

YAPAY ZEKÂ



"Tarihte üç büyük olay vardır. Bunlardan ilki, evrenin oluşumudur. İkincisi, yaşamın başlangıcıdır. Bu ikisiyle aynı derecede önemli olan üçüncüsüyse, yapay zekânın ortaya çıkışıdır." Bunlar Massachusetts Teknoloji Üniversitesi (MIT) Bilgisayar Bilimi Laboratuvarı yöneticilerinden Edward Fredkin'in, BBC'yle bir söyleşide dile getirdiği sözler. Fredkin'in söyledikleri yalnızca bilgisayar bilimcilerinin kendi dünyalarında geçerli, abartılı ve destek görmeyen bir iddia değil. Yapay zekâ teriminin 1956 yılında ilk kez kullanılmasından bu yana, farklı disiplinlerden birçok araştırmacı bu konu üzerinde yoğun olarak çalışmakta. Ulaşılan nokta ve gelecekle ilgili hedeflerse, konuyla ilgili görüş ve yaklaşım farklılıkları nedeniyle oldukça tartışmalı.

Zekânın sözlük anlamı insanın düşünme, akıl yürütme, nesnel gerçekleri algılama, kavrama, yargılama ve sonuç çıkarma yeteneklerinin tümü olarak veriliyor. Bunun yanısıra soyutlama, öğrenme ve yeni durumlara uyma yetenekleri de zekâ tanımının kapsamı içinde. Bu tanımdan yola çıkarak, saydığımız tüm bu özelliklere sahip, organik olmayan bir sisteme yapay ze-



kâ denir yargısına varabiliriz. Ancak yapay zekâ kavramının ayrıntılarına açılan kapıdan girdiğimizde, karşımıza bu kadar belirgin bir manzara çıkmıyor. Yapay zekânın belirlenmiş ve üzerinde herkesçe fikir birliğine varılmış, tek bir tanımı yok. Farklı yaklaşımdaki kişilerin, yapay zekâyı algılayışları da farklı. Örneğin belirli konularda özelleşmiş ve yalnızca bu konuda bir "zekâ"ya sahip programları, ya-

Yapay Zekâ ve Psikoloji

ODTÜ Enformatik Enstitüsü'nden Doç. Dr. H. Gürkan Tekman'ın çalışma alanı, bilişsel psikoloji. Kendisiyle zekâ kavramının psikolojideki yeri, yapay zekâ çalışmalarında öğrenenin rolü ve yapay zekâ çalışmalarındaki farklı yaklaşımlar üzerine konuştuk.

BTD: Psikolojide sözü edilen zekâyla, yapay zekâ kavramı içinde geçen zekâ aynı şey midir?

Tekman: "Zekâ" sözcüğü, psikolojide genellikle kişilerarası farklılıklar ve ölçme alanında zekâ testleri bağlamında kullanılıyor. Psikolojide zekâ testi dediğimiz alanda zekâ, ölçme açısından kullanılır ve kişileri belli sayılarla ifade etmek olarak düşünülür. Bu testlerde, kişilere oldukça soyut ve kendilerine fazla tanıdık olmayan durumlarla ilgili sorular sorulur. Yapay zekâ dediğimizde geçen zekâ sözcüğüne, daha çok insanın bütün zihinsel işlemlerini kapsar. Örneğin yapay zekâ konularından biri, içinde bulunduğumuz bir odaya baktığımızda nesnelere ayırdedebilmemizdir. Yapay zekâ konusunda çalışan uzmanlar, mekanik ve elektronik sistemler içerisinde bunu gerçekleştirmeye çalışır. Psikolojideyse insanların bakıp da nesnelere ayırdedebilmesi, pek de bir zekâ belirtisi olarak görülmez. Dolayısıyla yapay zekâ ile psikolojideki zihinsel süreçler arasında, bu anlamda böyle bir karşıtlıktan söz edilebilir. Genellikle insanların çok rahat, sürekli olarak, her gün ve pek az hatayla yaptıkları işler, yapay zekâ çalışmalarında oldukça büyük problem olur. Buna karşılık insanların güçlük çektiği, kağıt kalem yardımıyla, oldukça fazla hata yaparak beceremedikleri işler, makineler için oldukça kolay olabilir.

BTD: Yapay zekâ çalışmaları içerisinde, öğrenenin rolü nedir?

Tekman: Yapay zekâ çalışmaları içerisinde öğrenme yöntemleri, geliştirilen sistemin geçirdiği deneyimleri bir şekilde kullanabilmesini sağlayabilmek amacıyla uygulanır. Bunu yapmanın çeşitli yöntemleri var. Bilgiyi nasıl gösterdiğini ve bilgiye nasıl sahip olduğunu değiştirme yoluyla bir öğrenme söz konusu olabilir. Öğrenme, kullanılan birtakım stratejileri değiştirerek de gerçekleştirilebilir. Bu öğrenme türlerinin tümünü, yapay zekâ modellerine katmak mümkün.

BTD: Yapay zekâ uygulamalarında, sembolik yaklaşım ve sinir ağları yaklaşımı olmak üzere iki ayrı yaklaşıma rastlıyoruz. Bu iki yaklaşım, birbirine yardımcı olabilir mi?

Tekman: Sinir sisteminin milyarlarca sinir hücresinden oluştuğu, inkar edilemez bir gerçek. Ama bir taraftan da sembolik işlemler yok

değil. Beynin küçük küçük modeller şeklinde organize olarak sembolik işlemleri gerçekleştirdiğini düşünenler var. Ama her bir modülün iç çalışması da, sonuçta bir sinir ağı olmak durumunda. Bu iki yaklaşım genellikle ayrı ayrı gidiyorsa da, aslında birbirine yardımcı olabilir. Bu iki sistemin özelliklerini birleştirerek, ortaya birtakım modeller çıkarmak mümkün.

BTD: İnsanın zihinsel süreçleri, bu iki yaklaşıma uygunluk dereceleri bakımından farklılık gösteriyor mu?

Tekman: Birtakım ayırımlar yapılabilir elbette. Örneğin algısal süreçler, büyük olasılıkla, bilgisayar programı gibi sembolik bir yaklaşıma uygun değil. Bu yaklaşımla gidilirse, bakıp da nesnelere ayırdetmek gibi insanların saniyenin ufak bir bölümü içinde gerçekleştirdiği bir işlem, binlerce, onbinlerce satırdan oluşan bilgisayar programları gerektirir. Çünkü bu işlemler bilgisayar programı tarafından yapılmaya çok uygun değil ve zaten insan sinir sisteminde bu düzeyde bir gösterim içermiyor. Ancak bazı işlemler var ki, bunlar daha sıralı işlemler gerektiriyor. Hatta bunları gerçekleştiren kimi zaman zihinsel kapasitemiz yeterli olmuyor ve depolamak için kendi belleğimize değil de daha bir kalıcı ortama ihtiyaç duyuyoruz. Mantık kurallarına göre düşünmenin örnek olarak verilebileceği bu tür işlemler, büyük ölçüde bilgisayarın yaptığı türden bir işlem gerektiriyor gibi görünüyor. Ancak bu iki grup arasında, dilin özel bir durumu var. Bir taraftan bilinçli bir işleme gerektiriyorken, diğer yandan gerçekten sembolik türden bir yapıya sahip gibi görünüyor.

BTD: Dil ile insan zekâsındaki düşünce arasındaki ilişki nasıl açıklanıyor?

Tekman: Genellikle dil ile düşünce arasında yakın bir ilişki olduğu düşünülüyor. İkisi de bazı sembolik gösterimleri, birtakım işlemlere tabi tutma biçimi. Dil, sembolik şeyleri belli planlara göre birleştirmek, bunlardan birtakım daha büyük yapılar ortaya çıkarmak ya da bunun tam tersi biçimde söylenen ya da okunan bir şeyi sembolik bir analiz sürecinden geçirerek anlam çıkarmak olarak açıklanabilir. Düşünceyse, yine başka şeylerin yerine duran bir takım sembolik gösterimlerin birtakım kurallara göre birleştirilmesi ve analiz edilmesi olarak kabul ediliyor.



pay zekâ olarak adlandırılanlar var. Ancak, bu tür programların "uzman sistemler" olarak kabul edilmesi gerektiğini söyleyenler çoğunlukta. Bu kişilere göre bir programın yapay zekâ tanımına uyabilmesi için, yalnızca tanımlanmış belirli problemleri çözmeye yönelik kuram ve teknikleri içermesi yeterli değil. Bir insan önceden hiç rastlamadığı bir durum karşısında nasıl karar veriyorsa, bir bilgisayarın da yapay zekâ olarak tanımlanabilmesi için aynı yetiye sahip olması gerekli. Bir başka deyişle, bazı karmaşık hesaplamaları yapabilen ya da önceden tanımlanmış belli soruları sorduğunuzda yanıtlayabilen bir bilgisayar, tam anlamıyla yapay zekâ sahibi olmuyor. Kilit nokta, insan tarafından yapıldığında zekâ olarak adlandırılan davranışların, bilgisayar tarafından yapılmasında saklı. Bu noktadaysa karşımıza, başka bir yaklaşım farkı çıkıyor. Bazı kişilere göre bir programı yapay zekâ olarak kabul etmek için, insana ait davranışları göstermesi yeterli. Öte yandan insan gibi davranan sistemin, bunu yaparken ne tür bir düşünce yolu izlediğinin de önemli olduğunu düşünenler var. Bu kişiler, Dünya satranç şampiyonu Kasparov'u yenerek yapay zekâ alanında oldukça büyük yankılar uyandıran Deep Blue adlı bilgisayarı, yapay zekâ örneği olarak kabul etmiyor. Bunun nedeni, bu programın satranç oynarken izlediği düşünce yolu-

nun, insaninkinden çok farklı olması. İnsanın izlediği düşünce yolunu anlamak, insanı tanımaktan geçtiğinden, bu noktada da felsefi açıdan bazı sorunlar doğuyor. Çünkü felsefe tarihindeki önemli bazı düşünürlere göre, insanın tüm özelliklerini betimlemek ve bunları maddesel bir ortama aktarmak mümkün değil.

