

Küresel Yapay Zekâ Ekosistemi: Patentler, Yatırımlar ve Teknolojik Rekabet

Global Artificial Intelligence Ecosystem: Patents, Investments, and Technological Competition

Tayfun Varnalı¹

Özet

Bu makale, yapay zekânın küresel ölçekteki ekonomik, sosyal ve teknolojik dönüşümler üzerindeki etkilerini ele alan bir derleme çalışmasıdır. Yapay zekâ, günümüzde birçok sektörde yenilikçi çözümler sunarak üretim süreçlerinden hizmet sektörüne kadar geniş bir uygulama alanı bulmuş ve küresel rekabetin merkezine yerleşmiştir. Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği gibi aktörler, yapay zekâ ekosistemlerini güçlendirmek amacıyla büyük yatırımlar yapmakta ve bu alandaki kapasiteyi artırmak için stratejik politikalar geliştirmektedir. Makalenin amacı, yapay zekânın tarihsel gelişimini, temel bileşenlerini ve sektörel etkilerini incelemek; özellikle finans, sağlık, üretim ve hizmet sektörlerindeki uygulamaları değerlendirerek küresel patent trendleri ve yatırım eğilimlerini analiz etmektir. Ayrıca, yapay zekânın gelişimiyle ortaya çıkan etik, hukuki ve sosyo-ekonomik sorunlar da tartışılmaktadır. Türkiye'nin bu rekabet ortamında güçlü bir konum elde edebilmesi için, yapay zekâ alanındaki yatırımların artırılması, kamu-özel sektör iş birliklerinin güçlendirilmesi ve dijital yetkinliklerin artırılması gerektiği vurgulanmaktadır. Çalışma, hem akademik hem de uygulamalı araştırmalar için kapsamlı bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Küresel Teknolojik Rekabet, Küresel Teknoloji Ekosistemi, Dijital Dönüşüm

Jel Kodları: K0, K4,O4

Abstract

This article is a review that examines the impact of artificial intelligence on global economic, social, and technological transformations. Artificial intelligence has found a broad range of applications, offering innovative solutions across various sectors, from manufacturing processes to the service industry, and has become central to global competition. Actors such as China, the United States, and the European Union are making significant investments to strengthen their AI ecosystems and developing strategic policies to enhance their academic and industrial capacity in this field. The aim of the article is to examine the historical development, core components, and sectoral impacts of artificial intelligence, particularly by analyzing global patent trends and investment patterns in the finance, healthcare, manufacturing, and service sectors. Additionally, the ethical, legal, and socio-economic issues arising from the development of AI are discussed. It is emphasized that, in order to achieve a strong position in this competitive environment, Turkey must increase investments in artificial intelligence, strengthen public-private sector collaborations, and improve digital competencies. This study aims to provide a comprehensive framework for both academic and applied research.

Keywords: Global Technological Competition, Global Technology Ecosystem, Digital Transformation

Jel Codes: K0, K4,O4

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Kırklareli Üniversitesi, Kırklareli, tayfun_kkk@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3895-8620

1. Giriş

Yapay zekâ (YZ), günümüzde bilimsel ve teknolojik ilerlemelerin öncelikli odak noktalarından biri olarak kabul edilmektedir. 20. yüzyılın ortalarında bilişim teknolojileri, istatistiksel analizler ve yapay sinir ağları temelli disiplinlerle temellenen bu alan, günümüzde makine öğrenmesi, derin öğrenme, büyük dil modelleri ve otonom sistemler gibi alt disiplinlerde önemli gelişmeler kaydetmiştir. Özellikle 21. yüzyılın ikinci yarısında, teknoloji şirketleri ve araştırma kurumlarının YZ'ya yönelik kapsamlı yatırımları, bu alandaki ilerlemeyi hızlandırmıştır. Bu bağlamda, YZ yalnızca akademik bir araştırma alanı olmanın ötesinde, endüstriyel ve ticari uygulamalarda da temel bir dönüşüm aracı olarak ön plana çıkmaktadır.

YZ'nın sağladığı gelişmiş analitik kabiliyetler, büyük veri işleme kapasitesi ve otomasyon yetenekleri, sanayi, finans, sağlık, eğitim ve kamu yönetimi gibi çok çeşitli sektörlerde yapısal dönüşümlere zemin hazırlamaktadır. Örneğin, sağlık sektöründe YZ tabanlı uygulamalar, hastalıkların erken teşhisi ve kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesinde kritik bir fonksiyon üstlenmektedir. Finans sektöründe ise algoritmik karar destek sistemleri, yatırım süreçlerini optimize etmekte ve finansal risklerin öngörülmesine yönelik yeni modeller sunmaktadır.

Geleneksel otomasyon sistemlerinden farklı olarak, YZ teknolojileri yalnızca önceden tanımlanmış kurallar dâhilinde değil, aynı zamanda öğrenme ve adaptasyon mekanizmaları aracılığıyla dinamik karar alma süreçlerini desteklemektedir. Bu özellikleriyle YZ, işletmelerde verimliliği artırma potansiyelini güçlendirmekte ve iş gücü piyasasında önemli yapısal değişikliklere yol açmaktadır. Belirli mesleklerin otomasyonuna paralel olarak, yeni iş alanları ve mesleki beceri gereksinimleri ortaya çıkmakta, bu da insan merkezli çalışma modellerinde dönüşümlere neden olmaktadır. Sonuç olarak, çalışanların daha yaratıcı, analitik ve stratejik roller üstlenmelerini mümkün kılacak bir iş gücü yapısı gerekliliği doğmaktadır.

YZ tabanlı sistemlerin üretim hatlarından tıbbi teşhis süreçlerine, akıllı şehir uygulamalarından finansal karar destek mekanizmalarına kadar geniş bir kullanım alanına yayılması, bu teknolojinin gelecekteki potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle “akıllı şehirler” kavramı, YZ'nın kamu yönetimi ve şehir altyapıları üzerindeki dönüştürücü etkisini göstermektedir. Trafik yönetimi, enerji verimliliği ve kamu güvenliği gibi alanlarda uygulanan YZ teknolojileri, yaşam kalitesinin artırılması yönünde önemli katkılar sağlamaktadır.

Bu derleme çalışmasında, YZ'nın tarihsel gelişimi, temel bileşenleri ve küresel ölçekte çeşitli sektörlerde etkisi kapsamlı biçimde ele alınmaktadır. YZ'nın etkisi yalnızca teknoloji odaklı alanlarla sınırlı kalmayıp, toplumsal yapıyı, iş dünyasını ve ekonomik düzeni de şekillendirmektedir. Bu bağlamda, YZ'nın iş hayatı, sosyal dinamikler ve ekonomik sistem üzerindeki etkileri; gelişen etik, hukuki ve sosyo-ekonomik sorunlarla birlikte tartışılmaktadır. Finans, sağlık, üretim ve hizmet sektörlerinde uygulanan YZ teknolojileri detaylı olarak incelenmekte ve bu teknolojilerin toplumlar üzerindeki etkileri derinlemesine analiz edilmektedir. Ayrıca, YZ alanındaki küresel patent trendleri ve yatırım eğilimleri değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, ülkeler ve şirketler arasındaki rekabetin dinamikleri; özellikle Çin ve Amerika Birleşik Devletleri gibi büyük teknoloji aktörlerinin YZ yatırımlarının küresel güç dengeleri üzerindeki etkisi üzerinden ele alınmaktadır. Bu rekabetin ortaya çıkardığı fırsatlar ve zorluklar, YZ'nın uluslararası ekonomik etkilerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Son olarak, YZ'nın gelişimiyle birlikte ortaya çıkan etik, hukuki ve sosyo-ekonomik sorunlar da detaylı şekilde incelenmektedir. Karar alma süreçlerinde şeffaflık, güvenlik açıkları ve insan hakları gibi temel konular, YZ'nın topluma entegrasyonu bağlamında önemli tartışma alanları oluşturmaktadır. Bu sorunlar ışığında, gelecekte karşılaşılabilecek potansiyel riskler ve fırsatlar bütüncül bir perspektifle değerlendirilmiştir.

2. Yapay Zekânın Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

2.1. Yapay zekânın temel kavramları

Yapay zekâ, insan zekâsını taklit edebilen ve çeşitli bilişsel görevleri yerine getirebilen sistemlerin tasarımını amaçlayan, çok disiplinli bir araştırma alanıdır. Bu teknoloji, bilgisayar tabanlı sistemlerin öğrenme, akıl yürütme, problem çözme ve dil anlama gibi insan benzeri bilişsel yeteneklere sahip olmasını sağlamayı hedeflemektedir. YZ, işlevsel ve teorik olarak iki ana kategoriye ayrılmaktadır: zayıf yapay zekâ ve güçlü yapay zekâ. Zayıf yapay zekâ, belirli görevler veya alanlarda uzmanlaşmış sistemleri ifade ederken, güçlü yapay zekâ, insan zekâsına eşdeğer bir bilişsel kapasiteye sahip olmayı amaçlar (Ünsal, 2024: 351-374). YZ, bilgisayarların akıl yürütme, anlam çıkarma, genelleme yapabilme ve deneyimlerden öğrenme gibi insan zekâsına özgü zihinsel süreçleri taklit etme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Nabiyev, 2005). Bu teknoloji, veri analizi, örüntü tanıma ve simülasyon gibi çeşitli alanlarda insan benzeri öğrenme ve düşünme süreçlerini simüle eden bir dizi algoritma ile desteklenmektedir (TÜBİTAK, 2023: 236). Modern YZ sistemleri, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve doğal dil işleme gibi alt disiplinlerle zenginleştirilerek, çeşitli sektörlerde geniş bir uygulama yelpazesine sahip hale gelmiştir.

YZ'nın temel bileşenleri, bu teknolojiyi daha iyi anlamak ve geliştirmek için kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, makine öğrenmesi, derin öğrenme, yapay sinir ağları, doğal dil işleme, bulanık mantık ve genetik algoritmalar, YZ'nın temel yapı taşlarını oluşturmaktadır.

Makine öğrenmesi, sistemlerin verilerden öğrenerek örüntüleri tanımasını sağlayan bir yöntemdir. Bu yaklaşım, istatistiksel modeller ve veri odaklı algoritmalar kullanarak sistemlerin geçmiş verilerden deneyim kazanmasını ve gelecekteki durumları tahmin etmesini mümkün kılmaktadır (Nabiyev, 2005; İnnova, 2020). Makine öğrenmesi, denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme gibi farklı yöntemlerle uygulanabilmektedir. Bulanık mantık, insan düşünce sistemine benzer bir şekilde belirsiz ve bulanık verilerle çalışabilen bir hesaplama yöntemidir. Özellikle kontrol sistemleri, karar destek sistemleri ve optimizasyon problemlerinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bulanık mantık, gerçek dünyadaki belirsizlik ve karmaşıklıkları modelleyebilmesi nedeniyle, YZ'nın esnekliğini ve uyum yeteneğini artırmaktadır.(Nabiyev, 2005; İnnova, 2020).

Derin öğrenme, makine öğrenmesinin bir alt dalı olup, daha karmaşık problemlerin çözümüne olanak tanıyan çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanmaktadır. Bu mimari, özellikle büyük veri setleri üzerinde yüksek doğruluk oranlarına ulaşabilen, görüntü tanıma, ses işleme ve doğal dil işleme gibi zorlu görevlerde üstün performans göstermektedir (Goodfellow, Bengio ve Courville, 2021). Derin öğrenme modelleri, katmanlar arasında nöron benzeri bir yapıyla bilgi aktarımı gerçekleştirir ve bu sayede karmaşık örüntüleri öğrenebilir.

Yapay sinir ağları, insan beyninin biyolojik nöron yapısından esinlenerek geliştirilen ve YZ'nın temel yapı taşlarından birini oluşturan hesaplama modelleridir. Bu yapılar, büyük veri kümeleri ile eğitildiklerinde, görüntü tanıma, ses sentezi ve karar destek sistemleri gibi alanlarda başarılı sonuçlar elde etmektedir. Sinir ağlarının çok katmanlı ve derin yapıları, öğrenme ve genelleme yeteneklerini artırmaktadır. Genetik algoritmalar, biyolojik evrimden ilham alan ve optimizasyon problemlerini çözmek için kullanılan bir diğer YZ yöntemidir. Bu algoritmalar, doğal seçim, çaprazlama ve mutasyon gibi biyolojik süreçleri taklit ederek, karmaşık problemlere etkili çözümler sunmaktadır. Genetik algoritmalar, mühendislik, ekonomi ve yapay sinir ağlarının optimize edilmesi gibi alanlarda geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir.

Doğal dil işleme (NLP), insan dilini anlamak, analiz etmek ve üretmek amacıyla geliştirilen bir YZ alt alanıdır. NLP, makine çevirisi, metin sınıflandırma, duygu analizi ve sohbet robotları gibi uygulamalarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Dil modelleme ve dil anlama konularında önemli ilerlemeler kaydedilmiş olup, bu gelişmeler insan-dil etkileşimli sistemlerin daha akıllı ve etkili olmasını sağlamaktadır (Ünsal, 2024:351-374).

2.2. Yapay zekânın evrimi ve tarihsel kırılma noktaları

Mekanik ve otomatik sistemlerin temelleri, Antik Yunan dünyasında M.Ö. 3. yüzyılda Ctesibios, Philon, Heron ve Archimedes gibi mühendislerin çalışmalarına dayanmaktadır. Bu bilim insanları, fiziksel ilkeleri inceleyerek gelişmiş mekanik cihazlar ve otomasyon sistemleri tasarlamışlardır. Söz konusu bilgi birikimi, 9. yüzyılda İslam dünyasında Benû Musa kardeşler, Fârâbî, Hâzîni ve El-Cezerî gibi bilim insanlarının çalışmalarıyla daha da ileri taşınmıştır (Unat, 2006: 1-2). Özellikle suyla çalışan otomatik makineler ve karmaşık mekanik sistemler, erken dönem YZ kavramının temelini oluşturmaktadır. Yunan mühendisleri Philo ve Hero, M.Ö. 3. yüzyılda geliştirdikleri mekanik otomatlar ile YZ kavramının erken fiziksel temellerini atmışlardır. Homeros'un İlyada destanında, tanrı Hephaistos'un insanlarla etkileşime girebilen 'otomotonlar' (canlı heykeller) yarattığına dair betimlemeler, dönemin otomasyon anlayışını yansıtmaktadır (Stenbom, 2023). Bunun yanı sıra, Heron of Alexandria gibi bilim insanları da mekanik cihazlar aracılığıyla insan zekâsını taklit etme fikrini geliştirmiş ve bu icatlar, YZ'ya olan erken ilgiyi göstermiştir (Bedini, 1964; Fanti, Guarascio ve Moggi, 2022). Orta Çağ'a gelindiğinde, Ramon Llull 1308 yılında kaleme aldığı Ars Magna adlı eserinde, kâğıt disklerle kombinasyonlar oluşturabilen bir mekanizma tasarlayarak YZ çalışmalarının ilk teorik temellerini atmıştır (Bayındır, 2023). 15. yüzyılın sonlarında Leonardo da Vinci, 'robotik şövalye' tasarımıyla YZ tarihinin önemli bir dönüm noktasını oluşturmuştur (Bardakcı, 2021; Christodoulou ve Tsoucalas, 2023). YZ çalışmalarının felsefi temelleri ise 17. yüzyıla uzanmaktadır. René Descartes, insanı bir makine olarak tanımlayarak zihnin ve beden işleyişini mekanik bir perspektifle açıklamış, bu yaklaşım YZ fikrinin teorik temelini atmıştır. Charles Babbage ise zihinsel işlevleri taklit edebilen ilk mekanik hesap makinesi olan 'Fark Motoru'nu geliştirerek bu alandaki pratik çalışmalara öncülük etmiştir. Babbage'in icadı, YZ çalışmalarının temellerini atarak modern bilişim teknolojilerinin gelişimine zemin hazırlamıştır (Schultz ve Ellen-Schultz, 2007).

YZ araştırmalarının modern anlamda kayda değer bir ilerleme kaydetmesi, 20. yüzyılın ortalarına, özellikle İkinci Dünya Savaşı ve sonrasına dayanmaktadır. 1936 yılında Alan Turing'in geliştirdiği 'Turing Makinesi' kavramı, YZ teorik temelini atmış ve günümüz bilgisayarlarının altyapısını şekillendirmiştir (Turing, 1950: 433-450). Bunu takiben, 1943 yılında Warren McCulloch ve Walter Pitts, biyolojik nöronlardan ilham alarak geliştirdikleri matematiksel model ile yapay sinir ağlarının temellerini atmışlardır (McCulloch ve Pitts, 1943: 115-133). Bu gelişmeler, YZ'nın yalnızca teorik bir kavram olmaktan çıkarak, somut algoritmalar ve hesaplama modelleri üzerinden ele alınmasını sağlamıştır. 1940'lı yıllarda John von Neumann, 'von Neumann Mimarisi' ile modern bilgisayarların yapısal temellerini atarken, Claude Shannon veri işleme süreçlerini optimize edebileceğini ortaya koyarak bilgi teorisinin temellerini atmıştır (Shannon,

1948: 379-423). Aynı dönemde, Norbert Wiener'in *Cybernetics* adlı eseri, geri besleme mekanizmalarına dayalı öğrenme sistemlerini tanıtarak makine öğrenmesinin ilkelerini şekillendirmiştir (Avcıoğlu, 2017: 515-518).

