

KLASİK MANTIKTAN BULANIK MANTIĞA YAPAY ZEKÂ SERÜVENİ

Abdurrazak GÜLTEKİN¹

Geliş: 16.09.2021 / Kabul: 22.09.2021
DOI: 10.29029/busbed.996365

Öz

Yapay zekâ epistemolojik alt yapısını mantıktan almaktadır. Mantık bilimi hem felsefi alanda hem de mühendislik alanında önemli bir yer işgal etmektedir. Makalede son yüzyılın ikinci yarısından itibaren hem mühendislik bilimlerini hem de sosyal bilimleri etkisi altına almış olan yapay zekâ çalışmalarının felsefe ile ortak alanı olan mantık ilminin etki düzeyi ve gelişim evreleri anlatılacaktır. Bununla birlikte yapay zekâ çalışmalarının ard alanında bulunan mantık ilminin klasik dönemi olan Aristoteles mantığının yapay zekâyâ etkileri ve özellikle 20. yüzyılda ortaya çıkmış bulanık mantığın yapay zekâyâ etki düzeyi ayrıntılı bir şekilde betimleyici olarak işlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mantık, Klasik Mantık, Modern Mantık, Bulanık Mantık, Yapay Zekâ

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ADVENTURE FROM CLASSICAL LOGIC TO FUZZY LOGIC

Abstract

Artificial intelligence takes its epistemological infrastructure from logic. The science of logic occupies an important place in both philosophical and engineering fields. In the article, the influence level and development stages of the science of logic, the common field of the studies of artificial intelligence, which has influenced both engineering sciences and social sciences since the second half of the last century, will be explained. The effects of Aristotle's logic on artificial intelligence, which is the classical period of the science of logic behind the studies of artificial intelligence, and the effect level of fuzzy logic on

¹ Dr. Öğr. Gör., Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, abdurrezakgultekin@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4832-3258.

artificial intelligence that emerged in the 20th century will be discussed in detail.

Keywords: *Logic, Classical Logic, Modern Logic, Fuzzy Logic, Artificial Intelligence*

Mantık nedir? - Mantığın Kısa Tarihi

Latince *logica, orum* (Akderin, 2012, s. 780) ile karşılanan mantık kavramı, etimolojik olarak konuşma ve söyleme anlamına gelen nutk kökünden türemiştir. Ancak anlam genişlemesine uğrayarak konuşma ve düşünmeyi sağlayan kurallar bilimi olarak anlaşılmıştır (Eyuboğlu, 2017, s. 474). Bunun yanında eseme olarak da bilinmektedir (Kiraz, 2016, s. 223). *Logikos*, logos'a yani söz, akıl veya akıl yürütmeye alet olan anlamlarına gelmektedir. Necati Öner'in aktarımıyla Farabi mantık kelimesinin nutk kökünden türediğini belirtmektedir. Ona göre mantık üç şeye işaret etmektedir. Birincisi insanın makulleri idrak edeceği kudrete delalet etmektedir. Bu kuvvetle hem sanatlar hem de ilimler elde edilmektedir. Aynı zamanda hareketlerin güzel ve çirkin olması da bu kuvvetle ayırt edilebilmektedir. İkincisi içten konuşma denilen insanın nefsindeki anlayışlarla ortaya çıkan durumları idrak etmektedir. Üçüncüsü içerideki şeyi dil ile söyleme, ifade etmek olarak anlaşılmaktadır (Öner, 1986, s. 1). Buradan anlaşılacağı üzere mantık hem düşünme hem de düşünüleni konuşma anlamlarına gelmektedir.

Yunanca *logike* İngilizce *logic* Fransızca *logique* Almanca *logike* olarak karşılanan mantık kavramı genel olarak öncül ya da öncüllerden sonuç çıkarmak için akıl yürütmenin ilkeleri ve kurallarını inceleyen bilim dalı olarak görülmektedir. Cevizci'nin sözlüğünde akıl yürütme türleri üç şekilde tanımlanmaktadır. Bunlar sırasıyla; "Tümdengelimsel akıl yürütmeyi konu alan mantığa dedüktif, tümevarımsal akilyürütmeyi konu alan mantığa tümevarımsal pratik akıl yürütmeye dayanan mantığa ise deontik mantık adı verilmektedir." Mantık alanının sistemleşmesi ile içeriğin değil formun ön planda olduğu bir düzlemde de formel ve felsefi mantık olarak ikiye ayrılmaktadır. Formel mantığın en önemli özelliği farklı konuları aksiyomatize ederek çeşitli kalıplarla tasnif etmektedir. Formel mantık önermeleri 've', 'ya da', 'ise' gibi bağlaçlarla önermeleri birleştiren önermeler mantığı ile farklı önermeler arasında ayırım yapan yüklemeler mantığından oluşmaktadır. Ancak bunun yanında felsefi mantık, formel mantıkta geçen kavramları analiz etmektedir (Cevizci A. , 1999, s. 570).

Yukarıda etimolojik ve kelime anlamları verilen mantık kavramının sözlük anlamına gelince onun bilinenlerden bilinmeyenleri elde edilmesine yarayan bir bilim olduğu söylenmektedir. Bunun yanında hakikat yolunda meydana gelen zihinsel işlevlerin bilimi olarak da bilinmektedir. Tutarlı düşünme olarak kabul edilen mantıklı düşünmenin temel ilkeleri bulunmaktadır. Bu ilkeler önceden bilinen hükümler arasında bağ kurarak yeni bilgiler üretilmesine yardımcı olmaktadır. Doğru düşünmenin çelişmezlik, özdeşlik, üçüncü halin imkânsızlığı ilkeleri bulunmaktadır (Hasırcı, 2010, s. 9). Ancak bu ilkelere Leibniz tarafından yeter sebep ilkesi de eklenmiştir (Emiroğlu, 2009, s. 31). Leibniz aslında bu ilkeyi Tanrı'yı kanıtlamak için ifade etmiştir (Antognazza, 2013, s. 94).

Yukarıda kavram, terim ve sözlük anlamları verilen mantığın bir bilim, sanat ve disiplin olmasının yanında bir de düşünce olarak anlaşıldığı ifade edildi. Mantığın bu kadar çok anlamlılığı onun zihin ve akıl ile eş zamanlı varoluşuyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Düşünce tarihi her ne kadar 40-50 bin yıl öncesine kadar dayanmış olsa da mantık düşünce tarihi ile başlamış değildir. Mantık yani akıl kendi kendisi konu edinmesi belirli bir tarihsel süreç gerektirmektedir (Taylan, 2010, s. 33).

