

İnsansı Robot Teknolojileri ve Dijital Dönüşümün Geleceği: İşletmeler, İş Gücü ve Küresel Ekonomi Üzerine Bir İnceleme

The Future of Humanoid Robot Technologies and Digital Transformation: An Examination of Businesses, the Workforce and the Economy

Tayfun VARNALI

Bağımsız Araştırmacı, Namık Kemal Üniversitesi
tayfun_kkk@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0003-3895-8620

Makale Başvuru Tarihi: 29.04.2026

Makale Kabul Tarihi: 16.06.2026

Makale Türü: Derleme Makalesi

ÖZET

Anahtar Kelimeler:

İnsansı Robotlar,
Dijital Dönüşüm,
Küresel Rekabet,
İş Gücü Dönüşümü

Robotik sistemler, yapay zekâ, dijitalleşme ve veri işleme teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte üretim süreçlerinin ötesine geçerek sağlık, eğitim, savunma, hizmet sektörü ve günlük yaşamın çeşitli alanlarında yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Bu dönüşüm sürecinde insansı robotlar, insan davranışlarını taklit edebilen, çevresel koşullara uyum sağlayabilen ve sosyal etkileşim kurabilen gelişmiş sistemler olarak öne çıkmaktadır. İnsansı robot teknolojilerinin hızla gelişmesi, yalnızca teknolojik yenilikler açısından değil; işletmeler, iş gücü piyasaları, ekonomik yapılar ve küresel rekabet dinamikleri açısından da önemli dönüşümleri beraberinde getirmektedir. Bu çalışma, insansı robot teknolojilerinin tarihsel gelişimini, temel teknik özelliklerini ve dijital dönüşüm sürecindeki rolünü işletmeler, iş gücü piyasaları ve küresel ekonomi perspektiflerinden değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma, 2010–2025 yılları arasında yayımlanan ulusal ve uluslararası akademik çalışmalar ile ilgili rapor ve yayınların incelenmesine dayanan anlatı/kavramsal derleme yaklaşımıyla gerçekleştirilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar tematik olarak değerlendirilmiş ve insansı robot teknolojilerinin çok boyutlu etkileri bütüncül bir çerçevede analiz edilmiştir. İnceleme sonucunda insansı robotların işletmelerde verimlilik, kalite ve operasyonel esneklik sağladığı; iş gücü piyasalarında ise yeni beceri gereksinimlerini ve mesleki dönüşümleri beraberinde getirdiği belirlenmiştir. Ayrıca ABD, Çin, Japonya ve Avrupa Birliği arasında yoğunlaşan teknolojik rekabetin, insansı robot teknolojilerini stratejik bir ekonomik ve teknolojik güç unsuru hâline getirdiği görülmektedir. Bulgular, insansı robotların yalnızca teknik bir yenilik değil; ekonomik, yönetsel ve toplumsal dönüşüm süreçlerini etkileyen çok boyutlu bir yapı sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, insansı robot teknolojilerine ilişkin dağılmış literatürü dijital dönüşüm ve işletme perspektifiyle bütünleştirerek kavramsal bir değerlendirme sunmakta ve gelecekteki araştırmalar için teorik bir tartışma zemini oluşturmaktadır.

ABSTRACT

Keywords:

Humanoid Robots,
Digital Transformation,
Global Competition,
The Transformation of
the Workforce

With advancements in robotic systems, artificial intelligence, digitalization, and data processing technologies, these technologies have moved beyond manufacturing processes and are now widely used in various fields such as healthcare, education, defense, the service sector, and everyday life. In this transformation process, humanoid robots stand out as advanced systems capable of mimicking human behavior, adapting to environmental conditions, and engaging in social interaction. The rapid development of humanoid robot technologies brings significant transformations not only in terms of technological innovations but also in terms of businesses, labor markets, economic structures, and global competitive dynamics. This study aims to evaluate the historical development of humanoid robot technologies, their fundamental technical characteristics, and their role in the digital transformation process from the perspectives of businesses, labor markets, and the global economy. The research was conducted using a narrative/conceptual review approach based on an analysis of national and international academic studies, reports, and publications released between 2010 and 2025. The studies in the literature were evaluated thematically, and the multidimensional impacts of humanoid robot technologies were analyzed within a holistic framework. The review concluded that humanoid robots enhance productivity, quality, and operational flexibility in businesses, while in labor markets, they bring about new skill requirements and occupational transformations. Furthermore, it is evident that the intensifying technological competition among the United States, China, Japan, and the European Union has transformed humanoid robot technologies into a strategic economic and technological power factor. The findings reveal that humanoid robots are not merely a technical innovation but present a multidimensional structure that influences economic, managerial, and social transformation processes. In this regard, the study integrates the scattered literature on humanoid robot technologies with the perspectives of digital transformation and business management to offer a conceptual evaluation and establish a theoretical foundation for future research.

Önerilen Alıntı (Suggested Citation): VARNALI, T. (2026), “İnsansı Robot Teknolojileri ve Dijital Dönüşümün Geleceği: İşletmeler, İş Gücü ve Küresel Ekonomi Üzerine Bir İnceleme”, *Söke İşletme Fakültesi Dergisi*, 3(5), ss.123-151

1. GİRİŞ

Günümüzde yaşanan teknolojik dönüşüm, robotik sistemlerin kullanım alanlarını önemli ölçüde genişletmiştir. Robotlar artık yalnızca endüstriyel üretim süreçlerinde kullanılan otomasyon araçları olmaktan çıkmış; sağlık, eğitim, savunma, lojistik, hizmet sektörü ve gündelik yaşamın çeşitli alanlarında yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu dönüşümün temelinde yapay zekâ, makine öğrenmesi, büyük veri analitiği, sensör teknolojileri ve ileri mekanik tasarım alanlarında yaşanan gelişmeler bulunmaktadır. Söz konusu teknolojik ilerlemeler sayesinde robotik sistemler daha yüksek algılama, öğrenme ve karar verme kapasitesine sahip hâle gelmiş; çevresel koşullara uyum sağlayabilen ve insanlarla etkileşim kurabilen sistemler olarak gelişmiştir. Bu durum robot teknolojilerinin yalnızca teknik süreçleri değil, aynı zamanda örgütsel yapıları, iş gücü piyasalarını ve toplumsal yaşamı da dönüştüren stratejik bir unsur hâline gelmesine yol açmıştır (Husainy vd., 2023: 41-45; Karabegović & Doleček, 2020: 630-660; Bekey, 2012: 17-34).

Robot teknolojilerindeki gelişmelerin en dikkat çekici yansımalarından biri insansı robotların ortaya çıkmasıdır. İnsansı robotlar (humanoid robots), insan anatomisini ve davranışlarını belirli ölçüde taklit edebilen, çevresel verileri algılayabilen, öğrenebilen ve insanlarla sosyal etkileşim kurabilen gelişmiş otonom sistemler olarak tanımlanmaktadır (Lee vd., 2010: 1684-1704; Cao, 2025: 1-35). Bu sistemler; mekanik mühendislik, yapay zekâ, robotik, doğal dil işleme ve duyuşsal algılama teknolojilerinin bütünleşmesiyle geliştirilmektedir. Bu nedenle insansı robotlar yalnızca mühendislik ürünü teknolojik araçlar olarak değil, aynı zamanda ekonomik, yönetsel ve toplumsal sonuçlar üreten disiplinlerarası bir araştırma alanı olarak değerlendirilmektedir (Cao, 2025: 1-35). İnsansı robot teknolojilerinin gelişimi tarihsel olarak değerlendirildiğinde, otomatik mekanik sistemlerden günümüzün yapay zekâ destekli robotlarına uzanan uzun bir dönüşüm süreci görülmektedir. El-Cezerî'nin otomatik makineleri robotik düşüncenin erken örnekleri arasında kabul edilirken, günümüzde Boston Dynamics tarafından geliştirilen Atlas ve SoftBank Robotics tarafından geliştirilen Pepper gibi sistemler robot teknolojilerinin ulaştığı ileri düzeyi temsil etmektedir. Bu gelişim süreci, robot teknolojilerinin yalnızca teknik bir ilerleme değil, aynı zamanda ekonomik ve toplumsal dönüşümleri etkileyen stratejik bir yenilik alanı olduğunu göstermektedir (Dirik, 2020: 47-58; Guizzo, 2019: 34-39; Tuomi vd., 2021: 3906-3925).

Son yıllarda robotik sistemler üzerine gerçekleştirilen çalışmaların önemli bir bölümü teknik tasarım, yapay zekâ algoritmaları, hareket kabiliyeti, algılama sistemleri ve belirli sektörlerdeki uygulamalar üzerine yoğunlaşmaktadır. Bununla birlikte, insansı robot teknolojilerinin dijital dönüşüm süreçleri, işletme performansı, iş gücü piyasaları ve küresel ekonomik rekabet üzerindeki etkilerini birlikte ele alan disiplinlerarası çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle teknik gelişmeler ile ekonomik ve yönetsel dönüşümler arasındaki ilişkinin bütüncül biçimde değerlendirildiği kavramsal derleme çalışmalarının literatürde yeterince temsil edilmediği dikkat çekmektedir. Bu durum, insansı robot teknolojilerinin çok boyutlu etkilerinin daha kapsamlı biçimde incelenmesini gerekli kılmaktadır.

Bu çalışma söz konusu literatür boşluğunu gidermeyi amaçlamaktadır. Çalışmada insansı robot teknolojileri yalnızca teknik bir inovasyon alanı olarak değil, aynı zamanda dijital dönüşümü hızlandıran, işletmelerin faaliyet yapısını dönüştüren, iş gücü piyasalarını yeniden şekillendiren ve ülkelerin rekabet gücünü etkileyen stratejik bir unsur olarak ele alınmaktadır. Bu kapsamda çalışma; insansı robotların tarihsel gelişimini, temel teknolojik bileşenlerini, kullanım alanlarını ve küresel yayılım dinamiklerini incelemekte; robot teknolojilerinin işletmeler, iş gücü piyasaları ve küresel ekonomi üzerindeki etkilerini bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmektedir.

Araştırma kapsamında aşağıdaki sorulara yanıt aranmaktadır:

1. İnsansı robot teknolojileri dijital dönüşüm süreçlerini nasıl etkilemektedir?
2. İnsansı robotlar işletmelerin operasyonel yapıları ve iş gücü piyasası üzerinde hangi etkileri üretmektedir?
3. Robot teknolojilerinin küresel ekonomik rekabet ve stratejik dönüşüm üzerindeki rolü nedir?
4. İnsan–robot etkileşimi bağlamında ortaya çıkan temel fırsatlar ve riskler nelerdir?

Bu çalışma literatüre üç temel katkı sunmaktadır. Birincisi, insansı robot teknolojilerine ilişkin farklı disiplinlerde dağınık biçimde yer alan çalışmaları dijital dönüşüm perspektifi altında bütünleştirmektedir. İkincisi, robot teknolojilerinin işletmeler, iş gücü piyasaları ve küresel ekonomi üzerindeki etkilerini ortak bir kavramsal çerçevede değerlendirmektedir. Üçüncüsü, robotik sistemler literatürü ile dijital dönüşüm ve teknoloji yönetimi literatürleri arasında kavramsal bir köprü kurarak gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalar için teorik bir değerlendirme zemini oluşturmaktadır.

Makalenin geri kalan kısmı şu şekilde yapılandırılmıştır. İlk olarak insansı robot teknolojilerinin kavramsal temelleri, tarihsel gelişimi ve temel bileşenleri ele alınmaktadır. Ardından dijital dönüşüm süreçleri, işletmelerde

robot entegrasyonu ve iş gücü piyasaları üzerindeki etkiler incelenmektedir. Daha sonra ekonomik sonuçlar ve küresel rekabet boyutu değerlendirilmektedir. Son bölümde ise ulaşılan bulgular tartışılarak sonuçlar, teorik çıkarımlar ve gelecek araştırmalara yönelik öneriler sunulmaktadır.

2. ROBOTUN TANIMI VE KAVRAMI

Robot kavramı literatürde farklı disiplinler tarafından çeşitli biçimlerde tanımlanmaktadır. Tanımların ortak noktası, robotların çevresini algılayabilen, belirli düzeyde özerk hareket edebilen ve programlanabilir sistemler olmasıdır (Richards & Smart, 2012: 21-22). Literatürde öne çıkan bazı tanımlar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Literatürde Robot Kavramına İlişkin Tanımlar

Kaynak	Tanımın Özeti	Vurgulanan Unsur
IFR	Yeniden programlanabilir çok amaçlı manipülatör	Programlanabilirlik (IFR, 2021; Taşdemir vd., 2020: 799)
Richards ve Smart	Fiziksel ve bilişsel işlevleri yerine getiren yapay sistem	İnsan benzeri işlev (Richards & Smart, 2012: 21-22; Şişman, 2016: 300-314).
ISO 8373	Belirli düzeyde özerkliğe sahip programlanabilir sistem	Özerklik (Ersoy, 2019: 5)
Bozkurt Yüksel	Otonom veya yarı otonom hareket edebilen makine	Hareket kabiliyeti (Bozkurt Yüksel, 2017: 89)
Özparlak ve Çetin	Sensör verileriyle karar alan sistem	Algılama ve karar verme (Özparlak & Çetin, 2023: 1003-1040; Aydemir, 2018: 5).

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 1 incelendiğinde robot tanımlarının farklı vurgu noktalarına sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte tüm tanımlar; algılama, karar verme, programlanabilirlik ve özerklik özelliklerinde birleşmektedir. Bu çalışma kapsamında robot kavramı, özellikle yapay zekâ destekli ve insanla etkileşim kurabilen insansı robotlar bağlamında ele alınmaktadır. Robotların temel işleyişi, “sense–think–act” (algıla–düşün–eylem) paradigmasıyla açıklanmaktadır. Bu süreçte robotlar sensörleri aracılığıyla çevresel verileri toplamakta, bu verileri işleyerek karar vermekte ve aktüatörler yardımıyla fiziksel eylemler gerçekleştirmektedir. Günümüzde bu sürece iletişim boyutu da eklenmiş; robotlar insanlarla ve diğer robotlarla bilgi paylaşarak kolektif çalışma yeteneği kazanmıştır (Humber vd., 2014: 113-118).

Robotik sistemlerin temelini donanım ve yazılım bileşenlerinin bütünleşik yapısı oluşturmaktadır (Sevgi & Güneş, 2023: 1-5; Atalı vd., 2023: 127-139). Donanım, robotun fiziksel hareketlerini sağlayan mekanik ve elektronik bileşenlerden oluşurken; yazılım, veri işleme ve karar alma süreçlerini yönetmektedir. Yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknolojilerinin robotik sistemlere entegrasyonu sayesinde robotlar çevrelerine uyum sağlayabilen, öğrenebilen ve daha özerk kararlar verebilen sistemlere dönüşmüştür (Tablo 1) (Beik & Özkahraman, 2025: 129-141; Ünal, 2023: 74-79; Başer, 2022; Çatal, 2025: 311-348). Genel olarak robotlar, çevresel algılama ve özerk hareket kabiliyetleri sayesinde endüstri, sağlık, tarım ve uzay araştırmaları gibi birçok alanda önemli roller üstlenmektedir. Bu nedenle robotik sistemlere ilişkin kavramsal çerçeveler, teknolojik gelişmelere paralel olarak sürekli genişlemektedir.

3. ROBOT İŞLEVSEL SINIFLANDIRILMASI VE TEMEL BİLEŞENLERİ

Robotlar, kullanım amaçları, çalışma ortamları ve işlevlerine göre farklı türlere ayrılan teknolojik sistemlerdir. Günümüzde endüstri, sağlık, eğitim, savunma, güvenlik, lojistik ve sosyal yaşam gibi birçok alanda kullanılmaktadır. İnsansı ve sosyal robotlar, insanlarla etkileşim kurarak özellikle eğitim, sağlık ve hizmet sektörlerinde önemli görevler üstlenmektedir (Kahraman vd., 2020; Fox & Gambino, 2021; Somisetti vd., 2020: 294-299; Raju vd., 2020: 3743–3748; Okatan & Yıldırım, 2021: 168-185; Erbaş, 2023: 919-942; Mil & Dirican, 2018: 1-9; Şen, 2021: 832-842).

Endüstriyel robotlar üretim süreçlerinde hız, hassasiyet ve verimlilik sağlarken; mobil robotlar kara, hava ve su altı ortamlarında keşif, haritalama, lojistik ve afet yönetimi gibi görevlerde kullanılmaktadır. Sağlık alanında tıbbi ve cerrahi robotlar operasyonların güvenliğini ve başarısını artırırken, askerî ve güvenlik robotları riskli görevlerde insan gücüne destek olmaktadır. Hizmet robotları ise sağlık, eğitim, müşteri hizmetleri ve ev içi destek gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Altınay Robotik, 1998: 89-94; Kurt & Bozoklu, 2019: 25-47; Işık ve Çetin, 2020: 105-110; Meduhoğlu, 2024; Dialani, 2021; Yazıcıoğlu & Borat, 2021; Research and Markets, 2021).

Robot teknolojilerindeki gelişmeler üretim ve hizmet süreçlerinde verimlilik, hız ve kaliteyi artırmaktadır. Bununla birlikte bu teknolojiler; insan-robot etkileşimi, etik sorumluluklar, veri güvenliği, mahremiyet ve iş gücü dönüşümü gibi önemli tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Özellikle robotların karar alma süreçleri, kişisel

verilerin korunması ve bazı mesleklerde insan emeğinin yerini alma potansiyeli üzerinde durulmaktadır. Bu nedenle robotlar yalnızca teknik araçlar olarak değil, ekonomik, sosyal ve kültürel yapıları etkileyen, toplumsal yaşamı dönüştüren stratejik teknolojiler olarak değerlendirilmektedir (Grabianowski, 2016; Hutson, 2018; Bishop, 2018; Adaş & Erbay, 2022: 326-337; Sharkey, 2012: 111-128; Demirel vd., 2024: 555-572; Kabacaoğlu, 2020: 291-305; Neittaanmäki & Ogbechie, 2016; Turan, 2020: 57-70; Bottone, 2018: 4; Özkan vd., 2020: 3710-3750; Jones, 2006: 76-78; Tavani, 2018: 1-16).

Robotların işlevlerini yerine getirebilmesi, sahip oldukları temel bileşenlerin uyumlu çalışmasına bağlıdır. Bu bileşenler sensörler, işlemciler, aktüatörler ve yazılımdan oluşmaktadır. Sensörler çevresel verileri algılayarak, işlemciler bu verileri analiz ederek karar alma süreçlerini yönetmektedir. Aktüatörler alınan komutları fiziksel harekete dönüştürmekte, yazılım ise tüm sistem bileşenlerinin koordinasyonunu sağlamaktadır. Yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde robotlar çevresinden öğrenebilen, uyum sağlayabilen ve otonom karar verebilen sistemlere dönüşmektedir (Koçak, 2024 :136-157; Koca vd., 2020: 29-41; Koska, 2025: 622-637; Karışan & Yurdakul, 2017: 37-52; Özçelik vd., 2022: 1544-1563; Yılmaz vd., 2022: 12-34; Şemşir, 2024; Tanyıldızı, 2023: 233-242; Gül, 2023: 2565-2578).