1950'li yıllara gelindiğinde, YZ alanındaki çalışmalar teorik bir temele oturmaya başlamış ve 'Makineler insan gibi düşünebilir mi?' sorusu bilim insanlarının gündeminde yer almıştır. Alan Turing'in 1950'de yayımladığı *Computing Machinery and Intelligence* makalesi, bu tartışmanın merkezinde yer alarak 'Turing Testi'ni öne sürmüştür (Turing, 1950). YZ'nın akademik bir disiplin olarak kabul edilmesine yönelik en önemli adımlardan biri ise 1956 yılında düzenlenen Dartmouth Konferansı olmuştur. Bu konferans, YZ kavramının bilimsel ve akademik bir alan olarak tanınmasını sağlayan ilk büyük etkinlik olarak tarihe geçmiştir (Alpaydın, 2013; Turing, 1950; Dick, 2019).

1957 yılında Frank Rosenblatt, yapay sinir ağları alanında çığır açan 'Perceptron' modelini geliştirmiştir. Rosenblatt, bu algoritmanın yalnızca görme ve konuşma gibi bilişsel işlevleri yerine getirmekle kalmayıp, bilinç sahibi bir makine yaratma potansiyeline de sahip olduğunu öne sürmüştür (Lefkowitz, 2019). Bu dönemde YZ, özellikle matematiksel problem çözme ve doğal dil işleme gibi alanlarda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. 1960'lı yıllarda Allen Newell ve Herbert Simon tarafından geliştirilen *Logic Theorist*, matematiksel teoremleri ispatlayabilen ilk YZ programlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu program, insan akıl yürütmesini bilgisayar ortamına taşımaya yönelik erken bir girişim olarak dikkat çekmiştir. Benzer şekilde, 1966 yılında Joseph Weizenbaum tarafından geliştirilen ELIZA, insanlarla doğal dilde etkileşim kurabilen ilk chatbot olarak YZ'nın potansiyel uygulama alanlarını genişletmiştir. ELIZA, belirli kalıplar ve anahtar kelimeler aracılığıyla kullanıcılarla anlamlı bir sohbet izlenimi yaratmış ve insan-makine etkileşiminin ilk örneklerinden biri olarak tarihe geçmiştir (Weizenbaum, 1966).

1970'li yıllarda, YZ araştırmalarının başlangıçta yüksek beklentilere rağmen beklenen ilerlemeleri gerçekleştirememesi, hem araştırmalara olan ilgide azalmaya hem de finansal desteğin düşmesine yol açmıştır. Bu dönem, literatürde "Yapay Zekâ Kışı" olarak anılmaktadır. John McCarthy, YZ'yi "öğrenmenin her yönü ya da zekânın herhangi bir özelliğinin makine veya program tarafından sergilenebilmesi" olarak tanımlamıştır (Popenici ve Kerr, 2017: 1-13). 1972 yılında Japonya'da geliştirilen WABOT-I, insana benzeyen ilk akıllı robot olarak kabul edilmektedir (Acar, 2020). 1980'lerde uzman sistemlerin gelişimiyle YZ'ya yönelik ilgi yeniden canlanmış; bu sistemler özellikle sanayi ve sağlık alanlarında ticari uygulamalara dönüşerek YZ çalışmalarına ivme kazandırmıştır. Ancak uzman sistemlerin karmaşıklığı ve yüksek maliyetleri nedeniyle 1974-1980 yılları arasında YZ araştırmalarına verilen finansal destek azalmaya devam etmiş ve Yapay Zekâ Kışı etkisini sürdürmüştür. Bu süreçte, özellikle İngiltere, Japonya ile rekabet edebilmek amacıyla YZ'ya fon sağlamaya devam etmiştir (Öztürk ve Şahin, 2018: 25-36). 1990'larda YZ araştırmaları bir duraklama dönemine girmiştir (Ünal, 2023: 49-68). Buna rağmen, 1997 yılında IBM'in Deep Blue adlı satranç programı, dünya şampiyonu Garry Kasparov'u yenerek YZ'nın stratejik düşünme yeteneklerindeki gelişimini gözler önüne sermiştir (Greenemeier, 2017; Hassabis, 2017: 413-414). Aynı yıl, Dragon Systems tarafından Windows platformu için geliştirilen ilk "konuşma tanıma yazılımı" piyasaya sürülmüş ve sesli komutların yaygın kullanımını başlatarak YZ alanında yeni bir dönemin kapılarını aralamıştır (Matarneh vd., 2017: 71-79).

2000'li yıllarla birlikte, büyük veri, artan hesaplama gücü ve gelişmiş algoritmalar, YZ alanında yeni bir ivme kazandırmıştır. 2000'lerin başında YZ teknolojileri ev kullanımına entegre olmaya başlamış ve bu kapsamda "Roomba" adlı elektrikli süpürge ev içi temizlik faaliyetlerinde görev almıştır. 2006 yılında ise Facebook, Netflix ve Twitter gibi teknoloji devleri, YZ teknolojilerini aktif biçimde kullanmaya başlamış ve bu alandaki yatırımlar önemli ölçüde artmıştır (Acar, 2020). Aynı dönemde, 2001 yapımı *AI: Artificial Intelligence* filmi, Steven Spielberg tarafından robot çocuk temasıyla YZ'ya ilişkin felsefi ve etik soruları gündeme taşımış; bu durum YZ'nın toplumsal ve kültürel bağlamda algılanışını derinleştirmiştir. Derin öğrenme alanındaki gelişmeler ise 2006 yılında Ruslan Salakhutdinov ve Geoffrey Hinton'un derin sinir ağlarını daha etkili biçimde kullanmaya yönelik öncü çalışmalarıyla ivme kazanmıştır (Krizhevsky vd., 2012: 1-9). 2010 sonrası süreçte ise derin öğrenme ve büyük ölçekli yapay sinir ağları, görüntü tanıma, doğal dil işleme ve otomatik karar destek sistemlerinde devrim niteliğinde yeniliklerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır (TRAI, 2024).

2011 yılında IBM'in geliştirdiği Watson bilgisayarı, televizyon programı *Jeopardy!* yarışmasının şampiyonları Rutter ve Jennings'i mağlup ederek YZ'nın bilgi işleme ve karar alma süreçlerindeki yetkinliğini gözler önüne sermiştir (TRAI, 2024). Aynı yıl, Apple tarafından tanıtılan Siri, akıllı telefonlarda sesli asistan teknolojilerinin yaygınlaşmasını sağlamıştır. 2012 yılında ise Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever ve Geoffrey Hinton, Large Scale Visual Recognition Challenge (LSVRC) yarışmasında kaydettikleri başarıyla görüntü işleme alanında devrim niteliğinde ilerlemeler gerçekleştirmiştir. Bu süreçte, grafik işlemcilerinin (GPU) YZ modellerinin eğitilmesinde kullanılması, YZ uygulamalarını yeni bir dönemin başlangıcını simgelemiştir (TRAI, 2024). 2013 yılında vizyona giren *Her* filmi, YZ'nın insan duyguları ve sosyal ilişkiler üzerindeki potansiyel etkilerini sorgulamış; 2014'te Amazon tarafından tanıtılan Alexa ise, sesli asistanların ev ortamındaki kullanımını hızlandırmıştır. Aynı yıl yayınlanan *Ex Machina* filmi ise, Turing Testi bağlamında YZ ile insan etkileşiminin etik boyutlarını tartışmaya açmıştır (TRAI, 2024).

Future of Life Institute tarafından düzenlenen YZ Güvenliği Konferansı, YZ'nın güvenlik riskleri ve etik sorunları üzerine kapsamlı tartışmaların başlamasına öncülük etmiştir. 2016 yılında Google DeepMind tarafından geliştirilen AlphaGo, dünya çapında tanınan Go ustası Lee Sedol'u 4-1 yenerek YZ'nın karmaşık stratejik oyunlardaki üstünlüğünü kanıtlamıştır. Bu başarı, YZ'nın stratejik düşünme ve problem çözme alanlarındaki yetkinliğini açıkça ortaya koymuştur. Günümüzde YZ, sağlık, finans, otomotiv, güvenlik ve üretim gibi pek çok sektörde devrim niteliğinde dönüşümler yaratmaya devam etmektedir. Özellikle generatif YZ modelleri ve büyük dil modelleri (LLM), insanlarla daha etkili ve doğal etkileşim kurma potansiyelini göstermektedir. Ancak, YZ'nın hızlı gelişimi beraberinde etik, güvenlik ve iş gücü alanlarında önemli tartışmaları da gündeme getirmiştir (Tekin ve Gurbanov, 2023:445-466).

2016 yılında Microsoft tarafından geliştirilen Tay isimli chatbot, yanlış eğitim verilmesi sonucu yalnızca 24 saat içinde kullanımdan kaldırılmış ve bu olay, YZ'nın eğitimi ve güvenliği konusundaki endişeleri artırmıştır. 2017 yılında Kaliforniya'da düzenlenen Asilomar Konferansı kapsamında gerçekleştirilen Faydalı YZ toplantısı, YZ'nın potansiyel tehlikeleri ve etik sorunları üzerine küresel çapta bir diyalog başlatmıştır. Aynı yıl, Ian Goodfellow tarafından geliştirilen Generative Adversarial Networks (GAN) ve Transformer Networks gibi yenilikçi teknolojiler, YZ alanındaki gelişmeleri hızlandırmıştır (TRAİ, 2024). 2018 yılında DeepMind, AlphaFold adlı YZ programıyla protein katlama problemini çözmeyi başarmış; bu başarı biyoloji ve tıp alanlarında devrim niteliğinde kabul edilmekte ve hastalıklarla mücadelede önemli katkılar sağlaması beklenmektedir (Tekin ve Gurbanov, 2023:445-466).

2020 yılı, YZ alanında iki önemli gelişmeye sahne olmuştur. OpenAI tarafından geliştirilen GPT-3, 175 milyar parametreye sahip devasa bir dil modeli olup, metin oluşturma, dil çevirisi ve yaratıcı içerik üretimi gibi görevlerde insan seviyesinde performans sergilemiştir. GPT-3, doğal dil işleme ve YZ alanlarındaki önemli bir dönüm noktası olarak görülmekte ve gelecekte insan-makine etkileşimini köklü biçimde değiştirebileceği öngörülmektedir. Ayrıca Google tarafından geliştirilen BERT modeli, dönüştürücü ağ (transformer) tabanlı doğal dil işleme alanında önemli bir katkı sunmuştur (TRAİ, 2024). 2021 yılında OpenAI tarafından tanıtılan DALL-E, yazılı betimlemeler temelinde gerçekçi ve yaratıcı görüntüler üretebilen bir YZ sistemi olarak YZ'nın görsel içerik üretimindeki önemli ilerlemelerinden biri olmuştur. DALL-E, sanat, tasarım ve medya gibi alanlarda yeni uygulama olanakları yaratmaktadır (Şen, 2021:253-280; TRAİ, 2024).

3. Küresel Yapay Zekâ Trendleri ve Teknolojik Gelişmeler

3.1. Makine öğrenmesi, derin öğrenme ve büyük ölçekli dil modelleri

Küresel YZ trendleri, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve büyük dil modelleri gibi teknolojik gelişmeler etrafında şekillenmektedir. YZ, özellikle veri analitiği ve algoritmaların işlevselliği açısından önemli ilerlemeler kaydetmiş olup, bu alanlardaki yenilikler pek çok sektörde devrimsel değişimlere yol açmaktadır. Bu bağlamda, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve büyük dil modelleri gibi alt disiplinler, YZ'nın en önemli gelişim alanlarını oluşturmakta olup, farklı endüstrilerdeki uygulamalarıyla dikkat çekmektedir.

- **Makine Öğrenmesi:** Makine öğrenmesi, bilgisayarların deneyimlerden öğrenerek performanslarını artırmasını sağlayan bir YZ alt dalıdır. Bu alanda kullanılan algoritmalar, veri analizi yaparak karar verme süreçlerini iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Makine öğrenmesi uygulamaları, risk analizi, sınıflandırma ve tahmin yapma gibi işlevleri içermekte olup, özellikle finans, sağlık ve üretim gibi alanlarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Finans sektöründe, makine öğrenmesi algoritmaları, kredi riski analizleri ve otomatik ticaret sistemleri için önemli bir araç sağlamaktadır. Benzer şekilde, sağlık alanında makine öğrenmesi, medikal verilerin analiz edilmesi ve hastalıkların erken teşhisi konularında büyük bir potansiyel taşımaktadır (Küçükefe, 2017; SAP, 2024).

- **Derin Öğrenme:** Derin öğrenme, makine öğrenmesinin bir alt dalı olup, çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanarak karmaşık veri işlemlerini mümkün kılmaktadır. Derin öğrenme yöntemleri, özellikle büyük veri kümeleriyle çalışırken yüksek başarı oranları elde etmekte ve görüntü tanıma, ses tanıma gibi karmaşık görevlerde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Derin öğrenme teknolojisi, otonom araçlar, sağlık teşhis sistemleri ve doğal dil işleme gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Örneğin, otomotiv endüstrisinde, derin öğrenme algoritmaları, araçların çevresini algılamada ve güvenli sürüş sağlamada etkin rol oynamaktadır. Sağlık sektöründe ise, medikal görüntüleme verilerinin analiz edilmesi, tümörlerin ve diğer sağlık sorunlarının erken teşhisine olanak tanımaktadır (Şeker, Diri ve Balık, 2017: 47-64).

- **Büyük Dil Modelleri (LLM'ler):** Büyük dil modelleri (LLM'ler), doğal dil işleme (NLP) alanında son yıllarda önemli bir ilerleme kaydetmiştir. Bu modeller, geniş veri kümeleri üzerinde eğitilerek insan benzeri metinler oluşturma kapasitesine sahip olup, dilin inceliklerini anlayabilmektedir. Örneğin, GPT-3, BERT ve T5 gibi modeller, metin oluşturma, metin özetleme, çeviri ve sohbet robotları gibi uygulamalarda geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Bu modellerin sağladığı en önemli avantaj, metinlerin bağlamını doğru bir şekilde anlayarak yaratıcı ve anlamlı içerikler üretme becerisidir. Bu özellikleriyle büyük dil modelleri, özellikle müşteri hizmetleri, hukuk ve pazarlama gibi sektörlerde verimlilik artışı sağlamaktadır (Akın ve Şahin, 2024:37-38; İlge, 2024).

3.2. Yapay zekanın sektörel uygulama alanları

3.2.1. Finans sektörü

YZ, finans sektöründe risk analizi, otomatik ticaret, müşteri hizmetleri ve yatırım yönetimi gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Davenport ve Ronanki, 2018). Makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmaları, büyük ölçekli finansal verilerin analiz edilmesini ve etkin ticaret stratejilerinin geliştirilmesini sağlamaktadır (Brynjolfsson ve McAfee, 2017). Ayrıca, YZ destekli chatbotlar ve sanal asistanlar, müşteri hizmetleri süreçlerini optimize ederek kullanıcı deneyimini iyileştirmekte ve operasyonel maliyetleri azaltmaktadır (Huang ve Rust, 2018: 155-172).

Finans teknolojisi alanında YZ uygulamalarının dağılımı incelendiğinde, ABD 735 şirket ile lider konumdadır. Bu üstünlük, güçlü finansal altyapı ve yatırımcı desteği ile ilişkilendirilmektedir. İngiltere, 227 yatırımcı ile ikinci sırada yer alırken, Londra'nın küresel finans merkezi olması bu durumu desteklemektedir. Çin'in yalnızca 51 yatırımcı ile listede yer alması, ülkenin kapalı finansal ekosistem politikalarına bağlanmaktadır (Tablo 1). Sektörel bazda YZ'nin en yaygın kullanıldığı alan 473 şirket ile ticari finansmandır. Bunu 218 şirket ile WealthTech ve varlık yönetimi, 88 şirket ile tüketici finansmanı ve 79 şirket ile sermaye piyasaları takip etmektedir. FinTech ve dijital bankacılık ise 21 şirket ile en düşük paya sahiptir. Genel olarak, YZ'nin finans sektöründe hızla yaygınlaştığı ancak bölgesel ve sektörel yoğunlukların farklılık gösterdiği söylenebilir. YZ'nin sunduğu analitik ve otomasyon avantajları, finansal verimliliği artırırken rekabet dinamiklerini de değiştirmektedir (Tablo 1).