Klasik mantık ile yeni mantığın bunun yanında yapay zekâ ile ilişkisinin tam olarak anlaşılması için kısa bir tarihsel perspektif sunmanın doğru olacağını düşünmekteyiz. Böylelikle bulanık mantığın yapay zekâ alanına nasıl bir epistemolojik kaynaklık ettiğinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır.

Mantık tarihi klasikleşmiş bir şekilde üç döneme ayrılmaktadır. Birinci dönem Aristoteles öncesi dönemdir. Bu dönem aynı zamanda hazırlık dönemi olarak da bilinmektedir. Hem Antik Yunan da hem de Hint, Çin ve Babil uygarlıklarında mantık alanında ciddi bir çalışma görülmemektedir. Bu uygarlıkların bazılarında özellikle aritmetik çalışmaları bulunmaktadır ancak mantık alanında herhangi bir düşünme, yöntem, teknik ve zihin üzerine bir değerlendirme bulunmadığı bilinmektedir. Bu dönem mantık çalışmaları olsa da sadece potansiyel mantık çalışmaları olarak anılmaktadır. Çünkü söz konusu dönemlerde sistemli mantık ilmi hakkında bir kaynağa rastlanmamıştır (Taylan, 2010, s. 34-35). Bu uygarlıkların yanında bir de Aristoteles öncesi Yunan uygarlığının mantık çalışmalarının olup olmadığına bakmak gerekmektedir. Doğa filozofları evreni anlamak için tek bir ilkedan hareketle değerlendirme yapmışlardır. Bu ilkenin ateş, su, toprak olduğu değerlendirilmiş genel olarak bunların somut, fiziksel ve maddi bir şey olduğu hakkında yorum yapılmış daha

sonra somut değil soyut hava olduğuna dair yaklaşım gelişmiştir. Bu süreçte deneyden gelen somut alan bilgisinin yanıltıcı olduğuna asıl bilginin akıl bilgisi olduğuna dair yaklaşımla akılcı geleneğin temelleri oluştuğu görülmüştür. “İlk kez Anaksimandros, Anaksagoras ve Herakleitos ile birlikte, düşünce tarihinde nesnelere bilmenin bazı soyut ilkelere dayandığını fark edilmiştir. Ama bu ilkelerin kendileri üzerine bir refleksiyona bu filozoflarda henüz rastlamıyoruz” (Özlem, 2004, s. 366). Daha sonra Elea okulu ve sofistlerin mantık biliminin kurulmasına hazırlık yaptığı bilinmektedir (Öner, 1986, s. 5). Özellikle Parmenides’in “var olan vardır var olmayan var değildir” sözü Aristoteles’in ortaya attığı özdeşlik kuramı ile ilişkili olduğu için kendisinden önce kullanılmış olduğunu göstermektedir. Bu yasalarla, Aristoteles’in varlık ve mantık yasalarını bir tuttuğu anlaşılmaktadır. Bu anlamdaki mantıksal değerlendirmenin ilk örneklerinin ortaya atıldığı söylenebilir. İlerleyen dönemlerde sofistler üzerinden şekillenen düşünce sistemi özellikle varlık değerlendirmesi değil insanın kendisini değerlendirmesi olarak anlaşılmaktadır. Her şeyin ölçütünün insan olduğunu düşünen sofistler “bu tutumları doğrultusunda kuramsal sorunlardan pratik sorunlara yönelirken, kuramsal düzeyde bir genel geçer “doğruluk”a ulaşamayacağımı, dolayısıyla, insanın pratik yaşamını iyi sürdürmesini ve başarılı olmasını sağlayacak pratik ilkeler edinmesini öğütüyorlardı” (Özlem, 2004, s. 367).

Mantığın ilk nüvelerinin atıldığı ancak sistemleştirilmediği Aristoteles öncesi Yunan uygarlığındaki çalışmalar, Aristoteles tarafından sistematik bir alan olarak değerlendirilmiş ve kurallı bir bütün şeklinde ortaya çıkmıştır. Bu mantık görüşleri, yeni mantık sistemi konuşulmaya başlayana kadar ciddi bir değişiklik yapılmadan geçerliliğini koruyarak devam etmiştir. Mantık tarihinin ikinci dönemi Aristoteles dönemi mantık çalışmaları şeklinde isimlendirilmektedir. Aristoteles dönemi mantık çalışmalarında düşüncenin işleyişi ve kendisi arasında sıkı bir ilişkinin kurulduğu dönem olarak bilinmektedir. Aynı zamanda bu dönemde, mantık kuralları ile varlık kuralları yani düşünce ve varlık kuralları ayrımı yapılmamaktadır. Aristoteles, mantığı fizik, matematik ve metafizik gibi teorik bir bilim olarak ele almamaktadır. Bunun yanında ahlak ve siyaset gibi pratik bir bilim olarak da ele almamaktadır. Ona göre mantık bilimleri, önermeden önce bilinmesi gereken bilgiler bütünü olarak değerlendirilmektedir. “Filozofa göre mantık; ilmin aleti ya da biçimi, ilimlere giriştir. Hatta her ilim kendisine muhtaç olduğu için mantık ilimlerin ilmidir” (Taylan, 2010, s. 40). Aristoteles’in mantık alanına kazandırmış olduğu en önemli katkının akıl yürütmenin kendi başına bir formu olduğunu

bildirmesidir. Filozof bu yüzden dil ile ifade edilme ile düşünce formlarının birbirinden farklı olduğunu iddia etmiştir (Özlem, 2004, s. 371). Ancak yine de Aristoteles, ruhta doğru ve yanlış olanın yani ruhun kavramlarla ilgili durumlarının söz için de geçerli olduğunu belirtmektedir. Doğru ve yanlış birleştirme ve ayırma durumlarında olmaktadır ve isimlere fiiller eklenmediği durumda doğru ve yanlış olması beklenmemektedir (Aristoteles, 1963, s. 1).

Kavramlar mantığı olarak bilinen Aristoteles mantığını Stoacılar kendi adlarıyla geliştirmeye çalıştıkları Stoa mantığı şeklinde dönüştürerek kavramdan önermelere kaydırmaya çabalamışlardır. Modern mantık çalışmalarının da ilk örneklerini bu dönemde görmemiz mümkündür. Aristoteles'in mantık çalışmaları analitik olarak adlandırmış daha sonra bu çalışmalarını *Organon* adıyla toplamıştır. Mantık çalışmalarını mantık olarak ifade edenler Stoacılardır (Özlem, 2004, s. 221).

