

ISSN: 0378 – 2816

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ EDEBİYAT FAKÜLTESİ

ISTANBUL UNIVERSITY FACULTY OF LETTERS

FELSEFE ARKİVİ

Archives of Philosophy

Archives de Philosophie

Archiv für Philosophie

41. Sayı

41th Issue

2014/II



İstanbul

2014

Felsefe arkivi = Archives of philosophy = Archives de philosophie = Archiv für philosophie.-- İstanbul : İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, 1945-c.; 24 cm.

Yılda 2 sayı

ISSN 0378-2816

Elektronik ortamda da yayınlanmaktadır:

<http://www.journals.istanbul.edu.tr/iufad>

1. FELSEFE – SÜRELİ YAYINLAR.

Dergi Sorumlusu | Editor in Chief

Cengiz akmak

Sayı Editörü | Issue Editor

Cengiz akmak

Yardımcı Editörler | Assistant Editors

F. Didem oban Sarı

Özgüç Güven

Murad Omay

Yayın Kurulu | Editorial Board

Cengiz akmak

Sevta Kadiođlu

Cüneyt Kaya

Enver Orman

Yücel Yüksel

İletişim | Correspondence

İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Felsefe Bölümü

34459 Beyazıt İstanbul TÜRKİYE

E-Posta / E-Mail: felsefe@istanbul.edu.tr

Telefon / Phone: +90 (212) 440 0000 / 15998

Faks / Fax: +90 (212) 511 2467

URL: <http://journals.istanbul.edu.tr/tr/index.php/felsefe>

<http://www.istanbul.edu.tr/felsefearkivi/>

Felsefe Arkivi'nde yayımlanan yazılardaki görüşler yazarlarını bağlar.

Yazıların bütün hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir.

All statements expressed in the Archives of Philosophy are solely those of the authors and do not imply endorsement by the editors.

Yayın Türü | Publication Type

Yerel Süreli Yayın / Local Periodical

Sayfa Düzeni | Page Layout

Kazım Taşkın

Baskı-Cilt | Printing-Binding

İlbey Matbaa

www.ilbeymatbaa.com.tr

Sertifika No: 17845

Hakem Kurulu | Advisory Board

Prof. Dr. Alparslan Açıkgenç, YTÜ Felsefe Bölümü (Emekli)
Prof. Dr. Varol Akman, Bilkent Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Medar Atıcı, GSÜ Felsefe Bölümü (Emekli)
Prof. Dr. Ayhan Bıçak, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Cengiz Çakmak, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Kadir Çüçen, Uludağ Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Ş. Teoman Duralı, Kırklareli Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. İhsan Fazlıoğlu, Medeniyet Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Gürol Irzık, Sabancı Üniversitesi Sanat ve Sosyal Bil. Fak.
Prof. Dr. İlhan Kutluer Marmara Üniversitesi Felsefe ve Din Bilimleri
Prof. Dr. Ömer Naci Soykan, MSGSÜ Felsefe Bölümü (Emekli)
Prof. Dr. Zekai Şen, İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Şafak Ural, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü (Emekli)
Doç. Dr. Türker Armaner, Galatasaray Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Işıl Bayar Bravo, Ankara Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Ayhan Çitil, 29 Mayıs Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Bülent Gözkân, MSGSÜ Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Nazlı İnönü, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Enver Orman, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Sanem Yazıcıoğlu, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Nedim Yıldız, Kırklareli Üniversitesi Felsefe Bölümü
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Şiray, MSGSÜ Felsefe Bölümü
Yrd. Doç. Dr. Lucas Thorpe, Boğaziçi Üniversitesi Felsefe Bölümü
Yrd. Doç. Dr. Özgüç Güven, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Öğr. Gör. Abrim Gürgen, MSGSÜ Felsefe Bölümü

Prof. Dr. Taylan Altuğ, Ege Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. O. Faruk Akyol, Medeniyet Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Melih Başaran, Galatasaray Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Mehmet Bayraktar, Yeditepe Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Güler Çelgin, İstanbul Üniversitesi Eskiçağ Dilleri ve Kültürleri
Prof. Dr. Zeynep Direk, Koç Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Çiğdem Dürüşken, İstanbul Üniversitesi Eskiçağ Dilleri ve Kültürleri
Prof. Dr. David Grünberg, ODTÜ Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Mustafa Kaçar, Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi Bilim Tarihi
Prof. Dr. Zekiye Kutlusoy, Maltepe Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Hakan Poyraz, MSGSÜ Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Hüseyin Sarıoğlu, Trakya Üniversitesi Felsefe Bölümü
Prof. Dr. Sadık Türker, Kırklareli Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Abdurrahman Aliy, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Samet Bağçe, ODTÜ Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Hamdi Bravo, Ankara Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Uğur Ekren, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Mehmet Güneç, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Cüneyt Kaya, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. İskender Taşdelen, Anadolu Üniversitesi Felsefe Bölümü
Doç. Dr. Yücel Yüksel, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Yrd. Doç. Dr. Can Karaböcek, Kırklareli Üniversitesi Felsefe Bölümü
Yrd. Doç. Dr. Cahid Şenel, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Yrd. Doç. Dr. Murad Omay, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü
Dr. Akın Etan, İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü (Emekli)

İçindekiler | Table of Contents

Makaleler | Articles

Atilla Erdemli	Sorumluluk 1 <i>Responsibility</i>
Semra Uçar	Fizik ve Felsefe Birbirinden Ayrı Mıdır? 31 <i>Do Physics and Philosophy Differ From Each Other?</i>
Vedat Kamer	Yapay Zekâ ve Monoton-Olmayan Mantık 45 <i>Artificial Intelligence and Non-monotonic Logic</i>
Ferhat Yöney	Neo-Aristotelesçi Doğalcılık ve Ahlaki Realizm Açısından Değerlendirilmesi..... 65 <i>Neo-Aristotelian Naturalism and evaluation from the point of moral realism</i>

YAPAY ZEKÂ VE MONOTON OLMAYAN MANTIK*

Artificial Intelligence and Non-monotonic Logic

Vedat Kamer**

ÖZET

Bu çalışmada yapay zekâ ve mantık ilişkisi incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda yapay zekâ tarihçesi mantık temelli ele alınmış, yapay zekânın alt alanı olan bilgi gösteriminde mantığın rolü irdelenmiş, yapay zekâ ve felsefi mantık ilişkisi değerlendirilmiş ve sağduyu akılyürütmesini formelleştirme iddiası taşıyan monoton-olmayan mantık tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: yapay zekâ, mantık, felsefi mantık, monoton-olmayan mantık, sağduyu akılyürütmesi.

ABSTRACT

The study aims to analyze the relation between artificial intelligence and logic. The history of artificial intelligence is addressed on the basis of logic, the role of logic in knowledge representation which is the subfield of artificial intelligence is examined, the relation between artificial intelligence and logic is evaluated, and non-monotonic logic which claims to formalize commonsense reasoning is defined.

Keywords: artificial intelligence, logic, philosophical logic, non-monotonic logic, commonsense reasoning

* Bu çalışma, Prof. Dr. Şafak Ural danışmanlığında Vedat Kamer'in tamamladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

** Arş. Gör. Dr., İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Mantık Anabilim Dalı

1. Giriş

Yapay zekâ bir disiplin olarak 1956 yılında kurulmuş olmasına rağmen disiplinlerarası özelliğinden ötürü büyük bir ivmeyle ilerlemiştir. Bu çalışmanın hazırlanmasında temel amaç yapay zekâdaki mantık kullanımını inceleyebilmektir.

Yapay zekânın mantığa yeni uygulama alanları kazandırmak bakımından önemli bir birikime sahip olduğu düşünülerek, mantığın bu alandaki uygulama olanakları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu alana da en büyük katkı bilgisayar bilimlerinden gelmektedir. Bilgisayar bilimlerinin teorisinin temelini ise 20. yüzyıldan itibaren hızla gelişmekte olan mantık ve matematik çalışmaları oluşturmaktadır. Bu yüzden de mantık, yapay zekânın hem teorisinde hem de uygulamalarında önemli araçtır.

Çalışmamızda, yapay zekâ tarihçesi, mantık temelli bir bakış açısıyla ele alınmış, mantığın yapay zekâyâ katkıları ve mantıkta yeri gösterilmeye çalışılmıştır. Mantığın felsefenin temel disiplini olmasından hareketle, sembolik yapay zekâ yaklaşımının felsefe kökenli mantık çalışmalarıyla olan ilgisi incelenmiştir.

İnsan seviyesinde bir akilyürütmenin yapay olarak gerçekleştirilebilmesi için sağduyu akilyürütmesinin formelleştirilmesi gerekir. Yapay zekâ çalışmalarının çözüm getirmek için en çok uğraştığı konulardan biri de budur. Çalışmamızın son kısmında, birinci basamak mantığının monotonluk özelliği ele alınarak, sağduyu akilyürütmesinin formelleştirmesi için bir çatı sağlayan monoton-olmayan mantık tanımlanmaktadır.