4. İNSANSI ROBOTLARIN TARİHÇESİ

İnsansı robotların kökeni, 12. yüzyılda El-Cezeri'nin geliştirdiği otomatik mekanik sistemlere kadar uzanmaktadır. El-Cezeri'nin çalışmaları, robotik ve otomasyon teknolojilerinin ilk örnekleri arasında kabul edilmektedir (Korkutata & Toprak, 2013: 37-49; Çırak & Yörük, 2015: 175-194; Alkan, 2015; Onursal, 2012: 1025-1033). Rönesans döneminde Leonardo da Vinci gibi öncü isimler, mekanik insan figürleri ve otomatik makineler üzerine çalışmalar yürütmüştür. Da Vinci'nin 15. yüzyılda tasarladığı mekanik şövalye gibi örnekler, robotik düşüncenin erken temellerini oluşturmaktadır (Şekil 1) (Parlakkaya, 2021; Unat & Vinci, 2012: 51-66; Gökdoğan vd., 2012:1-10; Karaşahinoğlu, 2020: 612-626; Girardier, 2020: 1758-1811).

Modern insansı robotların gelişimi ise 20. yüzyılın ikinci yarısında hız kazanmıştır. 1973 yılında geliştirilen WABOT-1, insan formunu temel alan ilk bütünleşik insansı robotlardan biri olarak kabul edilmektedir. Daha sonraki yıllarda geliştirilen WABOT-2 ve Honda projeleri, özellikle iki ayaklı yürüme ve hareket kabiliyeti alanında önemli ilerlemeler sağlamıştır (Yıldız, 2019: 164-177; Karakulak, 2015; Hasdemir & Berk, 2024: 1-25; Gölgeioğlu, 2023: 8-11). 1990'lı yıllarda yapay zekâ, sensör ve mikroişlemci teknolojilerindeki gelişmeler, insansı robotların çevreleriyle daha etkili etkileşim kurmasına olanak tanımıştır. Bu dönemde Honda P Series, Cog ve Kismet gibi sistemler; hareket kabiliyeti, sosyal etkileşim ve duygu modelleme alanlarında dikkat çekmiştir (Karagöz vd., 2023: 519-527; Şabanoviç & Yannier, 2003: 1-9; Güneri, 2019; Bozkurt Uzan & Sevimli, 2020: 46-58).

2000'li yıllar, insansı robotların akademik araştırmaların ötesine geçerek kamuoyunda daha fazla tanınmaya başladığı ve ticari uygulamalarının yaygınlaştığı bir dönem olmuştur. ASIMO, HRP-2, Robonaut 2 ve NAO gibi sistemler; endüstri, eğitim ve uzay araştırmaları gibi farklı alanlarda kullanılmıştır (Hirose & Ogawa, 2007: 11-19; Petrescu vd., 2018: 85-104; Kaneko vd., 2002: 2431-2436; Shamsuddin vd., 2012: 188-193). 2010'lu yıllarda ise sosyal etkileşim odaklı insansı robotlar öne çıkmıştır. Bunun yanı sıra Boston Dynamics tarafından geliştirilen Atlas ve Toro gibi robotlar, hareket kabiliyeti ve çeviklik açısından önemli teknolojik standartlar ortaya koymuştur (Blindheim vd., 2023: 181-195; Glauser vd., 2023: 118-125; Jang, 2024: 38-53; Zhao vd., 2024: 140-147; Shah vd., 2023: 1-17; Mesesan vd., 2023: 4443-4463).

Günümüzde insansı robot teknolojileri enerji verimliliği, özelleşmiş görevler ve çok sektörlü entegrasyon üzerine odaklanmaktadır. GITAI G ve Phoenix gibi gelişmiş sistemler, uzay araştırmaları ve ağır endüstri uygulamalarında kullanılmaktadır. Bu durum, robotik teknolojilerin performans ve sürdürülebilirlik açısından yeni bir seviyeye ulaştığını göstermektedir. Genel olarak insansı robotların tarihçesi, mekanik otomasyondan yapay zekâ destekli gelişmiş sistemlere uzanan çok katmanlı bir süreçtir. Bu gelişim, hem teknolojik ilerlemeleri hem de insan-robot etkileşiminin evrimini anlamak açısından önemli bir çerçeve sunmaktadır (Şekil 1) (Shin & Kim, 2024: 318-339; Wang vd., 2025: 375-380; Froń vd., 2022: 68-73; Semasinghe vd., 2025; Zhu vd., 2021:1046-1051).

Şekil 1. İnsansı Robotların Tarihçesi



Kaynak: Read Multiplex, 2025; Merphi, 2025 kaynaklarından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

5. YÖNTEM

Bu çalışma, insansı robot teknolojilerinin dijital dönüşüm, işletmeler, iş gücü piyasaları ve küresel ekonomi üzerindeki etkilerini bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmek amacıyla anlatı (narrative) ve kavramsal derleme yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Anlatı/kavramsal derleme çalışmaları, belirli bir konuya ilişkin mevcut bilgi birikimini sentezlemeyi, farklı disiplinlerde üretilen araştırma bulgularını bir araya getirmeyi ve literatürdeki temel eğilimleri kavramsal bir çerçevede değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, özellikle hızla gelişen ve çok disiplinli yapıya sahip araştırma alanlarında mevcut literatürün bütüncül olarak analiz edilmesine olanak sağlamaktadır.

Araştırma kapsamında insansı robot teknolojileri, yapay zekâ, dijital dönüşüm, iş gücü dönüşümü, işletme uygulamaları ve küresel rekabet konularını ele alan ulusal ve uluslararası akademik çalışmalar incelenmiştir. Literatür taraması sürecinde Web of Science, Scopus ve Google Scholar veri tabanlarından yararlanılmıştır. Taramalarda “humanoid robots”, “artificial intelligence”, “digital transformation”, “robotics”, “future of work”, “labor market”, “business transformation”, “automation”, “economic impact of robots” ve “global competition” anahtar kelimeleri tek başına ve farklı kombinasyonlar hâlinde kullanılmıştır. Bunun yanı sıra konuya ilişkin

güncel gelişmeleri değerlendirebilmek amacıyla uluslararası kuruluş raporları, sektör analizleri ve kurumsal yayınlar da inceleme kapsamına dâhil edilmiştir.

Kaynak seçiminde çalışmaların araştırma konusu ile ilişkili olması, akademik güvenilirlik taşıması, güncel literatürü yansıması ve insansı robot teknolojilerinin ekonomik, yönetsel veya toplumsal etkilerine odaklanması temel ölçütler olarak dikkate alınmıştır. Konuyla doğrudan ilişkili olmayan, birbirini tekrar eden veya araştırmanın amaçları açısından sınırlı katkı sunan çalışmalar değerlendirme kapsamına alınmamıştır. İncelenen çalışmalar içerik analizi yaklaşımından yararlanılarak tematik biçimde değerlendirilmiştir. Literatürde öne çıkan temel araştırma eğilimleri doğrultusunda çalışmalar; (i) insansı robotların kavramsal ve teknolojik gelişimi, (ii) dijital dönüşüm ve işletmelerde robot entegrasyonu, (iii) iş gücü piyasaları ve istihdam üzerindeki etkiler, (iv) ekonomik sonuçlar ve verimlilik etkileri ile (v) küresel rekabet ve teknoloji politikaları olmak üzere beş ana tema altında sınıflandırılmıştır. Böylece farklı disiplinlerden elde edilen bulgular ortak bir kavramsal çerçevede bir araya getirilerek değerlendirilmiştir.

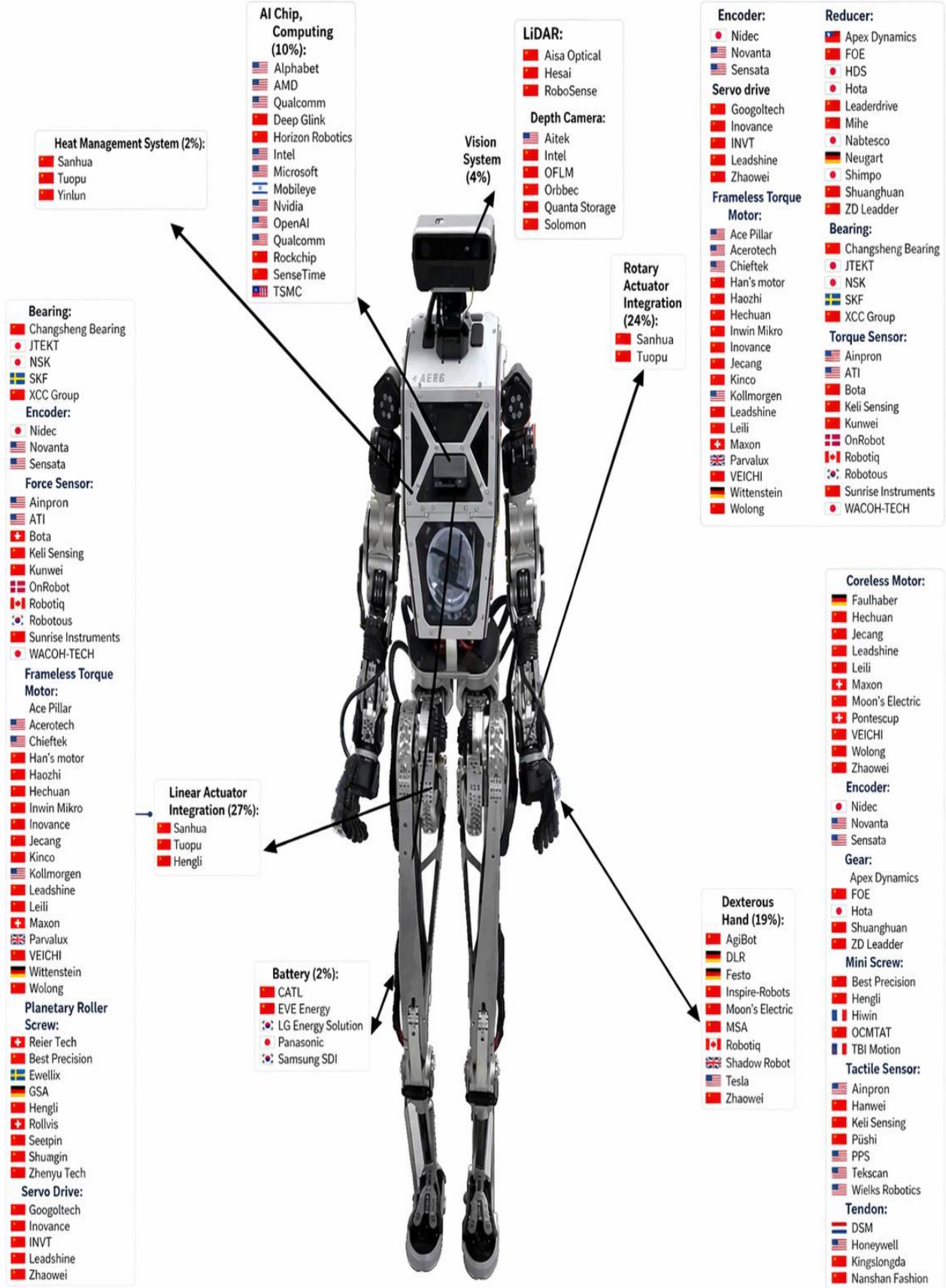
Bu çalışmanın amacı, konuya ilişkin tüm araştırmaları nicel yöntemlerle analiz etmek veya sistematik derleme ya da meta-analiz gerçekleştirmek değildir. Bunun yerine, insansı robot teknolojilerine ilişkin güncel literatürde yer alan temel yaklaşımları, eğilimleri ve tartışmaları sentezleyerek kapsamlı bir kavramsal değerlendirme sunmaktır. Bu doğrultuda çalışma, insansı robot teknolojilerinin teknik gelişiminin yanı sıra işletmeler, iş gücü piyasaları ve küresel ekonomi üzerindeki etkilerini disiplinlerarası bir perspektifle ele alan bir literatür sentezi niteliği taşımaktadır.

6. İNSANSI ROBOT TEKNOLOJİLERİNİN DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE İŞLETMELERE ETKİSİ

Robotik teknolojiler, özellikle insansı robotlar, endüstri, sağlık, hizmet, savunma ve ev otomasyonu gibi birçok alanda önemli dönüşümler yaratmaktadır. Bu dönüşüm; mekanik ve elektronik sistemlerin yanı sıra yapay zekâ, sensör teknolojileri ve büyük veri analitiğinin bütünleşik kullanımına dayanmaktadır. Dijitalleşme süreçlerinin hızlanması ve küresel tedarik zincirlerinin gelişmesi de söz konusu teknolojilerin yaygınlaşmasını desteklemektedir. İnsansı robotların geliştirilmesi, farklı teknolojik bileşenlerden oluşan karmaşık bir ekosistemi gerektirmektedir. CFA UK (2025) tarafından hazırlanan rapor, insansı robot ekosistemini aktüatörler, sensörler ile yapay zekâyâ yönelik donanım ve yazılım bileşenleri gibi temel unsurlar çerçevesinde ele almaktadır. Raporda yer verilen şirketler, küresel robotik değer zincirinde faaliyet gösteren firmalara ilişkin örnek örneklem niteliğinde olup sektörün tamamını kapsamlı biçimde temsil etmemektedir. Bu nedenle Şekil 2, insansı robot değer zincirinin genel yapısını ortaya koyan temsili bir sektör görünümü olarak değerlendirilmelidir.

İnsansı robotların hareket kabiliyeti; rotary ve lineer aktüatörler, frameless motorlar ve planetary roller screw mekanizmaları gibi ileri düzey mekanik bileşenler aracılığıyla sağlanmaktadır. Bu bileşenleri geliştiren firmalar, robotların hareket hassasiyetini, dayanıklılığını ve operasyonel performansını artırmaya odaklanmaktadır. Öte yandan, robotların çevresel algılama, öğrenme ve karar verme yetenekleri yapay zekâ tabanlı donanım ve yazılım sistemlerine dayanmaktadır. Bu kapsamda NVIDIA, Intel, Qualcomm ve Alphabet gibi şirketler yapay zekâ donanım çözümleri geliştirirken; Horizon Robotics ve SenseTime gibi firmalar yapay zekâ yazılım ve algoritma geliştirme alanında faaliyet göstermektedir. Ayrıca OpenAI'nin geliştirdiği dil modelleri ile Mobileye'nin otonom sistem teknolojileri, robotların insanlarla etkileşim kurma ve çevresel verileri işleme kapasitesine katkı sağlamaktadır (Şekil 2) (CFA UK, 2025). Genel olarak insansı robot teknolojileri, disiplinler arası iş birlikleri ve küresel tedarik zinciri dinamikleri doğrultusunda gelişmektedir. Asya ülkeleri özellikle donanım, mekanik bileşenler ve üretim süreçlerinde önemli bir konuma sahipken, yapay zekâ, yazılım ve sensör teknolojileri alanlarında farklı ülkelerde faaliyet gösteren teknoloji şirketleri öne çıkmaktadır. Bununla birlikte sektör; yüksek üretim maliyetleri, tedarik zinciri kırılabilirlikleri ve standartlaşma eksiklikleri gibi çeşitli yapısal sorunlarla da karşı karşıyadır. Bu unsurlar, insansı robot teknolojilerinin yaygınlaşma hızını ve ekonomik etkilerini şekillendiren temel faktörler arasında yer almaktadır (Şekil 2) (CFA UK, 2025).

Şekil 2. İnsansı Robotların Temel Bileşenleri, Tahmini İçerik Değeri Yüzdeleri ve Küresel Önde Gelen Tedarikçi Firmalar



Not: Şekilde yer alan şirketler CFA UK (2025) raporunda belirtilen örnek tedarikçilerden derlenmiştir. Liste sektörde faaliyet gösteren tüm şirketleri temsil etmemekte olup açıklayıcı ve destekleyici amaçla sunulmuştur.

Kaynak: CFA UK, 2025 kaynağından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur

6.1. İnsansı Robotların Dijital Dönüşümdeki Rolü

Dijital dönüşüm, işletmelerin yalnızca teknolojik altyapılarının değil, aynı zamanda örgütsel yapılarının ve karar alma süreçlerinin de bütüncül biçimde yeniden yapılandırılmasını ifade etmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte bu süreç hız kazanmış; yapay zekâ, nesnelerin interneti, büyük veri analitiği ve robotik sistemler temel rekabet unsurları hâline gelmiştir. Bu bağlamda insansı robotlar, fiziksel etkileşim ve bilişsel yetenekleri bir arada sunmaları nedeniyle dijital dönüşümün ileri düzey bileşenleri arasında yer almaktadır. Bu sistemler yalnızca otomasyon sağlamamakta, aynı zamanda veri temelli yönetim süreçlerini de desteklemektedir. İnsansı robotlar; çevresel algılama, doğal dil işleme, yüz tanıma ve öğrenme algoritmaları sayesinde karmaşık görevleri yerine getirebilmektedir. Bu durum, işletmelerde daha esnek ve uyarlanabilir süreçlerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Yapay zekâ ve büyük dil modellerinin robotik sistemlerle entegrasyonu, bu kapasiteyi daha da artırmaktadır. Böylece kullanıcı taleplerinin analiz edilmesi, doğal iletişimin kurulması ve karar destek süreçlerinin güçlendirilmesi mümkün olmaktadır. Özellikle hizmet sektöründe bu gelişmeler, müşteri deneyimi ve memnuniyetine olumlu katkı sağlamaktadır. Dijital dönüşüm sürecinde insansı robotların yaygınlaşmasının bir diğer nedeni rekabet gücünü artırma ihtiyacıdır. Üretim verimliliğinin yükseltilmesi, hata oranlarının azaltılması ve süreçlerin standartlaştırılması açısından önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Üretim ve lojistik alanlarında insan-robot iş birliğine dayalı hibrit modeller, operasyonel verimliliği artırmaktadır. Aynı zamanda süreçlerin daha etkin ve sürdürülebilir hâle gelmesini sağlamaktadır. Genel olarak insansı robotlar, dijital dönüşümde yalnızca teknolojik bir araç değildir. Aynı zamanda işletmelerin organizasyon yapısını ve yönetim anlayışını dönüştüren stratejik bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle insan kaynakları, müşteri ilişkileri ve stratejik yönetim süreçlerine entegrasyonları, işletmelerin dijitalleşme düzeyini doğrudan etkilemektedir (Nadeem vd., 2025; Liu vd., 2024: 122-136; Pousttchi vd., 2019: 487-494; Ng, 2025: 3887-3908; Fusté-Forné & Jamal, 2021 :43-61; Lim vd., 2021: 1307-1333; Jung vd., 2023).