Tablo1. Finans Teknolojilerinde YZ'nin Endüstri Ölçeğinde Değerlendirilmesi

Ülkelere Göre Finans Teknolojisinde YZ Yatırımcıları: İlk 5		Sektöre Göre Finans Teknolojisi Şirketlerinde YZ İlk 5	
Abd	735	Ticari Finansman	473
İngiltere	227	WealthTech ve Varlık Yönetimi	218
Çin	51	Tüketici Finansmanı	88
Hindistan/Singapur	55	Sermaye Piyasaları: Kurumsal Aracılık	79
Almanya	26	FinTech / Dijital Bankacılık	21
YZ Finans Teknolojisi Sektör Büyüklüğü			
Şirketler	735		
Yatırımcılar	227		
Bağlantılar	51		

Kaynak: AI Ecosystem, 2025b

3.2.2. Sağlık sektörü

YZ, sağlık sektöründe hastalıkların erken teşhisi, tedavi planlaması ve hasta takibi gibi kritik alanlarda önemli ilerlemeler sağlamaktadır. Derin öğrenme algoritmaları, medikal görüntülerin analizi, genetik verilerin işlenmesi ve klinik karar destek sistemleri gibi uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle, kanser taramaları, radyoloji ve patoloji alanlarında YZ destekli analizler, teşhis süreçlerinin doğruluğunu artırarak erken müdahale imkânı sunmaktadır. Ayrıca, kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları ve hasta özelinde geliştirilen tedavi planları sayesinde sağlık hizmetlerinin etkinliği ve verimliliği artmaktadır (Esteve, Kuprel ve Novoa, 2017:115–118; Litjens ve vd., 2017: 68-88; Jiang vd, 2017:230-243; Miotto vd., 2018: 1236–1246; Obermeyer ve Emanuel 2016: 1216 – 1219).

Sağlık teknolojileri sektöründe YZ uygulamalarının bölgesel dağılımı incelendiğinde, ABD'nin 1050 yatırımcı ve 735 sağlık teknolojisi şirketi ile bu alandaki lider konumunu koruduğu görülmektedir. İngiltere, 163 yatırımcı ve 106 şirket ile ikinci sırada yer alırken, Çin, Kanada ve Hindistan gibi ülkeler de önemli oyuncular arasında bulunmaktadır. Sektörel bazda değerlendirildiğinde, YZ uygulamalarının en yoğun şekilde MedTech (tıbbi teknoloji) alanında kullanıldığı ve 3659 şirketin bu sektörde faaliyet gösterdiği görülmektedir. Bunu, 700 şirket ile tele-sağlık, 693 şirket ile NeuroTech (sinirbilim tabanlı teknolojiler), 506 şirket ile kişiselleştirilmiş tıp ve 377 şirket ile ruh sağlığı teknolojileri takip etmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Sağlık Teknolojilerinde YZ'nın Endüstriyel Boyutunun Analizi

Ülkelere Göre Sağlık Teknolojisinde YZ Yatırımcıları: İlk 5		Sektöre Göre Sağlık Teknolojisi Şirketlerinde YZ İlk 5	
Abd	1050	Abd	735
İngiltere	163	İngiltere	106
Çin	158	Kanada	91
Hindistan/Singapur	153	Hindistan	84
Almanya	104	İsrail	68
YZ Sağlık Teknolojisi Sektör Büyüklüğü		Sektöre Göre Sağlık Teknolojisi Şirketlerinde YZ İlk 5	
Şirketler	6568	MedTech	3659
Yatırımcılar	4536	TeleSağlık	700
Bağlantılar	73	NeuroTech	693
		Kişiselleştirilmiş Tıp	506
		Ruh Sağlığı	377

Kaynak: AI Ecosystem, 2025c

3.2.3. Üretim sektörü

YZ, üretim sektöründe otomasyon, kalite kontrol ve tedarik zinciri yönetimi gibi kritik alanlarda verimliliği artırarak üretim süreçlerini daha esnek ve sürdürülebilir hale getirmektedir. YZ destekli robotlar, üretim hatlarında insan iş gücünü tamamlayarak süreçleri hızlandırmakta ve hata oranlarını düşürmektedir. Ayrıca, YZ algoritmaları ve nesnelerin interneti (IoT) teknolojileri sayesinde, üretim makinelerinin durumu anlık olarak izlenebilmekte ve arıza tahmin sistemleri aracılığıyla bakım süreçleri önceden planlanarak operasyonel aksaklıkların önüne geçilmektedir (Zhou, Liu ve Zhou, 2015: 2147-2152; Xu, Xu ve Li, 2018: 2941–2962; Kusiak, 2017: 508–517; Lee, Bagheri ve Kao, 2015: 18-23)

Endüstriyel YZ teknolojilerinin bölgesel dağılımında, ABD, 2123 yatırımcı ve şirketle lider konumda yer alırken, İngiltere 652 yatırımcıyla ikinci sıradadır. Çin, Hindistan/Singapur ve Almanya gibi ülkeler de sektördeki paylarını artırmaktadır. Sektör bazında ise taşımacılık ekipmanları, 848 şirketle başı çekerken, endüstriyel IoT 727 şirket, savunma sanayi 397 şirket, atık yönetimi 130 şirket ve madencilik 13 şirket ile takip edilmektedir. YZ, özellikle büyük ölçekli üretim tesislerinde verimliliği artıran otomasyon sistemleriyle, maliyetleri düşürüp rekabet gücünü artırmaktadır. Ancak, bu teknolojilerin entegrasyonu, ülkeler ve sektörler arasında farklı hızlarla gerçekleşmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Endüstriyel Teknolojilerde YZ'nın Sektörel Boyutunun Değerlendirilmesi

Ülkelere Göre Endüstriyel Teknolojisinde YZ Yatırımcıları: İlk 5		Sektöre Göre Endüstriyel Teknolojisi Şirketlerinde YZ İlk 5	
Abd	2123	Taşımacılık Ekipmanları	848
İngiltere	652	Endüstriyel Iot	727
Çin	132	Savunma	397
Hindistan/Singapur	266	Atık Yönetimi	130
Almanya	141	Madencilik	13
YZ Endüstriyel Teknolojisi Sektör Büyüklüğü			
Şirketler	2123		
Yatırımcılar	652		
Bağlantılar	132		

Kaynak: AI Ecosystem, 2025d

3.2.4. Eğitim sektörü

Eğitim sektöründe YZ, bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunarak öğrenme süreçlerini daha verimli ve etkili hale getirmektedir. YZ tabanlı sistemler, öğrenci performansını analiz ederek bireysel öğrenme ihtiyaçlarına göre ders

içeriklerini uyarlamakta ve böylece kişiye özel eğitim modellerinin uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Ayrıca, otomatik değerlendirme sistemleri sayesinde sınav ve ödevlerin hızlı bir şekilde değerlendirilmesi sağlanmakta, bu da öğretmenlerin iş yükünü azaltarak daha verimli bir öğretim süreci sunmaktadır. Doğal dil işleme ve makine öğrenmesi algoritmalarının gelişimiyle birlikte, YZ destekli akıllı eğitim platformları ve sanal öğretmenler, öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha aktif katılımını teşvik etmektedir (Doruköz ve Uslu, 2023: 45–62; Gülşen, 2019: 407–436; Holmes, Bialik ve Fadel, 2019; Seijo, López-Fernández ve Bernhard, 2020: 5792-5805; Zawacki-Richter, Marín ve Bond, 2019; Baker ve Inventado, 2014:61-75; Heffernan ve Heffernan, 2014: 470–497 ; Zeybek ve Hasırcı,2024)

3.2.5. Hizmet sektörü

Hizmet sektöründe YZ, müşteri hizmetleri, pazarlama stratejileri ve operasyonel süreçlerin optimize edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. YZ destekli sohbet botları ve sanal asistanlar, müşteri etkileşimlerini hızlandırarak daha etkili ve verimli hizmet sunulmasını sağlamakta, bu sayede işletmelerin müşteri memnuniyetini artırmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, büyük veri analitiği ile entegre edilen YZ uygulamaları, müşteri davranışlarını analiz ederek hedefe yönelik pazarlama kampanyalarının geliştirilmesini mümkün kılmaktadır (Davenport ve Ronanki, 2018; Huang ve Rust, 2018: 155-172; Wirtz vd., 2018: 907-931; Kaplan ve Haenlein, 2019: 15-25; Belber ve Özmen, 2024:1085-1101.).

Küresel YZ trendleri, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve büyük dil modelleri gibi teknolojilerin sektörel ihtiyaçlarla birleşmesiyle şekillenmektedir. Bu gelişmeler, hizmet sektöründe verimliliği artırırken, yeni iş modellerinin ortaya çıkmasını da teşvik etmektedir. İletişim sektöründe YZ uygulamalarına incelendiğinde, ABD 792 yatırımcı ve 3283 şirket ile lider konumdadır. İngiltere 276 yatırımcı ile ikinci sırada yer alırken, Çin, Hindistan/Singapur ve Almanya da önemli oyuncular arasındadır. Sektörel dağılımda, YZ destekli iletişim teknolojilerinin en yoğun kullanıldığı alan 2344 şirket ile internet medya ve hizmetleri olup, bunu 817 şirket ile e-Ticaret ve 122 şirket ile telekomünikasyon hizmetleri takip etmektedir. Genel olarak, YZ'nin hizmet sektöründeki uygulama alanları genişlemekte ve müşteri odaklı hizmet anlayışını dönüştürmektedir. Veri analitiği, doğal dil işleme ve makine öğrenmesi tabanlı uygulamaların gelişimi, hizmet sektörünü daha otomatik, kişiselleştirilmiş ve verimli hâle getirmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. İletişim Sektöründe YZ'nin Endüstriyel Boyutunun Değerlendirilmesi

Ülkelere Göre İletişim	Teknolojisinde YZ Yatırımcıları: İlk 5	Sektöre Göre İletişim Teknolojisi Şirketlerinde YZ İlk 5
Abd	792	Telekomünikasyon Hizmetleri 122
İngiltere	276	e-Ticaret 817
Çin	56	İnternet Medya ve Hizmetleri 2344
Hindistan/Singapur	146	
Almanya	55	
YZ İletişim Teknolojisi Sektör Büyüklüğü		
Şirketler	3283	
Yatırımcılar	725	
Bağlantılar	150	

Kaynak: AI Ecosystem, 2025a

4. Yapay Zekâ Patentleri ve Küresel Dağılımı

YZ, günümüzün en önemli teknolojik alanlarından biri haline gelmiş olup, ülkeler ve şirketler bu alanda rekabet avantajı sağlamak için çeşitli stratejiler geliştirmektedir. Bu stratejilerin başında, fikrî mülkiyet haklarının korunması ve yönetilmesi gelmektedir. Özellikle patentler, YZ alanındaki yeniliklerin ticarileştirilmesi ve korunmasında kritik bir rol oynamaktadır. YZ teknolojilerinin hızlı gelişimi, bu alanda yapılan patent başvurularının da önemli ölçüde artmasına yol açmıştır. Patentler, yenilikçi teknolojilerin korunmasını sağlayarak, fikrî mülkiyet haklarını güvence altına alır ve şirketlerin araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerine yönelik yatırımlarını teşvik eder. Bu durum, şirketlerin uzun vadeli stratejik planlamalar yapmalarına ve pazardaki rekabet güçlerini artırmalarına katkı sağlamaktadır (Brynjolfsson ve McAfee, 2020). Patentler yalnızca teknolojik yeniliklerin korunmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda inovasyon ekosisteminin sürdürülebilirliğini de destekler. Şirketler, patentler aracılığıyla Ar-Ge faaliyetlerine yaptıkları yatırımları koruyarak, rakip firmaların benzer teknolojileri izinsiz kullanmasını engelleyebilir (Ziedonis, 2004: 804-820). Bu şekilde, yenilikçi fikirlerin ticarileştirilmesi kolaylaşır ve firmalar fikrî mülkiyetlerini daha etkin bir şekilde yönetebilir. Ayrıca, patentler lisanslama yoluyla şirketlere ek gelir sağlama imkânı sunar. Patent sahibi kuruluşlar, geliştirdikleri teknolojileri farklı firmalara lisanslayarak gelir elde edebilir ve böylece Ar-Ge yatırımlarını finanse edebilirler. Bunun

yanı sıra, patentlerin devredilmesi veya satılması da işletmeler için önemli bir ekonomik değer yaratmaktadır (Kogan vd., 2017: 665–712; Hall ve Harhoff, 2012: 541-565; OECD, 2021; Cockburn, Henderson ve Stern, 2020).

4.1. Ülkelerin patent stratejileri

YZ teknolojileri alanında küresel ölçekte en fazla patent başvurusuna sahip olan ve YZ ekosistemine yön veren bölgeler Çin, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Avrupa Birliği (AB) arasında yer almaktadır. Özellikle Çin, ABD ve AB, 2022 yılı itibarıyla küresel YZ patent başvurularının büyük bir bölümünü oluşturarak bu alanda lider konumda bulunmaktadır. Çin, YZ patent başvurularında dünya lideri olup, ABD ve AB de önemli sayıda patent başvurusu ile onu takip etmektedir. Bu ülkeler, YZ alanındaki patent stratejileri ve uyguladıkları politikalar ile küresel YZ ekosisteminde belirleyici rol oynamaktadır. Çin, YZ patent başvurularında dünya lideri olup, ABD ve AB de önemli sayıda patent başvurusu ile onu takip etmektedir. Çin, YZ alanında lider ülkelerden biri olarak devlet destekli politikalar ve stratejilerle bu alandaki gelişimini hızla sürdürmektedir. "Made in China 2025" stratejisi çerçevesinde, YZ teknolojilerine büyük yatırımlar yapılmakta ve fikrî mülkiyet haklarının güçlendirilmesi amacıyla patent başvuruları teşvik edilmektedir (Huang, 2025). Bu stratejik yaklaşım, Çinli şirketlerin ve araştırma kurumlarının YZ patent faaliyetlerinde önemli bir artışa yol açmıştır. Örneğin, 2022 yılında Çinli kuruluşlar 29.853 YZ patent başvurusu yapmış, bu sayı ABD'nin aynı yıl yaptığı 16.805 başvurunun yaklaşık %80 üzerinde yer almaktadır (İjiwei, 2025). Çin'deki devlet destekli fonlar, vergi teşvikleri ve Ar-Ge merkezlerine sağlanan finansal kaynaklarla akademik ve endüstriyel inovasyon hız kazanmıştır. Bu durum, Çin'in YZ patent başvurularında küresel ölçekte lider konumda olmasına ve küresel YZ ekosistemindeki rekabet gücünü artırmasına yardımcı olmaktadır (Spegele, Douglas ve Kubota, 2025). Çinli şirketlerin artan patent portföyü, uluslararası iş birliklerini ve lisanslama faaliyetlerini güçlendirerek, ülkenin teknoloji ihracatını ve küresel pazardaki etkisini artırmaktadır (Eren vd., 2024: 113-148; Huang, 2025).

ABD, YZ teknolojilerinin geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi açısından öncü ülkelerden biridir. Özel sektörün yoğun Ar-Ge faaliyetleri, üniversitelerin katkıları ve kamu-özel iş birlikleri sayesinde YZ patent başvurularında önemli bir artış yaşanmaktadır. ABD'deki büyük teknoloji şirketleri, YZ alanında kapsamlı araştırmalar yaparak fikrî mülkiyet haklarını korumak için geniş patent portföyleri oluşturmaktadır. Örneğin, IBM'in YZ alanında 8.920, Microsoft'un ise 5.930 patent başvurusu bulunmaktadır (TÜBİTAK, 2024). Ayrıca, Stanford, MIT ve Carnegie Mellon gibi üniversiteler akademik araştırmalarla YZ alanındaki yeniliklerin gelişmesini sağlamaktadır. ABD'nin yenilikçiliği teşvik eden regülasyonları, şirketlerin araştırmalarını hızlandırarak yeni teknolojilerin ticarileşmesini kolaylaştırmaktadır. Güçlü patent sistemi ve devlet destekli fonlar, ABD'nin YZ ekosisteminin büyümesine katkı sağlamaktadır (Yılmaz, Sözer ve Elver, 2021: 445-469; TÜBİTAK, 2024).

Avrupa Birliği (AB) ise, YZ teknolojilerinin etik ve sürdürülebilir kullanımına büyük önem vererek, patent stratejilerini etik değerlere uygun şekilde şekillendirmektedir (Gezici, 2023a:111-128; Meydancı, 2023). AB'nin YZ alanındaki politika çerçevesi, teknolojik inovasyonu teşvik ederken insan hakları, veri gizliliği ve güvenlik gibi etik ilkeleri koruma amacını gütmektedir. Avrupa Patent Ofisi (EPO), YZ patent başvurularını değerlendirirken yenilik ve teknik katkının yanı sıra etik uyumu da göz önünde bulundurmaktadır. Şeffaflık, hesap verebilirlik ve ayrımcılığın önlenmesi gibi ilkeler, AB'nin YZ stratejilerinin temelini oluşturur (Yılmaz, Sözer ve Elver, 2021: 445-469). AB, etik değerlere dayalı bir YZ ekosistemi oluşturarak, küresel YZ yarışındaki konumunu yalnızca teknolojik ilerleme değil, aynı zamanda sorumlu YZ geliştirme anlayışına dayandırmaktadır.