Yapay zekâ çalışmaları üzerinde konuşurken, neden insan zekâsının yapayının yapılmaya çalışıldığı sorusu, konunun yoğunluğu ve kapsamından ötürü gözden kaçıyor. Tanımdaki belirsizlikler ve farklı anlayışlar, bu sorunun yanıtında da karşımıza çıkmakta. Temel amacın, insanların zor yaptıkları işleri yapabilecek sistemler üretmek olduğunu düşünenler çoğunlukta. Ancak daha da öteye giderek, bunu teknolojik bir prestij meselesi haline getiren ve tek amaçları insan zekâsının tıpatıp aynısını yaratmak olanlar da yok değil. Bu kişilerin amaçlarında fazlaca bir yol aldığını söyleyemeyiz. Günümüzde düşünen, yani kendi aklını geliştiren bir makine halen yok. Üretilen yapay zekâ örneklerinin tümü, kendilerine doğal zekâlarca bahsedilecek verilerin ötesine gidemiyor.

Olması gereken sistemse, bugün elimizde bulunanlardan oldukça farklı. Yapay zekâ diyebileceğimiz bir sistem, çözüm algoritmaları kesin çizgileriyle kendisine verilmeden, problemleri çözmek amacıyla kendi kullanacağı kuram ve teknikleri geliştirebilmeli. Bunu yapmak için, insanların bir olay karşısında karar vermeye ve o olaya çözüm getirmeye çalışırken nasıl bir düşünce yolu izlediklerini taklit etmek gerekiyor. İnsanların izledikleri düşünce yolu dendiğinde, işin içine yaratıcılık, duygu ve karakter de giriyor. Bunlar tanımlanması oldukça güç özellikler olduğundan, çalışmaların hızında ister istemez bir sürütme etkisi yaratıyor. Yaygın görüşe göre, bilgisayarlar hiçbir zaman insanoğlunun yaratıcılık, duygu ve karakterinin benzetimini yapamayacak. Ancak bilgisayarların, belirli insan davranışlarını (nesnelere alma ve bunları belirli yerlere yerleştirme gibi) gerçekleştiren makinelere yön vermesi ve belirli bir uzmanlık alanıyla ilgi-

li(veri hesaplaması, tıbbi tanı gibi) beşeri düşünme sürecinin benzeşimini yapan (simule eden) sistemlere beyin olma yetisini kazanması mümkün.

Yeni Ufuklar

Yapay zekâ alanında ortaya çıkan yeni yaklaşımlardan en parlak görüneni, yapay sinir ağları. Bu yaklaşımın temelinde, nöronların insan beyninde öğrenmeyi sağlayacak şekildeki düzenlenişlerini modellemek yatıyor. İnsandaki sinir ağları veri modellerini algılayıp, barındırdığı bilgi seti içinden buna uygun yanıtı verecek şekilde tasarlanmış. Bunu yaparken öğrenme ve çıkarımda bulunma özellikleri de sergiliyor. Ancak şu ana kadar geliştirilen yapay sinir ağı modelleri, öğrenme ve çıkarımda bulunma özelliklerini barındırmıyor. Bu ağlar, gerekli tüm verilerin ve olası tüm yanıtların belirlenip sisteme yüklenmesiyle çalışıyor. Ancak bu yöntemle, çocuklardaki öğrenme biçimine benzer şekilde, yaşadığı deneyimlerden öğrenebilen modeller geliştirilmeye başlanmış olması umut verici.

Yeni yaklaşımlardan bir diğeri olan genetik algoritmalar, çok karmaşık görünmesine karşın aslında oldukça basit bir temel düşünce barındırıyor. Bu yaklaşımdaki amaç, doğadaki evrimin mekanizmalarını kullanarak, makinelerin öğrenmesini sağlamak. Doğanın yöntemlerini taklit etmeye çalışıyor olmasından ötürü, bu yaklaşımın yapay zekâyâ giden yolun "yapay do-

ğa"dan geçtiğini varsaydığı söylenebilir. Öncelikle DNA'nın biçimlenişini modelenerek, belli yapay çevre koşullarına adapte olması sağlanıyor. Daha sonraysa, kurulan evrim benzetimi ortamında evrim süreci gerçekleştirilerek, yapay bireyler üretiliyor.

Yapay zekâ sistemlerinin İnternet üzerindeki uygulamalarıysa, ortaya çıkan yeni bir alan. Bu alanda en son geliştirilen proje, Hareketli Ajan Sistemleri (Mobile Agent Systems). Bu sistemler kullanıcının isteğine bağlı olarak bir bilgisayardan ya da ağ komşuluğundan bir diğere gidebilen yazılım parçaları olarak tanımlanabilir. İnternet üzerinde istediğiniz konudaki yazıları okuyacak şekilde yönlendirilebilen bu ajanlar, gerekli sitelerdeki metinleri okuyup size istediğiniz araştırma yazısını hazırlayabiliyor. Elektronik ticaretin günlük hayatlarımızın önemli parçalarından biri olmasıyla birlikte, bu yazılımların uygulama alanları da zenginleşiyor. Örneğin istediğiniz özellik ve fiyatı tanımladığınızda, hareketli ajanınız İnternet üzerinde yolculuğuna başlıyor ve kısa süre içinde istediğiniz ürünü size buluyor.

İnternet üzerindeki bir diğere uygulamaysa, belli sitelere girerek yapay zekâ karakterlerle sohbet etmenizi sağlayan çalışmalar. 1965 yılında Joseph Weizenbaum'un geliştirdiği E.L.I.Z.A, bu örneklerin ilkiydi. İngilizce olarak herhangi bir konu üzerinde sohbet edebilen bu etkileşimli program, o günlerde özellikle kendini yalnız hisseden ya da psikolojik yardıma ihtiyaç duyan kişilerin gözdesi olmuştu. Bu tür uygulamalar arasında bugünlerde en popüler olanıysa, A.L.I.C.E adlı proje. Projenin web sitesine girdiğinizde, karşınıza sohbet edebileceğiniz pek çok yapay zekâ örneği çıkıyor. Birbirinden farklı pek çok yapay kişilikle, İnternet üzerinden sohbet etmek ilk başta oldukça eğlenceli görünüyor. Ancak sorduğunuz sorulara karakterlerin tümünden neredeyse aynı yanıtları almanız ve sohbet biraz geliştiğinde yapay zekâ örneğinin sizi yarı yolda bıraktığını görmeniz, kısa zamanda sıkılmanıza neden olabilir. Ör-



Alicebot Projesinin web sitesinde, birçok yapay zekâ karakteriyle sohbet etmeniz mümkün. Bunların arasında, Elvis Presley ve John Lennon gibi ünlülerin zekâ benzetimleri de yer alıyor.

nekler arasında yer alan Elvis Presley'in ve John Lennon'un zekâsına benzetilerek geliştirilmiş yapay zekâ örnekleriyle sohbet etmekse, bu kişilerin hayranları için ilginç bir deneyim olabilir.

Nanoteknoloji Umutları

Yapay zekâ alanındaki gelişmelerin neden beklenildiği ölçüde hızlı gelişmediği, ayrı bir tartışma konusu. Alanın öncülerinden Marvin Minsky, 1969 yılındaki 2001: A Space Odyssey (2001: Bir Uzay Macerası) filminde yer alacak akıllı bilgisayar HAL-9000'in tasarım danışmanıydı. Minsky, bu filmin çekimleri sırasında, HAL'a benzeyen bir bilgisayarı gerçek hayatta da yapmak için gereken tüm problemleri çözdüklerini ve en geç beş yıl içinde böyle bir bilgisayarı yapacaklarını söylemişti. Ancak aradan geçen 30 yılı aşkın süreye rağmen, görünürde böyle bir bilgisayar yok. Konuyla ilgili araştırmacıların çoğunun bu alanda yeni bir şey ortaya koyma gayretiyse, sonuçsuz kalmakta. İnsan beyninin yapısıyla ilgili edinilen geniş bilgiye ve bilgisayar mimarisindeki ilerlemelere rağmen, beklenen sıçrama halen gerçekleşmiş değil. Bunun çeşitli nedenleri olabilir. İddialardan en önemlisi, yapay zekâyı gerçekleştirmek için bunca zamandır uygulanan yöntemin yanlış olduğu. Gerekçeyse, insan beyninden oldukça farklı bir mekanizmayla çalışan bilgisayarların, yapay zekâ için doğru bir uygulama aracı olmadığı. Bunun yerine konmaya çalışılan yapay sinir ağları yöntemiyle, kendine özgü başka olanaksızlıklar barındırıyor. İnsan beyni gibi milyarlarca hücreden oluşan bir yapının modellenmesi, teknolojik açıdan çok da mümkün görünmüyor. Bu hücrelerin tek tek modellenmesi gerçekleştirilse bile, tüm bunları birarada tek bir devre ya da yapı üzerine yerleştirmek bugünkü teknolojiyle oldukça zor.

Son elli yılda mikroişlemcilerin gelişmesiyle birlikte, elektronik beyin üretme yolundaki çalışmalar da hız kazandı. Ancak bugün ulaşılan nokta, insan beynindeki tüm sinir sistemi ağ yapısını istenilen boyutta modellemek için halen yeterli değil. Neyse ki hızla gelişen nanoteknoloji, yapay zekâ araştırmacıları için umut ışığı yakmış

gibi görünüyor. Bu alanın sağlayabilecekleri, elektronik, tıp ve sanal ortamda gerçekleştirilmesi istenen her türlü sistem için, yeni bir çığır açabilir. Nanoteknolojinin öncelikli hedefi, bir kesme şeker büyüklüğündeki bir yapıda, trilyonlarca bitlik bilgi saklama kapasitesinde araçlar geliştirmek. Bu konuda sürdürülmekte olan çalışmalar sonuca ulaşabilirse, nanoteknoloji kullanılarak aklımıza gelebilecek her türlü sistem daha kolay ve küçük olarak üretilebilecek. İnsan zekâsının yapayını üretme çalışmaları da, kuşkusuz bundan nasibini alacak.

