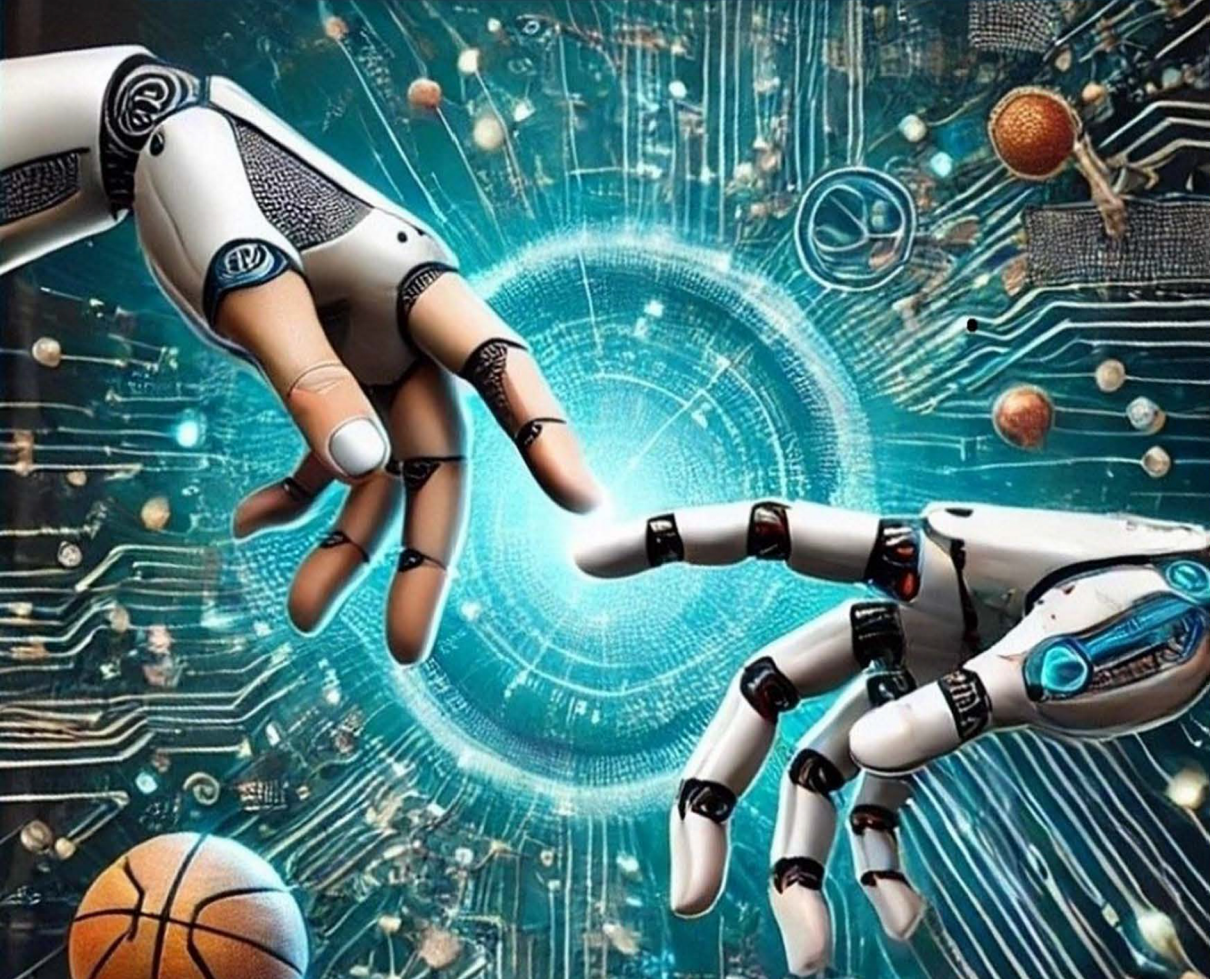


SPOR BİLİMLERİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Yapay Zeka ile Geleceği Şekillendirmek



Yazar

Dr. Muhammed ÖNİZ

Editör

Prof. Dr. Nazmi SARITAŞ



SPOR BİLİMLERİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Yapay Zeka ile Geleceği Şekillendirmek

Dr. Muhammed ÖNİZ

EDİTÖR

Prof. Dr. Nazmi SARITAŞ



SPOR BİLİMLERİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM
Yapay Zeka ile Geleceği Şekillendirmek

Dr. Muhammed ÖNİZ

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Editör: Prof. Dr. Nazmi SARITAŞ

Kapak ve Sayfa Tasarımı: Duvar Design

Yayın Tarihi: Temmuz 2024

Yayıncı Sertifika No: 49837

ISBN: 978-625-6183-73-5

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

Önsöz

Spor, insanlığın evrensel olarak en eski aktivitelerinden biri olup, yalnızca fiziksel yeteneklerin sergilendiği bir alan olmaktan öteye geçmiş, toplumların sosyal ve kültürel dokusunun önemli bir parçası haline gelmiştir. Ancak, 21. yüzyılın baş döndürücü hızla ilerleyen teknolojik gelişmeleri, spor dünyasında da köklü değişikliklere neden olmuş ve bu durum ise spor bilimlerinin yeni bir çağa adım atmasına olanak sağlamıştır. Bu kitap, spor bilimlerindeki dijital dönüşüm ve yapay zekanın rolünü kapsamlı bir şekilde ele almak amacıyla kaleme alınmıştır. Günümüzde dijital teknolojiler ve yapay zeka uygulamaları, sporcuların performansını artırmak, sporcu sağlığını korumak ve antrenman programlarını kişiselleştirmek için vazgeçilmez araçlar haline gelmiştir. Bu yenilikler, sporcuların daha bilinçli ve etkili bir biçimde antrenman yapmalarına olanak tanımaktadır.

Çalışmada, dijital dönüşümün spor bilimlerindeki etkileri ve yapay zekanın sunduğu fırsatlar ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Amacımız, okuyuculara teorik bilgiyi pratik uygulamalarla birleştiren güçlü bir kaynak sunmaktır.

Hayatımın maddi ve manevi sıkıntılarla dolu tüm aşamasında bana her zaman destek olan ve tüm zorlukları beraber göğüslediğim canım eşim Rabia'ya ve çocuklarım Elif Merve, Ahmet Eren ve Yağız Alp'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Bu kitabın oluşturulmasının her aşamasında bilgi ve birikimleriyle katkı sağlayan, hem sosyal hem de akademik hayatımda kişiliğini idol olarak benimsediğim, desteğini her zaman hissettiğim ve hakkını asla ödeyemeyeceğim saygıdeğer hocam Prof. Dr. Nazmi SARITAŞ'a saygı ve hürmetlerimi sunarım. Umarım hazırlanan bu kitap, spor bilimleri alanında araştırmalar yapan eğitimci ve öğrenciler için faydalı bir yardımcı kaynak olur ve dijital dönüşümün getirdiği yenilikleri daha iyi anlamalarına katkıda bulunur. Sporun geleceğini şekillendiren dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojileri hakkında daha derinlemesine bilgi sahibi olmak için çıktığınız bu yolculukta size başarılar diliyorum.

Dr. Muhammed ÖNİZ

Kasım 2024

İçindekiler

1. GİRİŞ	1
1.1. TEKNOLOJİ, DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE YAPAY ZEKA	2
1.2. DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE YAPAY ZEKANIN SOSYAL HAYATA ETKİSİ.....	27
2. SPOR BİLİMLERİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM	31
2.1. SPOR BİLİMLERİNDE DİJİTAL TEKNOLOJİLERİN KULLANIMI.....	33
2.2. SPOR ENDÜSTRİSİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM ÖRNEKLERİ.....	35
3. SPOR BİLİMLERİNDE YAPAY ZEKA	38
3.1. SPOR BİLİMLERİNDE YAPAY ZEKANIN GELİŞİMİ	40
3.2. SPOR BİLİMLERİNDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI	41
4. SPORCU PERFORMANSI VE YAPAY ZEKA	49
4.1. YAPAY ZEKA İLE SPORCU PERFORMANSININ İZLENMESİ.....	50
4.3. YAPAY ZEKA İLE PERFORMANS VERİLERİNİN ANALİZİ.....	51
5. SPORCU SAĞLIĞI VE YAPAY ZEKA	54
5.1. YAPAY ZEKA İLE SAĞLIK İZLEME VE DEĞERLENDİRME.....	56
5.2. YAPAY ZEKA İLE YARALANMA ÖNLEME VE REHABİLİTASYON SÜRECİ	58
6. SPOR PSİKOLOJİSİ VE YAPAY ZEKA	60
7. SPOR PAZARLAMASI VE DİJİTAL TEKNOLOJİLER	61
7.1. SPOR VE SOSYAL MEDYA.....	62
7.2. SPORLARDA DİJİTAL PAZARLAMA STRATEJİLERİ.....	65
7.3. YAPAY ZEKA İLE HEDEF KİTLE ANALİZİ	66
8. SPOR BİLİMLERİNDE YAPAY ZEKANIN ETİK BOYUTLARI	69
9. YAPAY ZEKA VE KİŞİSEL BİLGİLERİN KORUNMASI VE MAHREMİYETİ	71
10. YAPAY ZEKA VE DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN SPOR BİLİMLERİNDE GELECEĞİ	73
11. SONUÇ	74
11.1. DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE YAPAY ZEKANIN SPOR BİLİMLERİNE KATKILARI.	74
11.2. DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE YAPAY ZEKANIN SPOR BİLİMLERİNE EKSİLERİ ...	78
11.3. GELECEK ARAŞTIRMALAR İÇİN BAZI ÖNERİLER	81
KAYNAKLAR	85

1. Giriş

"*Spor Bilimlerinde Dijital Dönüşüm: Yapay Zeka ile Geleceği Şekillendirmek*" başlıklı bu kitap, geleneksel spor yöntemlerinin ötesinde, Yapay Zeka ve Dijital Teknolojilerin spor bilimlerine nasıl entegre edildiği, antrenman optimizasyonu ve performans analizinde nasıl etkili olduğu, sporcu sağlığı ve çeşitli sporcu yaralanmalarını önleme gibi alanlarda devrim niteliğinde nasıl yenilikler getirdiği konularını ele almaktadır. Bu kitap sporcuların, antrenörlerin, araştırmacıların, spor hekimliğinin ve hatta spora ilgi duyan sedanterlerin yapay zeka ve dijital araçlarla nasıl daha verimli çalışabileceklerini ve bu teknolojilerin sporun ve sporcunun geleceğinde nasıl bir rol oynayacağını kapsamlı bir şekilde inceleyerek, okuyuculara teorik bilgi ve pratik uygulama arasında köprü görevi gören bir kaynak sunmaktadır. Bu kitap, yapay zeka ve dijital dönüşümün spor bilimlerindeki potansiyelini ortaya koyarken, aynı zamanda etik ve dezavantajlar gibi konularda da farkındalık yaratmayı amaçlamaktadır.

İnsanoğlunun yaşamı, başlangıçtan günümüze kadar sürekli bir gelişim ve değişim içerisinde. Öyle ki, *I. Çağ*: ateş ve dilin, *II. Çağ*: şehirlerin ve tarımın, *III. Çağ*: tekerlek ve yazının ve son olarak *IV. Çağ ise*: robotlar ve yapay zekanın ve dijital teknolojilerin insanoğlunun hayatına entegre olduğu çağlardır. Geçen yüzyılda birçok teknolojik gelişme hayatımızda devrim yaratmıştır. Otomotiv sanayi, uçak yolculukları, cep telefonları, televizyon ve internet bu gelişmelerin başında gelmektedir. Özellikle sanayi devriminde gözle görünür bir ilerleme gösteren dijital dönüşüm kavramı, gündelik yaşamda adeta sanal, teknolojik bir iklim ortamı oluşturarak günlük hayatın birçok alanında etki göstermektedir. Bu teknolojik gelişim sürecinde atomun güçleri kullanıldı, uzaya çıkıldı, antibiyotikler icat edildi, çiçek hastalığının tedavisi bulundu ve genomun dizilimi yapıldı. Bu gelişim ve değişimlerin bir sonucu olarak, dijital dönüşüm hız kazanmış ve yapay zeka ise bu dönüşümün merkezinde yer almıştır (Reese, 2020; İşler ve Kılıç, 2021; Baloğlu, 2023).

Bu bölümde teknoloji, yapay zeka ve dijital dönüşüm kavramları tanımlanacak ve ayrıca tanımlanan bu kavramların sosyal hata nasıl ve ne ölçüde etkilerinin olduğu açıklanacaktır.

1.1. Teknoloji, Dijital Dönüşüm ve Yapay Zeka

Yapay zeka teknolojileri, küresel çapta dijital dönüşüm ve ileri teknolojinin hızlı gelişimi günlük yaşamımızda hemen hemen her alanda yaşam tarzımıza etki etmektedir (Kittikumpanat, 2021). Öyle ki, dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojileri artık modern yaşamın temel unsurları olarak görülmektedir (Zhang ve Zhu, 2022; Ersöz ve Özmen, 2020; Rigamonti, 2020). Bu bölümde, teknoloji, dijital dönüşümün ve yapay zeka kavramlarını derinlemesine inceleyeceğiz.

Teknoloji, genel tanım olarak, bir sosyal grubun maddi konforunu artırmak için geliştirilen tüm yöntem ve araçları kapsayan çok geniş bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. İlk zamanlarda basit el aletleri, çivi ve çekiç gibi malzemelerle sınırlı kalan teknoloji, zamanla çok büyük bir evrim geçirmiş ve günümüzde gelişmiş bilgisayarlar, yapay zeka sistemleri, uçaklar ve hatta uzay araçlarına kadar genişleyen bir alana ulaşmıştır. Teknoloji, insanoğlunun yaptığı alet ve araçlar olarak, insan çıkarları doğrultusunda insanların hedeflerine ulaşmalarını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır ve bu doğrultuda teknoloji sürekli bir gelişim göstermiştir (Loland, 2020).

Dijitalleşme kavramının kökeni Latince "digitus" (parmak) sözcüğünden gelmektedir. Dijital dönüşüm, bilginin dijital ortama aktarılması ve bu süreçte iş modellerinin yeniden yapılandırılarak daha verimli hale getirilmesini sağlayan çok katmanlı bir olgudur. Öyle ki, dijital dönüşüm, otomotiv, spor, yiyecek hizmetleri ve giyim gibi birçok sektör için günümüzde önemli bir itici güç durumundadır (Şekil 1). Sektörler, teknolojik kesintilere maruz kalmamak adına dijital teknolojinin geliştirilmesi için büyük çabalar sarf etmektedirler. Çünkü, dijital teknolojinin daha da gelişimi, çeşitli endüstrilerin gelişim ve ilerlemesinde hayati bir rol oynamaktadır (Kittikumpanat, 2021; Baloğlu, 2023).

Dijital dönüşüm kavramı bilginin sayısallaştırması anlamına gelmektedir. Dijital dönüşüm, dijital teknolojiyi kullanma ve sistemler arasında geçiş yapabilme sürecidir ve bu tür dönüşümler, mevcut çalışma modellerini kökten değiştirmiş ve yeniden yapılandırmıştır. Dijitalleşme, ilk olarak analog verilerin dijital formata dönüştürülmesiyle başlar ve bu sadece bir başlangıçtır. Dijital dönüşüm, dijital teknolojilerin iş süreçlerine entegre edilmesiyle daha geniş ve daha kapsamlı bir dönüşüm sağlamaktadır.

1970'lerde medya tabanlı teknolojilerle temelleri atılan bu süreç, 1990'larda internetin gelişmesiyle birlikte hız kazanmış ve günümüzde daha da karmaşık bir yapıya dönüşmüştür. Bu dönüşüm, verilerin daha hızlı saklanması, işlenmesi ve analiz edilmesi gibi büyük avantajlar sunarak, işletmelerin operasyonel süreçlerini hızlandırarak etkinliklerinin artırılmasını sağlamaktadır. Bu şekilde geleneksel iş modellerinin yerini dijital platformların alması, iş dünyasında köklü değişikliklerin önünü açmıştır (Kittikumpanat, 2021; Baloğlu, 2023).



Şekil 1. Günümüzde dijitalleşmenin temsili (Bu görsel, 12 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Dijitalleşme, sayısal değerlerin ifade edilmesinden bu değerlerin dijital temsiline kadar uzanan geniş bir süreci kapsamaktadır. Dijitalleşme, yalnızca bir teknolojik yenilik olmaktan ziyade, toplumsal yapılar üzerinde derin etkiler yaratmış ve kültürel, sosyal ve ekonomik değişimlerin de bir katalizörü olmuştur. Teknolojik yeniliklerin günlük yaşama entegre edilmesiyle birlikte yeni bir kültürel dönüşüm sürecide başlamıştır. Günümüzde dijitalleşme, dijital verilerin bilgisayar

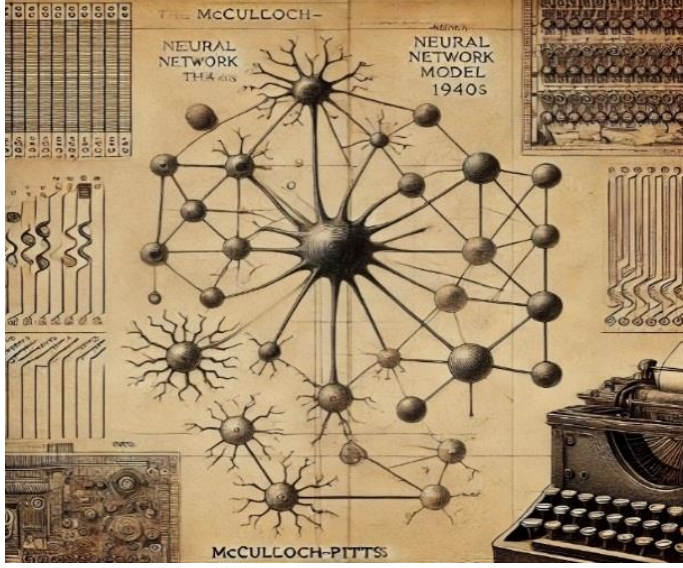
sistemlerinde işlenip depolanması olarak tanımlanırken, dijital dönüşüm bu sürecin çok daha kapsamlı hale gelmesiyle toplumda ve iş dünyasında büyük değişikliklere yol açmıştır. Özetle, dijital dönüşüm sadece teknolojinin iş dünyasına entegrasyonu değil, aynı zamanda ekonomik ve toplumsal yapıların yeniden dizayn edilmesine de öncülük eden bir süreç niteliğindedir (Kittikumpanat, 2021; Baloğlu, 2023).

Yapay zeka teknolojisinin temeli, sibernetik ve bilgisayar bilimine dayanmaktadır. Yapay zeka teknolojileri bilgisayarların tek başına çözemeyeceği soru ve sorunları keşfetmek ve bu doğrultuda çözümler üretmek için bilginin kullanılmasını savunmaktadır (Liu ve ark., 2021b). Yapay zeka teknolojisi, bilgisayarların öğrenebilmesi, düşünebilmesi ve akıl yürütebilmesi gibi becerilerini inceleyen bir bilgisayar bilimi alt dalıdır. Ayrıca yapay zeka teknolojisi insan girdisi gerektiren görevleri başarabilme yeteneğine sahip olan akıllı makineler yaratma bilimi ve mühendisliğidir (Wei ve ark., 2021; Ramkumar ve ark., 2021; Hameed, 2020; Lee ve Lee, 2021). Yapay zeka; verilere ve çevresine tepki verebilen bir teknolojidir. Yapay zeka, makinelerin insan benzeri (düşünme, tahmin etme, karar alma ve öğrenme vb. gibi) zeka işlemlerini gerçekleştirebilme kapasitesinde bir yetenektir. Yapay zeka teknolojisi, belirlenen bazı görevleri yerine getirirken insan beynini taklit etmekte ve görev sonucunda yeni edindiği veriler sayesinde yinelemeli olarak kendi kendisini daha da geliştirerek analitik bir yaşam kümesi olmaktadır (Sadiku ve ark., 2021; Zhang ve Zhu, 2022; Zhang ve Li, 2021; Li ve ark., 2021). Yani yapay zeka teknolojisi kendi kendine öğrenebilen bir sistemdir (Wei ve ark., 2021; Lee ve Lee, 2021). Diğer bir ifadeyle, yapay zeka teknolojisi, dışsal verileri öğrenme ve öğrendiklerini doğru bir şekilde yorumlayabilen ve depolayabilen bir sistemdir. Yapay zeka teknolojisi, öğrendiği bu bilgileri belirlenen hedeflere ulaşabilmek ve yönlendirilen bazı soru ve sorunları çözmek amacıyla kullanılabilen çok başarılı bir sistemdir (Wei ve ark., 2021).

Yapay zeka denildiği zaman akla sadece teknoloji terimi gelmemelidir. Çünkü, yapay zeka teknolojisi sadece teknolojiden ibaret değil, aynı zamanda bir dizi gelişmiş hesaplama modeli ve algoritmasıdır. Görüldüğü üzere yapay zekayla alakalı farklı tanımlar olsa da temelde hepsi yapay zekayı “*insansı tepkiler*” ve “*akıllı programlama*” olmak üzere iki kavram üzerine odaklanmışlardır (Sadiku ve ark., 2021; Arslan, 2020).

