiyonunu gerçekleştirecektir.
- Etmen fonksiyonu matematiksel bir tanımken, etmen programı bu fonksiyonun gerçekte yazılmış halidir.

# Etmenler ve çevreleri

- Bir elektrik süpürgesi dünyasını düşünelim.
- Bu rnekten:
  - ~ İki tane bölgemiz olsun: A ve B.
  - ~ Algılar: Bölge ve içerik. Örneğin A, kirli veya B, temiz gibi.
  - ~ Aksiyonlar: Sola git, sağa git, temizle, bir şey yapma.



# Etmenler ve çevreleri

- Basit bir etmen fonksiyonu: Bulunduğun bölge kirli ise temizle, aksi takdirde öbür bölgeye git.
- Bu fonksiyonu kullanarak oluşturabileceğimiz tablonun bir kısmı şöyledir.

Algı sıralaması	Aksiyon
[A, temiz]	Sağa git
[A, kirli]	Temizle
[B, temiz]	Sola git
[B, kirli]	Temizle
[A, temiz], [A, temiz]	Sağa git
[A, temiz], [A, kirli]	Temizle
.	.
.	.
.	.
[A, temiz], [A, temiz], [A, temiz]	Sağa git
[A, temiz], [A, temiz], [A, kirli]	Temizle

# Etmenler ve çevreleri

- Bu örneğe baktığımızda, elektrik süpürgesi etmeninin tablonun sağ tarafını tam olarak doldurarak tanımlayabileceğimizi görüyoruz.
- Bu durumda sorulması gereken soru şudur:
  - ~ Tabloyu ne şekilde doldurmaliyiz?
  - ~ Bir başka deyişle, bir etmeni iyi veya kötü; yada, akıllı veya akılsız yapan nedir?



# Rasyonellik

- Rasyonellik kavramı

- ~ Rasyonel bir etmen doğru hamleyi yapar.

- ~ Peki doğru hamleden kastettiğimiz nedir?

- Bu soruyu etmenin yaptığı hamlenin sonucuna bakarak cevaplayabiliriz.
    - Bir etmen bulunduğu çevrede, elde ettiği algılar doğrultusunda belli hamleler yapar.
    - Bu hamleler sonucunda etmenin çevresi bir sıra durumdan (ing: state) geçer.
    - Geçilen durumlar istenilirse, etmen doğru hamleler yapmış olur.
    - Belli bir durum istenilme durumu bir performans ölçüsü ile hesaplanır.

# Rasyonellik

- Daha önce gördüğümüz elektrik süpürgesi dünyası örneğini düşünürsek, performans ölçümüz ne olabilir?
  - ~ Toplanan toz miktarı?
  - ~ Temiz bölge sahibi olmak?
  - ~ Her birim zamanda temiz bölge sayısı?
- Performans ölçüsünü oluştururken, etmenin nasıl davranması gerektiğini düşünmektense, çevrenin ne tür özellikleri olmasını istediğimizi düşünmeliyiz.

# Rasyonellik

- Herhangi bir zamanda rasyonel hamleler dört farklı olguya göre belirlenir:
  - ~ Başarı kriterini belirleyen performans ölçüsü
  - ~ Etmenin çevre hakkında sahip olduğu bilgi
  - ~ Etmenin yapabileceği hamleler
  - ~ Etmenin algı sıralaması
- Rasyonel etmen: Olası her algı sıralaması için rasyonel bir etmen, algı sıralamasından elde ettiği kanıtları ve sahip olduğu bilgileri kullanarak, performans ölçüsünü maksimize eden hamleleri yapar.

# Rasyonellik

- Elektrik süpürgesi dünyası örneğine tekrar dönersek
  - ~ Bulunduğu bölge kirli ise temizleyen, kirli değil ise diğer bölgeye hareket eden etmen rasyonel midir?
  - ~ Bu soruyu cevaplamak için aşağıdakileri belirtmemiz gerekir:
    - Performans ölçüsü nedir?
    - Çevre hakkında neler bilinmektedir?
    - Etmenin ne tür algılayıcıları ve eyleyicileri vardır?