2. Yapay Zekâ Tarihinde Mantığın Yeri

Yapay zekâ olarak nitelendirilebilecek ilk çalışmalar, 1943 yılında Warren Sturgis McCulloch (1898-1969) ve Walter Pitts (1923-1969) tarafından yapılmıştır. “A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity”¹ isimli ortak çalışmalarında McCulloch ve Pitts, yapay sinir ağlarını örnek olarak kullanan bir hesaplama modeli önerdiler. Modelin temelini 20. yüzyılın üç güçlü kuramının bir araya getirilmesi oluşturuyordu: 1) Bertrand Russell (1872-1970) ve Alfred North Whitehead’in (1861-1947) önermeler mantığı, 2) Charles Sherrington’un (1857-1952) nöron teorisi, 3) Alan Turing’in (1912-1954) hesaplanabilirlik kuramı.²

McCulloch ve Pitts idealleştirilmiş basit sinir hücreleri kombinasyonlarının ‘mantık geçitleri’ olarak nitelendirilebileceğini göstermişlerdir. Böylece sinir ağları önermeler mantığının fonksiyonları ile ifade edilebilir hale gelmiştir. Turing makinesi tarafından hesaplanabilinen herhangi bir fonksiyon yapay sinir ağlarıyla da hesaplanabilmektedir.³

¹ Warren Sturgis McCulloch, Walter Pitts: **A Hierarchy of Values Determined by the Topology of Nervous Nets**, Bulletin of Mathematical Biophysics, Vol. 5, 1943, s. 115-133.

² Stuart J. Russell, Peter Norvig: **Artificial Intelligence: A Modern Approach** (2nd ed.), New Jersey, Prentice Hall, 2003, s. 16

³ Margaret A. Boden: “Artificial Intelligence”, **Routledge Encyclopedia of Philosophy**, Ed: Edward

McCulloch ve Pitts'in bu çalışmasından yapay zekânın iki temel yaklaşımı filizlenmiştir: sembolik yapay zekâ⁴ ve sibernetik yapay zekâ.

Sembolik yapay zekâ yaklaşımında, zihin bir bilgisayar olarak anlaşılmaktadır veya kabaca söylersek beynin yazılımı olarak tarif edilmektedir. Bunun temelinde insan zekânının sembol manipülasyonuna indirgenebileceği fikri vardır. Bu yaklaşıma göre sembol manipülasyonunu gerçekleştirebilmek için beynin biyolojik yapısını taklit etmeye gerek yoktur.

Sibernetik yapay zekâ yaklaşımında ise zihnin işleyişinin beynin yapısı taklit edilerek ortaya konulabileceği savunulmuştur. Bunun için de yapay sinir ağları kullanılmaktadır. Hesaplamalar yapay sinir hücrelerini birbirine bağlayan ve yapay sinir ağını teşkil eden düğümler aracılığıyla yapılmaktadır.

McCulloch ve Pitts'in çalışmasındaki mantık ve Turing hesaplanabilirliği kullanımını sembolik yapay zekâ yaklaşımını etkilemiştir. Bunun yanında McCulloch ve Pitts'in düğümler aracılığıyla komşu sinir hücresine mesaj iletebilen yapay sinir ağ kavramı sibernetik yapay zekâ yaklaşımının ilk örneğini oluşturur.

Yapay zekânın bir disiplin olarak kuruluşu, John McCarthy (1927-2011) ve Marvin Minsky (1927) öncülüğünden 1956'da gerçekleştirilen Dartmouth Konferansı ile olmuştur. Konferansa, konferansı organize eden McCarthy, Minsky, Nathaniel Rochester (1919-2001) ve Claude Shannon (1916-2001) ile birlikte toplam on kişi katılmıştır. Sonraki yirmi yılda konferansın bir araya getirdiği on katılımcı ve öğrencileri yapay zekânın önderliğini yapmıştır.⁵

Beşinci katılımcı olan Ray Solomonoff (1926-2009) konferansta "An Inductive Inference Machine"⁶ isimli makalesini sunmuştur. Bu raporda makine öğrenmesi olasılıksal olarak incelenmektedir. Bu makale makine öğrenmesine ilişkin ilk yazı olma özelliğine sahiptir.

Altıncı katılımcı Oliver Selfridge (1926-2008) o dönemde MIT'teki Lincoln Laboratuvarları'nda **örüntü tanıma** (pattern recognition) üzerine araştırma yapıyordu. O sırada harfleri tanıyarak onları Mors koduna dönüştüren bilgisayarların programlaması üzerine çalışıyordu.⁷

Yedinci katılımcı, Doğal Tümdengelim isimli teorem ispatlama tekniği üzerine çalışan Trenchard More idi.

Craig, London, Routledge, 1998.

⁴ Klasik yapay zekâ, geleneksel yapay zekâ ve GOFAI (Good Old-Fashioned Artificial Intelligence) olarak da bilinir.

⁵ Stuart J. Russell, Peter Norvig: **a.g.e.**, s. 17

⁶ Bkz: Ray Solomonoff: **An Inductive Inference Machine**, 1956, (Çevrimiçi), <http://world.std.com/~rjs/indinf56.pdf>.

⁷ Daniel Crevier: **AI: The Tumultuous Search for Artificial Intelligence**, New York, Basic Books, 1993, s. 40.

Sekizinci katılımcı Arthur Samuel (1901-1990) ise bilgisayarlara dama oynamasını öğretmek suretiyle bir öğrenmenin nasıl sağlanacağı üzerine araştırmalar yapıyordu.⁸

Son iki katılımcı olan Alan Newell (1927-1992) ve Herbert Simon'ın da (1916-2001) yapay zekânın bu başlangıç döneminde doğrudan etkileri olmuştur. Konferansa tanıtıtları Logic Theorist isimli ilk yapay zekâ programını geliştirmişlerdir.

Sembolik yapay zekâ yaklaşımı çerçevesinde geliştirilen ve ilk yapay zekâ programı olan Logic Theorist konferansta oldukça ilgi çekmiştir. Logic Theorist programında Newell ve Simon yapay zekâ araştırmalarının merkezine oturan üç yeni kavram sunmuştur: 1) Arama olarak akilyürütme, 2) Yolgösterici yöntemler (heuristics), 3) Liste işleme. Logic Theorist, Bertrand Russell (1872-1970) ve Alfred North Whitehead (1861-1947) tarafından ortaklaşa kaleme alınan Principia Mathematica isimli eserin ikinci bölümündeki 52 teoremden 38'ini ispatlayabilmiştir.⁹

Newell ve Simon'un başarılı Logic Theorist programını General Problem Solver (kısaca GPS) programı takip eder. Bu program doğrudan insanların akilyürütme tekniklerini taklit etmek için tasarlanmıştır. GPS ile sembolik problemler çözülebiliyordu: Örneğin teorem ispatlama, geometrik problemler ve satranç gibi. Newell ve Simon'un mantık makineleri üzerine teorik çalışmalarına dayanan GPS, problem bilgisini problemin nasıl çözülebileceği stratejisinden ayırabilen ilk bilgisayar programı olma özelliğini taşıyordu.

John McCarthy 1958'de MIT'e geçerek AI Lab Memo No: 1 isimli yapay zekâ laboratuvarını kurmuştur. Aynı yıl yapay zekâ programlamasında en çok kullanılan LISP dilini yazmıştır. LISP hâlâ kullanılan en yaşlı ikinci¹⁰ yüksek-seviyeli dildir. McCarthy yine 1958 yılında yayımladığı "Programs with Common Sense" isimli makalede ilk hipotetik bilgisayar programı olan Advice Taker'ı tanıtmıştır. McCarthy'nin makalesi, bilgi gösterimi için mantığı kullanmayı ve bir yapay zekâ yöntemi olarak sağduyu akilyürütmesini¹¹ öneren ilk çalışmadır.

McCarthy'nin programı da Logic Theorist ve Geometry Theorem Prover programları gibi bilgiyi problem çözümlerinin araştırılması için kullanmak üzere tasarlanmıştır. Bu iki verilen bilgi ile ancak mikro-dünyalarda¹² çözüm getirilebilirken, Advice Taker yeni problemlerin yeni parametrelerine ayak uydurabilecek şekilde tanımlanmıştır. Örneğin, McCarthy basit aksiyomların nasıl havaalanına giden en kısa güzergâhı belirlemesini sağladığını göstermiştir. Program ayrıca operasyon gidişatında yeni aksiyomlar kabul edebilecek şekilde tasarlanmıştır; bu da onun yeniden

⁸ Daniel Crevier: **a.g.e.**, s. 41.

⁹ Daniel Crevier: **a.g.e.**, s. 46.

¹⁰ İlki de PASCAL isimli programlama dilidir.

