

Eğitim Bilimleri Alanında Yapay Zekâ Uygulamaları ve Uygulamaların Alana Yansımaları

Mizgin Sevgi¹

Pınar Ayyıldız²

Adem Yılmaz³

Özet

İnsanoğlu doğduğu ilk andan itibaren merak ve keşfetme duygusu ile iç içedir. Bu merak duygusu, insanların yeni şeyler keşfetmesine, üretmesine ve yenilikler aramasını mümkün kılmaktadır. Teknolojinin geçmişten bugüne kadar sürekli olarak değişip geliştiği bir gerçektir. Bu değişim ve gelişim ürünlerinden birisi de son dönemlerde adını sıkça duyduğumuz yapay zekâdır. Yapay zekâ, insan zekâsını taklit yoluyla analiz, sentez ve değerlendirmeler yapabilen bilgisayar yazılımları ve sistemleri olarak tanımlanmaktadır. Eğitim bilimlerinde yapay zekâ, kişiselleştirilmiş eğitim, anında geri bildirim, öğrenim materyali çeşitliliği ve bilgiye sürekli erişim gibi birçok imkân sunmaktadır. Yapay zekâ sunduğu bu imkanlar eğitim süreci boyunca öğrencileri, öğretmenleri ve diğer eğitim paydaşlarını destekleyip onlara yardımcı olmaktadır. Yapay zekânın dünden bugüne faaliyetlerinin ve uygulamalarının artması onun kullanım alanının genişlemesine ve çeşitlenmesine olanak vermiştir. Bu çalışmada yapay zekâ uygulamalarının eğitim bilimlerine yansımaları incelenmiştir.

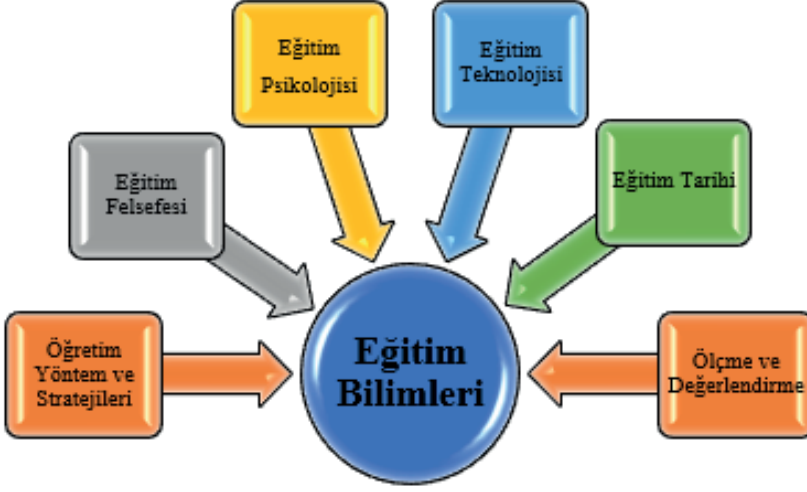
-
- 1 Yüksek Lisans Öğrencisi, Kastamonu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Türkçe ve Sosyal Bilimler Ana Bilim Dalı, Sosyal Bilimler Eğitimi Bilim Dalı, mizginsvg5@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4880-2040>
 - 2 Doç. Dr., Ankara Medipol Üniversitesi İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, pinar.ayyildiz@ankaramedipol.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2644-7981>
 - 3 Doç. Dr., Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, yilmazadem@kastamonu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1424-8934>

1. Giriş

İnsanoğlunun geçmişten günümüze kadar hayatının her alanında değişimlerden geçmiş ve geçmeye de devam etmektedir. Bu değişimler, gerek insanların fiziki yapılarında gerek hayatlarını devam ettirebilmek için yaşam tarzlarında gerekse buldukları topluma uyum sağlama konuları gibi çeşitlendirilebilir. Bu değişim çeşitliliğinin insanlığa türlü zenginlikler bıraktığı söylenebilir. Bu zenginlikler dil, tarih, kültür, eğitim ve sağlık gibi insanlığın yaşamını derinden etkileyebilecek potansiyeli olan alanlardır. Bu alanların içerisinde eğitim, tüm alanlara ait bilginin, toplumun her bir ferdine aktarılması, öğretimi, yaşatılması konusunda oldukça önemli bir yere sahiptir (Yılmaz, 2021a). Alan yazın incelendiğinde eğitimin birden fazla tanımının yapıldığı görülmektedir.

Dewey (1916) eğitimi, bireyi toplumda bulunan diğer bireyler ile birleştiren süreç olarak ifade etmiştir. Montessori (1949) bireyin kendini keşfetmesinde yardımcı rehberlik süreci, Piaget (1973) öğrenenin sahip olduğu bilgi birikimini kullanarak yeni bilgileri keşfedip anlama süreci, Vygotsky (1978) bireylerin sosyokültürel araçlar eşliğinde öğrenmelerini artıran süreç ve Freire (1970) bireyi toplumsal dönüşümün parçası yaparak özgürleşmesini sağlayan ve düşünme becerilerinin gelişmesini sağlayan süreç olarak tanımlamıştır. Bu tanımlar çoğaltılabileceği gibi her tanımda eğitimin farklı boyutları vurgulanmıştır. Tanımlamalarda ortak nokta olarak var olan bileşen ise eğitimin bir süreç oluşudur. Özellikle süreç olması vurgusu eğitimin zaman alan ve sürekli olarak değişimler geçiren bir alan olmasından kaynaklandığı göstermektedir.

Eğitim, köklü tarihi ile geçmişten bugüne kadar varlığını sürdürmüş bir bilimdir. Eğitim bilimleri, öğretim için gerekli olan tüm bilişsel, duyuşsal ve devinimsel süreçleri bünyesinde barındıran disiplinlerarası bir alandır. Eğitim bilimleri psikoloji, sosyoloji, tarih, felsefe ve teknoloji gibi alanlardan yararlanır ve kendi içerisinde çeşitli alanlara ayrılır. Eğitim psikolojisi, eğitim teknolojisi, öğretim yöntem ve stratejileri, eğitim tarihi, eğitim felsefesi, ölçme ve değerlendirme eğitim bilimlerinin birkaç alt alanıdır. Şekil 1’de eğitim bilimleri ve alt alanları sunulmuştur.