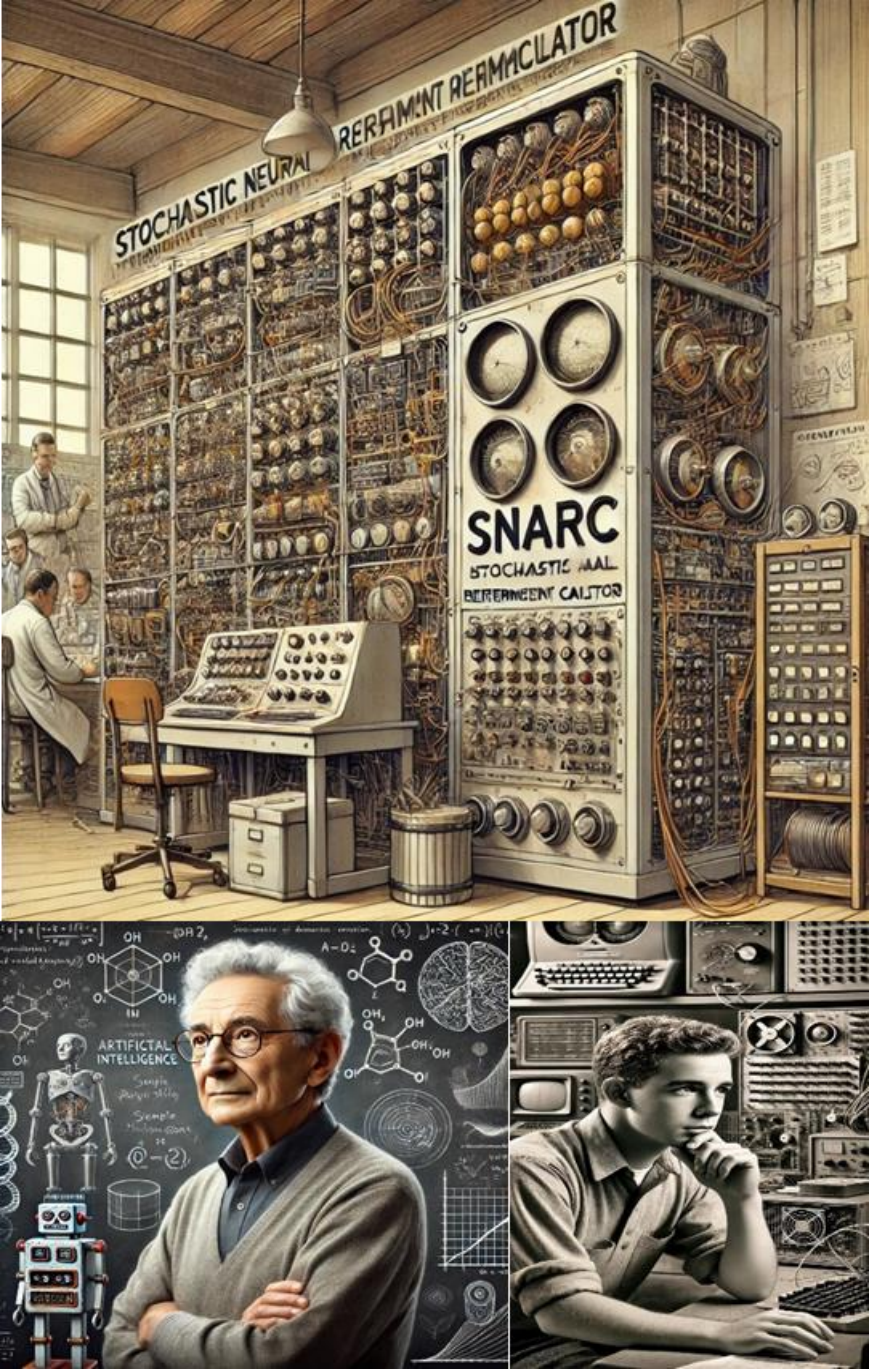
Yapay zeka teknolojilerinin ortaya çıkış ve gelişim süreci bilgisayarların yani transistörlerin gelişimiyle paralellik göstermektedir. Fakat bu cümleye bakarak yapay zekanın sadece bilgisayar teknolojisiyle bir bağlantısı vardır demek yanlış olur. Çünkü, yapay zeka teknolojileri, mühendislik, tıp, felsefe, matematik, sinirbilim, ekonomi, dilbilim, psikoloji ve endüstri dahil olmak üzere bir çok bilim dalı ile doğrudan ve pek çok alan ve sektörde de dolaylı ilişkisi olan bir alandır. Bu ilişkilerinden dolayı, yapay zeka teknolojileri günümüz dünyasının en önemli ve hayatla entegrasyonu kesilemez teknolojilerinden birisidir. Geçmişten günümüze bilgi teknolojilerinin ve ayrıca bilgisayar biliminin hızlı bir şekilde gelişmesiyle birlikte yapay zeka düşüncesi artık teori olmaktan çıkmış ve bu konuda uygulamaya geçilmiştir (Wei ve ark., 2021; Arslan, 2020; Hameed, 2020; Nadikattu, 2020). Öyle ki, geçtiğimiz yüzyılın ilk yıllarında yalnızca film sahnelerinde karşılaştığımız ve bazı bilim-kurgu romanlarında okuduğumuz sahnelerin bir çoğu, günümüzde yapay zeka teknolojilerinin hayatımızı ablukaya almasıyla birlikte artık mümkün hale gelmiş ve toplumda bir devrim yaratmıştır (Hameed, 2020; Leaton Gray, 2020).

1940'lı yıllar yapay zeka teknolojisinin ilk ortaya çıktığı zamanlardır. 1943'te McCulloch ve Walter Pitts, beynin işleyiş sistemine dair önemli bir adım atmışlar ve "*Beynin Boolean Devre Modeli*"ni geliştirmişlerdir (Şekil 2). Bu yapay zeka üzerine yapılan ilk çalışma niteliğindedir. Geliştirilen bu sistem basit bir şekilde belirli varsayımları kullanıp beyin nöronlarının işleyiş mekanizmasını matematiksel bir teoriyle açıklamayı amaçlamıştır. Ardından, 1948 yılında Shannon, bilgisayarların satranç benzeri karmaşık oyunları oynayabilmeleri için belirlenmiş algoritmaların analiz edilebileceğini savunarak yapay zeka teknolojisinin potansiyeline yönelik yeni bir perspektif sunarak bu teknolojinin daha da gelişmesine katkı sağlamıştır (Russell, 2020; Arslan, 2020; Hameed, 2020; Leaton Gray, 2020).



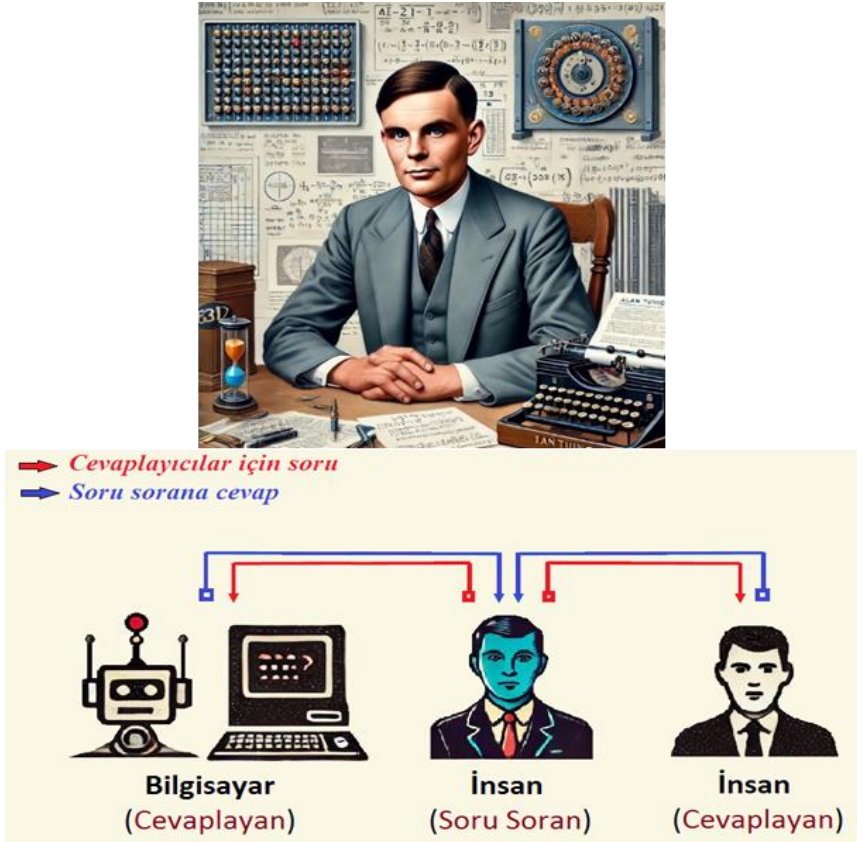
Şekil 2. McCulloch ve Walter Pitts'in geliştirdikleri beynin işleyiş sistemi temsili (Bu görsel, 13 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

1950'li yıllara gelindiğinde ise ilk “*Sinir Ağı Bilgisayarı*” 1950'de Harvard'da lisans öğrenimi gören Dean Edmonds ve Marvin Minsky tarafından oluşturulmuştur. Oluşturulan bu bilgisayar SNARC olarak adlandırılmıştır ve bu bilgisayar, 40 nöronluk bir ağı simüle etmek için kullanılmıştır (Şekil 3). Daha sonra, Princeton'da Minsky, sinir ağlarında evrensel hesaplamayı incelemiştir.



Şekil 3. Marvin Minsky (solda) ve Dean Edmonds (sağda) ve bu ikili tarafından geliştirilen Sinir Ağı Bilgisayarı SNARC'ın temsili görseli (Bu görsel, 13 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Ayrıca, 1950 yılında İngiliz bir matematikçi olan Alan Turing'in, yapay zeka teknolojisinin gelişiminde bir dönüm noktası niteliğinde olan bir makalesi yayımlanmıştır. Turing bu makalesinde problem olarak "Makineler düşünebilir mi?" sorusunu gündeme taşımış ve bilgisayarların insan davranışlarını taklit edebilme yetisini sorgulamıştır. Bu araştırmasında Alan Turing dünyaca ünlü "*Turing Testi*"ni ortaya atmış ve savunmuştur (Şekil 4) (Russell, 2020; Arslan, 2020; Hameed, 2020; Leaton Gray, 2020).



Şekil 4. Alan Turing ve geliştirdiği Turing Testi temsili (Bu görsel, 13 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Alan Turing tarafından önerilen Turing testi, "Bir makine düşünebilir mi?" sorusunun felsefi belirsizliğini açacak bir düşünce deneyi olarak tasarlanmıştır (Russell, 2020; Arslan, 2020; Hameed, 2020; Leaton Gray, 2020). Bu testte görevi soru sormak olan bir insan, bazı yazılı sorular

sorar ve bu sorularına yazılı cevaplar verilir. Eğer soru soran insan aldığı bu yazılı yanıtların bir insandan mı yoksa bir bilgisayardan mı geldiğini söyleyemezse, bu testte bilgisayar testi geçer (Russell, 2020). Bu test, bir makinenin insan gibi düşünüp, insan gibi davranışlar sergileyip sergileyemeyeceğini ölçmeye yönelik önemli bir kriter olarak bu dönemde çok büyük yankı uyandırmıştır. Fakat o dönemin bilgisayarları oldukça yetersizdir. Öyle ki, o dönemde bilgisayarlar yapay zeka teknolojisi için gereken en temel gereksinimlerden biri olan "bilgiyi depolama" yetisine henüz sahip değildi. O dönemde bilgisayarların yapabildiği işlemler, yalnızca sisteme yüklenen basit komutları yerine getirmekle sınırlı kalmıştır. Ek olarak, yapay zeka teknolojisinin ortaya çıktığı ilk yıllarda birçok başka teknik sorun ve zorluklarla da karşılaşmıştır. Bu engel, yetersizlik ve zorluklar, yapay zeka teknolojilerinin 1956 yılına kadar anlamlı bir ilerleme gösterememesine sebep olmuş ve 1956 yılına kadar yapay zeka alanında bir "sessiz dönem" yaşanmasına yol açmıştır (Arslan, 2020; Hameed, 2020; Leaton Gray, 2020). 1952 yılında Manchester Üniversitesi'nde Christopher Strachey ve IBM'de Arthur Samuel tarafından iki dama oynama programı bağımsız olarak geliştirilmiştir. Ancak Alan Turing'in vizyonu bunların içerisinde en etkili olanıydı. Alan Turing o dönemde Londra Matematik Derneği'nde dersler verdi ve 1950 tarihli "*Hesaplama Makineleri ve Zeka*" başlıklı makalesinde ikna edici bir hipotez ileri sürmüştür. Bu makalesinde Turing testini, genetik algoritmaları ve makine öğrenimini tanıtmıştır ancak sonraki derslerinde ise, bu teknolojik hedeflere ulaşmanın insanlar için en iyi şey olmayabileceği konusunda da uyarılarda bulunmuştur (Russell, 2020). Bu sessiz dönemin ardından yapay zeka kavramı ancak, 1956 yılında Dartmouth Konferansı ile büyük bir dönüm noktasına ulaştı ve yapay zeka teknolojisindeki sessiz dönem sona ermiş oldu. Yapılan bu konferans, yapay zekanın bir bilim dalı olarak tanıtıldığı ve Dartmouth'da matematik profesörü olan John McCarthy'nin liderliğinde gerçekleşen ilk büyük yapay zeka etkinliği ve konferansı olarak tarihe geçmiştir. McCarthy, makinelerin dili kullanarak insan problemlerini çözebilmesi ve soyutlamalar yapabilmesi amacıyla makine öğrenimi üzerine önemli bir araştırma başlatmıştır. Bu projede, hâlihazırda düşünebilen makineler üzerine çalışan Marvin Minsky, Claude Shannon ve Nathaniel Rochester gibi önemli bilgisayar bilimcileri de yer almıştır. McCarthy o tarihte "*Bilgisayar Zekası*" yerine "*Yapay Zeka*" terimini kullandığına çok pişman olmuştur. Çünkü McCarthy "yapay" terimi ile hedefi çok yüksek

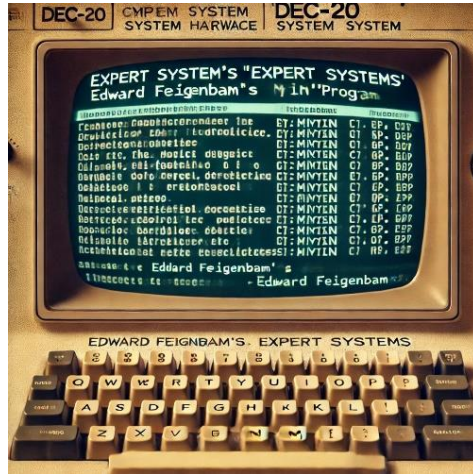
bir seviyeye çekmiştir. Endüstrideki birçok insan da “yapay” terimini fazlaca eleştirse de yapay zekaya öncülük etme düşüncesiyle “yapay zeka” terimi kullanıldı (Reese, 2020; Sadiku ve ark., 2021; Arslan, 2020; Hameed, 2020 Leaton Gray, 2020). Kısacası yapay zeka teknolojisi 1950’lerde oluşturulmuştur (Wei ve ark., 2021). Yapay zeka teriminin ilk defa kullanılmasının ardından bu konu üzerinde birçok çalışma yapmıştır. (İşler ve Kılıç, 2021).

1960’lara gelindiğinde ise artık bilgisayarlar daha hızlı çalışmakta ve daha kolay veri depolayabilmekteydi. Bu gelişme yapay zeka teknolojisi alanında yeni araştırmaların kapılarını aralamış ve bu durum ise, yapay zeka teknolojisi alanında yeni fırsatların doğmasına yol açmıştır. Bu çalışmalara bir örnek olarak en dikkat çekici çalışmalarından biri olan ELIZA isimli programı gösterebiliriz (Şekil 5). Joseph Weizenbaum tarafından geliştirilen ELIZA programının gelişimi 1964-1966 yılları arasında sürmüştür. ELIZA, yapay zeka teknolojilerinin bir parçası olan doğal dil işleme programlarından ilkidir (Arslan, 2020).



Şekil 5. Joseph Weizenbaum ve ELIZA Programının temsili (Bu görsel, 10 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

1980'lerde, bilgi saklama ve işleme gibi yeteneklerde bilgisayarlar artık daha da gelişmiştir ve bu dönemde aynı zamanda bilgisayarlar bilgiler arası ilişkilerde kurabilecek yeteneğe sahip olmuşlardır. Ayrıca bu yıllarda yapay zeka sistemleri bir dizi ayrı değişken üzerinde olasılıksal açıklamalar yapabilecek kadar büyük bir gelişme içerisinde olmuştur. Öyle ki, yapay zeka destekli makineler artık yorumlar yapabilir ve belirli semptomlara sahip bir hastanın ne türden bir hastalığa sahip olabileceği konusunda tahminler yürütebilir düzeye gelmiştir. Bu yıllarda bilgisayar teknolojisinin gelişimini John Hopfield ve David Rumelhart tarafından bir yapay zeka kolu olan “*Derin Öğrenme*” sisteminin kurulması takip etmiştir. Derin öğrenme sistemi ile bilgisayarlar daha önce kullandığı ve depoladığı bilgileri otomatik bir şekilde yeni deneyimlerde de kullanabilmektedirler. Aynı bu yıllarda, Edward Feigenbaum ise, insanların karar alma sistemi mekanizmalarına benzeyen bir karar alma sürecini taklit edebilme yeteneğine sahip olan “*Uzman Sistemler*” yapay zeka sistemini kurmuştur. Uzman sistemler, herhangi bir alanda uzmanlaşmış kişilerin yerine getirdiği bazı görevlerin, yapay zeka algoritmalarının analizi sayesinde yapılabilmesini sağlayan bir bilgisayar programıdır. Bu programın adı *MYCIN*'dir ve bu program adı *DEC-20* olan bir arayüz ile kullanılabilir (Şekil 6). Temelde, yapay zeka destekli MYCIN programı tıp alanında bakterilerle alakalı bazı hastalıkların teşhisi ve teşhis edilen hastalıkların tedavisi için geliştirilmiştir (Arslan, 2020; Hameed, 2020).



Şekil 6. Edward Feigenbaum'un geliştirdiği MYCIN programı, DEC-20 arayüzü ile bir uzman sistem temsili (Bu görsel, 13 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

1990’larda ise, yapay zeka teknolojisinin gelişiminin bir ayağı olarak insan beynini taklit edebilen “*Yapay Sinir Ağları*” sistemi geliştirilmiştir. Yapay sinir ağları, depolama alanları birbirinden ayrı ancak iletişimde birbirine bağlı olan yapay zeka destekli bilgi işlem yapılarını ifade etmektedir. Bu sistem sibernetik alanında yapay zeka teknolojisine yeni ve farklı bir boyut kazandırmıştır. Yapay zeka teknolojilerinin birçok farklı alandan beslendiği ve aynı zamanda bir çok farklı alanı da besleyebildiği özelliğinin kazanılması da bu yıllara dayanmaktadır. 1997 yılına gelindiğinde ise önemli bir yapay zeka teknolojisi gündem olmuştur. Teknoloji devi IBM (International Business Machines) firması tarafından geliştirilen bir uygulama olan ve sanal bir satranç oynama programı olarak geliştirilen *Deep Blue*’nun bu yılda çarpıcı bir etkisi vardır. Öyle ki, bu yıllarda çok büyük reklamlarla bütün dünyanın izlediği ve *Deep Blue* programının rakip olarak gösterildiği bir satranç maçı düzenlenmiştir. Bu organizasyonun tanıtımlarında rakip oyuncular olarak dünya satranç şampiyonu büyük usta Garry Kasparov ile birlikte *Deep Blue* programı gösterilmiştir. Bu karşılaşma tüm dünya üzerinde yapay zeka teknolojisine karşı çok büyük ilgi uyandırmıştır. Organizasyon çerçevesinde belirlenen gün ve saatte maç gerçekleştirilmiş ve maç sonucunda ise yapay zeka destekli *Deep Blue* programı Garry Kasparov’u mağlup etmiştir. İnsana karşı yapay zeka temasıyla düzenlenen bu maç organizasyonu zaten toplum tarafından büyük ilgiyle karşılanmış ve bu maçta yapay zekanın bir insanı mağlup etmesi ise yapay zekaya gösterilen bu ilgiyi katlayarak artırmıştır. Dolayısıyla bu durum, yapay zeka teknolojilerinin nerelere kadar ulaşabileceğinin, sınırlarının nerelere kadar varabileceğinin o yıllardaki çok önemli ispatlarından biri olmuştur (Şekil 7) (Arslan, 2020).



Şekil 7. Garry Kasparov vs. Deep Blue programının temsili (Bu görsel, 30 Eylül 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

2000’li yıllara gelindiğinde ise, özellikle de 2001 yılından itibaren yapay zeka teknolojisi okadar ilerlemiştir ki artık yapay zeka için zor bir sorun kalmamıştır. Hatta, bu yılda insan gibi konuşup, insan gibi mimikler yapıp, sanki bir insanmış gibi kafa hareketleri yapabilen ve sosyal bir şekilde öğrenebilen “*Kismet*” isimli insansı robot Cynthia Breazeal tarafından geliştirilmiştir. Bu robot insanlara yapay zeka teknolojisinin sınırlarının düşündüklerinden daha ileride olabildiğini göstermiştir (Arslan, 2020).