¹¹ **Bkz:** Yücel Yüksel: "Yapay Zekâ ve Puslu Mantık", **Felsefe Arkivi**, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 2008, Sayı: 32, s. 40

¹² Sınırlı alanlar

programlanmaya gerek duymadan yeni alanlarda beceri kazanabilmesini sağlamaktadır. Advice Taker bilgi gösterimi ve akilyürütmenin temel ilkelerini ortaya koymuştur: dünyanın ve bireyin davranışlarının dünyayı nasıl etkilediğinin formel, açık bir gösterimini elde etmek ve bu gösterimleri dedüktif işlemlerle manipüle edebilmek. 1958 tarihli bu makaledeki hususların günümüzde de hâlâ güncel olması dikkate değerdir.¹³

1965 yılında Herbert Simon makinelerin yirmi yıl içinde bir insanın yapabileceği bütün işleri yapabileceğini söylemiştir.¹⁴ Yapay zekânın olanaklarının keşfedilmeye başlandığı bu ilk yılların rüzgârıyla pek çok kişi buna benzer kehanetlerde bulunmuştur. Bu kehanetlerin temelinde ilk yapay zekâ sistemlerinin basit örnekler üzerine gösterdiği başarılar vardı. Fakat iş karmaşık problemlere gelince yapay zekâ araştırmacıları tahmin etmedikleri zorluklarla karşılaşmıştır. Zorlukları aşamadıkları için de projeleri için parasal destek alamamışlardır. Bu dönemde bağlantıcılık (veya yapay sinir ağları) alanındaki çalışmalar on yıl süreyle duraklamıştır. Bunlara rağmen mantık programlama (logic programming) ve sağduyu akilyürütmesi (commonsense reasoning) alanları başta olmak üzere pek çok alanda yeni fikirler ortaya atılmış ve yeni teoriler geliştirilmiştir. Yapay zekânın mikro-dünya problemlerini çözmede gösterdiği ilk yıldaki başarılarını, makro-dünya problemlerinde gösteremeyince başlayan duraklama dönemine yapay zekâ kışı¹⁵ denilmiştir. Yapay zekânın makro dünya problemlerinde başarılı olamamasının temel sebepleri şunlardır:

1. Sınırlı bilgisayar gücü: Herhangi bir şeyin üstesinden gelmek için yeterli hafıza kapasitesi ve işlem hızı mevcut değildi.
2. Tıkanma ve kombinyonel patlama: 1972 yılında Richard Karp (1935) pek çok problemin ancak üssel olarak ifade edilebilecek zamanlarda çözülebileceğini ortaya koymuştur. Yani olasılıklar arttıkça, denenmesi gereken olasılıklar

¹³ Stuart J. Russell, Peter Norvig: **a.g.e.**, s. 19.

¹⁴ Daniel Crevier: **a.g.e.**, s. 109.

¹⁵ Bu dönemde İngiliz Hükümeti, DARPA (önceki ismiyle ARPA) ve NRC gibi yapay zekâyı destekleyen kuruluşlar alandaki başarısızlıklar yüzünden neredeyse bütün fonları durdurmuştur. Süreç 1966'da ALPAC'ın tercüme makineleri üzerine raporu ile başlar. Neredeyse 20 milyon dolar harcanan bu çalışmalardan NRC tüm desteğini çekmiştir. 1973 yılında Sir Jame Lighthill (1924-1998) tarafından hazırlanan "Yapay Zekâ: Genel Bir Araştırma" isimli rapor doğrultusunda İngiliz Hükümeti üç üniversite haricindeki bütün üniversitelerde yapay zekâ araştırmalarını durdurmuştur. Rapor özellikle kombinyonel patlama problemi üzerine durmuştur. Aynı yıllarda DARPA, CMU'da sürdürülen konuşma algılama programı için ayırdığı fonu büyük hayal kırıklığı sonunda durdurmuştur. Hans Movarec krizi meslektaşlarının gerçekçi olmayan tahminlerine bağlamıştır: "Birçok araştırmacı gittikçe artan abartma ağına yakalanmış durumda." DARPA 1969 yılından itibaren projeler yerine kişileri destekleyen politikasını sona erdirip, projeleri destekler bir politika benimsemiştir. 1960'lardaki yaratıcı ve serbest araştırmalar yerine DARPA desteğini otonom tanklar ve savaş yönetim sistemlerine kaydırmıştır. Bkz: Daniel Crevier: **a.g.e.**, s. 110, 115-117.

üssel olarak artmaktadır. Dolayısıyla da karmaşık problemlerin çözümü için inanılmaz derecede fazla işlem yapılması gerekmektedir.

3. Sağduyu bilgisi ve akılıyürütmesi: Doğal dil işleme ve görme gibi pek çok yapay zekâ alanı gerçek dünya hakkında çok fazla malumat gerektiriyordu. Programların neye baktıkları veya ne hakkında konuştuğları hakkında fikir sahibi olmaları gerekiyordu. Bu da programın neredeyse bir çocuk kadar malumata sahip olması anlamına gelmektedir. 1970’li yıllarda hiç kimsenin bu büyüklükte bir veritabanı oluşturması mümkün değildi. Bundan öte, bir programın bu kadar malumatı nasıl öğrenebileceğini kimse bilmiyordu.
4. Moravec paradoksu: Hans Moravec’a göre teoremleri ispatlamak ve geometri problemlerini çözmek bilgisayarlar için göreceli olarak kolaydı. Fakat yüz tanımak veya bir odayı hiçbir nesneye çarpmadan geçmek gayet güçlü. Bu 1970’li yıllarda görme ve robotbilimi alanında, neden bu kadar az ilerleme kaydedildiğini açıklamaktadır.
5. Çerçeve¹⁶ ve nitelik¹⁷ problemi: Yapay zekâ araştırmacıları, başta John McCarthy olmak üzere, planlama veya öndeğer akılıyürütmesi (default reasoning) içeren sıradan çıkarımları mantığın yapısında değişiklik yapmadan ifade edemediklerini keşfettiler. Problemleri çözebilmek için araştırmacılar monoton-olmayan mantığı geliştirmiştir.

¹⁶ Yapay zekâda çerçeve problemi başlangıçta, hangi koşulların hareketten etkilenmediğini açıkça belirlemeden mantıkta dinamik bir etki alanı ifade etme problemi olarak formüle edilmiştir. John McCarthy ve Patrick J. Hayes bu problemi 1969 tarihli *Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial Intelligence* başlıklı makalelerinde tanımlamıştır. Daha sonra, terim felsefe alanında daha geniş bir anlam kazanmış, hareketlere yanıt olarak güncellenmesi gereken inançları sınırlama problemi olarak formüle edilmiştir. “Çerçeve problemi” adı çizgi film yapımcılarının kullandığı çerçeveleme adı verilen bir teknikten türemiştir. Bu teknikte çizgi karakterin hareket eden kısımları sahnenin arkaplanının resmedildiği ve değişmeyen “çerçeve” üzerine üst üste konur. Mantık bağlamında hareketler tipik olarak neyi değiştirdikleriyle belirlenir, başka her şeyin (çerçeve) değişmeden kaldığını varsayılır. Bkz: John McCarthy: **Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial Intelligence**, 1969, s. 30-31, (Çevrimiçi), <http://www-formal.stanford.edu/jmc/mcchay69.pdf>.

¹⁷ Felsefe ve yapay zekâda (özellikle bilgi temelli sistemlerde), nitelik problemi gerçek dünyadaki bir hareketin istenen etkiyi yaratabilmesi için gereken tüm önkoşulların listelenmesinin imkânsızlığıyla ilgilidir. Bu şekilde ortaya konabilir: İstedğim sonucu elde etmemi engelleyen şeylerle nasıl başa çıkacağım? Bu çerçeve probleminin dallanma kısmıyla yakından ilişkilidir ve buna zıttır. John McCarthy bir kayığın olağan işlevini yerine getirmesini engelleyebilecek bütün şartların tek tek sıralanmasının mümkün olmayışını şu örnekle veriyor: “Bir nehri geçmek için bir kayığın başarılı bir biçimde kullanılması, eğer kayık kürekle çalışıyorsa küreklerin ve kürek ıskarmozunun bulunması, sağlam olması ve birbirleriyle uyumlu olması gerekir. Birçok başka nitelik da eklenebilir, öyle ki bir kayığı kullanmak için gereken kuralların uygulanması neredeyse imkansız hale gelirken hala henüz dile getirilmemiş başka koşullar düşünülebilir.” Bkz: John McCarthy: **Circumscription – A Form of Nonmonotonic Reasoning**, 1986, s. 1-2, (Çevrimiçi), <http://www-formal.stanford.edu/jmc/circumscription.pdf>.

1980’li yıllarda yapay zekâ programlarının bir biçimi olan “uzman sistemler” şirketler tarafından benimsenmiş ve bilgi yapay zekâ araştırmalarının odağına yerleşmiştir. Uzman kişilerin bilgisinden türetilmiş mantık kuralları kullanılarak, belirli uzmanlık alanındaki soruları cevaplayan veya problemleri çözen programlara uzman sistemler denir. Her sorunu çözecek genel amaçlı bir program yerine, belirli bir uzmanlık alanındaki bilgiyle donatılmış programlar kullanma fikri yapay zekâ alanında yeniden bir canlanmaya yol açmıştır.