Şekil 1. Eğitim bilimleri ve alt alanları

Bahsi geçen alanlar sürekli olarak değişim yaşayarak ilerleme kaydetmektedir. Bu değişim ve ilerlemelerin son yıllarda teknolojinin yeni gelişmeleriyle hız kazandığı söylenebilir. Elbette ki her alan gibi eğitim bilimlerine de gelişimler ve değişimler yansımıştır. Eğitim bilimlerinde teknolojik yenilikler, eğitimin öğrenen-öğreten-ortam-yönetim gibi çeşitli paydaşlarına etkisinin olduğu alan yazın incelendiğinde görülmektedir. Eğitim bilimleri, paydaşlarıyla yaşanan gelişmelere uyum sağlaması eğitimin etkili, verimli, eğlenceli, ekonomik ve amaca uygun öğretim ortamlarının oluşturulması gibi avantajları beraberinde getirebilmesini sağlayabilmektedir (Luckin, Holmes, Griffiths ve Forcier, 2016).

2. Eğitim Bilimlerinde Teknolojik Gelişmeler

İnsanlık tarihi türlü değişikliklere sahne olmuşken bu tarih içerisinde önemli bir yere sahip olan eğitimin değişime uğramaması mümkün değildir. Nitekim beklenen değişimin eğitimin her kademesinde ve her alanında gerçekleştiği görülmektedir. Yaşadığımız çağa ayak uydurma konusunda insanların destekçisi olan eğitim, bu değişimi eğitim programlarının tasarımına, öğrenen-öğreten profillerine, öğretimin gerçekleştirildiği ortama yansıtmıştır. Bu yansımaya çeşitli örnekler verilebilir (Ayyıldız ve Yılmaz, 2021). Örneğin eğitim programları tasarlanırken sadece bir eğitim paydaşı üzerinden tasarımlar yapılmayarak, hedef kitle ve beklentiler belirlenmekte ve hedef kitenin ihtiyaçları analiz edilerek öğrenene sunulacak eğitimin içeriği belli sıralamalar halinde düzenlenmektedir. Aynı zamanda

içeriğe uygun materyaller ile değerlendirme yöntemleri de belirlenmektedir (Bümen, 2006).

Öğretimin gerçekleştirildiği alanlar artık sadece okullar değildir. Bu ortamlara alternatif olarak dijital tabanlı çoklu ortamlara geçişler görülmektedir. Özellikle COVID-19 pandemi döneminde, uzaktan eğitim sürecinde yoğunlaşan geçişler bilgisayar ortamlarında ve eğitimin her kademesinde gerçekleştirilmiştir (Ertuğ, 2020). Bir diğer örnek ise öğreticiye eğitim esnasında destek olan, öğrenene somut öğrenmeler sunan, anlatılacak konunun kısa sürede daha kolay bir şekilde aktarılmasını sağlayan öğretim materyallerinden verilebilir. Öğretim esnasında materyallerin kullanımı yeni bir gelişme olmayıp değişim ve dönüşüm ile çeşitlenerek arttığı görülmektedir. Materyallerin yıllara göre değişimi incelendiğinde; 1900-1960 yılları arasında kullanılan kitap, fotoğraf, harita, film (Beckerman, 2003) materyallerine ek olarak, 1960-1990 yılları arasında radyo, televizyon (Helsel, 1992), müzik çalar, teyp, video, tepegöz ve slayt projektörü materyalleri, 1990-2000 yıllarında ise bilgisayar, disket, CD, DVD, animasyon, çizgi filmler ve projeksiyon cihazlarının kullanıldığı bilinmektedir (Çoklar ve Çoklar, 2021, s.4-23).

Eğitim bilimlerinde 2000 yılı ve sonrasında günümüze kadar bakıldığında ise teknolojinin gelişme ivmesi hız kazanmış ve geçmiş yıllardaki materyaller daha da geliştirilip çeşitlendirilmiştir (Ayyıldız, Yılmaz ve Baltacı, 2021). Bu çeşitlilik içerisinde çıkış amacı her ne kadar askeri amaçla olsa da internet, yapılan yatırımlar sayesinde askeri amaçla kullanımı sınırlı kalmayıp evlere kadar ulaşmış ve kullanım kolaylığı artırılıp eğitimde kullanılmaya uygun hale getirilmiştir. Aynı zamanda bilgiye çabuk ve kolay ulaşma aracı olarak tanımlanabilecek bilgisayarların, kişisel kullanıma uygun hale getirildiği bilinmektedir. Bilgisayar ve internet teknolojilerinin kullanımının yanında akıllı telefonlar, dijital kayıt cihazları, akıllı tahtalar, eğitim yazılımları, mobil uygulamalar, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik uygulamaları ve yapay zekâ son dönem eğitim teknolojileri arasında bulunmaktadır. Bu teknolojik gelişmelere bakıldığında bilgisayar, internet, akıllı telefon, akıllı tahtalar ve dijital kayıt cihazları hakkında bilgilendirmelerin ve kullanımın oldukça yaygın olduğu görülmektedir (Çoklar ve Çoklar, 2021). Ancak artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve yapay zekâ uygulamalarının eğitim teknolojileri arasında kullanımı oldukça yeni olduğu söylenebilir. Bu teknolojiler kısaca şu şekilde açıklanabilir.

Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality-AR): Kullanıcısına metin ve görsellerle gerçek dünya nesnelерinin sanal dünyada zenginleştirilmiş halini sunan bu teknoloji mobil cihazlar ve AR gözlükleri ile deneyimler

yaşatmaktadır. Sağlık, eğlence, turizm, pazarlama, mimari ve eğitim gibi birçok alanda kullanımı bulunmaktadır. Eğitim alanında dil gelişimi, okul dışı öğrenme ortamlarının gezilmesi, eğlenceli ve aktif ders işleme, laboratuvar deneylerinin sanal ortamda yapılarak tehlike oluşturabilecek durumların oluşmasını önleme gibi birçok avantajı sağlamaktadır (Hincapie, Diaz, Valencia, Contero ve Güemes-Castorena, 2021).