4.2. Şirketlerin patent stratejileri

Büyük teknoloji şirketleri, YZ alanındaki rekabet avantajlarını korumak ve güçlendirmek amacıyla kapsamlı patent stratejileri geliştirmektedir. Bu stratejiler, hem şirketlerin fikrî mülkiyet haklarını güvence altına almasını hem de sektör genelinde teknoloji paylaşımını optimize etmesini sağlamaktadır.

-Teknolojik Engelleme: Şirketler, rakip firmaların benzer teknolojileri kullanmasını zorlaştırmak ve pazardaki rekabet avantajlarını sürdürmek amacıyla geniş kapsamlı patent başvuruları yapmaktadır. Bu strateji, belirli YZ algoritmalarının ve sistemlerinin korunmasını sağlayarak rakiplerin benzer çözümleri geliştirmesini veya ticarileştirmesini sınırlamaktadır. Teknolojik engelleme, özellikle pazar lideri konumunda olan firmalar tarafından stratejik bir bariyer olarak kullanılmakta ve sektördeki giriş engellerini artırmaktadır (Öztemel ve Gürsev, 2020: 127-17-82, Öztemel, 2020:95-112).

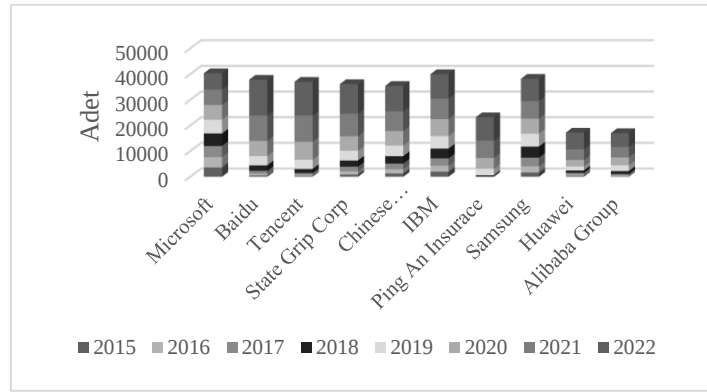
-Lisanslama Modelleri: YZ teknolojilerinin ticarileştirilmesinde patent lisanslama modelleri önemli bir rol oynamaktadır. Şirketler, sahip oldukları patentleri lisanslayarak ek gelir kaynakları oluşturmakta ve aynı zamanda teknolojinin daha geniş bir ekosisteme yayılmasını sağlamaktadır. Bu strateji, özellikle inovasyon ekosistemini desteklemek isteyen firmalar tarafından tercih edilmekte olup, ortak Ar-Ge projeleri ve iş birliklerini teşvik etmektedir. Ayrıca, lisanslama yoluyla belirli teknolojilere erişim sağlayan şirketler, Ar-Ge maliyetlerini azaltarak daha verimli bir inovasyon süreci yürütebilmektedir (Bayındır, 2022).

-Patent Havuzları: Belirli YZ teknolojilerine yönelik patent havuzları, sektör genelinde ortak bir inovasyon ortamı oluşturmak amacıyla kullanılan bir stratejidir. Bu modelde, birden fazla şirket ve araştırma kurumu, belirli bir teknoloji alanındaki patentlerini bir havuzda birleştirerek, karşılıklı erişim ve kullanım hakları sunmaktadır. Patent havuzları, özellikle standartlaştırılmış teknolojilerde ve açık inovasyon süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, bu strateji sayesinde şirketler arasındaki gereksiz patent anlaşmazlıkları azaltılmakta ve inovasyon sürecinin daha hızlı ilerlemesi sağlanmaktadır (Eren vd., 2024: 113-148; Bayuk ve Demir, 2019: 781-799).

4.3. Küresel yapay zekâ patentleri ve inovasyon trendleri

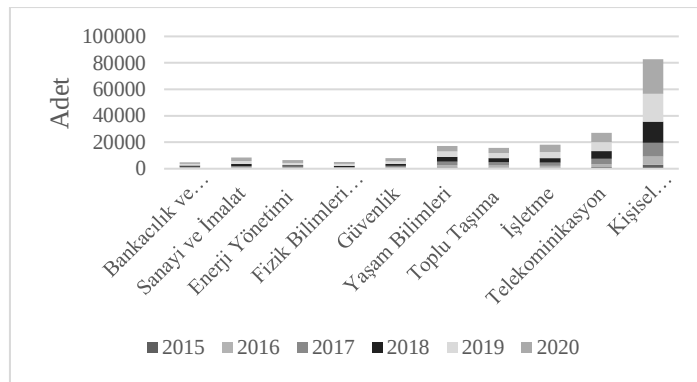
YZ teknolojisi son yıllarda hızla gelişerek küresel ekonomi ve endüstrilerde dönüşüm yaratmaktadır. Bu ilerleme, patentlerin yeniliklerin korunması ve ticarileştirilmesinde önemli bir rol oynamasına yol açmıştır. Küresel YZ patentleri, lider ülkeleri ve şirketleri, ön planda olan teknolojileri ve gelecekteki fırsatları belirlemede kritik bir göstergedir. Grafik 1, 2015-2022 yılları arasında önde gelen şirketlerin patent başvuruları ve yatırımlarındaki eğilimleri göstermektedir. Microsoft, Baidu, Tencent, IBM, Samsung, Huawei ve Alibaba gibi teknoloji devlerinin yanı sıra Çin merkezli State Grid ve Ping An da bu listede yer almaktadır. 2018 sonrası dönemde, özellikle Çinli şirketler (Baidu, Tencent, Huawei, Alibaba) YZ faaliyetlerinde büyük bir artış göstermiştir. Bu durum, Çin'in küresel liderlik hedefini desteklerken, Batılı şirketler ise yenilikçi çözümler geliştirmeye devam etmektedir (Grafik 1).

Grafik 2'de, 2015-2020 yılları arasında YZ patentlerinin tüm sektörlerde hızla arttığını göstermektedir. Kişisel cihazlar ve bilgi işlem sektörü, 25.982 patentle en yüksek artışa sahiptir, akıllı cihazlar ve yazılım alanında YZ'nın yaygınlaştığını yansıtmaktadır. Telekomünikasyon (7.040 patent) ve işletme (5.484 patent) sektörleri, sırasıyla 5G ve iş süreçlerinde YZ'nın benimsendiğini göstermektedir. Yaşam bilimleri (4.036 patent) ve toplu taşıma (3.968 patent) gibi sektörlerde de önemli artışlar gözlemlenmiştir. Bu eğilimler, YZ'nın endüstriyel uygulamalarda giderek daha kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır (Grafik 2).



Grafik 1. Küresel Makine Öğrenmesi ve YZ Patent Sayıları (Adet)

Kaynak: ElectroIQ, 2024



Grafik 2. Sektörlere Göre YZ Patentlerinin Yıllık Dağılımı

Kaynak: Giattino, Mathieu, Samborska ve Roser, 2025

2013-2020 yılları arasında kişi başına YZ patent başvurularında Asya ülkeleri öne çıkmıştır. Çin, %3.166 artışla 1'den 46'ya, Güney Kore %2.653 artışla 6'dan 160'a yükselerek lider konuma gelmiştir. Japonya (%1.117) ve Tayvan (%1.214) da dikkat çekici artışlar kaydetmiştir. Türkiye, 2013'te 0 olan patent sayısını 2020'de 1'e yükselterek %1.261 oranında bir artış yaşamıştır. Avrupa'da Almanya (%1.436) ve Finlandiya (%1.080), Amerika'da ise ABD (%436) ve Birleşik Krallık (%415) kayda değer artışlar gösterirken, Hindistan (-91%), Ukrayna (-91%) ve Malezya (-87%) gibi ülkelerde azalma veya sınırlı artışlar gözlemlenmiştir. Küresel ölçekte kişi başına YZ patent başvuruları %1.502 oranında artmış ve bu durum YZ teknolojilerinin hızla benimsendiğini ve küresel rekabetin yoğunlaştığını

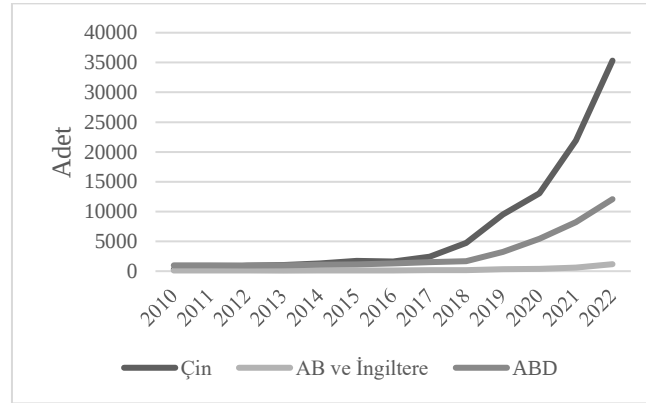
göstermektedir (Grafik 3). Güney Kore, Japonya ve Tayvan'ın YZ alanındaki başarıları, güçlü ulusal stratejiler ve politika belgeleri ile desteklenmektedir. Güney Kore, "Artificial Intelligence National Strategy (2019)" belgesi ile devlet destekli Ar-Ge programlarını ve teknoloji transferini önceliklendirerek YZ ekosistemini güçlendirmiştir. Japonya, "AI Strategy 2019" ile üniversiteler ve özel sektör iş birliği aracılığıyla YZ araştırmalarını desteklemiş, insan kaynağı yetiştirme ve etik ilkeler belirleme konularına odaklanmıştır. Tayvan ise "AI Taiwan Action Plan (2018-2023)" ile yarı iletken üretimindeki güçlü altyapısını kullanarak YZ alanında yenilikçiliği teşvik etmiştir (Giattino, Mathieu, Samborska ve Roser, 2025) (Grafik 3).

2010-2022 yılları arasında YZ alanında gerçekleştirilen patent başvurularının ülkelere göre dağılımı incelendiğinde, Çin'in bu alanda açık ara lider konumda olduğu görülmektedir. Çin, 2010 yılında 307 olan patent başvuru sayısını 2022 yılı itibarıyla 35.315'e yükselterek, YZ teknolojilerindeki gelişim ve yenilikçilik kapasitesinde önemli bir artış kaydetmiştir. Özellikle 2018 sonrasında hızlanan bu artış, Çin'in YZ alanındaki stratejik yatırımlarını ve teknoloji odaklı politikalarını yansıtmaktadır. ABD, 2010'da 984 olan patent başvuru sayısını 2022'de 12.077'ye yükselterek istikrarlı bir büyüme kaydetmiştir. AB ve İngiltere ise daha düşük bir artışla sırasıyla 137'den 1.173'e ulaşmıştır. Bu veriler, Çin'in YZ alanındaki küresel liderliği ele geçirdiğini, ABD'nin rekabette güçlü bir şekilde varlığını sürdürdüğünü ve AB ile İngiltere'nin daha yavaş bir büyüme süreci yaşadığını ortaya koymaktadır. Bu eğilimler, YZ teknolojilerinin gelecekteki gelişimi ve küresel rekabet dinamikleri açısından önemli ipuçları sunmaktadır (Grafik 4).



Grafik 3. Kişi Başına YZ Patent Başvurularının Yıllık Yoğunluğu

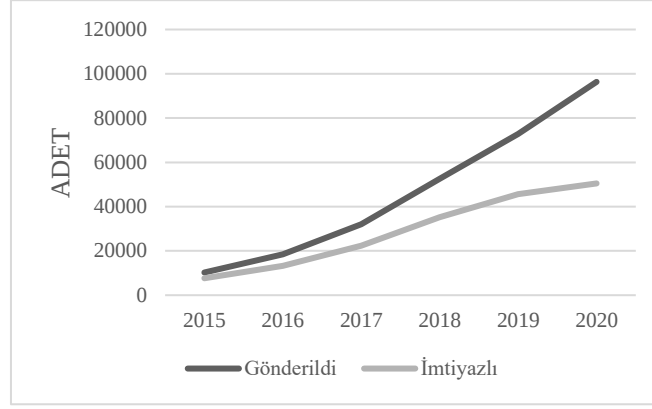
Kaynak: Giattino, Mathieu, Samborska ve Roser, 2025



Grafik 4. YZ Patentlerinin Ülkelere Göre Dağılımı

Kaynak: Visual Capitalist, 2024

2015-2020 yılları arasında dünya genelinde YZ alanında gerçekleştirilen patent başvuruları ve bu başvuruların statüleri incelendiğinde, hem başvuru sayılarında hem de imtiyazlı (onaylanmış) patentlerde kayda değer bir artış gözlemlenmiştir. 2015 yılında toplam 10.257 olan patent başvuru sayısı, 2020 yılına gelindiğinde 96.358'e yükselerek yaklaşık dokuz katlık bir artış sergilemiştir. Bu yükseliş, YZ teknolojilerinin endüstriyel ve ticari uygulamalarda giderek daha fazla benimsendiğini ve yeniliklerin hız kazandığını göstermektedir. Benzer şekilde, imtiyazlı patent sayısında da önemli bir artış gerçekleşmiş; 2015 yılında 7.650 olan onaylanmış patent sayısı, 2020 yılında 50.477'ye ulaşmıştır. Bu veriler, YZ teknolojilerinin hızlı bir şekilde ticarileştiğini ve küresel ölçekte rekabetin yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Özellikle 2018 yılından itibaren patent başvurularındaki ve imtiyazlı patentlerdeki artış, YZ'nin stratejik bir öncelik haline geldiğini ve teknoloji rekabetinde kritik bir konumda bulunduğunu göstermektedir (Grafik 5).



Grafik 5. YZ Alanında Dünya Çapında Yıllık Patent Başvuruları ve Statü Dağılımı

Kaynak: Giattino, Mathieu, Samborska ve Roser, 2025

5. Yapay Zekâ Yatırımları ve Ekonomik Etkileri

5.1. Özel sektör ve kamu yatırımları arasındaki farklar

YZ, günümüzde hem özel sektörün hem de kamu sektörünün stratejik olarak yatırım yaptığı en önemli teknoloji alanlarından biri hâline gelmiştir. Ancak, bu iki sektörün YZ'ya yönelik yatırım yaklaşımları, temel hedefleri, uygulama alanları ve stratejileri açısından farklılık göstermektedir.

5.1.1. Yatırım amaçları ve öncelikleri

Özel sektör, YZ yatırımlarını ağırlıklı olarak rekabet avantajı sağlamak, gelir artırmak ve operasyonel verimliliği maksimize etmek amacıyla gerçekleştirmektedir. Büyük teknoloji firmaları, finans, sağlık, otomotiv ve üretim gibi sektörlerde YZ'yı kullanarak ticarî başarıyı artırmayı hedeflemektedir (Özdoğan, 2017; Sağtaş, 2023: 47-60; Işık, Mert ve Bayhan, 2024:328-338). Buna karşın, kamu sektörü YZ yatırımlarını daha çok toplumsal fayda, kamu hizmetlerinin etkinliği ve ulusal güvenlik gibi hedefler doğrultusunda yönlendirmektedir. Hükûmetler, eğitim, sağlık, güvenlik, ulaşım ve çevre gibi alanlarda YZ teknolojilerini kullanarak kamusal hizmetleri iyileştirmeyi ve toplumun genel refahını artırmayı amaçlamaktadır (Koşar, 2023, Eren vd., 2024:113-148).

5.1.2. Finansman kaynakları ve ar-ge stratejileri

Özel sektör, YZ yatırımlarını genellikle şirket içi Ar-Ge fonları, girişim sermayesi ve yatırımcı desteği ile finanse etmektedir. Büyük teknoloji şirketleri ve start-up ekosistemi, piyasa dinamiklerine uyum sağlayarak hızlı ve inovatif çözümler geliştirmeye odaklanmaktadır. Kamu sektöründe ise finansman devlet bütçeleri, ulusal ve uluslararası fonlar ile sağlanmaktadır. Kamu sektörü, genellikle uzun vadeli ve büyük ölçekli Ar-Ge projelerine yatırım yapmakta ve üniversiteler, araştırma enstitüleri ve özel sektörle iş birlikleri kurarak yenilikçi YZ çözümlerinin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır (Sezal, 2020:233-248; Gülsoy, 2020; Koşar, 2023).