6.2. Hizmet Sektöründe ve İşletmelerde Kullanım Alanları

İnsansı robotların gelişimiyle birlikte kullanım alanları üretim sektörünün ötesine geçerek sağlık, turizm, perakende, eğitim ve lojistik gibi hizmet sektörlerine yayılmıştır. Bu alanlarda robotların tercih edilme nedenleri; hizmet süreçlerini standartlaştırmak, maliyetleri azaltmak ve müşteri deneyimini iyileştirmektir. Sürekli çalışma kapasitesi ve düşük hata oranı da işletmelere önemli verimlilik avantajları sağlamaktadır. Turizm ve otelcilik sektöründe insansı robotlar; resepsiyon, karşılama, yönlendirme ve bilgilendirme gibi görevlerde kullanılmaktadır. Özellikle Japonya ve Güney Kore’de bu uygulamalar yaygınlaşmıştır. Bu durum, hizmet süreçlerine teknolojik bir katkı sunmaktadır. Ancak araştırmalar, kullanıcıların tamamen robot temelli hizmetler yerine insan-robot iş birliğine dayalı hibrit modelleri daha olumlu değerlendirdiğini göstermektedir (Fusté-Forné & Jamal, 2021 :43-61; Lim vd., 2021: 1307-1333; Jung vd., 2023). Perakende sektöründe robotlar; müşteri yönlendirme, ürün tanıtımı ve veri toplama gibi görevlerde kullanılmaktadır. Yapay zekâ ve büyük veri analitiği ile desteklenen bu sistemler, daha hedefli pazarlama stratejilerine katkı sağlamaktadır. Sağlık sektöründe ise artan yaşlı nüfus ve hizmet talebi robot kullanımını artırmaktadır. İnsansı robotlar hasta bakımı, rehabilitasyon ve hastane içi lojistik süreçlerde görev alabilmektedir. Özellikle pandemi sonrası dönemde temassız hizmet ihtiyacı bu süreci hızlandırmıştır (Bogue, 2019: 326-331; Najm vd., 2026). Genel olarak insansı robotlar, hizmet sektöründe operasyonel verimliliği artırmaktadır. Aynı zamanda insan-robot etkileşimini de önemli bir araştırma alanı hâline getirmektedir. Kullanıcı kabulü; tasarım, ses ve iletişim özelliklerinden etkilenmektedir. Bununla birlikte aşırı insan benzeri tasarımlar “uncanny valley” etkisi nedeniyle olumsuz tepkilere yol açabilmektedir. Bu nedenle geliştirme sürecinde yalnızca teknik performans değil, kullanıcı deneyimi de kritik bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

6.3. İşletmeler Açısından Fırsatlar ve Riskler

İnsansı robot teknolojileri, işletmelerin dijital dönüşüm süreçlerinde özellikle operasyonel düzeyde önemli fırsatlar sunmaktadır. Süreç otomasyonu sayesinde tekrar eden görevler yüksek doğruluk ve süreklilikle gerçekleştirilebilmektedir. Bu durum üretim ve hizmet süreçlerinde verimliliği artırmakta, maliyetleri düşürmekte ve süreç standartizasyonunu güçlendirmektedir (Shamsuddoha vd., 2025; Licardo, 2024). Yapay zekâ destekli robotların büyük veri analitiği ile entegrasyonu, işletmelere stratejik avantajlar sağlamaktadır. Müşteri davranışlarının analiz edilmesi, talep tahmini yapılması ve kişiselleştirilmiş hizmetlerin geliştirilmesi bu avantajlar arasında yer almaktadır. Bu durum, karar alma süreçlerini daha veri temelli hâle getirmektedir. Aynı zamanda işletmelerin rekabet gücünü artırmaktadır (William vd., 2023: 297-314). Bununla birlikte insansı robot teknolojileri bazı önemli riskleri de beraberinde getirmektedir. Özellikle veri güvenliği ve mahremiyet sorunları, müşteri verilerinin işlenmesi süreçlerinde kritik bir etik ve hukuki tartışma alanı oluşturmaktadır. Ayrıca algoritmik sistemlerde ortaya çıkabilecek önyargılar, karar süreçlerinde şeffaflık ve hesap verebilirlik ihtiyacını artırmaktadır. Bu bağlamda etik yapay zekâ uygulamaları ve düzenleyici çerçeveler giderek daha önemli hâle

gelmektedir. Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, yüksek yatırım, kurulum ve bakım maliyetleri özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır. Robotik sistemlerin entegrasyonu, yazılım geliştirme ve siber güvenlik altyapısı yüksek başlangıç maliyetleri gerektirmektedir. Bununla birlikte teknolojik ilerlemeler ve ölçek ekonomilerinin etkisiyle bu maliyetlerin zamanla azalacağı öngörülmektedir. Böylece robot teknolojilerinin daha geniş kullanım alanlarına yayılması beklenmektedir (Neupane vd., 2024: 22072-22097; Haskard & Herath, 2025: 1-48).

6.4. İnsansı Robotların İşgücü Piyasası ve İnsan-Robot Etkileşimine Etkileri

İnsansı robot teknolojilerinin yaygınlaşması, işgücü piyasasında yapısal bir dönüşüme yol açmaktadır. Özellikle üretim ve hizmet sektörlerinde rutin ve düşük beceri gerektiren işlerin otomasyonu, insan emeğinin bazı alanlarda ikame edilmesine neden olmaktadır. Bu durum, bazı meslek gruplarında istihdam daralmasına yol açarken yeni mesleki alanların ortaya çıkmasını da beraberinde getirmektedir. Daron Acemoglu ve Pascual Restrepo'nun çalışmaları, robot kullanımının bazı sektörlerde istihdam kayıplarına neden olabileceğini, ancak verimlilik artışı yoluyla yeni iş alanları da oluşturduğunu göstermektedir (Acemoglu vd., 2020: 383-388). Bu çerçevede işgücü piyasası, niceliksel bir daralmadan çok niteliksel bir dönüşüm geçirmektedir. Bu dönüşümle birlikte çalışanlardan beklenen beceri setleri de değişmektedir. Veri okuryazarlığı, analitik düşünme, dijital teknolojileri kullanabilme ve insan-robot iş birliği gibi yetkinlikler giderek daha önemli hâle gelmektedir. World Economic Forum raporları da geleceğin işgücü piyasasında yapay zekâ ve veri temelli becerilerin belirleyici olacağını ortaya koymaktadır (Del Giudice vd., 2023: 33-59; Kaivo-Oja vd., 2017: 176-205; Boschetti vd., 2023: 167-180; Vasic & Billard, 2013: 197-204). Bunun yanında insan-robot etkileşimi, teknolojik kabul ve çalışma ortamı açısından önemli bir araştırma alanıdır. Çalışanların robotlara yönelik tutumları; güven, algılanan fayda ve kullanım kolaylığı gibi faktörlerden etkilenmektedir. İnsansı robotların insan benzeri özellikleri genellikle kabulü artırsa da, aşırı insan benzerliği bazı durumlarda "uncanny valley" etkisi nedeniyle olumsuz psikolojik tepkilere yol açabilmektedir. Son olarak bu dönüşüm yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda sosyal sonuçlar da doğurmaktadır. İşsizlik kaygısı, gelir dağılımında değişim ve dijital eşitsizlik gibi konular, robotik dönüşümün sosyal sürdürülebilirlik çerçevesinde ele alınmasını gerekli kılmaktadır (Cséfalvay, 2020: 1534-1553; Jungmittag, 2021: 1269-1290; Graetz & Michaels, 2018: 753-768; Barth vd., 2020; Montobbio vd., 2020; Barbieri vd., 2019).

6.5. Geleceğin Ekonomisi ve İnsansı Robotların Makroekonomik Dönüşümü

Robot teknolojileri ve yapay zekâ sistemlerindeki hızlı gelişim, ekonomik yapıların uzun vadede köklü biçimde dönüşeceğini göstermektedir. İnsansı robotların üretim ve hizmet sektörlerinde yaygınlaşması, işletme organizasyonlarını daha esnek, dijital ve veri odaklı hâle getirmektedir. Bu yeni yapıda robotların "dijital çalışan" veya "akıllı iş ortağı" olarak konumlanması beklenmektedir. Makroekonomik düzeyde robot teknolojileri, üretkenlik artışı yoluyla ekonomik büyümeyi destekleyen genel amaçlı teknolojiler arasında değerlendirilmektedir. Graetz ve Michaels'ın çalışması, robot kullanımının gelişmiş ekonomilerde emek üretkenliğini artırdığını göstermektedir (Graetz & Michaels, 2018: 753-768; Tong vd., 2024: 301-328; Richert vd., 2018: 414-423). Bu özellikleri, ekonomik ve toplumsal yapılarda geniş ölçekli dönüşümlere yol açmaktadır. Benzer şekilde robot teknolojileri, tarihsel olarak Sanayi Devrimi'nin yarattığı yapısal dönüşüme benzetilmektedir (Crafts, 2004: 338-35; Benmelech & Zator, 2022).

Bununla birlikte robot teknolojilerinin ekonomik etkileri ülkeler ve sektörler arasında farklılık göstermektedir. İstihdam üzerindeki etkiler "yer değiştirme etkisi" ve "verimlilik etkisi" olmak üzere iki temel mekanizma üzerinden açıklanmaktadır. Yer değiştirme etkisi bazı işlerin otomasyonla ortadan kalkmasına neden olurken, verimlilik etkisi yeni iş alanlarının oluşmasını sağlamaktadır. Bu iki etkinin net sonucu, ülke ve sektör bağlamına göre değişmektedir (Acemoglu & Restrepo, 2020: 2188-2244; Baldwin & Forslid, 2020; Wallén, 2008; Zamalloa vd., 2017: 1-9; Pratt, 2015: 51-60).

Makro düzeyde Ar-Ge kapasitesi, dijital altyapı ve nitelikli insan kaynağı ülkelerin rekabet gücünü belirleyen temel unsurlar hâline gelmektedir. Bu nedenle robot teknolojileri yalnızca bir üretim aracı değil, aynı zamanda stratejik bir kalkınma politikası unsuru olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte yapay zekâ sistemlerinin yaygınlaşması veri güvenliği, mahremiyet ve algoritmik sorumluluk gibi yeni düzenleme alanlarını da gündeme getirmektedir. Sonuç olarak insansı robotlar, ekonomik büyüme ve verimlilik açısından önemli fırsatlar sunarken; istihdam yapısı, kurumsal düzenlemeler ve uluslararası rekabet açısından çok boyutlu bir dönüşüm sürecini de beraberinde getirmektedir (Acemoglu vd., 2020: 383-388; Koch vd., 2021: 2553-2584; Dauth vd., 2021: 3104-3153; De Vries vd., 2020).

7. İNSANSI ROBOT TEKNOLOJİLERİNDE KÜRESEL REKABET

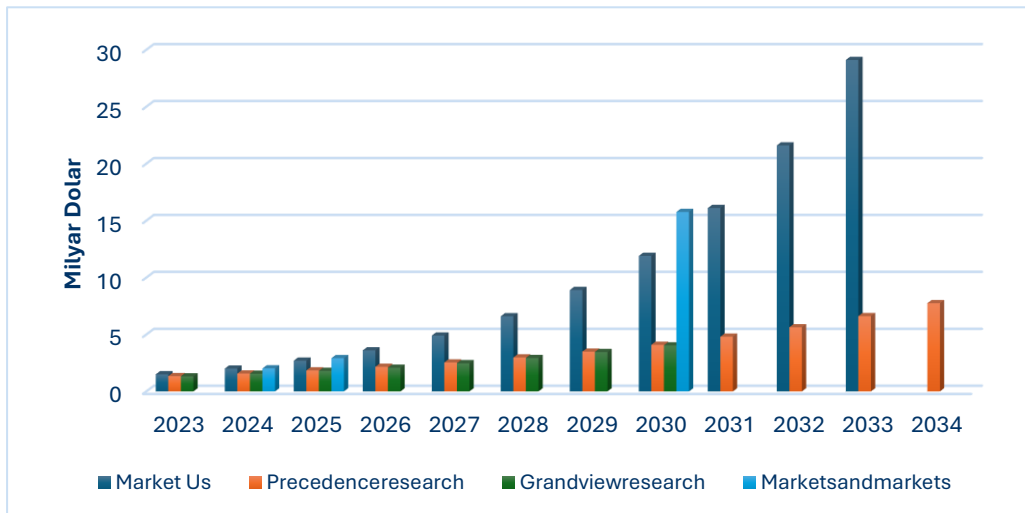
İnsansı robot teknolojilerinin gelişimi yalnızca teknik ilerlemelerle sınırlı kalmamaktadır. Bu teknolojiler aynı zamanda küresel ekonomi, uluslararası rekabet ve stratejik güç dengeleri üzerinde de önemli etkiler oluşturmaktadır. Yapay zekâ, robotik sistemler, büyük veri analitiği ve dijital altyapılar; ülkelerin ekonomik büyüme kapasitelerini, üretim modellerini ve teknolojik bağımsızlık düzeylerini yeniden şekillendirmektedir. Bu süreçte robot teknolojileri, dijital ekonominin temel bileşenlerinden biri hâline gelmiştir. Özellikle Endüstri 4.0 ve akıllı üretim sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte robot teknolojileri yalnızca üretim süreçlerinde değil; lojistik, sağlık, savunma, hizmet sektörü ve kamu yönetimi gibi alanlarda da stratejik önem kazanmıştır. Bu durum, ülkeler arasında teknoloji odaklı yeni bir rekabet alanı oluşturmuştur. Robotik sistemler artık yalnızca verimlilik sağlayan teknolojik araçlar olarak değil; aynı zamanda ekonomik güç, teknolojik egemenlik ve ulusal güvenlik unsurları olarak değerlendirilmektedir (DaeRyong, 2025: 279-295; Wright, 2019: 331-354; Malik, 2024: 20-27).

ABD, Çin, Japonya ve Avrupa Birliği gibi aktörler; robotik sistemler, yapay zekâ altyapıları ve dijital inovasyon ekosistemleri üzerine yoğun yatırımlar gerçekleştirmektedir. Devlet destekli Ar-Ge politikaları, üniversite-sanayi iş birlikleri ve özel sektör yatırımları bu rekabeti hızlandırmaktadır. Özellikle yapay zekâ destekli insansı robot teknolojileri, geleceğin ekonomik sistemlerinde stratejik üstünlük sağlayabilecek alanlardan biri olarak görülmektedir. Bu bağlamda insansı robot teknolojileri, küresel ölçekte yalnızca teknolojik bir dönüşümü değil; aynı zamanda ekonomik, politik ve jeostratejik bir yeniden yapılanma sürecini de temsil etmektedir. Dolayısıyla robot teknolojilerindeki gelişmelerin değerlendirilmesi, yalnızca teknik kapasite açısından değil; küresel rekabet, dijital egemenlik ve sürdürülebilir kalkınma perspektifleri çerçevesinde de ele alınmalıdır (DaeRyong, 2025: 279-295; Wright, 2019: 331-354; Malik, 2024: 20-27).

7.1. İnsansı Robot Teknolojilerinde Küresel Yarış

İnsansı robot teknolojileri; yapay zekâ, sensör sistemleri, makine öğrenmesi ve mekanik tasarım alanlarındaki hızlı ilerlemeler sayesinde küresel ölçekte önemli bir rekabet alanı hâline gelmiştir. ABD, Çin, Avrupa Birliği ve Japonya gibi teknoloji lideri ülkeler, bu alana yönelik yoğun Ar-Ge ve yatırım faaliyetleri yürütmektedir. Söz konusu yatırımlar yalnızca ekonomik getiri sağlama amacı taşımamakta; aynı zamanda teknoloji bağımsızlığını güçlendirme, ulusal güvenliği artırma ve küresel rekabet avantajı elde etme gibi stratejik hedefleri de içermektedir. Bu bağlamda insansı robotlar, dijital dönüşümün temel bileşenlerinden biri olmanın ötesinde, aynı zamanda jeopolitik güç ve stratejik kapasite unsuru olarak değerlendirilmektedir. Şekil 3'te sunulan farklı projeksiyonlar, insansı robot teknolojilerinin geleceğine ilişkin belirsizliklerin devam ettiğini ortaya koymaktadır. Söz konusu tahminler arasındaki farklılıklar; teknolojik gelişim hızının öngörülemezliği, yüksek üretim maliyetleri, toplumsal kabul düzeyi ve düzenleyici çerçevelere ilişkin belirsizliklerden kaynaklanmaktadır. Gelişmiş yapay zekâ sistemlerinin robotik teknolojilerle bütünleşmesi, ürünlerin ticari uygulanabilirliğini artırmakla birlikte etik, hukuki ve toplumsal tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Bu faktörler, sektörün büyüme dinamiklerini ve yatırım eğilimlerini doğrudan etkilemektedir (Şekil 3) (MarketsandMarkets, 2025; Market.us, 2025; Grand View Research, 2025). Bununla birlikte, söz konusu projeksiyonlar farklı kurumların metodolojileri ve varsayımlarına dayanmaktadır. Bu nedenle kesin pazar büyüklükleri olarak yorumlanmaları uygun değildir. Daha ziyade, sektörün olası gelişim eğilimlerine ilişkin göstergeler olarak değerlendirilmelidir.

Şekil 3. İnsansı Robot Pazarı Gelir Tahminlerinin Karşılaştırmalı Analizi (2023–2034)



Not: Şekildeki veriler Market.us (2025), MarketsandMarkets (2025) ve Grand View Research (2025) kaynaklarından derlenmiştir. Tahminler kullanılan yöntem ve varsayımlar bakımından farklılık gösterebildiğinden doğrudan karşılaştırılabilir nitelikte değildir. Bu nedenle şekil, kesin pazar büyüklüklerinden ziyade insansı robot pazarına ilişkin genel büyüme eğilimlerini göstermektedir.

Kaynak: Marketsand Markets, 2025; Market.us, 2025; Grand View Research, 2025 kaynaklarından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 2’de yer alan veriler, Precedence Research (2024) tarafından yayımlanan pazar projeksiyonlarına dayanmaktadır. Söz konusu veriler geleceğe yönelik tahmin niteliği taşıdığından, gerçekleşmiş ekonomik sonuçlar olarak değerlendirilmemelidir. Tablo, farklı ülkelere ilişkin öngörülen pazar büyüklüklerini karşılaştırmalı bir biçimde sunmakta ve sektördeki yatırım beklentilerine ilişkin genel bir çerçeve sağlamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri’nin, yüksek teknoloji yatırımları ve gelişmiş yapay zekâ altyapısı sayesinde küresel pazarda lider konumunu sürdüreceği öngörülmektedir. Ülkenin güçlü girişimcilik ekosistemi bu konumu destekleyen önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Buna ek olarak, özel sektör odaklı inovasyon kapasitesi rekabet gücünü artıran temel faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Büyük teknoloji şirketlerinin robotik ve yapay zekâ alanındaki yoğun yatırımları da bu avantajı pekiştirmektedir (Tablo 2) (Precedence Research, 2024).

Çin’in yükselişi ise ekonomik büyümenin yanı sıra devlet destekli teknoloji politikalarıyla ilişkilendirilmektedir. Düşük maliyetli üretim kapasitesi ve geniş iç pazar da bu süreci desteklemektedir. Çin’in robot teknolojilerini üretim, lojistik ve hizmet sektörlerinde hızla yaygınlaştırması, küresel tedarik zincirindeki stratejik etkisini artırmaktadır. Bu durum, insansı robotların aynı zamanda jeopolitik rekabetin önemli araçlarından biri hâline geldiğini göstermektedir (Tablo 2) (Precedence Research, 2024).

Japonya ve Güney Kore’nin büyüme performansı, demografik dönüşüm ve dijitalleşme politikalarıyla açıklanmaktadır. Japonya’da yaşanan nüfus ve iş gücü daralması, özellikle sosyal ve bakım robotlarına olan talebi artırmaktadır. Güney Kore ise ileri elektronik üretim kapasitesi ve dijital dönüşüm stratejileri sayesinde robot teknolojilerini sanayi altyapısına entegre etmektedir. Kanada’nın yükselişi ise üniversite–sanayi iş birlikleri ve yapay zekâ alanındaki akademik kapasiteyle ilişkilendirilmektedir (Precedence Research, 2024).