Sanal Gerçeklik (Virtual Reality-VR): Bütünüyle sanal nesnelerin bulunduğu ortamda belirli bir senaryo üzerinden oluşturulmuş olan bu yazılım, teknolojik cihazlarla etkileşim sunan uygulamalar bütünüdür. AR gibi VR da oyun, eğlence, eğitim, sağlık gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Örnek olarak cerrahi ve uçuş eğitimleri, sanal iletişim (VR Chat), sanal gezi uygulamaları (Google Earth VR) örnek verilebilir.

Yapay Zekâ (Artificial intelligence-AI): İnsana özgü olan zekâ işlemlerinin bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilmesi için geliştirilen teknolojiler bütünü olarak kısaca tanımlanabilir. Bu kısımda bazı yapay zekâ tekniklerinden bahsederek yapay zekâ anlaşılır hale getirilmeye çalışılmıştır. Bu tekniklerden; yapay sinir ağları, bulanık mantık, uzman sistemler ve zeki etmenler sadece birkaçıdır (Öngöz, 2020).

Yapay sinir ağları insanların sinir sisteminden esinlenilerek tasarlanmıştır. Yapay sinir hücreleri aldığı verileri toplar ve kendi bünyesinde aktive ederek çıktı üretip, ürettiği bilgileri diğer hücrelere ulaştırır. Yapay sinir ağları, olayları inceleyip genelleme yaparak bilgi toplayabilmektedir. Bu bilgileri yeni bir olayla karşılaştığında çözümünü için kullanabilmektedir (Hamzaçebi ve Kutay, 2004).

Bulanık Mantık, sayısal ifadelerin tanımlamada yarattığı belirsizliklerin çözümünü için sözel ifadelerin kullanıldığı yöntemdir. Yazılımlar hazırlanırken somut dünyanın aktarımı sayısal ifadelerle mümkün olmadığı gibi somut dünyadaki nesne ve olayların ifade edilemeyip, bilinmemesi de bulanıklık kavramını ortaya çıkarmıştır (Ünal ve Uygunoğlu, 2005).

Uzman sistemler, alan uzmanı kişilerin sahip olduğu birikimlerin, bilgisayar ortamına aktarılarak oluşan problemlerin uzman ihtiyacı olmadan çözüm üreten bilgi birikimli sistemdir. Uzman sistemler, bilgi birikiminden faydalanarak karar verme sürecini hızlandıracak teşhis ve tavsiyeler sunmaktadır (Erçetin ve Baykoç, 2004).

Zeki etmenler, değişimin sürekli olduğu çevremizde değişen durumları algılama, karar verme ve verdiği kararı uygulama gibi sorumluluklarını yerine getiren sistemler bütünüdür (Bekleric, 2003). Ayrıca hedefine en uygun davranışı seçerek kullanıcısı ile etkileşim kurabilmektedir.

3. Yapay Zekâ

Son yıllarda adı çokça anılan yapay zekâ, insana özgü olan zekâ işlemlerinin bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilmesi için geliştirilen teknolojiler bütünü olarak kısaca tanımlanabilir. Bu kısa tanımlama dışında yapay zekanın farklı tanımları bulunmaktadır. Bu tanımlamalara örnek olarak Nilsson (1990) doğal zekânın taklidi, Mc Carty (2007) insanı anlayabilecek ve insanın yaptıklarını düşünebilecek bilgisayar programları, Russell ve Norvig (2010) bilgisayarların zekâ gerektiren yeteneklerinin gelişimi ile ilgilenen disiplin, Turing (1950) makinenin insanlar ile iletişimi esnasında insan gibi davranma yeteneği, Bellman (1978) insana özgü düşünce işlemlerinin otomasyonu, Haugeland (1985) gerçek zihinleri bulunan makineler, Charniak ve McDermott (1985) sayısal modelleme ile zihnin becerilerinin incelenmesi, Kurzweil (1990) zekâ gerektiren insan işlerini yapan makineler yaratımı ve Rich ve Knight (1991) insanların üstün olduğu işlerin bilgisayarlar tarafından nasıl yapılacağını araştıran çalışma alanı gibi çeşitli yapay zekâ tanımları verilebilir.

Yapay zekâ tanımlamalarının çok çeşitli olmasının sebebi olarak son yıllarda hızlı gelişimi ile adını duyuran bir teknoloji olsa da geçmişinin oldukça eski olması gösterilebilir. Yapay zekânın tarihçesi kronolojik olarak Tablo 1’de özetlenmiştir (Yılmaz, 2017, s.14-16).

Tablo 1. Yapay zekânın tarihçesi

MS 1.yy	Antik Çağ’da Heron su ve buhar gücüyle çalışan mekanik otomatlar icat etmiştir.
1206	El Cezeri enerjisini sudan alan ve kontrolü otomatik olan makineler icat etmiştir.
1623	Wilhelm Schickard , dört işlem yapabilme özelliği olan mekanik hesap makinesini icat etmiştir.
1672	Gottfried Leibniz bugün kullanılan bilgisayarların soyut temeli olan ikili sayma sistemini geliştirmiştir.
1822-1859	Charles Babbage mekanik çalışan hesap makinesi geliştirirken, Ada Lovelace , Babbage’in çalışması üzerinde delikli kartlar ile denemeler yapmasından dolayı ilk bilgisayar programcısı sayılmaktadır.
1923	Karel Capek , “Rossum’un Evrensel Robotları” isimli tiyatro oyunuyla robot kavramını ilk kez ortaya atmıştır.
1931	Kurt Gödel tarafından eksiklik teoremi ortaya atılmıştır.
1936	Konrad Zuse , 64K hafızalı Z1 adlı programlamaya açık bilgisayar geliştirmiştir.
1946	30 ton ağırlığa sahip, oda büyüklüğündeki ilk bilgisayar olan ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) çalışmaya başlamıştır.
1948	Kendi kendini kopyalayabilen program fikri John von Neumann tarafından ortaya atılmıştır.