Mantık tarihinin üçüncü ve son dönemi Yeni Çağ mantık çalışmaları dönemidir. Aristoteles'in etkisinin çok uzun yıllar sürmesi ve Yeni Çağın laik yapısının karşısında özellikle Orta Çağ'da teolojinin etkisinde kalmış olması Aristoteles mantığının olumsuz bir algıyla karşılanmasına neden olmuştur. Yeni Çağ mantık çalışmaları, özellikle Francis Bacon'ın (1561-1626) endüksiyon kuramıyla yeni bir yola girmiştir. Aslında bu yöntem, Aristoteles tarafından sunulmaktadır ancak takipçileri ve teolojinin de etkisiyle ikinci plana atılması konunun göz ardı edilmesine neden olmuş ve zamanla kaybedilmesine kadar gitmiştir. Daha sonra Bacon, Yeni Çağ ile tümevarım yöntemini ve bilimi yücelten bir paradigma kullanmayı önermiştir. Orta Çağ'da bilimlere metodoloji sağlamak için Aristoteles mantığı yeterli görülmektedir ancak özellikle Rönesans ile birlikte doğa bilimlerinin yüceltilmesi, Aristoteles mantığının yetersiz olduğu fikrini ortaya çıkarmıştır. Bu dönemde Bacon ve René Descartes (1596-1650) yeni metod yolları aramaya başlamışlardır. Aristoteles'in kıyas temelli mantık anlayışının karşısında onun yetersiz olduğunu düşünen Bacon, tümevarım yöntemini önermiştir. Mantık alanından metod soruşturan Descartes ve Bacon'dan sonra ilk defa Petrus Ramus kavram, hüküm, akıl yürütme ve metod şeklinde mantığı bölümlere ayırmıştır (Öner, 1986, s. 10). Metod meselesi Aristoteles'in mantık anlayışını oluşturan kıyas, kavram ve önerme Yeni Çağda kökten bir değişim görmemiştir. Asıl değişiklik 19. yüzyılda sembolik ya da modern mantık ile yaşanmıştır.

Modern mantık çalışmalarının temelleri Lulle tarafından atılmıştır. O mantığın mekanik bir yapıda ve formel bir durumda olması gerektiğini

düşünmüştür. Leibniz, Lulle'un bu düşüncesinden etkilenecek düşünme işlemlerini bizim için yapabilecek bir makine hayal etmeye başlamış ve bunun içinde onun bir dili olması gerektiğini fark etmiştir. Leibniz'e göre "muhakemelerimizi düzeltmenin tek yolu, onları matematikçiler kadar elle tutulur hale getirmek"tir. O böylelikle herhangi bir tartışmada kimin haklı olduğunu hesaplama ile bulunabileceğini düşünmüştür (Say, 2019, s. 16). Bu durumda düşünmeyi matematiğe indirgeyen bir yaklaşımla Leibniz, mantığı sembolleştirmeyi amaçlamıştır. Leibniz'in önerdiği bu sistemde önermelerin içeriği hakkında düşünülmemesi gerekir. Bu sistemi o "carakteristique universelle" olarak ifade etmiştir (Öner, 1986, s. 12). Evrensel biçimsel dili öneren Leibniz'e göre bu sistemden başka dinsel tartışmaları çözecek ve Hristiyanlık dinini misyonerlerin çalışmalarıyla yayma konusunda daha iyi bir araç bulunmamaktadır (Antognazza, 2013, s. 202).

Devam eden süreçte yeni mantık çalışmaları mantıkçılar üzerinden şekillenmemiştir. Daha çok matematikçiler ve fizikçiler üzerinden şekillenmiştir. Matematiği örnek alarak Boole, De Morgan, Stanley Jevons mantığı yeniden kurgulamaya girişmişlerdir. Frege ile başlayan ve Peano, Russel gibi düşünülerin de etkilendiği bir şekilde matematiği mantığa dayandırma çabaları günümüzde lojistik olarak bilinen sembolik mantığın oluşmasına neden olmuştur (Özlem, 2004, s. 223). Bacon ile başlayan yeni çağ mantık tartışmaları, yeni bir yaklaşım sunmuş ve tümevarım yöntemi formel mantığın bir konusu olmaktan daha çok bilgi kuramı veya bilim felsefesinin metodu haline gelmiştir. Yeni Çağda mantık konuları ve bilgi kuramının veya bilgi öğretisinin ayrılmadığı görülmektedir.²

Klasik Mantık/Aristoteles Mantığı

Bütün bu tarihsel süreç içerisinde farklı şekillerde ele alınan ve uzun bir süre klasik anlamıyla devam eden mantığın amacı, üzerinde düşünülen nesnelere ile olaylar arasında ilişki kurmak ya da zihinsel olarak düşüncenin kendi içerisinde genel, özel, zorunlu veya düzenli ilişkiler kurulması olduğu anlaşılmaktadır. Mantık Aristoteles tarafından sistemleştirilmiş ve bütün ilimlere giriş olarak kabul edilmiştir. Daha sonra birçok düşünür bu ilme dikkat çekmiş ve İslam dünyasında önemli bir yer edinmiş Gazali "mantık bilmeyenin ilmine

² Bu durum yapay zekâ alanında ontolojik belirsizliğin epistemolojik temellerini göstermektedir. Çünkü yapay zekâ ontolojik olarak belirsiz bir dünya yaratmaktadır (Çelebi & Gültekin, 2020). Bunun alt yapısını da mantıktan almaktadır.

güvenilmez” diyerek (Çapak, 2016, s. 33)³ mantığı, bir düşünce geleneğinin vazgeçilmez bir unsuru haline getirmiştir.

Klasik mantık, Aristoteles’ten bu yana yüzyıllar boyunca işlenmiştir. Hem Batı hem de İslam mantık çalışmalarının kaynağı Aristoteles’tir. Aristoteles mantığı olarak da bilinen klasik mantık, metafizik alanla doğrudan ilişkilidir. Çünkü zihnin kuralları Aristoteles’e göre aynı zamanda varlığın da kanunları olarak görülmektedir. Aristoteles’ten sonra onun varlık ve mantık ilişkisini ayırmaya çalışan Stoacılar ortaya çıkmış olsa da bu görüş çok uzun dönemler boyunca etkinliği devam ettirmiş ve mantık alanında tek otorite Aristoteles olmayı başarmıştır (Öner, 1986, s. 6).