# Rasyonellik

- Aşağıdaki varsayımlarda bulunalım
  - ~ 1000 zaman adımı boyunca, performans ölçümümüz her zaman adımında temiz olan her bölge için 1 puan versin.
  - ~ Çevrenin genel coğrafyası bilinmekle birlikte pislik dağılımı ve etmenin başta bulunduğu bölge bilinmesin. Temiz bölgeler temiz kalsın ve süpürüldüğünde etmenin bulunduğu bölge temizlensin. Sola git ve sağa git hamleleri etmeni sola ve sağa götürsün.
  - ~ Yapılabilecek hamleler sola git, sağa git ve süpür olsun.
  - ~ Etmen bulunduğu bölgeye ve bulunduğu bölgenin kirlilik durumunu algılayabilsin.
- Bu durumda az önce belirttiğim etmen rasyoneldir. Çünkü bu etmenin beklenen performansı en az başka şekilde hareket eden etmenler kadar yüksektir.

# Rasyonellik

- Farklı bir durum olsaydı önceki slaytta belirtilen etmen rasyonel olmayabilirdi
  - ~ Etmenimiz tüm kir süpürüldükten sonra iki bölge arasında gereksiz yere gidip gelir.
  - ~ Eğer performans ölçümümüzde, her sol ve sağ hareket için 1 puan düşülseydi, etmenimiz kötü bir sonuç alırdı.
  - ~ Bu durumda daha iyi bir etmen, kirlerin tamamı süpürüldükten sonra hareket etmeyi bırakır.
  - ~ Eğer bölgeler bir süre sonra tekrar kirlenebiliyorsa, belli aralıklarla bölgelerin kontrol edilmesi ve temizlenmesi gerekirdi.

# Rasyonellik

- Rasyonellik her şeyi bilme durumundan farklıdır.
- Rasyonel hamleler sadece etmenin sahip olduğu algı sıralamasına dayanır.
- Rasyonel hamleler beklenen performansı maksimize eder.
- Mükemmellik ise performansın maksimize edilmesini gerektirir.
  - ~ Geleceği göremediğimiz sürece mükemmellik mümkün değildir.
- etmenler, gelecekte elde edecekleri algıları kendi hamleleriyle belirleyebilir.
  - ~ Bu aktivite bilgi toplama veya keşif yapma olarak adlandırılır.

# Rasyonellik

- Örneğin, eğer yoğun trafiğin olduğu bir caddede karşıya geçmek isteyen bir etmen, sağına ve soluna bakmazsa, algı sıralamasında bir kamyonun hızla yaklaşmakta olduğu bilgisi bulunmaz.
  - ~ Böyle bir durumda, yeterli bilgi içermeyen algı sıralamasından hareketle hamle yapılması rasyonel değildir.
  - ~ Rasyonel bir etmen, sağına soluna bakmayı tercih eder, çünkü bu hamle ile beklenen performansı maksimize edebilir.
  - ~ Gelecekteki algıları belirlemek için hamle yapmaya bilgi toplama denir.
  - ~ Bir başka bilgi toplama yöntemi, özellikleri bilinmeyen bir çevrede etrafı keşfetmektir.



# Rasyonellik

- Rasyonel bir etmen sadece bilgi toplamaz, ayrıca elde ettiği bilgilerden mümkün olduğunca yeni şeyler öğrenir.
  - ~ Etmen ilk başta çevresi hakkında bir miktar bilgiye sahip olabilir.
  - ~ Ancak bulunduğu çevrede tecrübe kazandıkça bu bilgiler değişebilir ve gelişebilir.
  - ~ Ancak istisna durumlarda etmen çevresi hakkında her türlü bilgiyi baştan bilebilir.
    - Durum bu ise etmenin tek yapması gereken bildikleri doğrultusunda doğru hamleleri yapmaktır.
- Eğer bir etmen davranışlarını kendi tecrübelerinden hareketle belirliyorsa, bu etmen otonomdur.
  - ~ Etmenin öğrenme ve adapte olma yeteneği bulunmalıdır.
  - ~ Örneğin, hangi bölgenin ne zaman kirleneceğini tecrübelerine dayanarak tahmin edebilen bir elektrik süpürgesi diğerlerine göre daha başarılı olacaktır.
  - ~ Öğrenme ve adapte olma yeteneğine sahip olan etmenler oluşturursak, bu etmenler birçok farklı çevrede başarılı olabilir.

