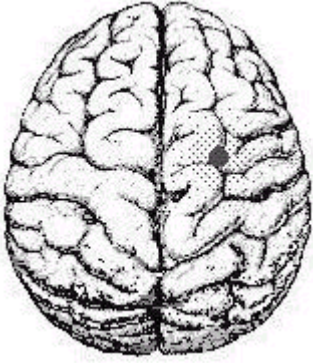


# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

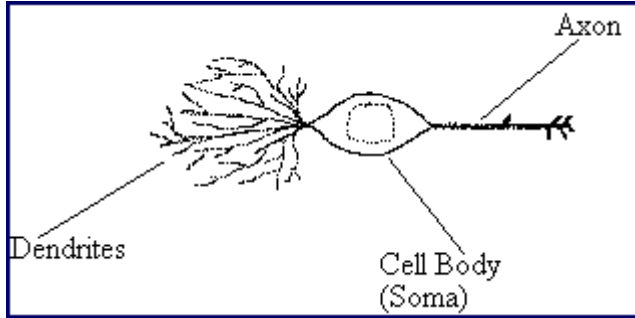
### 1.1 İNSAN BEYİNİ

İnsanoğlu icat ettiği pek çok şeyi doğadaki benzerlerinden ilham alarak geliştirmiştir, bizim konumuz da yapay zeka olduğuna göre, öncelikle zeka yetisine sahip tek organ olan beyini inceleyerek işe başlamalıyız...



İnsan beyni, birbiri ile karmaşık ilişkiler içinde bulunan 3 paund'luk bir nöron hücreleri kitlesidir. Tüm aktivitelerimizi kontrol eder, yaradılışın en görkemli ve gizemli harikalarından biridir. İnsan zekasını, duyuların yorumunu, hareketlerin denetimini oluşturur. Bu inanılmaz organ bilim adamlarını olduğu kadar, bilim dışında olanları da şaşırtmaktadır. Beyin üzerine duyulan büyük ilgi ve konu üzerinde yapılan çalışmalar, yeni başlamış değildir. İnsanda ve diğer canlılarda yaşamsal faaliyetlerin yerine getirilmesinde merkez konumunda bulunan beyin üzerindeki çalışmalar yüzyıllardır yapılmakta ve bugün de tam olarak anlaşılamadığı için içinde bir çok disiplin içeren nörolojik bilimler alanında çalışmalar hızla devam etmektedir.

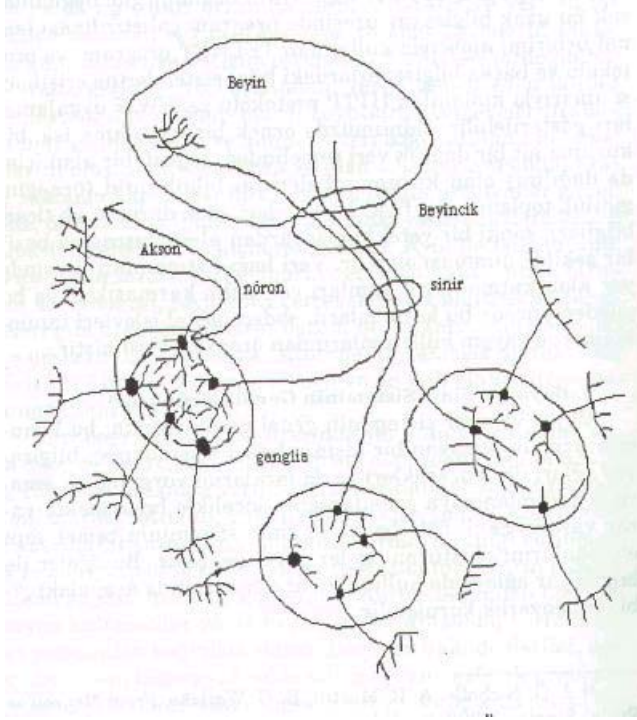
İnsan beynindeki bir nöron:



Beynimizin sadece 1 cm<sup>3</sup>'ünde, bir trilyon bağlantıya sahip, 100 milyar sinir hücresi (nöron) bulunmakta ve bu nöronlar arasında her bir saniyede 10 milyon x milyar kere uyarı gerçekleşmektedir. Bütün bunlar beraberce yaklaşık 1300 gram ağırlığında,

sınırsız kompleks bir kimyasal fabrikada gerçekleşmektedir. Bu fabrika içerisinde hücreler arası bağlantılar ve etkileşimler ve bu etkileşimi sağlayan elektriksel etkiler ve kimyasal maddeler hafıza sistemimizin temelini teşkil etmektedir. Bu sinir hücreleri bir bilgisayarın işlemcisine göre kat kat yavaş çalışmaktadırlar, ancak insan beyninin gücü bu milyarlarca hücrenin aynı anda ve beraberce (paralel olarak) çalışabilmesinden kaynaklanmaktadır.

Beynimize gelen bir sinyalin sinirler tarafından tüm vücudumuza iletilmesinin, saniyenin 50 de 1'i gibi kısa bir sürede gerçekleştiğini biliyor muydunuz ?



İnsan beyni hiç bir bilgisayarla karşılaştırılmayacak kadar karmaşık ve üstün bir sisteme sahiptir. Beynin içine derinlemesine girildikçe, bizim kavrayabilme sınırlarımızı zorlayan detaylarla karşılaşırız, orda henüz kavramayı tam olarak beceremediğimiz bambaşka bir dünya vardır.

Bizim yerimize düşündüğünü zannettiğimiz beyin aslında karar verme yeteneğine sahip olmayan basit hücrelerden oluşur. Dışideki yumurta hücresinin, erkekten gelen sperm hücresiyle birleşmesi sonucu meydana gelen hücre, tekrar-tekrar

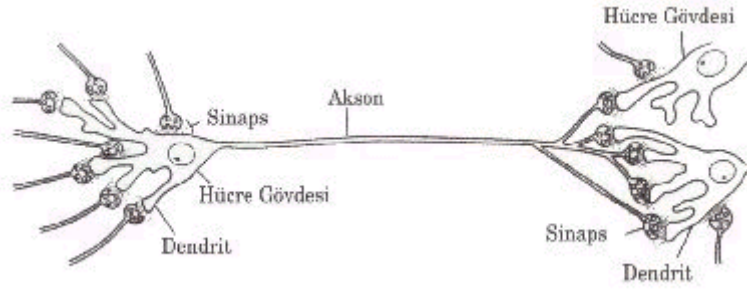
bölünerek binlerce, milyonlarca hücre oluşturur. Vücutta bulunan tüm hücrelerin ortak özellikleri vardır. Çekirdek, mitokondri, sitoplazma vb... Fakat her hücre farklı bir dokuyu oluşturur. Beyin ve sinir sistemini oluşturan hücrelere nöron denir. Nöronların ise diğer hücrelerden belirgin olarak görülen farklılıkları akson ve dendrit adı verilen iki uzantılarının olmasıdır. Hücre çoğalmasının 18. gününde sinir sisteminin ilk farklılaşmaları oluşmaya başlar. Embriyonun sinir sistemi oluşmaya başlarken başkalaşan sinir hücrelerinin akson ve dendritleri hücre gövdesinden uzar. Her nöronun sahip olduğu akson ve dendritlerin uzunlukları birbirinden farklıdır ve hepsi sahip oldukları uzunluklara göre bir görev üstlenmişlerdir. Mesela, omurilikten ayağa mesaj iletecek akson 1 m. uzunluğundayken, gözümüzden beynimize uzanan diğer bir akson sadece 5 cm. uzunluğundadır.

Vücuttaki milyarlarca akson ve dendrit, görevlerini gerçekleştirmek için sadece kendilerine gerekli olacak uzunluğa kadar gelişir ve ardından büyümeleri durur. Vücuttaki tüm nöronların sahip olduğu bu uzantılar sayesinde tüm bilgiler gereken yerlere iletilir. Nöronların bu şekilde olması, vücudun her kösesine yayılarak sinir sistemimizi oluşturmalarını ve vücudumuzdaki haberleşmeyi çok hızlı bir şekilde gerçekleştirmelerini sağlar. Böylece beyin vücuttaki her noktadan eksiksiz bilgi alır. İletişimin en önemli elemanları ise elbette ki nöronlardaki akson ve dendritlerdir. Her ikisi arasında çok uyumlu bir iş bölümü vardır. Dendritler gelen mesajı hücre gövdesine iletmekle, aksonlar ise hücre gövdesinde değerlendirilen bu mesajı başka bir nörona iletmekle görevlidirler.