1950	Alan Turing , Turing Testi kavramını ortaya atmıştır.
1951	İlk yapay zekâ programları Mark1 isimli aygıt için yazılmıştır.
1956	Newell, Shaw, Simon tarafından matematik problemlerini çözebilen Logic Theorist (Mantık Teorisi-LT) geliştirilmiştir. LT, ilk yapay zekâ sistemi olarak kabul edilmiştir.
1950'lerin sonu-1960'ların başı	Semantik ağ makine çevirisi için Masterman ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir.
1958	LISP (List Processing Language) dili Mc Cartty tarafından oluşturulmuştur.
1960	Licklider çalışmasında insan ile makine ilişkisini anlatmıştır.
1962	Endüstri için robot üretimi yapan ilk firma Unimation kurulmuştur.
1965	ELIZA yapay zekâ programı olarak yazılmıştır.
1966	Stanford Üniversitesi'nde ilk hareketli robot olan "Shakey" üretilmiştir.
1973	İleri Savunma Araştırma Projeleri Ajansı (The Defense Advanced Research Projects Agency-DARPA) internet protokolleri olan TCP/IP için geliştirme çalışmalarına başlamıştır.
1974	İnternet terimini ilk kez kullanan Cerf ve Kahn 'dır.
1978	Simon 'un Sınırlı Rasyonalite Teorisi yapay zekâ konusunda önemli çalışmalarından olup ona Nobel Ödülü kazandırmıştır.
1979	Standford Arabası testi başarı ile sonuçlanmıştır.
1981	İlk kişisel bilgisayar IBM tarafından üretilmiştir.
1993	İnsan görünümlü olan Cog robotu Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (Massachusetts Institute of Technology-MIT) üretilmeye başlanmıştır.
1997	Dünyaca ünlü satranç oyuncusu olan Kasparov'u Deep Blue adlı süper bilgisayar yenmiştir.
1998	Furby ilk yapay zekâ oyuncuğu olarak satışa sunulmuştur.
2000	Kismet adında iletişimde insan jest ve mimiklerini kullanabilen robot tanıtılmıştır.
2005	İnsana özgü yetenek ve becerilere en yakın, yapay zekâyâ sahip, Asimo isimli robot tanıtımı yapılmıştır.
2010	Zihin gücü kullanılarak Asimo'nun hareketi sağlanmıştır.

Tablodan da anlaşılacağı üzere temelleri geçmiş yıllara dayanan yapay zekâ uygulamaları sürekli değişmiş, gelişmiş ve birçok kişi tarafından araştırılmıştır. Günümüzde de hala araştırmalar devam etmekte ve bu konudaki gelişimler hızlı bir şekilde sürdürülmektedir. Peki, neden yapay zekâ? Doğal zekâ ve yapay zekâyı karşılaştırarak bu soruya cevap bulabiliriz.

4. Yapay Zekâ ve Doğal Zekâ

Yapay zekâyı etkili bir şekilde anlayabilmek için öncelikle doğal zekâ ile olan benzerlik ve farklılıkların iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu özellikleri şu şekilde ifade edebiliriz (Yılmaz, 2017, s.7):

- Doğal zekâ bilgiyi unutulabilir ama yapay zekâ bünyesine depolanan bilgiler silinmediği sürece unutulması mümkün değildir ve bilgileri kalıcıdır.
- Doğal zekâ ile bir başka doğal zekâ arasında bilginin aktarılması zaman aldığı gibi bilginin tamamının aktarılması mümkün olmayabilir. Ancak yapay zekâ ile bir başka yapay zekâ arasında gerçekleştirilen bilgi aktarımı ise kolaydır ve tamamı kopyalanıp aktarılabilir.
- Doğal zekânın deneyimlerinin ve uzmanlığının artması için eğitiminin verilmesi yapay zekâya göre zor, zaman alan ve ekonomik olmayan bir süreçtir.
- Doğal zekâ, kişisel algı ve tutumlarından dolayı aynı olaylara farklı tepkiler verir ve düzensizlikler meydana gelebilir. Ancak yapay zekâda böyle bir düzensizlik söz konusu değildir.
- Raporlama ve belgelerin oluşturulması doğal zekâya göre yapay zekâda oldukça kolaydır ancak yaratıcılık konusunda yapay zekâ onu tasarlayan, doğal zekâya bağlıdır.
- Doğal zekâ karşılaştığı sorunlara tecrübe ve deneyimlerinden yola çıkıp yansıtma yaparak çözümlerken, yapay zekâ semboller kullanarak benzetim yoluyla çözüme ulaşmaya çalışır.

Karşılaştırma sonrasında yapay zekânın doğal zekâya karşı birtakım üstünlükleri olduğu anlaşılmaktadır. Bu üstünlükler birçok alanda doğal zekâ yerine yapay zekânın kullanımını arttırdığı görülmektedir. Yapay zekânın kullanım alanlarına bakıldığında farklı sektör ve amaçlar için kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu alanlardan bazıları ise şu şekildedir:

1. Otomotiv sektöründe yapay zekâ araçların geliştirilmesinde, sistemsel yeniliklerin güvenli bir şekilde test edilmesi gibi çeşitli amaçlarda kullanılmaktadır.
2. Sağlık sektöründe hastalıkların teşhisinde yardımcı olarak görüntüleme cihazlarında ve tedavi sürecinin planlanmasında yardımcı olmaktadır.
3. Finans alanında kararların hızlı alınması, güvenlik sorunlarının tespit edilmesi ve önlenmesi, müşteri iletişimleri gibi birçok amaçla kullanılmaktadır.
4. Güvenlik sektöründe, şüpheli davranışları tespit ederek korumayı güçlendirme, yüz tanıma sistemleri gibi konularda kullanılmaktadır.
5. Üretimde hızı ve verimliliği arttırdığı gibi kaliteli üretimde de yapay zekâdan destek alınmaktadır.

Alan yazın incelendiğinde yapay zekâ kullanımının bu alanlar dışında hukuk, oyun, medya, eğlence, lojistik ve taşımacılık, dil gelişimi, spor, insan kaynakları, sürdürülebilirlik ve eğitim gibi daha birçok alan ve sektörde kullanımı devam edip artmaktadır (Arslankaya, 2020; Arslankaya ve Çelik, 2021; Emeç ve Akkaya, 2021; Güleriyüz, 2022; Şensoy, Çolak, Kaymaz ve Dispınar, 2020; Teke, Akkurt, Arslankaya, Ekmekçi ve Günoglu, 2023). Bahsedilen alanlar arasından eğitim, yapay zekânın kullanımının yaygın olduğu alanlar arasında bulunduğundan detaylı bir şekilde incelenmiştir.