# Görev çevresi

- Rasyonellik konusunda performans ölçüsünün, çevrenin ve etmenin algılayıcı ile eyleyicilerinin tanımlanması gerektiğini söylemiştik.
- Bu özelliklerin tamamı görev çevresi (İng: Task environment) ismi altında gruplanır.
- Bir etmen oluştururken öncelikle mümkün olduğunca detaylı şekilde görev çevresi tanımlanmalıdır.
- Her görev çevresinde aşağıdaki özellik tanımlanabilir:
  - ~ Etmen tipi, performans ölçüsü, çevre, eyleyiciler, algılayıcılar

# Görev çevresi

Etmen tipi	Performans ölçüsü	Çevre	Eyleyiciler	Algılayıcılar
Taksi sürücüsü	Güvenli, hızlı, yasaya uygun, konforlu yolculuk yararı maksimize eder	Yollar, diğer trafik, yayalar, müşteriler	Direksiyon, gaz pedalı, frenler, sinyaller, korna, ekran	Kameralar, radar, hızölçer, GPS, odometre, ivme ölçer, motor algılayıcıları, klavye
Tıbbi teşhis sistemi	İyileşen hasta sayısı, azaltılmış masraf	Hasta, hastane, çalışanlar	Soru ekranları, testler, teşhisler, tedaviler, yönlendirmeler	Klavyeden belirtilerin verilmesi, buluntular, hastanın cevapları

# Çevre tipleri

- Çevre tipleri farklı açılardan kategorize edilebilir
  - ~ Tam olarak gözlemlenebilir veya kısmen gözlemlenebilir.
  - ~ Deterministik (belirleyici) veya stokastik (olasılıksal)
  - ~ Aşamalı (episodic) veya sıralı (sequential)
  - ~ Statik veya dinamik
  - ~ Kesikli (discrete) veya devamlı
  - ~ Tek etmenli veya çok etmenli

# Çevre özellikleri

- Tam gözlemlenebilir veya kısmi gözlemlenebilir
  - ~ Eğer bir etmen çevrenin durumuna algılayıcıları ile tam olarak erişebiliyorsa, bu çevre tam gözlemlenebilirdir.
  - ~ Tam gözlemlenebilir çevreler daha elverişlidir; çünkü etmenin bu tür çevrelerde etrafının durumunu takip etmek için içsel durum saklamasına gerek kalmaz.
  - ~ Bir çevre, parazitli veya hatalı algılayıcılar nedeniyle kısmi gözlemlenebilir olabilir.
    - Örneğin, elektrik süpürgesine lokal bir toz algılayıcı yerleştirirseniz, diğer bölgede toz olup olmadığını söyleyemez.
    - Diğer bir örnek ise, taxi sürücü diğer sürücülerin ne düşündüğünü bilemez.
  - ~ Bir etmen hiçbir algılayıcısı yoksa çevre gözlemlenemez.

# Çevre özellikleri

- Tek etmenli veya çok etmenli çevreler

~ Bir çevrede etmen kendi başına hareket ediyorsa buna tek etmenli çevre diyoruz.

- Tek paşına çengel bulmaca çözen bir etmen tek etmenli çevreye örnektir.
- Satranç oynayan bir etmen iki etmenli sisteme örnektir.

~ Etmenin maksimize etmek istediği performansı diğer bir etmenin hamlelerine göre belirleniyorsa, buna çok etmenli sistem denir.

- Örneğin satranç oynayan A ve B etmenlerini düşünersek, B etmeninin maksimize etmek istediği performansı, A etmeninin performansını minimize etmeye çalışır.

~ Satranç rekabetçi çok etmenli çevreye örnektir.