Bir nöronun birden çok dendrite sahip olması onun vücudunun değişik yerlerindeki nöronlarla birebir iletişim halinde olmasını sağlar. İnsan bedenindeki 100 milyar nöron göz

önüne alındığında ve bunların her birinin birden fazla dendrite sahip olduğu düşünüldüğünde, sinir sisteminin, ne kadar karmaşık olduğu daha iyi anlaşılacaktır. Tipik bir nöron 1.000 ile 10.000 farklı bağlantıya sahip olabilir ve 1.000 farklı nöronla dolaylı bağlantıya geçerek, onlardan da kendisine bilgi akışı olmasını sağlayabilir' demektir –ki bu böylece uzayıp gider-. Bu rakamlar üzerinde düşündüğümüzde de, sinir sistemindeki sonsuz bağlantıların oluşturduğu karmaşık ağ daha iyi hayal edilebilir.

Beyin ve sinir sisteminde fiziksel katmana bakıldığında, işlemci, sinyal iletim ortamı ve yol verici olarak, sinir sisteminin temel ögesi olan nöron, ya da sinir hücresi görülmektedir. Sinir hücresini oluşturan dendrit, hücre gövdesi, akson ve akson uçları (sinaps) şekilde gösterilmiştir.



Dendritler sinaptik sinyalleri girdi olarak almakta, hücre gövdesi bu sinyalleri -bilindiği kadarıyla- analog bir yöntemle işlemekte ve üretilen denetim sinyali ya da sinyalleri aksonlar aracılığı ile denetlenecek hedef hücrelere iletilmektedir.

Tipik bir nöron, hücre gövdesi ve dendritleri üzerine dış kaynaklardan gelen elektrik darbelerinden üç şekilde etkilenir. Gelen darbelerden bazıları nöronu uyarır, bazıları bastırır, geri kalanı da davranışında değişikliğe yol açar. Nöron yeterince uyarıldığında çıkış kablosundan (aksonundan) aşağı bir elektriksel işaret göndererek tepkisini gösterir. Genellikle bu tek akson üzerinde çok sayıda dallar olur. Aksondan inmekte olan elektrik işareti dallara ve alt dallara ve sonunda başka nöronlara ulaşarak onların davranışını etkiler. Nöron, çok sayıda başka nöronlardan genellikle elektrik darbesi biçiminde gelen verileri alır. Yaptığı iş bu girdilerin karmaşık ve dinamik bir toplamını yapmak ve bu bilgiyi aksonundan aşağı göndererek bir dizi elektrik darbesi biçiminde çok sayıda başka nörona iletmektir. Bu çalışma mantığı örnek alınarak yapay sinir ağları geliştirilmiştir. Nöron, bu etkinlikleri sürdürmek ve molekül sentezlemek için de enerji kullanır fakat başlıca işlevi işaret alıp işaret göndermektir, yani bilgi alışverişidir.

Ortalama bir beyinde milyarca sinir hücresi vardır. Dolayısıyla sayıları arttıkça beyin işlevlerinin de artacağı açıktır. Nöron sayısı kadar önemli olan bir diğer özellik; nöronların uzantıları aracılığı ile diğer nöronlarla oluşturdukları ilişkilerdir. Bilgi alışverişinin yapıldığı bu ilişki noktaları (sinapslar) nöron başına 1000 ile 10.000 arasında değişir. Sinapslar, etkiye akım

var / akım yok şeklinde tepki gösterir. Demek ki, bir nöron  $10^3$  hatta  $10^4$  tepki verebilir.  $10^{10}$  nöron olduğuna göre, sinir sisteminde tepki sayısı ya da bilgisayar deyimiyle söylersek bit sayısı, 10 trilyon ile 100 trilyon arasında değişecektir. Bu bit sayısı 500 sayfalık, bir milyon kitabı dolduracak büyüklüktedir. (Yaklaşık 116.416 Gb.)

## 1.2 ÖĞRENME

Beynin en önemli işlevlerinden birisi de insanın çevresinde olanları öğrenmesi ve edindiği bilgileri daha sonra kullanmak üzere depolamasıdır. Çevreden gelen uyarıların değerlendirilmesi ve uygun davranışların geliştirilmesi öğrenme yoluyla olmaktadır. Öğrenilen bilginin saklanması ise bellek sağlar. Öğrenme çok geniş bir kavram olup görme, işitme, dokunma, tat ve doku duyguları ile algılanan uyarıların beyinde ilişkilendirilme, tekrarlama gibi birden çok beyin işlemi sonucu gerçekleşir. Öğrenmenin doğrudan bir ölçümü yapılamayıp ancak ortaya çıkan davranış değişiklikleri ile değerlendirilebilmektedir.

Öğrenme biçimleri uyarı yanıt ilişkisine göre ilişkilendirilmiş (asosiye) ve ilişkilendirilmemiş (asosiye) olmayan üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Çevreden gelen tekrarlayan uyarıya karşı oluşan belirli bir yanıtın, zaman içinde meydana gelen değişme, ilişkilendirilmemiş öğrenme biçimini oluşturur. Bu öğrenme biçiminde tek bir yanıt ve ona karşı oluşmuş başka bir uyarı ile ilişkilendirilmemiş belirli bir yanıt söz konusudur. Bir alt biçimi olan alışma uyarının etkinliğinin zaman içinde sönmesi ve ilk ortaya çıkan yanıtın şiddetinin azalmasıdır. Bulduğumuz odada saatin tik taklarını bir süre sonra duymamamız bu öğrenme biçimi için bir örnektir. Bunun tam tersi olan duyarlılaşmada ise yanıtın şiddeti tekrarlayan uyarı ile artar. Ocak üzerinde çok sıcak olan bir kabı ilk ellediğimizde elimizi hızla geri çekeriz. Daha sonra kap ılıklaşsa bile biz kaba değdiğimizde kabın sıcaklığı ile uyumlu olmayacak şekilde elimizi hızla çekeriz. Bu iki tip öğrenme biçimi, en basit organizmalardan en karmaşık organizmalara kadar tüm canlılarda kullanılır.

İlişkilendirilmiş öğrenme biçimlerinden birisi, klasik şartlanmadır ve Pavlov'un köpeklerle yaptığı sindirim sistemi çalışmaları en bilinen örneği oluşturur. -Daha önce tükürük salgılanmasına neden olmayan bir uyarı (zil sesi), belli bir süre ve aşamadan sonra salgılamaya neden olur. Zil sesini duyduktan sonra yemek verilen köpek, bir süre sonra bunun tekrarlanması sonucunda yemek verilmeden zil sesini duyduğunda tükürük salgısında artış olur. Zil sesi şartlı uyarı, yemek şartsız uyarı, zil karşısında oluşan tükürük salgısı şartlı reflektir.- Şartlı refleksin oluşması için şartlı ve şartsız uyarıların belli sayıda tekrar etmesi gerekir. Pavlov'a göre hayvanlar ve insanlarda öğrenme düşüncelerin ilişkilendirilmesi değil, uyarıların ilişkilendirilmesidir. Rescola ve Wagner bu model üzerindeki çalışmalarında klasik şartlanmanın tek başına şartlı ve şartsız uyarının birlikteliği ve tekrarlanması sonucu oluşmayacağını ileri sürmüşlerdir. Rastgele bir araya gelen uyarılar bir anlamlılık oluşturuyorsa ne kadar sık

tekrarlasa da öğrenme biçimine dönüşmez. Canlılar tüm olasılık ve bağlantıları değerlendirip birbiriyle ilişkisi olan şartlı ve şartsız uyaranları bir araya getirerek öğrenmeyi gerçekleştirir. Bir başka deyişle beyin, çevredeki birbiriyle bağlantılı ya da ilişkili olayları seçer ve saptar.

Diğer bir önemli ilişkilendirilmiş (asosiyatif) öğrenme örneği ise operan şartlı öğrenmedir. Bu öğrenme biçimine deneme yanılma yöntemi de denmektedir. Klasik şartlanma iki uyarı arasındaki bağlantıyı içerirken, operan şartlanma bir uyarı ile canlının bu uyarıya karşı oluşturduğu davranışı içerir. Skinner'in incelediği operan şartlanma modelinde bir kafes içine konan sıçan, bir ışık karşısında bir düğmeye basarak yiyeceğe ulaşacağını öğrenir. Başlangıçta yiyeceğe nasıl ulaşacağını bilemeyen sıçan, birbirinden farklı davranışlar sergiler ve önünde duran düğmeye rastgele basarken yemeğe ulaşır. Bu davranışını birkaç kez tekrarlayıp aynı sonuca ulaşan sıçan, ışık yandığında düğmeye basar ve yiyeceğini alır.