5. Eğitimde Yapay Zekânın Kullanım Alanları

Eğitimde yapay zekânın kullanıldığı birçok alan bulunmaktadır. Bu alanlar sırasıyla ifade edilmiştir.

Uzman Sistemler: Araştırma ve geliştirme alanında büyük bir yere sahip olan uzman sistemler, belli konularda uzman olan kişilerin bilgi ve deneyimlerinin bilgisayar ortamına aktarılarak tasarlanmasıyla karşılaşılan problemlerin çözümünü uzman olmadan yapabilme yeteneğine sahip programlar bütünü olarak tanımlanabilir. Bu sistemlerin etkili bir şekilde çalışabilmesi için bilgilerin yenilenmesine ve birikmesine, karar kontrol mekanizmasına ve ara yüze ihtiyacı bulunmaktadır (Önder, 2003). Uzman sistemler, yapay zekânın bir dalı olmakla birlikte bazı noktalarda farklılaştıkları bilinmektedir. Yapay zekâ doğal zekâyı taklit ederek sorunları çözmeye çalışırken, uzman sistemlerde sadece belli konulara odaklanıp o konuda bulunan sorunu uzman bilgilerini kullanarak çözüme ulaşmaya çalışır. Bu nokta da uzman sistemlerin bilgilerinin sürekli olarak yenilenip, artırılması önemlidir. Bir diğer farklılık ise uzman sistemlerin alan uzmanı kişilerin bilgi birikimine ve tecrübelerine dayalı oluşudur. Bilindiği gibi uzman olmak zaman alan ve belli süreçlerden geçilerek edinilen tecrübeler bütünüdür. Tüm bu birikimlerin oluşması uzman sistemlerinin kalıcı hale gelip sürekli kullanılır hale gelmesinin temellerindedir (Önder, 2003).

Uzman sistemler eğitimde, öğrencileri değerlendirme, öğretim materyallerinin seçiminde, yönlendirme ve geliştirmelerde kullanılmaktadır. Feigenbaum ve arkadaşları tarafından Stanford Üniversitesinde geliştirilen MYCIN uzman sistemleri en bilinen örneklerindedir (Doğaç, 2015). Tıp alanı için geliştirilmiş bu uzman sistemi doktorlar DEC-20 ara yüzüyle kullanabilmekte ve sorulan sorulara yanıt vererek teşhis ve tedavilerin hızlanmasını sağlayabilmektedirler (Holmes, Bialik ve Fadel, 2019). Eğitimde kullanılan uzman sistem örnekleri olarak öğrencilerin seviyelerini matematik ve istatistik konularında değerlendiren ve kişiye özel öğrenme sunan ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces), materyal

hazırlama konusunda ve öğrencilerin takibini sağlamada öğretmenlere yardım eden SMART Learning Suite; matematik öğrenme platformu olan DreamBox Learning ve akademik çalışmaların özgünlüğü için Turnitin ve Ithenticate örnek verilebilir.

Akıllı Öğretici Sistemler: Akıllı öğretici sistemler, öğrencinin seviyesine uygun ve ona özel geliştirilmiş eğitim ortamlarıdır (Alkhatlan ve Kalita, 2018). Bu sistemlerde öğrenci belli ön öğrenmeler yaşadıkça bir sonraki basamağa geçmektedir. Anında geri bildirim sağlanmasıyla öğrenciler etkili öğrenmeler yaşamaktadırlar. Bu sistemin ilk örneği olan SCHOLAR Stanford Üniversitesinde geliştirilmiştir (Carbonell, 1970). Bu sistem öğrenciyi sunduğu otomatik testlerin sonucunu öğretmene göndererek takibini ve değerlendirmesini yapmayı sağlamıştır. Akıllı öğretici sistemlerine örnek olarak sayısal, sözel derslerin çoğunda ücretsiz ders anlatımları ve materyaller sunan bir platform olan Khan Academy, öğrenene etkileşim içerisinde öğrenme sağlayan, öğrenenlerin takip edebileceği ve dönüt imkânı sunan Smart Sparrow; seviye tespiti yapıp değerlendiren ve planlar sunan Knewton; sanal öğretmen ile öğrencilere sözlü olarak geri bildirimler sunan Cognii verilebilir.

Diyalog Tabanlı Öğretici Sistemler: Daha önce anlatılan SCHOLAR diyalog tabanlı öğretici sistemlerin temeli olarak kabul edilebilir. Temel özelliği bireyselleştirilmiş materyaller ve öğrenme ortamı sunan akıllı öğretici sistemlerinden SCHOLAR'ı ayıran özelliği konuları diyalog halinde sunmasıdır. Ancak tam bir diyalog tabanlı sistem denemez. Çünkü diyalog tabanlı sistemler yapay zekâ teknikleri arasında olan bulanık mantığı kullanırlar. Rovick ve Michael (1986) diyalog tabanlı öğretim sistemlerin ilk örneklerinden biri olan CIRCSIM'i (Circulatory System Interactive Simulation) 1980-2000 yıllarına kadar geliştirmiş ve daha sonra bu sistem CIRCSIM-Tutor 3 adıyla devam etmiştir. Bu sistem kavram yanlışlarını tespit edip, yanlışları ortadan kaldırmaya çalışmak için geliştirilmiştir.

CIRCSIM daha genel ve temel konuların anlaşılmasını sağlarken CIRCSIM-Tutor öğrenenin hızına uygun öğrenmesi ve farklı öğrenim deneyimleri kazanmasına daha uygundur. Diyalog tabanlı öğretici sistemlere örnek olarak öğrenenin sorular sorup iletişim kurabildiği Chatbots; öğrencilerin öğrenmelerini izleyen, kişiselleştirilmiş öğrenmeler sunan Intelligent Tutoring Systems (ITS) ve Tutoring Systems (TS); öğrencilere sorumluluklarını hatırlatan, destekleyici asistan olan Virtual Assistants; öğrencilerin akranlarıyla çalışmalar yapabileceği, etkileşimli öğrenme platformu olan Collaborative Learning Platforms verilebilir. Farklı teknik ve uygulama alanları Tablo 2'de sunulmuştur (Chen, Chen ve Lin, 2020 aktaran Çetin & Aktaş, 2021).