~ Taksi sürücüsü ise işbirlikçi çevreye örnektir

# Çevre özellikleri

- Deterministik veya stokastik çevreler
  - ~ Bir çevrenin bir sonraki durumu, tamamıyla şu anki duruma ve etmen tarafından yapılan hamleye göre belirleniyorsa, bu çevre deterministiktir.
  - ~ Aksi halde çevre stokastiktir.
  - ~ Prensip olarak, bir etmen deterministik ve tam gözlemlenebilir bir çevrede, belirsizliklerden çekinmez.
  - ~ Bir çevre, tam gözlemlenebilir veya deterministik değilse, bu çevre belirsizlik içerir.
  - ~ Eğer çevre kısmi gözlemlenebilir ise stokastik görünebilir.
  - ~ Çoğu durumda mevcut durum fazlasıyla karmaşıktır ve her tüm özellikleri gözlemek mümkün değildir. Bu sebeple bu tür çevreler stokastik olarak tanımlanmalıdır.
  - ~ Örnek: Elektrik süpürgesi dünyası deterministik, taksi sürücüsü ise stokastiktir.

# Çevre özellikleri

- Aşamalı veya sıralı

~ Aşamalı çevrelerde etmenin tecrübeleri belli bölünmez (atomik) aşamalara bölünmüştür.

- Her aşamada etmenin çevresini algılar ve bir hamle yapar.
- Her aşamadaki hamle seçimi o aralıktaki algılara bağlıdır.

~ Örnek: Montaj hattında her bir parçayı kontrol eden etmen, kararını verirken şu anki parçayı inceler. Geçmişte incelenen parçaların şu anki parça üzerindeki kararda etkisi yoktur. Gelecekteki parçalar hakkındaki kararları şu anki parçaya dair karar etkilemez.

~ Sıralı çevrelerde, etmenin şu an aldığı karar gelecekteki kararlarını etkileyebilir.

- Örnek: Satranç oynayan veya taksi süren etmen. Her iki durumda da yapılan aksiyonlar uzun süreli sonuçlar doğurabilir.

~ Aşamalı çevreler, sıralı sistemlere göre daha basittir çünkü etmen gelecekteki hamleleri düşünmek zorunda değildir.



# Çevre özellikleri

- Statik veya dinamik

- ~ Eğer bir çevre etmen hamlelerini yapmaktayken değişmiyorsa, bu çevre statiktir. Aksi takdirde dinamiktir.

- ~ Statik çevreler dinamik çevrelere göre daha basittir. Bu tür çevrelerde etmen devamlı olarak çevresini kontrol etmek zorunda kalmaz veya geçen zaman konusunda endişelenmez.

- ~ Dinamik çevrelerde etmenin devamlı olarak karar vermesi gerekir.

- Karar vermemek bir şey yapmamak ile eş anlamlı olacaktır.

- ~ Bir çevrenin kendisi değişmiyor ama etmenin performansı zaman içinde değişiyorsa yarı dinamiktir.

- Örnekler: Taksi sürücüsü dinamik, saat ile satranç oynayan etmen yarı-dinamik, çengel bulmaca çözen etmen ise statiktir.

# Çevre özellikleri

- Kesikli veya devamlı
  - ~ Kesikli veya devamlı olma çevrenin durumu ile alakalıdır.
    - Zamanın, algı ve hamlelerin ne şekilde işlendiği belirler.
  - ~ Örnek: Satranç sınırlı sayıda durum ve kesikli bir kümeden oluşan algı ve hamle içerir. Taksi sürücüsü ise devamlı durum ve hamleler içerir.

# Çevre özellikleri

- Bilinen veya bilinmeyen
  - ~ Bu ayrım çevrenin bir özelliğinden çok etmeni geliştiren kişinin çevre hakkında sahip olduğu bilgiler ile alakalıdır.
  - ~ Bilinen çevreden yapılan hamlelerin neticeleri bilinir.
  - ~ Bilinmeyen bir çevrede ise etmen hamlelerin sonuçlarını öğrenmeli ve bu sayede daha doğru kararlar vermelidir.

# Çevre özellikleri

- Üzerinde çalışılması en zor olan çevreler kısmı gözlemlenebilen, çok etmenli, stokastik, sıralı, dinamik, devamlı ve bilinmeyen çevrelerdir.