Farklı gibi görünen klasik ve operan şartlanmada temel kurallar aynıdır. Ödüllendirme ve kaçınma mekanizmaları gelişen davranışı belirlemektedir ve her iki şartlanma biçiminde de aynı sinir sistemi mekanizmaları yer alır. Tüm canlılar çevrede olanları ve rastlantıları ilişkilendirilmiş öğrenme ile fark eder ve öğrenir. Ancak gerçekte şartlı ve şartsız uyaranlar, öğrenme modellerinde olduğu gibi tek başlarına ve düzenli aralıklarla tekrar etmezler. Canlılar karşı karşıya kaldıkları pek çok uyaran arasında aralarında yaşamını devam ettirmede önemli olan biyolojik olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu uyaranlar arasında bağlantı kurar. Bu ilişkilendirilmiş öğrenme biçimleriyle canlılar birbiriyle ilişkili ve ilişkisiz olayları birbirinden ayırt ediyor ve çevrede olanların nedensel bağlantılarını saptıyor. Hangi uyarıların önemli olduğu, dikkate alınması gerektiği için ya daha önceden sinir sisteminde programlanmış doğru bilgi ya da sonradan öğrenme gerekmektedir. Genetik ve gelişimsel programlama, değişik aşamalarda en basit canlılardan en karmaşık canlı olan insana kadar tüm canlılarda bulunmaktadır. İnsanın yaşamını devam ettirmesi, çevreye uyum sağlaması ve bulunduğu noktadan daha ileriye gitmesi öğrenme, esnek karar verebilme ve farklı uyaranlar arasında yeni bağlantıları farkedebilmesi ile gerçekleşebiliyor.

Edinilen bilginin saklanması ve geri çağrılmasına göre öğrenme ve bellek, iki ana guruba ayrılır. Çevremizde olanlar, evren, insanlar ve yerler ile olan bilgileri, sözcüklerle ifade edilen, tanımlayıcı bellek ya da deklaratif bellek biçiminde saklarız. Algı ve motor yeteneği gerektiren bazı işleri nasıl yapılacağı konusunda sözcüklerle ifade edemediğimiz, tanımlama biçimine getirilmemiş olan tepkisel (refleksif) bellek biçimini kullanırız. Tanımlayıcı belleğin oluşması bilinçli bir düşünme sürecini gerektirir. Bu süreç içinde değerlendirme, karşılaştırma ve bir araya getirme gibi bilişsel işlemleri kullanır. Tanımlayıcı bellekten bilgilerin çağrılma işlemi yaratıcı bir süreç olup, yeniden sıralama, yeniden yapılandırma ve orijinal olanı yoğunlaştırma

işlemlerini içerir. Bilginin tanımlayıcı olarak depolanması, bizim kişisel algı yapımıza göre ve daha önce edinilmiş bilgilere göre kişiden kişiye farklılık göstererek oluşmaktadır.

Tepkisel (refleksif) bellek ise bir işlemin fark edilmeden çok sayıda tekrarı sonucu zaman içinde birikerek oluşur. Tepkisel bellek bilinçli düşünme ya da karşılaştırma, değerlendirme gibi bilişsel (kognitif / cognitive) işlemler gerekmeden oluşur ve genellikle kelimelerle ifade edilmez. Bazı algı ve motor yeteneklerin kazanılması, gramer gibi bazı kuralların öğrenilmesi tepkisel bellek ile olmaktadır.

Pek çok durumda her iki bellek ve öğrenme biçimi de yer alır. Örneğin araba kullanmak başlangıçta tanımlayıcı (deklaratif) bellek ile gerçekleşirken bir zaman sonra tepkisel (refleksif) belleğe geçer ve artık araba kullanma kuralları her kullanışta sözcüklerle ifade edilmez, kısaca otomatikleşir.

### **1.3 YAPAY ZEKAYA GİRİŞ**

Yapay zeka, insanın düşünme yapısını anlamak ve bunun benzerini ortaya çıkaracak bilgisayar işlemlerini geliştirmeye çalışmak olarak tanımlanır. Yani programlanmış bir bilgisayarın düşünme girişimidir. Daha geniş bir tanıma göre ise, yapay zeka, bilgi edinme, algılama, görme, düşünme ve karar verme gibi insan zekasına özgü kapasitelerle donatılmış bilgisayarlardır.

Bu konudaki ilk çalışma McCulloch ve Pitts tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacıların önerdiği, yapay sinir hücrelerini kullanan hesaplama modeli, önermeler mantığı, fizyoloji ve Turing'in hesaplama kuramına dayanıyordu. Her hangi bir hesaplanabilir fonksiyonun sinir hücrelerinden oluşan ağlarla hesaplanabileceğini ve mantıksal “ve” ve “veya” işlemlerinin gerçekleştirilebileceğini gösterdiler. Bu ağ yapılarının uygun şekilde tanımlanmaları halinde öğrenme becerisi kazanabileceğini de ileri sürdüler. Hebb, sinir hücreleri arasındaki bağlantıların şiddetlerini değiştirmek için basit bir kural önerince, öğrenebilen yapay sinir ağlarını gerçekleştirmek de olası hale gelmiştir.

1950'lerde Shannon ve Turing bilgisayarlar için satranç programları yazıyorlardı. İlk yapay sinir ağı temelli bilgisayar SNARC, MIT'de Minsky ve Edmonds tarafından 1951'de yapıldı. Çalışmalarını Princeton Üniversitesi'nde sürdüren Mc Carthy, Minsky, Shannon ve Rochester'le birlikte 1956 yılında Dartmouth'da iki aylık bir çalışma toplantısı düzenledi. Bu toplantıda bir çok çalışmanın temelleri atılmakla birlikte, toplantının en önemli özelliği Mc Carthy tarafından önerilen Yapay zeka adının konmasıdır. İlk kuram ispatlayan programlardan Logic Theorist (Mantık kuramcısı) burada Newell ve Simon tarafından tanıtılmıştır.

Daha sonra Newell ve Simon, “insan gibi düşünme” yaklaşımına göre üretilmiş ilk program olan General Problem Solver (Genel sorun çözücü) ‘ı geliştirmişlerdir. Simon, daha sonra fiziksel simge varsayımını ortaya atmış ve bu kuram, insandan bağımsız zeki sistemler yapma çalışmalarıyla uğraşanların hareket noktasını oluşturmuştur.

Bundan sonraki yıllarda mantık temelli çalışmalar egemen olmuş ve programların başarımlarını göstermek için bir takım yapay sorunlar ve dünyalar kullanılmıştır. Daha sonraları bu sorunlar gerçek yaşamı hiçbir şekilde temsil etmeyen oyuncak dünyalar olmakla suçlanmış ve yapay zekanın yalnızca bu alanlarda başarılı olabileceği ve gerçek yaşamdaki sorunların çözümüne ölçeklenemeyeceği ileri sürülmüştür.

Geliştirilen programların gerçek sorunlarla karşılaştığında çok kötü bir başarıml göstermesinin ardındaki temel neden, bu programların yalnızca sentaktik bir şekilde çalışıp konu ile ilgili bilgileri kullanmamasıydı. Bu dönemin en ünlü programlarından Weizenbaum tarafından geliştirilen Eliza, karşısındaki ile sohbet edebiliyor gibi görünmesine karşın, yalnızca karşısındaki insanın cümleleri üzerinde bazı işlemler yapıyordu. İlk makine çevirisi çalışmaları sırasında benzeri yaklaşımlar kullanılıp çok gülünç çevirilerle karşılaşıncı bu çalışmaların desteklenmesi durdurulmuştur.

Zeki davranışı üretmek için bu çalışmalarda kullanılan temel yapılarıdaki bazı önemli yetersizliklerin de ortaya konmasıyla bir çok araştırmacılar çalışmalarını durdurdular. Buna en temel örnek, sinir ağları konusundaki çalışmaların Minsky ve Papert’in 1969’da yayınlanan Perceptrons adlı kitaplarında tek katmanlı algaçların bazı basit problemleri çözemeyeceğini gösterip aynı kısırlığın çok katmanlı algaçlarda da beklenilmesi gerektiğini söylemeleri ile bıçakla kesilmiş gibi durmasıdır.

Her sorunu çözecek genel amaçlı program yerine belirli bir uzmanlık alanındaki bilgiyle donatılmış programlar kullanma fikri yapay zeka alanında yeniden bir canlanmaya yol açtı. Kısa sürede uzman sistemler adı verilen bir metodoloji gelişti. Fakat burada çok sık rastlanan tipik bir durum, bir otomobilin tamiri için önerilerde bulunan uzman sistem programının otomobilin ne işe yaradığından haberi olmamasıydı.

İnsanların iletişimde kullandıkları Türkçe, İngilizce gibi doğal dilleri anlayan bilgisayarlar konusundaki çalışmalar bu sıralarda hızlanmaya başladı. Doğal dil anlayan programların dünya hakkında genel bilgiye sahip olması ve bu bilgiyi kullanabilmek için genel bir metodolojisi olması gerektiği belirtilmekteydi.