Big Data çağı olarakta adlandırılan günümüz dünyasında ise küresel teknolojinin ileri düzeyde gelişmesiyle birlikte yapay zeka teknolojisinin de akıl almaz seviyelere ulaştığı açıkça görülmektedir. Öyle ki, teknolojinin bu hızlı ilerleyişi karşısında yapay zeka teknolojileri de ilerlemeye paralel bir şekilde kısa bir sürede teoriden pratik uygulamaya dönüşmüştür. Bu dönüşüm içerisinde yapay zeka teknolojileri insanların günlük yaşamlarında bir iş yükü yardımcısı olarak çalışmış ve hatta insanların kendi sorumlulukları altında bulunan işlerde bile kısmen

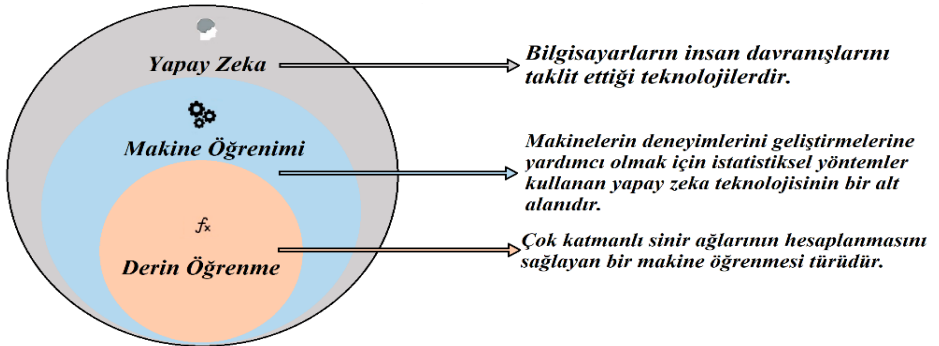
görevler üstlenmiştir. Günümüzde yapay zeka teknolojilerinin kullanım yelpazesi inanılmaz seviyelere ulaşmıştır. Çünkü gelişen teknolojiyle birlikte yapay zeka teknolojileri kolay bir şekilde kendisine farklı alanlarda uygulama imkanları bulmuştur ve bu durum ise yelpazenin daha da genişlemesine katkı sağlamıştır (Li ve ark., 2021; Arslan, 2020; Wei ve ark., 2021).

Yapay zeka teknolojilerinin temel amacı, insanın bilişsel süreçlerini taklit ederek, genellikle insanlar tarafından yapılabilen karmaşık görevleri bağımsız bir şekilde yapabilen, otonom elektronik sistemler üretmektir. İlk zamanlarda yapay zeka teknolojisinin vizyonu, direkt olarak insan zekasının taklit edilebilmesi üzerine kurulmuştur. Fakat bu hedef, zamanla daha da gelişmiştir. Gelişen teknolojiyle birlikte bu sistem yalnızca insan zekasını taklit etmekle kalmayarak, insanların becerileriyle yarışabilecek kapasitede daha ileri otonom sistemler geliştirmeye odaklanmıştır (Reese, 2020; Zhang ve Zhu, 2022; Sadiku ve ark., 2021; Arslan, 2020).

Bugün yapay zeka teknolojileri “*Sınırlı Yapay Zeka (Zayıf Yapay Zeka)*” ve “*Genel Yapay Zeka (Güçlü Yapay Zeka)*” olarak iki ana başlık altında incelenmektedir. Sınırlı yapay zeka, belirli bir problemi çözme veya görevi yerine getirme yeteneğine sahip olan bir bilgisayar sistemini ifade etmektedir ve günümüz modern dünyasında son derece güçlü ve etkileyici bir teknoloji türüdür. Öyle ki, hayatımızı kökten değiştiren yapay zeka uygulamalarıyla inanılmaz bir hızla yayılmakta ve farklı sektörlerle ve alanlara nüfuz etmektedir. Bu tür yapay zeka, bugüne kadar insanlık tarafından geliştirilmiş ve günlük hayatın her alanına kendisini adapte etmiş olan tek yapay zeka türüdür ve inanılmaz derecede insanlara yararı ve desteği vardır. Sınırlı yapay zeka, zayıf yapay zeka olarak anılmasına rağmen, son derece etkileyici ve güçlü teknolojik çözümler sunmaktadır. Otomatik robot süpürgelerden Apple’ın Siri’si gibi sesli asistanlara, sürücüsüz araçlardan kişiselleştirilmiş alışveriş önerilerine kadar hayatımızın her alanında sınırlı yapay zekanın entegrasyonunu görmek mümkündür ve bu uygulamalar, yapay zeka teknolojilerinin günlük yaşamımızı nasıl dönüştürdüğünü gözler önüne sermektedir. Bu teknoloji türünün sunduğu büyük avantajlar sayesinde sınırlı yapay zeka, adeta modern yaşam tarzının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Diğer taraftan, genel yapay zeka, insanın sahip olduğu zeka seviyesine eşdeğer ölçüde, çok yönlü bir yapay zeka türünü temsil etmektedir. Örneğin, bilim-kurgu filmlerinde sıklıkla gördüğümüz, sadece insanların

çözembileceği karmaşık problemleri çözebilen zeki robotlar ve otonom sistemler, genel yapay zeka türünün bir yansımasıdır. Çünkü genel yapay zekada tahmin edilemeyen durumlara tepki gösterilebilmesi beklenmektedir. Zaten genel yapay zekanın amacı, insana özgü karar verme ve adaptasyon becerileri sergileyerek, umulmadık durumlara karşı uygun çözümler geliştirebilmektir. Fakat günümüzde genel yapay zeka henüz bir gerçeklikten uzaktır ve şu anda mevcut değildir. Bu tür yapay zekanın nasıl geliştirileceğine dair henüz ortak bir yol haritası bulunmadığı gibi, genel yapay zekanın gerçekten mümkün olup olamayacağı bile halen tartışma konusudur. Dolayısıyla, mevcut teknolojiler ışığında, sadece sınırlı yapay zekanın ele alındığını ve bundan sonraki süreçte de "yapay zeka" teriminin kullanıldığı her yerde, sınırlı yapay zekanın kastedildiğini vurgulamak gerekmektedir (Reese, 2020; Zhang ve Zhu, 2022; Sadiku ve ark., 2021; Arslan, 2020).

Yapay zeka teknolojilerinin en dikkat çekici özelliklerinden biri, mevcut sistemlere kolayca entegre olabilmesidir (Sadiku ve ark., 2021; Lee ve Lee, 2021). Gelişmiş ileri teknolojilerin yer aldığı eğitim, sağlık, ticaret sosyal hayat gibi birçok alana yapay zeka teknolojileri rahatlıkla entegre olabilmektedir. Bu entegrasyon sürecinde yapay zekanın alt dalları büyük ve çok önemli bir rol oynamaktadır. Makine öğrenimi, uzman sistemler, destek vektör makineleri ve yapay sinir ağları yapay zeka teknolojisinin en yaygın kullanılan alt dalları arasında bulunmaktadır. Yapay zeka, derin öğrenme ve makine öğrenimi kavramları genellikle birbirlerinin yerine kullanılmaktadır, fakat bu yaklaşım doğru değildir (Ramkumar ve ark., 2021; Hameed, 2020; Lee ve Lee, 2021). Şekil 8'de bu terimler arasındaki ilişkiler gösterilmiştir.



Şekil 8: Yapay Zeka, Derin Öğrenme ve Makine Öğrenimi Arasındaki İlişki (Lee ve Lee, 2021).

Makine Öğrenimi

1952'de makine öğreniminin babası olarak bilinen Arthur Samuel makine öğrenimi terimini ortaya çıkardı. Arthur Samuel Poughkeepsie Laboratuvarı'na katıldıktan sonra, ilk bilgisayar öğrenme programını geliştirmeye başladı. İlk oluşturulan otomatik öğrenme programı ise makine öğreniminin ilk örneklerinden biri olan dama oyunu olmuştur (Şekil 9). Arthur Samuel'in geliştirdiği bu dama programı, her oyunda bilgisayarın kendini daha da geliştirerek ve hatalarını düzelterek daha iyi yollar bulabildiği benzersiz özellikler sergilemekteydi (Russell, 2020).

Makine öğrenimi, yapay zeka teknolojisinin önemli bir alt dalıdır ve çok sayıda değişkeni bulunan karmaşık veri kümeleri üzerinde tekrarlanabilir ve güvenilir tahmin modelleri geliştirmeyi hedeflemektedir (Araújo ve ark., 2021; Ramkumar ve ark., 2021). Makine öğrenimi, büyük veri kümelerinin analiz edilmesi, sınıflandırılması, tahminlerde bulunması veya topladığı verilerden anlamlı çıkarımlar elde edebilmesi amacıyla istatistiksel ve matematiksel yöntemler kullanmaktadır. Makine öğrenimi sistemi, açık talimatlara gerek duymadan, öğrenmeye dayalı algoritmaların geliştirilmesiyle oluşturulmaktadır. Makine öğrenimi algoritmalarının, insanın müdahalesi olmaksızın veri analizi ve karar verme süreçlerinde yüksek verim sağladığı bilinmektedir (Ramkumar ve ark., 2021; Hameed, 2020; Lee ve Lee, 2021; Leaton Gray, 2020; Li ve ark., 2021).

Geleneksel istatistiksel yöntemler, özellikle de çoklu regresyon gibi teknikler, fazla değişkeni olan veri kümelerinde etkili ve doğru sonuçlar veremeyebilmektedir. Fakat makine öğrenimi algoritmaları, veri setinde bulunan tahmin edici değişkenleri optimize ederek daha açıklayıcı ve güçlü modeller geliştirebilmektedir. Bu süreçte, aşırı uyumun engellenmesi amacıyla çapraz doğrulama yöntemleri kullanılmakta ve bu sayede modelin yeni veri kümelerine genellenebilirliği artırılmaktadır. Aşırı uyum, modelin yalnızca bir veri setine özgü hale gelmesi durumunda oluşmakta ve modelin yeni veri kümeleri üzerinde düşük performans göstermesine neden olmaktadır. Ayrıca, veri kümelerinin rastgele alt gruplara bölünmesi ile bir alt kümenin modeli eğitmek ve diğer alt kümenin ise modeli test etmek için kullanılmasına olanak tanımaktadır. Bu yöntem, aynı veri seti içerisinde bulguların tekrarlanabilirliğini sağlamakta ve bu durum ise modelin doğruluğunu artırmaktadır (Araújo ve ark., 2021).



Şekil 9. Arthur Samuel ve dama programının temsili (Bu görsel, 14 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Giyilebilir ve temassız sensörlerle birleştirilen ve entegrasyonu sağlanan makine öğrenimi algoritmalarına yönelik ilgi, gerçek dünyada yaşanan sorunlarının çözüm sürecinde devrim niteliğinde ilerlemelerin önünü açmıştır. Bu teknolojilerin hızlı bir şekilde toplumca benimsenmesi, bu araştırma alanının çok daha kapsamlı bir şekilde incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, bu alanda yapılacak pedagojik çalışmalara olan ihtiyaç artmaktadır, çünkü bu teknolojilerin eğitici ve öğretici yönlerinin daha iyi anlaşılması gerekmektedir (Ghosh ve ark., 2023).

Hem yapay zeka hem de makine öğrenimi alanında yaşanan teorik gelişmeler, ölçeklenebilir ve sağlam karar alma sistemlerinin kurulmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Öyle ki, bu sistemlerin bilgi tabanlı algoritmaların muhakemesine dayandığı ve gelecekte daha akıllı ve kapsamlı çözümler sunabileceği vurgulanmaktadır (Ghosh ve ark., 2023).

Makine öğreniminde algoritmalar genellikle *denetimli öğrenme* ve *denetimsiz öğrenme* olarak iki ana kategoride değerlendirilmektedir. Denetimli öğrenme sistemi, belirli etiketlenmiş verilerle eğitilen modellerin, yeni verilere doğru tahminlerde bulunmasını sağlarken, denetimsiz öğrenme sistemi ise, verilerin kendiliğinden yapılandırılmasını veya gruplandırılmasını amaçlamaktadır. Bu iki sistem, farklı problem türleri ve veri yapılarına göre değişen başarılar sunmaktadır ve her iki yöntem de büyük veri analizinde çok önemli ve kritik bir rol oynamaktadır (Araújo ve ark., 2021).

Derin Öğrenme

Makine öğrenimi teknolojisinin bir alt dalı olan derin öğrenme, yapay sinir ağlarının tespit edilmesi ve bilgilerin sınıflandırılması için kullanılan zihinsel işlevleri simüle eden algoritmaları içermektedir (Ramkumar ve ark., 2021; Hameed, 2020; Lee ve Lee, 2021). Derin öğrenme, basit ve ayarlanabilir hesaplama öğelerinin çoklu katmanlarını kullanan makine öğrenimi sistemini ifade etmektedir (Russell, 2020). Derin öğrenme, 1950'lerde Alan Turing'in ileri sürdüğü fikirlerle temellendirilmiş ve günümüzde yapay zeka teknolojisinde meydana gelen büyük ilerlemelerin önünü açmıştır. Bu sistem, bazı görevlerin kısıtlandığı gerçek makine öğrenimi uygulamalarının oluşmasına imkan tanımaktadır. Derin öğrenmenin temelinde, sinir ağlarının birçok katmanından geçerek görüntü ve verileri işleyip nihai sonuçlar üretmek vardır. Bu katmanlar, her aşamada veriyi daha ayrıntılı ve karmaşık bir şekilde analiz ederek nihai bir çıktı meydana getirir. Örneğin, derin öğrenme algoritmaları insanların alışverişlerde satın alma tercihlerini kolay bir şekilde tahmin edebilmektedir. Benzer şekilde, bu sistem tıbbi görüntülemelerde tümörlerin tespiti gibi karmaşık ve zor görevleri yerine getirebilmektedir (Lee ve Lee, 2021). Derin öğrenmenin tanımlanmasında daha açıklayıcı bir örnek vermek gerekirse, mesela, bir okulda öğrencileri tanımlamak için kullanılan bir yüz tanıma sisteminde, ham veriler piksellerden oluşabilir; ilk temsili katman yüzün bazı kenarlarını kodlayabilir; ikinci temsili katman bir yüzün kenarlarını daha kesin ve ayrıntılı olarak tanımlayabilir; üçüncüsü kişisel yüz hattı özelliklerini kodlayabilir; ve dördüncüsü ise görüntüyü bir yüz olarak tanımlayabilir. Sonuç olarak, bu derin öğrenme sistemi kendi başına bir kişinin yüzünün görüntüsünü başarılı bir şekilde oluşturabilir (Leaton Gray, 2020). Derin

öğrenmenin asıl gücünü, insan beynine benzer bir doğrulukla çalışabilmesinden sağlamaktadır; özellikle güçlü donanımlarla ve büyük veri setleri ile beslenen yapay sinir ağları, insan beyninin karar alma becerisine benzer şekilde inanılmaz derecede yüksek doğruluk oranlarına ulaşabilmektedir (Lee ve Lee, 2021).

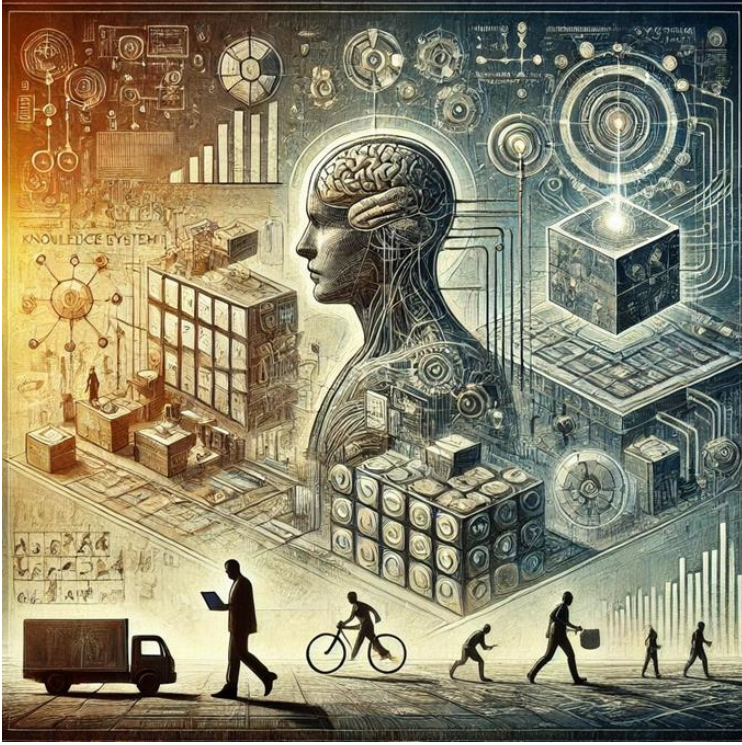
Derin öğrenme sistemi, klasik istatistiksel öğrenme metotlarına kıyasla bilgiyi daha etkin bir şekilde ortaya çıkarabilmekte, öğrenebilmekte ve veri aktivitelerini keşfedebilmektedir. Bu yönüyle derin öğrenme yaklaşımı ölçeklenebilirlik ve genelleştirilebilirlik açısından da klasik makine öğrenimi yöntemlerinin önüne geçmektedir. (Ghosh ve ark., 2023).

Derin öğrenmenin tarihsel gelişimine bakıldığında, bu sistemin 1970'lerden itibaren çeşitli deneylerle test edildiğini, ancak 2010'lu yılların başlarında daha çok 2011 yılında yaygınlaşmaya başladığını görülmektedir. Özellikle 2012 yılında ImageNet yarışmasında Toronto Üniversitesi'nden Geoffrey Hinton ve ekibinin geliştirdiği derin öğrenme modeli, görüntü sınıflandırma kategorisinde o dönemin en iyi sistemi olarak bilinen sistemlerden çok daha başarılı sonuçlar elde etmiştir. Bu başarıların ardından, takip eden yıllarda, derin öğrenme sistemleri konuşma tanıma ve tıbbi teşhisler başta olmak üzere birçok alanda yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır ve hatta AlphaGo gibi yapay zeka destekli sistemler insan rakiplerine karşı inanılmaz zaferler kazanmıştır. Öyle ki, o yıllarda her hafta, insanın düşünme performansına yaklaşan ve hatta bazı testlerde insanı da geçebilen yeni bir yapay zeka uygulamasıyla ilgili haberler çıkmış ve o hafta çıkan haberlere yapay zeka ile alakalı yeni spekülasyonlar eşlik etmiştir. Bu başarılarla, toplumda derin öğrenmeye olan ilgi çok artmış ve yapay zeka alanında yeni bir dönem başlamıştır. (Russell, 2020).

Günümüzde derin öğrenme sistemlerinin başarısı, önemli ölçüde güçlü donanım ve büyük veri setlerinin kullanılabilmesine dayanmaktadır. Bunun yanı sıra, derin öğrenme sistemlerinin optimizasyon teknikleri ve algoritmik yenilikler ile de desteklenmesi başarısını daha da güçlendirmektedir. Bu gelişmeler, derin öğrenme sistemlerinin hem pratik hem de teorik alanlarda ne kadar önemli bir noktaya sahip olduğunu göstermektedir. Geoffrey Hinton, Yoshua Bengio ve Yann LeCun yapay sinir ağları ve derin öğrenme üzerine yaptıkları çalışmalarından dolayı 2018 yılında Turing Ödülü almışlardır (Russell, 2020).

Uzman Sistemler

Uzman sistemler 1965 yılı civarında geliştirilen ilk yapay zeka temelli bir alandır (Şekil 10). Uzman sistemler, bilgi birikim ve deneyimleri bir bilgisayara girildiğinde uzmanların sahip olduğu aynı problem çözme becerilerini sağlamak üzere tasarlanmıştır. Yani, uzman sistemler, belirli bir alandaki bir "uzmanın" karar verme sürecini taklit etmek için tasarlanmış programlardır denilebilir (Ramkumar ve ark., 2021; Hameed, 2020; Lee ve Lee, 2021; Leaton Gray, 2020).