Avrupa ülkeleri arasında Almanya, İngiltere, Fransa ve İtalya endüstriyel dönüşüm politikalarıyla öne çıkmaktadır. Almanya’nın Endüstri 4.0 yaklaşımı, akıllı üretim sistemlerine yapılan yatırımlarla robot teknolojilerinin sanayiye entegrasyonunu hızlandırmaktadır. İngiltere ve Fransa’nın yapay zekâ temelli inovasyon politikaları da teknoloji ekosistemlerini güçlendirmektedir. Avrupa Birliği ise etik yapay zekâ, veri güvenliği ve insan merkezli teknoloji kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Bu durum, Avrupa’nın yalnızca ekonomik değil aynı zamanda düzenleyici bir aktör olduğunu göstermektedir (Tablo 2) (Precedence Research, 2024).

Gelişmekte olan ülkeler arasında Hindistan, Brezilya ve Güney Afrika’nın pazar büyüklükleri görece sınırlıdır. Ancak bu ülkeler yüksek büyüme potansiyeline sahiptir. Hızlı kentleşme, dijitalleşme süreçleri ve otomasyon ihtiyacı robot teknolojilerine olan talebi artırmaktadır. Özellikle Hindistan’ın genç nüfusu ve büyüyen teknoloji sektörü önemli bir gelecek potansiyeli oluşturmaktadır. Genel olarak Tablo 2, insansı robot teknolojilerinin yalnızca gelişmiş ekonomilerle sınırlı kalmadığını göstermektedir. Bu teknoloji farklı sosyo-ekonomik yapılara sahip ülkelerde de yaygınlaşmaktadır. Bu durum, robot teknolojilerinin küresel ölçekte bir dijital dönüşüm aracı hâline geldiğini ortaya koymaktadır. Gelecekte ekonomik rekabetin yalnızca üretim kapasitesiyle değil; yapay zekâ altyapısı, robotik uyum düzeyi ve dijital inovasyon kapasitesiyle şekilleneceği öngörülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Ülkelere Göre 2023–2030 Küresel İnsansı Robot Pazarı Gelir Tahminleri

Ülke	2023 Geliri (Milyon Dolar)	2030 Beklenen Gelir (Milyon Dolar)	Ülke	2023 Geliri (Milyon Dolar)	2030 Beklenen Gelir (Milyon Dolar)
ABD	583,7	1.794,30	Çin	64,6	195,5
Kanada	107,8	359,4	Hindistan	42	149,4
İngiltere	38,7	110,8	Güney Kore	48,4	183,5
Almanya	49,5	141,1	Avustralya	29,6	97,8
İtalya	33,1	103,1	Tayland	9,1	26,8
Fransa	26,2	76,7	Brezilya	19,4	66,7

İspanya	20,7	59,9	Meksika	9,4	33,3
Danimarka	12,4	34,2	Arjantin	8,2	29,4
İsveç	7,7	19,3	Güney Afrika	11	36,4
Norveç	11,9	34,1	Suudi Arabistan	11,4	36,6
Japonya	63,6	226,9	BAE	10,8	36

Not: Tablodaki veriler Precedence Research (2024) projeksiyonlarından derlenmiştir. Veriler 2023 yılı gerçekleşen ve 2030 yılı öngörülen pazar gelirlerini (milyon USD) göstermektedir. Değerler geleceğe yönelik tahminler olup kesin pazar büyüklükleri olarak değerlendirilmemelidir.

Kaynak: Precedence Research, 2024 kaynağından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

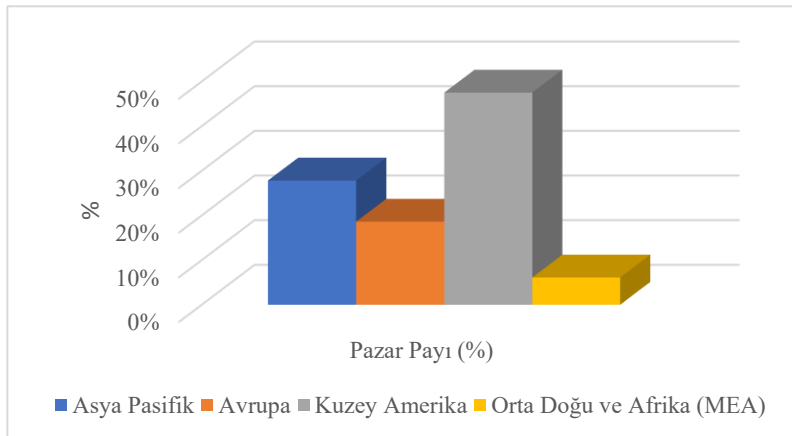
Cervicorn Consulting (2025) tarafından yayımlanan sektör raporuna göre, Kuzey Amerika'nın 2024 yılı itibarıyla küresel insansı robot pazarında yaklaşık %48'lik bir paya sahip olduğu tahmin edilmektedir. Bu durum, ABD merkezli teknoloji şirketlerinin yapay zekâ destekli insansı robot çözümlerini hızlı bir şekilde ticarileştirmesiyle ilişkilendirilmektedir. Ayrıca risk sermayesi yatırımlarındaki artış ve savunma-sanayi iş birliklerinin güçlenmesi de bu gelişimi destekleyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda Kuzey Amerika, yalnızca teknoloji üretiminde değil, aynı zamanda bu teknolojilerin ekonomik değere dönüştürülmesinde de belirleyici bir merkez konumuna gelmiştir. Bölgenin güçlü yapay zekâ ve bulut bilişim altyapısı bu konumu pekiştirmektedir. Kuzey Amerika'daki şirketler veri işleme, otonom sistemler ve insan-robot etkileşimi alanlarında önemli rekabet avantajlarına sahiptir. Bu teknolojik üstünlük, sağlık, lojistik ve hizmet sektörlerinde robotik sistemlerin yaygınlaşmasını hızlandırmaktadır (Şekil 4) (Cervicorn Consulting, 2025).

Küresel rekabetin yalnızca donanım üretimi üzerinden değil, aynı zamanda yapay zekâ ekosistemi ve veri yönetimi kapasitesi üzerinden şekillendiği görülmektedir. Asya-Pasifik bölgesi %28'lik pazar payına gerilemiştir. Bölge üretim kapasitesi ve endüstriyel robotik alanında güçlü konumunu sürdürmektedir. Ancak yazılım ve yapay zekâ temelli ticarileşme süreçlerinde Kuzey Amerika'nın gerisinde kalmaktadır. Buna rağmen Çin, Japonya ve Güney Kore küresel robotik ekosistemde önemli aktörler olmaya devam etmektedir.

Avrupa'nın %19'luk pazar payı, daha temkinli ve düzenleyici yaklaşımıyla ilişkilendirilmektedir. Avrupa Birliği yapay zekâ ve robot teknolojilerinde etik ilkeleri, veri güvenliğini ve insan merkezli yaklaşımı ön planda tutmaktadır. Bu durum ticarileşme hızını sınırlasa da uzun vadede sürdürülebilir bir dijital dönüşüm modeli hedeflemektedir. Almanya, Fransa ve İngiltere'nin sanayi otomasyonu ve akıllı üretim yatırımları Avrupa'nın teknolojik kapasitesini desteklemektedir (Şekil 4) (Cervicorn Consulting, 2025).

Orta Doğu ve Afrika bölgesi %6'lık pazar payına sahiptir. Bu oran sınırlı olmakla birlikte büyüme potansiyeline işaret etmektedir. Körfez ülkelerinde akıllı şehir projeleri ve teknoloji yatırımları artmaktadır. Afrika'da ise sağlık, lojistik ve eğitim alanlarında pilot robot uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Genel olarak Şekil 4, insansı robot teknolojilerinde küresel rekabetin giderek yoğunlaştığını göstermektedir. Kuzey Amerika'nın yükselişi ticarileşme ve yapay zekâ ekosistemi açısından belirleyici bir rol oynamaktadır. Asya-Pasifik ve Avrupa'daki gelişmeler ise rekabetin yalnızca üretim değil, inovasyon ve politika boyutlarıyla da şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, insansı robot teknolojilerinin gelecekte ekonomik büyüme ve küresel stratejik rekabet açısından kritik bir alan olacağını göstermektedir (Şekil 4) (Cervicorn Consulting, 2025).

Şekil 4. İnsansı Robot Pazarının 2024 Yılında Bölgelere Göre Yüzdesele Dağılımı



Not: Veriler Cervicorn Consulting (2025) raporundan derlenmiştir. Şekil, 2024 yılı küresel insansı robot pazarının bölgesel dağılımını (%) göstermektedir.

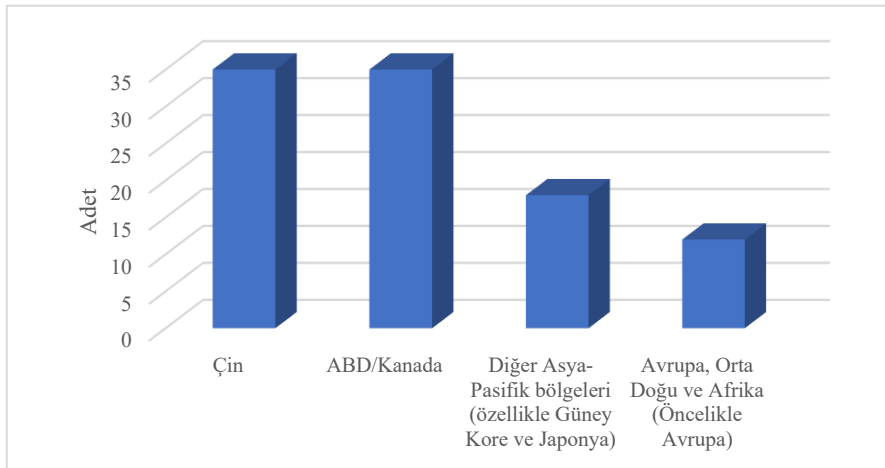
Kaynak: Cervicorn Consulting, 2025 kaynağından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 5, dünya genelindeki ilk 100 insansı robot şirketinin bölgesel dağılımını ortaya koymaktadır. ECNS (2025) ve South China Morning Post (2023) verilerine göre Çin ile ABD/Kanada bölgeleri 35'er şirket ile en yüksek temsil oranına sahiptir. Bu yoğunlaşma, insansı robot endüstrisinde küresel rekabetin ağırlıklı olarak iki ana teknoloji ekosistemi etrafında kümelenildiğini göstermektedir. Bu durum, sektörde coğrafi konsantrasyonun yalnızca üretim kapasitesiyle değil, aynı zamanda inovasyon ekosistemlerinin olgunluğu ile de belirlendiğine işaret etmektedir. Çin'in güçlü temsili, uzun vadeli sanayi politikaları ve devlet destekli teknoloji stratejileri ile ilişkilidir. "Made in China 2025" çerçevesinde robotik ve yapay zekâ alanlarına sağlanan sistematik teşvikler, üretim ölçeklenmesini ve teknolojik çeşitlenmeyi hızlandırmaktadır. Ayrıca geniş üretim altyapısı ve büyük veri ekosistemi, maliyet avantajı ve hızlı ürünleştirme kapasitesi yaratmaktadır. Bu faktörler, Çin'in yalnızca üretim merkezi değil, aynı zamanda teknoloji geliştirme ve ticarileştirme kapasitesi yüksek bir aktör olduğunu göstermektedir. Buna karşılık ABD ve Kanada'nın konumu, donanım üretiminden ziyade yazılım, yapay zekâ altyapısı ve risk sermayesi odaklı inovasyon modeli ile şekillenmektedir. Silikon Vadisi merkezli ekosistem ve güçlü üniversite-sanayi iş birlikleri, araştırma çıktılarının ticarileşme hızını artırmaktadır. Bu yapı, Kuzey Amerika'yı özellikle yapay zekâ, veri analitiği ve insan-robot etkileşimi teknolojilerinde uzmanlaşmış bir bölge haline getirmektedir.

Asya-Pasifik bölgesi, robotik teknolojilerde tarihsel uzmanlığını sürdürmektedir. Japonya ve Güney Kore, ileri otomasyon sistemleri, hassas sensör teknolojileri ve endüstriyel robotik kapasite açısından öne çıkmaktadır. Japonya'nın özellikle sosyal bakım ve yaşlı destek robotlarına yönelik uzmanlaşması, demografik dönüşüm ile teknoloji geliştirme arasındaki ilişkiyi yansıtmaktadır. Güney Kore ise akıllı üretim ve endüstri 4.0 yatırımlarıyla üretim odaklı robotik kapasitesini güçlendirmektedir. Avrupa ve EMEA bölgesinde daha sınırlı şirket yoğunluğu, teknoloji geliştirme yaklaşımındaki düzenleyici ve etik odaklı çerçeve ile ilişkilidir. Avrupa Birliği'nin insan merkezli yapay zekâ, veri güvenliği ve etik düzenlemelere öncelik vermesi, inovasyon hızını görece sınırlamakla birlikte daha sürdürülebilir ve regüle edilmiş bir teknoloji gelişimini desteklemektedir.

Orta Doğu'da özellikle Körfez ülkeleri, dijital dönüşüm ve akıllı şehir stratejileri kapsamında robotik teknolojilere yönelik yatırımlarını artırmaktadır. Afrika'da ise sektör henüz erken aşamada olmakla birlikte uzun vadede gelişim potansiyeli taşımaktadır. Genel olarak bulgular, insansı robot endüstrisinin belirli teknoloji merkezlerinde yoğunlaştığını ve rekabetin giderek çok kutuplu bir yapıya evrildiğini göstermektedir. Bu bağlamda Çin ve Kuzey Amerika'nın liderliği, üretim kapasitesi ile yapay zekâ temelli inovasyonun birleşiminden kaynaklanmaktadır. Diğer bölgelerdeki gelişim ise küresel rekabetin giderek daha dağınık ve çok merkezli bir yapıya doğru ilerlediğini ortaya koymaktadır (Şekil 5) (ECNS, 2025; South China Morning Post, 2023).

Şekil 5. Bölgesel Dağılıma Göre İlk 100 İnsansı Robot Şirketi Sayısı



Not: Şekildeki veriler ECNS (2025) ve South China Morning Post (2023) kaynaklarından derlenmiştir. Veriler, insansı robot sektöründeki ilk 100 şirketin bölgesel dağılımını şirket sayısı ve pay (%) olarak göstermektedir. Liste sektörün tamamını temsil etmemektedir.

Kaynak: ECNS, 2025; South China Morning Post, 2023 kaynaklarından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 6’da verilen veriler, 2022 yılı itibarıyla insansı robotların kullanım alanlarının önemli ölçüde çeşitlendiğini göstermektedir. Teknolojinin yalnızca endüstriyel üretimle sınırlı kalmadığı, gündelik yaşamın farklı alanlarına da yayıldığı görülmektedir. Verilere göre en yüksek pay %56 ile genel amaçlı uygulamalara aittir. Bu durum, insansı robotların çok yönlü görevleri yerine getirebilecek şekilde geliştirildiğini ortaya koymaktadır. Ev içi yardım, kişisel asistanlık, sosyal etkileşim ve temel destek hizmetleri bu segmentin temel kullanım alanlarını oluşturmaktadır (Dario vd., 1999: 77-93). Yapay zekâ destekli iletişim becerileri, doğal dil işleme sistemleri ve insan benzeri hareket kabiliyeti bu robotların bireysel kullanımda daha fazla tercih edilmesini sağlamaktadır. Bu gelişmeler, kullanıcı deneyimi odaklı robot teknolojilerinin hızla yaygınlaştığını göstermektedir (Şekil 6) (Grand View Research, 2025).

Genel amaçlı uygulamaların yüksek paya sahip olması, sektörün ticarileşme stratejileri açısından da önemli bir göstergedir. Şirketler yalnızca belirli görevleri yerine getiren robotlar yerine, farklı alanlarda kullanılabilen esnek sistemlere yönelmektedir. Bu durum, robotların daha geniş kullanıcı kitlelerine ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca yazılım altyapısı ve kullanıcı dostu arayüzler, insan-robot etkileşimini güçlendirmektedir.

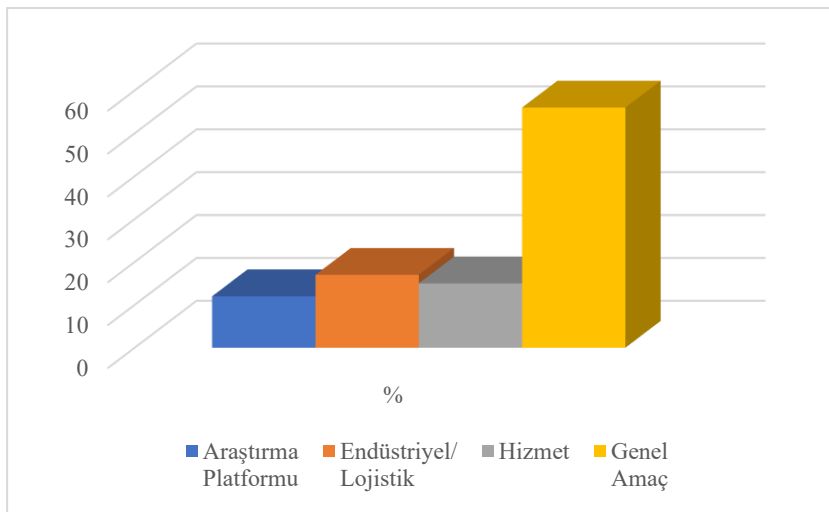
Rekabet artık yalnızca donanım kapasitesi üzerinden şekillenmemektedir. Kullanıcı deneyimi, yazılım altyapısı ve dijital hizmet entegrasyonu da temel belirleyiciler arasında yer almaktadır. Endüstriyel ve lojistik uygulamalar %17’lik paya sahiptir. Bu oran, robotların üretim süreçlerindeki stratejik önemini devam ettirdiğini göstermektedir. Tekrarlayan, fiziksel güç gerektiren ve riskli işlerde robot kullanımı artmaktadır. Bu durum üretim verimliliğini yükseltmekte ve iş güvenliğini desteklemektedir. Lojistik alanında depo yönetimi, taşıma ve sipariş hazırlama süreçlerinde robotlar etkin şekilde kullanılmaktadır (Şekil 6) (Grand View Research, 2025).

İnsansı robotların insan formuna sahip olması, çalışma ortamlarına uyumu kolaylaştırmaktadır. Bu özellik, insan-robot iş birliğinin gelecekte daha yaygın hâle geleceğine işaret etmektedir. Hizmet sektörü %15’lik paya sahiptir. Sağlık alanında yaşlı bakım, rehabilitasyon ve hasta destek sistemlerinde robot kullanımı artmaktadır. Özellikle yaşlanan nüfusa sahip ülkelerde bu teknolojiler sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Turizm ve perakende sektörlerinde ise karşılama, yönlendirme ve bilgi verme gibi görevler öne çıkmaktadır. Bu durum, robotların sosyal etkileşim kurabilen dijital aktörler hâline geldiğini göstermektedir.