Uzman dizgelerin başarıları beraberinde ilk ticari uygulamaları da getirdi. Yapay zeka yavaş yavaş bir endüstri haline geliyordu. DEC tarafından kullanılan ve müşteri siparişlerine göre donanım seçimi yapan R1 adlı uzman sistem şirkete bir yılda 40 milyon dolarlık tasarruf

sağlamıştı. Birden diğer ülkelerde yapay zekayı yeniden keşfettiler ve araştırmalara büyük kaynaklar ayrılmaya başlandı. 1988’de yapay zeka endüstrisinin cirosu 2 milyar dolara ulaşmıştı. Bütün bu çalışmaların sonunda yapay zeka araştırmacıları iki guruba ayrıldılar. Bir gurup insan gibi düşünen sistemler yapmak için çalışırken, diğer gurup ise rasyonel karar verebilen sistemler üretmeyi amaçlamaktaydı

#### 1.4 YAPAY ZEKA

Günlük yaşantıda zihinsel kapasite çok önemli olduğu için insanlar bilimsel olarak akıllı insan ( Homo sapien) olarak isimlendirilmiştir. Yapay zeka, YZ, (AI-Artificial Intelligence) alanı zeki varlıkları anlamaya çalışır. Bu nedenle YZ çalışmalarının bir amacı kendimiz hakkında daha fazla şey öğrenmektir. Felsefe ve psikolojiden farklı olarak YZ yalnız zekayı anlamaya değil aynı zamanda zeki varlıklar yapmaya çabalar. YZ çalışmalarının bir diğer nedeni de başlangıç aşamasında bile ilginç ve yararlı ürünler yapılmış olmasıdır. Şeklen 1956’da başlayan YZ en yeni disiplinlerden biridir. Fizik gibi disiplinler de çalışanlar bütün iyi fikirlerin Galileo, Newton, Einstein ve diğer bilim adamları tarafından üretildiğini ve yeni bir fikrin ortaya çıkması için yıllar boyu süren çalışmaların gerektiğini düşünebilir. Ama YZ çok yeni bir disiplin olduğu için üretilecek çok fikir vardır.

YZ; algılama, mantıksal muhakeme gibi genel amaçlı alanlar ve satranç oynama, şiir yazma, matematik teoremlerinin ispatlanması ve hastalıkların teşhisi gibi özel amaçlı alt alanları içerir. Bilgisayar,metamatik,mühendislik,biyoloji,dilbilim ve psikoloji bilimlerinin ortak etkileşiminden oluşan yani bir bilim dalının yaratmayı tasarladığı yapay beyine, yapay zeka adı verilmektedir.

Yapay zekayı oluşturan bileşenleri ortak bir şemada toplayabiliriz:



#### YZ nedir ?

Değişik şekillerde yapılan YZ tanımları aşağıdaki 4 gruptan birine düşer

- İnsan gibi düşünen sistemler.
- İnsan gibi davranan sistemler.
- Rasyonel düşünen sistemler.
- Rasyonel davranan sistemler.

Yukarıda görüldüğü tanımlar insana veya rasyonelliğe göre yapılmıştır. Bu da insanların her zaman rasyonel davranmadıklarını belirtmektedir. İnsan merkezli yaklaşım hipotez ve deneysel doğrulamayı içerirken, rasyonalist yaklaşım matematik ve mühendisliği içermektedir. Aşağıda her tanım ayrıntılı olarak incelenmiştir.

### **İnsan gibi Davranmak: Turing Test yaklaşımı**

*Turing Test*, zekanın işlemsel tanımını sağlamak için Alan Turing (1950) tarafından tasarlanmıştır. Turing zeki davranışı, soru soran kimseyi tüm anlamaya ait işlemlerde şaşırtacak şekilde insan seviyesinde davranma olarak tanımlamıştır. Sorular bir hat üzerinden uzaktan sorulmakta ve hattın ucunda insan mı yoksa bilgisayar mı olduğu anlaşılmaya çalışılmaktadır. Bu testi geçmek için bilgisayarın insan seviyesinde performans göstermesi gerekir. Şimdilik bu testi geçmek çok zor görünmektedir. Bu test için bilgisayarın aşağıdaki yeteneklere sahip olması gerekmektedir:

- **Doğal dil işleme:** Türkçe veya İngilizce (insan dilleri) haberleşebilmeyi sağlamak için.
- **Bilgi Gösterimi :** Soruşturma sırasında veya öncesinde bilgi depolamak için.
- **Otomatik Muhakeme :** Depolanan bilgiyi kullanarak cevap verebilme veya yeni sonuçlar çıkarma.
- **Öğrenme :** Yeni koşullara adapte olma ve kalıpları saptama.

Turing test'te soruşturmayı yapan ve bilgisayar birbirini kesinlikle görmez. Buna karşın *Toplam Turing Test*'te video sinyali de kullanılır. Böylece soruşturmayı yapan kişi fiziksel nesnelere algılama yeteneğini de ölçebilir. Bu test için bilgisayarın aşağıdaki yeteneklere sahip olması gerekir:

- **Görme :** Nesnelere algılamak için.
- **Robotik :** Nesnelere hareket ettirmek için.

YZ'de Turing Testi geçmek için yapılan büyük bir çalışma yoktur. İnsan gibi davranma meselesi insanlarla etkileşen YZ programları için geçerlidir. Örneğin kullanıcı ile iletişimde bulunan bir dil işleme sistemi insan gibi konuşmalıdır.

### **İnsan Gibi Düşünmek**

Verilen bir programın insan gibi düşündüğünü söyleyebilmek için insanların nasıl düşündüğünü saptamanın bir yolunu bulmamız gerekir. İnsanın nasıl düşündüğünü iki şekilde

öğrenebiliriz. Birincisi kendi düşüncelerimizi gözleme, ikincisi ise psikolojik deneyler yapmaktır. Düşünme ile ilgili yeterince kesin teorilere erişilirse bu teoriler bilgisayar programı olarak ifade edilebilir.

Bazı araştırmacılar programları herhangi bir yöntemi kullanarak doğru sonucu bulacak şekilde yazarken bazı araştırmacılar da sonucun doğru ya da yanlış olmasına bakmaksızın insanların düşündüğü şekilde çözümü arayan programlar yazmaktadır.

### **Rasyonel Düşünme: Düşünme Kanunları**

Doğru düşünmeyi kodlamaya ilk çalışanlardan biri Aristotle'dır. Aristotille mantığına göre doğru önermeler verildiğinde daima doğru sonuç elde edilir. Aşağıda buna ait bir örnek verilmiştir:

Socrates insandır. İnsanlar ölümlüdür. → Öyleyse Socrates ölümlüdür.

Bu düşünme kanunlarının düşünme işlemini yönettiği kabul edildi ve Mantık alanını başlattı. YZ'de mantık taraftarları problemleri mantıksal notasyonla tanımlayarak akıllı sistemler oluşturmaya çalışmışlar. Bu konuda karşılaşılan iki büyük engel:

- Konuşma diline özgü bilgilerin %100 kesinlik ifade etmediği durumda mantık formunda belirtme güçlüğü
- Problemleri prensipte çözmekle, pratikte çözmek arasındaki fark. Birkaç düzine önerme bile bilgisayarın sınırını aşabilir. Bu da prensip olarak çözülebilecek problemlerin pratikte çözümünü güçleştirmektedir.

### **Rasyonel Davranma: Rasyonel Ajan Yaklaşımı**

Rasyonel davranma, inanışları baz alarak amaca erişecek şekilde davranmaktır. Farklı YZ çalışmalarına benzer şekilde yaklaşabilmek için ajan (agent) sözcüğü kullanılmaktadır. Buradaki kullanım normal anlamının dışındadır. Ajan algılayan ve davranan herhangi bir şeydir. Ajan yaklaşımında YZ çalışmaları; rasyonel ajan çalışmaları ve rasyonel ajan oluşturmadır.

Düşünme kanunlarında vurgulanan doğru çıkartımdır. Doğru çıkartımda bulunmak bazen rasyonel ajanın (RA) bir parçası olabilir. Çünkü rasyonel davranmanın bir yolu, mantıksal olarak bir davranışın istenen amacı sağlayacağı sonucu çıkartılırsa bu sonuç üzerine belirlenen şekilde davranılır. Diğer yandan doğru çıkartım tam rasyonellik değildir. Bazen yapılacak şeyin doğru olacağı ispat edilmeden yapılması gerekebilir. Örneğin kızgın bir sobadan elin çekilmesi reflektir ve kızgınlığı hissettikten sonra hangi hareketin yapılacağını düşünerek yapılan yavaş hareketten daha etkilidir. Sobadan elin çekilmesi bir doğru çıkartım sonucu olmamakta ama

rasyonel bir davranıştır. Mükemmel rasyonellik daima doğru şeyi yapmaktır ve karmaşık bir çevrede daima doğru şeyi yapmak mümkün değildir.

RA yaklaşımının iki üstünlüğü vardır:

- Düşünme kanunları yaklaşımından daha geneldir. Çünkü rasyonel davranmak için doğru çıkartım faydalı bir mekanizma olmasına karşın gerekli değildir.
- Rasyonelliğin tanımı açıkça yapıldığı için bilimsel gelişmeye insan davranışından veya insan düşüncesinden daha yatkındır.