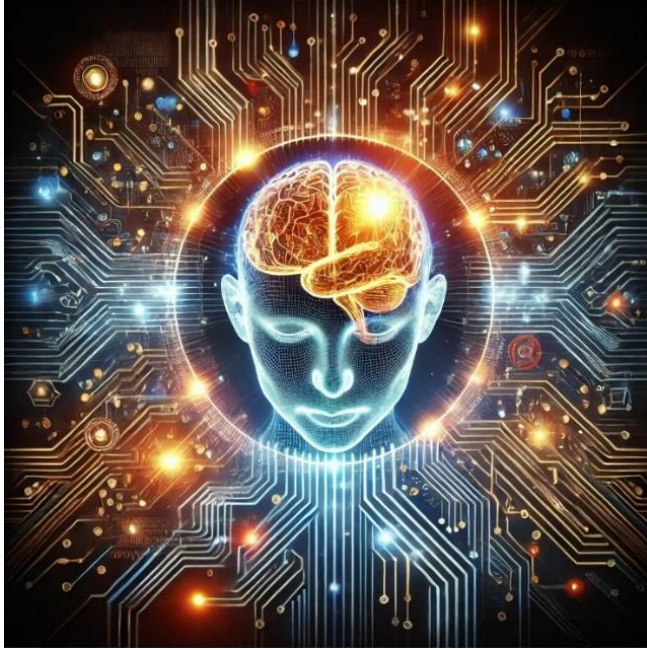
Şekil 10. Bir uzman sistem temsili (Bu görsel, 14 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Uzman sistemler, bilgisayarların belirli mesleki görevleri (kimyasal yapı ve tıbbi teşhis vb.) yerine getirmelerinde adeta insanların yerini alabilecek potansiyele sahiptirler (Lee ve Lee, 2021). Uzman sistemler gerçek dünya problemlerini ve sorunlarını çözebilmek için insan bilgisini kodlamaktadırlar. Günümüzde ise uzman sistemler, çevrimiçi online ders anlatım platformlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Öyle ki bu sistem, bu platformlarda bir öğrenci veya öğretmenin bilgi tabanındaki

eksikliklerini teşhis etme ve bu eksikliklerin giderilmesi için önerilerde bulunma konularında oldukça etkin bir şekilde çalışmaktadır (Leaton Gray, 2020; Russell, 2020). Uzman sistemler üzerine yaptıkları önemli çalışmalarından dolayı Ed Feigenbaum ve Raj Reddy Turing Ödülü almışlardır (Russell, 2020).

Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, makine öğrenimi sisteminin bir alt dalı olan derin öğrenme sisteminin en önemli bileşenlerinden biridir. Yapay sinir ağları, neredeyse hiç insan müdahalesine ihtiyaç duymadan son derece karmaşık ve zor problemleri rahatlıkla çözebilecek kapasiteye sahiptir. Yapay sinir ağları, insan beyninde bulunan biyolojik sinir hücrelerini (nöronları) temel alarak, bu sinir hücrelerinin yapısını ve işleyiş mekanizmalarını modellemeye çalışmaktadır (Şekil 11).



Şekil 11. Yapay sinir ağları temsili (Bu görsel, 12 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Bu sistemin en temel prensibi, çok sayıda yapay nöronun bir araya gelerek karmaşık bir bilgi işlem süreci meydana getirmesidir. Aynı biyolojik sinir ağlarındaki gibi, bu yapılar da adaptasyon ve öğrenme

yeteneklerine sahiptir. Öyle ki, bu yapılar topladıkları verilerden edindikleri bilgileri sürekli bir şekilde geliştirerek daha doğru ve etkili sonuçlar elde edebilmektedirler (Ramkumar ve ark., 2021; Hameed, 2020; Lee ve Lee, 2021; Leaton Gray, 2020).

Diğer taraftan, yapay sinir ağlarının yapı olarak birden fazla katman içermeleri sayesinde yapay sinir ağları derin öğrenmenin temelini oluşturmaktadır. Bu katmanlar, girdi verilerini işleyen ve ayrıca bu verilerden anlamlı sonuçlar ortaya çıkarmaya çalışan çok sayıda nörondan meydana gelir. Bu katmanlar içerisinde bazı ara katmanlar “gizli katmanlar” olarak adlandırılır. Özellikle, gizli katmanlar, ağınlı elde edilen verilerdeki karmaşık örüntüleri tanımasına ve soyut bilgileri öğrenebilmesine olanak tanımaktadır. Tüm bu süreç, biyolojik nöronların arasında bulunan sinaptik bağlantılara benzer şekilde, her bir yapay nöronun diğer nöronlarla olan bağlantısı üzerinden gerçekleşmektedir. Sonuç olarak, yapay sinir ağları, görüntü tanıma, doğal dil işleme, ses analizi vb. gibi birçok alanda üstün performans göstererek, insan zekasının ötesinde problem çözme yeteneğine ulaşabilmektedir (Ramkumar ve ark., 2021; Hameed, 2020; Lee ve Lee, 2021; Leaton Gray, 2020).

Destek Vektör Makineleri

Destek Vektör Makineleri, makine öğrenimi sistemlerinin en köklü ve en sık kullanılan yöntemlerindedir. Destek vektör makineleri, özellikle sınıflandırma ve regresyon gibi denetimli öğrenme problemlerinde çok etkili sonuçlar veren bir algoritma çeşididir. Destek vektör makineleri, yöntem olarak verileri iki farklı sınıfa bölmek için ideal bir hiperdüzlem bulmaya çalışmaktadır. Başka bir deyişle, bu yöntem, veriler arasında bulunan farkları en iyi şekilde gösteren bir sınır çizgisi belirleyerek sınıflar arasında bulunan farkı mümkün olduğunca daha net hale getirmeyi amaçlamaktadır. Bu yöntem, özellikle çok karmaşık ve büyük veri kümelerinde bile verdiği sonuçların yüksek doğruluklarda olması nedeniyle, artık pek çok uygulama alanında yoğun bir şekilde tercih edilmektedir (Ramkumar ve ark., 2021; Hameed, 2020; Lee ve Lee, 2021; Nunes Rodrigues ve ark., 2020).

Sanal Gerçeklik

Sanal Gerçeklik, kullanıcıların dijital, sanal dünyalara adım atmasını sağlayan, gerçeklikten çıkarak yapay dünyaları deneyimlemelerine imkan tanıyan çok gelişmiş bir bilgisayar simülasyon teknolojisidir (Şekil 12). Sanal gerçeklikte kullanıcılar sadece izleyici değil, aynı zamanda birer etkileşimde bulunan katılımcı niteliğindedir. Bu özelliğiyle sanal gerçeklik, kullanıcılarına gerçek dünyadan tamamen farklı, dijital bir şekilde inşa edilmiş yapay bir dünyada varolma hissi yaratmaktadır. Sanal gerçeklik, bu deneyimi sunarken yapay zeka, bilgisayar grafikleri, multimedya uygulamaları, dinamik internet bağlantıları ve insan-makine arayüzü teknolojisi gibi en son bilgi teknolojilerini bir araya getirerek, gerekli entegrasyonları sağlayarak kullanılmaktadır. Bu entegrasyon sayesinde, sanal dünyanın tüm detayları gerçek zamanlı olarak kullanıcının tepkilerine uyum sağlayabilmektedir ve böylece sanal gerçeklik deneyimi daha etkileyici ve sürükleyici hale gelmektedir (Lee ve Lee, 2021).



Şekil 12. Sanal Gerçeklik (Bu görsel, 02 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Yapay Zekanın Sınırları

Filozof John Searle, 1980 yılında yapay zeka kavramını iki ayrı kategoriye ayırarak önemli bir tartışmayı başlatmış oldu. Bu iki kategori *güçlü yapay zeka* ve *zayıf yapay zeka* olarak kategorize edilmiştir. Zayıf yapay zekada, makineler zekiymiş gibi davranabilmekte iken, güçlü

yapay zekada, makinelerin sadece düşünmeyi simüle etmekle yetinmeyip, bilinçli bir şekilde düşünebildikleri iddia edilmektedir. Zamanla, güçlü yapay zeka daha da gelişerek "insan seviyesinde yapay zeka" ya da "genel yapay zeka" olarak anılmaya başlamıştır. Bu terimler ise, zor ve karmaşık soruları insan kadar yetkin bir şekilde çözebilen programlara atıf yapmaktadır (Russell, 2020).

Zayıf yapay zekayı eleştirenler, geçmişte makinelerin insanlar gibi zeki davranış sergileyemeyeceğini, bunun mümkün olamayacağını savunmuş olsalar da, bu düşünce yapısı teknolojinin gelişmesiyle birlikte zamanla değişim göstermiştir. Öyle ki, Simon Newcomb 1903 yılında Wright kardeşlerin uçuşlarından hemen önce "*hava uçuşu, insanoğlunun asla baş edemeyeceği bir sorundur*" şeklinde bir görüş dile getirmiş ve bu görüşünü savunmuştur (Şekil 13). Fakat Newcomb'un bu dar görüşlü yorumu ve eleştirileri de günümüz ileri teknolojik dünyasında artık geçerliliğini yitirmiştir (Russell, 2020).



Şekil 13. 1903 yılı Simon Newcomb ve Wright kardeşlerin temsili (Bu görsel, 14 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Günümüzde yapay zeka teknolojilerinin büyük bir hızla ilerlemesi, bu teknolojinin sınırlarının tahmin edildiğinden çok daha geniş olduğunu ortaya koymaktadır. Fakat, yine de bu gelişmeler yapay zeka teknolojisinin sınırsız başarılar elde edeceğinin kanıtı değildir. Yani yapay zeka teknolojileri için sınırsız kapasitesi ve gücü vardır diyemeyiz (Russell, 2020).

Yapay zekanın ilk tanımını yapan kişi olan Alan Turing, aynı zamanda bu yapay zeka teknolojisinin sınırlarının ne olduğu konusunu ilk dile getiren kişilerden biridir. Alan Turing'in 1950 yılındaki öngörülleri, sonradan geliştirilen ve bugün hâlâ tartışması devam eden pek çok eleştiriyi kapsamaktadır. Yapay zeka teknolojisinin sınırlarının ne olduğu, hem etik hem de teknolojik açıdan hala günümüzde araştırma konusu olmaya devam etmektedir (Russell, 2020).

Yapay Zekanın Ölçülmesi

Alan Turing, 1950 yılında "Hesaplama Makineleri ve Zeka" başlıklı ünlü makalesini yayımlamıştır. Yayımlanan bu makalede Alan Turing, makinelerin insanlar gibi düşünüp düşünemediğini sorgulamaktan ziyade, makinelerin belirli bir davranış testini geçip geçemeyeceğinin sorulması gerektiğini savunmuştur. Bu test, önceki bölümlerde de anlatılan "Turing Testi" olarak bilinmektedir. Bu testin temel mantığı, bir dijital programın sorgulayıcıyla beş dakika boyunca yazılı mesajlar aracılığıyla bir sohbet gerçekleştirmesi ve daha sonra sorgulayıcının karşısında insanın mı yoksa bir bilgisayar programının mı konuştuğunun tahmin edilmesidir. Turing testinde eğer program, sorgulayıcının %30'unu kandırmayı başarabilirse testi geçmektedir. Alan Turing'e göre önemli olan husus, bu testin teknik ayrıntılarından ziyade, zekayı salt felsefi spekülasyonlarla değil, açık uçlu davranışlar üzerinden performansla ölçme düşüncesidir (Russell, 2020).

Alan Turing, 2000 yılına kadar depolama kapasitesi bir milyar üniteye ulaşan bilgisayarların Turing testini geçebileceğini öngörmüştür. Fakat 2000 yılının üzerinden epey bir zaman geçmiş olsa da bu konuda hala net bir fikir birliği bulunmamaktadır. Oysa ki, bu teste tabi olan birçok kişi bilgisayarla sohbet ettiğinin farkına varamadan, bir insanla sohbet ettiklerini sanarak kandırılmıştır. *ELIZA* programı, *NATASHA* ve *MGONZ* gibi yapay zeka destekli internet sohbet robotları (Şekil 14), defalarca kullanıcılarını yanıltmıştır. Hatta *CYBERLOVER* olarak adlandırılan sohbet robotu, kişisel bilgilerin açığa çıkarılmasına yol açtığı

için hukuki sıkıntılar ortaya çıkarmıştır. 2014 yılında ise, *Eugene Goostman* adındaki yapay zeka destekli bir sohbet robotu, eğitimsiz amatör jürilerin %33'ünü kandırabilmiştir ve bu sayede de Turing testinde başarılı olmuştur. Öyle ki, Eugene Goostman sohbet robotu, kendisini İngilizce'yi biraz bilen Ukraynalı bir çocuk olarak tanıtarak dilbilgisinde yaptığı hataların üzerini kapatmayı başarmıştır (Russell, 2020).



Şekil 14. Yapay zeka destekli sohbet robotlarının temsili (Bu görsel, 14 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Bir yarışma ortamı havasına dönüşen Turing testine duyulan toplumsal ilginin artması ise daha gelişmiş yapay zeka destekli sohbet robotlarının ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu yapay zeka destekli programların çoğunda, insan seviyesinde performanslara ulaşılmıştır ve hatta bazıları insan performansını da aşmıştır. Fakat bu programlarda nihai amaç, jürileri yanıltmak değil, yapay zeka teknolojilerinin temel bilimsel ve teknolojik altyapısını daha da geliştirerek toplum için faydalı araçlar sunmaktır (Russell, 2020).

1.2. Dijital Dönüşüm ve Yapay Zekanın Sosyal Hayata Etkisi

Bundan 20 yıl öncesine kadar teknoloji insanlara çok sınırlı imkânlar sunabilmekteydi. Son 20 yılda, teknoloji inanılmaz bir hızda gelişim gösterdi ve hem teknolojinin sunduğu fırsatlar hem de bilişim teknolojileri, küresel olarak vazgeçilemez bir toplumsal unsur haline gelmiştir. Sanayi devrimlerinden bu yana, teknolojik ilerlemeler ekonomik, toplumsal, kültürel ve siyasi yapıları köklü bir şekilde değiştirmiştir. Öyle ki, *I. Sanayi devrimi*, mekanik basit dokuma tezgâhları ile başlamış, *II. Sanayi devriminde* elektrik ve petrol etkili olmuş ve bu çerçevede genişlemiş, *III. Sanayi devriminde* otomasyon ve sayısallaşma ile ilerlenmiş ve *IV. Sanayi devrimi* ise üretim teknolojilerinin, çağdaş otomasyon sistemlerinin ve ayrıca veri alışverişlerinin kapsandığı bir dönemdir. Bu süreçte, siber fiziksel sistemler ve dijital dönüşüm, endüstri modellerini yeniden dizayn etmeye başlamıştır (Ersöz ve Özmen, 2020; Baloğlu, 2023; Ersöz ve Gökmen, 2023).

Dijital dönüşüm ve yapay zekanın her ikisinin de toplumu, dolayısıyla sosyal hayatımızı olumlu veya olumsuz bir şekilde etkilediği, kaçınılmaz bir gerçektir. Günümüz insanları, entelektüel bir çağda yaşamaktayken, dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojilerinin toplumsal yapı üzerindeki derin etkileri de giderek artmaktadır. Yapay zeka teknolojisi, hızla gelişerek insanların yaşamlarına günde birkaç kez dokunur duruma gelmiştir. Bu teknoloji, hem insanların günlük yaşamlarını kolaylaştırmakta hem de toplumun geneline hitap eden çözümler de sunmaktadır (Reese, 2020; Zhang ve Zhu, 2022; İşler ve Kılıç, 2021). Artık insanların günlük yaşamlarına dair çoğu faaliyet ve aktiviteler dijital mecralarda gerçekleşmeye başlamıştır. Dolayısıyla, günlük yaşamda aynı anda pek çok işin rahat bir şekilde halledilmesi ve çözülmesi bu teknolojilerin popülerliğini daha da artırmıştır (Baloğlu, 2023). Öyle ki, yüz tanıma sistemleri, makine öğrenimi, akıllı arama motorları, şoförsüz otonom araçlar ve parmak izi analizi gibi bazı teknolojiler, insanların iş ve sosyal hayatlarını daha konforlu hale getirmektedir. Bu teknolojilerin, günlük hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olduğunun çoğu zaman farkına bile varılamamaktadır. Bu yüzden, "zeka" ve "yapay" terimleri üzerine yapılan yoğun eleştiriler, bu teknolojinin toplumsal anlamda çok geniş bir yelpazeye hitap ettiğini

göstermektedir. Bu bölümde, bu iki olgunun topluma, sosyal ve ekonomik hayata ve dolayısıyla da bireylere olan etkilerini ele alacağız (Reese, 2020; Zhang ve Zhu, 2022; İşler ve Kılıç, 2021).

Yapay zeka teknolojisi insanların teorik bir perspektiften karar alma analizlerinde yardımcı olabilmektedir. Öyle ki, yapay zeka teknolojisinin bir alt kolu olan makine öğrenimi sistemi, insanların bu türden bir karar alma durumlarında gerekli analizleri sağlayabilmektedir (Zhang ve ark., 2022). Dijital çağ olarak adlandırılan günümüzde yapay zeka teknolojilerinin bir hâkimiyeti söz konusudur. Bu teknoloji, zaman ve mekân kavramını ortadan kaldırmıştır. Yapay zeka teknolojileri, farklı uygulama ve cihazlar vasıtasıyla hemen hemen her platformda hizmet verebilmektedir. Yapay zeka teknolojisi, ses ve yüz tanıma sistemleri, akıllı ev aletleri, bulut bilişim, robotlar, otonom sürücüsüz arabalar, sensörler, kişisel asistanlar, havacılık sektörü ve artırılmış gerçeklik gibi devasa teknolojik gelişmelerin önünü açmış ve küreselleşen dünyayı oldukça farklı bir dönüşümün eşiğine getirmiştir. Yapay zeka destekli uygulamalarının gelişimi henüz yenidir ancak, yapay zeka desteği pek çok alanda yeni ürünlerin gelişmesi ve üretilmesine olanak tanımıştır. Bu durum bize gelecek yıllarda bir insanın zeka standartlarına ulaşabilecek makine ya da bilgisayarların geliştirilebileceğinin önemli bir kanıtıdır. Toplumda dijitalleşmenin yaygınlaşması ve bilişim teknolojilerinin bir itici güç olarak kullanılması, toplumda yeni iş modellerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Öyle ki, iş hayatında çok geniş bir değişim meydana gelmiş ve çeşitli meslek gruplarının bilgi ve becerileri dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm, bedensel, zihinsel ve psikolojik etkilere sahip olup, toplumsal yaşamın ve iş yapma biçimlerinin köklü bir değişim yaşamasına sebep olmuştur (Wei ve ark., 2021; Ersöz ve Özmen, 2020; İşler ve Kılıç, 2021; Sadiku ve ark., 2021). Dijitalleşme ve yapay zeka teknolojileri hayatın hemen hemen her safhasına müdahale etmektedir ve özellikle de yapay zeka teknolojileri daha fazla sektörde kullanılmaktadır (Ersöz ve Özmen, 2020; Zhang ve Zhu, 2022; İşler ve Kılıç, 2021; Sadiku ve ark., 2021). Öyle ki, çağdaş yönetim metodlarının önemli faktörlerinden biri olan yapay zeka ve dijital dönüşüm teknolojileri bugün sadece endüstride değil, tıp, inşaat, sağlık, madencilik, gıda, enerji, tarım, kimya ve yazılım geliştirme vb. gibi çeşitli sektörlerin dönüşümünde önemli bir rol üstlenmiştir (Ersöz ve Gökmen, 2023; İşler ve Kılıç, 2021; Sadiku ve ark., 2021; Arslan, 2020). Bu nedenle, yapay zeka teknolojileri ticari hizmet kalitesini artırmanın, anlamda maliyetleri düşürmenin, iş

birliğini ve üretkenliği geliştirmenin bir yolu olarak görölmektedir (Zhang ve ark., 2022).

Hayatımızın neredeyse her alanında kullandığımız bu yapay zeka destekli teknolojiler, aynı zamanda sosyal hayatımızın yapı taşlarından biri olan eğitim sektöründe de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır ve eğitim-öğretimde önemli ve belirleyici bir rol oynamaktadır (Lee ve Lee, 2021; Baloğlu, 2023). Eğitimde kullanılan çeşitli yapay zeka uygulamalarına bakılacak olursa; örneğin, öğrenmeyi kolaylaştırmak amacıyla yapay zeka teknolojilerini kullanan popüler alanlar arasında mühendislik eğitimi, STEM eğitimi, dil eğitimi, matematik eğitimi, cerrahi eğitimi, robotik eğitimi, bilgisayar bilimi eğitimi, tıp eğitimi, fen eğitimi ve müzik eğitimi yer almaktadır (Sadiku ve ark., 2021; Arslan, 2020). Yapılan çalışmalarda, eğitimde yapay zeka teknolojilerinin kullanımının çocukların ve gençlerin yaşam tarzları üzerinde derin bir etkisi olduğu savunulmaktadır (Leaton Gray, 2020). Yapay zeka günden güne geliştikçe, eğitimdeki uygulamaları da artmaktadır (Lee ve Lee, 2021).

Yapay zeka teknolojileri eğitimde yeteneği belirleme ve seçme işlemlerinde çok büyük katkı sağlamaktadır. Ayrıca, eğitim-öğretimde yapay zekanın bir alt kolu olan sanal gerçeklik yöntemi kullanılarak öğrencilerin eğitimin içeriğini daha iyi anlayabilmeleri sağlanmaktadır. Bu teknolojilerin eğitim ve öğretim üzerindeki etkisi büyük ölçüde medya, teknolojik dijital araçlar ve ortamlar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. (Zhang ve ark., 2022; Arslan, 2020; Yang ve ark., 2020; Lee ve Lee, 2021; Gaobin ve ark., 2021).