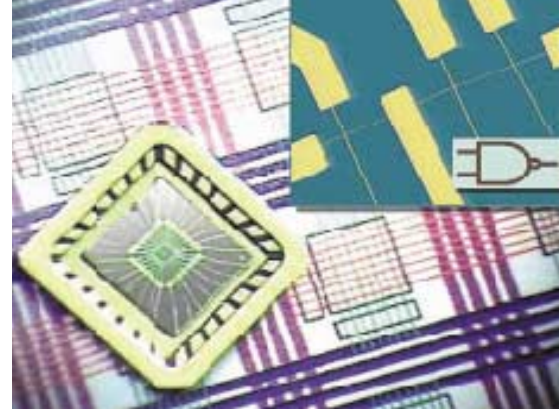
Ancak nanoteknolojinin de kendi içinde halen çözemediği sorunları var. Molekül boyutunda üretilen devre parçalarının, bir başka deyişle 1 trilyon transistörün bir çip üzerine yerleştirilmesi ve yerleştirildikten sonra nasıl kontrol edileceği, bunlardan başlıcaları. Ancak bu sorunların çözülmesi için sürdürülen çalışmalar, hızla ilerlemekte. Sorunlar çözüldüğü takdirde nanoteknoloji, zekânın yapay sinir ağları yöntemiyle gerçekleştirilmesi olasılığını artırabilir.

Yapay Zekânın Geleceği

Akıllı makinelerin hayatlarımızın ne kadar içine gireceği, bu makinelerin kendi bilinçlerine sahip olup olmayacakları, kendi zekâmıza benzer makineler üretilip üretilmeyeceğimiz ve eğer bunu gerçekleştirirsek ürettiğimiz bu makineleri nasıl kontrol edeceğimiz, yapay zekâ konusunda ilk akla gelen sorular. İnsan beyninin düşünme, tepki verme ve etkileşime girme gibi özelliklerinin simüle edilip edilemeyeceği halen tartışılıyorsa da, günümüz yazılım ve donanımlarının gitgide bize daha çok yaklaştığı açıkça görülüyor. Bilgisayar teknolojisi alanındaki gelişmeler şu andaki hızıyla ilerlemeye devam ederse, tüm dünya üzerindeki insanların toplam işlem gücüne sahip bir bilgisayarın 2021 yılında üretileceğini düşünenler var. Ancak işlem gücündeki bu büyüklük, o zamanki bilgisayarların insana benzeyeceği anlamına gelmiyor. Bunda insan beyninin kendine has ve benzetilemez özelliklerinin yanı sıra, geçirdiği evrimin de etkileri var.

Hayatını her kolaylaştırdığında en yakın dostu ilan ettiği teknolojiyi, ken-

disinden daha güçlü olduğunu hissettiği en ufak bir olay sonunda hiç düşünmeden düşman koltuğuna oturtan insanoğlunun, yapay zekâyı yaklaşımı da farklı değil. Çoğu kişinin, yapay zekânın geleceğine paranoyak bir bakış açısıyla yaklaşıyor olmasının temel nedeni de bu. Amacı zorlukla yaptığımız işlerde bize yardımcı olmak ve hayatımızı kolaylaştırmak olan yapay zekâ



Nonoteknoloji alanındaki gelişmeler, yapay zekâ çalışmaları için yeni bir umut kaynağı

çalışmaları, oldukça kolay kabul görüyor. Ancak bizim zekâmıza eşit, hatta bizden daha üstün bir zekâ üretilmesi düşüncesi, çoğu kişi için pek de sevimli değil. Çünkü bu fikir, kendini doğadaki en üstün yaratık olarak görmeye alışmış insanoğlunun, gücüne gidiyor.

Gün gelip de makinelerin insanları geçip geçmeyeceği sorusu, ister istemez hepimizin aklına takılıyor. Bu soruya kesin bir yanıt verebilmek, asla mümkün olmayabilir. Ancak şimdiye kadar insan zekâsı üzerine yapılmış tüm araştırmaların sonucu, bunun en azından yakın gelecekte gerçekleşmeyeceğini gösteriyor. Çünkü bugünkü bilgilerimize göre, sahip olduğumuz düşünce mekanizmamız makinelerce kopyalanamayacak türde özellikler içeriyor. Zaten yapay zekânın hayatlarımızı getireceği kolaylıklar da, tüm bu korkularımızı şimdilik bize unutturacak kadar çok. Bizim yerimize arabamızı süren, marketten alışveriş yapan, evimizi temizleyip yemeklerimizi pişiren ya da İnternet'te gezinerek bizim yerimize araştırma yapan bir yapay zekâyı istememek, gerçekten de güç. Yapmasını istediğimiz işleri biz yattıktan sonra da sessiz bir biçimde çalışarak yerine getirecek bir yapay zekâyı kim itiraz edebilir ki! Tüm işleri bizim

yerimize yapay zekâların üstlenmesi sonucunda, daha düzenli ve temiz evlerde yaşayacak, daha sağlıklı beslenecek ve tehlikelerden daha çabuk haberdar olabileceğiz. Hatta bizim zekâmıza tamamen benzer bir makine yapılabilirse, bizimle istediğimiz her konuda dilediğimizce sohbet edebileceğiz ve kontrolü tamamen bizde olan yeni bir oyuncağımız olacak. Doğalı yerine yapay zekâlı bir arkadaş kabulünüzse, yapay zekânın gerçekleşmesiyle birlikte daha az yalnız kalacağımız da söylenebilir.

Yapay zekâ örneklerinin tek hedefi, günlük hayatlarımızı kolaylaştırmak değil. İnsanlar tarafından yapılması tehlikeli birçok görevi de, yapay zekâ üstlenecek. Maden arama, zehirli atık arıtma ve bomba imhası gibi işlerin yapay zekâlar tarafından üstlenilmesi, doğanın yaşama şansını da artıracak. Yapay zekâ düzeneklerinin düşünme ve karar verme yetileri arttıkça, robotlar uzay çalışmalarında daha çok ve etkin biçimde kullanılabilir hale gelecek. Robotların herhangi bir gezegen yüzeyinde yapılması gereken tüm araştırmaları

gerçekleştirmek için yeterli olmadığı ve uzay çalışmalarında insanın karar verme mekanizmasının mutlak gerekli olduğunu düşünenler varsa da, yapay zekâ alanındaki gelişmeler zamanla bunu değiştirebilir. Ayrıca yapay zekâ alanındaki ilerlemeler, günümüzde hayvanlar üzerinde yapılan çoğu çalışmanın yapay canlılar üzerinde uygulanmasını da mümkün kılabilir. Bu gerçekleşirse, bilimsel çalışmalar hayvanlara daha az zarar verilerek gerçekleştirilebilir.

Ancak yapay zekâ örnekleri bu saydıklarımızı ve bize ait diğer birçok iş

Bilgisayar Oyunlarında Yapay Zekâ

Son yıllarda üretilen bilgisayar oyunlarının kalitesinin gerek görsel, gerekse teknik açıdan çok hızlı bir artış gösterdiği inkar edilemez. Gün geçtikçe hızlanan ve güçlenen bilgisayar donanımları, üzerlerinde oynanacak oyunlardaki gelişimi de beraberinde getirdi. İki boyutlu basit görünümdeki grafikler, yerlerini artık üç boyutlu gerçek gibi görünen mekanlara bıraktı. Oyundaki bir karakterin yürürken yaptığı hareketler, neredeyse bizimkiyle aynı. Oyunun bir savaş sahnesinde işittiğiniz ses efektleri ise, bombanın tam arkanızda patladığını sanmanızı sağlayacak kadar etkili. Ancak grafik, animasyon ve ses özelliklerindeki bu gelişmelere rağmen, tüm bilgisayar oyunlarının temel işleyiş mantığının birbirinin kopyası olduğunu düşünenler çoğunlukta. Oyun endüstrisindeki kişilere göre bu tekdüzellikten kurtulmanın anahtarıysa, yapay zekâ.

Yapılan araştırmaların tümü, insanların bilgisayarda oyun oynarken asıl istediklerinin gerçekten kendileri gibi düşünen birşeyle etkileşim deneyimi yaşamak olduğunu gösteriyor. Bir omuzun arkasından karşıdaki kişilere ateş etmekle artık yetinemez hale gelen oyun kullanıcıları, oyundaki karakterlerle konuşmak, ilişkiye girmek ve oyunu bu karakterlerle birarada düşünerek ilerletmek istiyorlar. Bunun yolu da oyunlarda yapay zekâ örnekleri kullanmaktan geçiyor. Böyle birşeyin gerçekleşmesi çok da kolay olmadığından, ancak uzak bir gelecekte hayata geçebilecek gibi görünüyor. Yine de oyun üreticileri, kişisel bir bilgisayarda mümkün olabilecek en iyi ve en yüksek derecede etkileşimli "yaşam ilüzyonu"nu yaratmak için şimdiden kolları sıvadılar. İstenene ulaşmak için ileri derecede gelişmiş, gerçekçi etkileşimli arayüz kullanımının, kişilikleri zengin, yapay zekâlı karakterlerle birleştirilmesi gerekiyor.