## 1.5 YAPAY ZEKAYA YAKLAŞIMLAR

Yapay zeka gerçekten de bilgisayar bilimleri içinde en belirsiz olanlardan birisidir. Bu nedenle ne olduğu ne olmadığı (hatta olup olmadığı bile) hala tartışılmaktadır. Dolayısıyla benzer durumlarda da olduğu gibi bazı yaklaşımlar mevcuttur.

### Matematiksel Yaklaşım

Kaos teorisinin beynin üst düzey fonksiyonlarının modellenmesinde önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir. İnsan beyni gibi bir fonksiyon üstlenmesine çalışılan bir sistemin tasarlanmasındaki çabalar için, kuşkusuz kaos teorisi çok önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü tasarılar ortaya konulacak modelleri temel almaktadır.

Kaos teorisi, sayısal bilgisayarların ve onların çıktılarını çok kolay görülebilir hale getiren ekranların ortaya çıkmasıyla gelişti ve son on yıl içinde popülerlik kazandı. Ancak kaotik davranış gösteren sistemlerde kestirim yapmanın imkansızlığı bu popüler görüntüyle birleşince, bilim adamları konuya oldukça kuşkucu bir gözle bakmaya başladılar. Fakat son yıllarda kaos teorisinin ve onun bir uzantısı olan fraktal geometrinin, borsadan meteorolojiye, iletişimden tıbbı, kimyadan mekaniğe kadar uzanan çok farklı dallarda önemli kullanım alanları bulması ile bu kuşkular giderek yok olmaktadır.

Teoriye temel oluşturan matematiksel ve temel bilimsel bulgular, 18.yüzyıla, hatta bazı gözlemler antik çağlara kadar geri gidiyor. Yunan ve Çin mitolojilerinde yaratılış efsanelerinde başlangıçta bir kaosun olması rastlantı değil. Özellikle Çin mitolojisindeki kaosun, bugün bilimsel dilde tanımladığımız olgularla hayret verici bir benzerliği olduğunu görüyoruz. Batı'da da daha sonraki dönemlerde bilim adamları tarafından karmaşık olgulara dair gözlemler yapılmıştır. Poincare, Weierstraas, von Koch, Cantor, Peano, Hausdorff, Besikoviç gibi çok üst düzey matematikçiler tarafından bu teorisinin temel kavramları oluşturulmuştur.

Karmaşık sistem teorisinin ardında yatan yaklaşımı felsefe, özellikle de bilim felsefesi açısından inceleyecek olursak, ortaya ilginç bir olgu çıkıyor. Aslında bugün pozitif bilim olarak

nitelendirdiğimiz şey, batı uygarlığının ve düşünüş biçiminin bir ürünüdür. Bu yaklaşımın en belirgin özelliği, analitik oluşu yani parçadan tüme yönelmesi (tümevarım).

Genelde karmaşık problemleri çözmeye kullanılan ve bazen çok iyi sonuçlar veren bu yöntem gereğince, önce problem parçalanıyor ve ortaya çıkan daha basit alt problemler inceleniyor. Sonra, bu alt problemlerin çözümleri birleştirilerek, tüm problemin çözümü oluşturuluyor. Ancak bu yaklaşım görmezden gelerek ihmal ettiği parçalar arasındaki ilişkilerdir. Böyle bir sistem parçalandığında, bu ilişkiler yok oluyor ve parçaların tek tek çözümlerinin toplamı, asıl sistemin davranışını vermekten çok uzak olabiliyor.

Tümevarım yaklaşımının tam tersi ise tümevarım, yani bütüne bakarak daha alt olgular hakkında çıkarsamalar yapmak. Genel anlamda tümevarımı Batı düşüncesinin, tündengeli Doğu düşüncesinin ürünü olarak nitelendirmek mümkündür. Kaos yada karmaşıklık teorisi ise, bu anlamda bir doğu-Batı sentezi olarak görülebilir. Çok yakın zamana kadar pozitif bilimlerin ilgilendiği alanlar doğrusallığın geçerli olduğu, daha doğrusu çok büyük hatalara yol açmadan varsayılabilirdiği alanlardır. Doğrusal bir sistemin girdisini  $x$ , çıktısını da  $y$  kabul edersek,  $x$  ile  $y$  arasında doğrusal sistemlere özgü şu ilişkiler olacaktır:

*Eğer  $x_1$ 'e karşılık  $y_1$ ,  $x_2$ 'ye karşılık  $y_2$  elde ediyorsak, girdi olarak  $x_1+x_2$  verdiğimizde, çıktı olarak  $y_1+y_2$  elde ederiz.*

Bu özellikleri sağlayan sistemlere verilen karmaşık bir girdiyi parçalara ayırıp her birine karşılık gelen çıktıyı bulabilir, sonra bu çıktıların hepsini toplayarak karmaşık girdinin yanıtını elde edebiliriz. Ayrıca, doğrusal bir sistemin girdisini ölçerken yapacağımız ufak bir hata, çıktının hesabında da başlangıçtaki ölçüm hatasına orantılı bir hata verecektir. Halbuki doğrusal olmayan bir sistemde  $y$ 'yi kestirmeye çalıştığımızda ortaya çıkacak hata,  $x$ 'in ölçümündeki ufak hata ile orantılı olmayacak, çok daha ciddi sapma ve yanılmalara yol açacaktır. İşte bu özelliklerinden dolayı doğrusal olmayan sistemler kaotik davranma potansiyelini içlerinde taşırlar.

Kaos görüşünün getirdiği en önemli değişikliklerden biri ise, kestirilemez determinizmdir. Sistemin yapısını ne kadar iyi modellersek modelleyelim, bir hata bile (Heisenberg belirsizlik kuralına göre çok ufak da olsa, mutlaka bir hata olacaktır), yapacağımız kestirmede tamamen yanlış sonuçlara yol açacaktır. Buna başlangıç koşullarına duyarlılık adı verilir ve bu özellikten dolayı sistem tamamen nedensel olarak çalıştığı halde uzun vadeli doğru bir kestirim mümkün olmaz. Bugünkü değerleri ne kadar iyi ölçersek ölçelim, 30 gün sonra saat 12'de hava sıcaklığının ne olacağını kestiremeyiz.

Kaos konusunda bu uzun girişten sonra konunun beyinle ilişkisine gelelim. Beynin fizik yapısı ve görünüşü fraktaldır. Bu yapı, beynin gerek evrimsel, gerekse canlılığının yaşamı

sürecindeki gelişimin ürünüdür ki, bu gelişimin deterministik (genlerle belirli), ancak çevre ve başlangıç koşullarına son derece duyarlı, yani kaotik olduğu açıktır. Beynin yalnızca oluşumu değil, çalışma biçimi de kaotiktir. Beyni oluşturan inanılmaz boyuttaki nöron ağının içinde bilgi akışı kaotik bir şekilde gerçekleşir. Kaotik davranışın tarama özelliği ve bunun getirdiği uyarlanırlık (adaptivite) sayesinde, beyin çok farklı durumlara uyum sağlar, çok farklı problemlere çözüm getirebilir, çok farklı fonksiyonları gerçekleştirir.

EEG sinyalleri üzerine yapılan araştırmalar göstermiştir ki, sağlıklı bir insanın sinyalleri kaotik bir davranış gösterirken, epilepsi krizine girmiş bir hastanın sinyalleri çok daha düzenli, periyodik bir davranış sergilemektedir. Yani epilepsi krizindeki hastanın beyni, kendini tekrarlayan bir davranışa takılmış ve kaotik (yani sağlıklı) durumda sahip olduğu adaptivite özelliğini yitirmiştir. Bunun sonucu hasta, kriz sırasında en basit fonksiyonlarını bile yerine getiremez olur.

Kaos bilimini ortaya çıkaran, karmaşık olguları basit parçalara ayırmak yerine onları bir bütün olarak görme eğilimi, beyni inceleyen bilim adamlarının da yaklaşımını belirlemiştir. Eskiden beyin farklı fonksiyonlardan sorumlu merkezler şeklinde modellenirken, artık holistik (bütünsel) beyin modeli geçerlilik kazanmıştır. Bu modele göre herhangi bir işlev gerçekleştirilirken, beynin tümü bu olguya katılmaktadır.

Önümüzdeki yıllarda beynin yalnız alt düzey fizyolojik işleyişinin değil, öğrenme, hatırlama, fikir yürütme gibi üst düzey işlevlerinin de modellenmesinde kaosun çok önemli bir rol oynayacağı görülmektedir.