Uzman sistemler daraltılmış özel bir bilgi alanıyla sınırlandırılmıştır. Böylece sağduyu bilgisi problemi aşılmıştır. Uzman sistemlerin üretilmesi ve değiştirilmesi basit tasarımlarından dolayı oldukça kolaylaşmıştır. Sonuç itibarıyla, kullanışlı ve pratik programlar ortaya çıkmıştır. Süregelen yapay zekâ çalışmalarında daha önce bu noktaya ulaşılamamıştır.¹⁸

Bütün bunların sonunda yapay zekâ endüstrisi 1980’deki birkaç milyon dolarlık cirodan 1988’e kadar birkaç milyar dolarlık ciroya çıkmıştır. Bundan kısa bir süre sonra birçok şirketin yapay zekânın imkânlarını aşan vaatlerini yerine getirememesi yüzünden “ikinci yapay zekâ kışı” olarak adlandırılan dönem başlamıştır.

İş dünyasının yapay zekâya olan ilgisi 1980 sonlarında ekonomik daralma ile birlikte iyice gerilemiştir. Özellikle hükümet kuruluşları ile yatırımcıların yapay zekâ algısındaki çöküntüsüne ve ağır eleştirilere rağmen alandaki ilerleme sürmüştür.

1987 yılında Apple ve IBM’in ürettiği kişisel bilgisayarlar, hız ve güç bakımından, Symbolics’in ve diğer şirketlerin ürettiği çok pahalı LISP makinelerini kat kat geçmişlerdir. Artık bu pahalı makineleri almanın bir anlamı kalmamıştır. Uzmanlaşmış yapay zekâ donanım pazarındaki bu daralma yüzünden yapay zekâ endüstrisi bir anda yarım milyar dolar kaybetmiştir.¹⁹

Bugün yarım yüzyıldan daha yaşlı olan yapay zekâ alanı sonunda ilk hedeflerinden bazılarını ulaşmıştır. Yapay zekâ, teknoloji endüstrisinde başarılı bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Başarının bir kısmı artan bilgisayar gücüne bağlı olarak, bir kısmı da belli izole problemlere odaklanarak ve onları bilimsel sorumluluğun en yüksek standardıyla takip ederek kazanılmıştır. Yine de iş dünyası yapay zekâya olan temkinli tutumunu korumaktadır. Bu etkenler, yapay zekânın özel problemlere ve yaklaşımlara odaklanan alt alanlara bölünmesine neden olmuştur. Kimi zaman bunlar “yapay zekâ” isminin lekeli geçmişini örten yeni isimler altında ortaya çıkmıştır. Yapay zekâ şimdiye kadar olduğundan hem daha dikkatli hem de daha başarılı olmuştur.

Yapay zekâ araştırmacıları geçmişte yaptıklarından daha sık biçimde sofistike mantık ve matematik araçları geliştirmeye ve kullanmaya başlamıştır. Yapay zekânın çözmesi gereken problemlerin birçoğunun mantık, matematik, ekonomi veya yöneylem araştırması gibi alanlardaki araştırmacılarca zaten çalışıldığı yaygın olarak

¹⁸ Vasif V. Nabiyev: **Yapay Zekâ**, Ankara, Seçkin Yayıncılık, 2005, s. 445.

¹⁹ Daniel Crevier: **a.g.e.**, s. 209-210.

anlaşılmıştır. Paylaşılan matematik dil, hem daha köklü ve başarılı alanlarla daha üst düzey bir işbirliği yapılmasını hem de ölçülebilir ve kanıtlanabilir sonuçlara ulaşılmasını sağlamıştır. Yapay zekânın bir bilim dalı haline gelmesi bir “devrim” olarak görülmüş ve “tertiplilerin²⁰ zaferi” olarak nitelendirilmiştir. Bu süreç içerisinde yapay zekânın alt branşlarında uzmanlaşmalar görülmektedir. Örneğin robotbilimi ve görme, yapay zekâ çatısı altından giderek uzaklaşmıştır.

Yapay zekâ araştırmacıları tarafından geliştirilen algoritmalar daha büyük sistemlerin bir parçası olarak görünmeye başlanmıştır. Yapay zekâ birçok zor problemi çözmüş ve bu çözümler teknoloji endüstrisinde kullanılmıştır. Bu alanların başında veri madenciliği, endüstriyel robotlar, lojistik, konuşma tanıma, bankacılık programları, medikal tanı ve arama motorları gelmektedir. Yapay zekânın bu başarılarında neredeyse hiç adı geçmez. Yapay zekânın getirdiği yeniliklerin birçoğu bilgisayar bilimlerinin alet çantasına katılan bir başka nesne durumuna düşürülmüştür. Nick Bostrom (1973) 2006'daki CNN demecinde şunları söyler: “Birçok ileri yapay zekâ ürünü genel uygulamalara geçirilmiş, çoğunda da yapay zekâ adıyla anılmamıştır. Çünkü bir şey yeterince kullanışlı ve yaygın hale gelirse, artık yapay zekâ olarak adlandırılmaz.”²¹

Bugün birçok yapay zekâ araştırmacısı yaptıkları işleri bilerek başka isimlerle anıyorlar: enformatik, bilgi-temelli sistemler, bilişsel sistemler ya da bilgisayar zekâsı gibi. Bunun bir nedeni, alanlarının yapay zekâdan temelde ayrı olarak görmeleri olsa da, yeni isimlerin finansman temin etme konusundaki faydası da ihmal edilmemelidir. En azından ticari dünyada “yapay zekâ kışı”, yapay zekâ araştırmalarını gölgelemeyi sürdürmektedir. New York Times'ın 2005'te bildirdiği gibi: “Bilgisayar uzmanları ve yazılım mühendisleri çılgın hayalperestler olarak görülmekten korktuklarından yapay zekâ teriminden kaçınıyorlar.”²²

²⁰ Yapay zekâ jargonunda araştırmalarda kullanılan temel iki yaklaşımın taraflarını belirtmek için kullanılır. Bunun temelinde insan akılyürütmesi ve yapay zekâ arasındaki ilişki yer almaktadır. Sembolik yapay zekâ yaklaşımı çerçevesinde araştırmalarını sürdüren tertipliler (neats), formel metotlar kullanarak insan zihninin rasyonelliğini taklit etmeye çalışırlar. Pasaklılar (scruffies) ise empirik bilgiye götüren bütün yolları kullanmaya eğilimindedirler. Bir tertipli (neat) için pasaklının (scruffy) yöntemleri gelişigüze'dir, pasaklı sadece rastlantı sonucu başarılı olabilir ve o, zekânın gerçekte nasıl çalıştığı ile ilgili uğraşmaz. Bir pasaklı (scruffy) için de, bir tertipli (neat) formelleştirme ve “sağ duyuya” takılıp kalmıştır. Ünlü tertipliler şunlardır: John McCarthy, Alan Newell, Herbert Simon, Edward Feigenbaum, Robert Kowalski, Judea Pearl, David McAllester, Daphne Koller. Ünlü pasaklılar ise şunlardır: Rodney Brooks, Marvin Minsky, Roger Schank, Doug Lenat, Steve Grand. Bkz: Pamela McCorduck: **Machines Who Think** (2nd ed.), AK Peters, Massachusetts, 2004, s. 486-488, Stuart J. Russell, Peter Norvig: **a.g.e.**, s. 25.

²¹ “AI set to exceed human brain power”, **CNN**, (Çevrimiçi), <http://www.cnn.com/2006/TECH/science/07/24/ai.bostrom>.

²² “Behind Artificial Intelligence, a Squadron of Bright Real People”, **The New York Times**, (Çevrimiçi), <http://www.nytimes.com/2005/10/14/technology/14artificial.html>.

John McCarthy insan seviyesinde bir yapay zekâya ne zaman sahip olacağımız sorusunu yanlış bir soru olarak değerlendirir. McCarthy'ye göre insan-seviyesinde bir yapay zekâya ancak aşağıdaki üç temel problem çözüldüğünde ulaşılabilir:

1. Çerçeve problemi (frame problem): bir eylem oluştuğunda nelerin gerçekleşmediğinin belirtilmesi,
2. Nitelik problemi (qualification problem): bir eylemin başarıya ulaşabilmesi için tüm niteliklerin belirtilmesi,
3. Çatallaşma problemi (ramification problem): bir eylemin tüm etkilerinin belirtilmesi.