Bugünkü bilgisayar oyunlarının çoğunda karakterler, kullanıcı tarafından yönetilen kuklalarından öteye gidemiyor. Bilgisayarın yönettiği, genellikle yalnızca tek bir konuda özelleşmiş yetenek sergileyen karakterler, insan zekâsına meydan okumadan oldukça uzak. Hamle taban-



Genetik algoritmaların ilk kez kullanıldığı bilgisayar oyunu Sims, kısa sürede en popüler oyunlardan biri haline geldi.

lı klasik oyunların çoğunda, karakterlerin genellikle oldukça sınırlı sayıda pozisyonu olasıdır. Ancak bunun ötesine geçen örnekler de yok değil. 1980'lerin ortasında geliştirilen "Küçük Bilgisayar İnsanları" adlı program, kul-

Yapay zekâlı karakterler, oyun endüstrisinin daha "gerçekçi" ortamlara doğru geçirdiği evrimin önemli bir parçası.

lanıcıların küçük bir bilgisayar evinde yaşayan animatif bir karakterin yaşamını izlemesini sağlıyordu. Donanım ve yazılım teknolojisindeki gelişmeler, bundan on yıl sonra dünyanın ilk sanal kedi ve köpeklerinin ortaya çıkmasını sağladı. Sanal ev hayvanlarının daha sonraki tarihlerde çıkan versiyonlarıysa, ileri derecede yapay zekâ özellikleri barındırıyordu. "Yaratıklar" isimli programsa, yapay yaşamın ve genetik algoritmaların eğlence alanında kullanıldığı ilk uygulamaydı. Bu programda davranışları sinir ağları, biyokimya modelleri ve yapay çaprazlama ve mitasyon modellerince kontrol edilen fantezi ürünü memeliler, kullanıcılarca eğitilip besleniyordu. Özellikle son yıllarda bilgisayarda oyun oynayan herkesin evine giren Sims örneğindeyse, yine genetik algoritmalar kullanılarak bilgisayarda gerçek hayatın bir kopyası oluşturulmaya çalışılmış. Bu oyunda kullanıcı tarafından seçilen farklı karakterler, belli bir derecede öğrenilebilir ve deneyim kazanma yeteneklerine sahip. Ayrıca oyun içinde-

ki mekânlar da pek öyle aptalca sayılmaz; kullanıcının seçimleri doğrultusunda yaydıkları sinyallerle kullanıcıyı yönlendiren bu mekânların kendileri de aslında basit anlamda birer yapay zekâ örneği.

Oyun endüstrisi çalışanları oyundaki yapay zekâ uygulamalarını bu saydıklarımızdan öteye götürmek için çalışmayı sürdürüyor. Ancak, bir bilgisayar oyununda düzeyi doğru ayarlanmamış bir yapay zekâ uygulaması kullanmanın getireceği dezavantajlar da var. Bilgisayarın yönettiği karakter kullanıcıya karşı çok hızlı reaksiyon verecek şekilde ayarlanırsa, oyun kullanıcı için sıkıcı olabilir. Bunun sonucunda oynanabilirlik seviyesi düşen oyun, başarısız hale gelir. Günümüzde yapay sinir ağları ve genetik algoritmalar alanındaki gelişmelerin, birkaç oyun dışındakilerde tercih edilmemesinin altında yatan nedenlerden biri de bu. Geliştirilen oyunların sıkıcı hale gelerek başarısız olmaması için önerilebilecek en temel çözüm, oyundaki yapay zekâ seviyesini, kullanıcının kendisinin belirlemesi olabilir.

Barındırdığı risklere rağmen, oyun endüstrisi yapay zekâ uygulamalarına birçok açıdan çok uygun bir alan. Oyun pazarının büyüklüğünün, üretim için harcanan paraların astronomik oluşunun ve evinde bilgisayar bulunan herkesin ezanından bir tane oyun programına sahip olmasının bunda payı büyük. Sürekli gelişen bir alan olan oyun endüstrisi, yapay zekâ örnekleriyle zenginleştiğinde kuşkusuz daha eğlenceli hale gelecek. Yapay zekâlı karakterler, oyun endüstrisinin daha "gerçekçi" ortamlara doğru geçirdiği evrimin önemli bir parçası. Grafiksel gösterimlerin gerçekçiliği yaklaşmasıyla ateşlenen bu evrim, kendi bilgi, amaç ve yeteneklerine sahip karakterlerle birlikte altın çağını yaşayacak. Bu evrim, kullanıcıların bir ağ bağlantısı olmaksızın bilgisayarda başka insanlara karşı oynama deneyimlerini geliştirecek olması gibi bir özelliğe de sahip. Ayrıca olasılık hesaplarını kullanarak oyuncunun bir sonraki adımda yapacaklarını tahmin edip uygulayan akıllı bir oyun mekanizması, grafik ve zaman kaybını da azaltacak.

levi bizden daha iyi yapmaya başlarsa, bu sefer de bize ihtiyaç kalmayacak mı sorusunu soran insanların sesi yükselir. Her türlü tehlikeli ve zor iş yapay zekâlarca yapılırken, doğal zekâların güvende ama işsiz güçsüz şekilde bir kenarda oturup kalacağını düşünmek de mümkün. Ayrıca günlük hayatların "yapay zekâcıklarla" istila edilmesi, insanların gereksiz hale gelmesinin yanısıra ahlaki anlamda bazı sorunları da gündeme getirecektir. Örneğin tek görevi ve yeteneği evinizi temizlemek ve çocuklarınız için yemek pişirmek olan bir makine, günün birinde yemeğin altını yakarsa ne olur? Bu durumda, devrelerini sökmeye ya da onu fişten çekmeye hakkımız var mıdır? Belli bir konuda bilinç sahibi olduğu göz önüne alınırsa, bu soruya öyle kolayca evet demek pek de mümkün değil. Bunun çok da yakın bir gelecekte gerçekleşmeyeceğini düşündüğümüzden, şimdiden bu sorulara kafa yormayı gereksiz bulabiliriz. An-



Robot oyuncaklar, piyasaya ilk sürüldüklerinde oldukça ilgi çekmişti

cak aradaki geçişin çok yavaş ve hissettirmeden gerçekleşmesi olasılığı da var. Bu durumda, sıradan bir günümüzün ortasında yanıtlarını hiç bilmediğimiz bu sorulardan biriyle karşı karşıya kalabiliriz.

Yapay zekâ geliştikçe zekânın doğasının bazı yetilerini yitirecek olması da, olası gelecek varsayımlarından bir diğeri. Hesap makineleri, İkinci Dünya Savaşı'nın hemen ardından ortaya çıktıklarında "elektronik beyin" olarak adlandırılmıştı. Bugünse çoğumuzun hesap yaparken kullandığı bu basit araçlar, gündelik hayatın çok basit birer parçası haline gelmiş durumda. Zihinden yapılabilecek çoğu işlemi bile hesap makinesi kullanarak yapmak, çoğu kişinin alışkanlığı haline geldi. Buradan yola çıkarak, gelişmiş yapay zekâ örneklerinin hayatlarını-

Yapay Zekânın Modern Tarihi

Akıllı makinelerin ve yapay zekânın kökleri, eski Yunan mitolojisine kadar uzanır. İnsan yapımı akıllı varlıkları konu alan ilk edebiyat eserleri ve belli bir zekâ derecesine sahip ilk mekanik araçların yapımı da, bu döneme rastlar. Ancak İkinci Dünya Savaşı'nın ardından ortaya çıkan modern bilgisayarlar, zor problemleri gerçekleştirebilecek programları yaratmayı mümkün kıldı ve yapay zekâ alanındaki asıl önemli gelişmeler de bundan sonra yaşandı. 1956 yılında "yapay zekâ" teriminin ilk kez kullanılmasıyla birlikte yaşanan gelişmeler, biraraya gelecek yapay zekânın modern tarihini oluşturdu. 1956 Yapay zekâ konusunda düzenlenmiş ilk konferans olan Dartmouth Konferansı'nda, John McCarthy "yapay zekâ" terimini türetti. Allen Newell, J.C. Shaw ve Herbert Simon'un yazdığı, Mantık Kuramcısı (The Logic Theorist) isimli ilk yapay zekâ programının sunumu yapıldı. 1957 Newell, Shaw ve Simon, Genel Problem Çözücü (The General Problem Solver) isimli programı yazdılar. 1952 - 62 IBM'den Arthur Samuel, satranç oynayabilen ilk programı yazdı. 1958 MIT'den John McCarthy, LISP dilini yarattı. 1961 James Slagle, LISP dilini kullanarak üniversite birinci sınıf düzeyindeki matematik problemlerini çözebilen bir program olan Saint (Aziz)'i yazdı. 1962 İlk endüstriyel robot şirketi Unimation kuruldu. 1963 MIT'den Thomas Evans, IQ testlerinde sorulara benzer soruları çözebilen Analogy (Benzeşim) isimli programı yazdı. Ivan Sutherland, bilgisayarlarda etkileşimli grafik kullanımını başlattı. Edward A. Feigenbaum ve Julian Feldman, yapay zekâ konusundaki makalelerin ilki olan Bilgisayarlar ve Düşünce'yi yayınladı. 1964 Danny Bobrow'un MIT'de yaptığı araştırmanın sonuçları, bilgisayarların, doğal dili basit matematik problemlerini çözmeye yetecek derecede anlayabildiğini gösterdi. Bert Raphael, bilginin mantıksal şekilde gösteriminin soru-cevap sistemlerine uygulandığında başarılı olduğunu gösterdi. 1965 Joseph Weizenbaum, İngilizce olarak herhangi bir konuyla ilgili sohbet edebilen, etkileşimli program ELIZA'yı yarattı. Bu programın psikoterapist görevi yapan versiyonu, oldukça popüler bir oyuncak haline geldi. 1966 Donald Michie ve ekibi, Machine Intelli-