5.1.3. Finansman uygulama alanları

YZ, özel sektörde müşteri ilişkileri yönetimi, pazar analizi, üretim otomasyonu ve finansal tahminlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Sarnıç, 2024; Kaya ve Sağbaş, 2024). Perakende sektöründe müşteri davranışlarını analiz ederek kişiselleştirilmiş öneriler sunmakta, e-ticaret platformlarında ise dinamik fiyatlandırma ve hedefli reklam stratejileri geliştirmektedir (Karaman, 2021; Gülşen, 2019). Üretimde akıllı otomasyon sistemleriyle verimlilik artırılırken, finans sektöründe risk yönetimi ve yatırım tahminleri YZ destekli analizlerle optimize edilmektedir. Kamu sektöründe ise YZ, trafik yönetimi, suç tahmini, vergi denetimleri ve sosyal hizmetlerin dağıtımında kullanılmaktadır. Örneğin, belediyeler trafik akışını optimize etmek için YZ tabanlı sistemler kullanırken, suç tahmin sistemleri önleyici tedbirlere katkı sağlamaktadır. Vergi denetimlerinde ise anomali tespiti algoritmaları ile kaçakçılıkla mücadele edilmektedir (Sapan, 2023; Rüzgar, 2022:1-14; Tamer ve Övgün, 2020:775-803; Özer, 2024; Çerik, 2024).

5.1.4. Yatırım büyüklüğü ve kaynakları

YZ yatırımları, finansman kaynakları bakımından özel ve kamu sektörü arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Özel sektör, büyük teknoloji şirketleri ve start-up ekosistemleri aracılığıyla YZ Ar-Ge çalışmalarına büyük bütçeler ayırmakta, yatırımlarını risk sermayesi, öz sermaye ve ticarî gelirlerle finanse etmektedir. Hızlı inovasyon ve rekabet avantajı sağlamak amacıyla YZ teknolojilerine agresif yatırım stratejileri uygulanmaktadır (Öztürk, 2024). Kamu sektörü ise YZ yatırımlarını devlet bütçeleri, ulusal stratejik fonlar ve uluslararası finansman programlarıyla desteklemektedir. Örneğin, Avrupa Birliği'nin Horizon 2020 ve Horizon Europe programları, YZ araştırmalarına yönelik önemli finansal kaynaklar sağlamaktadır. Benzer şekilde, bazı ülkeler ulusal YZ stratejileri geliştirerek kamu

sektöründeki YZ projelerine büyük ölçekli fonlar tahsis etmektedir (Gezici, 2023b:111-128; Ulaşan, 2020:103-123; Abalı, 2022:205-249).

5.1.5. Düzenlemeler ve etik yaklaşımlar

YZ uygulamalarında özel ve kamu sektörü farklı düzenleyici çerçeveler benimsemektedir. Özel sektör, YZ'yı hızla ticarileştirme eğiliminde olup, etik uyumlulukta zaman zaman eksiklikler gösterebilmektedir. Bu durum, veri gizliliği ihlalleri, algoritmik önyargılar ve şeffaflık eksiklikleri gibi riskler doğurmaktadır. Rekabet baskısı, büyük teknoloji şirketlerini daha az hesap verebilir sistemler geliştirmeye itebilmektedir. Bu nedenle, özel sektörde daha sıkı denetim ve şeffaflık mekanizmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Kamu sektörü ise daha temkinli bir yaklaşım sergileyerek etik standartlar, hesap verebilirlik ve veri güvenliğine öncelik vermektedir. Özellikle Avrupa Birliği gibi gelişmiş ülkeler, YZ'nın insan haklarına uygun şekilde geliştirilmesi için katı düzenlemeler getirmektedir. Örneğin, AB Yapay Zekâ Yasası, yüksek riskli YZ uygulamalarını sınırlandırarak etik uyumluluğu zorunlu kılmaktadır (Bozdoğanoglu, Haspolat ve Yücel, 2024:1-32; Ağdeniz, 2024:121-126; Efe, 2021:1-24).

5.1.6. İşbirliği ve ekosistem:

YZ alanındaki gelişmeler, özel ve kamu sektörü için çok paydaşlı iş birliklerini zorunlu kılmaktadır. Özel sektör, üniversiteler, araştırma merkezleri ve teknoloji firmalarıyla ortak Ar-Ge projeleri, lisans anlaşmaları ve konsorsiyumlar aracılığıyla inovasyonu teşvik etmektedir. Büyük teknoloji şirketleri, yeni YZ çözümleri geliştirmek için start-up'lar ve akademik kurumlarla yakın iş birlikleri kurmaktadır. Kamu sektörü ise akademik kuruluşlar ve özel sektörle ortak projeler geliştirerek kamu yararını maksimize etmeyi ve kaynakları etkin kullanmayı amaçlamaktadır. Bazı ülkeler, kamu ve özel sektörün katkı sunduğu ulusal YZ laboratuvarları kurarak geniş çaplı araştırmalar yürütmektedir. Ayrıca, uluslararası kuruluşlarla iş birliği yaparak standartlar ve düzenleyici çerçeveler oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Birleşmiş Milletler, OECD ve Avrupa Birliği gibi kurumlar, YZ'nın etik kullanımına yönelik küresel politikalar geliştirmekte ve uluslararası iş birliklerini teşvik etmektedir (Küçükvardar ve Aslan, 2024:21-38; Yılmaz, 2021:379-415; Dost, 2023:1271-1313).

5.2. Ülkelere göre yapay zekâ yatırımları

5.2.1. Özel sektör ve hükümet düzeyindeki stratejik yönelimlerle küresel yapay zekâ yatırımları

YZ teknolojileri, küresel ekonomik büyüme ve rekabet gücü açısından stratejik bir öneme sahiptir. Son yıllarda, ülkeler bu alandaki yatırımlarını artırarak teknolojiye dayalı yenilikleri teşvik etmekte ve dijital dönüşüm süreçlerini hızlandırmaktadır. YZ yatırımları, ülkelerin bilimsel araştırma kapasiteleri, sanayi politikaları ve ekonomik öncelikleri doğrultusunda farklılık göstermektedir. Avrupa ülkelerinde YZ alanındaki hükümet yatırımları ve ulusal stratejilerin durumu incelendiğinde, birçok ülkenin bu alanda aktif adımlar attığı görülmektedir. AB üye devletleri ve Norveç gibi ilişkili ülkeler, YZ stratejilerini yayınlamış ve güncellemiştir. Örneğin, Finlandiya, Fransa, Almanya ve İspanya gibi ülkeler stratejilerini oluşturmuş ve bazıları bu stratejilerini güncellemiştir. Özellikle 2020 yılında Bulgaristan, Polonya ve İspanya gibi ülkelerin stratejilerini yayınlaması, YZ alanına verilen önemin arttığını göstermektedir. Bununla birlikte, Avusturya, Yunanistan ve Romanya gibi bazı ülkelerde stratejilerin hala geliştirilme aşamasında olduğu gözlemlenmektedir. İsviçre ise ulusal bir YZ stratejisi yayınlama niyetinde olmadığını belirtmiştir. Bu veriler, Avrupa'da YZ alanındaki politika ve yatırımların farklı hızlarda ilerlediğini, ancak genel olarak YZ'nın stratejik bir öncelik haline geldiğini ortaya koymaktadır. Bu eğilimler, YZ teknolojilerinin gelecekteki gelişimi ve Avrupa'nın küresel rekabetteki konumu açısından önemli ipuçları sunmaktadır. (Tablo 5).

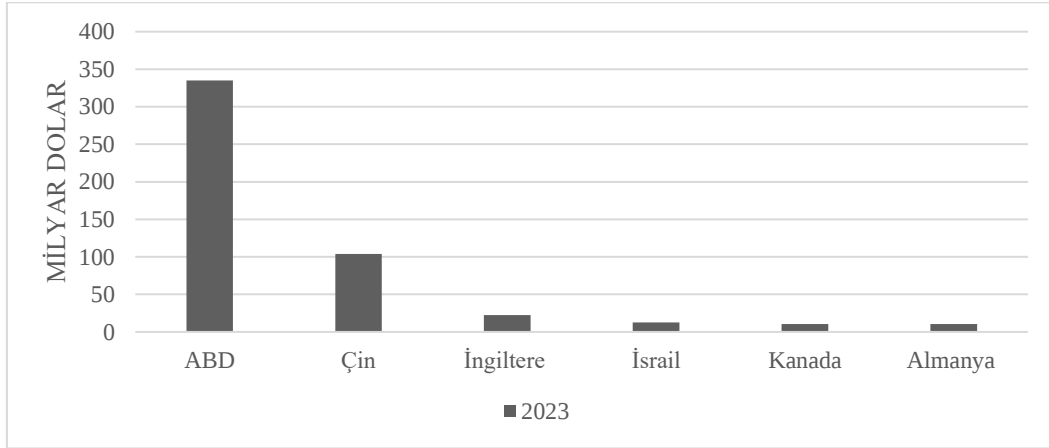
Tablo 5. Ülkelere Göre YZ Alanındaki Hükümet Yatırım Durumları

Ülke	Durum	Tarih	Ülke	Durum	Tarih
Avusturya	Devam ediyor		İtalya	Devam ediyor	
Belçika	Devam ediyor		Letonya	Yayınlandı	Şubat 2020
Bulgaristan	Yayınlandı	Aralık 2020	Litvanya	Yayınlandı	Mart 2019
Hırvatistan	Devam ediyor		Lüksemburg	Yayınlandı	Mayıs 2019
Kıbrıs	Yayınlandı Son güncelleme	Ocak 2020 Haziran 2020	Malta	Yayınlandı	Ekim 2019
Çek Cumhuriyeti	Yayınlandı	Mayıs 2019	Hollanda	Yayınlandı	Ekim 2019
Danimarka	Yayınlandı	Mart 2019	Norveç	Yayınlandı	Ocak 2020
Estonya	Yayınlandı	Temmuz 2019	Polonya	Yayınlandı	Aralık 2020
Finlandiya	Yayınlandı Son güncelleme	Ekim 2017 Kasım 2020	Portekiz	Yayınlandı	Haziran 2019
Fransa	Yayınlandı	Mart 2018	Romanya	Devam ediyor	

Almanya	Yayınlandı Son güncelleme	Kasım 2018 Aralık 2020	Slovakya	Yayınlandı	Temmuz 2019
Yunanistan	Devam ediyor		Slovenya	Yayınlandı	Mayıs 2021
Macaristan	Yayınlandı	Eylül 2020	İspanya	Yayınlandı	Aralık 2020
İrlanda	Devam ediyor		İsveç	Yayınlandı	Mayıs 2018

Kaynak: Joint Research Centre (JRC) – European Commission, 2025

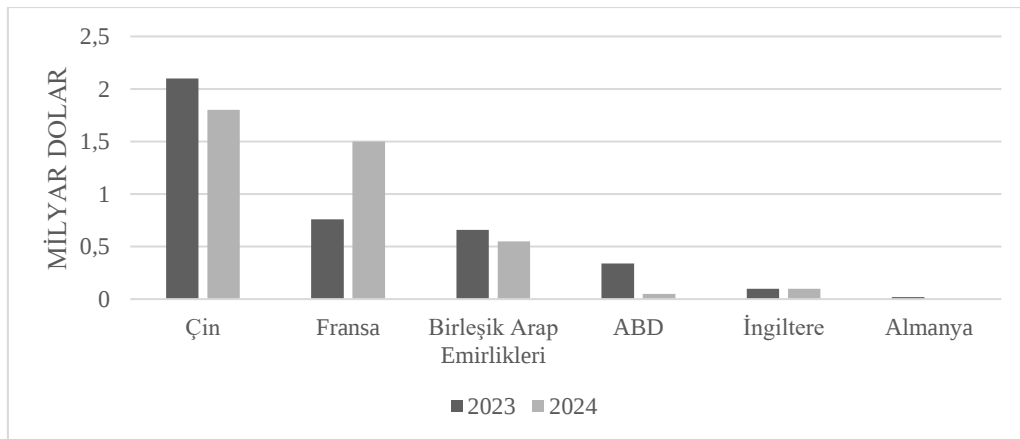
2023 itibarıyla, YZ yatırımlarında ABD, 335,2 milyar dolar ile en büyük paya sahiptir. Bu, ABD'nin küresel YZ liderliğini pekiştirdiğini göstermektedir. Çin, 103,7 milyar dolar ile ikinci sırada yer alırken, bu da ülkenin dijital ekonomisini ve YZ stratejilerini yansıtmaktadır. İngiltere (22,3 milyar dolar), İsrail (12,8 milyar dolar), Kanada (10,6 milyar dolar) ve Almanya (10,4 milyar dolar) ise sektörde daha küçük paylara sahip olsa da önemli oyuncular arasında yer almaktadır. Bu yatırım dağılımı, ülkelerin teknoloji geliştirme kapasitesine, stratejik yönelimlerine ve ekonomik güçlerine göre farklılık göstermektedir. ABD ve Çin arasındaki büyük fark, bu ülkelerin teknoloji yarışındaki liderlik konumlarını vurgulamaktadır. Diğer ülkeler ise sınırlı yatırımlarla, belirli alanlara odaklanarak YZ ekosistemindeki rollerini sürdürmektedir (Grafik 6).



Grafik 6. 2013-2023 Yılları Arasında YZ'ya Yapılan Özel Sektör Yatırımı (Milyar Dolar)

Kaynak: Axios, 2024

2023 ve 2024 yılları arasındaki küresel hükümet düzeyindeki YZ yatırımları, ülkelerin YZ stratejilerinin bir yansımasıdır. 2023 yılında Çin, 2,1 milyar dolarlık yatırımla en büyük paya sahipken, Fransa 0,76 milyar dolar ile ikinci sıradadır. Bu yatırımlar, Çin'in YZ alanındaki stratejik hedeflerini ve Fransa'nın Avrupa'daki liderlik hedefini göstermektedir. Birleşik Arap Emirlikleri, 2023'te 0,66 milyar dolar yatırım yaparak Orta Doğu'daki teknoloji gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Öte yandan, ABD'nin 2023 yılı yatırımları 0,34 milyar dolar ile sınırlı kalırken, 2024'te bu miktar 0,05 milyar dolara gerilemiştir. Bu düşüş, ABD'nin hükümet düzeyindeki YZ yatırımlarının azalmasını ve özel sektöre daha fazla odaklanılmasını işaret edebilir. İngiltere ve Almanya'nın yatırımları ise oldukça düşük seviyelerde kalmış, İngiltere 0,1 milyar dolar, Almanya ise 0,02 milyar dolar yatırım yapmıştır. Almanya'nın 2024 yılı yatırımları sıfır seviyesine inmiştir. Bu durum, bu ülkelerin hükümet düzeyindeki YZ yatırımlarını sınırladığını ve odaklarını başka alanlara kaydardıklarını göstermektedir (Grafik 7).

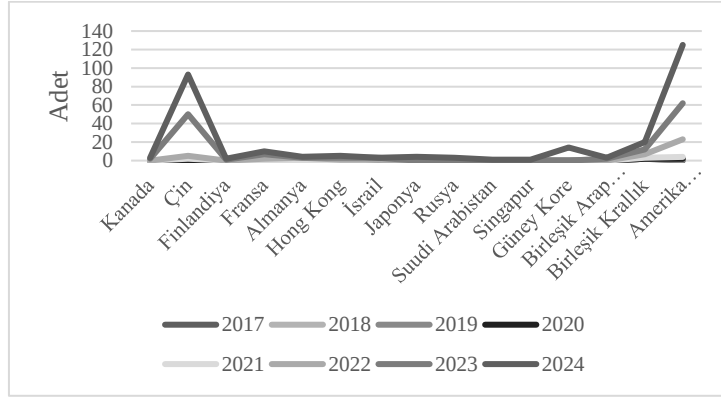


Grafik 7. 2023 ve 2024 Yıllarında Küresel Hükümet Düzeyinde YZ Yatırımları (Milyar Dolar)

Kaynak: Lucidity Insights, 2024

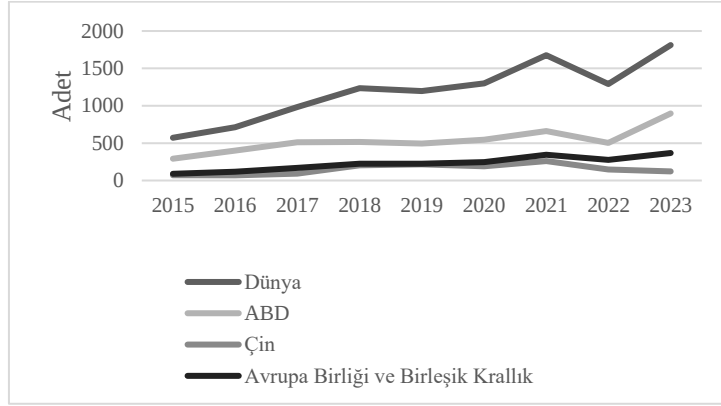
2017 ile 2024 yılları arasında büyük ölçekli YZ sistemlerinin birikimli sayısı incelendiğinde, Çin ve ABD'nin lider konumda olduğu açıkça görülmektedir. Çin, 2021'de 2 olan büyük ölçekli YZ sistem sayısını 2024'te 93'e çıkararak önemli bir büyüme kaydetmiştir. ABD ise 2017'de 0 olan sistem sayısını 2024'te 125'e yükselterek bu alandaki küresel liderliğini pekiştirmiştir. Birleşik Krallık, 2024'te 20 sistemle önemli bir varlık göstermiştir. Güney Kore (14), Fransa (10) ve Almanya (4) gibi diğer ülkeler de büyüme kaydetmiştir. Bu eğilimler, YZ teknolojilerinin gelecekteki gelişimi ve küresel rekabet dinamikleri açısından önemli ipuçları sunmaktadır (Grafik 8)

2015-2023 döneminde, küresel ölçekte YZ şirketlerinin sayısı artmıştır. 2015'te 572 olan şirket sayısı, 2023'te 1.812'ye ulaşmıştır. ABD, 2015'te 292 şirket ile lider konumunu sürdürürken, 2023'te bu sayıyı 897'ye çıkarmıştır. Çin, 2015'te 72 olan şirket sayısını 2023'te 122'ye yükseltmiş; ancak 2022 ve 2023'te düşüş yaşamıştır. Avrupa Birliği ve Birleşik Krallık, 2015'te 90 şirket ile 2023'te 368'e çıkarak istikrarlı bir büyüme göstermiştir. Bu bulgular, ABD'nin liderliğini sürdürdüğünü ve Çin'in karşılaştığı zorlukların etkisini, Avrupa'nın ise gelişen YZ potansiyelini ortaya koymaktadır (Grafik 9).