Araştırma platformları %12’lik paya sahiptir. Üniversiteler, araştırma merkezleri ve teknoloji laboratuvarları bu alanda yoğun kullanım gerçekleştirmektedir. Bu çalışmalar yapay zekâ algoritmalarının geliştirilmesi ve insan-robot etkileşiminin incelenmesi açısından önemlidir. Araştırma temelli kullanım, doğrudan ticari sonuçlardan ziyade gelecekteki teknolojik gelişmelerin altyapısını oluşturmaktadır (Şekil 6) (Grand View Research, 2025).

Genel olarak Şekil 6, insansı robot teknolojilerinin çok boyutlu bir dönüşüm içinde olduğunu göstermektedir. Kullanım alanlarının çeşitlenmesi, bu teknolojilerin sanayi dışındaki alanlarda da yaygınlaştığını ortaya koymaktadır. Özellikle genel amaçlı uygulamaların baskınlığı, robotların gelecekte gündelik yaşamda daha görünür olacağını göstermektedir. Bu durum, insansı robotların yalnızca ekonomik değil aynı zamanda toplumsal ve kültürel dönüşümü de etkileyen stratejik bir teknoloji alanına dönüştüğünü ortaya koymaktadır (Şekil 6) (Grand View Research, 2025).

Şekil 6. İnsansı Robotların 2022’den İtibaren Birincil Kullanım Alanlarına Göre Dağılımı



Kaynak: Grand View Research, 2025 kaynağından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 7’de yer alan veriler, insansı robot teknolojilerinin farklı sektörlerde giderek daha fazla ekonomik değer ürettiğini ve kullanım alanlarının genişlediğini göstermektedir. Bu durum, teknolojinin yalnızca üretim alanında değil, çok çeşitli hizmet sektörlerinde de yaygınlaştığını ortaya koymaktadır.

Verilere göre 2023 yılında en yüksek gelir 419,6 milyon dolar ile kişisel yardım ve bakım segmentinden elde edilmiştir. Bu segmentin 2030 yılına kadar 1.252,2 milyon dolara ulaşacağı öngörülmektedir. Bu artış, yaşlanan nüfus, bakım hizmetlerine artan talep ve sağlık sektöründeki dijital dönüşüm süreçleriyle doğrudan ilişkilidir. Özellikle gelişmiş ülkelerde bakım personeli yetersizliği, insansı robotların stratejik bir çözüm olarak görülmesine neden olmaktadır. Bu gelişme, robotların yalnızca teknolojik araçlar olmadığını, aynı zamanda sosyal bakım sistemlerinin tamamlayıcı bir unsuru hâline geldiğini göstermektedir. Doğal dil işleme, yüz tanıma ve duygusal etkileşim özellikleri sayesinde robotlar, yaşlı bireylerin günlük yaşamını desteklemekte ve sosyal izolasyonu azaltmaktadır. Bu durum, insan-robot iş birliğinin sağlık ve bakım alanında daha yaygın hâle geleceğine işaret etmektedir (Şekil 7) (Grand View Research, 2025).

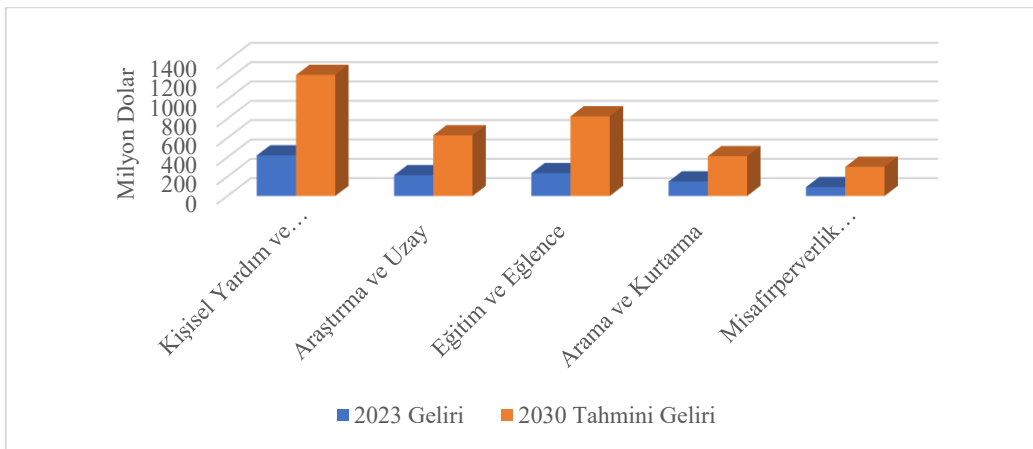
Eğitim ve eğlence sektörü 2023 yılında 235,9 milyon dolar gelir üretmiş, 2030 yılında ise 824,1 milyon dolara ulaşması beklenmektedir. Eğitim alanında robotlar, öğretim süreçlerini destekleyen etkileşimli araçlar olarak kullanılmaktadır. Eğlence sektöründe ise tema parkları, dijital gösteriler ve interaktif deneyimler öne çıkmaktadır. Bu gelişmeler, insansı robotların sosyal ve kültürel tüketim alanlarında da yer aldığını göstermektedir (Şekil 7) (Grand View Research, 2025).

Araştırma ve uzay uygulamaları segmenti 2023 yılında 214,7 milyon dolar gelir üretmiştir ve 2030’da 627,9 milyon dolara ulaşması beklenmektedir. Bu alan, üniversiteler, araştırma merkezleri ve uzay ajanslarının robot teknolojilerini yapay zekâ geliştirme ve ekstrem koşullarda görev yapabilen sistemler tasarlama amacıyla kullandığını göstermektedir. Özellikle uzay görevlerinde insansı robotların kullanımı, yüksek riskli ortamlarda operasyon yürütme kapasitesi açısından stratejik önem taşımaktadır.

Arama ve kurtarma segmentinin 150,5 milyondan 411,3 milyon dolara yükselmesi beklenmektedir. Bu artış, afet yönetimi ve kriz müdahalesinde robotlara olan ihtiyacın arttığını göstermektedir. Deprem, yangın ve kimyasal sızıntı gibi tehlikeli durumlarda insansı robotlar, insan hayatını riske atmadan görev yapabilmektedir. Misafirperverlik sektörü 92 milyondan 301,8 milyon dolara yükselmektedir (Şekil 7) (Grand View Research, 2025).

Otel, restoran ve turizm alanlarında kullanılan robotlar; karşılama, yönlendirme ve temel hizmet görevlerini üstlenmektedir. Bu durum, hizmet sektöründe dijital dönüşümün hızlandığını ve temassız hizmet modellerine olan talebin arttığını göstermektedir. Genel olarak Şekil 7, insansı robot teknolojilerinin çok sektörlü bir ekonomik yapıya dönüştüğünü ortaya koymaktadır. Kişisel bakım ve hizmet odaklı alanlardaki hızlı büyüme, robotların gündelik yaşamda daha görünür hâle geleceğini göstermektedir. Bu durum, insansı robotların yalnızca ekonomik büyümenin değil, aynı zamanda toplumsal dönüşümün de önemli bir bileşeni olduğunu göstermektedir (Şekil 7) (Grand View Research, 2025).

Şekil 7. İnsansı Robot Pazar Gelirlerinin Küresel Uygulama Alanlarına Göre Tahminleri (2023–2030)



Kaynak: Grand View Research, 2025 kaynağından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 8’de yer alan veriler, insansı robot teknolojilerinde yapısal tasarım tercihleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. Verilere göre 2023 yılında en yüksek gelir 864,4 milyon dolar ile tekerlekli robotlar segmentinden elde edilmiştir. Bu segmentin 2030 yılına kadar 2.693,6 milyon dolara ulaşması beklenmektedir. Tekerlekli robotların düşük üretim maliyeti, enerji verimliliği ve bakım kolaylığı gibi avantajları

bulunmaktadır. Bu özellikler, robotların lojistik, depo yönetimi, sağlık hizmetleri ve iç mekân taşımacılığı gibi alanlarda yaygınlaşmasını desteklemektedir. Bu durum, ekonomik verimlilik ve operasyonel işlevselliğin hâlen belirleyici unsurlar olduğunu göstermektedir. Tekerlekli sistemlerin baskınlığı, kısa vadeli ticarileşme stratejileriyle de ilişkilidir. Şirketler daha düşük maliyetli ve hızlı üretilebilen robotlara yönelmektedir. Ayrıca mevcut altyapılarla uyumlu sistemler tercih edilmektedir. Bu nedenle tekerlekli robotlar, ticarileşme sürecinde geçiş modeli niteliği taşımaktadır. Buna karşılık iki ayaklı (bipedal) robotlar teknik olarak daha karmaşık sistemlerdir. 2023 yılında 457,2 milyon dolar gelir elde eden bu segmentin 2030 yılına kadar 1.347,2 milyon dolara ulaşması beklenmektedir (Şekil 8) (Li vd., 2026: 1-37; Grand View Research, 2025).

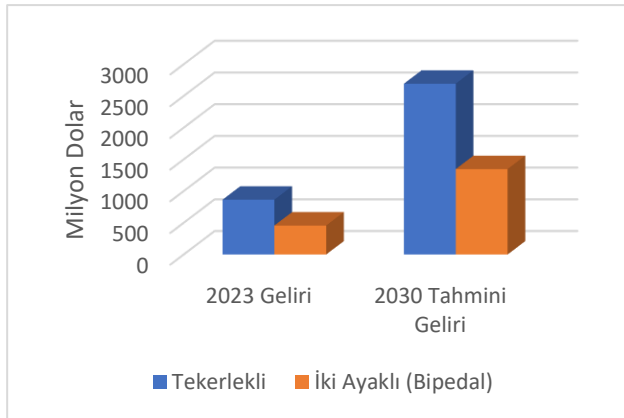
İnsan benzeri hareket kabiliyeti; merdiven çıkma, düzensiz yüzeylerde hareket etme ve insan ortamlarına uyum sağlama gibi avantajlar sunmaktadır. Bu özellikler, bipedal robotları bakım, arama-kurtarma ve sosyal etkileşim alanlarında önemli hâle getirmektedir. Bipedal robotların gelişimi yapay zekâ, hareket kontrolü ve sensör teknolojilerindeki ilerlemelerle doğrudan ilişkilidir. Bu robotlar yalnızca mekanik değil, aynı zamanda yazılım ve veri işleme açısından da ileri düzey sistemlerdir (Mikolajczyk vd., 2022: 4440; Ridwan & Mysorewala; 2025: 2676-2696). Yüksek maliyetlerine rağmen insan yaşam alanlarına uyum sağlayabilmeleri, stratejik önemlerini artırmaktadır. Şekil 8 genel olarak değerlendirildiğinde, insansız robot teknolojilerinde ekonomik büyümenin yalnızca teknik gelişmelere değil, maliyet, enerji verimliliği ve kullanıcı ihtiyaçlarına da bağlı olduğu görülmektedir. Bu durum, sektörün hem ekonomik verimlilik hem de insan merkezli tasarım ekseninde geliştiğini göstermektedir (Şekil 8) (Grand View Research, 2025).

Şekil 9'da sunulan veriler, donanım ve yazılım bileşenleri arasındaki ekonomik dengeyi ortaya koymaktadır. 2023 yılında donanım bileşenleri 924,9 milyon dolar gelire pazarda baskın konumdadır. Sensörler, motor sistemleri ve mekanik parçalar robotların temel işlevleri açısından kritik öneme sahiptir. Donanım maliyetlerinin yüksekliği, bu segmentin ekonomik büyüklüğünü açıklamaktadır. Ancak yazılım bileşenleri 2023 yılında 396,7 milyon dolar gelir üretmiş ve 2030 yılına kadar 1.285,3 milyon dolara ulaşması beklenmektedir. Bu artış, yazılımın giderek daha stratejik bir konuma geldiğini göstermektedir.

Yapay zekâ algoritmaları, doğal dil işleme ve otonom karar sistemleri robotların işlevselliğini belirleyen temel unsurlar hâline gelmektedir. Bu durum, rekabet avantajının yalnızca fiziksel üretimden değil, yazılım ve veri ekosistemlerinden de kaynaklanacağını göstermektedir. Donanım ve yazılım arasındaki bu değişim, robot teknolojilerinin ekonomik yapısındaki dönüşümü de yansıtmaktadır. İlk aşamada donanım odaklı olan sektör, zamanla yazılım tabanlı katma değere doğru kaymaktadır. Benzer dönüşümün bilgisayar ve akıllı telefon sektörlerinde de yaşandığı görülmektedir (Grand View Research, 2025).

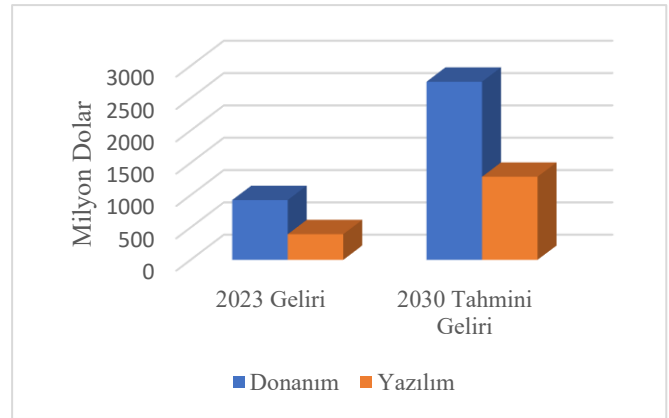
Genel olarak Şekil 8 ve Şekil 9 birlikte değerlendirildiğinde, insansız robot sektörünün hem tasarım hem de teknolojik bileşenler açısından dönüşüm sürecinde olduğu anlaşılmaktadır. Tekerlekli robotlar kısa vadede pazarda öne çıkarken, iki ayaklı robotlar uzun vadeli teknolojik hedefleri temsil etmektedir. Donanım hâlen temel yapı olsa da yazılımın yükselişi, gelecekte yapay zekâ temelli robot ekosisteminin belirleyici olacağını göstermektedir (Şekil 9) (Grand View Research, 2025).

Şekil 8. 2023–2030 Döneminde İnsansız Robot Pazarının Yapısal Tür Bazlı Gelir Tahminleri



Kaynak: Grand View Research, 2025 kaynağından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 9. 2023–2030 Döneminde İnsansız Robot Pazar Gelirlerinin Bileşen Türlerine Göre Gelir Tahminleri



Kaynak: Grand View Research, 2025 kaynağından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

7.2. Küresel İnsansız Robot Pazarında Rekabet

İnsansı robot teknolojileri günümüzde yalnızca mühendislik ve yapay zekâ alanlarının bir ürünü olmaktan çıkmıştır. Bu teknolojiler, ekonomik büyüme, teknolojik üstünlük ve jeopolitik güç mücadelesinin merkezinde yer alan stratejik bir sektör hâline gelmiştir. Özellikle ABD, Çin, Japonya ve Güney Kore bu alanı geleceğin rekabet sahası olarak değerlendirmektedir. Bu ülkeler, kapsamlı Ar-Ge ve yatırım politikaları geliştirmektedir. Bu durum, robot teknolojilerinin küresel güç dengelerini etkileyen stratejik bir unsur hâline geldiğini göstermektedir (Shaw, 2017: 451-470; Bogue, 2024:189-195).

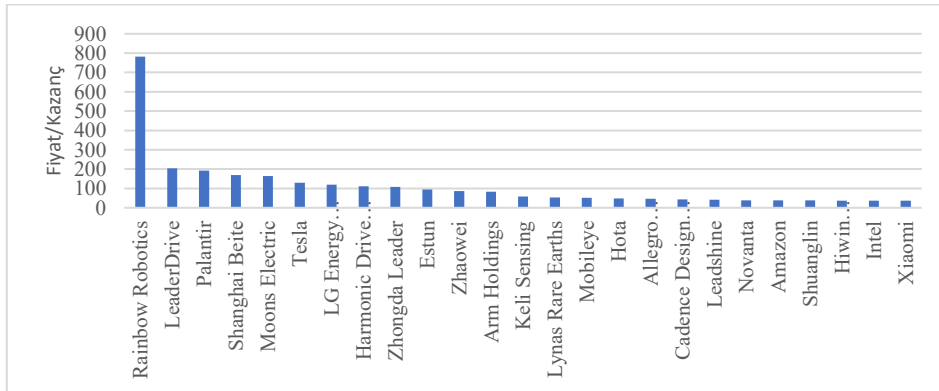
Çin, “Made in China 2025” stratejisi kapsamında robot teknolojilerini öncelikli sektörler arasında konumlandırmıştır. Devlet destekli sanayi politikaları, düşük maliyetli üretim kapasitesi ve geniş iç pazar Çin’in büyümesini desteklemektedir. Bu avantajlar, ülkenin özellikle üretim ve endüstriyel robotik alanında hızlı gelişmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda yapay zekâ, sensör teknolojileri ve otomasyon yatırımları Çin’i yalnızca bir üretim merkezi olmaktan çıkararak teknoloji geliştiren bir aktöre dönüştürmektedir (Agarwala & Chaudhary, 2021:424-461; Marukawa, 2020:131-149). ABD ise rekabet avantajını daha çok yapay zekâ, yazılım altyapısı ve girişim sermayesi ekosistemi üzerinden sağlamaktadır. Boston Dynamics, Tesla ve Figure AI gibi firmalar insansı robotların ticari ve endüstriyel kullanım alanlarını genişletmektedir. ABD’nin güçlü bulut bilişim altyapısı ve gelişmiş yapay zekâ algoritmaları, robotların öğrenme ve karar verme kapasitesini artırmaktadır. Bu durum, gelecekte rekabetin yalnızca donanım değil yazılım ve veri temelli sistemler üzerinden şekilleneceğini göstermektedir (Malik, 2024: 20-27).

Japonya ve Güney Kore’nin robot teknolojilerine ilgisi ise demografik ve ekonomik faktörlerle ilişkilidir. Yaşlanan nüfus, iş gücü daralması ve bakım hizmetlerine artan ihtiyaç bu ülkelerde robotları ekonomik sürdürülebilirliğin bir parçası hâline getirmiştir. Japonya sosyal robotlar alanında öncü projeler geliştirmiştir. SoftBank Robotics tarafından geliştirilen Pepper robot bu yaklaşımın önemli örneklerinden biridir (Wright, 2019: 331-354). Güney Kore ise yüksek otomasyon kapasitesi ve elektronik üretim gücü sayesinde endüstriyel robotik uygulamalarda güçlü bir konuma sahiptir. Küresel rekabet yalnızca ekonomik kazançlarla sınırlı değildir. Savunma, veri yönetimi, siber güvenlik ve teknolojik bağımsızlık da bu rekabetin önemli boyutlarını oluşturmaktadır. Yapay zekâ destekli robotların güvenlik ve savunma alanlarında kullanımı, bu teknolojileri stratejik açıdan kritik hâle getirmektedir. Bu durum, insansı robotların ulusal güvenlik politikalarının da bir parçası olduğunu göstermektedir (DaeRyong, 2025: 279-295).