Görev çevresi	Gözlemlenebilir	etmen sayısı	Deterministik	Aşamalı	Statik	Kesikli
Çapraz bulmaca	Tam	Tek	Deterministik	Sıralı	Statik	Kesikli
Saatli Satranç	Tam	Çoklu	Deterministik	Sıralı	Yarı-Statik	Kesikli
Poker	Kısmi	Çoklu	Stokastik	Sıralı	Statik	Kesikli
Tavla	Tam	Çoklu	Stokastik	Sıralı	Statik	Kesikli
Taksi sürücü	Kısmi	Çoklu	Stokastik	Sıralı	Dinamik	Devamlı
Tibbi teşhis	Kısmi	Tek	Stokastik	Sıralı	Dinamik	Devamlı
Fotoğraf analiz	Tam	Tek	Deterministik	Aşamalı	Yarı-statik	Devamlı
Parça toplama robotu	Kısmi	Tek	Stokastik	Aşamalı	Dinamik	Devamlı
Rafineri kontrol	Kısmi	Tek	Stokastik	Sıralı	Dinamik	Devamlı
Etkileşimli İngilizce öğretmeni	Kısmi	Çoklu	Stokastik	Sıralı	Dinamik	Kesikli

# Etmen yapısı

- Yapay zekanın amacı etmen fonksiyonu gerçekleştiren etmen programını oluşturmaktır.
  - ~ Algıları aksiyonları eşleştirme.
- Bu programın fiziksel algılayıcı ve eyleyicileri içeren bir sistem üzerinde çalıştığını farzedeceğiz. Bu sisteme donanım diyeceğiz.
  - ~  $\text{Etmen} = \text{donanım} + \text{program}$
- Tabii ki donanım ile program uyumlu olmalıdır.
  - ~ Örneğin program yürüme aksiyonunu önerecekse, donanımda bacaklar bulunmalıdır.
- Donanım gelen olarak algılayıcıdan gelen algıları programa gönderir, programı çalıştırır ve programın seçtiği aksiyonları eyleyicilere yollar.
- Dersin geri kalanında etmen programının oluşturulması konusunda bahsedeceğiz.

# Etmen programı

- Etmen programı
  - ~ Algılayıcılardan şu anki algıları alır.
  - ~ Eyleyicilere gerçekleştirilecek aksiyonu gönderir.
- Daha önce belirttiğimiz üzere etmen fonksiyonu karar verirken algı sıralamasının tamamını kullanabilir.
  - ~ Etmen programı ise sadece şu anki algıyı alır çünkü şu an çevrenin sağladığı tek bilgi budur.
- Etmen programı karar vermek için algı geçmişine ihtiyaç duyuyor ise etmen sıralaması algıları hatırlamalıdır.

# Etmen programı

- Tablo kontrollü etmen

- ~ Basit bir etmen programı içerir: Algı sırasını takip eder. Algı sırasına göre tabloya bakar ve tabloda belirtilen aksiyonu gerçekleştirir.
- ~ Bu şekilde kontrol edilen rasyonel bir etmen oluşturabilmek için,

**fonksiyon** TABLO-KONROLLU-AJAN (*algı*) **dönüş** bir aksiyon  
**girdiler:** *algılar*, algı sıralaması, başlangıçta boş bir liste  
*tablo*, algı sıralaması indeks olarak kullanılan aksiyonlar tablosu  
  
yeni *algı*'yı *algılar* listesine ekle  
*aksiyon* <== TabloyaBak(*algılar*, *tablo*)  
**return** *aksiyon*

# Etmen programı

- Tablo kontrollü etmen

## ~ Sorunlar

- Tablo büyüklüğü fazla olabilir ( $P^T$ , P: olası algılar, T: yaşam süresi)
- Tabloyu saklamak için gereken alan
- Tabloyu oluşturma süresi fazla olabilir.
- Bu şekilde oluşturulan etmen otonom olmaz.
- Öğrenme olsa bile tablonun içersinin dolması oldukça fazla süre alabilir.