Diğer taraftan, eğitim alanı, yapay zeka teknolojilerinin büyük değişiklikler ve yenilikler yapmaya hazır olduğu bir alandır. Eğitimde yapay zeka teknolojileri, 30 yıldan daha fazla bir süredir bilimsel araştırmaların odağı haline gelmiştir. Yapılan bilimsel çalışmalarda, eğitimde yapay zeka desteğinin akademik başarı üzerinde oldukça geliştirici etkisinin olduğu savunulmaktadır. Öyle ki, eğitimde yapay zeka desteği daha iyi bir sınıf yönetimi sağlayarak kişileştirilmiş öğretim imkânı sunmaktadır. Yapay zeka teknolojileri ile, ders ve personel programları, tesis güvenliği ve yönetimi, siber güvenlik ve sınav yönetimi vb. sistemlere destek verilmesi ve bu faktörlerin yapay zeka ile daha da geliştirilmesi sayesinde eğitim-öğretim de desteklenmiş olmaktadır (Zhang ve ark., 2022; Arslan, 2020; Yang ve ark., 2020; Lee ve Lee, 2021; Gaobin ve ark., 2021).

Yapay zeka öğretmenlerin ders müfredatlarını, kişiselleştirilmiş öğretim içeriklerini dikkatlice hazırlamalarına, öğrenciye göre bireyselleştirilmiş danışmanlık yapılabilmesine ve doğru ve verimli öğretimi gerçekleştirmelerine yardımcı olmaktadır (Yang ve ark., 2020; Lee ve Lee, 2021; Gaobin ve ark., 2021). Yapay zeka işbirlikçi öğrenme için akıllı destek sağlarken, eğitimde de kayda değer bir şekilde zamandan tasarruf sağlayabilmektedir (İşler ve Kılıç, 2021; Sadiku ve ark., 2021; Arslan, 2020).

Eğitimde yapay zeka ile öğrencilere sürekli ve anlık olarak değerlendirme ve geribildirim sağlanmaktadır. Bu sayede öğrenciler, yapay zeka ve sanal gerçeklik ile sürükleyici ortamlar elde ederek son derece etkileşimli ve üç boyutlu sanal dünyalar oluşturabilirler. Bu teknolojiler öğrencilerin ders materyalleri ile etkileşime geçmelerini teşvik etmektedir (İşler ve Kılıç, 2021; Sadiku ve ark., 2021; Arslan, 2020). Diğer taraftan yapay zeka ve dijital teknolojilerin eğitimde ve diğer sosyal alanlarda kullanılmasında önemli görülen bazı endişeler de bulunmaktadır. Öyle ki, bu dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojileri, bireylerin hayatlarını kolaylaştırırken, aynı zamanda bu bireyleri teknolojiye bağımlı hale getirmiştir (Ersöz ve Özmen, 2020). Bu yüzden yapay zeka teknolojileri 21. yüzyılın en önemli küresel sorunlarından biridir (Sadiku ve ark., 2021). Örneğin, spor alanında görülen bir dijitalleşme türü olan ve bir spor dalı olup olmadığı tartışma konusu olan “*elektronik spor (e-spor)*” uygulaması genç ve çocukların daha aktif yaşamasına katkıda bulunurken, aynı zamanda bu bireylerin günlük uygulamaları gereken fiziksel hareketlilik düzeylerini minimuma indiren bir alana daha yönelmelerine sebep olmaktadır (Ersöz ve Gökmen, 2023). Bu yüzden, yapay zeka teknolojilerinin olanakları oldukça heyecan verici olsa da, yapay zekanın eğitimdeki yeteneklerinin sınırlı olması ve ebeveynlerin bu teknolojilere duyulan güven konusunda tedirginlik yaşayarak daha temkinli davranması vb. gibi bir dizi zorluk çeşitli eğitim kurumlarında yapay zeka teknolojilerinin tam olarak gerçekleştirilmesinin önüne geçmektedir. (Sadiku ve ark., 2021; Arslan, 2020).

2. Spor Bilimlerinde Dijital Dönüşüm

Günümüzde fiziksel aktivite ve spor, insanların yaşamlarının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiş ve küresel olarak toplumların kültürel dinamiklerinde önemli bir yer edinmiştir. Spor, yalnızca fiziksel bir aktivite olmanın dışında, bireylerin sosyal ve psikolojik gelişimlerine de büyük katkı sağlamaktadır. Modern ve teknolojiye hakim olan toplumlar, spor yapmanın insan mutluluğu üzerindeki geliştirici etkilerini daha iyi kavrayarak, bu alana olan ilgi ve çalışmalarını artırmaktadır (Liu ve ark., 2021a).

Spor yapmak, insanlara fiziksel sağlık, sosyal etkileşim ve özgüven sağlarken, sportif etkinliklerin izlenmesi de benzer bir mutluluk ve motivasyon kaynağı oluşturmaktadır. İnsanların bu mutluluk ve motivasyona sahip olabilmeleri için teknolojik gelişmeleri ve dijital dünyayı yakından takip etmeleri gerekmektedir. Zaten günümüzde insanlarda artan bir ilgi ile müsabakaları izlemek ve spor gelişmelerinden haberdar olmak için yoğun bir şekilde dijital platformlara yönelmektedirler. Öyle ki, hem televizyon ve internet hem de sosyal medya, bireylerin sportif faaliyetler ile etkileşim biçimlerini dönüştürmüş, sporun ve sporcunun daha geniş kitlelere ulaşabilmesini sağlamıştır. Spor bilimlerinde yaşanan dijital dönüşüm, spor endüstrisinde veri toplama, toplanan verileri analiz yapma ve sportif yönetim süreçlerine yenilikçi çözümler sunarak köklü değişikliklere yol açmaktadır. Spor alanında yaşanan bu ileri teknolojik gelişmeler, spor yönetimi alanında yeni stratejilerin geliştirilmesine ve geliştirilen teknolojilerin ise uygulamaya konmasına olanak tanımaktadır (Chmait ve Westerbeek, 2021; Zhong, 2022; Zhao ve ark., 2021; Ermakov ve ark., 2022).

Spor teknolojileri, sportif faaliyetlerle ilgili insan çıkarlarına ve hedeflerine ulaşmak için geliştirilmiş insan yapımı araçlardır ve bu teknolojiler sportif aktivitelerde birçok işlev görmektedir (Loland, 2020). Spor bilimlerinde yaşanan dijitalleşmenin spor yönetiminde yarattığı etkiler önemli ve çok yönlüdür. Örneğin, dijital insan kaynakları yönetimi, organizasyonel olarak verimliliği artırırken, veri analitiği ise sporcu performansı ölçümlerinde ve stratejik planlamada önemli bir rol üstlenmektedir. Dijital dönüşümün ileri seviyelere taşıdığı taraftar etkileşimi, dijital platformlar üzerinden artırılarak, takımların, sporcuların ve organizasyonların fanatik kitleleriyle daha güçlü bağlar kurmasına

olanak tanımaktadır. Günümüzde spor bilimleri camiasında etki yaratan *e-spor* faaliyetleri, yeni bir spor dalı olarak dijital dönüşümün etkisini gözler önüne sererken, sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları ve biletleme sistemleri gibi yenilikler de spor deneyiminin zenginleşmesini sağlamıştır (Kittikumpanat, 2021; Ersöz ve Gökmen, 2023; Atasoy ve ark., 2021; Rigamonti, 2020).

Spor sektöründe geliştirilen yapay zeka teknolojileri, spor yönetiminde devrim niteliğinde bir etki yaratmaktadır. Öyle ki, spor yöneticileri, bu geliştirilen yapay zeka destekli sistemler sayesinde daha doğru ve öngörüsü yüksek kararlar alabilmekte ve bu sayede ise sporda organizasyonel süreçlerini daha etkin ve verimli bir şekilde yönetebilmektedirler. Benzer şekilde, yapay zeka destekli uygulama ve sistemler, spor faaliyetlerinde hassas ve güvenilir maç analizlerinin yapılmasına olanak tanımakta ve bu sayede de sportif performansın geliştirilmesi konusunda da önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu bağlamda, spor yöneticileri, küresel çapta geliştirilen yapay zeka teknolojilerini kullanarak daha iyi ve güvenilir kararlar verebilmektedirler (Kittikumpanat, 2021; Ersöz ve Gökmen, 2023; Atasoy ve ark., 2021; Rigamonti, 2020).

Spor bilimlerinde teknoloji bulutlarının etkili olması, yeni spor dallarının da ortaya çıkmasını sağlamıştır. Özellikle *e-spor*, spor bilimlerinde dijital dönüşümün en belirgin örneklerinden birisidir. *E-spor*, bilgisayar ile oynanan spor içerikli video oyunları olarak tanımlanmaktadır. *E-spor*, spor içerikli bu dijital oyunların sunduğu yeni medya özellikleri sayesinde insanların birbirleriyle kolay ve etkili bir şekilde etkileşimde bulunmalarına olanak tanımaktadır. Dolayısıyla *e-spor*, özellikle genç nesil arasında hızlı bir şekilde popülerlik kazanmıştır ve bu durum, günümüz dijital çağının spor algısını ve tüketim biçimlerini de köklü bir şekilde değiştirmiştir (Akgöl, 2019).

Dijitalleşmenin spor bilimlerinde yaygınlaşması sayesinde derin öğrenme ve makine öğrenimi teknolojileri gibi yapay zeka alt dallarının sahalara ve oyunlara entegrasyonu da hız kazanmıştır. Öyle ki, makine öğrenimi sistemleri, spor analitiğinde büyük veri kümelerinin analiz edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Makine öğrenimi teknikleri, duyuşsal ve bilgisayarlı görüş verileri gibi çok karmaşık verilerle çalışarak, gerçek zamanlı analiz ve tahmin süreçlerinde çok başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamakta ve antrenman bilimlerinde yoğun bir şekilde

kullanılmaktadır. Makine öğrenimi sistemleri, veri odaklı karar alma süreçlerinde giderek daha fazla tercih edilmektedir ve bu teknikler, atletik performansın analizinde ve geliştirilmesinde etkinliğini göstermektedir. Özellikle sporcuların atletik performanslarını artırmaya yönelik doğru ve etkili stratejilerin geliştirilmesi, bu alanda makine öğrenimi tekniklerinin uygulanmasıyla mümkün hale gelmiştir (Ghosh ve ark., 2023).

Diğer taraftan yapay zekanın diğer bir alt kolu olan derin öğrenme sistemleri de, spor analitiği gibi alanlarda çok büyük katkılar sunmaktadır. Öyle ki, bu sistemler, büyük veri setlerinden otomatik olarak öğrenme işlemi gerçekleştirerek, karmaşık problemleri kolay ve doğru bir şekilde çözmeye yeteneğine sahip olmaktadır. Özellikle sporcularda atletik performans analizi, sporcu sağlığı izleme ve maç stratejileri geliştirme gibi alanlarda derin öğrenme sistemleri, spor bilimleri camiasının önemli ve vazgeçilemez araçları haline gelmiştir. Bu nedenle, dijital dönüşüm sistemlerinin spor bilimleri ve yönetimi üzerindeki etkisi, gelecekteki gelişmelerin de habercisi olma niteliğindedir (Ghosh ve ark., 2023).

Sonuç olarak, dijital dönüşüm, spor dünyasında devrim niteliğinde değişikliklere yol açmış ve daha ileri değişikliklere de yol açacaktır. Dijital dönüşüm sistemleri, spor yöneticileri, antrenörler, kondisyonerler, spor hekimliği ve sporcular için, yani spor bilimleri camiasının geneli için yeni fırsatlar sunmaktadır. Spor bilimlerinde bu dijital dönüşüm, yalnızca mevcut, klasik yapıların güçlenmesini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda sporun geleceğini de şekillendirecek bir yol haritası oluşturmaktadır. Spor endüstrisinin bu yeni dönemde nasıl evrileceği ve dijital teknolojilerin hangi alanlarda daha fazla kullanılacağı, spor bilimleri açısından büyük bir merak konusu olmaya devam etmektedir.

2.1. Spor Bilimlerinde Dijital Teknolojilerin Kullanımı

Günümüzde dijital teknolojilerin hızlı gelişimi, spor bilimlerinde de önemli bir dönüşüm sürecinin aşılmasını beraberinde getirmiştir. Modern, gelişmiş toplumlar, ileri teknolojiyi benimseyerek, bu gelişim ve yenilikleri günlük hayatlarının önemli bir parçası haline getirmiştir. Bu durum, spor bilimleri alanında devrim niteliğinde yeniliklerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Özellikle akıllı saatler, GPS teknolojileri, giyilebilir cihazlar ve biyomekanik sensörler gibi teknolojik yenilikler, sporcuların atletik performanslarını ve sağlık durumlarını daha ayrıntılı

bir şekilde izleme ve analiz etme imkânı sunmaktadır (Şekil 15). Bu teknolojiler, sporcuların antrenman programlarının optimize edilmesi ve gelişmelerinin takip edilmesine olanak tanımaktadır (Atasoy ve ark., 2021; Liu ve ark., 2021a).

Geleneksel klasik sporcu değerlendirme ve izleme sistemlerinin sınırlılıkları, spor bilimlerinde yapay zeka teknolojilerinin kullanılmasını gerekli hale getiren bir diğer önemli sebeptir. Çünkü, geleneksel yöntemler, çoğunlukla antrenörlerin deneyimlerine ve gözlemlerine dayanmaktadır. Bu durum ise bazı dezavantajlı durumları da beraberinde getirmektedir. Öyle ki, antrenörlerin karar verme süreçleri her zaman doğru ve güvenilir olmayabilmektedir. Klasik yöntemlerde karar alma süreci çoğu zaman antrenörün deneyim ve sezgilerine dayanmakta ve en önemlisi bilimsel verilerle desteklenmemektedir. Bu durum ise, sporcuların antrenman verimliliğinin takip ve analiz edilmesini güçleştirmekte ve sporcular için hedeflenen sonuçların elde edilmesinde bazı belirsizlikler oluşturmaktadır (Liu ve ark., 2021a).



Şekil 15. Spor bilimlerinde kullanılan akıllı saatler, GPS teknolojileri, giyilebilir cihazlar ve biyomekanik sensörlerin temsili (Bu görsel, 23 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Klasik yöntemlerin bu dezavantajlı durumları karşısında yapay zeka ve veri analitiği gibi ileri teknolojiler, spor bilimleri alanında daha güvenilir ve nesnel değerlendirme yöntemleri sunarak, sporcuların performans ve hareket potansiyellerini maksimum seviyeye çıkarmak için oldukça kritik bir rol oynamaktadır. Öyle ki, bu teknolojiler antrenörlerin karar verme süreçlerine önemli bir destek sağlarken, sporcuların atletik performansları üzerine daha doğru ve bilimsel bir temele dayalı değerlendirmeler yapılmasını sağlamaktadır. Bu şekilde, sporcuların bireysel ihtiyaçları ve gelişim aşamaları daha etkili bir şekilde yönetilebilir ve dolayısıyla da atletik performansta belirgin bir gelişme sağlanabilir (Liu ve ark., 2021a).

2.2. Spor Endüstrisinde Dijital Dönüşüm Örnekleri

Spor endüstrisi, son zamanlarda dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojilerinin geniş çaplı etkilerinden nasibini fazlasıyla almıştır. Spor kulüpleri, organizasyonlar, takımlar ve bireysel sporcular, hem antrenman protokolü süreçlerinde hem de atletik performans analizlerinde dijital teknolojileri yoğun bir şekilde kullanmaya başlamışlardır. Bu dönüşüm, modern toplumda icra edilen sporun neredeyse tüm alanlarında köklü değişikliklere yol açmıştır. Örneğin, futbolda oyuncuların hızları, koşu mesafeleri ve saha içerisindeki konumları, gelişmiş GPS cihazları vasıtasıyla milimetrik bir doğrulukta takip edilebilmekte ve elde edilen bu veriler antrenörler tarafından stratejik kararlar alınırken kullanılmaktadır (Ersöz ve Gökmen, 2023).

Spor bilimlerinde dijital dönüşüm, sadece saha içi atletik performansın geliştirilmesiyle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda seyirci deneyimlerinin çeşitlendirilmesi, daha etkileşimli ve zengin hale getirilmesi, yeni hizmet ve ürünlerin geliştirilmesi gibi birçok alanda da kendini göstermektedir. Teknolojinin sunduğu bu yenilikler ve gelişmeler, spor bilimleri dünyasını daha erişilebilir, daha etkili ve daha hızlı bir noktaya taşımakta, sporu küresel bir oyun şekline dönüştürmektedir (Ersöz ve Gökmen, 2023).

Spor bilimleri dünyasında dijital dönüşüm teknolojilerinin en belirgin yansımaları, taraftar ve izleyici deneyimi üzerinde yoğunlaşmıştır. Sahadaki performans analizleri, dinamik bilet fiyatlandırmaları, taraftarlar için geliştirilmiş mobil uygulamalar, self-servis kioskuları, dijital skor tahtaları, stadyumlarda wi-fi erişimi ve çevrimiçi spor yayıncılığı vb. gibi yenilikler, bu dijital dönüşümün en çarpıcı örnekleri arasında yer almaktadır (Şekil 16) (Ersöz ve Gökmen, 2023).



Şekil 16. Spor bilimlerinde dijital dönüşüm örneklerinin temsili (Bu görsel, 23 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Spor bilimlerinde yaşanan bu teknolojik gelişmeler, sportif organizasyonlarda hem yenilikçi iş modelleri ile organizasyonel süreçlerin çok daha verimli yürütülmesine katkıda bulunmuş hem de daha yaratıcı çalışma ortamlarının meydana getirilmesine olanak sağlamıştır. Örneğin, çok büyük çaplı bir organizasyon olan UEFA Kadınlar Şampiyonlar Ligi, dijital teknolojileri hem tanıtımlarında hem de operasyonel süreçlerinde etkin bir biçimde kullanarak küresel çapta daha geniş bir kitleye ulaşabilmekte ve bu sayede organizasyonların yönetimini daha da kolaylaştırmaktadır. Benzer şekilde, Uluslararası Futbol Federasyonu (FIFA)'nın “Matchday” uygulaması da oyunculara, futbol kulüplerine ve liglere dair en güncel bilgileri anlık bir şekilde sunarken, Türkiye’de faaliyet gösteren pek çok spor federasyonu da benzer şekilde fikstürler, canlı maç sonuçları ve sporcu bilgileri sağlayan mobil uygulamalar geliştirmiştir. Bu tür gelişme ve yenilikler, spor

organizasyonlarının dijitalleşme yolculuğunda çok önemli adımlar atabilmesini sağlamıştır (Ersöz ve Gökmen, 2023).

Dijital dönüşüm teknolojileri, spor kulüplerinin çalışma biçimlerinde de devrim niteliğinde değişiklikler yaratmıştır. Anlık güncellemelerin yanı sıra, spor kulüplerinin kendi resmi web sitelerine yapılan yatırımlar, dijital pazarlama stratejilerinin geliştirilmesi ve maç sonuçlarının anlık olarak paylaşımı, spor kulüplerinin iletişim, etkileşim ve faaliyetlerini daha etkin ve verimli bir duruma getirmiştir. Bu süreçte sporcuların performanslarına ait veriler dijital platformlarda kaydedilmiş, spor tesislerinde ücretsiz bir şekilde sunulan wi-fi hizmeti sağlanmış ve antrenman programları dijital uygulamalar vasıtasıyla izlenmeye başlanmıştır. Bu dijital dönüşüm süreci, spor kulüplerinin kayıt işlemlerinden başlayarak, ailelerin çocuklarının sportif yeteneklerini anlık olarak takip edebilmesine kadar pek çok alanda verimliliği artırmış ve spor bilimlerinin dinamiklerini yeniden şekillendirmiştir. Bunun yanı sıra, sanal spor faaliyetleri de dijital dönüşümün önemli bir parçası olarak öne çıkmış ve spor dünyasında yeni bir trendin önünü açmıştır (Ersöz ve Gökmen, 2023).

Dijital dönüşüm teknolojilerinin spor endüstrisi üzerindeki bu büyük etkileri, gelecekte de artarak devam edeceği tartışmasızdır. Hem teknolojinin daha ileri düzeylerde gelişmesi hem de spor endüstrisinin dijitalleşme sürecine çok hızlı bir şekilde adapte olması, sporun her alanında yenilikçi çözümler oluşturmaya devam edecek ve bu süreç, seyirciler, sporcular ve spor endüstrisinin tüm dış paydaşları için daha zengin deneyimler sunmaya devam edecektir.

3. Spor Bilimlerinde Yapay Zeka

Günümüzün gelişmiş ve modern toplumlarında yapay zeka teknolojileri, bireylerin günlük yaşamlarının neredeyse her alanında kendini göstermekte ve günlük hayat içerisinde giderek daha da büyük bir etki alanları oluşturmaktadır. Küresel çapta bu denli ilgiyle karşı karşıya kalan bu dijital devrim, spor endüstrisi ve spor bilimlerini de derinden etkilemiştir. Öyle ki, sporcuların ve antrenörlerin performans gelişimi için kullandıkları mobil antrenman asistanları, beslenme-fitness uygulamaları ve ayrıca diğer yapay zeka destekli sistemler antrenman protokolleri, antrenörler, kondisyoner ve sporcular için vazgeçilmez bir hale gelmiştir (Wei ve ark., 2021; Ramkumar ve ark., 2021; Hoeber ve ark., 2015). Özellikle voleybol, hentbol, futbol ve basketbol gibi takım sporlarında yapay zeka uygulamaları çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. İlerleyen teknoloji ile birlikte bilgisayar teknolojileri de hızla gelişmekte ve bu sayede de yapay zeka sistemleri spor dünyasına daha fazla entegre olmaktadır. Kısacası, yapay zeka teknolojileri sporu ve sporcuyu hep daha ileriye taşımaktadır (Zhang ve Li, 2021; Li ve ark., 2021; Wei ve ark., 2021).