Şekil 10’da yer alan fiyat/kazanç (F/K) oranları, yatırımcıların sektör beklentilerini ve risk algılarını ortaya koymaktadır. En yüksek F/K oranı 782 ile Rainbow Robotics’e aittir. Bu değer, mevcut finansal performanstan ziyade gelecekteki büyüme beklentisini yansıtmaktadır. LeaderDrive ve Palantir gibi şirketlerdeki yüksek oranlar da benzer şekilde güçlü gelecek beklentilerine işaret etmektedir. Şirketler arasındaki farklı F/K seviyeleri, sektörün homojen bir yapıdan oluşmadığını göstermektedir. Bazı şirketler kısa vadeli üretim odaklı büyürken, bazıları uzun vadeli Ar-Ge yatırımlarına yönelmektedir. Bu durum, insansı robot sektörünün yazılım, donanım ve veri analitiğini birleştiren çok katmanlı bir ekosistem olduğunu ortaya koymaktadır (Morgan Stanley, 2024).

Yüksek F/K oranları aynı zamanda yatırımcıların gelecekteki teknolojik dönüşüme dayalı beklentilerini göstermektedir. Sağlık, savunma, lojistik ve hizmet sektörlerinde robot kullanımının artacağı öngörülmektedir. Ancak bu yüksek beklentiler, aynı zamanda risk ve belirsizlik düzeyinin de yüksek olduğunu göstermektedir. Genel olarak Şekil 10, insansı robot pazarının yüksek büyüme potansiyeline sahip stratejik bir alan olarak görüldüğünü göstermektedir. Ancak sektör aynı zamanda yüksek belirsizlik ve dalgalanma riski de taşımaktadır. Bu nedenle insansı robot teknolojileri, küresel rekabet, yapay zekâ gelişimi ve yatırım dinamikleri doğrultusunda şekillenen kritik bir teknoloji alanı olarak değerlendirilmektedir (Şekil 10) (Morgan Stanley, 2024).

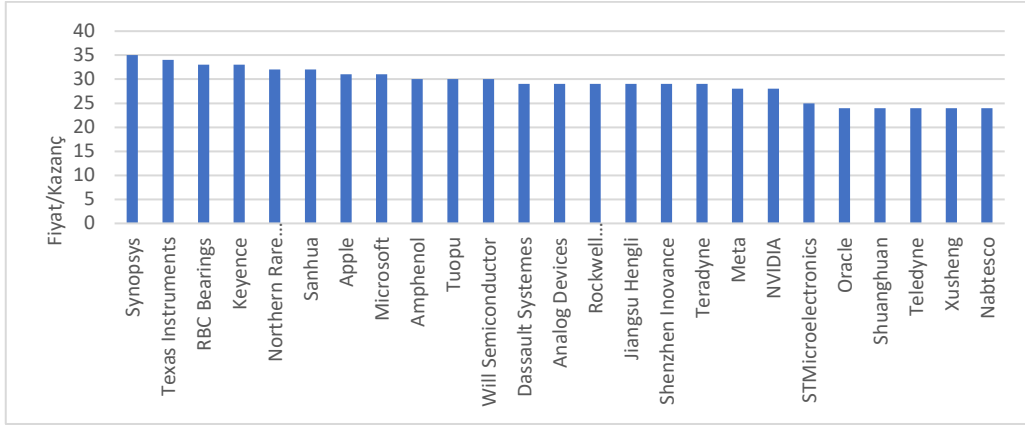
Şekil 10. 2025 Konsolide Verilerine Göre 'Humanoid 100' Şirketlerinin En Yüksek Fiyat/Kazanç Oranına Sahip Şirketler



Kaynak: Morgan Stanley, 2024 kaynağından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 11, 2025 yılı konsolide verilerine dayanarak hazırlanan “Humanoid 100” listesindeki, fiyat/kazanç (F/K) oranları açısından orta seviyede yer alan şirketleri göstermektedir. Bu grupta Synopsys (35), Texas Instruments (34), Apple ve Microsoft (her ikisi 31) gibi teknoloji sektörünün önde gelen ve küresel ölçekte etkin firmaları bulunmaktadır (Morgan Stanley, 2024). Orta seviye F/K oranları, yatırımcıların bu şirketleri makul büyüme potansiyeline sahip ve görece daha düşük risk profili taşıyan firmalar olarak değerlendirdiğini göstermektedir. Bu şirketlerin mevcut kârlılık düzeyi ile piyasa beklentileri arasında daha dengeli bir uyum bulunmaktadır. Bu durum, aşırı spekülasyonlu fiyatlardan ziyade daha sürdürülebilir bir yatırım algısına işaret etmektedir. Listede yer alan şirketler yalnızca büyük teknoloji devleriyle sınırlı değildir. İnsansı robot teknolojilerine doğrudan ya da dolaylı katkı sunan farklı sektörlerden firmalar da bu grupta yer almaktadır. Bu yapı, alanın yazılım, donanım, üretim ve yapay zekâ bileşenlerini bir arada barındıran çok katmanlı bir ekosistem olduğunu göstermektedir (Morgan Stanley, 2024).

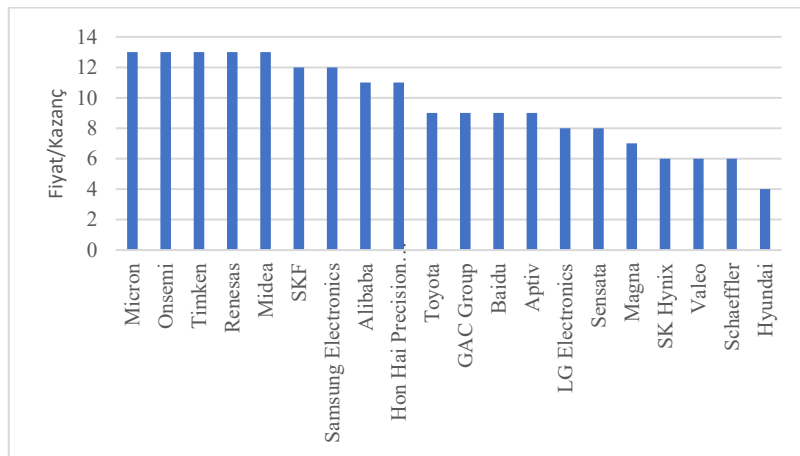
Şekil 11. 2025 Konsolide Verilerine Göre 'Humanoid 100' Şirketlerinin Orta Fiyat/Kazanç Oranına Sahip Şirketler



Kaynak: Morgan Stanley, 2024 kaynağından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 12, 2025 yılı konsolide verilerine göre “Humanoid 100” listesinde en düşük fiyat/kazanç (F/K) oranına sahip şirketleri göstermektedir. Bu grupta Micron, Onsemi, Timken, Renesas ve Midea gibi firmalar yaklaşık 13 civarındaki F/K oranlarıyla öne çıkarken, Hyundai ise 4 gibi oldukça düşük bir oranla listenin en altında yer almaktadır (Morgan Stanley, 2024). Düşük F/K oranları, yatırımcıların bu şirketleri görece temkinli büyüme beklentileriyle değerlendirdiğine işaret etmektedir. Bu durum, firmaların mevcut kârlılık düzeylerinin gelecekte sınırlı bir büyüme potansiyeliyle ilişkilendirilmesiyle açıklanabilir. Aynı zamanda düşük oranlar, bazı şirketlerin piyasa tarafından yeterince değerlendirilmediği ya da daha yüksek risk algısıyla fiyatlandığı şeklinde de yorumlanabilir. Listede ağırlıklı olarak otomotiv ve elektronik sektörlerinden şirketlerin yer alması dikkat çekicidir. Bu durum, insansı robot teknolojilerine yönelik yatırımların sektörler arasında farklı algılandığını göstermektedir. Özellikle geleneksel sanayi firmalarının robotik dönüşüm sürecinde daha temkinli ve daha düşük değerlendirme beklentileriyle değerlendirildiği anlaşılmaktadır (Morgan Stanley, 2024).

Şekil 12. 2025 Konsolide Verilerine Göre 'Humanoid 100' Şirketlerinin En Düşük Fiyat/Kazanç Oranına Sahip Şirketler



Kaynak: Morgan Stanley, 2024 kaynağından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

7.3. İnsansı Robotların Üretici Firmalar Açısından Avantaj ve Dezavantajları

İnsansı robotlar, üretici firmalar açısından üretim süreçlerinin yeniden yapılandırılmasında kritik rol oynayan stratejik teknolojiler arasında yer almaktadır. Bu sistemler, üretim hatlarında insan gücünün yerine geçerek özellikle tekrar eden ve hassasiyet gerektiren görevlerde yüksek performans sağlamaktadır. Bu sayede üretim hızında artış, hata oranlarında düşüş ve ürün kalitesinde standardizasyon elde edilmektedir. Bu gelişmeler, firmaların hem maliyet avantajı elde etmesine hem de küresel rekabet gücünü artırmasına katkı sağlamaktadır (Bhbosale vd., 2020: 227-230; Sigacheva vd., 2020: 2387-2396).

Robotik sistemlerin üretim süreçlerine entegrasyonu yalnızca hız ve verimlilik ile sınırlı değildir. Sensör teknolojileri, yapay zekâ algoritmaları ve veri analitiği ile desteklenen üretim hatları, süreçlerin daha izlenebilir ve kontrol edilebilir hâle gelmesini sağlamaktadır. Bu sayede üretim süreçleri yalnızca otomatikleşmez, aynı zamanda veri temelli karar mekanizmalarıyla optimize edilir. Bu yapı, üretici firmaların sürdürülebilir üretim hedeflerine ulaşmasını da kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte insansı robotların üretim süreçlerine entegrasyonu bazı yapısal zorlukları da beraberinde getirmektedir. Yüksek başlangıç maliyetleri, ileri teknoloji altyapı gereksinimi ve bakım süreçlerinin karmaşıklığı firmalar açısından önemli bir finansal yük oluşturmaktadır. Ayrıca robotik sistemlerin etkin kullanımını, yüksek nitelikli iş gücü ihtiyacını artırmakta ve mevcut çalışanların teknik yetkinliklerini sürekli güncellemesini zorunlu kılmaktadır. Bu durum, özellikle dönüşüm sürecinde insan kaynağı yönetimi açısından uyum sorunları yaratabilmektedir (Denny vd., 2016: 8-15; Hashimoto, 2020: 1390-1397; Bhbosale vd., 2020: 227-230; Sigacheva vd., 2020: 2387-2396). Bir diğer önemli risk alanı teknolojik bağımlılıktır. Robotik bileşenlerin ve yazılım altyapılarının büyük ölçüde dış tedarikçilere bağlı olması, üretici firmaların stratejik esnekliğini sınırlayabilmektedir. Bu durum özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin ileri robotik sistemlere erişimini zorlaştırmaktadır. Buna karşın uzun vadede robot teknolojilerinin üretim süreçlerinde standart hâle gelmesi, firmaların operasyonel dayanıklılığını artırmakta ve ekonomik belirsizliklere karşı daha dirençli yapılar oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Sonuç olarak insansı robotlar, üretici firmalar için yalnızca bir otomasyon aracı değil, aynı zamanda üretim yönetimini dönüştüren stratejik bir teknoloji olarak değerlendirilmektedir. Yüksek hız, kalite sürekliliği, veri temelli üretim ve esneklik gibi avantajlar rekabet gücünü artırırken; maliyet, insan kaynağı uyumu ve teknolojik bağımlılık gibi faktörler dikkatle yönetilmesi gereken dezavantajlar olarak öne çıkmaktadır (Gedik, 2021: 248-264; Karabacak & Aras, 2020: 39-45).

8. TÜRKİYE'NİN İNSANSI ROBOT TEKNOLOJİLERİNDEKİ KONUMU VE POTANSİYELİ

Türkiye, son yıllarda dijital dönüşüm ve ileri teknoloji alanlarında çeşitli politika girişimleriyle dikkat çekici bir gelişim süreci sergilemektedir. Milli Teknoloji Hamlesi, Endüstri 4.0 uygulamaları ve yüksek teknoloji üretim kapasitesinin artırılmasına yönelik stratejiler, robotik sistemlerin sanayiye entegrasyonunu destekleyen temel politika araçları arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, Türkiye'nin robot yoğunluğu ve ileri robot teknolojilerine yönelik yatırımları, ABD, Çin, Japonya ve Avrupa Birliği gibi öncü ekonomilere kıyasla halen gelişim aşamasındadır. Buna karşın Türkiye; genç ve dinamik nüfusu, gelişmekte olan üretim altyapısı, savunma sanayisinde elde edilen teknolojik birikim ve artan yapay zekâ yatırımları sayesinde insansı robot teknolojileri açısından önemli bir büyüme potansiyeline sahiptir. Özellikle üretim, lojistik, sağlık hizmetleri ve yaşlı bakım hizmetlerinde insansı robot uygulamalarının yaygınlaşması, hem operasyonel verimliliği artırma hem de uluslararası rekabet gücünü güçlendirme potansiyeli taşımaktadır. Bu bağlamda üniversite-sanayi iş birliklerinin geliştirilmesi, Ar-Ge yatırımlarının artırılması ve nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi, Türkiye'nin küresel robotik ekosistemdeki konumunu güçlendiren temel stratejik unsurlar olarak değerlendirilmektedir (Gedik, 2021: 248-264; Karabacak & Aras, 2020: 39-45; Aktaş vd., 2026: 2031-272; Özkan & Yavuz, 2018). Endüstriyel otomasyonun hızla yükseldiği dünyada, Türkiye de robotlaşma yarışında adım adım ilerliyor.

Uluslararası Robotik Federasyonu (IFR) verilerine göre, 2023 yılında Türkiye'de 4.429 yeni endüstriyel robot devreye alınmıştır. Bu durum, bir önceki yıla göre %15'lik bir artışa işaret etmekte ve üretim sektöründe teknolojik dönüşümün hız kazandığını göstermektedir. Ancak robot yoğunluğu açısından Türkiye ile gelişmiş ekonomiler arasındaki farkın halen belirgin olduğu görülmektedir. Nitekim Türkiye'de 10.000 çalışan başına yaklaşık 43 robot düşmektedir (ATP Teknoloji, 2024). Pazar dinamikleri incelendiğinde, Türkiye insansı robot pazarının güçlü bir büyüme eğilimi sergilediği görülmektedir. Deep Market Insights (2025) verilerine göre, Türkiye insansı robot pazarının 2025 yılında 19,24 milyon ABD doları büyüklüğüne ulaştığı ve 2034 yılına kadar 180,16 milyon ABD dolarına ulaşmasının öngörüldüğü belirtilmektedir. RedlinePulse (2025) verileri ise Türkiye'de otomotiv üretiminde insansı robot pazarının 2025 yılında 2.342,06 milyon ABD doları seviyesinde olduğunu ve 2034 yılına kadar 17.061,54 milyon ABD dolarına ulaşmasının beklendiğini ortaya koymaktadır (Deep Market Insights, 2025; RedlinePulse, 2025). Genel olarak bu veriler, Türkiye'de insansı robot

teknolojilerinin henüz gelişim aşamasında olmasına rağmen yüksek büyüme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu potansiyelin gerçekleşmesi, teknolojik altyapı yatırımlarının artırılması, nitelikli iş gücü kapasitesinin güçlendirilmesi ve kamu-özel sektör iş birliklerinin etkinleştirilmesi ile doğrudan ilişkilidir. Bununla birlikte Türkiye'nin insansız robot teknolojilerinde küresel ölçekte daha güçlü bir konuma ulaşabilmesi için bazı yapısal engellerin aşılması gerekmektedir. Özellikle ileri robotik sistemlerin geliştirilmesine yönelik Ar-Ge harcamalarının sınırlı olması, yüksek teknoloji bileşenlerinde dışa bağımlılık, nitelikli insan kaynağı eksikliği ve üniversite-sanayi iş birliklerinin istenen düzeye ulaşamamış olması, sektörün gelişimini sınırlandıran temel faktörler arasında yer almaktadır. Bu nedenle Türkiye'nin yalnızca robot kullanıcı bir ekonomi olmaktan çıkarak robot teknolojileri geliştiren ve ihraç eden bir ekosisteme dönüşmesi kritik önem taşımaktadır. Türkiye örneği, çalışmada önerilen kavramsal çerçeveyi destekler niteliktedir. İnsansız robot teknolojilerine yönelik yatırımların artması; işletme düzeyinde verimlilik kazanımları, iş gücü düzeyinde beceri dönüşümü ve ulusal düzeyde rekabet avantajı yaratma potansiyeline sahiptir. Bu durum, insansız robot teknolojilerinin yalnızca teknolojik bir yenilik değil, aynı zamanda ekonomik kalkınma ve stratejik rekabet gücü unsuru olduğunu göstermektedir.

9. SONUÇ

Bu çalışma, insansız robot teknolojilerini dijital dönüşüm, işletme yönetimi, iş gücü piyasaları ve küresel rekabet bağlamında ele alarak mevcut literatürün kapsamlı bir değerlendirmesini sunmayı amaçlamıştır. Anlatı/kavramsal derleme yaklaşımıyla gerçekleştirilen inceleme sonucunda, insansız robotların yalnızca teknik ve mühendislik odaklı yenilikler olmadığı; ekonomik, yönetsel ve toplumsal dönüşüm süreçlerini etkileyen stratejik teknolojiler hâline geldiği belirlenmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalar, yapay zekâ, makine öğrenmesi, büyük veri analitiği ve gelişmiş sensör sistemleriyle bütünleşen insansız robotların üretim, lojistik, sağlık, eğitim ve hizmet sektörlerinde giderek daha yaygın biçimde kullanıldığını göstermektedir. Bu teknolojiler işletmeler açısından verimlilik artışı, maliyet azaltımı, operasyonel esneklik ve hizmet kalitesinin yükseltilmesi gibi önemli avantajlar sunmaktadır. Bununla birlikte robot teknolojilerinin yaygınlaşması, iş gücü piyasalarında yeni beceri gereksinimlerini, mesleki dönüşümleri ve sürekli öğrenme ihtiyacını da beraberinde getirmektedir.

Çalışmanın bir diğer önemli bulgusu, insansız robot teknolojilerinin küresel ölçekte yeni bir rekabet alanı oluşturduğudur. Özellikle ABD, Çin, Japonya ve Avrupa Birliği ülkeleri yüksek Ar-Ge yatırımları, gelişmiş dijital altyapıları ve güçlü yapay zekâ ekosistemleri sayesinde bu dönüşümün öncü aktörleri olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, insansız robot teknolojilerinin yalnızca ekonomik büyüme ve verimlilik açısından değil; teknolojik bağımsızlık, stratejik üstünlük ve dijital egemenlik açısından da kritik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın literatüre sunduğu temel katkı, insansız robot teknolojilerine ilişkin farklı disiplinlerde dağınık biçimde ele alınan bilgileri bütünleşik bir çerçevede bir araya getirmesidir. Literatür sentezi sonucunda, insansız robot teknolojilerinin dijital dönüşümü hızlandırdığı; dijital dönüşümün işletme performansını etkilediği; bunun iş gücü yapısında yeni beceri gereksinimleri ve dönüşümler yarattığı; nihayetinde ise ülkelerin rekabet gücü ve teknolojik konumlarını şekillendirdiği görülmüştür. Bu doğrultuda çalışma, insansız robot teknolojileri, dijital dönüşüm, işletme performansı, iş gücü dönüşümü ve ulusal rekabet gücü arasındaki ilişkileri açıklayan bütünleşik bir kavramsal bakış açısı sunmaktadır. Bu yönüyle çalışma, robotik sistemler literatürü ile dijital dönüşüm ve teknoloji yönetimi literatürleri arasında kavramsal bir köprü kurarak gelecekte gerçekleştirilecek ampirik araştırmalar için teorik bir temel oluşturmaktadır.