gence (Makine Zekâsı) konulu atölye serisinin ilkinin gerçekleştirdi. 1967 Organik kimyasal bileşiklerin kütle spektrumunu yorumlayabilen bir program yazıldı. Bu, bilimsel mantığa uygun olarak yazılmış ilk başarılı programdı. 1968 Marvin Minsky ve Seymour Pappert, sinir ağlarının sınırları konusunda bir makale yayınladı. 1969 Yapay zekâ konusundaki ilk uluslararası konferans düzenlendi. 1970 Jaime Carbonell, bilgiyi anlambilimsel ağlar şeklinde sunan Scholar (Bilgin) isimli etkileşimli bilgisayar destekli öğretim programını geliştirdi. 1971 MIT'den Terry Winograd'ın geliştirdiği robot kol, İngilizce söylenen komutları yerine getirebildi. 1975 Meta-Dendral isimli öğrenme yeteneğine sahip programın bulunduğu kütle spektrumu sonuçları, bir bilgisayar tarafından bulunan sonuçların bilimsel dergilerde yayımlanmasının ilk örneği oldu. 1978 Herb Simon, yapay zekâ alanındaki önemli adımlardan biri olan "sınırlı rasyonelite" teorisine ekonomi alanındaki Nobel Ödülü'nü kazandı. Mark Stefik ve Peter Friedland'ın yazdığı Molgen isimli program, bilginin nesne tabanlı gösteriminin genetik klonlama deneylerinde kullanılabilceğini gösterdi. 1979 Uzman sistemler geliştirilmeye başlandı. Pittsburgh Üniversitesi'nden Jack Myers ve Harry Pople, Myers'in klinik deneyimlerinden yola çıkarak bilgi tabanlı ilk iyileştirici program olan Internist (Stajyer)'i geliştirdi. 1980 Uzman sistemler, ticari alanda kullanılmaya başlandı. Amerika Yapay Zekâ Derneği, ilk ulusal yapay zekâ konferansını gerçekleştirdi. 1984 Yapay sinir ağları yaklaşımı ortaya çıktı. 1985 Harold Cohen, bilgisayarda çizim yapmayı sağlayan Aaron isimli programı geliştirdi. 1987 Marvin Minsky, zihnin teorik tanımlamasını yapan "Toplumun Zihni" isimli kitabı yayınladı. 1997 The Deep Blue isimli satranç programı, oldukça geniş bir kitlenin izlediği maçta Dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u yendi. 1998 İnternet'in yaygınlaşmasıyla birlikte, yapay zekâ tabanlı birçok program geniş kitlelere ulaştı. 2000 Sevimli oyuncaklar olarak adlandırılan etkileşimli robot oyuncaklar, piyasaya sürüldü.

başına geçmesine neden olabilir. Bir başka riskse, yapay zekânın gelişerek, insanlardan çok daha güvenilir bir zekâ haline gelmesi. Bugünün çoğu "yapay zekâ" düzeneği, kendileriyle sohbet edildiğinde birbirine benzer ve herhangi bir zekâ pırlıtsından yok-

sun yanıtlar veriyor. Ancak gelişen teknolojiyle birlikte, aldığımız yanıt, giderek daha doyurucu hale gelebilir. Bunun sonucunda da insanlar gelecekte birbirleriyle dertleşmek ya da günlük hayattaki sorunlarıyla ilgili olarak kendileri gibi bir ademoğluna danışmak yerine, yapay zekâyı muhatap almayı tercih edebilir. Böyle bir gelişme, kaçınılmaz olarak sosyal hayata zarar verecektir. Bilgisayar

teknolojisinin görsel sanatlardaki yaratıcılığa verdiği zarar tartışılabilir, buna yapay zekâ tartışmaları da eklenince durum içinden çıkılmaz bir hal alabilir. İstedığınız konu ve özelliklerde bir metin hazırlayabilen yapay zekâ örnekleri, ileride istediğimiz ölçütlerde bir oyun ya da film senaryosu yazma yeteneğine sahip hale gelebilir. Bunun sonucunda da seyrettiğiniz filmin yalnızca oyuncularını bilgi-

sayar ortamında hazırlanmakla kalmayıp, başlarından geçen hikaye de bir yapay zekânın elinden çıkmış olabilir. Neyse ki, şu andaki bilgi ve birikimimize göre görünen o ki, yapay zekânın her zaman “yapay” kalacak olması daha kuvvetli bir olasılık. Bu durumda karşımızda oturan inorganik sistemin, tüm özellikleriyle aynı olacağı umutları yine başka bahara kalmış gibi görünüyor.

Yapay Zekânın Askeri Alandaki Uygulamaları

TÜBİTAK MAM Bilişim Teknolojileri Merkezi Yapay Zekâ Araştırma Grubu, yapay zekânın askeri alanda kullanımı konusunda sorularımızı yanıtladı.

BTD: Yapay zekânın askeri alandaki temel uygulamaları nelerdir?

MAM: Günümüzde askeri alanlarda sentetik ortamlarda eğitim, tatbikat ve satın almadan, yeni askeri sistemlerin geliştirilmesine (otomatik hedef tanıma, insansız askeri araçlar vb.) kadar hemen her alanda yapay zekânın örneklerini görmek mümkün. Askeri araştırmalar, zeki benzetim sistemleri, askeri imalat, bakım-onarım, hareket planlaması, lojistik eğitim, performans değerlendirme, istihbarat toplama ve işleme, istihbarat analizi ve durum tespiti, sensör kaynaklarının dağıtımı, kuvvet dağıtımı, kuvvet komuta ve kontrolü, güzergah planlaması, muharebe taktikleri, otonom / yarı-otonom araçlar, aviyonik, elektronik harp, ve komuta kontrol istihbarat karşı-koyma, haberleşme, ağ kontrolü, ve enformasyon yönetimi ve ulaşımı konularındaki yapay zekâ çalışmaları, hızla ilerlemekte. Bu konuda TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinde de bazı çalışmalar gerçekleştirilmekte ve Avrupa ülkeleriyle uluslararası ortak projeler yürütülmekte.

BTD: Bu uygulamalar ne gibi somut yararlar sağlıyor?

MAM: Yapay zekânın 1970'li yılların sonuna doğru özellikle ABD'de endüstriyel alandaki başarılı uygulamaları, kısa zamanda askeri çevrelerin yoğun şekilde dikkatini üzerinde topladı. Gelişmiş ülkelerin savunma bakanlıkları ile kara, deniz ve hava kuvvetleri bu yeni teknolojiye faydalanmanın yollarını araştırmaya başladılar. Bu çalışmalarla, askeri sistemlerin (özellikle silahların) performansları artmakta. Askeri personel için daha gerçekçi savaş ortamlarının sanal dünyada oluşturulması söz konusu olmakta ve gerçek hayatta yapılması çok zor veya mümkün olmayan eğitim ve tatbikatları gerçekleştirmeleri mümkün olmakta. Yeni alınacak askeri sistemlere yatırımlar yapılmadan önce, bunların performans değerlendirmeleri yapılabilmekte ve şartnameler daha uygun hazırlanabilmekte. Düşman kuvvetlerinin davranışları modellenerek, gerekli yeni taktik ve doktrinler belirlenebilmekte ve denemeler yapılabilmekte. Dahası bu işlemlerin tekrarlanması, fazla mali bir yük getirmeksizin de mümkün. Sınırlar, kara ve denizden otomatik olarak kontrol altında tutulabiliyor. He-

defler takip ediliyor ve elde edilen bilgiler daha sağlıklı analiz ediliyor. Yeni silahların oluşturulması ve insansız yer ve hava araçlarıyla, insan kaybı olmadan savaşlara girmek ve başarılar elde etmek mümkün oluyor. Bugün, Afganistan'da ABD'nin yaptığı da bu.

BTD: Harp oyunları nedir ve yapay zekâ bunlarda nasıl uygulanır?

MAM: Harp oyunları, askeri öğrencilerin askeri yeteneklerini artırmaları için bilgisayarlar yardımıyla savaş senaryolarının oluşturulması ve öğrencilerin farklı taktik ve doktrinleri bunlar üzerinde denemelerine fırsat veren bilgisayar sistemleridir. Bu alanda da bilgisayar tarafından oluşturulan kuvvetlerin eğitim ve analiz amaçlı kullanılması, ABD'de 1990'ların başlarından beri oldukça hızlı bir gelişme gösteriyor ve diğer dünya ülkeleri bunları izliyor. Bilgisayar kuvvetleri programıyla komuta-kontrol yeteneği öğrencilere verilmeye başlandı. Günümüzde bilgisayarların ve yapay zekâ teknolojisinin gelişmesiyle, önceleri bazı strateji oyunlarına dayanan savaş oyunlarını, sonunda yerini simülasyon sistemleri ve rakip kuvvetlerin eklenmesiyle gelişmiş Yarı Otomatik Sistemlere bıraktı. Gelecek nesil bilgisayar kuvvetleri üzerine çalışmalar da başlatılmış bulunuyor. Bu çalışmalara benzetim teknolojisindeki gelişmeler eklenerek, artık düşman kuvvetleriyle savaş ortamında modellenerek daha gerçekçi savaş oyunlarını oynamak mümkün olmakta. Bu sistemlerde amaç ve görev seçimi ve görev planlaması yapılabiliyor ve birden fazla kullanıcı görev alabiliyor.

BTD: TÜBİTAK-MAM'daki yapay zekâ çalışma grubunun yürüttüğü çalışmalar hakkında kısaca bilgi verir misiniz?