Yapay zeka, spor bilimlerinde sadece bir asistan yada destek aracı değil, aynı zamanda sporu ve onun tüm bileşenlerini dönüştürebilen devrim niteliğinde bir ileri teknolojidir. Örneğin, izleyiciler yapay zeka teknolojisi sayesinde spor müsabakalarının en heyecan verici anlarını anlık ve doğru bir şekilde yakalayabilirken, hakemler ise bu teknoloji sayesinde kararlarını daha adil ve objektif bir şekilde verebilmektedirler. Bu objektif ve doğru kararlar, hakemler ile sporcular arasındaki anlaşmazlıkları en aza indirmekte ve yapılacak olan diğer spor organizasyonlarının daha da kapsamlı halde organize edileceğinin göstergesi olmaktadır. Böylece yapay zeka teknolojisinin spor bilimlerine entegrasyonu, spor camiasında adalet, güven ve doğruluğu artırırken, aynı zamanda seyirci deneyimlerini de zenginleştirmektedir. Bu çerçevede, spor bilimlerinde yapay zeka teknolojilerinin uygulanmasının araştırılması hem spor bilimleri dünyası hem de ilgili literatür için büyük önem taşımaktadır (Zhang ve Li, 2021; Li ve ark., 2021; Wei ve ark., 2021).

Spor bilimlerini etkisi altına alan yapay zeka teknolojisi etkisini eğitim alanında da yoğun bir şekilde göstermektedir. Artık okullarda beden eğitimi derslerinde de yapay zeka teknolojisi rüzgarları esmektedir.

Beden eğitimi derslerine yapay zeka teknolojilerinin entegre edilmesi, hem öğretmenler hem de öğrenciler açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Geleneksel, klasik beden eğitimi derslerinde öğrencilerin dikkatini çekebilmek ve ders içeriğini esnek bir şekilde sunabilmek her zaman kolay olmamaktadır ve bu konuda çok güçlükler çekildiği de bilinmektedir. Ancak yapay zeka teknolojisi sayesinde beden eğitimi derslerinin içeriği daha ilgi çekici ve dinamik bir hale getirilebilmekte ve bu sayede öğrencilerin motivasyon seviyeleri artmakta, bu durum ise, eğitim-öğrenim süreçlerini olumlu yönde etkilemektedir (Liu ve ark., 2021b; Yang ve ark., 2020). Özellikle yapay zeka ile desteklenen dijital platformlarda uygulanan uzaktan eğitim programları, beden eğitimi derslerinde eğitim materyallerinin daha esnek ve verimli bir şekilde sunulmasını mümkün kılmaktadır. Eğitim müfredatlarında artan talepler ve teknolojinin hızlı ilerlemesiyle birlikte, yapay zeka teknolojisi, beden eğitimi derslerinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir (Wei ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2022; Jingjie, 2022; Lee ve Lee, 2021).

Yapay zeka teknolojilerinin spor bilimlerinde ve spor endüstrisinde bu kadar yaygın kullanım alanına sahip olmasının temel ve önemli nedenlerinden biri, sporun ve antrenmanların artık daha fazla veri odaklı hale gelmesidir. Modern spor bilimleri, ölçülebilirlik ve doğru analiz üzerine inşa edilmiştir; antrenman stratejileri, performans verileri ve oyuncu yetenek seçimi gibi pek çok faktör, yapay zeka teknolojisinin işleyebileceği çok büyük veriler haline dönüşmüştür. Tenis, basketbol, beyzbol, futbol ve diğer pek çok spor dalında yapay zeka desteği kullanılarak sporcuların hareketleri analiz edilmekte, oluşabilecek sakatlık riskleri tahmin edilmekte ve hatta oyunlar için stratejiler optimize edilmektedir. Bu yüzden yapay zeka teknolojisi, oyuncuların performanslarının en üst düzeye çıkarılması ve müsabakaların daha doğru bir şekilde organize edilebilmesini sağlamaktadır (Nadikattu, 2020).

Yapay zeka teknolojisinin büyük yenilikler getirdiği diğer bir alan ise, spor medyası olmuştur. Öyle ki, televizyon yayınları izleyicilere daha kişiselleştirilmiş ve zengin içerikler sunabilmekteyken, giyilebilir teknolojilerden alınan veriler, spor yorumcularının daha derinlemesine analizler sunmalarını ve antrenörlerin daha doğru kararlar alabilmelerini sağlamaktadır. Ayrıca bu teknolojinin sunduğu veri analitiği sayesinde izleyiciler, maç anında oyuncuların performansını gerçek zamanlı olarak takip edebilir, stratejilerinde yaptıkları değişikliklerini anında görebilir ve izledikleri oyun hakkında daha fazla bilgiye sahip olabilirler. Bu durum,

sadece izleyici deneyimini geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda sporun izlenme oranlarını artırarak daha geniş bir kitleye ulaşabilir ve ayrıca taraftarların oyuna v oyuncuya sadakatini de artırır (Nadikattu, 2020).

Yapay zeka teknolojisinin en yenilikçi uygulamaları, simülasyonlar ve tahminle alakalı algoritmalar vasıtasıyla spor müsabakalarının analizinin yapılmasıdır. Bu algoritmalar, oyuncuların sergiledikleri performanslarını değerlendirerek olası bir sakatlık riskini veya performans düşüşünü önceden tespit edebilir ve hem sporcu hem de antrenörleri bu konuda bilgilendirip gerekli önlemlerin alınmasını sağlayabilir. Aynı zamanda yapay zeka teknolojileri, sporcuların hem fiziksel hem de psikolojik yüklenmelerini optimize etmek için antrenman programlarını kişiselleştirebilmektedir. Bu bağlamda, sporcuların performansları ve sağlık durumları sürekli takip edilmekte ve sporcuya en uygun antrenman programları ve beslenme stratejileri oluşturulmaktadır (Nadikattu, 2020).

Teknolojik gelişmeler sadece geleneksel sporlar üzerinde değil, aynı zamanda yeni nesil sporlar üzerinde de büyük bir etkiye sahiptir. Özellikle espor kavramı, dijitalleşmenin bir ürünü olarak ortaya çıkmış ve günümüzde rekabetçi bir spor branşı haline gelmiştir. Espor, dijital platformlarda oynanan video oyunları ile büyük kitleler tarafından takip edilmekte ve yapay zeka teknolojileri, bu spor dalında strateji oluşturma, rakip analizi ve oyun performansını artırma gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Baloğlu, 2023).

Sonuç olarak, yapay zeka teknolojileri spor endüstrisini sadece saha içindeki oyunları değil, aynı zamanda izleyici deneyiminden sporcuların eğitimine kadar pek çok farklı açıdan dönüştürmektedir. Yapay zeka teknolojilerinin spor bilimlerine ve spor endüstrisine entegrasyonu, daha fazla doğruluk, verimlilik ve hız sağlarken, geleceğin spor dünyasını şekillendiren bir yapı taşı haline gelmiştir.

3.1. Spor Bilimlerinde Yapay Zekanın Gelişimi

Yapay zeka teknolojisi, makinelerin insan benzeri zeka süreçlerini gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır ve bu kapsamda yapay zeka teknolojilerinin, derin öğrenme, makine öğrenimi, doğal ve robotik dil işleme gibi bazı alt dalları bulunmaktadır. Spor bilimleri alanında ise yapay zeka, sporcuların sağlık durumlarını iyileştirmek ve atletik performanslarını daha etkili bir biçimde analiz etmek ve geliştirmek

amacıyla farklı tekniklerle kullanılmaktadır. Son yirmi yıl içerisinde yapay zeka, performans analiz yöntemleri ve sportif faaliyetlere katılım şeklimizi köklü bir şekilde dönüştürerek, spor dünyasında önemli bir değişime yol açmıştır. Bu teknolojinin, sportif aktivitelerde karar verme süreçleri ve tahminlerde bulunabilmede ki rolü başta olmak üzere, sunduğu diğer pek çok avantaj sayesinde popülerliği giderek artmakta ve spor bilimleri camiasında daha fazla ilgi odağı olmaktadır (Chmait ve Westerbeek, 2021).

Geleceğe yönelik öngörüler, yapay zeka teknolojisinin spor bilimlerinde daha da derinleşerek, spora katılım, izleyici olma ve çok büyük verileri analiz etme biçimlerimizi köklü bir şekilde değiştireceğini göstermektedir. Özellikle yapay zekanın bir alt dalı olan makine öğrenimi sistemi, maç stratejilerinin oluşturulmasından, sporcu performanslarının ayrıntılı analizine ve spor izleyicilerinin davranışlarının izlenmesi ve analiz edilmesine kadar çok geniş bir yelpazede devrim niteliğinde bir etkiye sahiptir. Tabi ki, yapay zeka teknolojisinin tamamen spor uzmanlarının veya antrenörlerin yerini alması beklenmese de, bu teknolojiyi stratejik olarak kullanan sporcular ve antrenörler, yalnızca insan deneyimine dayanan yaklaşımların ötesine geçerek önemli bir rekabet avantajı elde edecektir. Sonuç olarak, günümüzde yapay zekanın sunduğu avantajları benimseyen kişilerin, hem takım hem de bireysel bazda fark yaratan başarılar elde edeceği açıktır (Chmait ve Westerbeek, 2021).

3.2. Spor Bilimlerinde Yapay Zeka Uygulamaları

Bu bölümde, yapay zekanın spor bilimlerinde farklı spor dallarında nasıl kullanıldığı incelenmiştir.

Yapay zeka destekli sistemler başlangıçta oyunlarda ve matematiksel işlemlerde kullanılmıştır ancak artık o kadar yaygın hale geldi ki hemen hemen her alanda karşımıza çıkmaktadır. Spor bilimlerinde yapay zeka teknolojisinin çok geniş bir uygulama alanı olduğu için hem spor bilimleri dünyası hem de beden eğitimi ders müfredatı bu yelpazeye dahil olmuş durumdadırlar. Öyle ki, sporcuların antrenman programlarının optimize edilmesi, performanslarının analizinin yapılması, maç sonuçlarının tahmin edilmesi, olası spor sakatlanmalarının tahmin edilmesi ve tespit edilen sakatlanmanın rehabilitasyon süreçlerinde

yapay zeka destekli uygulamalar kullanılmaktadır (Beal ve ark., 2019; Lee ve Lee, 2021).

Takım sporlarında, hem sporcu seçimi hem de sporcular arasındaki koordinasyonun sağlanabilmesi çok önemli bir faktördür. Bu nedenle, en uygun sporcunun seçilmesi, sporcuların daha iyi kondisyona sahip olabilmeleri ve daha fazla antrene olabilmeleri için antrenman ve maçlardaki hareketlerinin düzenli ve sürekli olarak takip edilmesi ve analizlerinin yapılması önem arz etmektedir. Bu sporcu takibi ve hareket analizleri işlemleri için ise her spor branşına özgü çeşitli yapay zeka destekli sistem, uygulama ve programlar kullanılmaktadır (Wei ve ark., 2021).

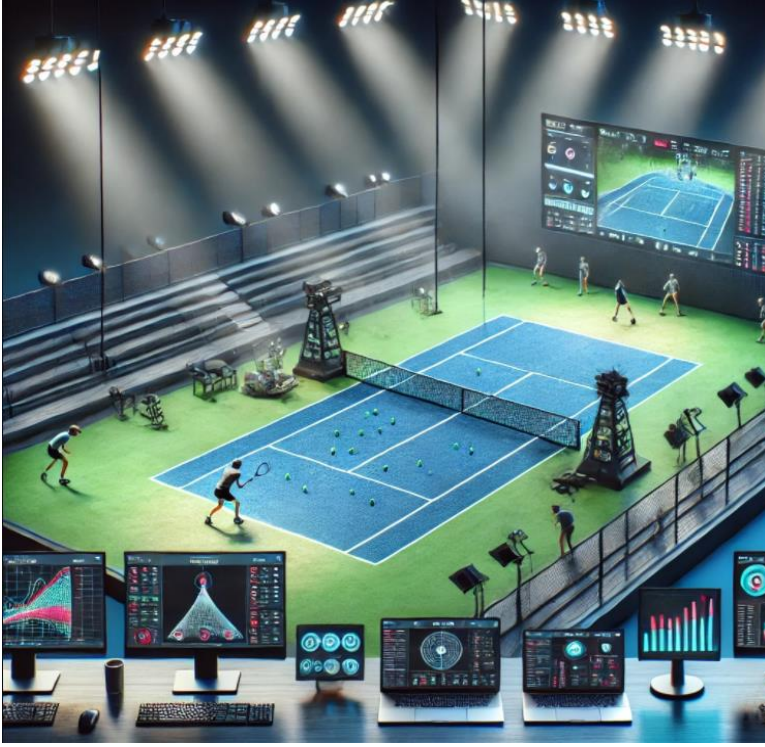
Teknik ve taktik analiz yöntemleri branştan branşa değişiklik gösterse de temel adımlar çok benzerdir. Temel adımlarda ilk olarak, sahadan ve sporcudan ham veriler toplanmakta ve ardından elde edilen bu veriler depolanmaktadır. Son adımda ise, elde edilen verilerin derinlemesine analizleri yapılmaktadır (Wei ve ark., 2021).

Günümüzde, spor bilimciler sportif hareketlerin tanımlamalarında yapay zeka teknolojisine sahip uygulamalar kullanmaktadırlar. Bu teknolojiye sahip cihazlar anlık ve doğru bir şekilde sporcuların performans dalgalanmalarını takip edip çeşitli analizler yapabilmektedirler. Bu uygulamalardan elde ettikleri verileri kullanan antrenörler sahalarda bulunmasalar bile birden fazla sporcunun atletik performanslarını anlık olarak takip edip gerekli analizleri yapabilmekte ve analizler doğrultusunda gerekli önlemleri alabilmektedirler. Bu uygulamalar ile hareket analizleri doğru bir şekilde yapılabildiği için sporcuların atletik yeteneklerini önemli ölçüde artıran doğru kararların alınabilmesi de kolaylaşmaktadır. Ayrıca bu durum, antrenörlerin antrenman programları oluşturabilme verimliliğini de artırmaktadır. (Zhong, 2022; Yanru, 2020).

Yapay zeka destekli sistemlerin spor branşlarında kullanılmasına dair badminton branşından örnek vermek gerekirse, günümüzde bu sporda sahalarda “*Dijital Sınır Algulama Sistemi*” ve “*Piezoelektrik Algulama Teknolojisi*” gibi yapay zeka destekli sistemler kullanılmaktadır. *Sınır Dijital Algulama Sisteminin* ana bileşenleri olarak, dijital görüntüleme, optik 3D hareket izleme ve yakalama, ses ve ışıklı uyarı ekipmanları ve veri depolama ve işleme gibi sistemler bulunmaktadır (Zhang ve Li, 2021).

Badminton müsabakasında, optik 3D gerçek zamanlı hareket izleme ve yakalama teknolojisi, badminton sahasında oyun konumunun görüntüsünü gerçek zamanlı olarak yakalayıp rapor edebilmektedir. Badminton branşında, *Piezoelektrik Algılama Teknolojisi* sisteminin çalışma prensibine bakılacak olursa, badminton topu zemindeki piezoelektrik malzemeye temas ettikten sonra zemindeki piezoelektrik malzemenin mekanik basınca duyarlılığı sayesinde topun konumuna göre elektriksel sinyaller göndermesidir (Zhang ve Li, 2021). Yapay zeka teknolojisinin spor uygulamalarında kullanımına başka bir örnek ise otomatik video özetlerdir. Özellikle tenis gibi spor branşlarında test edilen bu teknoloji, maçların analiz edilmesi ve kritik anların belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle IBM gibi teknoloji devleri, bu alanda yapılan çalışmalarla oyun hareketlerini, oyuncu performans gelişimlerini ve oyun taktiklerini analiz ederek sporcuların performanslarını geliştirmeyi hedeflemektedir (Nadikattu, 2020).

Tenis branşından örnek vermek gerekirse, mesela kortlarda “*Hawk-Eye Sistemi*” gibi yapay zeka destekli sistemler kullanılmaktadır. Bu sistem kamera tabanlı bir sistemdir. Kortun üstünde bulunan 8 ila 10 adet yüksek hızlı kamera kortta tüm hareketleri anlık bir şekilde yakalayıp görüntüleri bağlı oldukları 4 adet bilgisayara iletirler ve bilgisayarlarda işlenen bu veriler sahada büyük bir ekranda anlık bir şekilde gösterilir (Şekil 17). Bu sistem ile tenis kortunun üç boyutlu alanı milimetre cinsinden sayısız ölçüm birimine bölünebilmektedir. Bu sayede tenis topu milimetre hassasiyetine kadar doğru bir şekilde takip edilebilmektedir. Ayrıca bu teknik, tenis gibi kriket, beyzbol, futbol ve bilardo gibi birçok spor branşında da hakemler tarafından yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Dahası bu sistem, yüksek hızlı kameralar yardımıyla aynı anda birçok açıdan tenis toplarının uçuş yörüngesini hesaplayarak bilgisayarda bu top yörüngesini 3D şekilde sunabilmektedir. Bu sistemi kullanmanın avantajı, insanların gözünün göremeyeceği veya sahada kör noktalara denk gelebilecek top hareketlerinde yapay zeka destekli bu sistem ile bu hareketler analiz edilebilmekte ve hakemler bu doğrultuda daha doğru ve adil kararlar alabilmektedirler (Zhang ve Li, 2021; Li ve ark., 2021).

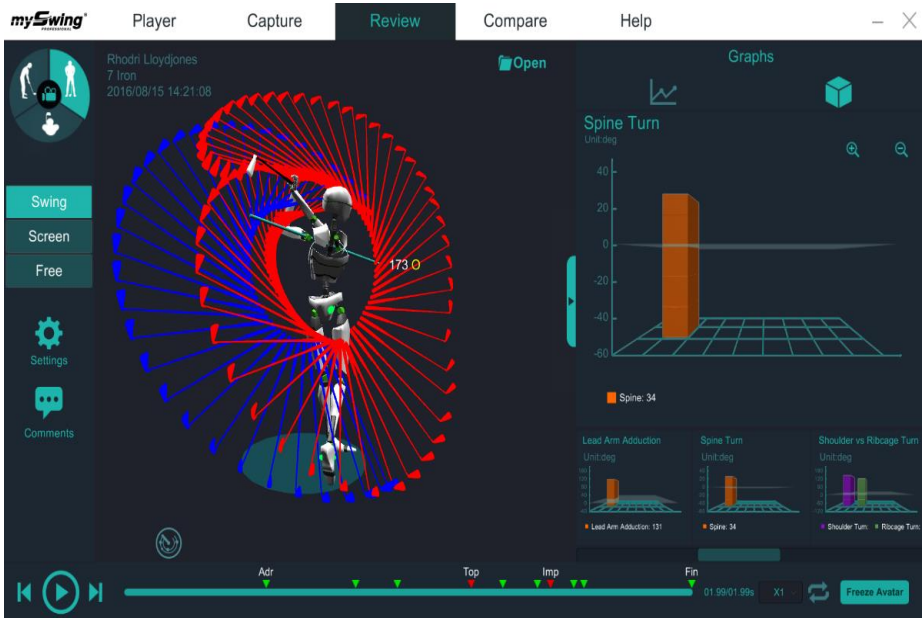


Şekil 17. Hawk-Eye Sistemi Temsili (Bu görsel, 05 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Hawk-Eye sistemine benzer bir şekilde futbol ve voleybol branşlarında da çeşitli yapay zeka destekli sistemler aktif bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, voleybol ve futbol sahalarında yan hakem bayraklarının bulunduğu bölgede hakemlere cezayı zamanında bildirebilen yapay zeka destekli elektronik bir sistem bulunmaktadır. Ayrıca, yapay zeka destekli yüksek teknolojili kamera ve radarlar yardımıyla bu spor branşlarında gol, ofsayt ve faul olaylarında hakemler doğru kararlar verebilmektedirler (Zhang ve Li, 2021).

Spor branşı olarak golf sporunda da benzer yapay zeka destekli sistemler aktif bir şekilde kullanılmaktadır. Golf sporunda verilerinin nicelleştirilmesi oldukça önemlidir çünkü verilerin doğru analizi sporcuların hareketlerinin geliştirilmesine büyük katkı sağlamaktadır. Bu ihtiyaca çözüm sunan örneklerden biri olarak golf sporunda kullanılan yapay zeka destekli “*MySwing Professional*” programı gösterilebilir (Şekil 18). Sporcular bu uygulamada hem vuruşlarını gerçek zamanlı olarak 3D bir ortamda izleyebilmekte hem de vuruşlarının açısını ve

ivmesini kaydedilen videoyu geri oynatma yoluyla analiz edebilmektedirler. Bu sistemin sunmuş olduğu bu özellikler sayesinde hem sporcularda yetenek gelişimi sağlanmakta hem de yapılan yanlış hareket yüzünden olası yaralanma risklerinin de önlenmesine katkı sağlamaktadır. MySwing Professional uygulaması, hareket yakalama, depolama ve elde edilen verileri analiz etme gibi üç ana fonksiyonu sayesinde yapay zeka teknolojisinin etkisini gözler önüne sermektedir (Wei ve ark., 2021).