Elde edilen bulgular, işletmelerin robot teknolojilerini yalnızca operasyonel verimlilik aracı olarak değil, uzun vadeli rekabet stratejilerinin bir parçası olarak değerlendirmeleri gerektiğini göstermektedir. Bu süreçte çalışanların yeniden beceri kazandırılması, insan-robot iş birliği modellerinin geliştirilmesi ve dijital dönüşüm stratejilerinin robotik sistemlerle bütünleştirilmesi önem taşımaktadır.

Türkiye açısından değerlendirildiğinde, insansız robot teknolojileri sanayi, lojistik, sağlık, hizmetler ve savunma sanayi başta olmak üzere birçok alanda önemli fırsatlar sunmaktadır. Son yıllarda yürütülen dijital dönüşüm politikaları, Milli Teknoloji Hamlesi kapsamında geliştirilen stratejiler ve yapay zekâ yatırımları bu alandaki potansiyeli desteklemektedir. Bununla birlikte Türkiye'nin küresel ölçekte daha güçlü bir konuma ulaşabilmesi için robotik sistemler, yapay zekâ ve insan-makine etkileşimi alanlarında Ar-Ge kapasitesinin geliştirilmesi, üniversite-sanayi iş birliklerinin güçlendirilmesi ve nitelikli insan kaynağı yatırımlarının artırılması gerekmektedir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Araştırma, anlatı/kavramsal derleme yaklaşımına dayanmaktadır ve ampirik veri analizi içermemektedir. Ayrıca çalışma kapsamında kullanılan pazar projeksiyonları ve sektörel

veriler büyük ölçüde ikincil kaynaklardan elde edilmiştir. Bu nedenle ulaşılan bulgular değerlendirilirken ilgili veri kaynaklarının yöntemsel varsayımları ve öngörü niteliği dikkate alınmalıdır.

Gelecek araştırmalarda insansı robot teknolojilerinin işletme performansı, çalışan davranışları, örgütsel dönüşüm süreçleri, müşteri deneyimi ve sektörel verimlilik üzerindeki etkilerinin nicel ve nitel araştırma yöntemleriyle incelenmesi önerilmektedir. Ayrıca insan-robot etkileşimi, etik yapay zekâ uygulamaları, dijital iş gücü dönüşümü ve farklı ülkelerin robotik teknoloji politikalarına ilişkin karşılaştırmalı çalışmaların literatüre önemli katkılar sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak insansı robot teknolojileri, dijital çağın en önemli dönüşüm unsurlarından biri olarak ekonomik yapıları, işletmeleri, iş gücü piyasalarını ve ülkelerin rekabet stratejilerini yeniden şekillendirmektedir. Bu teknolojilerin sürdürülebilir, etik ve insan merkezli bir anlayışla geliştirilmesi; yalnızca teknolojik ilerlemeye değil, aynı zamanda daha kapsayıcı, yenilikçi ve rekabetçi bir dijital geleceğin inşasına da katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188–2244. <https://doi.org/10.1086/705716>

Acemoglu, D., Lelarge, C., & Restrepo, P. (2020). Competing with robots: Firm-level evidence from France. *AEA Papers and Proceedings*, 110, 383–388. <https://doi.org/10.1257/pandp.20201003>

Adaş, E., & Erbay, B. (2022). Yapay zekâ sosyolojisi üzerine bir değerlendirme. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(1), 326–337. <https://doi.org/10.21547/jss.991383>

Agarwala, N., & Chaudhary, R. D. (2021). ‘Made in China 2025’: Poised for success? *India Quarterly*, 77(3), 424–461.

Aktaş, M. T., Tosunoğlu, B. T., & Kutay, T. (2026). Sanayi 4.0: Çeşitli ülke örnekleri üzerinden ulusal politikaların ve stratejilerin incelenmesi. *Öneri Dergisi*, 21(65), 231–272. <https://doi.org/10.14783/maruoneri.1784635>

Alkan, T. (2015). Sibernetiğin öncüsü Ebul İzz El-Cezeri'nin osilatörü. In *Bilişim 2015: TBD 32. Ulusal Bilişim Kurultayı bildiriler kitabı*.

Altınay Robotik. (1998). Dünya robot nüfusu – 1997. *Makina Magazin Dergisi*, (23), 89–94.

Atalı, G., Değirmenci, Ş., & Demiröz, E. (2023). Horeca sektörü için doğal navigasyon otonom mobil servis robotu: Komibot. *Journal of Smart Systems Research*, 4(2), 127–139. <https://doi.org/10.58769/joinsr.1387566>

ATP Teknoloji. (2024). *Türkiye’de robot yoğunluğu artıyor: Fark kapıyor mu?* <https://www.atptech.com/turkiyede-robot-yogunlugu-artiyor-fark-kapaniyor-mu/>

Aydemir, M. (2018). Yapay zekâlı robotların ceza sorumluluklarının araştırılması. *Suç ve Ceza Dergisi*, (4), 1–97.

Baldwin, R., & Forslid, R. (2020). *Globotics and development: When manufacturing is jobless and services are tradable* (NBER Working Paper No. 26731). <http://www.nber.org/papers/w26731>

Barbieri, L., Mussida, C., Piva, M., & Vivarelli, M. (2019). Testing the employment impact of automation, robots and AI: A survey and some methodological issues. *IZA Institute of Labor Economics*.

Barth, E., Røed, M., Schöne, P., & Umblis, J. (2020). How robots change within-firm wage inequality. *IZA Institute of Labor Economics*.

Başer, E. (2022). *Tarım robotları için IMU ve GPS destekli yersel koordinat sistemi platformunun geliştirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Beik, C., & Özkahraman, M. (2025). Robotik kol entegreli mobil arama ve kurtarma robotunun tasarımı ve uygulaması. *Uluslararası 3D Baskı Teknolojileri ve Dijital Endüstri Dergisi*, 9(1), 129–141. <https://doi.org/10.46519/ij3dptdi.1595180>

Bekey, G. A. (2012). Current trends in robotics: Technology and ethics. In P. Lin, K. Abney, & G. A. Bekey (Eds.), *Robot ethics: The ethical and social implications of robotics* (pp. 17–34). MIT Press.

Benmelech, E., & Zator, M. (2022). *Robots and firm investment* (NBER Working Paper No. 29676). <http://www.nber.org/papers/w29676>

- Bhbosale, S., Pujari, V., & Multani, Z. (2020). Advantages and disadvantages of artificial intelligence. *Aayushi International Interdisciplinary Research Journal*, 77(1), 227–230.
- Bishop, B. (2018). Black Mirror's *Metalhead* suggests technological disruption is unavoidable (and terminal). *The Verge*. <https://www.theverge.com/2018/1/5/16853982/black-mirror-metalhead-season-4-maxine-peake-boston-robotics-robot-dog>
- Blindheim, K., Solberg, M., Hameed, I. A., & Alnes, R. E. (2023). Promoting activity with Pepper the social robot in long-term care facilities: A pilot study. *Informatics for Health and Social Care*, 48(2), 181–195. <https://doi.org/10.1080/17538157.2022.2086465>
- Bogue, R. (2019). Strong prospects for robots in retail. *Industrial Robot: The International Journal of Robotics Research and Application*, 46(3), 326–331. <https://doi.org/10.1108/IR-01-2019-0023>
- Bogue, R. (2024). Political tensions and technological innovation driving the military robot business. *Industrial Robot: The International Journal of Robotics Research and Application*, 51(2), 189–195. <https://doi.org/10.1108/IR-11-2023-0289>
- Boschetti, G., Faccio, M., & Granata, I. (2023). Human-centered design for productivity and safety in collaborative robots cells: A new methodological approach. *Electronics*, 12(1), 167. <https://doi.org/10.3390/electronics12010167>
- Bottone, G. (2018). *A tax on robots? Some food for thought* (DF Working Papers, No. 3).
- Bozkurt Uzan, Ş., & Sevimli, Y. (2020). Gastronomideki robotik uygulamalar ve yapay zekâ. *Turizm ve Rekreasyon*, 2(2), 46–58. <https://izlik.org/JA48NG67DP>
- Bozkurt Yüksel, A. E. (2017). Robot law. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi*, (29), 85–112.
- Cao, L. (2025). Humanoid robots and humanoid AI: Review, perspectives and directions. *ACM Computing Surveys*, 58(4), 1–37. <https://doi.org/10.1145/3770574>
- Cervicorn Consulting. (2025). *Humanoid robot market size, share, growth, report 2025 to 2034*. <https://www.cervicornconsulting.com/humanoid-robot-market>
- CFA UK. (2025). *Humanoids and their value chain*. <https://connect.cfauk.org/discussion/humanoids-and-their-value-chain>
- Crafts, N. (2004). Steam as a general purpose technology: A growth accounting perspective. *The Economic Journal*, 114(495), 338–351. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2003.00200.x>
- Cséfalvai, Z. (2020). Robotization in Central and Eastern Europe: Catching up or dependence? *European Planning Studies*, 28(8), 1534–1553. <https://doi.org/10.1080/09654313.2019.1694647>
- Çatal, B. (2025). Yapay zekânın karar verme sürecinde kullanımı. *Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi (SÜHFD)*, 33(1), 311–348. <https://doi.org/10.15337/suhfd.1618142>
- Çırak, B., & Yörük, A. (2015). Mekatronik biliminin öncüsü İsmail El-Cezeri. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (4), 175–194. <https://izlik.org/JA53AH32XA>
- DaeRyong, K. (2025). ABD ve Güney Kore'deki yapay zekâ inovasyon sistemlerinin karşılaştırmalı analizi. *Information Systems Issues*, 26(1), 279–295. https://doi.org/10.48009/1_iis_121
- Dario, P., Guglielmelli, E., Laschi, C., & Teti, G. (1999). MOVAID: Engelli ve yaşlı insanların günlük yaşamında kişisel bir robot. *Teknoloji ve Engellilik*, 10(2), 77–93.
- Dauth, W., Findeisen, S., Suedekum, J., & Woessner, N. (2021). The adjustment of labor markets to robots. *Journal of the European Economic Association*, 19(6), 3104–3153. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvab012>
- De Vries, G. J., Gentile, E., Miroudot, S., & Wacker, K. M. (2020). The rise of robots and the fall of routine jobs. *Labour Economics*, 66, 101885. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2020.101885>
- Deep Market Insights. (2025). *Turkey humanoid robot market: Industry analysis and forecast*. <https://deepmarketinsights.com/vista/insights/humanoid-robot-market/turkey>
- Del Giudice, M., Scuto, V., Ballestra, L. V., & Pironti, M. (2023). Humanoid robot adoption and labour productivity: A perspective on ambidextrous product innovation routines. In *Artificial intelligence and international HRM* (pp. 33–59). Routledge.

- Demirel, B. E., Tınmaz, G., Güven, E., & Eren, T. (2024). Türk savunma sanayinde dijital olgunluk seviyelerinin karşılaştırılması. *Verimlilik Dergisi*, 58(4), 555–572. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1500552>
- Denny, J., Elyas, M., D’Costa, S. A., & D’Souza, R. D. (2016). Humanoid robots—Past, present and the future. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, 3(5), 8–15.
- Dialani, P. (2021). Latest news robotics top list: Top 10 robotic surgical companies in 2021, all over the world. *Analytics Insight*. <https://www.analyticsinsight.net>
- Dirik, M. (2020). Al-Jazari: A genius inventor in the fields of cybernetics and robotics. *Journal of Soft Computing and Artificial Intelligence*, 1(1), 47–58. <https://izlik.org/JA22BR22KA>
- ECNS. (2025). China holds leading position in humanoid robot industry: Report. <https://www.ecns.cn/m/news/sci-tech/2025-02-19/detail-ihenxmv57432462.shtml>
- Erbaş, S. (2023). Reklamcılıkta ve pazarlamada yeni aktör: Sosyal robotlar. *Erciyes Akademi*, 37(3), 919–942. <https://doi.org/10.48070/erciyesakademi.1309995>
- Ersoy, Ç. (2019). *Robotlar ve ceza hukuku* (4. bası). On İki Levha Yayıncılık.
- Fox, J., & Gambino, A. (2021). Relationship development with humanoid social robots: Applying interpersonal theories to human–robot interaction. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 24(5), 294–299. <https://doi.org/10.1089/cyber.2020.0181>
- Froń, M., Przystalka, P., & Panfil, W. (2022). Robotyka kosmiczna będzie miała zastosowanie nie tylko w kosmosie, czyli podsumowanie studenckiego projektu łazika planetarnego Silesian Phoenix. *Medical Robotics Reports*, 10, 68–73.
- Fusté-Forné, F., & Jamal, T. (2021). Co-creating new directions for service robots in hospitality and tourism. *Tourism and Hospitality*, 2(1), 43–61. <https://doi.org/10.3390/tourhosp2010003>
- Gedik, Y. (2021). Endüstri 4.0 teknolojilerinin ve Endüstri 4.0’ın üretim ve tedarik zinciri kapsamındaki etkileri: Teorik bir çerçeve. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 6(1), 248–264. <https://izlik.org/JA77BU94UZ>
- Girardier, S. (2020). *L’entreprise Jaquet-Droz: Entre merveilles de spectacle, mécaniques luxueuses et machines utiles—1758–1811*. Editions Alphil Presses Universitaires Suisses.
- Glauser, R., Holm, J., Bender, M., & Bürkle, T. (2023). How social robot use cases can be applied in healthcare: With an interoperable programming interface. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 23(1), 118. <https://doi.org/10.1186/s12911-023-02210-7>
- Gökdoğan, M. D., Yayla, B., & Da Vinci, L. (2012). Leonardo da Vinci: Bir Rönesans dâhisi. *Dört Öge*, (2), 1–10. <https://izlik.org/JA57FG32KW>
- Gölgelioğlu, C. (2023, 8–11 Kasım). Günümüz yapay zekâ araçlarının kentsel tasarım alanındaki potansiyelleri üzerine: Midjourney ve ChatGPT örnekleri. 47. *Dünya Şehircilik Günü Kolokyumu*, Ankara, Türkiye.
- Grabianowski, E. (2016). How military robots work. *HowStuffWorks*. <http://science.howstuffworks.com/military-robot.htm>
- Graetz, G., & Michaels, G. (2018). Robots at work. *Review of Economics and Statistics*, 100(5), 753–768. https://doi.org/10.1162/rest_a_00754
- Grand View Research. (2025). *Humanoid robot market size and outlook*. <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/humanoid-robot-market-size/global>
- Guizzo, E. (2019). By leaps and bounds: An exclusive look at how Boston Dynamics is redefining robot agility. *IEEE Spectrum*, 56(12), 34–39. <https://doi.org/10.1109/MSPEC.2019.8913831>
- Gül, M. (2023). İnsansı robot ile bazı Türkçe işaret dili ifadelerinin gerçekleştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 38(4), 2565–2578. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.902429>
- Güneri, Y. (2019). *Endüstri 4.0 ile çevirmenlik mesleğinin geleceği* (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi.
- Hasdemir, A., & Berk, M. E. (2024). Bilim kurgu filmlerinde robot temsiline bir bakış: 1980 ve sonrası filmler üzerinden inceleme. *Konya Sanat*, (7), 1–25. <https://doi.org/10.51118/konsan.2024.40>

- Hashimoto, K. (2020). Mechanics of humanoid robot. *Advanced Robotics*, 34(21–22), 1390–1397. <https://doi.org/10.1080/01691864.2020.1813624>
- Haskard, A., & Herath, D. (2025). Secure robotics: Navigating challenges at the nexus of safety, trust, and cybersecurity in cyber-physical systems. *ACM Computing Surveys*, 57(9), 1–48. <https://doi.org/10.1145/3723050>
- Hirose, M., & Ogawa, K. (2007). Honda humanoid robots development. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 365(1850), 11–19. <https://doi.org/10.1098/rsta.2006.1917>
- Humber, A. B., Deshmukh, P. A., & Kadam, M. S. (2014). The review of articulated R12 robot and its industrial applications. *International Journal of Research in Engineering & Technology*, 2(2), 113–118.
- Husainy, A., Mangave, S., & Patil, N. (2023). A review on robotics and automation in the 21st century: Shaping the future of manufacturing, healthcare, and service sectors. *Asian Review of Mechanical Engineering*, 12(2), 41–45. <https://doi.org/10.70112/arme-2023.12.2.4230>
- Hutson, M. (2018). A turtle—or a rifle? Hackers easily fool AIs into seeing the wrong thing. *Science*. <https://www.sciencemag.org/news/2018/07/turtle-or-rifle-hackers-easily-fool-ais-seeing-wrong-thing>
- IFR. (2021). *Industrial robots*. <https://ifr.org/industrial-robots>
- Işık, A. H., & Çetin, Ö. (2020). Multifunctional and low cost autonomous mobile robot. *Gazi Journal of Engineering Sciences*, 6(2), 105–110. <https://izlik.org/JA29LM82FS>
- Jang, S. (2024). Why dance the Atlas? Continuing colonial utopia in contemporary robotics. *Intersections: Graduate Journal of the Humanities*, 8(1), 38–53. <https://doi.org/10.33391/jgjh.183>
- Jones, J. L. (2006). Robots at the tipping point: The road to iRobot Roomba. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 13(1), 76–78. <https://doi.org/10.1109/MRA.2006.1598056>
- Jung, U., Lee, J., Choi, J.-Y., Yim, H., & Lee, M.-J. (2023). Future service robot scenarios in South Korea. *Sustainability*, 15(22), 15679. <https://doi.org/10.3390/su152215679>
- Jungmittag, A. (2021). Robotisation of the manufacturing industries in the EU: Convergence or divergence? *The Journal of Technology Transfer*, 46(5), 1269–1290. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09819-0>
- Kabacaoğlu, Ö. (2020). Teknolojinin savaşı dönüştürmesinde yeni bir aşama: Robotik savaş. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(2), 291–305. <https://doi.org/10.25287/ohuibf.633246>
- Kahraman, C., Deveci, M., Boltürk, E., & Türk, S. (2020). Fuzzy controlled humanoid robots: A literature review. *Robotics and Autonomous Systems*, 133, 103643. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2020.103643>
- Kaivo-Oja, J., Roth, S., & Westerlund, L. (2017). Futures of robotics: Human work in digital transformation. *International Journal of Technology Management*, 73(4), 176–205. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2017.083074>
- Kaneko, K., Kanehiro, F., Kajita, S., Yokoyama, K., Akachi, K., Kawasaki, T., ... Isozumi, T. (2002). Design of prototype humanoid robotics platform for HRP. In *Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (Vol. 3, pp. 2431–2436). IEEE.
- Karabacak, N., & Aras, N. (2020). KOBİ'lerin malzeme aktarma ve depolama sistemlerine yönelik Endüstri 4.0 uygulamalarında karşılaşılan güçlükler ve çözüm önerileri. *Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, 17(2), 39–45. <https://izlik.org/JA59ZR34YR>
- Karabegović, I., & Doleček, V. (2020). Mobile robotics. In *Environmental and agricultural informatics: Concepts, methodologies, tools, and applications* (pp. 630–660). IGI Global Scientific Publishing.
- Karagöz, N. N., Atıcı, S., Yaman, B. F., Topacı, B., et al. (2023). Piezo aktüatör ile tahrik edilen yüzer mini robot tasarımı. *Politeknik Dergisi*, 26(2), 519–527. <https://doi.org/10.2339/politeknik.993182>
- Karakulak, O. (2015). *Tek bacaklı zıplayan bir robotun sıfır moment noktası ile dengelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi.
- Karavaşinoğlu, Ş. (2020). Yapay zekânın grafik tasarım alanında kullanım örneklerinin ve gelecekteki olası rolünün incelenmesi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 10(3), 612–626. <https://doi.org/10.48146/odusobiad.764387>