Tablo 1. Yapay zekânın uygulama alanları ve teknikleri

Uygulama Alanı	Yapay Zekâ Teknikleri
Değerlendirme (Okul, Öğrenci, Öğretmen, Ödev, Sınav)	<ul style="list-style-type: none"> • Esnek öğrenme yöntemi • Kişiselleştirilmiş öğrenme yaklaşımları • Akademik analizler • Görüntü analizi • Bilgisayar görüşü • Tahmin sistemleri
Öğretim (Kişiselleştirilmiş, Uzaktan)	<ul style="list-style-type: none"> • Veri madenciliği • Bilgi müdahalesi • Bireyin ve öğrenmenin analizi • Bireyin hassas analizi • Sanal kişiselleştirilmiş asistanlar • Gerçek zamanlı analiz ve anlık geri bildirim
Öğretim Alanı	<ul style="list-style-type: none"> • Yüz tanıma ve ses tanıma • Akıllı laboratuvarlar • AR, VR sistemleri • İşitme algılama teknolojileri

Eğitimde yapay zekâ kullanımı, kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları sunduğu gibi, öğrenenin aktif olduğu, verimli ve eğlenceli deneyimler kazandırmaktadır. Bunun yanı sıra öğretmenlerin öğrencilerini takip edip, değerlendirme yapabilmelerini kolaylaştırır ve verilerin analiz edilebilmesine imkân sağlayabilmektedir (Nabiyev, 2012). Yapay zekânın kullanılmasının sadece öğrenen-öğreten için değil okul idaresi ve veliler içinde avantajları bulunmaktadır. Okul idaresi açısından bakıldığında yapay zekânın kullanılması, daha etkin bir yönetim imkânı sunabilir. Öğrenciler hakkında bilgilerin toplanılması ve takibinin yapılmasında geleneksel yöntemlere göre yapay zekânın kullanımı kolay ve daha az zaman alıcıdır. Bünyesinde barındırdığı bilgi birikimi ile öğrenci-öğretmen ve idarecilerin zayıf ve sınırlı yönlerini görme fırsatı sağlayabilir. İstendik yönde olmayan olumsuz öğrenci davranışları, yapay zekânın erken uyarı sistemleri ile hızlı bir şekilde fark edilebilir hale gelip önlemler alınabilir (Russell ve Norvig, 1995).

Yapay zekâyı ebeveynler kendileri çalışırken özel gereksinimli çocuklarının eğlenmeleri, öğrenmeleri, deneyimler kazanmaları için kullanabilirler (Verma, 2018). Ayrıca ebeveynler, yapay zekâyı kullanarak öğretmen ile etkileşimi aktif olarak sağlayabilirler (Arslan, 2017). Eğitimde kullanılan yapay zekânın avantajları oldukça fazla olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Yapay zekânın eğitimde kullanılmasının avantajları ve dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Osetsyki, Vitrenko, Tatomyr, Bilan ve Hirnyk, 2020 aktaran Çetin ve Aktaş, 2021).

- Öğrenci tespiti ve takibinde, okulun güvenliğinin sağlanmasında, nesnel değerlendirmelerin yapılabilmesinde, öğrencilerin özel bilgilerinin korunmasında okul yönetimine yardım ederken sistemin siber saldırıya uğrayarak çökmesi ihtimali ve sisteme güvenin azalması ihtimali bulunmaktadır.
- Öğrenmelerin uzaktan, çevrimiçi bir şekilde gerçekleşerek verimli ve erişilebilir oluşunun yanında öğrenende motivasyon eksikliklerinin yaşanmasına, öğrenen-öğreten arasında iletişim kopukluklarının yaşanmasına sebep olabilir.
- Öğretmenlere sınıf yönetiminde, kolay bir şekilde ekonomik materyaller oluşturabilme, anında dönüt imkânı, nesnel takip ve değerlendirmeler yapabilme, zayıf yönleri konusunda farkındalık kazandırabilme gibi imkânlar sunarken mesleki yeterlilik beklentilerin artışına ve zamanla yerini sanal öğretmenlerin alabilmesi gibi ihtimaller doğabilir.
- Ekonomik yetersizlik problemlerin azalması, velilere çocuklarının eğitim durumları hakkında anında bildirimler ulaşması, özel gereksinimli ve soyut olan kavram veya konuların evde kolay bir şekilde öğretilmesi avantaj olurken, tamamen sanal iletişim kurulması sebebiyle insan ilişkilerinin zayıflamasına yol açabilir.

6. Eğitim Bilimlerinde Bilim Alanlarına Yönelik Yapay Zekânın Kullanım Alanları

Eğitim bilimleri tarih, felsefe, hukuk, matematik, istatistik gibi birçok alan ile ilişki içerisinde olan disiplinler arası bir bilimdir. Haliyle eğitim bilimleri, fen bilimleri ve sosyal bilimlerle etkileşim halindedir. Bir bilim dalı gelişim gösterirken onunla etkileşim içerisinde olan diğer bilim dallarında da gelişim gözlemlenmektedir. Eğitim bilimlerinde bahsedilen değişim ve gelişim fen bilimleri ve sosyal bilimlere de yansımıştır. Eğitim bilimleri gibi fen bilimleri ve sosyal bilimlerde de yapay zekâ kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarına örnekler aşağıda bulunan Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Fen ve sosyal bilimlerde yapay zekâ kullanım alanları

Fen Bilimlerinde Yapay Zekâ	Sosyal Bilimlerde Yapay Zekâ
<ul style="list-style-type: none"> • Laboratuvar Otomasyonları • Biyoinformatik • Veri Analizi ve Tahmini • Robotik ve Otonom Sistemler • Nörobilim • Ekolojik Modelleme • Atomistik Simulasyonlar • Malzeme Bilimi • Uzay Bilimi 	<ul style="list-style-type: none"> • Duygu ve Davranış Analizi • Toplum ve Kültür Analizi • Sosyal Medya Analizi • Önyargı ve Adalet Analizi • Politika Analizi • Sosyal İçerik Yönetimi • Anket ve Pazar Araştırmaları • Sosyal Simulasyonlar • Sosyal Tahminler