### **Fiziksel Yaklaşım**

Tüm vücut fonksiyonları en temelde fiziğe dayanır. Fakat burada fiziğin oynadığı rol nedir? Bu, “taşı bıraktım yere düştü” tarzında bir fizik değildir. Böyle olsaydı beyin bugüne kadar çok kolay çözüldü, hatta Descartes bile belki çözmüş olurdu. Söz konusu olan, son yetmiş yıl içinde fizikçilerin kullanmakta olduğu ve doğayı matematiksel bir yapı çerçevesinde anlayıp anlatabilme yöntemi olan kuantum mekaniğinin özellikleri ile durumu bağdaştırabilmektir. Bir masa üzerinde duran nesneyi yerçekimi çeker ama masa buna karşı gelir. Dolayısıyla nesne üzerine uygulanan toplam kuvvet sıfırdır. Üzerindeki koşullar böyle devam ettiği sürece, istediği gibi hareket edebilir. Yani biraz dokunulsa ve sürtünme olmasa nesne teorik olarak sonsuza kadar hareket edecek. Oysa kuantum mekaniğine göre serbest parçacık olarak algıladığımız bir nesne, yani üzerinde hiçbir dış etki olmayan nesne, her yerde olabilir. Ama doğanın bunun üzerinde etkili olan sayısal özellikleri, ancak; atomlar ve atomaltı nesnelere düzeyinde kendini gösterebiliyor. Cisimlerin boyutları büyüdükçe bu etkiler bazı

karmaşıklıkların arasında yok oluyor, o zaman bu nesnelere koyduğumuz yerde duruyorlar. Fakat bir elektronu siz şuraya koydum diyemiyorsunuz; üzerinde hiçbir kuvvet olmayan bir elektron, evrende herhangi bir yerde bulunabiliyor. Bunu gördüm, buldum dediğiniz anda, o herhangi yerlerden bir tanesi gerçekleşmiş oluyor. Tüm diğer yerlerin serbest bir elektronun yeri olarak ortaya çıkma olasılığı aynı, eşit. Bir elektronun bir atom içinde sahip olabileceği fiziksel durumlar enerji, momentum, açısal momentum gibi fiziksel parametrelerle belirleniyor. Kuantum mekaniği bu değerlerin belli nitelikler taşımalarını gerektiriyor. Sistemin bu değerlerle belirlenen fiziksel durumların hangisinde bulunduğunu, ölçme yapmadan bilemiyoruz. Elektronun nerede olduğunu ya da ölçtüğümüzde, ölçmeden önce –diyelim ki milyardabir saniye önce- orada olduğundan bile emin değiliz. Kuantum mekaniğinin hesaplayabilirliği bu kadar.

Evet, kuantum mekaniğinde bir hesaplanamazlık var. Zihin fonksiyonlarında da bir hesaplanamazlık var. Beyin demiyoruz, çünkü bunun fonksiyonlarının bir kısmı, organları denetleyen istemsiz kısmı belki daha kolay anlaşılıyor. Ama burada söz konusu olan, kollara ve bacaklara emir verme, karar verme mekanizması. Bu nasıl fizikle açıklanabilecek? İşte zorluk burada ve kuantum mekaniği burada devreye giriyor. Zihin bir çok şeyi algılıyor, bunları bir şekilde biriktirip, belleğe yerleştiriyor. Fakat önemli olan karar verme aşamasında birikmiş verilerin tümünden daha fazla bir toplam olup olmadığı sorusudur.

Zihin konuşmamıza komutları nasıl veriyor? Herkesin beyinde her an kafasından geçen düşüncelerle bir çok belki milyonlarca karar veriliyor, bu nasıl oluyor? İşte tüm bu verilerin, beyne girmiş olan bilgi kırıntılarının oluşturduğu fiziksel durumlar ve bunların sayıyla ifade etmekte zorlanacağımız kombinezonlarından her biri bir kuantum mekaniksel durumun bir bileşeni gibi görülebilir. Kuantum mekaniksel durum bileşenleri demekle, serbest bir elektronun uzayın herhangi bir noktasında bulunmasını kastediyoruz. Bu bulunuş bir fiziksel durumdur. Hepsi varit bu elektron için, fakat biz elektronu yakaladığımız yani ölçtüğümüz anda diyoruz ki elektron burada; bu durumlardan bir tanesi ortaya çıktı. Bunu dışarıdan müdahale ederek yapıyoruz. Beyin ise zihin fonksiyonları sırasında bu müdahaleyi nasıl yapıyor? Penrose, zihnin çalışma mekanizması ile bir kuantum mekaniksel sistemin özellikleri arasında analogi kurma imkanı olduğunu söylemektedir.

Burada hesaplanamazlık, yani bir algoritmaya indirgenemezlik konusu en temel bir hususu oluşturuyor. Bu iki sistemden bir tanesinde hesaplanamazlık olmadığı gösterilebilirse bütün bu söylenenler ortadan kalkmış olacak. Aslında hesaplanamazlık, bir algoritmaya indirgenemezlik matematikte bilinmeyen bir şey değildir. Mesela bir yüzeyi çinilerle kaplayacaksınız, biçimleri ne olsun ki yüzey arada hiçbir boşluk kalmadan kaplanabilsin.

Matematikçiler, bir yüzeyin hangi şekilde çinilerle periyodik olarak kaplanabileceğinin bir algoritmaya bağlanamayacağını kanıtlamışlardır.

1980'lerde anesteziyologlar tarafından beyin hücrelerindeki mikrotübüller keşfedilmiştir. Bunlar, hücrelerin içinde gayet ince bir iskelet gibi yapı oluşturuyorlar ve mitoz bölünme sırasında ortaya gelerek sınır oluşturup bölünmeyi denetliyorlar. İçlerinde bulunan çok ince lifleri oluşturan protein moleküllerinin ilginç bir özelliği var. Bunların içindeki bir elektron iki değişik durumda bulunabiliyor. Elektronun bu iki durumunu 0 ve 1 durumları gibi alabilirsiniz. Belli bir takım anestetikler verildiğinde bu elektronun yer değiştiremez hale geldiği, yani uyuşturmanın verdiği bilinç kapatılması sırasında bu elektronun donduğu görülüyor. O zaman zihin fonksiyonlarında bu elektronun yer değiştirmesi bir takım kuantum mekaniksel durumlar oluşturmaya yol açabilir. Çünkü elektronun bulunduğu yer için matematiksel olarak bir kuantum mekaniksel durum yazabiliyorsunuz. Bunun gibi bir hücrede milyonlarca var, nöron şebekeleri içinde kaç tane olduğunu ve bunların yaratabileceği değişik sonuç durumlarını düşünün. İşte Penrose'nin, acaba olsa olsa nerede olabilir sorusuna bulamadığı cevap bu. Bunun uygun bir aday olabileceğini 1992 yılında bir anesteziyologun ona söylemesi üzerine öğrenmiştir. Ama gene de bizi şu soruyla karşı karşıya bırakmaktan da kendini alamıyor: “ Acaba parça bütünü anlayabilecek mi? Parça bütünü içine alabilecek mi? Yani, biz acaba bunu anlama yeteneğine sahip miyiz?” ( Gödel teoremi, Russel paradoksu, veya çok eskilerin dediği irade-i külliye/ irade-i cüzziye sorunu gibi bir şey). Aynı soru kuantum mekaniği için de soruluyor: Acaba daha temel düzeyde bilgi (i) Doğada mı yok? (ii) Var da doğa bize yasaklamış mı? (iii) Yoksa bizim yeteneklerimiz mi elvermiyor? Şimdilik genel inanç (i) doğrultusunda.

### **Psikolojik Yaklaşım**

Beynin nöroanatomik, biyokimyasal ve fizyolojik açıdan incelenmesi yoğun biçimde sürmektedir. Fakat beyni bir canlının içinde işlev gören bir uzuv olduğunu görerek değerlendirirsek, ister istemez davranış bilimleri de işin içine girmektedir. Çünkü özellikle gelişmiş beyinli memeli hayvanların önemli özelliklerinden biri de çevreleri ile etkileşime girmeleri ve bu sayede yeni şeyler öğrenerek bunları daha sonra hatırlayabilmeleridir. Bu davranışlar açısından da beyin bilgisayar etkileşimi ve benzerliklerine bakılması gereklidir.

Bilgisayarlar ile insanlar arasında ilk bakışta öğrenme ve bellek konusunda çok önemli işlevsel benzerliklerin bulunduğu biliniyor. Öğrenme ve bellek mekanizmaları bize bilgi edinme ve deneyimlerden yararlanma olanağı sağlamaktadır. Bilgisayarlar da genelde öğrenme ve belleklerinde bilgi tutabilme özelliklerine sahipler. Bu açıdan bakıldığında ortaya felsefi sorunlar çıkmaktadır. Bunlardan biri Turing'in öngördüğü öğrenme makinesidir. Bu makinenin insan gibi

öğrenebildiğinin testi de turing testi olarak bilinmektedir. Bu konu hakkında felsefi yaklaşım başlığı altında bilgi verildiğinden burada girilmeyecektir.