~ Bu sorunlar nedeniyle, cevap vermek istediğimiz soru: tablo kullanmak yerine daha ufak bir programla rasyonel davranışa ulaşabilir miyiz?

- Bu soru YZ'nin zorlu görevlerinden biridir.



# Etmen programı

- Dört farklı basit etmen programı tipi birçok akıllı sistemlerde kullanılır
  - ~ Basit refleks etmenler (simple reflex agent)
  - ~ Model tabanlı refleks etmenler (model based reflex agent)
  - ~ Hedef tabanlı etmenler (goal-based agent)
  - ~ Yarar tabanlı etmenler (utility based agent)

# Etmen programı

- Basit refleks etmeni

- ~ En basit etmen türüdür.
- ~ Algı geçmişini görmezden gelerek sadece şu anki algılara göre hamle yapar.
- ~ Örnek: Basit refleks elektrik süpürgesi etmeni

**fonksiyon** REFLEKS-SUPURGE-AJANI (*[lokasyon, durum]*) **return** bir aksiyon

```
if durum = Kirli then return Temizle  
else if lokasyon = A then return Saga_git  
else if lokasyon = B then return Sola_git
```

- ~ Bu etmenin kararı tamamıyla bulunduğu lokasyon ve bu lokasyonu kirli veya temiz olma durumuna bağlıdır.

# Etmen programı

- Basit refleks etmen

~ Basit refleks davranışlar daha karmaşık ortamlarda da gözlemlenebilir.

- Otonom taksi sürücüsü programını düşünelim
- Öndeki araba yavaşlamaya başlarsa, stop lambaları yanacaktır ve etmenin bunu farkedip frene basması gerekir.
- Bu tür bağlantıları koşul-aksiyon kuralı olarak adlandırıyoruz.
  - ~ **if** ondeki-araba-fren-yapıyor **then** fren-yap.

# Etmen programı

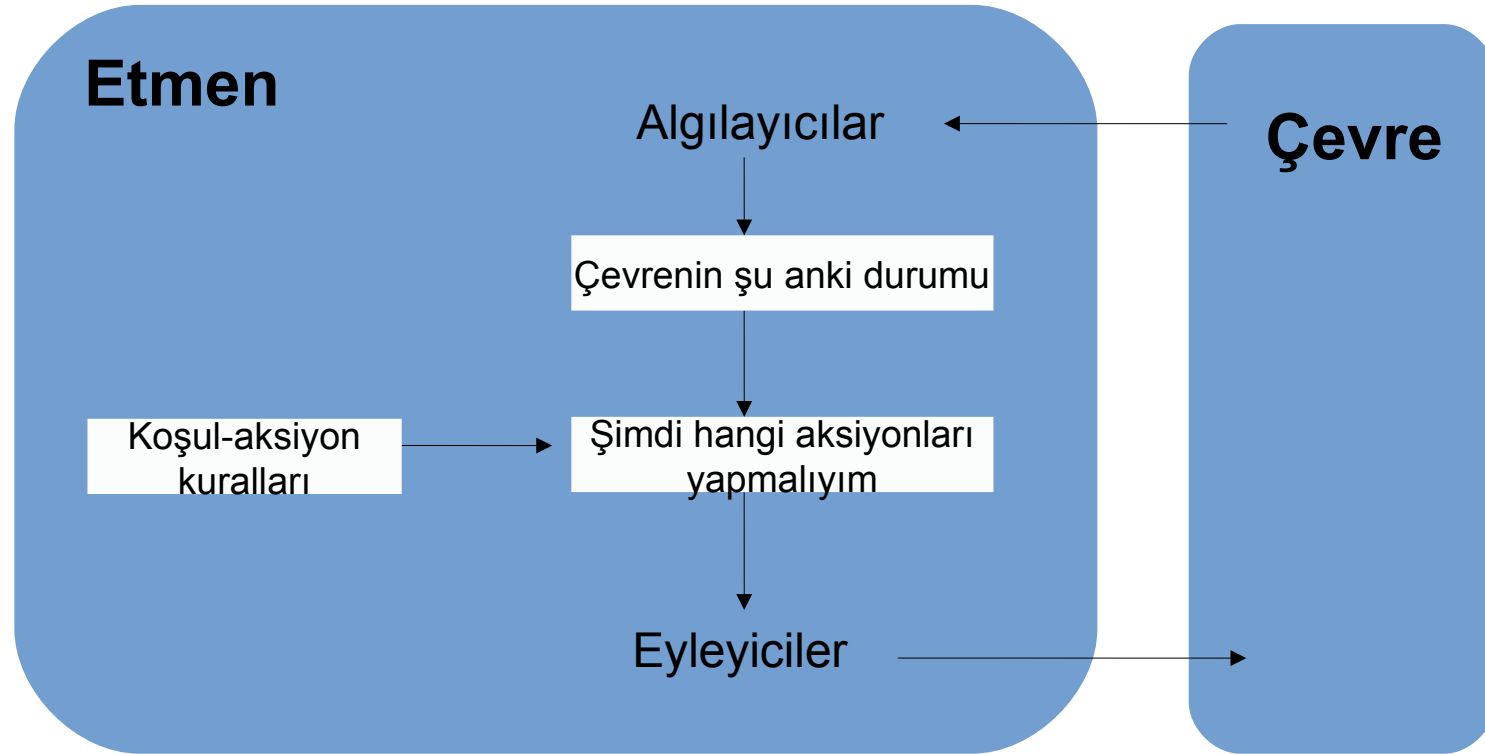
- Basit refleks etmen
  - ~ Önceki slayttaki elektrik süpürgesi programı sadece belirli bir çevrede çalışabilir.
  - ~ Daha genel bir basit refleks etmeni şu şekilde oluşturulabilir.