Fen bilimlerinde yapay zekâ uygulamalarından; deneylerin otomatikleştirilerek sonuçlarının robotlar tarafından analiz edilmesinde *laboratuvar otomasyonları*, gen analizleri yaparak kalıtsal hastalıklar hakkında bilgilerin artmasında *biyoinformatik*, bilim alanına özgü verilerin analizlerini gerçekleştirerek başarılı tahmin yürütme işlemlerini sağlamada *veri analizi ve tahmini*, yapılan işlerin kolay ve hızlı bir şekilde sonuçlanmasında *robotik ve otonom sistemler*, beynin işleyiş görüntülerinde ve beyin hastalıklarında teşhis ve tedavi sürecini hızlandırmada *nörobilim*, ekosistem özelliklerini analiz ederek önceden sorun tahminleri yapılabilmesinde *ekolojik modelleme*, kimyasal reaksiyonların simulasyonlarda sanal olarak gerçekleştirilmesi ile gerçek dünyada yaşanabilecek tehlikeli durumların yaşanmasının önüne geçilmesinde *atomistik simulasyonlar*, halihazırda bulunan malzemelerin değişiminde, iyileşmesinde ve yeni malzemelerin üretiminde *malzeme bilimi*, yeni uzay keşiflerinin ve analizlerin yapılmasında *uzay biliminde* kullanılabilmektedir.

Sosyal bilimlerde yapay zekâ uygulamalarından; kullanılan sosyal medya platformlarının verilerinden yola çıkarak toplumun kültür özelliklerini analiz edebilmek ve farklılıkları tanımlayabilmek için *toplum ve kültür analizi*, sözlü-yazılı metin ve anket sonuçlarının duygu analizlerinde, davranış profilleme işlemlerinde *duygu ve davranış analizi*, bilgilerin yayılma hızı ve kişi rol analizlerinde *sosyal ağ analizi*, ön yargı tespitlerinin ve analizlerinin yapılmasında, adaletin işlerliğini etkileyecek durumların değerlendirilmesinde *önyargı ve adalet analizi*, politikanın konu alanlarının analizlerinin yapılmasında ve verilerin toplanmasında *politika analizleri*, sosyal medya platformlarında kişisel verilerin korunmasına aykırı davranış ve söylemlerin tespitinde *sosyal içerik yönetimi*, olayların simulasyonunu oluşturarak ileride yaşanabileceklerin tahminini yürüterek gelecek için gerekli düzenlemelerin

sağlanmasında *sosyal simülasyonlar ve tahminler*, müşteri yönelimlerine uygun pazarlama stratejilerin geliştirilebilmesinde *anket ve pazarlama alıştırmaları* kullanılabilir.

7. Sonuç

Yapay zekâ kullanımının genel manada eğitim bilimlerine, özel manada ise eğitimin paydaşlarına etkisi çeşitli başlıklar altında anlatılmıştır. Yapay zekâ, insan zekâsının taklidiyle analiz ve değerlendirme gibi insana özgü işlemler yapabilen, eğitimde kişiselleştirilmiş, etkileşimli, erişilebilir öğrenim imkânları sunan bilgisayar teknolojileri olarak tanımlanabilir. Geçmiş olduğu eski yıllara dayanan yapay zekânın değişim ve gelişiminin devam edeceği düşünülmektedir. Yapay zekânın farklı sektörlerde (turizm, eğlence, sağlık, eğitim vb.) farklı amaçlarla kullanıldığı görülmektedir. Bu kullanımın zamanla daha da artacağı ve çeşitleneceği düşünülmektedir. Eğitim alanında yapay zekânın kullanımının günümüz haliyle kalmayıp, uygulamaların artacağı ve hatta ilerleyen yıllarda öğretmenlerin mesleki yeterliliklerine yapay zekâ konularının da eklenebileceği düşünülmektedir. Yapay zekânın eğitimde daha aktif ve verimli kullanılabilmesi için öğrencilere, öğretmenlere, okul yöneticilerine, velilere ve akademisyenlere seminerler ve toplantılar düzenlenerek bilgilendirmelerin ve uygulamaların yapılabileceği düşünülmektedir. Çünkü eğitimin tüm paydaşlarını etkileyebilecek bu teknolojik gelişmenin sadece teorik olarak bilinmesi yeterli olmayıp uygulamada sorunların yaşanmaması için gerekli çalışmalar yapılması gerekir (Yılmaz, 2021b). Yapay zekânın avantajları gibi dezavantajlarının bulunduğu bilinmektedir. Avantajların artırılıp dezavantajların en aza indirilebilmesi için yazılımsal olarak geliştirmelerin yapılması fayda sağlayacaktır. Doğru hedefler için kullanıldığında yapay zekânın insanlığın ilerlemesi için olumlu etkiler yaratacağı düşünülmekle beraber bu hedeflerin belirlenmesinde tüm bilim alanlarından uzmanların çalışmaları yaparak alana katkı sağlaması faydalı olacaktır.