Böyle bir öğrenme makinesinin temelinde yatan aksiyomatik sistemdeki belirsizliğin Gödel tarafından kanıtlanmış olması, zaten bilginin niteliği ve bilgi edinme yöntemlerinin yeniden gözden geçirilmesine yol açtığı gibi insan bilgisayar karşılaştırmasının temelindeki varsayımların sorgulanmasını da gündeme getirmiştir. Bilgisayarların öğrenmelerine ilişkin şemalarda genellikle bir girdi kanalı, bir işlemciye denk gelen bir kutu ve bilgisayarın ürününü gösteren bir çıktı kanalı gösterilir. Bu girdi ve çıktı kanallarına ve kapağını açarak işlemci kutusunun içine bakıldığında, görülen olgular bilgisayar ile beyin arasında önemli farkların olduğunu ortaya koymaktadır. Burada olayın psikolojik yönüyle ilgili olarak Freudcu bir yaklaşımla nerede bunun libidosu veya Neyzen TEVFİK'i anımsayarak fikri varsa efkari nerede bunun diye sorular sorulabilir. Tüm bu soruların dışında basit bir örnekle konuya yaklaşalım: bir bilgisayarınız var, fakat her yerde iyi çalışan bilgisayarınız bazı yerlerde doğru çalışmıyor, üstelik sabahları daha iyi öğleden sonra ise kötü çalışıyor yani tekliyor. Ne düşünürsünüz? Bilgisayarınızın bozulduğunu düşünerek tamire götürürsünüz. Ve belki de tamire götürürken bilgisayarınızın insanlaşmaya başladığını düşünebilirsiniz. Burada belirtilmek istenen aslında bilgisayarlardan hiç beklenmeyen bu davranışın bizim hem psikolojimizde hem de fizyolojimizde yerleşik bir olgu olduğudur. Çünkü bilgisayarlardan çok farklı olarak bizim için olayların zamanla ve mekanla kayıtlı bir yanı vardır. Olayların zaman içindeki dizilimi ve mekan içindeki dağılımı bizi temelden etkilemekte ve daha duyu ve algılama gibi temel süreçlerden başlayarak bizi tamamiyle biçimlendirmektedir.

Bilgisayarlarda girişleri iyi bir şekilde düzenlediğiniz takdirde işlem kutusunun niteliğini incelemeden ne olursa olsun çıktının ne olacağını biliyoruz. Buna paralel olarak psikolojideki davranışçı ekole göre, siz kişinin girdilerini gerektiği biçimde düzenleyebildiğiniz sürece kutu, yani a, b, veya c kişileri avukat, doktor veya mühendis olabiliyor. Bu tür radikal davranışçı yaklaşımı bugünkü bilgisayar teknolojileriyle birleştirdiğinizde bilgisayarla beyin arasında çok fazla bir benzemezlik olmadığı görülebilir. Ancak bu tür yaklaşımın geçerli olmadığı, girdilerle çıktılar arasındaki kutunun içeriği ve özelliklerinin araştırılmaya başlanmasıyla gündeme gelmiştir. Özellikle Gestalt psikolojisinin vurguladığı görüş, algılamada uyaranları teker teker inceleyip sonuçları sentezlemenin mümkün olamayacağı tezidir. Yani algılamada bütün, parçalarının toplamından farklıdır. Gestalt psikolojisine göre, bir olayı anlamak için tümünü bir arada ve bir anda algılamak gerekli, çünkü olayın tümünün dinamiği, parçaların teker teker incelenmesi ile ortaya çıkan tablodan farklıdır. Bir karenin uçlarına yerleştirdiğimiz ışıkları yakıp söndürmeyi frekansı arttırarak sürdürdüğümüzde önce kare görünen şeklin frekans arttıkça daire

veya çember şeklinde algılandığını görürüz. Bu örnek bize çoğu kez bir olayı parçalarına bölüp parçalarının her birinin beynimizi nasıl etkilediğine bakarak bir bütün yaratmamızın mümkün olmadığını göstermektedir. Uyarıların yada üzerimizde psikolojik etki yaratan durumların teker teker incelenmesinin, bu uyarı yada durumların toplamının yarattığı tabloyu tümüyle anlamamıza yeterli olmayacağı gerçektir. Bu bakımdan beynimizi etkileyen uyarı yada durumları birer bağımsız girdi olarak değerlendirmemiz mümkün değildir. Uyarıların üzerimizde yaptıkları etki, zaman ve mekan içindeki dizilimlerine ve birbirleriyle etkileşimlerine bağlıdır.

Sonuç olarak, beynimiz ve beynin bağlı olduğu canlı organizma, zaman ve mekan içinde davranışlarını değiştiren, zamandan ve mekandan etkilenen bir yapıya sahiptir. Bunlar şu aşamada bilgisayarda mevcut değildir. Bilgi edinmede, felsefenin ortaya çıkardığı sınırların yanısıra, bugünkü koşullarda bile beyin ile bilgisayar arasında bir koşutluğun ancak basit bir ilk yaklaşım için geçerli olduğu görülmektedir.

### **Felsefi Yaklaşım**

Yapay zeka felsefesi en geniş anlamıyla yapay zekanın gerçekten mümkün olup olmadığını soruşturan bir felsefe koludur. Bilgisayarlar düşünebilir mi? Sorusu yapay zeka felsefesinin en temel sorunudur. Bilgisayarların icadından buyana, bu soru bir çok felsefeci, bilim adamı veya yapay zeka araştırmacısı tarafından tartışılmıştır. Bu güne kadar bir problem olarak kalmasının nedeni bu sorunun cevabı hakkında ortak bir uzlaşma sağlanamamasındandır. Hatta, bunun felsefi bir problem mi? Yoksa empirik bir problem mi? Olduğunda dahi mutabık kalınamamıştır.

### **Turing makinesi ve turing testi**

Yapay zeka felsefesini ilk ortaya çıkaran kişi ünlü İngiliz mantık ve matematikçisi Alan Turing'dir. Dartmouth konferansından altı yıl önce, yani 1950 yılında Turing, Mind adlı felsefe dergisinin Ağustos sayısında *Computing Machinery and Intelligence* adlı bir makale yayınlamıştır. Bu makalede Turing "Makineler düşünebilir mi?" sorusunu dikkatli bir felsefi tartışmaya açmış ve makineler düşünebilir iddiasına karşı olan itirazları reddetmiştir.

1936 yılında Turing bilgisayar tasarımının mantıki temelleri üzerine bir makale yazmıştır. Bu makalenin konusu matematiksel mantığın soyut bir problemi ile ilgilidir ve bu problemi çözerken Turing bugün Turing makinesi diye adlandırılan, program depo eden genel amaçlı bilgisayarı kuramsal olarak icat etmeyi başarmıştır. Turing makinesi kuramsal bir hesap makinesi

olup hesaplarını karelere bölünmüş ve her karede yalnızca bir sembol bulunabilen bir bant aracı ile yapar. Sadece sonlu sayıda içsel durumları vardır. Bir karedeki sembolü okuduğu zaman halihazırdaki durumuna ve sembolün ne olduğuna göre durumu değişebilir.

Alan Turing ayrıca Turing testi olarak adlandırılan ve bir bilgisayarın veya başka bir sistemin insanlarla aynı zihinsel yetiye sahip olup olmadığını ölçen bir test geliştirmiştir. Genel anlamda bu test bir uzmanın, makinenin performansı ile bir insaninkini ayırt edip edemeyeceğini ölçer. Eğer ayırt edemezse, makine insanlar kadar zihinsel yetiye sahip demektir. Bu testte bir insan ve bir bilgisayar, deneyi yapan kişiden gizlenir. Deneyi yapan hangisiyle haberleştiğini bilmeden bunların ikisiyle de haberleşir. Deneyi yapan kişinin sorduğu sorular ve deneklerin verdiği cevaplar bir ekranda yazılı olarak verilir. Amaç, deneyi yapanın uygun sorgulama ile deneklerden hangisinin insan, hangisinin bilgisayar olduğunu bulmasıdır. Eğer deneyi yapan kişi güvenilir bir şekilde bunu söyleyemez ise, o zaman bilgisayar Turing testini geçer ve insanlar kadar kavrama yeteneğinin olduğu varsayılır.

### **Çin odası deneyi**

California üniversitesinden John SEARLE bilgisayarların düşünemediğini göstermek için bir düşünce deneyi tasarlamıştır. Bir odada kilitli olduğunuzu düşünün ve odada da üzerlerinde çince tabelalar bulunan sepetler olsun. Fakat siz çince bilmiyorsunuz. Ama elinizde çince tabelaları İngilizce olarak açıklayan bir kural kitabı bulunsun. Kurallar çinceyi tamamen biçimsel olarak, yani söz dizimlerine uygun olarak açıklamaktadır. Daha sonra odaya başka çince simgelerin getirildiğini ve size çince simgeleri odanın dışına götürmek için, başka kurallarda verildiğini varsayın. Odaya getirilen ve sizin tarafınızdan bilinmeyen simgelerin oda dışındakilerce `soru` diye, sizin oda dışına götürmeniz istenen simgelerin ise `soruların yanıtları` diye adlandırıldığını düşünün. Siz kilitli odanın içinde kendi simgelerinizi karıştırıyorsunuz ve gelen çince simgelere yanıt olarak en uygun çince simgeleri dışarı veriyorsunuz. Dışta bulunan bir gözlemcinin bakış açısından sanki çince anlayan bir insan gibisiniz. Çince anlamanız için en uygun bir program bile çince anlamanızı sağlamıyorsa, o zaman herhangi bir sayısal bilgisayarın da çince anlaması olanaklı değildir. Bilgisayarda da sizde olduğu gibi, açıklanmamış çince simgeleri işleten bir biçimsel program vardır ve bir dili anlamak demek, bir takım biçimsel simgeleri bilmek demek değil, akıl durumlarına sahip olmak demektir.