Grafik 8. Ülkelere Göre Büyük Ölçekli YZ Sistemlerinin Birikimli Sayısı

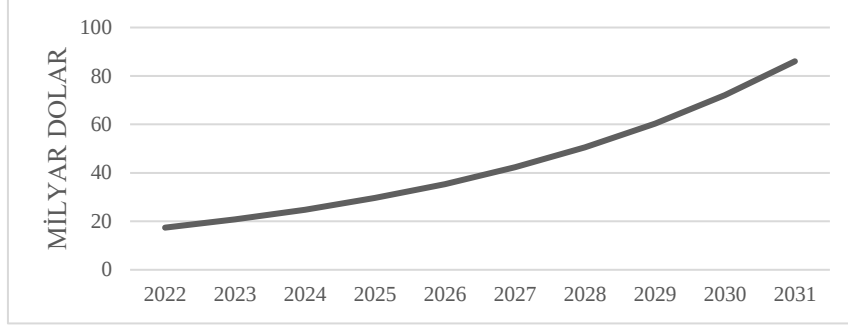
Kaynak: Visual Capitalist, 2024



Grafik 9. Yeni Kurulan YZ Şirketlerinin Sayısı

Kaynak: Visual Capitalist, 2024

2022 ile 2031 yılları arasında YZ tabanlı siber güvenlik pazarının büyüklüğünde kayda değer bir artış yaşanması beklenmektedir. 2022'de 17,4 milyar dolar olan pazar büyüklüğünün, 2031'de 86,05 milyar dolara çıkarak yaklaşık beş kat artması beklenmektedir. Bu büyüme, siber tehditlerin karmaşıklığının artması ve YZ teknolojilerinin siber güvenlik çözümlerinde daha yaygın hale gelmesiyle ilişkilidir. Özellikle 2025 sonrasında pazar büyüklüğünde hızlı bir artış öngörülmekte olup, bu durum YZ tabanlı siber güvenlik çözümlerinin kurumlar ve devletler tarafından daha fazla benimsenmesiyle paralel bir gelişim göstermektedir. Bu eğilim, YZ'nın siber güvenlikteki kritik rolünü pekiştirecek ve bu pazarın küresel ekonomide önemli bir değere dönüşeceğini göstermektedir. Artan yatırımlar ve yoğunlaşan rekabet, bu alandaki gelişmeleri hızlandıracaktır (Grafik 10).



Grafik 10. YZ Tabanlı Siber Güvenlik Pazarı Tahminler

Kaynak: Enterprise Apps Today, 2024

YZ alanındaki önde gelen şirketlerin piyasa değerleri ve hisse senedi fiyatlarına bakıldığında, ABD merkezli şirketlerin bu sektörde belirgin bir liderlik sergilediği gözlemlenmektedir. Microsoft, Apple, NVIDIA, Alphabet (Google) ve Amazon gibi dev teknoloji firmaları, trilyon dolarlık piyasa değerleri ile bu alanda öne çıkmaktadır. NVIDIA, son 30 günde %10,2'lik hisse fiyatı artışıyla dikkat çekmekte ve şirketin YZ ve yüksek performanslı bilgi işlem alanlarındaki güçlü konumunu yansıtmaktadır. Çin merkezli Tencent, Alibaba ve Baidu gibi şirketler de YZ sektöründe önemli bir yer edinmiş olsa da, piyasa değerleri ve büyüklükleri açısından ABD'li şirketlerin gerisindedirler. Ayrıca, Tayvan merkezli TSMC ve Güney Kore merkezli Samsung Electronics gibi yarı iletken üreticileri, YZ teknolojilerinin gelişiminde kritik bir rol üstlenmektedir. Avrupa'da SAP ve ASML gibi şirketler, yazılım ve teknoloji geliştirme alanlarında önemli bir varlık ortaya koymaktadır. Bu bulgular, YZ sektöründeki küresel rekabetin büyük ölçüde ABD merkezli şirketler tarafından domine edildiğini, ancak Asya ve Avrupa'dan gelen şirketlerin de bu alandaki rekabette önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır (Tablo 6).

Tablo 6. YZ Alanında Piyasa Değeri ve Fiyat Değişimi Gösteren Şirketler (Ülkelere Göre)

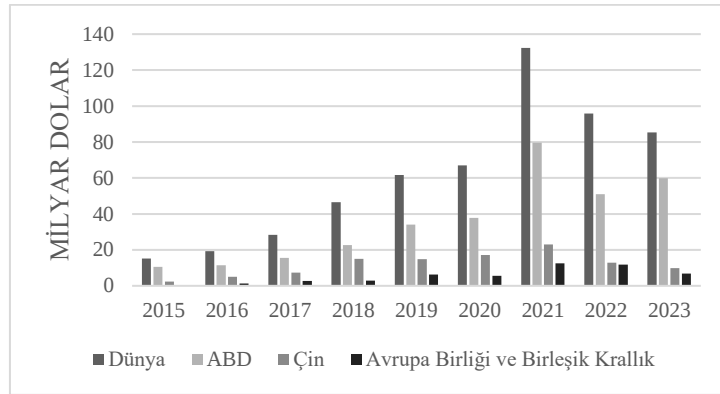
Sıra	Şirket Adı	Piyasa Değeri	Fiyat (Bugün)	Fiyat Değişimi (30 Gün)	Ülke
1	Microsoft	\$2.5 T	\$330.00	+2.5%	ABD
2	Apple	\$2.4 T	\$180.00	+1.8%	ABD
3	NVIDIA	\$1.1 T	\$450.00	+10.2%	ABD
4	Alphabet (Google)	\$1.6 T	\$140.00	+1.2%	ABD
5	Amazon	\$1.4 T	\$130.00	+3.0%	ABD
6	Meta Platforms (Facebook)	\$800 B	\$300.00	+5.5%	ABD
7	Tesla	\$700 B	\$250.00	+4.0%	ABD
8	TSMC (Taiwan Semiconductor)	\$500 B	\$90.00	+2.0%	Tayvan
9	Samsung Electronics	\$400 B	\$60.00	+1.5%	Güney Kore
10	Intel	\$200 B	\$40.00	+1.0%	ABD
11	IBM	\$150 B	\$140.00	+0.8%	ABD
12	Oracle	\$250 B	\$100.00	+1.2%	ABD
13	Baidu	\$50 B	\$150.00	+0.5%	Çin
14	Tencent	\$400 B	\$60.00	+1.0%	Çin
15	Alibaba	\$300 B	\$80.00	+0.7%	Çin
16	SAP	\$150 B	\$120.00	+1.1%	Almanya
17	ASML	\$300 B	\$700.00	+2.5%	Hollanda
18	Qualcomm	\$150 B	\$120.00	+1.3%	ABD
19	Broadcom	\$200 B	\$800.00	+1.8%	ABD
20	AMD	\$180 B	\$100.00	+2.0%	ABD

Not: Bu veriler, Ekim 2024 itibarıyla güncel piyasa değerlerine ve hisse fiyatlarına dayanmaktadır. Piyasa değerleri ve hisse fiyatları sürekli değişebilir, bu nedenle en güncel bilgiler için finansal kaynaklara başvurmanız önerilir.

Kaynak: BigOhTech, 2024

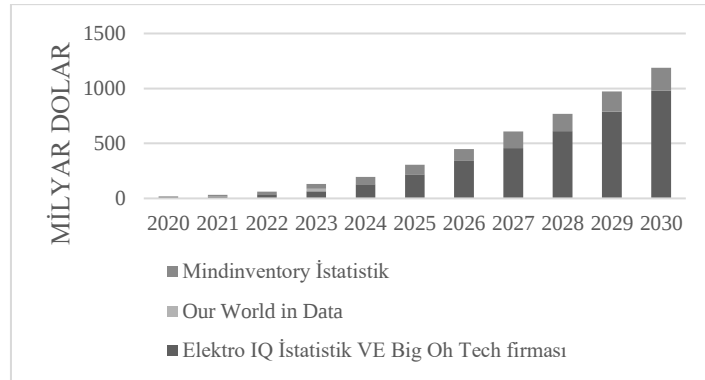
2020-2030 dönemi arasında üretken YZ teknolojilerine yapılan yatırımlar, belirgin bir büyüme eğilimi göstermektedir. 2020 yılında 11 milyar dolar seviyesinde olan yatırımlar, 2021'de 18 milyar dolara, 2022'de ise 37 milyar dolara ulaşmıştır. 2023'te yatırımlar 64 milyar doları bulmuş, bu hızlı artış sektördeki büyümeyi ve üretken YZ teknolojilerine duyulan artan ilgiyi yansıtmaktadır. 2024 itibarıyla bu yatırımların 128 milyar dolara ulaşması beklenmekte olup, 2025 ve 2026 yıllarında sırasıyla 219 milyar dolar ve 340 milyar dolara çıkması öngörülmektedir. ABD'nin liderliğini sürdürdüğü bu süreçte, Çin ve Avrupa Birliği'nin de önemli yatırımlar yaptığı gözlemlenmektedir. (Grafik 11).

Üretken YZ teknolojilerine yapılan küresel yatırımlar, 2020 ile 2030 yılları arasında kayda değer bir büyüme sergilemiştir. 2020'de 11 milyar dolar olan yatırımlar, 2021'de 18 milyar dolara, 2022'de 37 milyar dolara ve 2023'te 64 milyar dolara yükselmiştir. Bu hızlı artış, üretken YZ'ya olan küresel ilgiyi ve sektördeki büyümeyi yansıtmaktadır. 2024'te yatırımların 128 milyar dolara, 2025 ve 2026'da sırasıyla 219 milyar dolar ve 340 milyar dolara ulaşması beklenmektedir. 2027 yılından itibaren ivme kazanan yatırımlar, 2027'de 457 milyar dolar, 2028'de 611 milyar dolar ve 2029'da 790 milyar dolara ulaşacaktır. 2030 yılı itibarıyla yatırımların 981 milyar dolara çıkması öngörülmektedir (Grafik 12).



Grafik 11. Ülkelere Göre YZ Yönelik Yıllık Özel Yatırım Miktarı

Kaynak: Visual Capitalist, 2024



Grafik 12. Üretken YZ'ya Küresel Yatırım (Dünya Geneli, Milyar Dolar)

Kaynak: Visual Capitalist, 2024; ElectroIQ, 2024; MindInventory, 2025

2017-2023 yılları arasında tıp ve sağlık hizmetleri, YZ altyapısı ve yönetişimi, yüz tanıma teknolojileri ve insansız hava araçları gibi alanlara yönelik yıllık özel yatırımların coğrafi dağılımı, önemli değişiklikler göstermektedir. Tıp ve sağlık hizmetleri alanındaki küresel yatırımlar, 2017 ile 2021 yılları arasında hızlı bir artış sergilemiş ve 11,46 milyar dolara ulaşmıştır. Ancak, 2022 ve 2023 yıllarında yatırımlar azalmış ve 2023'te 3,74 milyar dolara gerilemiştir. Bu alanda ABD, 2023 yılında 2,44 milyar dolarlık yatırımla en büyük yatırımcı olmuştur. YZ altyapısı ve yönetişimi alanındaki yatırımlar ise özellikle 2021 ve 2022 yıllarında büyük bir artış göstermiştir. 2021'de 490 milyon dolar olan küresel yatırım, 2022'de 16,25 milyar dolara ulaşmıştır. 2023 yılı itibarıyla ABD, 16,2 milyar dolarlık yatırımla bu alandaki en büyük yatırımcı olmuştur.

Üretken YZ teknolojilerine yapılan küresel yatırımlar, 2020 ile 2030 yılları arasında önemli bir artış göstermiştir. 2020'de 11 milyar dolar olan yatırımlar, 2023'te 64 milyar dolara ulaşmış, 2024'te ise 128 milyar dolara çıkması beklenmektedir. 2025 ve 2026'da sırasıyla 219 milyar dolar ve 340 milyar dolara ulaşması öngörülen yatırımlar, 2030 yılına kadar 981 milyar dolara kadar yükselmesi tahmin edilmektedir. Bu büyüme, üretken YZ'nın küresel ekonomideki etkisini ve sektördeki genişlemeyi vurgulamaktadır (Tablo 7).

Tablo 7. YZ'ya Yönelik Yıllık Özel Yatırım Dağılımı, Odak Alanına Göre

1. Tıp ve Sağlık Hizmetleri (Medical and Healthcare)					2. YZ Altyapısı ve Yönetişim (AI Infrastructure and Governance)				
Yıl	Dünya	ABD	Çin	Avrupa Birliği ve Birleşik Krallık	Yıl	Dünya	ABD	Çin	Avrupa Birliği ve Birleşik Krallık
2017	641,17 milyon	320,58 milyon	99,49 milyon	66,33 milyon	2017	-	-	-	-
2018	1,12 milyar	625,88 milyon	194,24 milyon	129,49 milyon	2018	32,37 milyon	64,79 milyon	31,8 milyon	21,58 milyon
2019	2,34 milyar	1,57 milyar	264,97 milyon	233,18 milyon	2019	233,18 milyon	31,41 milyon	31,41 milyon	116,59 milyon
2020	5,41 milyar	3,65 milyar	1,05 milyar	293,15 milyon	2020	62,82 milyon	180 milyon	50 milyon	10,47 milyon
2021	11,46 milyar	6,73 milyar	2,67 milyar	870 milyon	2021	490 milyon	657,39 milyon	74,07 milyon	260 milyon
2022	8,5 milyar	4,81 milyar	1,33 milyar	1,02 milyar	2022	759,24 milyon	16,2 milyar	26,68 milyon	18,52 milyon
2023	3,74 milyar	2,44 milyar	471,33 milyon	426,86 milyon	2023	16,25 milyar	16,2 milyar	26,68 milyon	8,89 milyon
3. Yüz Tanıma (Facial Recognition)					4. İnsansız Hava Araçları (Drones)				
Yıl	Dünya	ABD	Çin	Avrupa Birliği ve Birleşik Krallık	Yıl	Dünya	ABD	Çin	Avrupa Birliği ve Birleşik Krallık
2017	409,02 milyon	331,34 milyon	33,16 milyon	11,05 milyon	2017	77,38 milyon	44,22 milyon	33,16 milyon	11,5 milyon
2018	1,83 milyar	1,69 milyar	43,16 milyon	0	2018	140,28 milyon	53,96 milyon	32,37 milyon	21,58 milyon
2019	1,01 milyar	105,99 milyon	752,52 milyon	21,2 milyon	2019	190,78 milyon	42,4 milyon	42,4 milyon	31,8 milyon
2020	1,08 milyar	177,99 milyon	617,72 milyon	0	2020	251,27 milyon	136,11 milyon	94,23 milyon	-
2021	3,58 milyar	3,04 milyar	460 milyon	20 milyon	2021	2,2 milyar	2,03 milyar	60 milyon	-
2022	888,87 milyon	370,36 milyon	55,55 milyon	37,04 milyon	2022	3,91 milyar	3,74 milyar	74,07 milyon	9,26 milyon

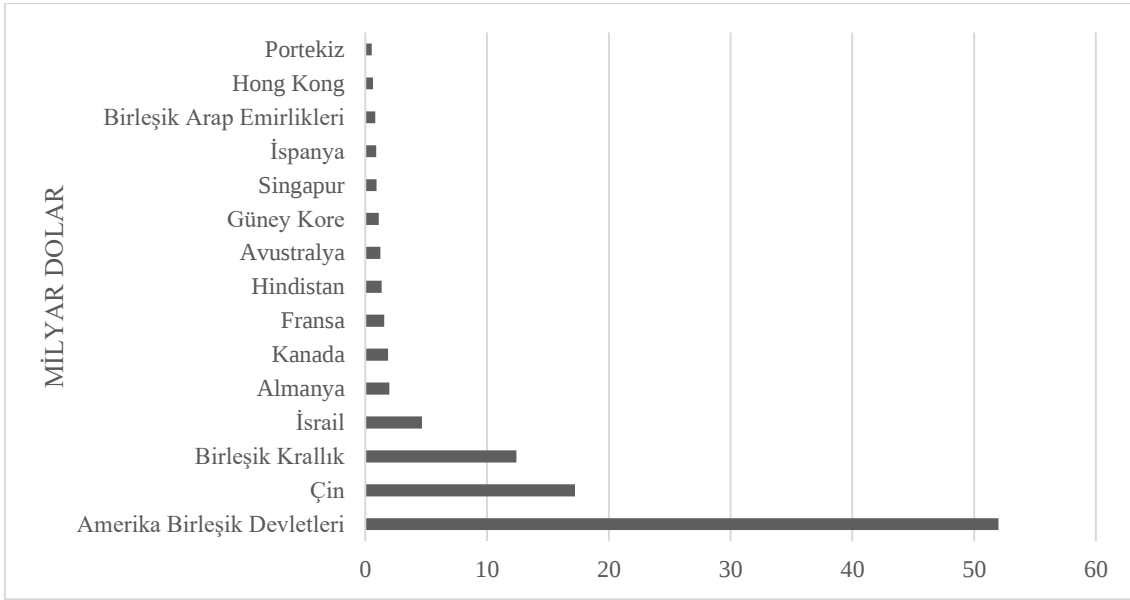
Not: 1,5 milyon dolardan fazla yatırım alan şirketleri içerir. Bu veriler ABD doları cinsinden ifade edilmiştir. Enflasyona göre ayarlanmıştır.