- Karışan, D., & Yurdakul, Y. (2017). Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik-matematik (STEM) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 37–52. <https://izlik.org/JA25UT92WM>
- Koca, Y. B., Gökçe, B., & Aslan, Y. (2020). ROS/Gazebo ortamında tank sürüş özellikli mobil bir robotun simülasyonu. *Journal of Materials and Mechatronics: A*, 1(1), 29–41. <https://izlik.org/JA22AU42WP>
- Koch, M., Manuylov, I., & Smolka, M. (2021). Robots and firms. *The Economic Journal*, 131(638), 2553–2584. <https://doi.org/10.1093/ej/ueab009>
- Koçak, G. (2024). Pazarlama 5.0 ve yapay zekâ destekli sohbet robotları: Kavramsal bir inceleme. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(2), 136–157. <https://izlik.org/JA45FB85AP>
- Korkutata, Y., & Toprak, Z. F. (2013). El-Cezerî ile ilgili yapılan çalışmaların değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 4(1), 37–49. <https://izlik.org/JA39HJ39MP>
- Koska, A. (2025). Geleceğin üretim devrimi olarak Endüstri 5.0: Kavramsal bir değerlendirme. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 10(27), 622–637. <https://doi.org/10.25204/iktisad.1657113>
- Kurt, D., & Bozoklu, Ü. (2019). Robot ekonomisinin yükselişi. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2019(1), 25–47. <https://izlik.org/JA76AE46LR>
- Lee, D., Ott, C., & Nakamura, Y. (2010). Mimetic communication model with compliant physical contact in human–humanoid interaction. *The International Journal of Robotics Research*, 29(13), 1684–1704. <https://doi.org/10.1177/0278364910364164>
- Li, W., Yang, G., Wu, J., Pan, C., Sheng, L., & Zhang, Q. (2026). A comprehensive review on humanoid robots: Perspectives from academia and industry. *Engineering: Information Technology & Electronic Engineering*, 27(2), 1–37. <https://doi.org/10.1631/ENG.ITEE.2025.0105>
- Licardo, J. T., Domjan, M., & Orehovački, T. (2024). Intelligent robotics—A systematic review of emerging technologies and trends. *Electronics*, 13(3), 542. <https://doi.org/10.3390/electronics13030542>
- Lim, V., Rooksby, M., & Cross, E. S. (2021). Social robots on a global stage: establishing a role for culture during human–robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, 13(6), 1307–1333.
- Liu, Y., Wang, R., & Siau, K. (2024, September). FinTech digital transformation: Generative AI, humanoid robots, metaverse, human-AI collaboration, and Industry 5.0. In *International Conference on Financial Technology* (pp. 122–136). Springer Nature Singapore.
- Malik, A. A., Masood, T., & Brem, A. (2024, March). Intelligent humanoid robots in manufacturing. In *Proceedings of the 2024 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 20–27).
- Market.us. (2025). *Global humanoid robot market by component (hardware, software), by motion type (biped, wheel-drive), by application (research & space exploration, education & entertainment, personal assistance & caregiving, hospitality, search & rescue, others), region and companies – Industry segment outlook, market assessment, competition scenario, trends and forecast (2024–2033)*. <https://market.us/report/humanoid-robot-market/>
- Marketsand Markets. (2025). *Humanoid robot market*. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/humanoid-robot-market>
- Marukawa, T. (2020). The evolution of China’s industrial policy and ‘Made in China 2025’. In *Chinese Politics and Foreign Policy under Xi Jinping* (pp. 131–149). Routledge.
- Meduhoğlu, M. F. (2024). *Üretim süreçlerinde kullanılan robotlar için algoritma oluşturulması* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Merphi. (2025). *An infographic showcasing humanoid robots from 1973 to 2024* [Infographic]. <https://www.merphi.se/downloads/>
- Mesanan, G., Schuller, R., Engelsberger, J., Ott, C., & Albu-Schäffer, A. (2023). Unified motion planner for walking, running, and jumping using the three-dimensional divergent component of motion. *IEEE Transactions on Robotics*, 39(6), 4443–4463. <https://doi.org/10.1109/TRO.2023.3321396>
- Mikolajczyk, T., Mikołajewska, E., Al-Shuka, H. F. N., Malinowski, T., Kłodowski, A., Pimenov, D. Y., Paczkowski, T., Hu, F., Giasin, K., Mikołajewski, D., & Macko, M. (2022). Recent advances in bipedal walking

- robots: Review of gait, drive, sensors and control systems. *Sensors*, 22(12), 4440. <https://doi.org/10.3390/s22124440>
- Mil, B., & Dirican, C. (2018). Endüstri 4.0 teknolojileri ve turizm etkileri. *Disiplinlerarası Akademik Turizm Dergisi*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.31822/jomat.347736>
- Montobbio, F., Staccioli, J., Virgillito, M. E., & Vivarelli, M. (2020). *Robots and the origin of their labour-saving impact*. IZA Institute of Labor Economics.
- Morgan Stanley. (2024). *The humanoid 100: Mapping the humanoid robot value chain*. https://advisor.morganstanley.com/john.howard/documents/field/jjo/john-howard/The_Humanoid_100_-_Mapping_the_Humanoid_Robot_Value_Chain.pdf
- Nadeem, U., Ameer, S., Naqvi, K. H., Razzaq, S., Shahzad, M. S., & Anwar, A. (2025). Innovation in transforming industries with predictive analytics, self-driving vehicles, and humanoid robots using artificial intelligence. *Innovation*, 3(11), 3007–3189.
- Najm, H. T., Al-Araji, A. S., & Ahmad, N. S. (2026). Mobile and humanoid robots in healthcare: A systematic review of real-world applications and deployment challenges (2020–2025). *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2026.3693891>
- Neittaanmäki, P., & Ogbechie, A. (2016). *Industrial and service robots*. <https://www.jyu.fi/it/fi/tutkimus/julkaisut/it-julkaisut/industrial-and-service-robots.pdf>
- Neupane, S., Mitra, S., Fernandez, I. A., Saha, S., Mittal, S., Chen, J., Pillai, N., & Rahimi, S. (2024). Security considerations in AI-robotics: A survey of current methods, challenges, and opportunities. *IEEE Access*, 12, 22072–22097. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3363657>
- Ng, A. (2025). The emergence of the robotics industry with AI: Digital transformation, strategic organizational sustainability, and distinct business models. *Circular Economy and Sustainability*, 5(5), 3887–3908.
- Okatan, D., & Yıldırım, Y. (2021). Endüstri 4.0 teknolojilerinin turizm sektörüne yansımaları: Literatür incelemesi. *Journal of Tourism Intelligence and Smartness*, 4(2), 168–185. <https://izlik.org/JA88GF69DF>
- Onursal, N. (2012). Cizre’li Eb-ul-İz ve bilime yaptığı katkılar. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1(1), 1025–1033. <https://izlik.org/JA67CF37EN>
- Özçelik, M., Dikmen, B. B., & Deran, A. (2022). Nesnelerin interneti teknolojisinin muhasebe ve denetim sürecine etkisi ve muhtemel riskler. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 14(2), 1544–1563.
- Özkan, A., Akkaya, B., & Özkan, H. (2020). Hizmet robotu entegrasyon isteklilik (HREİ) ölçeği: Türkçeye uyarılma, geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(3), 3710–3750. <https://doi.org/10.15295/bmij.v8i3.1591>
- Özkan, M., Al, A., & Yavuz, S. (2018). Uluslararası politik ekonomi açısından dördüncü sanayi-endüstri devrimi’nin etkileri ve Türkiye. *International Journal of Political Science and Urban Studies*, 6(2). <https://doi.org/10.14782/ipsus.460135>
- Özparlak, B. O., & Çetin, M. (2023). ChatGPT ve üretici yapay zekâ modellerinde mahremiyet ve güvenliğin hukuki boyutu. *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi*, 29(2), 1003–1040. <https://doi.org/10.33433/maruhad.1347497>
- Parlakkaya, N. (2021). *Leonardo da Vinci’nin bilime olan merakının sanatına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Petrescu, N., Aversa, R., Apicella, A., & Petrescu, F. I. (2018). Something about robots today. *Journal of Mechatronics and Robotics*, 2, 85–104.
- Pousttchi, K., Gleiss, A., Buzzi, B., & Kohlhagen, M. (2019). Technology impact types for digital transformation. In *2019 IEEE 21st Conference on Business Informatics (CBI)* (Vol. 1, pp. 487–494). IEEE.
- Pratt, G. A. (2015). Is a Cambrian explosion coming for robotics? *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 51–60. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.51>
- Precedence Research. (2024). *Humanoid robot market size, share, and trends 2024 to 2034*. <https://www.precedenceresearch.com/humanoid-robot-market>

- Raju, I. P., Sikka, S., Garg, M. A., & Pandey, M. M. A. (2020). Brief review of recent advancement in humanoid robotics research. *Mukt Shabd Journal*, 9(6), 3743–3748.
- Read Multiplex. (2025). *A review of the personal humanoid robots*. <https://readmultiplex.com/2025/04/19/a-review-of-the-personal-humanoid-robots/>
- RedlinePulse. (2025). *Humanoid robots in automotive manufacturing market in Turkey: Market analysis and forecast*. <https://www.redlinepulse.com/insights/humanoid-robots-in-automotive-manufacturing-market/turkey>
- Research and Markets. (2021). *Global surgical robotics market 2021–2031: Focus on vendor analysis, key enabling technologies, emerging platforms in pipeline, 26 company profiles, and 45 countries data & cross segmentation*. <https://www.researchandmarkets.com/reports/5318090/global-surgical-robotics-market-2021-2031-focus>
- Richards, N., & Smart, W. D. (2012). How should the law think about robots? In *We Robot 2012: Inaugural conference on legal and policy issues relating to robotics* (pp. 1–20). Edward Elgar Publishing.
- Richert, A., Müller, S., Schröder, S., & Jeschke, S. (2018). Anthropomorphism in social robotics: Empirical results on human–robot interaction in hybrid production workplaces. *AI & Society*, 33(3), 413–424. <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0756-x>
- Ridwan, W., & Mysorewala, M. F. (2025). Survey of bipedal robot control: A functional classification by control objectives. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 6(6), 2676–2696. <https://doi.org/10.18196/jrc.v6i6.27506>
- Semasinghe, C., Taylor, D., & Rezazadeh, S. (2025). Design of actuators for a humanoid robot with anthropomorphic characteristics and running capability. *Actuators*, 14(5), 243. <https://doi.org/10.3390/act14050243>
- Sevgi, A., & Güneş, M. (2023). Rehabilitasyon robotlarının kontrolü için bulanık mantık ve PID denetleyicinin karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (48), 1–5. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1251862>
- Shah, D., Savoldi, M., Scalzo, A., Mura, A., Losi, J., Gaggero, V., ... Maggiali, M. (2023). Towards design and development of new joint modules for humanoid Ergocub 2.0. In *Proceedings of the 2023 IEEE-RAS 22nd International Conference on Humanoid Robots (Humanoids)* (pp. 1–7). IEEE.
- Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail, L., Hanapiah, F. A., Mohamed, S., Piah, H. A., & Zahari, N. I. (2012). Initial response of autistic children with humanoid robot NAO in human–robot interaction therapy. In *Proceedings of the 2012 IEEE 8th International Symposium on Signal Processing and Its Applications* (pp. 188–193). IEEE.
- Shamsuddoha, M., Nasir, T., & Fawaaz, M. S. (2025). Humanoid robots like Tesla Optimus and the future of supply chains: Enhancing efficiency, sustainability, and workforce dynamics. *Automation*, 6(1), 9. <https://doi.org/10.3390/automation6010009>
- Sharkey, N. (2012). Killing made easy. In P. Lin, K. Abney, & G. A. Bekey (Eds.), *Robot ethics: The ethical and social implications of robotics* (pp. 111–128). MIT Press.
- Shaw, I. G. (2017). Robot wars: US empire and geopolitics in the robotic age. *Security Dialogue*, 48(5), 451–470. <https://doi.org/10.1177/0967010617713157>
- Shin, H. S., & Kim, H. D. (2024). A trend on the development and technology of robotic spacecraft. *Journal of Space Technology and Applications*, 4(4), 318–339. <https://doi.org/10.52912/jsta.2024.4.4.318>
- Sigacheva, N. A., Baranova, A. R., & Makaev, K. F. (2020). Communication problems: Advantages and disadvantages of teaching autistic children with humanoid robots. *ARPHA Proceedings*, 3, 2387–2396.
- Somisetti, K., Tripathi, K., & Verma, J. K. (2020, July). Design, implementation, and controlling of a humanoid robot. In *Proceedings of the 2020 International Conference on Computational Performance Evaluation (ComPE)* (pp. 831–836). IEEE.
- South China Morning Post. (2023). Ant Group yapay robotik sektörüne giriyor: Çin'in insanı işgücü kuruyor. <https://www.scmp.com/tech/big-tech/article/3299389/ant-group-yapay-robotik-sektorune-giriyor-çin-in-insanı-işgücü-kuruyor>
- Şabanoviç, A., & Yannier, S. (2003). Robotlar: Sosyal etkileşimli makineler. *TÜBİTAK Bilim Teknik Dergisi*, 1(9), 1–9.
- Şemşir, S. (2024). *Yalnız yaşayan yaşlılar için evde izleme robotu* (Yüksek lisans tezi). Maltepe Üniversitesi.

- Şen, N. (2021). Özel eğitimde insansı robotlar. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32), 832–842. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1047564>
- Şişman, B. (2016). Eğitimde robot kullanımı. In A. Şişman et al. (Eds.), *Eğitimde teknoloji okumaları 2016* (pp. 300–314). Tojet Yayınları.
- Tanyıldızı, A. K. (2023). Dört bacaklı keşif robotunun prototip tasarımı ve üç boyutlu (3B) yazıcı ile imalatı. *Uluslararası 3D Baskı Teknolojileri ve Dijital Endüstri Dergisi*, 7(2), 233–242. <https://doi.org/10.46519/ij3dptdi.1277891>
- Taşdemir, Ö., Özbay, Ü. V., & Kireçtepe, B. O. (2020). Robotların hukuki ve cezai sorumluluğu üzerine bir deneme. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 69(2), 793–833. <https://doi.org/10.33629/auhfd.848714>
- Tavani, H. T. (2018). Can social robots qualify for moral consideration? Reframing the question about robot rights. *Information*, 9(73), 1–16. <https://doi.org/10.3390/info9040073>
- Tong, Y., Liu, H., & Zhang, Z. (2024). Advancements in humanoid robots: A comprehensive review and future prospects. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 11(2), 301–328. <https://doi.org/10.1109/JAS.2023.124140>
- Tuomi, A., Tussyadiah, I. P., & Hanna, P. (2021). Spicing up hospitality service encounters: The case of Pepper™. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 33(11), 3906–3925. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-07-2020-0739>
- Turan, D. (2020). Ekonomik ve mali boyutlarıyla robot vergisi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(1), 57–70. <https://doi.org/10.18037/ausbd.700331>
- Unat, Y., & Vıncı, L. D. (2012). Bir Rönesans mühendisi: Leonardo da Vinci. *Dört Öge*, 2, 51–66. <https://izlik.org/JA85AZ42CU>
- Ünal, F. C. (2023). Dijital dönüşümün genişletilmiş gerçeklik bağlamında mimari üretim sürecine etkileri. *Ege Mimarlık*, (119), 74–79. <https://izlik.org/JA23LF59FE>
- Vasic, M., & Billard, A. (2013). Safety issues in human–robot interactions. In *2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation* (pp. 197–204). IEEE.
- Wallén, J. (2008). *The history of the industrial robot*. Linköping University Electronic Press.
- Wang, Z., Wang, P., Duan, J., & Tian, W. (2025). Review of on-orbit assembly technology with space robots. *Aerospace*, 12(5), 375. <https://doi.org/10.3390/aerospace12050375>
- William, P., Tidake, V. M., Thorat, S. R., & Verma, A. (2023). Future of digital workforce in robotic process automation. *Robotic Process Automation*, 297–314.
- Wright, J. (2019). Robots vs migrants? Reconfiguring the future of Japanese institutional eldercare. *Critical Asian Studies*, 51(3), 331–354. <https://doi.org/10.1080/14672715.2019.1612765>
- Yazıcıoğlu, O., & Borat, O. (2021). Robotik cerrahi uygulamalarının incelenmesi. In *15. Uluslararası MAS Uygulamalı Bilimler Kongresi*, Adana.
- Yıldız, S. (2019). Turist rehberliği mesleğinde robot rehberlerin yükselişi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 10(23), 164–177. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.481225>
- Yılmaz, F., Mete, A. H., Fidan Türkön, B., & İnce, Ö. (2022). Sağlık hizmetlerinin geleceğinde metaverse ekosistemi ve teknolojileri: Uygulamalar, fırsatlar ve zorluklar. *Avrasya Sağlık Teknolojileri Değerlendirme Dergisi*, 6(1), 12–34. <https://doi.org/10.52148/eha.1082705>
- Zamalloa, I., Kojcev, R., Hernández, A., Muguruza, I., Usategui, L., Bilbao, A., & Mayoral, V. (2017). Dissecting robotics—Historical overview and future perspectives. *Acutronic Robotics*, 1–9. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1704.08617>
- Zhao, S., Jiang, Z., Li, Y., Xu, J., & Wang, C. (2024). Key components and future development analysis of humanoid robots. In *Proceedings of the 2024 8th International Conference on Robotics, Control and Automation (ICRCA)* (pp. 140–147). IEEE.
- Zhu, W., Zhu, Z., Rong, X., Li, Y., & Zhang, G. (2021). Design of BRAVER—A bipedal robot actuated via proprioceptive electric motor. In *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)* (pp. 1046–1051). IEEE.

YAZAR BEYANI:

Bu makale Araştırma ve Yayın Etiđine uygundur. Beyan edilecek herhangi bir çıkar atışması yoktur. Araştırmanın ortaya konulmasında herhangi bir mali destek alınmamıştır. Yazar, dergiye imzalı “*Telif Devir Formu*” belgesi göndermiştir. Mevcut alışma için mevzuat gereği etik izni alınmaya ihtiyaç yoktur. Bu konuda yazarlar tarafından dergiye “*Etik İznine Gerek Olmadığına Dair Beyan Formu*” gönderilmiştir.

ARAřTIRMACILARIN MAKALEYE KATKI ORANI BEYANI**1. yazar katkı oranı: % 100**

Yazar, çalışmanın tüm bölümlerine ve aşamalarına tek başına katkıda bulunmuştur.