Aristoteles mantığı özellikle konuşma diliyle ilgili bir yapıdadır ancak formel yani şekilsel olarak adlandırılmaktadır (Baba, 2020, s. 103). Mantıklı düşünme eylemi kendisini akıl yürütmeye göstermektedir. Akıl yürütme yöntemlerinden tümdengelim, Aristoteles tarafından daha çok önemsenmiştir ve ona göre bunun da en mükemmel şeklinin kıyas olduğu bilinmektedir. Bu yüzden Aristoteles mantığının kıyas mantığı olduğu söylenmektedir. Kıyasın ele alınması için kavram ve önermelerin incelenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda düşünüldüğünden Aristoteles mantığı kavramlar mantığı olarak da anılır. Aristoteles’e göre bilgi konusunda iki farklı yön bulunmaktadır. Bilen öznenin bilme noktasındaki durumuyla ilgili olan bilgiler ve kendisi veya doğası ile bilinen şeyler. Bunlardan ilki ile ilgilenen Aristoteles ikincisine doğru hareket etmektedir. İnsanların herhangi bir şeye dair bilgisi rasyonel akıl yürütme ile mümkündür bunun da bir çıkarımla olacağı anlaşılmaktadır.

Aristoteles mantığının temelinde bulunan kıyas 20. yüzyılın başlarına kadar formel mantık alanına kaynaklık etmektedir (Ökten, 2011, s. 47-48). Aristoteles’in mantık kitaplarının toplandığı *Organon; Kategoriler, Önermeler, Birinci Analitikler, İkinci Analitikler, Topikler, Sofistik Deliller* olmak üzere altı kitaptan oluşmaktadır. Ancak felsefeciler bu altı kitaba daha sonra Retorik ve *Poetika* adlı eserlerini eklemiştir. Daha sonra *İsagoji* adlı yapıtı da ekleyerek toplamda dokuz kitap haline getirmişlerdir (Özlem, 2004, s. 370). Aristoteles bu kitapta kavram, önerme, kıyas ve tarzları, beş sanattan oluşan kıyasın uygulandığı alanlar üzerinde durmaktadır. Ancak en fazla burhan yani ikinci

³ Aristoteles’in mantık ile ilgili yazmış olduğu yazılar Grekçe alet anlamına gelen *Organon* adıyla toplanmış. Bu yüzden Bacon, Aristoteles mantığını eleştiren ve ona alternatif olsun diye yazmış olduğu eserine *Novum (Yeni) Organon* adını vermiştir (Çubukçu, 1998, s. 20).

analitikler üzerinde durmuştur. Çünkü burhandan önce işlenen hemen her konu onun için bir hazırlık niteliğinde olduğu düşünülmektedir (Çapak, 2016, s. 33).

Organon adlı kitapta varlık, bilgi ve mantık iç içe geçmiş olduğundan ve Aristoteles bunlar arasında ayırım yapmadığından varlık bilimi, varlık öğretisi ve varlık felsefesiyle iç içe anlaşılmaktadır. Bu yüzden Aristoteles mantığı içerikli mantık olarak anlaşılır. Sembolik mantıkçılar mantığı bu içerikten bağımsızlaştırmaya çalışmışlardır.

Klasik mantığın düşünce, akıl ve zihinle ile ilişkisi belli başlı ilkeleri kabul etmeyi gerekli kılmaktadır. Aklın ilkeleri ile varlığın ilkeleri eşit olduğu için klasik ontolojinin varlık anlayışının tam olarak anlaşılması gerekir. Klasik ontoloji bilindiği gibi varlığı var olmak bakımından ele alan bir alan olarak görülmektedir. Ontoloji, “varlığa varlık olması bakımından uygun düşen, onda mevcut olan ilkeleri” araştırmaktadır. Bu durumda ontolojik ilkeler bilgi gibi diğer alanların da ilkeleri olarak kabul edilmektedir. Düşünme ve bilmenin de ilkeleri olan ontolojik ilkeler, aklın da ilkeleri olarak görülmektedir (Taylan, 2010, s. 97).

Aklın ilkelerinin ilki olan özdeşlik ilkesi, iki şey arasında olan bir şey değildir. Bir şey ne ise “o”dur. Kendisinden başka bir şey olamaz (Çapak, 2016, s. 16). Bu ilke aslında ikinci ilke olan çelişmezlik ilkesiyle benzerlik ve paralellik göstermektedir.

Kendisinden önceki filozofların birtakım düşüncelerini eleştirmek için kesin tespitler ve kurallar getirerek düşünmenin ve varlığın ilkelerini kuran Aristoteles’e göre en kesin ilke çelişmezlik ilkesidir. O, Protagoras ve birtakım fizikçilerin savunduğu bir şey hem var hem de yok olacağına dair düşünceyi eleştirerek ortaya attığı çelişmezlik ilkesine göre bir şeyin hem var hem de yok olması imkânsındır. Ona göre “herhangi birinin aynı şeyin hem olduğunu hem de olmadığını kabul etmesi imkânsızdır” (Aristoteles, 2015, s. 79). Bazılarına göre bunun kanıtlanması gerekmektedir ancak Aristoteles bunu şiddetle eleştirmiş ve bunu isteyenlerin bilgisizliğinden dolayı istediğini belirtmiştir.

Aristoteles mantığı, sınıflandırma üzerine kurulmuş bir sistem olarak anlaşılmaktadır. Ona göre mantığın iki değerli olması aklın yukarıda sayılan ilkelerinden üretilmektedir. Üçüncü ilke de üçüncü halin imkânsızlığıdır. Bu ilkeye göre bir şey ya doğrudur ya da yanlıştır üçüncü bir şıkın olma ihtimali mümkün değildir. “Bir şey ya vardır ya da yoktur, bunun ortası olmaz”, bununla aynı şekilde “iki çelişik ifadeden biri doğru ise öteki zorunlu olarak yanlıştır,

ikisi arasında üçüncü bir durum söz konusu olamaz” (Çapak, 2016, s. 18). İki değerli mantık sistemi bu aklın ilkelerinden meydana geldiği ortadadır.

Yukarıda sayılan üç aklın ilkesine Leibniz yeter-sebebe ilkesini ilave etmek istemiştir. Leibniz akla dayalı olan bilgilerin iki ilkeyle belirlendiğini ifade etmiş ve aslında Aristoteles’in üç ilkesini tek ilkeye indirgemiş devamında da kendisi yeter sebebe ilkesi eklemiştir. Çelebi (2020, s. 93)’ye göre Leibniz’in yeter sebebe ilkesinin mantıksallığını dolayısıyla da apriori olduğunu vurgulaması, klasik empirist çizgilerden ayrılan rasyonalist bir hüviyete sahip oluşunun tescilidir. Çünkü Leibniz’e göre “akla dayanan bilgilerimiz iki büyük ilkeye dayanırlar: Birincisi çelişme ilkesidir; [...] İkincisi yeter sebebe ilkesidir” (Leibniz, 1988, s. 7). Leibniz’in aklın ilkelerini ikiye indirgeme yaklaşımı kendisinden sonra da yaygın bir gelenek haline gelmiştir. O üçüncü halin imkânsızlığı çelişmezlik ilkesine indirgenebileceği düşünülmektedir (Öner, 1999, s. 66).