### **Bilgi, bilinç ve yapay zeka**

Beyin etten yapılmış bir bilgisayar mıdır? Bir bilgisayar üretildiği fiziksel malzemeler dolayısıyla zamana tabi olarak çalışır ve devrelerinin bağlantılarına ve yazılıma göre ulaşılan

sonuçlar neden-sonuç ilişkisi bakımından sıkı bir gerekirciliği (determinizmi) ortaya koyar. Bu bakımdan, insan bilinci de, insanın tüm bedensel işlevlerinin yönetim merkezi olan beynin, elektriksel ve kimyasal süreçlere bağlı olarak, fiziksel varolanın (uzay ve zamanda varolanın) tabi olduğu neden-sonuç ilişkisine, nedenselliğe bağlı olan bir süreçten baŐkası değil midir? Yani bilinç ve akıl tümüyle fiziksel süreçlere indirgenebilir mi?

Bu sorular düşünce tarihi içinde derin kökleri olan önemli sorulardan bir kaçıdır. EĞer biz tüm insani özelliklerin fiziğe tabi olan bedensel iŐlevlere indirgenebileceğini savunuyorsak, bu yaklaşımla beynin etten yapılmış bir bilgisayar olduğunu, yani yapay zekanın henüz yeterince geliŐmemiŐ bir insan prototipi olduğunu kabul ediyoruz demektir. Buna karşılık, insanın yalnızca fiziksel süreçlere tabi olan bir makineye indirgenemeyeceğini savunuyorsak, bunun gerekçelerinin ortaya konması gerekir.

Őimdi, eğer tüm bilgimizin deneyle başladığını kabul ediyorsak, bilginin ortaya çıkması için gerekli iki koŐulu Őöyle ifade edebiliriz: Deneyimden gelen malzeme ya da veriler ve bu verilerin, aklın kendi sahip olduğu formlar aracılığı ile kalıba dökülmesi ve sonuçta bilginin retilmesi.

Verilerin kalıba dökülmesi, önerme formuna sokulması bir fiildir ve bu fiilin yapılması için bilincin ortaya çıkması gerekir. Yani her bilgi fiili bir bilinç fiilidir. Őimdi soru Şudur: Bilinç bir beyin süreci midir? Yoksa beyin süreçlerinin arkasında duran ve bu süreçlerin sonucunda, bir Őeye (nesneye) yönelmek suretiyle ortaya bir bilgi konulmasını sağlayan etkin neden, bilinç fiilinin kendisi midir?

Bilgi bir bilinç durumudur, düzensiz bir veriler topluluğunun algılanması değildir. Őeylerin bir bilgi nesnesi yada onların bağlantılarının bilgisi olarak ortaya çıkması, o nesneye bir birlik verilmesi ile olanaklıdır, bu ise bu birliği veren öznenin, “ben”in kendi birliğinin bilincinde olmasıyla olanaklıdır. Yani her bilgiye birliğini veren ben bilinci her bilgiden önce gelmektedir. EĞer beyin süreçleri ile “ben” bilinci aynı Őeyse, zamana ve nedenselliğe tabi olan beyin süreçlerinin nasıl olup da farklı ben bilinçlerinin ortaya çıkmasını sağladığı ise karanlıkta olan bir sorudur.

Aklın deneyden gelen uyarılara dayalı bilgi üretmesinin yanında, kendisi deneyden gelmeyen, ama deneyle gelen malzemeyle doğa bilimlerinin yapılabilmesinin koŐulunu oluşturan matematik ve matematiksel nesnelere ilgili değerlendirmeler, bilincin beyin süreçlerine indirgenemeyeceği yönünde bir destek sağlamaktadır.

Matematiğin ve matematiksel nesnelere (sayı, üçgen gibi) ne olduğu sorusunun yanıtı kolaylıkla verilemez, ama ne olmadığının yanıtı zerine Őunlar sylenabilir. Matematiğin

nesneleri ve onların bağıntıları zamana ve neden-sonuç ilişkisine bağımlı değildir. Bu tür nesnelerin bağıntılarını özsel olarak farklı ilkeler yönetmektedir (çelişmezlik ilkesi gibi).

Eğer matematiksel nesnelerin zamana ve neden sonuç ilişkisine tabi olmadıklarını görüyorsak, bundan, bu nesnelerin fiziksel süreçlerin dışında kalan bir dayanağa sahip oldukları sonucu çıkar. Bu nedenle matematiksel nesneler, fiziksel süreçlere tabi olarak ortaya çıkan şeyler değildir; ama fiziksel olanın, malzemenin, düzene ve sıraya sokulmasının dayanağını oluşturması nedeniyle, fiziksel süreçlerin insan için anlaşılabilir ve bilgisine ulaşılabilir bir şey olmasını sağlarlar.

Bu bakımdan insan beynini yalnızca fiziksel süreçlere tabi olan bir bilgi işleme merkezi olarak görmek, matematiksel nesneleri de zamana ve neden-sonuç ilişkisine bağımlı olarak görmek sonucunu getirir ki, o zaman sayı, üçgen gibi fiziksel nesnelerin bağıntılarının kesinlik ve zorunluluğunun hesabını vermek olanaksız olacaktır. Yani fiziksel süreçler, bu süreçlerin dışında kalan ilkelerle işleyen soyut nesnelerin dayanağı olamazlar. O halde, eğer matematiksel nesneler ve matematik, zamana ve neden-sonuç ilişkisine tabi değillerse ve bunların dayanağını fiziksel süreçler oluşturmuyorsa, bu dayanağın fiziksel süreçlere tabi olmayan bir şey olduğunu, yani aklın kendi unsurlarının bu süreçlerin dışında olduklarını düşünmek durumundayız. Bunun ise anlamı şudur: İnsan bilinci ve aklı, yalnızca fiziksel süreçlere tabi olan ve nöron ağlarından oluşmuş beyin organının üstünde bir “yer”e, “iç”e sahiptir. Bu yer (iç), aklın yanı sıra, “özgür irade”nin de dayanağını oluşturur.

Eğer insan varlığı, yalnızca fiziksel bir nesne olarak görülürse, yani “empirik ben”den ibaretse, burada özgür iradeye yer yoktur. Çünkü fiziksel bir nesne olarak zamana ve nedenselliğe tabi olan insan varlığı sıkı bir gerekircilik içinde belirlenmiştir. Öte yandan, insanın tüm empirik belirlenimlerinin arkasında duran, onun zeminini oluşturan, ama zaman ve nedensellikle belirlenmemiş bir “aşkınsal (transandantal)” yanı vardır ki, bilincin ortaya çıkmasının arkasında duran ve özgür iradenin dayanağı olan, onun bu aşkınsal yanıdır.

Günümüzün ünlü Fransız filozofu Georges Canguilhem araçsallıkçılığın (instrumentalisme) her türüne karşı çıkarak, teknik sapmanın her köşe bucağa yayılmasını eleştirmektedir. “Beyin ve düşünce” adlı yazısında *elektronik hırdavatçılığın* her kesimi etkisi altına aldığını vurgulayan filozof, yapay zekadan enformasyon modellerine değin her türlü teknolojik başarının getirdikleri kadar götürdükleri de olduğunu savunmuştur. İnsan zihninin bir bilgisayara sığdırılmayacağını, ve bilgisayarında sonuç olarak insan zihninin tüm yetilerinin üstesinden gelemeyeceğini dile getiren filozof, bu anlayışın eskilerin frenoloji görüşüne benzediğini söyler. Oynanılan, ayarlanmaya çalışılan, belirsiz amaçlara yönlendirilen bir insan dünyasına karşı; düşüncenin kaçınılmaz ve normal durumuna denkmiş gibi yutturulan bir teknik evren aracılığı ile ortaya çıkan açmazı açmanın tek yolunun felsefeye düştüğünü söyleyen Canguilhem’e göre, “şu andaki

egemenliğinin başkasına devredilemez hakkı olarak *ben*'in savunulması felsefenin biricik görevidir.”

Sonuç olarak yapay zeka çalışmalarının ve nörolojinin yönünün ve olanaklarının belirlenebilmesi için, insanın ve insan aklının ne olduğunun soruşturulması, ama bu soruşturmanın yalnızca bilişim bilimleri ve deneysel psikoloji alanında değil, metafiziksel olarak felsefe içinde de soruşturulması gerekmektedir