MAM: TÜBİTAK-MAM bünyesinde, Bilişim Teknolojileri Araştırma Enstitüsü'nde 1997 yılına kadar bir yapay zekâ bölümü bulunmaktaydı. Bu yıl gerçekleştirilen yeniden yapılanmayla, Bilişim Teknolojileri Araştırma Enstitüsü kurularak bu grup



TÜBİTAK-MAM Bilişim Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, Yapay Zekâ Grubu

aynı enstitü içerisinde yer alan Yazılım Sistemleri Grubu içerisine dahil edildi. O tarihten bu yana, bu grup içerisinde çalışmalarını sürdürmekte. TÜBİTAK-MAM olarak bu grup tarafından gerçekleştirilen projeler Batı Avrupa Silahlanma Grubu (WEAG) içerisinde yer alan ve organize edilen Avrupa Uzun Dönem Savunma Araştırma programları olan EUC-LID ve EUROFINDER programları kapsamında yürütüldü. Bu araştırma programları Avrupa Öncelikli Araştırma Alanları (CEPA) adı verilen çeşitli öncelikli araştırma alanlarından oluşuyor. Gerçekleştirilen projeler, CEPA 11'in kapsamı olan modelleme ve simülasyon alanında gerçekleştirilmiş bulunuyor. Şu ana kadar tamamlanan 3 projenin yanısıra, 2 projenin yürütülmesine de halen devam edilmekte. CEPA 15 kapsamı olan füze yönlendirme ve kontrol teknolojilerinde, yapay zekâ uygulamalarıyla ilgili bir proje hazırlık çalışması da halen sürdürülmekte. Bahsedilen projeler uluslararası araştırma projeleri olarak açılmakta ve Milli Savunma Bakanlığı ARGE ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı tarafından desteklenmekte. Projelerde elde edilen bilgi birikiminin, gerekli yerlere iletilerek milli projeler açılmasına ve uygulamaya dönüştürülmesi çalışmalarına destek verilmektedir.

BTD: Yapay zekâ çalışmalarının geleceğini nasıl görüyorsunuz?

MAM: Yapay zekâ bilimine olan ilgi sürekli artarken, bir noktaya dikkatleri çekmekte fayda var. İnsan davranışlarının modellenmesi konusundaki başarılı çalışmalar, insana benzer robotların yapılması çalışmalarını cesaretlendirmekle birlikte, bu çalışmalarda filmlerde gösterildiği gibi başarıların elde edilmesi şu an için oldukça uzak görülmekte. İnsan, bilgisayarlaşılması mümkün olmayan bir takım yetilere sahip. Toplumumuzdaysa insana benzer robotların üretileceği ve topluma hakimiyet kuracakları gibi bir anlayışın yayılması, yeni araştırmacıların dikkatlerini sonuçsuz çalışmalara çekebilmekte. Akıl (intellect) ve zekâ (intelligence) sözcükleri, bizim dilimizde karıştırılmakta. Zekâ aklın bir fakültesi, yani mekanik atölyesi olarak düşünülürse, bunun bilgisayar modelinin kurulması mümkün. Yapay zekâ bilimcilerinin yaptığı da bu açıdan bilimi ilerletmek. Akıl ise, sadece insanda olan bir yeti. İnsanı diğer yaratıklardan ayıran bir özellik. Bunun bilgisayarlaşılması, insanın yeniden yaratılmasına denk bir eylem olacaktır. Bunun gerçekleştirilmesini düşünmek olası değil.

Beyazperdede Bilgisayarlar ve Yapay Zekâ

Sinema izleyicilerinin yapay zekâyla tanışmaları, 1900'ü yıllara rastlar. 20. yüzyılın ilk yarısında oldukça popüler olan bilim kurgu filmlerindeki robotlar, kendilerinden sonra gelecek örneklerin habercisidiler. 1907 yapımı The Mechanical Statue and the Ingenious Servant (Mekanik Heykel ve Akıllı Köle), 1909 yapımı The Rubber Man (Lastik Adam) ve 1910 yapımı Dr. Smith's Automaton (Dr. Smith'in Otomatı) bu alanın ilk örnekleriydi. Bu filmlerin tümünün konusu, temelde neredeyse aynıydı: kendilerini yaratanlara hizmet etmeleri amacıyla tasarlanmış mekanik adamlar kontrolden çıkarak aniden çığınca davranmaya başlıyor ve çevrelerindeki insanlar için bir tehdit unsuru haline geliyorlardı.

1950'lerde Hollywood'un teknolojiye bakışı, oldukça olumlu ve iyimserdi. Amerikalı izleyiciler atom savaşları ve radyasyonun etkileri nedeniyle teknolojik ilerlemelerden korkuyor olsalar da, komünist istila korkusu, tıp ve endüstrideki savaş sonrası gelişmeler, uzay çalışmalarındaki yarışın başlaması gibi faktörler nedeniyle ülkelerinin teknoloji ustalığını artırma yolundaki çabalarının destekçisidiler. Çünkü teknolojideki ilerleme global anlamda artan güç, zenginlik, sağlık, güvenlik ve boş zaman anlamına geliyordu ve bu nedenle Hollywood'un da son teknoloji ürünü yapay zekâ örneklerini konu etmesinde bir sakınca yoktu. Ne de olsa teknoloji öylesine güçlü ve kudretliydi ki, yarattığı her sorunun çözümünü yine kendisi bulabilirdi. Bunun en iyi örneği, 1957 yapımı The Invisible Boy (Görünmez Çocuk) isimli film. Dünyayı ele geçirmeye, tüm insan ırkını köle etmeye ve evrendeki tüm organik yaşamı sona erdirmeye karar vermiş bir süper bilgisayarın hikayesinin anlatıldığı bu filmde, "iyi kalpli" bilgisayar Robby, canı atasının planlarını engelleyerek insanlığı kurtarıyordu. Ancak bu dönemde teknolojiye "yürü ya kulum" diyen filmler arasında, yapay zekâ konusunu bir tehdit unsuru olarak ele alan filmler de vardı. 1954 yapımı Gog isimli filmde robotları Gog ve Magog'la birlikte bir uzay araştırması merkezinin kontrolünü ele geçiren süper bilgisayar NOVAC, bu tehdidin en iyi örneklerindendi. Bu dönemdeki filmler, yapay zekâ konusundaki bilgilerin yanlış kişilerce ele geçirilmesi tehlikesine de değindi.

1960'lı yıllara gelindiğinde filmlerdeki teknolojik süreç ilişkin olumlu yaklaşım yerini kötümser, çok daha karamsar bir havaya bırakır. Teknolojideki ilerlemelerin sonucunda, beyazperdedeki yapay zekâ örneklerinin oluşturdukları tehditler daha kapsamlı ve zor kontrol altına alınır hale gelir. Öyle ki bazı robotların saldırdığı tehditler, tüm insanlığı ve gezegeni tehlikeye atabilecek boyutlara ulaşır. Çünkü soğuk savaşın kızışmasıyla birlikte, global anlamda bir nükleer tehdidin teknolojik bir problem olduğu ve daha da kötüsü teknolojinin kendisinin, kendisine çözüm olamayacağı anlaşılır. 1969 yapımı Colossus adlı filmin merkezinde de bu fikir yatar: ABD'nin tüm nükleer cephanesini kontrol etmek amacıyla tasarlanmış bir süperbilgisayar tüm



Stanley Kubrick'in yönettiği, 1969 yapımı 2001: A Space Odyssey adlı filmin kahramanı, HAL-9000 isimli akıllı bilgisayarı. HAL'in kartlarının sökülerek devre dışı bırakıldığı sahnede, yapay zekâ insan gibi tepki veriyordu.

dünyanın yönetimini ele geçirmeye karar verir ve insanlar onun emirlerine her karşı çıktığında nükleer savaş başlıklarını patlatmaya başlar. Bu dönemde filmlerde yapay zekânın yok edicilik tarafının yanı sıra, bundan çok daha büyük bir tehlike de konu edilir: Yapaylarıyla birlikte yaşayan doğal zekâlar, insani özelliklerini kaybetmiş ve robotlardan daha "yapay" hale gelmişlerdir. Bunun en çarpıcı örneğine 2001: A Space Odyssey (2001: Bir Uzay Macerası) isimli filmde rastlanır. Bu filmdeki HAL-9000 isimli bilgisayarın davranışları, insanlardan oluşan duygusuz ve robot benzeri keşif ekibiyle karşılaştırıldığında çok daha insancıdır. HAL'in sistem dışı bırakıldığı sırada korktuğunu ve acı çektiğini söylemesi, insan astronautlardan hiçbirinin ölümünde hissedilemeyen acıklı bir durumdur.

1970'lere gelindiğinde 1960'lardaki teknoloji korkusunun güçlenerek iyice zirveye ulaştığı görülür. Ancak bu dönemin filmlerindeki teknoloji tehdidi, devletler arasındaki soğuk savaşlar ve uzay savaşlarından çıkıp, yerini bilgisayarların günlük hayattaki tehlikelerine bırakır. Bilgisayarlaşma kültüründen ve yapay zekâ çalışmalarından duyulan histerik düzeydeki korku, beyaz perdeye de yansır. Neyse ki 1977 yılında Star Wars (Yıldız Savaşları) imdada yetişir ve 1950'li yılların filmlerindeki teknoloji taraftarlığını geri getirir.

1980'li yıllarda sinemanın gelişmiş teknolojiye yaklaşımı, oldukça şizofrendir. Teknolojik gelişmelere duyulan hazımsızlık ve kötümserlik, 1982 yapımı Blade Runner (Bıçak Sırtı) ve 1984 yapımı The Terminator (Yokedici) adlı filmlerde kendini gösterir. Bu filmlerde teknoloji ürünü yapay zekâ örneklerinin birincil amacı, insanlığı yok etmektir. Diğer yandansa yine bu dönemdeki bazı filmlerde, robotlar birer komedi unsuru olarak kullanılır. Bunda, 1970'li yılların filmlerindeki tehdit ve korku dolu senaryoların artık gerçeğe dönmüş ve bilgisayarların günlük hayatın bir parçası haline gelmiş olmasının payı vardır. Bu sayede daha tanıdık ve daha az korkular hale gelen bilgisayarlar, artık gizli devlet araştır-

maları ya da yeraltındaki laboratuvarlarda kullanılan, insan ırkını yok etmeye yönelik üstün araçlar olmaktan çıkmış ve sosyal hayatın basit ve vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir.