Herhangi bir bilgiyi doğru ve yanlış, varlığı da var ya da yok şeklinde değerlendiren, bu iki değerden başka bir değer alamayacağını açıklayan iki değerli mantık sistemi, Aristoteles’in ortaya koyduğu aklın ilkelerinden hareketle meydana gelmiştir. Bu ilkelere “akıl ilkeleri”, “zihin ilkeleri” varlık ilkeleri”, “düşünme yasaları”, “bilginin normatif yasaları” gibi çok farklı adlar verilmiştir.

Sembolik Mantıktan Bulanık Mantığa

Aristoteles doğal düzenden ontoloji ve mantık ilişkisi kurmuş ve matematiği kendi mantık sistemine uygun görmemiştir. O “botanikçi ve zoologa oranla matematikçiye daha az yakındır ve onun fiziği kendisinininkine karşı çıkmayla gelişen yeni fiziğin tam karşıtıdır” (Aster, 1994, s. 88). Ancak Leibniz matematik ve mantık arasında bir ilişki kurarak mantık ve kıyas teorisini evrensel matematik olarak ifade etmiştir. Bu yüzden o mantığı genele yayılmış bir matematik olarak görmek istemiştir (Vural, 2002, s. 184).

19. yüzyılın ortalarından salt mantık tasarımı etkili olmuştur. İçeriksiz sadece kuralların işlev gördüğü, mantık tasarımı sembolik anlamda mantıkçi veya filozoflardan değil, matematikçiler tarafından gerçekleştirilmiştir. Aristoteles’in içerikli mantık tasarımı, içeriksiz bir şekilde sembolleştirilerek ortaya konulmuştur. De Morgan özellikle bu tür örnekleri veren ilk kişi olma özelliğini taşımaktadır. De Morgan’ın açtığı yoldan ilerleyen Boole, Schröder, Venn gibi matematikçiler mantığı matematikleştirmeyi denemişlerdir ancak

Frege daha sonra matematiğin mantıktan türetilbileceğini düşünmüştür (Özlem, 2004, s. 223-224).

Mantık ve matematik arasındaki sınırların belirsizleştiğini ve aynı anda çok fazla geliştiğini söyleyen Russell'a göre eskiden kalma mantığın Yunan uygarlığına, matematiğin bilime ait olma fikri kaybolmaya başlamıştır. Ona göre mantık matematikleşmiş, matematik ise mantıklaşmıştır. Böylece bunlar arasında kesin çizgiler çizilmesi mümkün görünmemektedir. İlerleyen zamanlarda mantık ve matematik özdeşleşmiş ve matematik mantığın bir kolu olarak görülmeye başlanmıştır. Klasik mantığın iki değerli sistemine alternatif bulma çalışması olarak ortaya çıkan bulanık mantık, mantığın matematikleştirilmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Yıldırım'a göre (2011, s. 46) Russell'ı yeni mantığın gücüne ikna eden G. Peano, mantığı geliştirerek matematiği de mantığa indirgenmesine yardımcı olmuştur.

Aristoteles'ten bulanık mantık ortaya atılana kadar bir şeyin doğru veya yanlış, matematik dili ile 0 veya 1 olmak üzere iki kesin değerden meydana geldiği bilinmektedir. Bu iki değerli mantık kuramı, Antik Yunandan günümüze gelene kadar birçok felsefi sorunu çözmesine rağmen günlük yaşantıda bazı durumları açıklamakta zorlanmaktadır. Çünkü iki değer, günlük yaşantımızın karmaşık yapısını açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Bulanık mantıkla yüzyıllardır insanların yanılığının sona erdiği belirtilmektedir. Hem insan düşüncesi hem de dil bunlarla ilişkili olan doğa ancak bulanık mantığın ortaya koymuş olduğu ilkelere göre açıklanabilmektedir (Karataş, 2018, s. 160). Mantığın sembolleştirilmesi de bir anlamda bulanık mantığa kapı aralamış gibi görünmektedir. Çünkü insan eylemleri klasik anlamda doğru ve yanlış kadar kesin çizgilerle belirlenmiş değildir. Bu anlamda pratik alanda ahlakın da sembolleştirilmesi gerekmektedir. Ahlakın sembolleştirilmesi fikri, yapay zekânın bulanık eylemlerin gerçekleştirilme olanağı sunulmasına yardımcı olmaktadır. Osman (2012, s. 164) ahlakla ilgi çıkarımların farklı biçimlerde sembolleştirilebileceğini belirtmiştir.

Bulanık kavramı Ahmet Cevizci'nin felsefe sözlüğünde "bir şeyin belirgin özelliklerinin iyi seçilememesi" olarak anlaşılmaktadır (Cevizci A. , 1999, s. 163). Bununla birlikte örneğin empirik kavramlar, potansiyel olarak sınırsızlık özelliğine sahip olduğu için karanlık kavramlar olarak algılanmaktadır. Bulanık kavramı, herhangi bir kavrama verilecek olan değerlerin mantıksal işlemleri tam olarak kestirilememesi olarak da anlaşılmaktadır.

Bulanık mantık, kökeni Farabi'ye kadar dayandırılmaktadır. Ancak somut olarak ilk örnekleri Lotfy Zadeh tarafından ortaya konulmuştur. Bulanık mantık uygulaması 1975 yılında buhar makinesini kontrol eden bir sistemde ilk olarak kullanılmıştır (Candoğan, 2020). Zadeh'in çalışmalarına paralel olarak ve ondan bağımsız Alman matematikçi Dieter Klaua, çok değerli kümeler denen kümülatif bir hiyerarşi için iki versiyon ortaya atmıştır. Bu çok değerli kümeler, belirli bir durum olarak Zadeh'in bulanık kümelerine sahip görülmektedir. Ancak Tarihsel olarak, Zadeh'in yaklaşımının Klaua'nınkinden çok daha etkili olduğu kanıtlanmıştır (Gottwald, 2014, s. 41).