Şekil 18. MySwing Professional Programı (Wei ve ark., 2021)

Basketbolda da tenise benzer bir şekilde NBA'de yaygın olarak uygulanan “*SportVU*” olarak adlandırılan yapay zeka destekli basketbol oyunu analiz sistemi mevcuttur (Şekil 19). SportVU sisteminde, hem oyuncuları hem de basketbol toplarını izlemek için arena tavanından asılı altı kamera kullanılmaktadır. Bu sistemde, maçın başlamasından önce, SportVU operatörü, sistem sensörlerini oyuncuları takip edebilecek şekilde ayarlamakta ve saha sınırlarını işaretlemektedir. Bu gelişmiş kamera tabanlı sistem sayesinde, oyun sırasında her pas, dripling, takım arkadaşlarına olan mesafe ve koşu mesafesi doğru ve kolay bir şekilde analiz edilebilmektedir. Öyle ki, bu sistem oyuncuların hareketlerini takip etmek ve hareket analizini yapabilmek amacıyla saniyede 25 kare görüntü

alabilmektedir. Bu sistem geleneksel hakemlik ve antrenörlük yöntemlerini kısmi olarak tamamlamanın ve hatta değiştirmenin alternatif bir yoldur. Yapay zeka destekli, yüksek çözünürlüklü kamera tabanlı sistemlerin birçok spor dalında yaygınlığının giderek artacağı ve gelecekte daha fazla alanda kullanılacağı öngörülmektedir. Yapay zeka uygulamaları ve gelişmiş kamera sistemleri, spor organizasyonlarının karar verme süreçlerini daha da geliştirecektir (Wei ve ark., 2021; Nadikattu, 2020).



Şekil 19. Basketbolda SportVU Sistemi Temsili (Bu görsel, 25 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Yukarıda bahsedilen yapay zeka destekli program ve sistemler saha ve oyuncu takibi ve analizinde ağırlıklı olarak kamera tabanlı sistemleri kullanmaktadırlar. Fakat bazı durumlarda geleneksel kamera yöntemleri iyi çalışmamaktadır. Genellikle jimnastikte kullanılan “*Sanal Gerçeklik*

Temelli Simulasyon Sistemi” ise bu kamera tabanlı sistemlerden çok daha iyi performans göstermektedir (Şekil 20). Sanal gerçeklik temelli simulasyon sistemi ile antrenörler sporcuların hem antrenman hem de müsabakalarda hareketlerini geliştirmelerine yardımcı olabilmektedir. Öyle ki, bu sistem sporcuların tüm hareketlerini modelleyerek yeni hareketler meydana getirmekte ve ardından oluşturulan bu yeni hareketlerin simüle edilmesini sağlayarak sporcuların beceri ve hareketlerini geliştirebilmektedir (Wei ve ark., 2021).



Şekil 20. VR Temelli Simulasyon Sistemi Temsili (Bu görsel, 24 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Çok farklı bir örnek vermek gerekirse, mesela Hindistan'da bazı spor ayakkabılar çeşitli sensörler ve Bluetooth teknolojisiyle donatılarak üretilmiştir. Ülkede trend haline gelen bu yeni nesil ayakkabılar, bu özellikleri sayesinde sporcuların fiziksel durumlarının ve performanslarının daha kolay takip edilmesini ve ayrıca oyun sahasında

oyuncunun konumunun doğru bir şekilde analiz edilmesini sağlamaktadır. Bu şekilde, spor endüstrisi, sporcuların fiziksel olarak takip edilmesine yönelik modern yöntemlere doğru bir dönüşüm ve gelişim yaşamaktadır (Nadikattu, 2020).

Gelecekte, yapay zeka teknolojilerinin bu süreçleri daha da ileriye taşınması beklenmektedir. Taraftarlar ve izleyiciler oyun anlayışlarını geliştiren bu ileri teknolojiler sayesinde spor etkinliklerinde daha fazla etkileşime girebilecektir. Örneğin, National Football League (Ulusal Futbol Ligi) antrenörleri, maçlar için stratejileri belirlerken yapay zekaya giderek çok daha fazla güvenmektedir. Benzer şekilde Oregon Eyalet Üniversitesi'nden Alan Fern, futbol oyunlarının analizlerinde kullanılan bilgisayar program ve yazılımları geliştirerek, hakem ve antrenörlere oyun sistemlerinin optimize edilmesi konusunda yardımcı olmaktadır. Buna benzer sistemler, antrenör ve hakemlerin hata oranlarının azaltılmasına ve oyunların daha hızlı bir şekilde geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Nadikattu, 2020).

Beyzbol gibi spor dallarında da yapay zeka teknolojisi, antrenör ve koçların oyun stratejisi belirleme süreçlerinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Giyilebilir sensörler ve yüksek hızlı kameralar aracılığıyla, yapay zeka teknolojisi, sporcuların hareketlerini ve oyun içinde gösterdikleri performanslarını detaylı bir şekilde analiz edebilmektedir. Bu veriler, antrenörlerin sporcularını daha etkili bir şekilde hazırlamalarına yardımcı olmaktadır (Nadikattu, 2020).

Son olarak, yapay zeka teknolojileri, taraftarlar ve spor sevenler için de yenilikçi kullanımlar ve çözümler sunmaktadır. Örneğin, çok basit bir teknoloji olan akıllı bilet uygulamaları, taraftarların koltuk seçimlerini optimize etmelerine ve sportif etkinliklere daha kolay bir şekilde erişim sağlamalarına olanak tanımaktadır (Nadikattu, 2020).

Özetle, yapay zeka teknolojisi, spor bilimlerinde her geçen gün daha fazla yer bulmakta ve sporun hemen hemen her alanında devrim yaratacak bir potansiyele sahiptir. Günümüzde yapay zeka teknolojisi, sporun tüm yönlerini yeniden tanımlamaktadır. Ayrıca gelecekte bu teknolojiler ile spor bilimleri camiasının daha önce hiç olmadığı kadar evrim geçireceği düşünülmektedir (Nadikattu, 2020).

4. Sporcu Performansı ve Yapay Zeka

Teknolojik ilerlemeler, özellikle yapay zeka ve dijital teknolojiler, günümüzde spor endüstrisinde antrenörlük ve antrenman sistemlerini yeniden dizayn etmekte, antrenör ve sporcuların alan bilgi seviyelerini artırmakta ve kolay bilgiye ulaşımını sağlamaktadır (Ersöz ve Gökmen, 2023). Bu gelişmeler, sporcuların egzersiz verilerinin ve fizyolojik parametrelerinin daha detaylı bir şekilde izlenmesine olanak tanımakta ve bu sayede antrenman programlarının optimize edilmesine, sporcu performansının geliştirilmesine ve olası yaralanma risklerinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Li ve ark., 2021).

Sporcu performansının analizinde en yaygın kullanılan geleneksel yöntemlerden birisi kamera tabanlı sistemlerdir. Fakat bu sistemlerin bazı yetersiz kaldığı durumlar bulunmaktadır. Öyle ki, kamera tabanlı sistemlerinin belirli hareketleri ayırt etmedeki sınırlılıkları ve fizyolojik parametreleri kayıt altına alma konusundaki eksiklikleri bu sistemlerin etkinliğini kısıtlamaktadır (Li ve ark., 2021). Bu eksiklikler doğrultusunda, giyilebilir yapay zeka destekli akıllı cihazlar, sensörler ve aletler geliştirilerek, veri toplanması görevinde daha yenilikçi yöntemler oluşturulmuştur (Şekil 21). Bu yenilikçi ekipmanlar, sporcuların atletik performanslarının analizinde kamera tabanlı sistemlerin yetersiz kaldığı durumlarda devreye girerek daha kapsamlı bir değerlendirme ve analiz yapılmasına olanak sağlamaktadır (Araújo ve ark., 2021).



Şekil 21. Giyilebilir Yapay Zeka Destekli Akıllı Teknolojiler (Bu görsel, 25 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Yapay zeka tabanlı sistemlerin atletik performans analizinde kullanılması, yalnızca verimliliği artırmakla kalmayıp, antrenörler ve spor bilimciler için sporcu performans dinamiklerini ve davranış kalıplarını anlamada yeni olanaklar sunmaktadır. Bu bağlamda, yapay zeka yöntemleri takım sporlarında (örneğin futbol ve basketbol) ve bireysel sporlarda (örneğin golf ve tırmanma) başarıyı karakterize eden fizyolojik ve kinematik göstergelerin daha net bir şekilde ortaya konulmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda bu yöntemler, yapay zeka teknolojisinin atletik performansın değerlendirilmesinde nasıl uygulandığına dair ekolojik bir dinamik çerçeve, antrenman ve uygulama ortamlarının tasarımında pratik bir rehberlik sunmaktadır (Araújo ve ark., 2021).

Bu bölümde, sporcu performansının izlenmesi ve analiz edilmesi amacıyla kullanılan güncel yapay zeka teknolojilerinin tanıtılması yapılacaktır. Mevcut konu hakkında kapsamlı bir bakış açısı sağlamayı amaçlamaktayız. Bu bağlamda, bilgisayar, mühendislik ve veri bilimi alanlarındaki son yapay zeka yaklaşımları ile spor bilimlerinin kesişim noktaları ele alınacaktır.

4.1. Yapay Zeka İle Sporcu Performansının İzlenmesi

Antrenman bilimlerinde sporcu performansının izlenmesi, antrenmanların verimliliğinin değerlendirilmesi ve ayrıca gelişime açık alanların belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Son zamanlarda yapay zeka desteğinin sunmuş olduğu en büyük hizmetlerden biri olan büyük veri analitiği ile giyilebilir teknolojilerin etkileşimi ve aralarındaki entegrasyon artışı sporcuların performanslarının analizlerinin daha doğru, daha derinlemesine ve anlık olarak yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Bu alandaki gelişmeler, sporcuların kalp atış hızı, koşu hızı, mesafesi ve çeşitli kas aktiviteleri gibi verileri toplayan GPS sistemlerini, biyometrik sensörleri vb. diğer yapay zeka destekli giyilebilir teknolojileri içermektedir (Ersöz ve Gökmen, 2023; Wei ve ark., 2021). Bu teknolojiler sayesinde elde edilen veriler, antrenörlere, spor bilimcilere ve sporculara doğru ve anlık olarak değerli geri bildirimler sağlamaktadır ve ayrıca bu veriler sporcularda atletik performans artışının sağlanması amacıyla kullanılmaktadır (Nunes Rodrigues ve ark., 2020).

Modern toplumlarda büyük veri kullanımı, atletik performans analizinde devrim niteliğinde gelişmelere yol açmıştır. Büyük veri sistemi, sporcuların devamlı artan bir veri akışını değerlendirmek için oluşturulan

yeni algoritmalar ve analiz yöntemleri ile çok daha etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Russell, 2020).

Bilgi işlem teknolojisindeki ilerlemeler ve büyük veri kümelerinin işlenebilir hale gelmesi, yapay zeka destekli uygulamaların yaygınlaşmasını hızlandırmıştır. Giyilebilir cihazların topladığı verilerin işlenmesi, depolanması ve analiz edilmesi, çok büyük veri setleriyle desteklenmektedir. Bu verilerin analizi ise, sporcuların atletik performansının değerlendirilmesi ve sporcular için daha verimli ve güvenli antrenman protokollerinin geliştirilmesi konularında büyük rol oynamaktadır (Russell, 2020). Dijital teknolojilerin spor dünyasına entegrasyonu, sporcularda performans takibine ve gelişimine katkıda bulunmaktadır. Bu dijital teknolojiler ile antrenörler, sporcular ve izleyiciler için anlık olarak performans analizleri yapılabilmekte ve önceden kaydedilmiş daha eski verilerle karşılaştırmalar sunulabilmektedir. Sporcular, antrenörler ve kondisyonerler için büyük verilerin toplanması, analiz edilmesi ve işlenmesi, sporcu performans analizlerini daha da erişilebilir hale getirmiştir. Giyilebilir cihazların ve sensörlerin artışıyla beraber büyük veri analizleri, sportif performansın izlenmesi, sporcu güvenliğinin ve sağlığının artırılması amacıyla kullanılmaktadır. Bu ileri teknolojinin sağladığı veri işleme gücü, spor bilimleri alanında yapılan araştırmalara büyük veri kümelerini entegre etmiştir ve bu sayede sporcuların performans sonuçlarının daha iyi planlanması ve tahmin edilmesi yeteneklerimiz daha da gelişmiştir (Araújo ve ark., 2021).

4.3. Yapay Zeka ile Performans Verilerinin Analizi

İnternet ve bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişimler, veri iletimi ve analizinde devrim niteliğinde değişikliklere yol açmıştır (Liu ve ark., 2021b). Geleneksel istatistiksel yöntemlerin hem yavaş hem de hata riski oranlarının çok fazla olmasından dolayı, günümüzde yapay zeka teknolojisi ile otomatik veri analizi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Wei ve ark., 2021; Ersöz ve Gökmen, 2023; Li ve ark., 2021).

Bir sporcunun hem müsabakalarda hem de antrenmanlarda rekabet gücü, atletik performansı ve sportif başarısı kritik bir öneme sahiptir. Bu müsabaka ve antrenmanların yapay zeka ve dijital teknolojilerle desteklenmesi, elit sporcularda atletik performansın artırılmasına katkı sağladığı bilinmektedir (Rigamonti, 2020; Ersöz ve Gökmen, 2023;

Zhang ve ark., 2022). Yapay zeka teknolojileri, büyük miktarda verileri işleyebilmesi ve bu verileri yararlı bilgiye ve pratik çözümlere dönüştürebilmesi nedeniyle artık bir gereklilik olarak görülmekte ve toplumda çok büyük ilgi ile karşılanmaktadır (Claudino ve ark., 2019). Büyük veri analitiği, takımların performans verilerinin analiz edilmesi ve performanslarının artırılmasının yanı sıra, sporcuların sakatlık risklerinin azaltılması, taraftar katılımının teşvik edilmesi ve organizasyonel kararların alınmasına yönelik kullanılan süreçlerin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır (Ersöz ve Gökmen, 2023). Bazı spor branşlarında, spor aktivitesinin birçok iş parçacığında oluşturulan ayrıntılı ve büyük veri kümelerinden yararlanma fırsatı bulunmaktadır. Fakat, günümüzde verilerin ve özelliklede büyük verilerin analiz edilmelerinde zaman kısıtlamaları ve mevcut veri çeşitliliği nedeniyle bazı zorluklar bulunmaktadır. İnsanların işleyemeyeceği kadar büyük miktarda verilerin analizinde yaşanan bu zorlukların yapay zeka teknolojisi yardımıyla çok kolay bir şekilde işlenebilmesi zorlukları ortadan kaldırabilmekte ve yapay zekaya duyulan güveni artırmaktadır (Wei ve ark., 2021; Ermakov ve ark., 2022; Pavitt ve ark., 2021; Li ve ark., 2021; Nunes Rodrigues ve ark., 2020).

Yapay zeka teknolojileri, verileri analiz etme konusunda giderek daha iyi performans göstermekte ve sürekli gelişmektedir. Yapay zeka destekli uygulamalar, sporcuların performans verilerini toplayıp analiz ederek anlamlı iç görüler elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Birleşik Krallık, Belçika ve Avustralya gibi ülkelerde bulunan spor federasyonları, interneti ve ayrıca yapay zeka destekli dijital araçları çok etkin bir şekilde kullanarak verileri depolamak, yönetmek ve analizlerini yapmak konularında önemli adımlar atmışlardır (Jingjie, 2022; Ersöz ve Gökmen, 2023; Sadiku ve ark., 2021).

Makine öğrenimi, büyük veri setlerini ve algoritmaları işleyerek sporcunun performans gelişiminin izlenebilmesine olanak tanıyan bir yapay zeka alt koludur (Wei ve ark., 2021; Ersöz ve Gökmen, 2023; Li ve ark., 2021). Sportif faaliyetlerde görüntü işleme sistemleri ve sensörler gibi ileri teknolojilerin kullanımı sayesinde geri bildirim sistemleri geliştirilmiştir. Bu durum ise anlık veri transferi ve analizini mümkün hale getirmiştir. Bu sayede, antrenörler ve hakemler daha net ve doğru kararlar alabilmekte ve antrenman ve müsabakalarda sporcuların atletik performans göstergeleri çok doğru bir şekilde izlenebilmekte ve yönetilebilmektedir (Ersöz ve Gökmen, 2023).

Nanoteknoloji sistemleri ise sporcuların gerçek zamanlı biyolojik verilerini toplayarak atletik performans analizlerine yeni bir boyut kazandırmıştır. Nanoteknoloji sistemleri ise toplanan bu biyolojik veriler, büyük verilerin analizlerine zemin hazırlamaktadır. Büyük veri analizleri ise sporcunun performans, rekabet stratejileri, eğitim ve taraftar etkileşimlerine yön verebilen kararlar için kullanılmaktadır. Antrenman bilimleri, nanoteknoloji ve biyotıp sistemlerinin entegrasyonu sayesinde elde edilen bu büyük veriler, antrenörler, hakemler, sporcular ve yöneticiler tarafından doğrudan kullanılarak atletik performansın artırılmasının yönetiminde çığır açmaktadır (Ersöz ve Gökmen, 2023). Zaten birçok spor kulübü, büyük veri analizini karar alma süreçlerine entegre etmiş durumdadır. Örneğin, Arsenal FC’de 15 kişilik uzman bir ekip veri bilimi, büyük veri ve atletik performans analizi üzerine çalışmaktadır. Benzer şekilde Barcelona, Liverpool ve Manchester City gibi büyük kulüpler de büyük veri analizi ve veri analitiği alanlarında önde gelen kulüpler arasındadırlar (Ersöz ve Gökmen, 2023).

Kulüpler, takımlar ve ülkeler/bölgeler için sporcu bulmanın maliyeti her zaman çok yüksek olmuştur. Fakat, yapay zeka teknolojisi kullanımı ve büyük veri analizlerinin yapılabilmesi, takımların en uygun sporcuları kolay bir şekilde seçebilmelerine olanak tanımıştır. Bu süreç hem zamansal hem de maddi anlamda ilgili kuruluşlara büyük katkılar sağlamıştır. Tüm bu yapay zeka destekli seçme işlemlerinde, nesnel olarak değerlendirmelerde, sporcuların performans kayıtları, fiziksel durumları, spor parametrelerini vb. özellikleri kullanılmaktadır (Li ve ark., 2021).

Sonuç olarak, yapay zeka teknolojisi, sporculara kişiselleştirilmiş antrenman programları oluşturmak amacıyla kullanılmakta ve ayrıca yapay zekanın bir kolu olan makine öğrenimi sistemleri sporcuların mevcut performans verilerini ve algoritmaları analiz ederek, sporcu için en etkili antrenman yöntemlerini ve toparlanma alanlarını belirlemektedir. Bu durum, sporcuların antrenmanlarının daha verimli geçmesini ve antrenmanlarının daha fazla hedefe yönelik olmasını sağlamaktadır. Yapay zeka destekli teknolojiler ve dijital dönüşümün bir imkanı olan büyük veri sistemleri, spor bilimlerinde devrim niteliğinde yenilikleri ortaya çıkartmış ve bu yenilikler ise, sporcuların atletik performansını ve spor faaliyetlerinin ve antrenmanların hem kalitesini hem de verimliliğini maksimum seviyeye çıkarmaya yardımcı olmuştur (Liu ve ark., 2021a; Ersöz ve Gökmen, 2023).

5. Sporcu Sağlığı ve Yapay Zeka

Sağlık sporcuların en önemli unsurları arasındadır. Günümüzde yaygın bir şekilde kullanılan yapay zeka teknolojileri sporcu sağlığı alanında da devrim niteliğinde gelişmelere yol açmıştır ve sporcuların ve hatta takımların sağlık kontrollerinde artık yapay zeka teknolojileri önemli bir araç haline gelmiştir (Li ve ark., 2021). Özellikle antrenman bilimlerinde en önemli faktörlerden biri olan büyük veri sistemleri, sporcu sağlığının ve performansının daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır (Rigamonti, 2020; Ersöz ve Gökmen, 2023; Zhang ve ark., 2022). Bu teknolojiler yalnızca sporcuların düzenli bir şekilde fiziksel muayenelerini yapmak ve sağlıkla ilgili parametrelerini analiz etmek için kullanılamamakta, aynı zamanda ciddi sağlık sorunlarından kaçınmak ve olası spor sakatlanmalarının önüne geçmek için de kullanılmaktadır (Li ve ark., 2021).

Günümüzde yapay zeka teknolojileri sporcuların fiziksel durumlarını daha rahat ve daha kolay takip edebilmek ve elde edilen sağlıkla ilgili sporcu verilerini analiz etmek için giyilebilir cihazlara da entegre olmuş durumdadır (Şekil 22) (Li ve ark., 2021).