Kaynak: Visual Capitalist, 2024

5.2.2. Coğrafi dağılım ve yatırım odakları

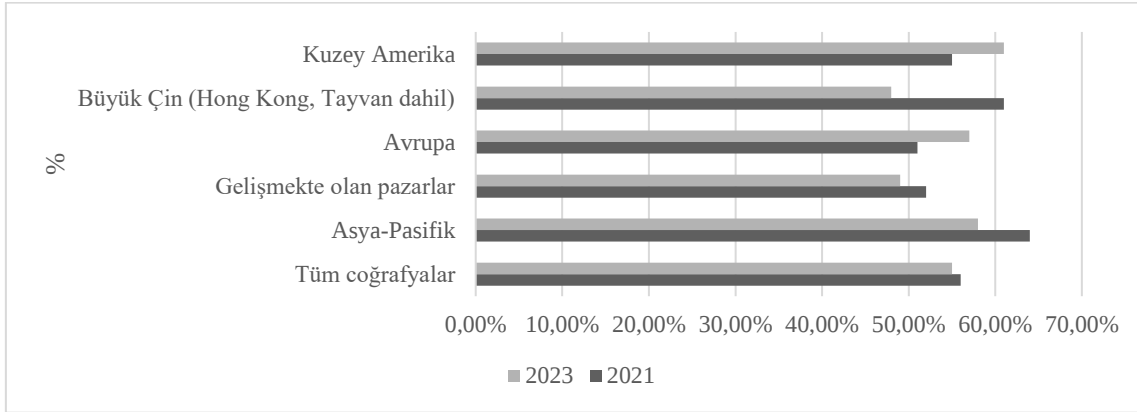
2021 itibarıyla YZ yatırımları coğrafi olarak farklılık göstermektedir. ABD, 52 milyar dolar ile en yüksek yatırımı alırken, Çin 17,21 milyar dolar ile ikinci sıradadır. Birleşik Krallık (12,41 milyar dolar) ve İsrail (4,65 milyar dolar) de önemli yatırımlar yapmaktadır. Almanya ve Kanada sırasıyla 1,98 milyar dolar ve 1,87 milyar dolar yatırım yaparken, Fransa ve Hindistan daha düşük yatırımlarla yer almaktadır. Kuzey Amerika ve Avrupa liderliğini sürdürürken, Asya'nın pazarları hızla büyümektedir. Singapur, Güney Kore ve Birleşik Arap Emirlikleri ise etkili küçük yatırımlar yapmaktadır (Grafik 13).

2021 ile 2023 yılları arasında YZ kullanan şirketlerin bölgesel dağılımında genel bir azalma gözlemlenmiştir. Asya-Pasifik bölgesinde, bu oran %64'ten %58'e düşerken, gelişmekte olan pazarlarda %52'den %49'a gerilemiştir. Avrupa'da ise bu oran %51'den %57'ye yükselmiş, Kuzey Amerika'da ise %55'ten %61'e yükselmiştir. Ayrıca, Büyük Çin bölgesinde oran %61'den %48'e gerileyerek, bölgedeki yapısal değişiklikler ve devlet destekli girişimlerin etkisini ortaya koymaktadır. Bu veriler, bölgesel dijitalleşme stratejileri ve yatırım dinamiklerindeki farklılıkları yansıtmaktadır (Grafik 14).



Grafik 13. 2021 Yılı İtibarıyla Coğrafi Bölgelere Göre YZ Özel Yatırımları

Kaynak: Ai Time Journal, 2022



Grafik 14. Ülkelere Göre YZ Teknolojisi Kullanan Şirketlerin Dağılımı

Kaynak: Ai Time Journal, 2022

6. Sonuç ve Öneriler

YZ, günümüzde ekonomik, sosyal ve teknolojik dönüşümlerin temel dinamiği haline gelmiş olup, üretimden hizmet sektörüne kadar geniş bir yelpazede yenilikçi çözümler sunarak uygulanabilirliğini artırmaktadır. Yapılan analizler, YZ'nın salt teknik bir gelişme olmanın ötesinde, küresel rekabet ve ekonomik üstünlük mücadelesinin merkezinde konumlandığını ortaya koymaktadır. Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği ve diğer gelişmiş ülkeler, YZ ekosistemlerini güçlendirmek amacıyla büyük ölçekli yatırımlar gerçekleştirmekte ve akademik ile endüstriyel kapasiteyi artırmaya yönelik stratejik politikalar geliştirmektedir. Yapılan analizler sonucunda, devlet destekli Ar-Ge projeleri, üniversite-sanayi iş birlikleri ile girişimcilik ekosistemlerine sağlanan teşviklerin kritik bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, YZ araştırmalarına yönelik fonların artırılması, yenilikçi girişimlerin desteklenmesi ve uluslararası iş birliklerinin güçlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, YZ teknolojilerinin ticarileştirilmesine ilişkin fikri mülkiyet haklarının korunması ve patent başvurularının teşvik edilmesi gerekmektedir. Teknoloji transfer ofisleri aracılığıyla araştırma çıktıların sanayiye entegrasyonunun sağlanması ve uluslararası patent kuruluşları ile iş birliğinin artırılması elzemdir.

YZ'nın etik ve hukuki boyutları da ihmal edilmemeli; özellikle algoritmik önyargılar, veri güvenliği ve şeffaflık konularında kapsamlı düzenlemeler geliştirilmelidir. Karar alma süreçlerinde hesap verebilirlik ve etik standartların uygulanabilirliği titizlikle denetlenmeli, Avrupa Birliği'nin YZ Yasası gibi uluslararası düzenlemeler referans alınarak benzer hukuki çerçeveler oluşturulmalıdır. Kişisel veri koruma, veri sahipliği ve ayrımcılığın önlenmesi konularında kamu ve özel sektör arasında koordinasyon sağlanmalıdır. Ek olarak, YZ'nın çeşitli sektörlerde yaygınlaştırılması ve uygulama alanlarının genişletilmesi amacıyla sektör bazlı teşvik politikaları geliştirilmelidir. Sağlık, finans, eğitim ve kamu yönetimi gibi kritik alanlarda YZ tabanlı çözümlerin benimsenmesi, verimlilik ve üretkenlik artışına önemli katkılar sağlayacaktır. Örneğin, sağlık sektöründe erken teşhis sistemleri, finans sektöründe risk analizleri ve kamu

hizmetlerinde karar destek sistemleri öncelikli olarak ele alınmalıdır. Son olarak, YZ'nın iş gücü piyasası üzerindeki etkileri göz önünde bulundurularak dijital yeterliliklerin artırılmasına yönelik eğitim politikaları oluşturulmalıdır. Disiplinler arası akademik programlar yaygınlaştırılmalı, dijital okuryazarlık ve YZ sertifikasyon programları hayata geçirilmeli, kamu ve özel sektör iş birlikleriyle mesleki eğitim programları desteklenmelidir. Ayrıca, çalışanların YZ teknolojileriyle entegrasyonunu kolaylaştıracak politika ve programlar geliştirilerek iş gücü dönüşümü desteklenmelidir. Genel olarak, YZ alanında sürdürülebilir bir inovasyon ekosistemi tesis edilmesi; teknoloji yatırımları, fikri mülkiyet koruması, etik ve hukuki düzenlemeler, sektörel dönüşüm ve insan kaynağının geliştirilmesinin birbirini tamamlayan bütüncül bir strateji çerçevesinde ele alınması gerekmektedir. Bu sayede ülkeler, dijital dönüşüm süreçlerini hızlandırarak küresel YZ rekabetinde stratejik bir konuma ulaşabilecektir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı	Çalışma etik kurul kararı gerektirmemektedir.
Yazarların Makaleye Olan Katkıları	Çalışmanın tamamı T.V. tarafından hazırlanmıştır.
Çıkar Beyanı	Yazar(lar), bu çalışma ile ilgili herhangi bir potansiyel çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynakça

- Abalı, H. G. (2022). Avrupa Birliği yapay zeka politikaları. *Sosyal, beşeri ve idari bilimler alanında uluslararası araştırmalar XV* içinde (s. 205–249). Eğitim Yayınevi.
- Acar, O. (2020). *Yapay zeka fırsat mı yoksa tehdit mi?*, Kriter Yayınevi.
- Ağdeniz, Ş. (2024). Güvenilir yapay zeka ve iç denetim. *Denetim*, (29), 112–126.
- AI Ecosystem. (2025a). *Communication sector*. Mindmaps AI. 7 Mart 2025 tarihinde <https://mindmaps.ai-ecosystem.org/mind-map/communication-sector/> adresinden edinilmiştir.
- AI Ecosystem. (2025b). *Finance*. 7 Mart 2025 tarihinde <https://mindmaps.ai-ecosystem.org/mind-map/finance/> adresinden edinilmiştir.
- AI Ecosystem. (2025c). *Healthtech*. 7 Mart 2025 tarihinde <https://www.ai-ecosystem.org/healthtech> adresinden edinilmiştir.
- AI Ecosystem. (2025d). *Mind maps. AI Ecosystem*. 7 Mart 2025 tarihinde <https://www.ai-ecosystem.org/mindmaps> adresinden edinilmiştir.
- Ai Time Journal. (2022). *10 highlights from the 2022 Artificial Intelligence Index Report*. 16 Ocak 2025 tarihinde <https://www.aitimejournal.com/10-highlights-from-the-2022-artificial-intelligence-index-report/34288/> adresinden edinilmiştir.
- Akın, E., & Şahin, M. E. (2024). Derin öğrenme ve yapay sinir ağı modelleri üzerine bir inceleme. *EMO Bilimsel Dergi*, 14(1), 27–38.
- Alpaydın, E. (2013). *Yapay öğrenme*. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
- Avcıoğlu, G. Ş. (2017). Emek, sibernetik ve toplum. *Selçuk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, (37), 515–518.
- Axios. (2024, June 9). *Charted: U.S. is the private sector AI leader*. 16 Ocak 2025 tarihinde <https://www.axios.com/2024/07/09/us-ai-global-leader-private-sector> adresinden edinilmiştir.
- Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. J. Larusson & B. White (Eds.), *Learning analytics* içinde (s. 61–75). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4
- Bardakcı, H. (Kasım 2021). *Leonardo da Vinci'nin bilim ve teknolojiye katkıları*. 16 Ocak 2025 tarihinde <https://tinyurl.com/mwh8eks7> adresinden edinilmiştir.
- Bayındır, E. (2023). *Eğitim alanında yapılan yapay zeka çalışmalarının sosyal ağ analizi ile incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Bahçeşehir Üniversitesi.
- Bayuk, M. N., & Demir, B. N. (2019). Endüstri 4.0 kapsamında yapay zekâ ve pazarlamanın geleceği. *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 5(19), 781–799.
- Bedini, S. A. (1964). The role of automata in the history of technology. *Technology and Culture*, 5(1), 24–42.
- Belber, B. G., & Özmen, M. H. (2024). Hizmet sektörü çalışanlarının yapay zekâ ile ilgili gelecek kaygıları. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(91), 1085–1101. <https://doi.org/10.17755/esosder.1437531>
- BigOhTech. (2024). *Artificial intelligence statistics and trends*. 16.Ocak.2025 tarihinde <https://bigohotech.com/artificial-intelligence-statistics-and-trends/> adresinden edinilmiştir.
- Bozdoğanoglu, B., Haspolat, İ., & Yücel, A. (2024). Kamu idarelerinde yapay zekâ kullanımının ülke uygulamaları ve temel kamusal ilkeler çerçevesinde değerlendirilmesi. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1), 1–32.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (Ocak, 2017). *The business of artificial intelligence*. Harvard Business Review. <https://hbr.org/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence>
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2024, 24 Mayıs). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. <https://www.norton.com/books/9780393350647>
- Christodoulou, K., & Tsoucalas, G. (2023). Artificial intelligence: From Talos to da Vinci. *European Journal of Therapeutics*, 29(3), 25–27. <https://doi.org/10.58600/eurjther1775>
- Cockburn, I. M., Henderson, R., & Stern, S. (Ağustos, 2020). *The impact of artificial intelligence on innovation: An exploratory analysis*. NBER Working Paper No. 27049. <https://www.nber.org/papers/w27049>