Lotfy Zadeh, Aristoteles'ten bu yana gelen mantıksal çalışmalarda ortaya çıkan birçok soruna çözüm getirmiş olan Bulanık mantığı ortaya atarak hem teknoloji üreten hem de teknoloji ile desteklenen bir mantık sistemi kurmuştur. Bulanık mantık kesin düşünme konusunda tek yolun kendisi olduğunu düşünülen klasik mantığın ve onun matematiksel tarzda sunulan sembolik mantığın iki değerli oluşuna alternatif olarak bir önerme hem a hem de b şeklinde ifade edileceğini iddia etmektedir. Bu kuram, Aristoteles ve Boole'un çift değerli mantığına bir darbe niteliğindedir (Işıklı, 2004, s. 1).⁴

Matematığın kesinliğinden yararlanan Yeni Çağdaki sembolik mantık, günlük hayatımızdaki matematiksel kesinlikle uyuşmayan davranışlarımızı açıklama ve değerlendirme konusunda yetersiz kalmıştır. Klasik mantıkta belirsizlik bilimsel olmanın dışına itilmiş ve günlük hayattaki bir takım görece durumlar bilimsellik dışında kalmıştır. Ancak 19. yüzyılın sonlarına doğru Heisenberg belirsizlik kavramını ileri sürerek belirsizliğin bilimsel alanda kullanılmasına yol açmıştır. Böylelikle çok değerlilik bilimsel çalışmalara konu olmaya başlamıştır. 1930 yılında Lukaszewicz ilk defa üç değerli mantık sistemini önermiştir ve aynı zaman diliminde Black adında düşünür sürekli değerlere sahip mantık sistemini ortaya atmıştır. Adı zikredilen isimler ilk defa çok değerli mantık sistemini başlatan isimler olmuştur. Ancak ilk sistemli çok değerli mantık kurucusu Azeri asıllı Lütfi Zadeh'tir. Zadeh, bu sistemiyle bulanık mantığın günlük hayatı daha iyi modelleyebileceğini düşünmüş ve bu sistemi dil, insan zekâsı ve mantığı ilişkilendirerek ortaya koymaya çalışmıştır

⁴ Bu darbe bilimsel Kopernik devrimine benzetilebilir. Felsefi anlamda "Kopernik"le başlayıp ve Galilei de gelişen matematiksel doğa bilimi, Descartes'la ilkelerinin sonuna dek ulaşır" (Çelebi, 2005, s. 175). Önceki bilimsel çalışmaların tamamını derinden sarsan bu olan, iki değerli mantıktan bulanık mantığa geçişte ortaya çıkacak yeni anlayışların temelini oluşturmuştur.

(Çağman, 2006, s. 50). Bu çalışmalar yapay zekâ alanında yapılacak gelişmelere kaynaklık etmiştir.

Klasik mantık ve bulanık mantık arasındaki ayrımı daha iyi anlamak için kümeler sistemi üzerinden gösterimi daha uygun olacaktır. Klasik mantık iki değerli mantık sistemidir. Bir önerme yukarıda da söylendiği gibi ya doğrudur ya da yanlıştır. Örneğin bir $p(x)$ önermesi olsun. $P(x)$ önermesini doğru yapan değerler bir A kümesi olsun $P(x)$ önermesini yanlış yapan değerler de A 'nın tümleyenidir. A ve A 'nın tümleyeni evrensel kümeyi oluşturmaktadır. $A \cup A' = E$ şeklinde ifade edilir. $A \cap A' = \emptyset$ (boş küme) olması gerekmektedir. Bu durumda sembolleştirdiğimiz şekliyle anlatılmak istenen şey bir şey ya doğrudur ya yanlıştır bunun dışında bir şey olamaz başka bir şekilde ifade edilecek olursa bir şey ya beyazdır ya da bunun tam aksi olan siyahtır. Klasik mantık sistemi bizi bu iki değerden birisine mahkûm etmektedir. Oysa gündelik hayat bu şekilde iki değerli bir yaklaşımla ifade edilmemektedir. Yani bir şey kısadır, çok kısadır, çok uzundur, uzundur, ortadır veya bundan başka herhangi bir şekilde ifade edilebilmektedir. Klasik mantık ile sembolleştirilemeyen bu sistem ancak çok değerli mantık ile sembolleştirilebilmektedir. Herhangi bir renk sadece siyah ve beyaz olarak iki zıt renk olarak değil bunun arasında sonsuzca renk tonuna sahip olmaktadır. Bu durumda söz konusu renkte bir miktar beyazlık vardır bir miktar da yoktur yani hem beyazlık vardır hem de yoktur gibi bir durumla karşılanmaktadır. Bu durum klasik mantık çelişmezlik ilkesiyle çelişmektedir ancak zaten bulanık mantık tam olarak buna karşı çıkılarak geliştirilmiştir.

Bulanık mantık makinelerine de uygulanmaktadır. Eski bilgisayarlar klasik mantıktaki gibi iki değerle çalışmaktadır yani 1 ve 0 değerlerler. Parametrenin değeri matematiksel olarak ya vardır ya da yoktur. Yani ya akım gelir ya da akım gelmez. Ancak bulanık mantık ile hem değer vardır hem de yoktur yani bu değer 0 ve 1 arasında sonsuz sayıda olabilir. Bilgisayar sistemine uygulanan bulanık mantık uzman sistemler ve yapay zekâ alanında devrim niteliğinde çalışmalara neden olmuştur. Bu bağlamda düşünüldüğünde bulanıklılık bir derecelendirme işlemi olarak görülmektedir. Bu derecelendirme aslında kesinliği ortadan kaldırmaktadır.

Bulanık Mantık ve Yapay Zekâ

Bulanık mantık bir tür makine zekâsı olarak anlaşılmaktadır. Bilgisayarlar kendilerine daha önce tanımlanmamış şeylerle karşılaştığında bulanık mantık sayesinde bunları tanımlama yeteneği göstermektedir. Örneğin bir çamaşır makinesi normal şartlarda her çamaşırı eşit zamanda yıkamaktadır ve eşit

miktarda su harcamaktadır. Ancak bulanık mantık sistemiyle yapay zekâ ile güçlendirilmiş zeki bir çamaşır makinası, çamaşırdan çıkan kirlilik durumuna göre çok kirli ve çok yıka, az kirli az su kullan normal kirli vb. çıkarımlarda bulunarak kendi kendisinin programlayabilmektedir ve hem zamandan hem de sudan tasarruf edilmesini sağlamaktadır (Demirel, 1999, s. 78). Bulanık mantık mutlak kesinlikten uzak bir sistem kurmaktadır ve günlük hayatı sembolleştirmektedir. Bu yüzden her şey 0 ile 1 arasında bir değerlendirme ile işlem görmektedir. Bulanık mantık sistemi bilgisayarların mantık dizgesini oluşturmuş ve yaklaşık olarak tahminlerde bulunan bilgisayarlar aptal olmanın üzerine geçerek süper zeki makineler haline gelmiştir.