**fonksiyon** REFLEKS-SUPURGE-AJANI (*algı*) **dönüş** bir aksiyon  
**girdi:** *kurallar*, belli sayıda koşul-aksiyon kuralı

```
durum <== ALGI-YORUMLA(algı)  
kural <== KURAL-ESLE(durum, kurallar)  
aksiyon <== kural.AKSIYON  
return aksiyon
```

# Etmen programı

- Basit refleks etmen



- Yukardaki figür basit refleks etmenlerin şematik diyagramını göstermektedir.

~ Görüldüğü üzere etmen koşul-aksiyon kurallarını kullanarak, algı ile aksiyon arasında bağlantı kurar.

# Etmen programı

- Basit refleks etmenleri basit olmaları güzel bir özellikleridir.
  - ~ Ancak sahip oldukları yapay zeka sınırlıdır.
- Önceki slaytta gösterilen etmen programı sadece doğru karar o anki algıya dayanarak verilebiliyorsa çalışır.
  - ~ Bu da ancak tam gözlemlenebilir çevrelerde mümkündür.
  - ~ Az da olsa gözlemlenemeyen faktörler var ise, önemli sorunlar ortaya çıkabilir.

# Etmen programı

- Model tabanlı refleks etmen programı
  - ~ Kısmi gözlemlenebilirlik durumunda, etmen şu anda göremediği faktörleri kayıt altına alabilir.
  - ~ Bu durumda etmen algı geçmişine dayanan bir içsel durum bilgisi saklar ve böylece şu anki durumun gözlemlenemeyen faktörleri hakkında bilgi edinir.
    - Örneğin şerit değiştiren bir otonom sürücü etmeni, diğer arabaların görece pozisyonlarını saklamalıdır.
  - ~ İç durum bilgisini zaman geçtikçe güncelleyebilmek için etmen programı içersinde iki farklı bilgi tipi kodlanmalıdır.
    - Etmenden bağımsız olarak çevrenin ne şekilde değiştiği hakkında bilgi
    - Etmenin aksiyonları etkisiyle çevrenin ne şekilde değiştiği hakkında bilgi.
  - ~ Çevrenin değişimi hakkında bilgiler çevre modeli ismiyle adlandırılır.
    - Bu tür bir model kullanan etmenlere model tabanlı etmen denir.

# Etmen programı

- Model tabanlı refleks etmen