Bu problemler önemli uygulamalar için çözümler getirilmiş olsa da bunlar insan zekâsı seviyesinde değildir. Bu da göstermektedir ki, insanlığın yüzyıllardır düşlediği zeki makineler, bazı problemler aşılmadan gerçekleştirilebilir değildir.²³ Fakat yapay zekâ araştırmaları sayesinde insanların çalışma ortamlarındaki angaryalar azalmış, daha güvenli üretim imkânları sağlanmış, bilgiye ulaşılabilirlik artmıştır. McCarthy'nin de dediği gibi, yapay zekâyı insan zekâsını taklit etmek olarak tanımlamak yanlıştır. Yapay zekâ belki de daha çok problem çözme kabiliyetinin iyileştirilmesidir.

John McCarthy, makinelerin insan düşüncesini taklit etmelerinin gerekmediğini, bunun yerine insanların aynı algoritmaları kullanıp kullanmadığından bağımsız olarak soyut akılyürütme ve problem çözmenin özünü bulmaya çalışmaları gerektiğini düşünmüştür. Stanford Üniversitesi'nde başkanlığını yürüttüğü laboratuvarında çeşitli problemleri çözmek için formel mantığı kullanmaya odaklanmıştır. Bu problemlerin başında bilgi temsili, planlama ve öğrenme gelmektedir. LISP ve PROLOG programlama dilleri bu yaklaşımın en önemli araçlarıdır.²⁴

3. Mantığın Uygulama Alanı Olarak Bilgi Gösterimi

Yapay zekâda mantık, özellikle bilgi temsili ve problem çözme için kullanılır. Ancak diğer problemlere de uygulanabilir. Örneğin, satplan algoritması²⁵ mantığı planlama için kullanır ve tümevarımsal mantık programlamada bir öğrenme yöntemidir.²⁶

Yapay zekâ araştırmalarında kullanılan birkaç farklı mantık türü vardır. Önermeler mantığı ve eklemeler mantığı doğru ya da yanlış olabilen yargıların mantığıdır.²⁷ Niceleme mantığı da ifadelerde niceleyici ve yüklemelerin kullanımına izin verir.

²³ John McCarthy: "What Was Expected, What We Did, and AI Today", (Çevrimiçi), http://www.engagingexperience.com/2006/07/ai50_ai_past_pr.html.

²⁴ Pamela McCorduck: **a.g.e.**, s. 100-101, 251.

²⁵ Satplan bir otomatik planlama yöntemidir. Bir planlama problemini Boolean sağlanabilirlik problemine dönüştürür. Sonra problem DPLL algoritması ya da WalkSAT gibi sağlanabilirliği ispatlayan yöntemler kullanılarak çözülür.

²⁶ Daniel Crevier: **a.g.e.**, s. 113-114.

²⁷ Stuart J. Russell, Peter Norvig: **a.g.e.**, s. 204.

Niceleyiciler, nesnelere, nesnelere özellikleri ve nesnelere birbirleriyle ilişkileri hakkında yargılar ifade eder.²⁸ Önermeler mantığının bir çeşidi olan puslu mantık bir yargının doğruluk değerinin, sadece Doğru (1) ya da Yanlış (0) olarak değil, 0 ile 1 arasında bir değer olarak gösterilmesine izin verir. Puslu sistemler kesin olmayan akıl yürütmelerde kullanılabilir. Bunlar modern endüstriyel ve tüketim ürünleri kontrol sistemlerinde geniş kullanım alanı bulmuştur.²⁹ Monoton-olmayan mantığın en çok kullanılan iki tipi olan öndeğer mantığı³⁰ ve sınırlama mantığı³¹ (circumscription), mantığın öndeğer akilyürütmesi, çerçeve ve niteleme problemine yardımcı olmak için tasarlanan bir biçimdir.³² Mantığın birkaç uzantısı belirli bilgi alanlarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır: tanım mantığı kategorileri ve aralarındaki ilişkileri gösterebilmeyi; durum analizi, olay analizi ve akıcı analiz olayları ve zamanı temsil edebilmeyi; nedensel analiz; inanç analizi ve kipler mantığı bilgi hakkındaki bilgiyi³³ gösterebilmeyi amaçlamaktadır.

Bilgi gösterimi, nasıl formel olarak düşünüleceğini, yani hakkında konuşulabilecek bir “konu evreni”nin nesnelere hakkında nasıl çıkarım yapılacağını (formelleştirilmiş akilyürütme) ve konu evreninin fonksiyonları ile birlikte sembolik bir sistemle nasıl ifade edilebileceğini araştırır. Hem akilyürütme fonksiyonlarının konu evrenindeki sembollere uygulanma biçimine ait formel bir semantik sağlayan, hem de yorumlama teorisiyle beraber mantık cümlelerine anlam verecek niceleyiciler, kipsel operatörler öneren bir tür mantık kullanılır. Bilgi gösterimi ve bilgi mühendisliği (knowledge engineering) yapay zekâ araştırmalarının merkezinde yer almaktadır. Buradaki amaç insan bilgisinin bir örneğini makinede, yapay olarak oluşturmaktır.³⁴

Dünya hakkında gereksinim duyulan bilginin çoğunlukla elde hazır olmaması ya da modellenememesi yüzünden makineler çözmeye çalıştığı pek çok problemde başarısız olmuştur. Bunun nedeni, bağlamsal değişkenliğe ve rasyonel ajanların yüzleşebileceği durumların çokluğudur. Yapay zekânın modellemesi gerekenler arasında şunlar vardır: nesnelere, nesnelere özellikleri ve nesnelere arasındaki ilişkiler; durum-

²⁸ Stuart J. Russell, Peter Norvig: **a.g.e.**, s. 240.

²⁹ Şafak Ural: “Puslu (Fuzzy) Mantık”, **Mantık, Matematik ve Felsefe, I. Ulusal Sempozyumu 26-28 Eylül 2003 Assos-Çanakkale**, Ed. Şafak Ural, Mehmet Özer, Aytan Koç, Arzu Şen, Gürsel Hacıbekiroğlu, İstanbul, İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2004, s. 45-46.

³⁰ İng. default logic. Monoton-olmayan mantık türlerinden biri.

³¹ Sınırlama mantığı, şeylerin aksi belirtilmedikçe beklendiği gibi olduğu şeklindeki sağduyu varsayımını formelleştirmek için John McCarthy tarafından ortaya atılmış monoton-olmayan bir mantıktır. McCarthy daha sonra sınırlama mantığını çerçeve problemi çözmek için kullanmıştır. Orijinal önermeler mantığı formülasyonunda sınırlama mantığı, bazı yüklemelerin eklentilerinin en aza indirir. Bir yüklem eklentisi o yüklem doğru olarak uygulanabildiği çok ögeli değerler kümesidir. Bu minimizasyon, ‘bir şeyin doğru olduğu bilinmiyorsa o şey yanlıştır’ kabulü bakımından kapalı-dünya varsayımına benzer.

³² Stuart J. Russell, Peter Norvig: **a.g.e.**, s. 354, 358.

³³ İng. Knowledge about knowledge. Diğer insanların ne bildiği hakkında bildiklerimiz.

³⁴ Stuart J. Russell, Peter Norvig: **a.g.e.**, s. 195.

lar, olaylar, şartlar ve zaman; nedenler ve etkileri; bilgi hakkındaki bilgi vb. “Nelerin varolduğu” felsefeden alınan ontoloji³⁵ kavramıyla ifade edilir. “En genel olanlarına” da üst-ontoloji³⁶ denir.³⁷

Bilgi gösteriminin üç temel problemi şunlardır:

1. Öndeğer akilyürütmesi ve nitelik problemi: Birçok insanın bildikleri genellemelerden ibarettir. Örneğin, bir kuştan bahis açıldığında insanların aklına yumruk büyüklüğünde, öten ve uçan bir hayvan gelir. Fakat bunlardan hiçbiri bütün kuşlar için doğru değildir. John McCarthy bu problemi 1969’da nitelik problemi olarak adlandırmıştır. Yapay zekâ araştırmacılarının göstermek istedikleri herhangi bir sağduyu kuralı muazzam sayıda istisna ihtiva ediyordu. Yapay zekâ araştırmacıları bu probleme geliştirdikleri monoton-olmayan mantık ve monoton-olmayan mantığın bir türü olan öndeğer mantığı (default logic) ile çözüm üretmeye çalışmışlardır.³⁸
2. Sağduyu bilgisinin genişliği: Ortalama bir insanın bildiği tek tek olguların sayısı olağanüstü büyüktür. Sağduyu bilgisi için bir bilgi tabanı geliştirmeyi amaçlayan projeler büyük ölçüde ontolojik mühendisliğe ihtiyaç duyar. Amaç, bir bilgisayarın internette okuduğunu anlamasıdır. Fakat bunun için yeterli sayıda kavramın ontolojik bağının kurulmasına ihtiyaç vardır. Böylece bilgisayarın kendine ait bir ontolojisi olabilir. Bu henüz gerçekleştirilememiştir.³⁹
3. Sağduyu bilgisinin alt-sembolik biçimi: Bildiklerimizin birçoğu “olgular” veya “durumlar” olarak temsil edilmez. Örneğin bir satranç ustası bazı hamlelerden açık vereceği için uzak duracaktır; ya da bir sanat eleştirmeni bir heykele bakar bakmaz onun sahte olduğunu anlayabilir. Bu sezgi ve eğilimler, beynimizde bilincin ve sembolik gösterimlerin ulaşamayacağı bir yerde bu-

³⁵ Bilgisayar bilimlerinde ve bilişimde ontoloji, bir alana ait kavramlar kümesinin ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin formel bir gösterimidir. O alanı tanımlamak ve özellikleri üzerine akilyürütme için kullanılabilir. Teoride ontoloji, “ortak bir kavramlaştırmanın formel, açık bir belirtisidir”. Bir ontoloji bir alanı modelleyecek ortak bir sözcük dağarcığı sağlar. Yani, var olan nesnelerin ve/veya kavramların türleri, özellikleri ve ilişkilerini belirler. Ontolojiler yapay zekâ, semantik ağ, yazılım mühendisliği, biyomedikal bilişim, kütüphane bilimi ve bilgi mimarisi alanlarında dünya veya bir bölümü hakkında bir bilgi gösterim biçimi olarak kullanılır. Bkz: Stuart J. Russell, Peter Norvig: **a.g.e.**, s. 261, 264.