Günümüzdeki teknolojik seviye ve teknolojik durum göz önüne alındığında klasik mantık iki değerli sistemi oldukça başarı göstermiştir. Ancak insanların bir takım özelliklerinin ve yeteneklerinin yansıtılmasında yetersiz kalmaktadır. Araba sürmek, bisiklet kullanmak, park etmek, konuşmak ve hikâye yazmak gibi bir takım özellikleri modellemede yetersiz kalmaktadır. Çünkü mesafe, ağırlık, zaman, yön, doğru, kuvvet vb. hem zihinsel hem de fiziksel objeleri algılama yeteneğinin temelinde bulanıklık olmak yatmaktadır (Ural, 2010).

Bulanık mantığın çok yönlü değişkenleri hesaplayabilmesi aynı zamanda yapay zekânın gelişmesine de olanak vermiştir. Çünkü yapay zekâ, insanın çok yönlülüğünü ve üst bilişsel süreçlerini makinelere yaptırabilmeye odaklanmış bir alandır. Bu durumda Çelebi'ye göre (2020, s. 341) insanın değişmeyen, ayırıcı vasfını öğrenmek için gerekli olan “insan nedir? kişi nedir?” vb. soruların cevaplarını da yapay zekâ bulanık mantık sayesinde arayabilecek duruma gelebilir. Buradan hareketle yapay zekâ, insanların tutum ve davranışlarına benzeyen, insanlar tarafından yapılması için zekâ gerektiren işlevleri yerine getiren mekanik araç gereçler olarak tanımlanır (Alkayış, 2021, s. 232).

Bulanık mantığın sibernetik ve yapay zekâ çalışmalarına kaynaklık ettiği bilinmektedir. Yapay zekâ, zihin felsefesinin sorunlarından olan zihinsel durumların benzetimi konusunda tatmin edecek yaklaşımlar üretmek için bulanık mantıktan yararlanmaktadır. Bu yüzden bulanık mantık teknoloji mantığı olarak görülmektedir. Ancak Zadeh bulanık mantığın sadece teknoloji alanında değil ekonomi, dilbilimi, siyaset, felsefe, sosyoloji, vb. alanlarda da kullanılacağını ifade etmiştir (Zadeh, 1994).

Bulanık mantık sayesinde insan aklının yapabileceği hemen hemen bütün eylemler bilgisayar destekli makineler tarafından da gerçekleştirilebilir hale

gelmiştir (Baransel, 2018, s. 4). Klasik mantıktan ayrılarak insan yeteneğine uygun bir şekilde bulanık mantık ile oluşturulmuş yapay zekâ sistemleri meydana getirilmiştir. Karakter tanıma, bilgisayar destekli robotlar, emniyetli fren sistemleri, asansörler, robotik, otomasyon, bilgi depolama, makine öğrenmesi, görüntü işleme vb. hemen her alanda bulanık mantık temelli bilgisayar sistemlerini görmemiz mümkündür.

Değerlendirme ve Sonuç

Mantık insanlığın var olduğundan beri bir şekilde ilişki kurduğumuz alan olarak görülmektedir. Ancak mantığın bir ilim veya bilim olarak değerlendirilmesi, insanlık tarihi ile başlamadığı bilinmektedir. Her ne kadar öncesinde de birtakım kuralları olmuş olsa da mantığı ilk sistemleştiren filozof Aristoteles'tir. Aristoteles, mantık alanında kendisinden çok uzun zaman sonrasına kadar etkisi altına alacağı bir sistem kurmuş ve mantığı bütün ilimlerin başlangıcı olarak ifade etmiştir. Bilimlerin bilme aleti olarak ifade ettiği mantık hakkında eserleri kendisinden sonraki takipçileri tarafından *Organon* adıyla kitaplaştırılmış ancak o mantık çalışmalarını analitik olarak adlandırmıştır.

Aristoteles mantığı olarak bilinen klasik mantığın kuralları ile varlık kuralları birbirinden ayrılmadığı için Aristoteles hem varlık hem de bilgi alanında ilkeler bulmaya çalışmıştır. Aristoteles aklın, düşüncenin veya varlığın ilkelerini üç şekilde anlatmış ve mantık sistemini de bu ilkeler üzerine kurmuştur. Filozofa göre bir şey ancak kendisi ile özdeşdir ve bir şeyin hem var hem de var olmaması düşünülemez. Bir şey ya vardır ya da var değildir, bundan başka bir durumda olması mümkün değildir. Bu durumda özdeşlik, çelişmezlik ve üçüncü halin imkânsızlığı fikri ortaya çıkmıştır. Klasik mantığın en çok eleştirilen yönü de bu olmuştur. Klasik mantık bu ilkelerden yola çıkarak iki değer alabilecek bir sistem haline gelmiştir bu yüzden de iki değerli mantık olarak ifade edilmiştir.

Aristoteles mantığı ilerleyen dönemlerde özellikle Bacon ve Leibniz tarafından eleştirilmiştir. Bacon onun sadece tündengeyim yöntemini kullandığını düşünmüş ve bu yüzden *Novum Organon* adıyla bir eser yazarak yeni akıl yürütme yöntemi sunmuştur. Bilimsel yöntemin aslında metodunun tümevarım olduğunu düşünerek bu alanda ilerlenmesi gerektiğine vurgu yapmıştır. Daha sonra Leibniz; Aristoteles'in mantığı, mahiyeti itibarıyla ele aldığını, içeriklerden bağımsız düşünmediği için eleştirmiş ve aslında mantığı matematikleştirmeye çalışmıştır. Frege bu çalışmayı tersine çevirerek

matematiği mantığa indirmeye çalışmış ve en sonundan Russell ve Whitehead mantık ve matematiği özdeşleştirmişlerdir.

Matematikleştirilen mantık sistemi, sembollerle ilerlemiş ancak hâlâ günlük hayatta karşılaşılan sorunları tam olarak ifade edecek bir sisteme dönüşmemiştir. Sembolleştirilen mantık hâlâ iki değerli olarak ilerlemiştir. Ancak 20. yüzyılın başlarında çok değerli mantık sistemi önerilmiş ve herhangi bir şey sadece 0 ve 1 değerleri değil bunun arasında sonsuz değer alabileceği önerilmiştir. Sembolleştirilen ve günlük hayattaki hemen her duruma göre uyarlanabilen mantık sistemi Lutfi Zadeh tarafından önerilmiş ve birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır.

Zadeh'in kendisinin de belirttiği gibi bu sistem hem sosyal bilimler alanında hem de teknoloji alanında kullanılmış ve bilgisayarlar günlük hayatta karşılaşılan her duruma göre kendilerini programlayabilir hale gelmiştir. Değerler sadece 0 ve 1 olmadığı için sonsuz sayıda durumu ifade edecek bir algoritma üretilebildiği için makineler daha zeki ve duruma uygun eylemler yapan sistemler haline gelmiştir.