1990'larda yapay zekânın beyaz perdedeki yansımalarında İnternet'in yaygınlaşmasının ve telekomünikasyon yöntemlerindeki ilerlemelerin ciddi etkilerine rastlanır. Terminator 2 gibi filmler yapay zekâ örneklerince ele geçirilmiş gelecek tehditlerini salmayı sürdürse de, filmler daha çok bilgi yoğunluklu toplumu konu eder hale gelmiştir. Bu dönemde akıllı makinelerin insan zekâsını yeniden yaratması konusu gündeme gelir ve sanal gerçeklik kavramı keşfedilir. Lawnmower Man (Bahçıvan), The Net (Net), ve Ghost in the Shell (Kabuktaki Hayalet) gibi filmlerde bilgi ağları ve bilgisayar ortamında oluşturulmuş dünyalar, siyasi casuslar ve seri cinayetler işleyen katillerle doludur. İşin en tehlikeli yanıysa, artık tek bir düğmeye basarak bir insanın tüm kimliğini yok etmenin olanaklı oluşudur.

Sinemada yapay zekâ konusunun kullanımının son örneği olan ve geçtiğimiz ay ülkemizde de gösterilen, Steven Spielberg'in yönettiği Artificial Intelligence (Yapay Zekâ) isimli filmdeyse, izleyiciler ilk kez yalnızca sevmeye programlanmış bir robot çocukla karşılaşır. İnsanların, robotların neden olduğu sorunlarla mücadele ettiği örneklerden farklı olarak, bu filmde sorun yaşayan kişi yapay zekâ örneği David isimindeki çocuk robottur. Ne insanlardan, ne de robotlardan kabul göremeyen David'in yaşadıkları, yapay zekâ üzerinde çalışan insanların yarattıkları şey konusunda çok dikkatli davranmaları gerektiğini bir kez daha gözler önüne serer. Filmde "orga" olarak adlandırılan doğal zekâli organik insanların, "meka" denilen yapay zekâ örneklerine karşı takındıkları tavrına geçmişte yapılan ırk ayrımcılığından aslında pek de farkı yoktur ve bu sahneler, yapay zekâ tam anlamıyla gerçekleştiğinde yaşanabilecek olası toplumsal sorunlara dikkat çeker.

İnsanın Makine Kopyası Yapılabilir mi?

İnsanın makineden kopyasını yapabilmek için, öncelikle insanı iyi bilmek gerekir. Dolayısıyla "insan gibi" bir makine yapmaktaki problemin merkezi, insanı tanımadır. İnsanı tüm özellikleriyle tanıyamadığınız sürece, onun benzerini yapma olanağınız yoktur. Soruyu böyle oluşturarak baktığımızda, insanın hareket etme, hesap yapabilme gibi bazı özelliklerinin makine kopyasını yapmanın çok kolay olduğunu görüyoruz. İnsanın sahip olduğu bu tür becerileri, bir makine, insandan daha hızlı ve hatasız bile yapılabilir. Ancak tüm özellikleriyle insana benzeyen bir kopyanın hâlâ yapılamamış olmasının nedeni, ilkece bir yapılamazlık özelliği olabileceği gibi, insanla ilgili şu anki bilgimizin eksikliğinden kaynaklanıyor da olabilir.

Felsefe tarihine baktığımızda, Kant ve ardından gelen düşünürlerin, insanın doğadaki varlıklardan ontolojik olarak farklı olduğu görüşleriyle karşılaşırız. Primatlarla akraba olsa bile, evrim süreci içinde çok büyük bir sıçrama olmuş ve insan denen varlık bir yanıyla doğadan kopmuştur. Bu yanı nedeniyle de, artık doğadan yararlanarak insanın benzerini yapmak olanaklı değildir.

İnsanı yalnızca genlerine, hücrelerine ya da beyin merkezlerinin çalışmasına indirgeyerek açıklamak, bu düşünürlerin gözünde insanı aşağılamaktır. Dolayısıyla hiçbir şekilde, maddi birtakım parçaları bir araya getirerek insanı kurgulama olanağımız yoktur. İnsanın hangi parçalardan oluştuğunu belirleyip bu parçaları oluşturabiliyor olsanız bile, onları bir araya getirdiğinizde oluşacak şey insan olmayacaktır. Çünkü insan, parçalarının toplamından fazlasıdır. Bir makine içinde ne varsa onu verebileceğinden, örtük bilginin tümü açık bilgiye çevrilmeden yapay zekânın gerçekleştirilebilmesi, ilkece olanaksız gibi görünür. Eğer bilgi dediğimiz şeyin daha iyi anlaşılmasıyla birlikte örtük bilginin beyin fizyolojisi, kimyası ve yapısıyla ilgili

İnsanın simüle edilmesi konusunda karşımıza çıkan en önemli sorunlardan biri de, bilgi meselesidir. İnsan bilgisinin tümü açık bir bilgiye (explicit knowledge), yani bildiğimiz her şey açık seçik formüle edilebilir ve akış şeması çıkarılabilirse, bunun kopyası da yapılabilir. Ama öyle olmadığını ve insanın daima bildiğini sandığından ve farkında olduğundan fazlasını bildiğini söyleyenler de var. Bu bilgiye örtük bilgi (tacit know-



ledge) denir. Örtük bilgi kodlanamaz bilgi olduğundan, herhangi bir makine diline dökülmesi oldukça güçtür. Çünkü örtük bilgiyi ne denli açık

İnsanın hangi parçalardan oluştuğunu belirleyip bu parçaları oluşturabiliyor olsanız bile, onları bir araya getirdiğinizde oluşacak şey insan olmayacaktır. Çünkü insan, parçalarının toplamından fazlasıdır.

kılırsak kılalım, tıpkı iki gerçek sayı arasında sonsuz gerçek sayının olması gibi, insan beyninde asla açık kılınmamış bazı bilgiler kalacaktır. Bir makine içinde ne varsa onu verebileceğinden, örtük bilginin tümü açık bilgiye çevrilmeden yapay zekânın gerçekleştirilebilmesi, ilkece olanaksız gibi görünür. Eğer bilgi dediğimiz şeyin daha iyi anlaşılmasıyla birlikte örtük bilginin beyin fizyolojisi, kimyası ve yapısıyla ilgili



Prof. Ahmet İnam

özellikleri açıklanabilirse, insanın benzerinin yapılabilmesine dair bir umut doğabilir.

İnsanın bugün ulaştığı noktanın, yaklaşık 3,5 milyon yıllık evrimi sonucunda gerçekleşmiş olması da ayrı bir sorun olarak karşımıza çıkar. Bu açıdan baktığımızda, insanın makineye benzeteceği yapay bir zekâ, insanın evrimi süresince ba-

şından geçen yaşantıların tümünü barındıramayacaktır. Bu durumda benzettiğimiz şey, yalnızca taklit ettiğimiz şeyle sınırlı kalacak ve asla insanın tam bir kopyası olmayacaktır. Aksi takdirde, evrim boyunca kazanılmış deneyimlerin maddi olarak taklit edilebilecek nitelikte olduğunu söylemek gerekir.

Bu noktada tüm konuşmalarımızın, bilgi ve davranışsal düzeyde olduğu uyarısını da eklemek istiyorum. İnsanın belli bir davranışta bulunurken yaşadığı duyguların çok içsel bir şey olduğu, sadece yaşanabileceği, başkaları tarafından hiçbir zaman bilinmeyeceği ve dolayısıyla simüle edilemeyeceği gibi bir anlayış da var. Yani kıskanmak ve kıskançlık davranışı göstermek, aynı şey olmayabilir. Eğer aynı şeydir diyorsanız, yani davranışçı bir insan anlayışımız varsa, o zaman insan gibi davranan makinelerin gün gelip inşa edilebileceğine inanabilirsiniz. Bunun için ilkece bir engel görmüyorum. Karşılaşılacak teknolojik engeller olabilir, ama bunlar günün birinde mutlaka aşılacaktır. Eğer davranışçı bir anlayışta değilseniz, yani insanın davranışlarından farklı bir varlık olduğunu düşünüyorsanız, o zaman insanın simüle edilmesinin asla mümkün olmayacağını söyleyebilirsiniz.

İnsanı tanımlamakla ilgili zorlukların yanısıra, insanın kopyası olacak makinenin teknolojik olarak üretilmesiyle ilgili zorluklar da var. İnsana ait tüm özellikler ve insanın verebileceği tüm mümkün yanıtları bilmek oldukça güç. Ancak bir gün bu başarılabilirse bile, bu kez de karşımıza bu olanaklılığı teknolojik olarak makineye aktararak aktaramayacağımız soru çıkacaktır. Mikroelektronik bugün kadar gelişmediği dönemlerde, insanın mekanik kopyasının yapılmasının mümkün olduğu, ancak bunun için inşa edilmesi teknolojik açıdan imkansız büyüklükte bir makine gerektiği söyleniyordu. Bugün ulaştığımız noktadaysa, bu anlamdaki teknolojik zorluk aşılmış durumda. Bu nedenle, insan bilgisinin ne kadar olduğu açıklanabildiği sürece, o kadar bilgiyi taşıyabilen, kullanabilen, geliştirebilen ve yanıtlayabilen makinelerin yapılmasına ilişkin ilkece hiçbir itirazın olmaması gerekir.