³⁶ Bilişimde üst-ontoloji (en yüksek seviye ontoloji ya da temel ontoloji) tüm alanlarda aynı olan çok genel kavramları anlatan bir ontolojidir. Bir üst ontolojinin en önemli işlevi, erişilebilen çok sayıda ontoloji arasında geniş bir semantik işlerliği desteklemektir. Metaforun öne sürdüğü gibi o, belirli bir problem alanına dahil olmayan genel varlıkları tanımlamaya çalışan, varlıkların ve onlarla ilişkili kuralların (hem teorilerin hem düzenlemelerin) bir hiyerarşisidir. Bkz: Stuart J. Russell, Peter Norvig: **a.g.e.**, s. 321, 326.

³⁷ Stuart J. Russell, Peter Norvig: **a.g.e.**, s. 320-321.

³⁸ Stuart J. Russell, Peter Norvig: **a.g.e.**, s. 360.

³⁹ Daniel Crevier: **a.g.e.**, s. 113-114.

lanmaktadır. Bu tarz bilgiler sembolik düşünüş için gerekli koşulları sağlar ve destek verirler. Geleneksel yapay zekâ veya hesaplanabilir zekâ (computational intelligence) çalışmalarının bu tip konulara çözüm getirmesi umulmaktadır.⁴⁰

4. Yapay Zekâ ve Felsefi Mantık

Yapay zekâ çalışmalarında mantığın bir araç olarak kullanımını ilk öneren John McCarthy olmuştur.⁴¹ Yapay zekânın isim babası olan McCarthy, çalışmaları boyunca mantık temelli yapay zekâ yaklaşımını savunarak, bu alanda çalışmalar yapılmasına önayak olmuştur. Mantık temelli yapay zekâ yaklaşımının temelinde karşılaşılan problemlerin formelleştirilmesi fikri yer almaktadır. Eğer bu problemler mantık ifadelerine dönüştürülebilirse, mantık kurallarına göre kolayca çözülebileceği varsayılmıştır.⁴²

Yapay zekâ, mantığı araç olarak kullanma fikrini felsefeden ödünç almıştır. Aristoteles'ten (M.Ö. 384-322) beridir “doğru düşünme” yani akilyürütme süreçleri mantık çatısı altında sistemleştirilmeye çalışılır. Aristoteles'in ortaya koyduğu mantık anlayışı 19. yüzyılın başına kadar ana çizgisini koruyarak sürmüştür. Mantığın matematiksel gelişimi George Boole'un (1815-1864) çalışmalarıyla başlamıştır. Gottlob Frege (1848-1925) Boole'un mantığını nesnelere ve ilişkileri de içerecek şekilde genişletmiş, bugün en temel bilgi gösterim sistemi olarak kullanılan önermeler mantığını oluşturmuştur. Frege'nin çalışmalarıyla temellendirilen modern mantık çalışmalarıyla birlikte mantık matematiksel bir temele oturtulmuş ve sembolleştirme olanakları genişletilmiştir. Böylece sembollerden ve bu sembollerin kullanım kurallarından oluşan bir formelleştirme dili inşa edilmiştir. Alan Turing ise soyut mantık ve fiziksel mekanizmalar arasındaki bağlantının öncüsü olmuştur.⁴³

Diğer yandan matematiği mantık ile temellendirme üzerine de önemli çalışmalar yapılmıştır. Mantık alanına böylece felsefe kökenli araştırmacılar ile birlikte matematik kökenli araştırmacılar da katılmıştır. Araştırmacıların aldıkları profesyonel eğitim mantık yaklaşımlarını, dolayısıyla mantık kullanımı ve amaçlarını da etkilemiştir. Matematik kökenli mantıkçılar hem mantığın matematik yönüyle incelenmesiyle araştırılması hem de formel mantığın matematiğin diğer alanlarına uygulanmasıyla uğraşmışlardır. Yeni ve farklı mantık sorunları üzerine düşünmeyi gerektiren ve ma-

⁴⁰ Paul Brna: “Symbolic and Subsymbolic Processing”, (Çevrimiçi), http://www.comp.lancs.ac.uk/computing/research/aai-aied/people/paulb/old243prolog/subsection3_1_2.html.

⁴¹ **Programs with Common Sense** isimli makalesinde ilk hipotetik bilgisayar programı olan **Advice Taker**'da bilgi gösterimi için mantık kullanımını önererek sağduyu akilyürütmesini bir yapay zekâ yöntemi olarak kullanmıştır.

⁴² Richmond Thomason: “Logic and Artificial Intelligence”, **Stanford Encyclopedia of Philosophy**, (Çevrimiçi), <http://plato.stanford.edu/entries/logic-ai/>.

⁴³ G. Aldo Antonelli: “Logic”, **The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information**, Ed. Luciano Floridi, Cornwall, Blackwell Publishing, 2004, s. 263.

tematiksel olmayan bilimleri formalize etmeye yönelik uğraşlar, matematik kökenli mantıkçıların gündeminde olmamıştır. Felsefe kökenli mantıkçıların ana hedefi ise mantık yöntemlerinin matematiksel olmayan akılyürütme alanlarına uygulanmasıdır. Buradaki gaye dünyanın mantıksal olarak ifade edilmesinin olanaklarını genişletmektir.⁴⁴

Matematik kökenli mantık ile felsefe kökenli mantık arasındaki bu görüş farklılığı güncel bilimsel çalışmaların buluşma noktası olan dergilerden de kolayca takip edilebilir. Örneğin Journal of Symbolic Logic (Sembolik Mantık Dergisi) isimli dergi 1936'da yayımlanan ilk sayısında matematikçilerle felsefecileri bir araya getirmeyi amaçladığını duyurmuştur. Böylece kendi disiplinleri içerisinde marjinal olarak değerlendirilen çalışmalar ayrı bir çatı altında toplanmış olacaktır. 1960'lı yıllara kadar dergiye iki disiplinden de aynı oranda katkı sağlanmıştır. 1960'lara gelindiğinde ise derginin sayılarında artık felsefe kökenli çalışmalar tek tük yer bulabilmiştir. Bunun temelinde ise yukarıda değindiğimiz iki grubun hedeflerindeki önemli derecedeki farklılık yatmaktadır.⁴⁵

Matematikçiler giderek daha teknik ve karmaşık bir yöntemler ve teoriler yığını geliştirmeyi amaçlıyordu. Oysa birçok felsefeci bu amacın aydınlatıcı felsefi konulardan giderek uzaklaştığını düşünmekteydi. Bu ayrılıklar 1972'de Journal of Philosophical Logic (Felsefi Mantık Dergisi) adıyla yeni bir derginin kurulmasına neden olmuştur.⁴⁶

Yapay zekânın temel alanlarından biri olan bilgi gösteriminin alt-konuları incelendiğinde, bu alandaki çalışmaların matematik kökenli mantık çalışmalarından ziyade felsefe kökenli mantık çalışmalarının konularıyla örtüştüğü gözlemlenebilir. Bunun temelinde ise yapay zekânın makro-dünya problemlerini çözmek konusundaki hedefi, yani matematiksel olmayan akılyürütme alanlarında da çözüm getirebilme isteği yer almaktadır.⁴⁷

Günlük yaşamda kullanılan akılyürütme modellenerek geniş bir alandaki yapay zekâ problemlerine çözüm getirilmek istenmiştir. Bu hedefin arkaplanını, felsefe kökenli mantığın, mantık temelli yapay zekâyâ yaptığı etki vardır. Yapay zekâdaki mantıkçı geleneği temsil eden araştırmacıların felsefe kökenli mantık literatürünü okuduğu ve ondan etkilendiği aşikârdır. Örneğin, 1969 yılında McCarthy ve Hayes'in ortaklaşa kaleme aldığı Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial Intelligence isimli makalede 58 atıf vardır ve bu atıfların 35'i felsefe kökenli mantık literatürüne yapılmıştır.⁴⁸

⁴⁴ Richmond Thomason: **a.y.**

⁴⁵ Richmond Thomason: **a.y.**

⁴⁶ Richmond Thomason: **a.y.**

⁴⁷ Richmond Thomason: **a.y.**

⁴⁸ Richmond Thomason: **a.y.**

Felsefi Mantık Dergisi'ndeki teorik çalışmalar ile örtüşen bu çalışmalar, uygulamada ise aynı paralellliği sağlayamamaktadır. Bunun temelinde felsefenin teorik yapısıyla birlikte, mantık teorilerinin küçük ölçekli ve yapay örneklere uygulanması yer almaktadır.