Bulanık mantık, daha çok yapay zekâ ve uzman sistemlerde kullanıldığı için teknoloji mantığı olarak ifade edilmektedir. Yapay insanı robotlar, en çok karşılaşılan insan davranışlarını bulanık mantık sayesinde yerine getirecek gibi durmaktadırlar. Bu bağlamda düşünüldüğünde yapay zekânın ortaya çıkardığı yeni ontolojik düzen/düzensizliğin temelini bulanık mantığın çok değerliliği oluşturmaktadır.

Kaynaklar

- AKDERİN, F. (2012), *Latince Sözlük*, İstanbul: Say Yayınları.
- ALKAYIŞ, A. (2021), "Eğitim Felsefesi Perspektifinden Dijitalleşme ve Eğitim 4.0", *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 21, s., 221- 237.
- ANTOGNAZZA, M. R. (2013), *Leibniz*, (O. Düz, Çev.) İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- ARİSTOTELES. (1963), *Organon II*, (H. R. Atademir, Çev.) Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- ARİSTOTELES. (2015), *Metafizik*, (Y. G. Sev, Çev.) İstanbul: Pinhan Yayıncılık.

- ASTER, E. V. (1994), *Bilgi Teorisi ve Mantık*, (M. Gökberk, Çev.) İstanbul: Sosyal Yayınları.
- BABA, C. (2020), "Dil ve Mantık İlişkisi Üzerine Bir Değerlendirme", *Eskiye*ni 40 (Mart/March 2020), 95-106.
- BARANSEL, E. (2018, 5), "Yapay Zeka Olgusu Gerçekleşti Mi?", *Cyber Spot*(13), 3-5.
- CANDOĞAN, O. (2020, 1), *Kökleri Farabi'ye Kadar Dayanan ve Yapay Zekanın İşlemesini Sağlayan Bulanık Mantık Nedir?* 9 11, 2020 tarihinde www.webtekno.com: <https://www.webtekno.com/bulanik-mantik-nedir-h80053.html> adresinden alındı
- CEVİZCİ, A. (1999), *Felsefe Sözlüğü*, İstanbul : Paradigma Yayıncılık.
- ÇAPAK, İ. (2016), *Ana Hatlarıyla Mantık*, İstanbul: Ensar Neşriyat.
- ÇAPAK, İ. (2016), *Düşünce Geleneğimizde Mantık*, İstanbul : Ensar Neşriyat.
- ÇAĞMAN, N. (2006), "Bulanık Mantık", *Bilim ve Teknik*(540), 50-51.
- ÇELEBİ, E., GÜLTEKİN, A., (2020), "Ontolojik Sınırların Belirsizliği: Yapay Zeka, Mit ve Her (Aşk) Filmi Üzerinden Bir Değerlendirme", *İnönü Üniversitesi Kültür ve Sanat Dergisi*, Cilt:6 Sayı:1, 40-46.
- ÇELEBİ, E. (2020), "Zihin-Beden İlişkisinin Ontolojik Düzlemi Üzerine Bir Değerlendirme", *10th Eclss Conferences On Language And Social Sciences*, 340-346.
- ÇELEBİ, E. (2020), "John Locke'da Epistemolojik Tutarsızlık Üzerine Bir Analiz", *Euroasia Summit Congress On Scientific Researches And Recent Trends-7*, 6-9 December, Azerbaijan, 92-96.
- ÇELEBİ, E. (2005), "David Hume'da Psiko-Epistemolojik İlke: Nedensellik", *Necmettin Erbakan Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 20(20), 173-202.
- ÇUBUKÇU, A. (1998), *Mantık ve Diyalektik*, İstanbul: Evrensel Basın Yayın.
- DEMİREL, O. (1999, 12), "Bulanık Mantık", *Bilim ve Teknik*(385), 78-80.
- EMİROĞLU, İ. (2009), *Klasik Mantığa Giriş*, Ankara: Elis Yayınları.
- EYUBOĞLU, İ. Z. (2017), *Türk Dilinin Etimolojik Sözlüğü*, İstanbul: Say Yayınları.

- GOTTWALD, S. (2014, 10 01), "The Logic of Fuzzy Set Theory: A Historical Approach", *Petr H'ajek's on Mathematical Fuzzy Logic*, 41-61.
- HASIRCI, N. (2010), *İbn Teymiyye'nin Mantık Eleştirisi*, Ankara: Araştırma Yayınları.
- IŞIKLI, Ş. (2004), *Fuzzy Mantık ve Sibernetik'in Siber Toplum ve Yapay Zeka Üzerindeki Etkileri*, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Erzurum.
- KARATAŞ, İ. (2018), "Bulanık Mantık ile Klasik ve Sembolik Mantık İlişkisi (Karşılaştırılması)", *European Journal of Educational & Social Sciences*, 3(2), 144-163.
- KİRAZ, E. (2016, 01 11), *Etimolojik Türkçe Sözlük Kelime-Köken*.
- LEİBNİZ, G. W. (1988), *Monadoloji*, (S. K. Yetkin, Çev.) İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- OSMAN, F. (2012), "Modern Mantık Açısından Ahlak Çıkarımı", *KAYGI*, 19 s. 159-164.
- ÖKTEN, K. H. (2011), *Aristoteles*, İstanbul: Say Yayınları.
- ÖNER, N. (1986), *Klasik Mantık*, Ankara: Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Yayınları .
- ÖNER, N. (1999), *Felsefe Yolunda Düşünceler*, Ankara: Akçağ Yayınları.
- ÖZLEM, D. (2004), *Mantık Klasik/Sembolik Mantık Mantık Felsefesi*, İstanbul: İnkılap.
- SAY, C. (2019), *50 Soruda Yapay Zeka*, İstanbul: 7 Renk Basım Yayım.
- TAYLAN, N. (2010), *Anahatlarıyla Mantık Tarihi-Problemleri*, İstanbul: Ensar Neşriyat.
- URAL, Ş. (2010, 02 14), www.safakural.com. 09 14, 2020 tarihinde Puslu (Fuzzy) Mantık: <https://www.safakural.com/makaleler/puslu-%28fuzzy%29-mantik> adresinden alındı
- VURAL, M. (2002), "Düşünce Tarihinde Mantık: Aristoteles Mantığından Bulanık Mantığa", *Kutadgubilig(2)*, 179-192.

- YILDIRIM, T. (2011), "Ateizm Mi Agnostisizm Mi? Bertrand Russell'ın Tercihi", *FLSF (Felsefe Ve Sosyal Bilimler Dergisi)*, 2011 Bahar, Sayı: 11, S. 41-52.
- ZADEH, L. (1994, 11), *Interview with Lotfi Zadeh Creator of Fuzzy Logic*, (B. Blair, Röportaj Yapan)