- Çerik, M. C. (2024). *Vergilemede yeni bir dönem: Yapay zekâ uygulamaları* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Aksaray Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018, 19 Ocak). *Artificial intelligence for the real world*. Harvard Business Review. <https://hbr.org/2018/01/artificial-intelligence-for-the-real-world>
- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (Ocak 2018). *Artificial intelligence for the real world*. Harvard Business Review. <https://hbr.org/2018/01/artificial-intelligence-for-the-real-world>
- Dick, S. (2019). Artificial intelligence. *Harvard Data Science Review*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.1162/99608f92.92fe150c>
- Doruköz, K. D., & Uslu, B. (2023). Yapay zekânın iş hayatındaki yeri: Avantajlar, dezavantajlar ve politikalar. *Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 6(CEEİK 2023 Özel Sayısı), 45–62. <https://doi.org/10.38120/banusad.1376452>
- Dost, S. (2023). Yapay zekâ ve uluslararası hukukun geleceği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 13(2), 1271–1313.
- Efe, A. (2021). Yapay zekâ risklerinin etik yönünden değerlendirilmesi. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 3(1), 1–24.
- ElectroIQ. (2024). *Artificial intelligence statistics by market share, challenges in implementation, revenue and patents*. 16 Ocak 2025 tarihinde <https://electroi.com/stats/artificial-intelligence-statistics/> adresinden edinilmiştir.
- Enterprise Apps Today. (2024). *AI in cybersecurity statistics and facts*. 16 Ocak 2025 tarihinde <https://www.enterpriseappstoday.com/stats/ai-use-in-cyber-security-statistics.html> adresinden edinilmiştir.
- Erbaş, A. (Ağustos 2020). *GPT-3: İnsan-yapay zeka iş birliği*. 16 Eylül 2024 tarihinde <https://tinyurl.com/bdc3vhzv> adresinden edinilmiştir.
- Eren, F., Dülek, L. N., Uraz, Ö. A., Kuşçu, B., & Sakallı, M. (2024). Yapay zekâ endeksi kapsamında ülke bazlı yapay zeka politika stratejilerinin etkinliği: Performans ve verimlilik değerlendirmesi incelenmesi. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 113–148.
- Eren, F., Dülek, L. N., Uraz, Ö. A., Kuşçu, B., & Sakallı, M. (2024). Yapay zeka endeksi kapsamında ülke bazlı yapay zeka politika stratejilerinin etkinliği: Performans ve Verimlilik Değerlendirmesi İncelenmesi. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 113-148. <https://doi.org/10.53694/bited.1601239>
- Erümit, A. K., Calap, T., Çolak, A. F., Yavuz, S., & Aydın, E. (2020). Okullarda yapay zeka öğretimi. V. Nabyev & A. K. Erümit (Eds.), *Eğitimde yapay zeka, kuramdan uygulamaya içinde* (pp. 86-112). Pegem Akademi.
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115–118. <https://doi.org/10.1038/nature21056>
- Fanti, L., Guarascio, D., & Moggi, M. (2022). From Heron of Alexandria to Amazon's Alexa: A stylized history of AI and its impact on business models, organization, and work. *Journal of Industrial and Business Economics*, 49, 409–440. <https://doi.org/10.1007/s40812-022-00222-4>
- Gezici, H. S. (2023a). Kamu yönetiminde yapay zeka: Avrupa Birliği. *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi*, 6(2), 111–128.
- Gezici, H. S. (2023b). Kamunun erişebileceği yapay zeka: Avrupa Birliği. *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi*, 6(2), 111-128.
- Giattino, C., Mathieu, E., Samborska, V., & Roser, M. (2025). *Artificial intelligence. Our World in Data*. 16 Ocak 2025 tarihinde <https://ourworldindata.org/artificial-intelligence#all-charts> adresinden edinilmiştir.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2021). *Derin öğrenme* (F. Y. Vural, R. G. Cinbiş, & S. Kalkan, Çev.). Buzdağı Yayınevi.
- Greenemeier, L. (Ocak 2017). *20 years after Deep Blue: How AI has advanced since conquering chess*. <https://tinyurl.com/yc4x4tkk>
- Gülşen, İ. (2019). İşletmelerde yapay zeka uygulamaları ve faydaları: Perakende sektöründe bir derleme. *Tüketici ve Tüketim Araştırmaları Dergisi*, 11(2), 407–436.
- Gülsoy, S. (2020). *Türkiye'de araştırma, geliştirme (AR-GE) ve yenilikçiliğe yönelik devlet uygulamaları ve Avrupa Birliği ülkelerindeki uygulamalar ile karşılaştırılması, Türkiye için politika önerileri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Gülşen, İ. (2019). İşletmelerde yapay zeka uygulamaları ve faydaları: Perakende sektöründe bir derleme. *Tüketici ve Tüketim Araştırmaları Dergisi*, 11(2), 407–436.
- Hall, B. H., & Harhoff, D. (2012). Recent research on the economics of patents. *Annual Review of Economics*, 4, 541-565. <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-economics-080511-111008>
- Hassabis, D. (2017). Artificial intelligence: Chess match of the century. *Nature*, 544, 413–414. <https://doi.org/10.1038/544413a>
- Heffernan, N. T., & Heffernan, C. L. (2014). The ASSISTments ecosystem: Building a platform that brings scientists and teachers together for minimally invasive research on human learning and teaching. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24, 470–497. <https://doi.org/10.1007/s40593-014-0024-x>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>
- Innova. (2020, 24September). *Dünden bugüne yapay zeka*. Innova Blog. https://www.innova.com.tr/tr/blog/dunden-bugune-yapay-zeka?utm_source
- Huang, M. H., & Rust, R. T. (2018). Artificial intelligence in service. *Journal of Service Research*, 21(2), 155-172. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1094670517752459>
- Huang, Z. (2025, 8 March). *China's Xi is building an economic fortress against U.S. pressure*. The Wall Street Journal. https://www.wsj.com/world/china/chinas-xi-is-building-an-economic-fortress-against-u-s-pressure-53f6292d?utm_source
- Ijiwei. (2025). *China leads in AI patents with over 29,853 filings in 2022, surpassing US by over 80%*. 8 Mart 2025 tarihinde https://jw.ijiwei.com/n/882120?utm_source adresinden edinilmiştir.

- Işık, M., Mert, K., & Bayhan, M. (2024). *Yapay zekânın pazarlama sektörü üzerindeki etkisi: Seçilmiş havaalanlarının incelemesi. TURAN: Stratejik Araştırmalar Merkezi*, 16(64), 328–338.
- İlge. (2024). *Büyük dil modelleri (BDM): Dijital dünyanın akıl hocaları*. 7 Mart 2025 tarihinde https://ilge.com.tr/buyuk-dil-modelleri-bdm--dijital-dunyanin-akil-hocalari?utm_source adresinden edinilmiştir.
- Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., Wang, Y., Dong, Q., Shen, H., & Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*, 2(4), 230–243. <https://doi.org/10.1136/svn-2017-000101>
- Joint Research Centre (JRC) – European Commission. (2025). *National AI strategies in Europe*. European Association of Communications Agencies (EACA). 16.Ocak.2025 tarihinde <https://eaca.eu/news/national-ai-strategies-in-europe/> adresinden edinilmiştir.
- Kamran, H. (2021). *Pazarlamada yapay zekânın kullanımı: Yapay zekâ pazarlama araçlarının tüketici kabulüne ilişkin bir araştırma* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Kaplan, S., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>
- Kasparov, G. (2018). Deep thinking: Where machine intelligence ends and human creativity begins. John Murray Publishers. DOI: 10.1126/science.aaw2221.
- Kaya, H. G., & Sağbaş, A. (2024). Müşteri ilişkileri yönetiminde büyük veri ve robotik süreç otomasyonu ile süreç iyileştirme. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 7(1), 44–53.
- Kogan, L., Papanikolaou, D., Seru, A., & Stoffman, N. (2017). Technological innovation, resource allocation, and growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 132(2), 665–712. <https://doi.org/10.1093/qje/qjw040>
- Koşar, M. E. (2023). *Dijitalleşme ve yapay zekanın kamu yönetimine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). Deep convolutional neural networks for ImageNet classification. *Neural Information Processing Systems*, 25, 1–9.
- Kusiak, A. (2017). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 508–517. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644>
- Küçükefe, B. (2017, Mayıs 11-13). *Makine öğrenmesinin ekonomi araştırmalarında kullanımı*. Anadolu Uluslararası Ekonomi Konferansı V, Eskişehir, Türkiye
- Küçükefe, B. (2019). *Makine öğrenmesi'nin ekonomi araştırmalarında kullanımı*. Anadolu International Conference in Economics V, 11-13 Mayıs 2017, Eskişehir, Türkiye. https://www.researchgate.net/publication/334465691_Makine_Ogrenmesi%27nin_Ekonomi_Arastirmalarinda_Kullanimi
- Küçükvardar, M., & Aslan, A. (2021). Dijitalleşmenin ekonomik, teknolojik, toplumsal ve etik etkilerinin uluslararası raporlar üzerinden analizi. *Intermedia International e-Journal*, 8(14), 21–38.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 5, 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>
- Lefkowitz, M. (2019). *Professor's perceptron paved the way for AI - 60 years too soon*. 16 Temmuz 2024 tarihinde <https://tinyurl.com/37tb594t> adresinden edinilmiştir.
- Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., ... & van Ginneken, B. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis*, 42, 60–88. <https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005>
- Lucidity Insights. (2024). Global government-level AI investments (2023 vs 2024). 16 Ocak 2025 tarihinde <https://lucidityinsights.com/infobytes/ai-investments-2023-vs-2024> adresinden edinilmiştir.
- Matarnah, R., Maksymova, S., Lyashenko, V. V., & BelovaSpeech, N. V. (2017). Recognition systems: A comparative review. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 19(5), 71–79.
- McCarthy, J. (2007). From here to human-level AI. *Artificial Intelligence*, 171(18), 1174–1182. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2007.10.009>
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. A. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematics and Biophysics*, 5, 115–133.
- Meydancı, B. (2023). *Yapay zekâ ve ürünlerinin fikri mülkiyet hukukunda korunması* [Yayımlanmamış Doktora tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi.
- MindInventory. (2025). *101 latest artificial intelligence (AI) statistics to follow in 2025*. 16 Ocak 2025 tarihinde <https://www.mindinventory.com/blog/ai-statistics/> adresinden edinilmiştir.
- Miotto, R., Wang, F., Wang, S., Jiang, X., & Dudley, J. T. (2018). Deep learning for healthcare: Review, opportunities and challenges. *Briefings in Bioinformatics*, 19(6), 1236–1246. <https://doi.org/10.1093/bib/bbx044>
- Nabiyev, V. V. (2005). *Yapay zeka: Problemler-yöntemler-algoritma* (2. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Obermeyer, Z., & Emanuel, E. J. (2016). Predicting the future — Big data, machine learning, and clinical medicine. *The New England Journal of Medicine*, 375, 1216–1219. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1606181>
- OECD. (2021). *Artificial intelligence in science: Challenges, opportunities and the future of research*. 27 Nisan 2024 tarihinde <https://www.oecd.org/science/artificial-intelligence-in-science/> adresinden edinilmiştir.
- OpenAI. (2021). *Organizational update*. 16.Eylül.2024 <https://openai.com/blog/organizational-update/> adresinden edinilmiştir.
- Özdoğan, O. (2017). *Endüstri 4.0: Dördüncü sanayi devrimi ve endüstriyel dönüşümün anahtarları*. Pusula.
- Özer, T. (2024). *Yerel yönetimler bakış açısıyla yapay zekâ*. 16 Ocak 2025 tarihinde https://tuncayozer.com.tr/kitap/Yerel_Yonetimler_Bakis_Acisiyla_Yapay_Zeka.pdf adresinden edinilmiştir.
- Öztemel, E. (2020). Yapay zekâ ve insanlığın geleceği. *Bilişim teknolojileri ve iletişim: Birey ve toplum güvenliği içinde* (s. 95–112). <https://doi.org/10.53478/TUBA.2020.011>

- Öztemel, E., & Gürsev, S. (2020). A literature review on Industry 4.0 and beyond. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- Öztürk, H. (2024). *Finans piyasalarında yatırımların değerlendirilmesinde Fintech ve yapay zekâ uygulamaları: Türkiye örneği* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi.
- Öztürk, K., & Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekaya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25–36.
- Popenici, S. A., & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(22), 1–13.
- Russell, S., & Norvig, P. (2009). *Artificial intelligence: A modern approach* (3. baskı). Pearson.
- Rüzgar, M. T. (2022). Türkiye’de ekonomi reform paketi kapsamında dijital vergi dairesi ve dijital vergi asistanı sisteminin kurulması. *Turkuaz Uluslararası Sosyo-Ekonomik Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 1–14.
- Sağtaşı, S. (2023, October). *Yapay zekâ uygulamalarının e-ticarete kullanımı*. 16 Ocak 2025 tarihinde <https://www.researchgate.net/publication/381111892> adresinden edinilmiştir.
- SAP. (2024a) *What is machine learning?* SAP. 9 Ocak 2024 tarihinde <https://www.sap.com/turkey/products/artificial-intelligence/what-is-machine-learning.html> adresinden edinilmiştir.
- SAP. (2024b). *Makine öğrenmesi ve tanım, türler ve örnekler*. 7 Mart 2025 tarihinde <https://www.sap.com/turkey/products/artificial-intelligence/what-is-machine-learning.html> adresinden edinilmiştir.
- Sapan, O. (2023). *Ceza muhakemesinde yapay zekâ kullanımı* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Kültür Üniversitesi.
- Sarıncı, A., & Acar, S. (2024). Dördüncü Endüstri Devrinde işletmelerde yapay zekâ uygulamaları: Örnekler üzerine nitel bir araştırma. *The Business Journal*, 5(2), 155–181.
- Schultz, D. P., & Ellen-Schultz, S. (2007). *Modern psikoloji tarihi* (Y. Aslay, Çev.). İstanbul: Kaknüs Yayınları.
- Seijo, Ó., López-Fernández, J. A., Bernhard, H.-P., & Val, I. (2020). Enhanced timestamping method for subnanosecond time synchronization in IEEE 802.11 over WLAN standard conditions. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 16(9), 5792–5805. <https://doi.org/10.1109/TII.2019.2959200>
- Sezal, L. (2020). Fintek hizmetlerinin finans sektörüne etkileri ve sağlanan devlet teşvikleri. *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 233–248.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Spegele, B., Douglas, J., & Kubota, Y. (2025). *China’s Xi is building an economic fortress against U.S. pressure*. The Wall Street Journal. 7 Mart 2025 tarihinde https://www.wsj.com/world/china/chinas-xi-is-building-an-economic-fortress-against-u-s-pressure-53f6292d?utm_source adresinden edinilmiştir.
- Stenbom, A. (2023). Defining artificial intelligence. M. Jaakkola (Ed.), *Reporting on artificial intelligence* içinde (s. 27-36). United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). <https://doi.org/10.58338/HSMK8605>
- Şeker, A., Diri, B., & Balık, H. H. (2017). Derin öğrenme yöntemleri ve uygulamaları hakkında bir inceleme. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3), 47-64.
- Şen, E. (2021). GPT-3: DALL-E ve JL2P ekseninde veri görselleştirme ve hareketlendirme üzerine bir inceleme. *Uluslararası Sosyal Bilimler Akademi Dergisi*, 5, 253–280. <https://doi.org/10.47994/usbad.871726>
- Tamer, H. Y., & Övgün, B. (2020). Yapay zeka bağlamında dijital dönüşüm ofisi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 75(2), 775–803.
- Tekin, B., & Gurbanov, R. (2023). Alphafold: Derin öğrenme ve sinir ağları yoluyla protein katlamasında devrim yaratmak. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 22(44), 445–466. <https://doi.org/10.55071/ticaretfd.1323165>
- TRAI. (2021). *Deep Mind Alpha Fold veri tabanını yayınladı!*. 16 Eylül 2024 tarihinde <https://tinyurl.com/5n7j93j2> adresinden edinilmiştir.
- TRAI. (2024). *Yapay zeka zaman çizelgesi*. 16 Eylül 2024 tarihinde <https://turkiye.ai/kaynaklar/yapay-zeka-zaman-cizelgesi/> adresinden edinilmiştir.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind, a Quarterly Review of Psychology and Philosophy*, 59(236), 433-460. <https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>
- TÜBİTAK. (2023). *Adım adım bilgisayar bilimi*. Popüler Bilim Kitapları.
- TÜBİTAK. (2024). *Yapay Zekâ ve İnsanlık*. 7 Mart 2025 tarihinde https://tuba.gov.tr/files/yayinlar/bilim-ve-dusun/TUBA-978-605-2249-48-2_Ch10.pdf?utm_source adresinden edinilmiştir.
- Ulaşan, F. (2020). Ulusal yapay zekâ strateji belgeleri ve değerlendirmeler. *Disiplinlerarası politika vizyonu ve stratejiler* içinde (s. 103–123).
- Unat, Y. (2006). *Artuklular Dönemi’nde bir Türk mühendis: Cezerî*. I. Uluslararası Mardin Tarihi Sempozyumu Bildirileri, 1-21.
- Ünal, S. (2023). Yapay zeka okuryazarlığına ilişkin bir alan araştırması. K. Ateşgöz (Ed.), *Medya ve habercilik alanında yapay zekanın yükselişi* içinde (pp. 49–68). Eğitim Yayınevi.
- Ünsal, H. (2024). Yapay Zekâ: Kuram tabanlı bir analiz. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(3), 351-374.
- Visual Capitalist. (2024). *Visualizing AI patents by country*. 16 Ocak 2025 tarihinde <https://www.visualcapitalist.com/visualizing-ai-patents-by-country> adresinden edinilmiştir.
- Von Neumann, (1945). *Modern yapay zekanın babası – John Von Neumann ve “Öğrenen Makine”*. 16 Ocak 2025 tarihinde <https://aijourn.com/the-father-of-modern-ai-john-von-neumann-and-the-learning-machine/> adresinden edinilmiştir.
- Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Association for Computing Machinery*, 9(1), 36–45. <https://doi.org/10.1145/365153.365168>
- Wiener, N. (1948). Cybernetics. *Scientific American*, 179(5), 14–19.
- Wirtz, J., Patterson, P. G., Kunz, W. H., Gruber, T., Lu, V. N., Paluch, S., & Martins, A. (2018). Brave new world: Service robots in the frontline. *Journal of Service Management*, 29(5), 907–931. <https://doi.org/10.1108/JOSM-04-2018-0119>

- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Yılmaz, İ., Sözer, C., & Elver, E. (2021). Yapay zeka ile ilgili güncel düzenlemeler: Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'nde alınan aksiyonlar ışığında bir değerlendirme. *Adalet Dergisi*, (66), 445-469.
- Yılmaz, O. G. (2021). Yargı uygulamasında yapay zekâ kullanımı—Yapay zekâ hâkim cübbesini giyebilecek mi? *Adalet Dergisi*, (66), 379–415.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., et al. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zeybek, F., & Hasırcı, İ. (2024). Bankacılık sektöründe yapay zeka çalışmalarının bibliyometrik analizi. Ç. Başarır & Ö. Yılmaz (Eds.), *Sosyal bilimlerde teknolojinin dönüştürücü gücü: Yeni disiplinlerarası yaklaşımlar* içinde (pp. 2430). Özgür Yayınları. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub587.c2430>
- Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. *2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)* içinde (s. 2147–2152). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2015.7382284>
- Ziedonis, R. H. (2004). Don't fence me in: Fragmented markets for technology and the patent acquisition strategies of firms. *Management Science*, 50(6), 804–820. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1040.0208>