Yapay zekânın ilk yıllarından sonra felsefe kökenli mantık ile mantık temelli yapay zekâ yaklaşımı birbirinden uzaklaşmıştır. Yapay zekânın mantık temeli üzerinde incelenmesi, felsefe kökenli mantıkta pek bilinmeyen yeni mantık teorilerinin (en ünlü örnek 'monoton-olmayan mantık'tır) geliştirilmesine sebep olmuştur. Bununla birlikte yapay zekâ araştırmacıları daha performanslı uygulamalar geliştirebilmek için algoritmaların teorik analizine büyük önem vermişlerdir. Bunun sebebini ise eşi görülmemiş büyüklükteki mantıksal aksiyom öbeklerini kullanan iddialı uygulamalarla gittikçe gelişen bilgisayar bilimi oluşturur. Bu uygulamaların büyüklükleri yeni problemler ve yeni metodolojilerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.⁴⁹

Uygulamalar hakkında düşünmek, araştırmanın nasıl yürütüleceği ve sunulacağı üzerinde çok etkili olabilir. Felsefe kökenli mantık geleneği otomatikleştirilmiş akılyürütme uygulamalarından eskidir ve bugüne kadar bu tür uygulamalara karşı ilgisiz kalmıştır. Genelde felsefe literatürü akılyürütmenin uygulanabilirliği, verimliliğiyle ya da akılyürütme sürecinin herhangi bir özelliği ile ilgilenmez. Felsefe teorilerinin gerçekçi, büyük çapta akılyürütme problemleriyle resmedildiği ya da test edildiği durumlar bulmak zordur. Fakat temel teorik konuların (kipler, şartlı ve geçici mantık, inanç revizyonu ve bağlam mantığı) mantık temelli yapay zekâ çalışmalarına çok benzer olması ve nihai hedefin (matematiksel olmayan akılyürütmenin formelleştirilmesi) aynı olması nedeniyle yapay zekâda kullanılan mantık, felsefe kökenli mantık geleneğinin sürekli bir uzantısı olarak görünmektedir.⁵⁰

Mantık içinde birbirinden ayrı matematiksel ve felsefi alt-disiplinlerin oluşması sağlıklı bir gelişme olarak değerlendirilmemiştir. Günümüzde mantık alanı, matematiğin çoğu alanları kadar önemli, zorlu problemler ve sonuçlardan oluşmaktadır. Son tahlilde, mantık temel olarak akılyürütmeyle uğraşır. Yaptığımız akılyürütmelerin görece az bir kısmı matematikselidir. Matematikçi olmayanların yaptığı matematiksel akılyürütmelerin ise neredeyse tümü sadece basit hesaplardan ibarettir. Hem kesinliğe hem de geniş bir etki alanına sahip olması için, mantığın matematiksel ve felsefi taraflarını bir disiplin altında birleştirilmesi gerekir. Son yıllarda ne matematikle ne de felsefeyle uğraşanlar bu birleşmeyi geliştirecek çok fazla şey yapmamışlardır. Fakat bilgisayar biliminin ihtiyaçları kuvvetli bir birleştirici etki oluşturur. Bilgisayar bilimindeki mantık araştırmaları uygulayıcılarını mutlaka matematiksel olması gerekmeyen akılyürütme alanlarıyla da temasa sokar ve yenilikçi mantık teorileri üretme ihtiyacı yaratır.⁵¹

⁴⁹ Richmond Thomason: **a.y.**

⁵⁰ Richmond Thomason: **a.y.**

⁵¹ Richmond Thomason: **a.y.**

Felsefe kökenli mantığa en yakın alan yapay zekâdaki mantık çalışmalarıdır. Özellikle de bilgisayar biliminin akılyürütme konusundaki yenilikçi çalışmaları mantıkta yeni yöntemlerin geliştirilmesine önyak olmuştur. Bir benzetme ile söylersek: Newton fiziği ile mekanik mühendisliği arasında nasıl bir bağlantı varsa, mantık ile yapay zekâ arasında da benzer bir bağlantı vardır. Bu anlamda, yapay zekâ mantığın başlıca uygulama alanıdır.⁵²

Zekânın daha iyi bir şekilde modellenebilmesi için gündelik hayattaki zeki davranışlarımızı oluşturan sağduyu akılyürütmesinin formelleştirilmesi gerekir. Önermeler mantığı bu formelleştirmenin üstesinden gelemeyince 1970'li yılların sonunda monoton-olmayan mantık geliştirilmiştir.⁵³ Monoton-olmayan mantık sağduyu akılyürütmesi dediğimiz gündelik hayattaki zeki davranışı ve karar vermeyi modellemeyi amaçlamaktadır.⁵⁴

5. Monoton-olmayan Mantık

Önermeler mantığında bir çıkarım bağıntısına, yeni önerme eklenmesi ile önceden ulaşılan sonuç değişmiyorsa **monotondur**. Monotonluğu şöyle de ifade edebiliriz: Eğer φ önermesi, Γ önerme kümesinden çıkarılabiliyorsa, Γ alt-kümesini içeren⁵⁵ Δ kümesinden de çıkarılabilir. Dolayısıyla $\Gamma \models \varphi$ ve $\Gamma \subseteq \Delta$ ise $\Delta \models \varphi$ dir. Yani bir önerme kümesinden çıkarılan herhangi bir sonuç, önerme kümesine ek bir önerme eklense da sonuç değişmeyecektir. Dolayısıyla öncül kümesi büyüdükçe sonuçlar kümesi de monoton bir biçimde büyür. Bu durum içermeye bağıntısının doğası gereğidir. $\Gamma \models \varphi$ için, Γ kümesindeki tüm önermelerin doğru olduğu durumlar için φ doğrudur.⁵⁶

Monotonluk özelliği sadece önermeler mantığında değil, kanıt teorisi ve model teorisinde de vardır. Kanıt teorisi açısından monotonluk, Γ önerme kümesinden φ önermesinin her türlü çıkarımının aynı zamanda genişletilmiş önerme kümesi olan Δ 'dan de yapılabildiği gerçeğinden çıkar. Monotonluğun doğrulanması model teorisi açısından daha dolaysızdır: Δ 'nın her modeli Γ 'nin da bir modeli olduğundan, φ önermesi Γ 'nin her modelinde bulunuyorsa, aynı zamanda Δ 'nın her modelinde bulunuyor olmalıdır.⁵⁷

⁵² Jack Minker: "Introduction to Logic-based Artificial Intelligence", Ed. Jack Minker, **Logic-based Artificial Intelligence**, Boston, Kluwer Academic Publishers, 2000, s. 9.

⁵³ Jack Minker: **a.g.e.**, s. 11.

⁵⁴ Alexander Bochman: "Nonmonotonic Reasoning", **Handbook of the History of Logic**, Vol. 8, Ed. Dov M. Gabbay, John Woods, Amsterdam, Elsevier, 2007, s. 336.

⁵⁵ K önerme kümesinin p gibi bir önermeyi içermesi, (p'yi de yorumlayan) K'nın her doğrulayıcı yorumunda p'nin doğru olmasıdır.

⁵⁶ G. Aldo Antonelli: **a.g.e.**, s. 451.

⁵⁷ John F. Horty: "Nonmonotonic Logic", **The Blackwell Guide to Philosophical Logic**, Ed. Lou Goble, London, Blackwell Publishers, 2001, s. 336.