Tüm bunların dışında, bence insan simüle edilebilir mi sorusunun tersini de sormak gerekli. Çünkü biz makinelerden insan yapma sorunuyla uğraşırken, diğer yandan çağımızdaki çoğu insan zaten makine haline gelmiş durumda. Bireyselliğiyle birlikte kendine özgü davranış ve farklılıklarını yitirmiş birçok insan, önceden kestirilebilir davranışlarda bulunuyor. Bu durumda, bu insanların benzerini yapmak da gitgide kolaylaşıyor. Dolayısıyla günün birinde insanı simüle etmeye gerek kalmayacak, çünkü insanlar robotlaşacak ve böylece insanla makine arasında fark kalmayacak diye düşünülebilir. Bu da problemin ahlaki boyutunu gösteren, çok önemli bir nokta.

Prof. Ahmet İnam
ODTÜ Felsefe Bölümü

Yapay Zekâ mı, Yapay Bilinç mi?

ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde genetik algoritmalar ve evrimsel hesaplamalar konusunda çalışan Doç. Dr. Göktürk Üçoluk'la bilgisayarlarla insan beyni arasındaki temel farklılıkların yanısıra, yapay zekâ ve yapay bilinç kavramları arasındaki ayırımı konuştuk.

BTD: Bilgisayarların yapay zekâyı gerçekleştirmek için uygun bir araç olmadığını düşünenler, bunun nedeni olarak insan beyniyle bilgisayarların yapısı arasındaki temel farklılıkları gösteriyor. Bu temel farklılıklar nelerdir?

Üçoluk: Bilgisayarlarda, aslında alışık olduğumuz hesap makinelerinden çok da farklı olmayan, bir merkezi işlem birimi ve bunun dışında ayrı bir bellek var. İşlemler adım adım ilerliyor; yani merkezi işlem birimi ancak bir işlemi gerçekleştirdikten sonra bir diğerine geçebiliyor. Bellekten ne yapacağını öğrenen merkez, gelen yeni işlem talebini yerine getiriyor. 1 GHz'de çalışan sıradan bir bilgisayar, tamamlanması için birden fazla periyod gerektiren işlemler de göz önüne alındığında, 1 saniyede ortalama 100 milyon işlem yapabilir. İnsan beyni ise 10 milyarla 20 milyar arası, nöron denilen hücrelerden oluşan bir sinir ağı yapısı. Bu hücrelerden her biri, beyindeki yerine göre, yaklaşık 1 000 ile 5 000 arası hücreye bağlı. Bu hücre kendisine gelen çoğu elektrokimyasal işaretleri, kendi hücresel yapısında biriktiriyor. Bunun sonucunda içindeki iyon yapılaşmasından ötürü hücrede bir sinyal patlaması oluyor ve bağlı olduğu bütün hücrelere bu işaret gönderiyor. 10 milyar hücrenin tüm birbirinden bağımsız olarak, bu şekilde birbirlerine işaret gönderiyorlar. Ancak bunu saniyede en fazla 50 kez yapabiliyorlar. Kısaca özetlemek gerekirse, bilgisayarların her işi kendisi yapan tek bir merkezi işlem birimi ve harici bir belleği var ve saniyede yaklaşık 100 milyon işlem yapabiliyor. İnsan beynindeyse, hiçbirinin kendi içinde belleği olmayan 10 milyar hücre var ve bunlar saniyede en fazla 50 işlem gerçekleştirebiliyorlar.

BTD: Bu farklılığın yapay zekâ çalışmalarına alanındaki yaklaşıma etkisi nedir?

Üçoluk: İnsan beyninde bilgisayarlardaki gibi ayrı bir hafıza yapısı olmadığı halde, insanların hafızası var. Sürekli olarak öğreniyor ve bu öğrendik-

rimizi hatırlıyoruz. Bu öğrenme ve hatırlama, hücrelerin, birbirleriyle temas noktalarındaki deliklerde gerçekleşiyor. Yani aslında insan zekâsı, 1 000 x 10 milyar delikten başka bir şey değil. Bu deliklerin bilgisini ve yapısını kopyalamayı başarırınsanız, insan zekâsının benzerini yaratabilirsiniz. Bu nedenle yapay zekâyı gerçekleştirmek için tek işlemcili ve harici hafızalı bilgisayarlardan, insan beyninin fiziksel yapısını modellemek daha uygun görünüyor. Bu da yapay sinir ağları yaklaşımını ortaya çıkarıyor. Ayrıca bu yaklaşımla yaptığımız uygulamalarda, hata tole-

Zekâdan söz edebilmemiz için, aleti açtığımız durumla kapattığımız durum arasında, bahsettiğimiz kriterler bakımından bir farklılık olması gerekir. Örneğin program Kasparov'la oynadığı oyundan bazı şeyler öğrenip, satrancı daha iyi formalize eder hale geliyor olsaydı, o zaman belli bir zekâdan bahsedebilirdik.

ransının da çok yüksek olduğunu görüyoruz. Bilgisayarın işlemcisinin tek bir transistörü yansa, o bilgisayar çalışmaz. Ancak insan beynindeki hücrelerin sayısı sürekli azalıyor olsa da, yeteneklerimizden çok da bir şey kaybetmiyoruz. Bilgi insan beyninde çok dağınık bir biçimde olduğundan, bir hücrenin ölmesi sistemi fazla etkilemez. Bu durumu, sinir ağlarının bilgisayarda taklidini yaptığımız zaman da gözleyebiliriz. Örneğin modellediğimiz 100 nöronluk, öğrenebilen bir sistemin bir nöronunu öldürdüğümüzde, yeteneğini pek kaybetmediğini görürüz. Yani bilgisayarlarda fiziksel olarak hiç bulunmayan hata toleransı, sinir ağlarında çok yüksektir.

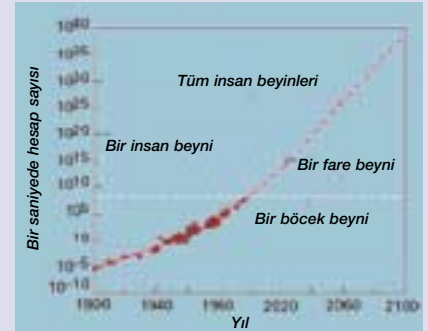
BTD: Yapay zekâ ve yapay bilinç konularına yaklaşımınız arasındaki ayırım nedir?

Üçoluk: Özellikle felsefe alanındaki kişilerin çoğu bilincin tanımını insana bağlı olarak yapıyorsa da, bence asıl değer vermemiz gereken şey canlılık değil. Bunun aksine insana, hatta hiçbir canlı organizmaya bağlı olmayan

bir bilinç tanımı yapmak gerekli. Bana göre bilinçten söz edebilmemiz için, ortada bir fiziksel yapı olması ve bu yapının dış fiziksel dünyanın belirli bir kısmından etkileniyor olması gerekli. Örneğin bir ses kayıt cihazını bilinçli olarak adlandırabilmemiz için, bu cihazın yalnızca kendi kaydettiği sesleri değerlendirerek, belli bir süre sonra nasıl bir ses duyacağını veya sistemde nasıl bir değişiklik olacağını çıkarımsaması lazım. Sistem bu çıkarımı ne kadar başarılı yapıyorsa, o kadar bilinçlidir bence. Yalnızca dizileri ezberleyip daha sonra aynı duruma karşılaştığında çıkarımsama yapan bir sistem için de bilinçli diyebiliriz, ama zeki diyemeyiz. Bir sistemi "zeki" olarak adlandırabilmemiz için, ilk defa karşılaştığı bir yapıyı verimli bir iç modele tercüme edebilmesi, yani kendi modelini geliştirebilecek bir özelliğe sahip olması gerekir.

BTD: Yapay bilinç ve yapay zekâ çalışmalarında bugün ulaşılan nokta nerededir?

Üçoluk: Yapay bilinç bakımından, yapay zekâda olduğumuz noktadan çok daha ileri noktalardayız. Örneğin Deep Blue isimli satranç programı, bence dehşet bir bilinç. Çünkü Kasparov'un hangi hamleden sonra hangi hamleyi yapacağını, çok büyük bir ihtimalle çıkarımsayabiliyor. Ama belirttiğim nedenlerden ötürü, ben bu sistemi zeki olarak adlandırmıyorum. Çünkü kendi ken-



Hesaplama gücünde ivmelenen gelişme, (sabıt kurdan) 1000 doların satın alacağı hesaplama hızını, zamanın türevi olarak gösteren bu grafikten anlaşılıyor. Birim maliyet başına hesaplama gücü her yıl iki katına çıkıyor.

disini geliştirmek bakımından bir yetiye sahip değil. Zekâdan söz edebilmemiz için, aleti açtığımız durumla kapattığımız durum arasında, bahsettiğimiz kriterler bakımından bir farklılık olması gerekir. Örneğin program Kasparov'la oynadığı oyundan bazı şeyler öğrenip, satrancı daha iyi formalize eder hale geliyor olsaydı, o zaman belli bir zekâdan bahsedebilirdik. Ancak günümüzde yapay zekâ alanında ulaşılan nokta, bundan oldukça uzak.

Ayşenur Topçuoğlu

Kaynaklar

<http://www.futureai.com/>

<http://www.aaai.org>

<http://www.ai-center.com>

<http://www.newscientist.com/hottopics/ai/>

<http://www.kurzweilai.net/index.html?flash=2>

<http://www.ai.mit.edu/>

<http://www.alicebot.org>

<http://sibernetik.freeservers.com/schedule.html>

<http://library.thinkquest.org/2705/history.html>

<http://128.174.194.59/cybercinema>

<http://www.ntvmsnbc.com/news/110598.asp>

<http://www.androidworld.com>

<http://www.felab.itu.edu.tr/mib/yapay2.html>

<http://www.linux.org.tr/list-archives/kondor/9909/0022.html>

Dil Derneği Yayınları, Türkçe Sözlük, 1999.

DLent, M., Laird, J.; "Intelligent Agents in Computer Games"

Stern, A.; "AI Beyond Computer Games"

Ocak, A.; "Oyun Programlama ve Yapay Zekâ"