7. Kaynakça

- Alkhatlan, A., & Kalita, J. (2018). Intelligent tutoring systems: A comprehensive historical survey with recent developments. *arXiv preprint arXiv:1812.09628*.
- Arslan, K. (2017). Eğitimde yapay zekâ ve Uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71-88.
- Arslankaya, S. (2020). Estimation of hanging and removal times in eloxal with artificial neural networks. *Emerging Materials Research*, 9(2), 366-374. <https://doi.org/10.1680/jemmr.19.00191>
- Arslankaya, S., & Çelik, M.T. (2021). Prediction of heart attack using Fuzzy Logic Method and determination of factors affecting heart attacks. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 7(1), 1-8.
- Ayyıldız, P., & Yılmaz, A. (2021). Putting things in perspective: The COVID-19 pandemic period, distance education and beyond. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(6), 1631-1650. <https://doi.org/10.18506/anemon.946037>
- Ayyıldız, P., Yılmaz, A., & Baltacı, H.S. (2021). Exploring digital literacy levels and technology integration competence of Turkish academics. *International Journal of Educational Methodology*, 7(1), 15-31. <https://doi.org/10.12973/ijem.7.1.15>
- Beckerman, H. (2003). *Animation: The whole story*. Allworth.
- Bekleriç, G. (2003). Yapay zekada zeki etmenler ve uygulamaları. Doktora Tezi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul.
- Bellman, R.E. (1978). *An introduction to artificial intelligence: Can computers think?* Boyd & Fraser Publishing Company.
- Bümen, T.N. (2006) Program geliştirmede bir dönüm noktası: Yenilenmiş Bloom taksonomisi. *Eğitim ve Bilim*, 31(142), 3-14.
- Carbonell, J.R. (1970). AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE transactions on man-machine systems*, 11(4), 190-202.
- Charniak, E., & McDermott, D. (1985). *Introduction to artificial intelligence*. Addison-Wesley.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264 –75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Çetin, M., & Aktaş, A. (2021). Yapay zekâ ve eğitimde gelecek senaryoları. *OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18(Eğitim Bilimleri Özel Sayısı), 4225-4268. <https://doi.org/10.26466/opus.911444>

- Çoklar, A.N., & Çoklar, M. (2021). Değişen eğitim ortamları. S. Yılmaz Özelçi ve Y. Yılmaz (Edts.). *Dijital çağda öğretim ve öğrenme* içinde (ss.2-18). Ankara: Pegem Akademi.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*.
- Doğaç, A. (2015). MYCIN I- uzman sistemler. *Elektik Mühendisliği*, 7(7), 87-91.
- Emeç, Ş., & Akkaya, G. (2021). Developing a new optimization energy model using fuzzy linear programming. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40, 9529-9542. <https://doi.org/10.3233/JIFS-201994>
- Erçetin, Ö.Z., & Baykoç, Ö.F. (2004). Tedarikçi seçimi problemine karar teorisi destekli uzman sistem yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(3), 276-286.
- Ertuğ, C. (2020). Coronavirüs (Covid-19) pandemisi ve pedagojik yansımaları: Türkiye’de açık ve uzaktan eğitim uygulamaları. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 11-53.
- Freire, P. (1970). *Pedagogy of the oppressed*. New York: Continuum.
- Güleryüz, D. (2022). Estimation of soil temperatures with machine learning algorithms-Giresun and Bayburt stations in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 147(1), 109-125. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03819-2>
- Hamzaçebi, C., & Kutay, F. (2004). Yapay sinir ağları ile Türkiye elektrik enerjisi tüketiminin 2010 yılına kadar tahmini. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(3), 227-233.
- Haugeland, J. (Ed.). (1985). *Artificial intelligence: The Very Idea*. MIT Press.
- Helsel, S. (1992). Virtual reality and education. *Educational Technology*, 32(5), 38-42.
- Hincapie, M., Diaz, C., Valencia, A., Contero, M., & Güemes-Castorena, D. (2021). Educational applications of augmented reality: A bibliometric study. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107289.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign.
- Kurzweil, R. (1990). *The age of intelligent machines*. MIT Press.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L.B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in Education*. London: Pearson Education.
- Montessori, M. (1949). *The absorbent mind*. Adyar, Madras, India. The Theosophical Publishing House.
- Nabiyev, V.V. (2012). *Yapay zekâ: İnsan-bilgisayar etkileşimi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık

- Nilsson, N. (1990). *The mathematical foundations of learning machines*. San Mateo: Morgan Kaufmann.
- Osetskiy, V., Vitrenko, A., Tatomyr, I., Bilan, S., & Hirnyk, Y. (2020). Artificial intelligence application in education: Financial implications and prospects. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 2(33), 574-584. <https://doi.org/10.18371/fcaptop.v2i33.207246>
- Önder, H.H. (2003). Uzaktan eğitimde bilgisayar kullanımı ve uzman sistemler. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(3), 142-146.
- Öngöz, S. (2020). Yapay zekâ teknolojinin kullanıldığı yeni nesil öğretim materyalleri. Nabiyev, V. & Erümit, A.K. (Ed.). *Eğitimde yapay zekâ kuramdan uygulamaya* içinde. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Piaget, J. (1973). *Psychology and epistemology: Towards a theory of knowledge*. Record: Rio de Janeiro.
- Rich, E., & Knight, K. (1991). *Artificial intelligence* (second edition). McGraw-Hill.
- Russell, S.J., & Norvig, P. (1995). *Artificial intelligence: A modern approach*. New Jersey: Prentice Hall.
- Russell, S.J., & Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence: A modern approach* (3.Baskı). Pearson Education.
- Şensoy, A.T., Çolak, M., Kaymaz, I., & Dispınar, D. (2020). Investigating the optimum model parameters for casting process of A356 Alloy: A cross-validation using response surface method and particle swarm optimization. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45(11), 9759-9768. <https://doi.org/10.1007/s13369-020-04922-8>
- Teke, C., Akkurt, I., Arslankaya, S., Ekmekçi, I., & Günoğlu, K. (2023). Prediction of gamma ray spectrum for ²²Na source by feed forward back propagation ANN model. *Radiation Physics and Chemistry*, 202, 110558. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2022.110558>
- Turing, A. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 49(236), 433-460.
- Ünal, O., & Uygunoğlu, T. (2005). Seyitömer uçucu külünün betonun basınç dayanımına etkisi üzerine bulanık mantık yaklaşımı. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1(1), 13-20.
- Verma, M. (2018). Artificial intelligence and its scope in different areas with special reference to the field of education. *International Journal of Advanced Educational Research*, 3(1), 5-10.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Yılmaz, A. (2017). Yapay zekâ nedir? *Yapay zekâ* içinde (ss.1-20). İstanbul: Kodlab Yayıncılık.

- Yılmaz, A. (2021a). The effect of technology integration in education on prospective teachers' critical and creative thinking, multidimensional 21st century skills and academic achievements. *Participatory Educational Research*, 8(2), 163-199. <https://doi.org/10.17275/per.21.35.8.2>
- Yılmaz, A. (2021b). Fen bilimleri eğitimi kapsamında uzaktan eğitimde kalite standartları ve paydaş görüşleri. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 26-50. <https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.850063>