Bunun tersine, gündelik akılyürütme çoğunlukla monoton değildir, çünkü risk içerir: Çıkarım yapmak için yetersiz öncüllerden sonuçlara varırız. Ne zaman risk almaya degeceğini, hatta risk almak gerektiğini (örneğin, tıbbi tanı koyarken) biliriz. Ama bu tür bir çıkarımının geçersiz olabileceğini de biliriz. Çünkü yeni bilgiler eski sonuçları değiştirebilir. Bu durumu karşılamak için monoton-olmayan mantık geliştirilmiştir.⁵⁸

Monoton-olmayan mantık, basit olarak sonuç ilişkisi monotonluk özelliğini karşılamayan mantıktır. Daha fazla öncülün eklenmesi, önceden yapılmış bir çıkarımın geçersiz kalmasına yol açabilir. Dolayısıyla sonuç kümesi öncül kümesiyle birlikte monoton olarak artmak zorunda değildir. Monoton-olmayan mantık genellikle yapay zekâ kökenli mantık ailesi için kullanılır ve zeki davranışlarımızı yönlendiren **öndeğer akılyürütmesi** (default reasoning) düzeneklerini formelleştirmeyi amaçlar.⁵⁹

Öndeğer akılyürütmesi, malumatın varlığı kadar yokluğuna da dayanan bir akılyürütmedir. Malumat yokluğunu şu şekilde ifade edebiliriz: P önermesi sonucunda Q önermesi çıkar, aksine bir malumat olmadıkça. Bu tür bir akılyürütme mantıksal açıdan monoton-olmayan bir sonuç ilişkisi gerektirir. Örneğin, “Kuşlar uçar” önermesi sonucunda, aksine bir bilgi olmadıkça, x bir kuş ise x 'in uçtuğu sonucuna varılır. Bize Tux'un⁶⁰ bir kuş olduğu söylendiğinde, yukarıdaki akılyürütme sonucunda Tux'un uçtuğunu düşünürüz. Çünkü önerme kümesinde aksine bir malumat yoktur. Fakat önerme kümesine Tux'un bir penguen olduğu malumatı eklendiğinde, “Tux uçar” önermesi geri çekilmek zorunda kalınacaktır. Çünkü bu sonuca varan olağan çıkarım, aksine malumatın olmamasına dayanmaktadır. Fakat yeni önerme kümesinde artık böyle bir malumat vardır. Bunu niceleme mantığı içerisinde ifade edebilmek için tüm istisnaların tanımlanması gerekmektedir: “Penguenler, deve kuşları, tavuklar... hariç bütün kuşlar uçar”. Monoton-olmayan mantık, tüm istisnai durumları listelemeyi gerektirmeyen bir çatı geliştirmeyi amaçlar.⁶¹

6. Sonuç

Yapay zekâ ile ilgili bir çalışma söz konusu olduğunda yalnız mantığı değil, sosyoloji, antropoloji ve psikoloji gibi sosyal bilimleri de ilgilendirmektedir. Çünkü yapay zekâ kolayca anlaşılabilmesi gibi yalnızca biyolojik ve fizyolojik özellikleri değil, toplumsal ve kültürel yönü de taklit etme yolundadır. Bu özellik mantık disiplininin felsefenin geleneksel sorunlarını bazı uygulama alanlarına taşıması anlamına gelmek-

⁵⁸ Yücel Yüksel: **a.g.e.**, s. 41.

⁵⁹ Patrick Doherty, Witold Lukaszewicz, Andrzej Skowron, Andrzej Szalas: **Knowledge Representation Techniques**, Berlin, Springer, 2006, s. 77.

⁶⁰ Linux işletim sisteminin resmî maskotu olan penguen.

⁶¹ John F. Horty: **a.g.e.** s. 337.

tedir. Çünkü bilinç gibi, toplumsal ve kültürel değerler gibi, algı gibi felsefi sorunlar yapay zekânın da konusu içindedir ve çözüm için uğraştığı sorunlar arasındadır.

Yapay zekâ oldukça yeni bir çalışma alanıdır. Bu alandaki çalışmaların temelinde 20. yüzyılda mantığın geçirdiği büyük değişim yatmaktadır. Günümüzde en çok kullandığımız araçlardan biri olan bilgisayarın teorisi bu gelişmeye dayanmaktadır. Bununla birlikte yapay zekâ disiplininin ilk yıllarında yapay insan düşünün ne kadar uzak olduğu anlaşılmıştır. Bizce yapay zekâ, John McCarthy'nin önerdiği gibi, akılyürütme ve problem çözmenin özünü bulma çalışmaları olarak anlaşılmalıdır. Bu süreçte de en önemli problem sağduyu akılyürütmesinin formelleştirilmesidir.

Son yüz yıllık gelişimi süresince mantığa, felsefe kökenli araştırmacıların katkıları kadar matematik kökenli araştırmacıların da katkıları olmuştur. Görebildiğimiz kadarıyla yapay zekâda kullanılan mantık çeşitleri köken bakımından felsefe kökenli mantık çalışmalarına daha yakındır. Bunun temelinde ise felsefenin dünyayı açıklama konusundaki iddiası vardır. Bu durum yapay zekânın makro-dünyalar ölçeğinde çözüm getirebilme arzusuyla örtüşmektedir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için de yapay zekâ insanın öngörü yeteneğinin temelini oluşturan sağduyu akılyürütmesini formelleştirmeye çalışmaktadır.

Sağduyu akılyürütmesi eksik bilgiye dayanan bir akılyürütme şekli olarak düşünülebilir. Bu akılyürütme şeklinin modellenebilmesi için sağduyu akılyürütmesinin örtük aşamalarının da formelleştirilebilmesi gerekmektedir. Yapay zekâ bu formelleştirmeyi yapabilmek için monoton-olmayan mantığı geliştirmiştir.

Kaynakça

1. McCulloch, Warren Sturgis, Pitts, Walter: A Hierarchy of Values Determined by the Topology of Nervous Nets, **Bulletin of Mathematical Biophysics**, Vol. 5, 1943.
2. Antonelli, G. Aldo: "Logic", **The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information**, Ed. Luciano Floridi, Cornwall, Blackwell Publishing, 2004.
3. Bochman, Alexander: "Nonmonotonic Reasoning", **Handbook of the History of Logic**, Vol. 8, Ed. Dov M. Gabbay, John Woods, Amsterdam, Elsevier, 2007.
4. Boden, Margaret A.: "Artificial Intelligence", **Routledge Encyclopedia of Philosophy**, Ed. Edward Craig, London, Routledge, 1998.
5. Brna, Paul: "Symbolic and Subsymbolic Processing", (Çevrimiçi), http://www.comp.lancs.ac.uk/computing/research/aai-aied/people/paulb/old243prolog/subsection3_1_2.html.
6. Crevier, Daniel: **AI: The Tumultuous Search for Artificial Intelligence**, New York, Basic Books, 1993, s. 40.
7. Doherty, Patrick, Lukaszewicz, Witold, Skowron, Andrzej, Szalas, Andrej: **Knowledge Representation Techniques**, Berlin, Springer, 2006.
8. Horty, John F.: "Nonmonotonic Logic", **The Blackwell Guide to Philosophical Logic**, Ed. Lou Goble, London, Blackwell Publishers, 2001.
9. McCarthy, John: "What Was Expected, What We Did, and AI Today", (Çevrimiçi), http://www.engagingexperience.com/2006/07/ai50_ai_past_pr.html.
10. McCarthy, John: **Circumscription – A Form of Nonmonotonic Reasoning**, 1986, (Çevrimiçi), <http://www-formal.stanford.edu/jmc/circumscription.pdf>.
11. McCarthy, John: **Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial Intelligence**, 1969, (Çevrimiçi), <http://www-formal.stanford.edu/jmc/mcchay69.pdf>.
12. McCorduck, Pamela: **Machines Who Think** (2nd ed.), AK Peters, Massachusetts, 2004.
13. Minker, Jack: "Introduction to Logic-based Artificial Intelligence", Ed. Jack Minker, **Logic-based Artificial Intelligence**, Boston, Kluwer Academic Publishers, 2000.
14. Russell, Stuart J., Norvig, Peter: **Artificial Intelligence: A Modern Approach** (2nd ed.), New Jersey, Prentice Hall, 2003.
15. Schlechta, Karl: "Nonmonotonic Logics: A Preferential Approach", **Handbook of the History of Logic**, Ed. Dov M. Gabbay, John Woods, Amsterdam, Elsevier, 2007.
16. Solomonoff, Ray: **An Inductive Inference Machine**, 1956, (Çevrimiçi), <http://world.std.com/~rjs/indinf56.pdf>.

17. Thomason, Richmond: “Logic and Artificial Intelligence”, **Stanford Encyclopedia of Philosophy**, (Çevrimiçi), <http://plato.stanford.edu/entries/logic-ai/>.

18. Ural, Şafak: “Puslu (Fuzzy) Mantık”, **Mantık, Matematik ve Felsefe, I. Ulusal Sempozyumu 26-28 Eylül 2003 Assos-Çanakkale**, Ed. Şafak Ural, Mehmet Özer, Ayten Koç, Arzu Şen, Gürsel Hacıbekiroğlu, İstanbul, İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2004, s. 45-46.

19. Yüksel, Yücel: “Yapay Zekâ ve Puslu Mantık”, **Felsefe Arkivi**, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 2008, Sayı: 32.

20. “AI set to exceed human brain power”, **CNN**, (Çevrimiçi), <http://www.cnn.com/2006/TECH/science/07/24/ai.bostrom>.

21. “Behind Artificial Intelligence, a Squadron of Bright Real People”, **The New York Times**, (Çevrimiçi), <http://www.nytimes.com/2005/10/14/technology/14artificial.html>.