Giyilebilir teknolojiler sporcuların atletik performanslarının ve sağlık durumlarının gerçek zamanlı olarak izlenebilmesini mümkün kılmaktadır. Örneğin, maraton sporcularının kalp atış hızları giyilebilir teknolojik ekipmanlarla anlık olarak takip edilerek, sporcuların hem performansları hem de sağlık durumları antrenörler ve sağlık personeli tarafından anlık olarak gözlemlenmektedir. Bu yapay zeka destekli teknoloji ile sporcular kendilerini değerlendirebilmekte ve antrenörler ise bu teknoloji sayesinde antrenman stratejileri geliştirebilmektedirler. Aynı zamanda, sağlık personeli bu teknoloji ile sporcuların sağlık durumlarını anlık olarak izleyerek olası riskleri önceden tespit edebilmekte ve bu riskler doğrutusunda otomatik oluşturulan öngörülere göre sporcuya müdahale edebilmektedir (Ersöz ve Gökmen, 2023).



Şekil 22. Giyilebilir Cihazlar (Bu görsel, 26 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Yapay zeka desteğinin sağlık alanında uygulanması, bu teknolojinin ilk konuşulduğu yıllardan beri sürekli ileri sürülmüş ve öngörülmüştür. Yapay zekanın sağlık alanına entegrasyonundaki bu öngörüler toplumda ve sağlık alanında büyük heyecana sebep olmasına rağmen, pratik uygulamalara ancak yakın zamanda geçilebilmiş ve artık yapay zeka teknolojileri tıp alanında da yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Yakın zamanda gerçekleşen bu yapay zeka gelişmeleri sağlık alanında devrim yarattığı gibi spor bilimleri camiasında bu devrimden nasibini almıştır (Ramkumar ve ark., 2021).

Spor ve sağlığın sağlam entegrasyonundan dolayı sporcu sağlığı alanında yapay zeka desteğinin boy göstermesi sürpriz olmamıştır. Öyle ki, son zamanlarda, özellikle spor hekimliğinde bir yapay zeka alt kolu olan makine öğrenimi sistemleri aktif bir şekilde kullanılmaktadır ve bu sistemler sayesinde çok olumlu ve geliştirici sonuçlar alınmaktadır. Bu bağlamda, günümüzde sağlık alanında yapay zeka destekli teknolojilerin

kullanılması işlemini bir doktorun yeteneklerini geliştirebilen yardımcı bir sistem olarak görülmektedir (Ramkumar ve ark., 2021).

Sağlık alanında oldukça etkili olan yapay zeka entegrasyonları genellikle makine öğrenimi sistemlerini kullanmakta ve bu kullanımlar ise çoğunlukla ortopedi alanında görülmektedir. Yapay zeka teknolojisinin ortopedi alanında kullanımına ilişkin örnek olarak radyografik görüntülerden osteoartrit tespiti, kırıkların, kırıkdağların ve implantların tanımlanması, omurga patolojisi tespiti vb. durumlar gösterilebilir. Spor ile sağlık arasında bulunan kuvvetli entegrasyondan yola çıkılırsa, bu tespit ve analizlerin sporcular, antrenörler ve hekimler için önemlilik arzettiği belirtilebilir (Ramkumar ve ark., 2021).

Elit sporcuların sağlık durumları ve sakatlanmaları kariyerleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Beal ve ark., 2019). Spor bilimlerinde dijitalleşme ve yapay zeka desteğinin sporcular için en önemli unsur olan sporcu sakatlanması ve sağlığı konusunda oldukça başarılı sonuçlar verdiği ve günden güne yaygınlığının arttığı yapılan çalışmalarla rapor edilmektedir (Rigamonti, 2020; Ersöz ve Gökmen, 2023; Zhang ve ark., 2022).

Sporcuların hematolojik ve biyokimyasal verilerinin yapay zeka desteği ile analiz edilmesi, her sporcu için antrenman, toparlanma ve dinlenme dengesinin daha hassas bir şekilde belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum, antrenman programlarının bireyselleştirilmesini içermekte ve ayrıca sağlıklı yaşam verileri, antrenman yoğunluğu, genetik bilgiler ve teknik analizlerin de değerlendirilmesini kapsamaktadır (Rigamonti, 2020; Ersöz ve Gökmen, 2023; Zhang ve ark., 2022).

5.1. Yapay Zeka İle Sağlık İzleme ve Değerlendirme

Yapay zeka tabanlı sistemler, sporcuların sağlık durumunu sürekli ve anlık olarak izlemek, analiz etmek ve değerlendirmek için hem antrenörler hem de spor hekimleri tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler, kalp atış hızı, kas aktivitesi, oksijen satürasyonu gibi biyometrik sporcu verilerini toplayarak analizlerini yapmakta ve sporcuların genel sağlık durumları ile antrenman yükleri hakkında öngörüler sunmaktadır. Sporcuların sağlık durumları anlık olarak bu veriler sayesinde değerlendirilebilmektedir (Wei ve ark., 2021; Nunes Rodrigues ve ark., 2020; Ghosh ve ark., 2023; Du ve ark., 2023).

Dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojileri ile sporcu sağlık durumunun takip edilmesi ve mevcut durumla alakalı öngörülerde ve değerlendirmelerde bulunulması işlemlerinde akla ilk gelen cihaz ve araçlar, giyilebilir akıllı spor ürünleri, aksesuarlar veya giysi formundaki dijital cihazlardır. Bu giyilebilir teknolojiler, vücudun genel fiziksel durumunu takip etmek için hayati verileri tespit edip depolamak amacıyla online bilgi ağlarını ve sensörleri kullanmak üzere tasarlanmıştırlar. Örneğin, akıllı saatler kullanıcıların antrenman sırasında kalp atış hızı gibi parametreleri hassas bir şekilde ölçebilmektedir. Yapay zeka destekli bu saatlerin en büyük avantajı taşınabilir olmalarıdır (Şekil 23) (Wei ve ark., 2021; Nunes Rodrigues ve ark., 2020).



Şekil 23. Giyilebilir Teknolojilerin Sporcular Üzerindeki Etkileri (Bu görsel, 01 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Giyilebilir cihazlar, bilgisayarlı görüş, makine öğrenimi ve veri madenciliği teknikleriyle entegre edilerek sporcuların performansı, davranışları ve duruşları hakkında daha derin analizler yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Antrenman ve müsabakalarda giyilebilir cihazların kullanılmasıyla birlikte gerçek zamanlı veriler elde edilse de, ham sensör verilerinden çıkarılan bilgilerin sporcu izleme sistemleri için işlevsel hale getirilmesi işlemi bazı zorlukları ortaya çıkartmaktadır. Çünkü her sporcunun aktiviteleri farklı biçimlerde gerçekleştirmesi, verilerin işlenmesini daha karmaşık ve zor bir hale getirmektedir. Çoklu-modalite

sorunları da bu zorluklardan birisidir (Ghosh ve ark., 2023; Liu ve ark., 2021b).

Bilgisayarlı görüş tabanlı uygulama ve programlar, sporcuların atletik performanslarını incelemek ve oyun dinamiklerini anlamak amacıyla daha sofistike yaklaşımlar sunan yeni bir araştırma alanıdır. Bu alanlardan biri de sporcuların fiziksel durumlarını analiz ederek, gerçek zamanlı değerlendirme yapılmasını sağlayan termal görüntüleme sistemleridir (Ghosh ve ark., 2023).

Giyilebilir akıllı cihazlar, doğrudan vücuda takılarak veya kullanıcının mevcut kıyafetlerine entegre edilerek kullanılabilir. Bu cihazlar sadece donanım değil, aynı zamanda yazılım desteği de sunmaktadır (Du ve ark., 2023).

Sonuç olarak, makine öğrenimi teknolojisinin gelişimi ve giyilebilir akıllı cihazların yaygınlaşması, sporcuların antrenman ve müsabaka performanslarının değerlendirilmesi süreçlerinde devrim niteliğinde gelişmelere yol açmıştır. Giyilebilir akıllı cihazlar, sadece sporcuların sağlık durumlarını izlemekle kalmamakta, aynı zamanda bu topladığı verilerin analizlerini yaparak sporcuların performanslarını optimize etmektedir. Diğer taraftan, nesnelerin interneti ve bulut teknolojisi sayesinde sporcuların sağlık ve performans verileri antrenörlerin ve sağlık ekiplerinin analizine sunulurken, en uygun antrenman stratejilerinin belirlenmesine olanak tanımaktadır (Du ve ark., 2023).

5.2. Yapay Zeka ile Yaralanma Önleme ve Rehabilitasyon Süreci

1955 yılında, yapay zeka teknolojisinin önde gelen isimlerinden olan McCarthy ve beraberindeki bilim adamlarının yapay zeka temalı araştırmalarının temel amaçlarından biri de yapay zeka desteğinin tedavi amacıyla kullanılabilmesinin sağlanmaya çalışılmasıdır (Şekil 24) (Reese, 2020).



Şekil 24. McCarthy ve Beraberindeki Bilim Adamlarının Temsili (Bu görsel, 27 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Günümüzde yapay zeka teknolojisi, yaralanmaların önlenmesi ve rehabilitasyon sürecinin yönetiminde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, bir yapay zeka alt dalı olan makine öğrenimi modelleri, yaralanma risk faktörlerini analiz ederek, sporcuların yaralanma olasılığını tahmin edebilmekte ve bu doğrultuda uygun önlemler alınmasını sağlamaktadır. Zaten makine öğrenimi sistemini temel alan giyilebilir akıllı cihazlar, özellikle sporcuların fiziksel durumunu sürekli izleyerek olası sakatlanmaların önüne geçilmesine önemli katkı sağlamaktadır. Örneğin, maraton koşucularının kullandıkları kalp atış hızı sensörleri, kalp atış hızı belirli bir sınırın üzerine çıktığında sporcuları uyarmakta ve hatta gerektiğinde konum bilgilerini otomatik bir şekilde paylaşarak yardım çağırılmasına olanak tanınmaktadır. Ayrıca bu teknoloji, sporcuların atletik performansını artırmanın yanı sıra güvenliklerinin sağlanmasında da kritik bir rol oynamaktadır (Reese, 2020; Du ve ark., 2023).

6. Spor Psikolojisi ve Yapay Zeka

Sportif performans ile sporcu psikolojisi arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Sporcunun psikolojik durumu anlık olarak sporcunun atletik performansını ve antrenman verimini düşürmektedir (Şekil 25) (Wei ve ark., 2021). Bu bölümde yapay zekanın psikolojik durum analizinde kullanıldığı alanlar ve uygulamalardan bahsedeceğiz.



Şekil 25. Sporcu Psikolojisi ve Atletik Performans Arasındaki İlişkinin Temsili (Bu görsel, 27 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Yapay zeka destekli sistemler sporcudan anlık topladığı veriler sayesinde sporcunun stres ve psikolojik durumu hakkında öngöründe bulunabilmektedirler (Wei ve ark., 2021).

Sporcularda psikolojik göstergeler, sporcunun atletik durumu ve en önemlisi performansı hakkında çok önemli bilgiler sunmaktadır. Yani, bir sporcunun psikolojik durumu, atletik performansını ve dolayısıyla antrenman verimliliğini doğrudan etkileyebilmektedir. Günümüzde yapay zeka teknolojileri sayesinde bu psikolojik göstergeler ölçülebilmekte ve elde edilen verilerle sporcuların psikolojik durumlarının analizleri yapılarak atletik performanslarının artırılması sağlanmaktadır. Spor türüne bağlı olarak, sporcuların antrenmandaki ruh hali dalgalanmaları gibi psikolojik verileri çeşitli sensörler vasıtasıyla toplanmaktadır. Spor psikolojisi alanında yaşanan bu gelişmeler, bu alanda çok büyük bir dönüşümün önünü açmıştır (Wei ve ark., 2021).

7. Spor Pazarlaması ve Dijital Teknolojiler

Bu bölümde, spor dünyasında sosyal medyanın kullanımı, sporlarda dijital pazarlama stratejileri ve yapay zeka ile hedef kitle analizi konularını işleyeceğiz.

Bireylerde değişen izleme alışkanlıklarıyla beraber, spor müsabakaları artık sadece televizyondan değil, telefon ve tablet gibi birçok teknolojik cihazdan izlenebilir hale gelmiştir. Yani, spor etkinlikleri artık pazarlanabilir bir ürün haline gelmiştir ve bu sayede spor etkinliklerinin küresel çapta daha fazla kişiye ulaşarak etkileşim oranı artmış ve yayın ağı genişlemiştir (Akgöl, 2019). Gelirlerini artırmak isteyen spor yöneticileri ve spor kulüpleri açısından bu durum büyük bir fırsat oluşturmaktadır. İleri teknoloji çoğu sektörde işleri kolaylaştırıp modernleştirdiği gibi, spor dünyasında da küresel bir olgu haline gelen sporun teknoloji ile entegrasyonu kaçınılmaz olmuştur (Akgöl, 2019).

Bütün sektörlerde olduğu gibi spor dünyasında da hedef kitle ve pazarlama oldukça önem arz etmektedir. Spor faaliyetleri için yapılan reklamlar, tanıtımlar ve canlı yayınlar gerek spor kulüplerine ve gerekse de ev sahibi şehir ve ülkeye çok büyük maddi kazanç ve tanınırlık kazandırmaktadır. Dolayısıyla dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojileri spor pazarlamasında çok etkili bir rol oynamaktadır (Şekil 26) (Sadiku ve ark., 2021; Li ve ark., 2021).

Dijital dönüşüm müşteri odaklıdır ve dijital teknolojilerin uygulanmasının yanı sıra organizasyonel değişikliklerde gerektirmektedir. Ayrıca, değişken piyasa koşulları, spor endüstrileri dahil çoğu endüstrinin pazarlama stratejilerini zora sokmuştur ve bu konuda da dijital dönüşüm sistemleri etkin rol oynamaktadır. Diğer taraftan, spor etkinliklerinin tanıtımı ve yayınlanması spor endüstrisinin önemli bir parçasıdır (Kittikumpanat, 2021; Li ve ark., 2021).



Şekil 26. Spor Pazarlaması ve Dijital Teknolojilerin Temsili (Bu görsel, 27 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojileri, spor pazarlamasında verimliliği ve başarıyı artırmaktadır. Birçok yapay zeka geliştirme kuruluşu, oyun sektöründe destekçilere ve oyunculara yardımcı olabilecek yapay zeka desteği sunmaktadır (Nadikattu, 2020; Enhnold ve ark., 2020).

7.1. Spor ve Sosyal Medya

Kuruluşlar içindeki çalışma prensipleri giderek daha fazla dijitalleşmektedir. Öyle ki, çalışanlar intranet veya video konferans yoluyla ve müşterilerle web siteleri ve sosyal medya platformları aracılığıyla iletişim kurmakta ve bilgisayar tarafından oluşturulan algoritmalara dayalı kararlar almaktadırlar. Spor endüstrisi de bu kuruluşlar içerisinde. Çünkü, spor endüstrisinde devrim yaratan gelişmelerden biri de yapay zeka algoritmalarıyla desteklenen sosyal

medya platformları olmuştur (Akgöl, 2019; Ersöz ve Gökmen, 2023; Enhnold ve ark., 2020).

Takımlar, sporcular, organizasyonlar ve kulüpler, sosyal medya platformlarını etkili bir şekilde kullanarak hayran, izleyici ve taraftarları ile doğrudan etkileşim kurarak marka tanınırlığını artırmaktadır. Diğer bir ifadeyle, teknolojinin sunduğu olanaklarla, spor müsabakalarının yayınları dünyanın dört bir yanına ulaşmakta, spor branşlarının marka değeri yükselmekte ve kulüplerin bilinirliği artmaktadır. Ayrıca sosyal medya platformlarında, sportif faaliyetlerin canlı olarak yayınlanması ve gelişen yeni güncellemelerin izleyiciye anlık iletilmesi için de çok önemli bir araç niteliğindedir (Akgöl, 2019; Ersöz ve Gökmen, 2023; Enhnold ve ark., 2020).

Facebook, WhatsApp, YouTube, Instagram ve TikTok gibi sosyal platformlar küresel çapta etkili ve çok büyük kullanıcı kitlesine sahiptirler. Bu sosyal medya platformların, sporcular için kullanım amaçları; özellikle reklam, tanınırlık, markalaşma ve haberleşme vb. gibi sıralanmaktadır (Şekil 27) (Ersöz ve Gökmen, 2023; Enhnold ve ark., 2020).



Şekil 27. Spor Pazarlaması ve Dijital Teknolojilerin Temsili (Bu görsel, 28 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Spor dünyasında marka, bir spor organizasyonunun, kuruluşunun, takımın, kulübünün veya sporcunun ürününü rakiplerinden ayıran sembol, isim veya tasarım olarak tanımlanmaktadır. Sosyal medya platformları, ligler, spor yönetim birimleri, taraftarlar ve takımlar gibi diğer etkileşim içinde olan spor paydaşları tarafından benimsenmiştir. Sporcu markaları, bu spor paydaşlarıyla işbirliği içerisindedir ve bu işbirliği ağı içinde markalar var olur ve bu ağ sayesinde sporcular, sportif faaliyetlere katılımlarını, kendi markalarının tanıtımı için kullanabilmektedirler (Ersöz ve Gökmen, 2023).

Her bir sporcunun kendine has özellikleri bulunmaktadır ve sporcular bu kendine has özellikleriyle birer marka olarak kabul görmektedir. Sporcuların çeşitli sosyal medya platformlarında paylaştıkları videolar, fotoğraflar ve ses dosyaları, büyük etkileşimler alarak bu sporcuların imajlarını ve tanınırlıklarını daha da güçlendiren araçlar haline gelmiştir. Öyle ki, genç sporcuların yeteneklerini çeşitli sosyal medya kanallarını kullanarak sergilemeleri çok düşük maliyetle küresel çapta geniş kitlelerle etkileşim kurmalarını ve kolaylıkla dikkatleri üzerlerine çekebilmelerini sağlamaktadır. Zaten günümüzde sporcuların oluşturdukları ve yayınladıkları içerikler, sosyal medya platformlarında milyonlarca görüntülenmeye ulaşmakta ve bu sayede genç yeteneklerin keşfedilmesi çok kolay bir hal almaktadır. Markalaşma süreçleri başarılı bir şekilde tamamlanan sporcular, spor kariyerleri sona erse bile takımlar, kulüpler, işletmeler ve sponsorlarla anlaşmalar yaparak kariyerlerini devam ettirebilirler (Ersöz ve Gökmen, 2023; Enhnold ve ark., 2020).

Sporla dijitalleşmeden önce, sporcular markalarının tanıtımını televizyon, radyo gibi geleneksel medya araçlarıyla yaparken, teknolojinin hakim olduğu günümüzde sosyal medya platformları bu işlemi baştan sona değiştirmiştir. Öyle ki, sporcular, sosyal medya platformlarını kullanarak marka mesajlarını daha fazla kontrol edebilir hale gelmiş, mesajlarını çok geniş kitlelere anlık olarak iletebilmiş ve sportif imajlarını daha iyi yönetme konusunda geniş bir yetki kazanabilmişlerdir (Ersöz ve Gökmen, 2023).

7.2. Sporlarda Dijital Pazarlama Stratejileri

Dijital pazarlama, tüm sektörlerde olduğu gibi spor endüstrisinde de giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Öyle ki, dijital pazarlama büyük miktarda internet verisini analiz ederek paydaşlara pazarlama tavsiyeleri sunabilmektedir. Dijital pazarlama stratejileri, spor endüstrisinin tanınırlığını artırarak büyümesini desteklemekte ve sporun daha çok geniş kitlelere ulaşmasını sağlamaktadır. Bu durum katılımcıların bu alandaki deneyimlerini zenginleştirmektedir. Öyle ki, sosyal medya platformları, mobil uygulamalar, e-posta ile pazarlama ve dijital reklamcılık işlemleri gibi araçlar, spor organizasyonları, kulüpler ve sporcuların daha geniş kitlelere ulaşmalarını sağlamaktadır. Dijital pazarlama stratejileri, markaların küresel çapta etkileşimini artırmak ve sadık bir müşteri kitlesi oluşturmak için kullanılmaktadır. Çok büyük firma, kulüp ve takımların tanınırlıklarını artırmak için dijital pazarlama sistemlerini aktif olarak kullandıkları bilinmektedir (Zhang ve Li, 2021; Ersöz ve Gökmen, 2023; Li ve ark., 2021).

Son yıllarda, açık denizde yüzme, triatlonlar, bisiklet yarışları ve eğlenceli koşular gibi katılımcı spor faaliyetleri oldukça popülerlik kazanmıştır. Bu tarz sportif etkinlikler, bir lokasyonun sadece cazibesini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda mekân pazarlaması ve kentsel yenileme açısından da önemli bir rol oynamaktadır. Bu yüzden, birçok destinasyon, kitlesel olarak katılım sağlanan spor etkinliklerini geliştirerek sosyal, ekonomik ve politik faydalar elde etmeyi amaçlamaktadır (Ersöz ve Gökmen, 2023; Du ve ark., 2023).

Katılımcı spor etkinlikleri, ev sahibi şehirlere sosyal ve özellikle ekonomik faydalar sağlarken, topluma aktif yaşam tarzını teşvik etmekte ve hem katılımcılar hem de yerel halkın mutluluk düzeylerini de artırmaktadır. Bu yüzden, büyük ölçekli sportif faaliyetler, sadece spor etkinliği değil, aynı zamanda turizm açısından da cazip organizasyonlar haline dönüşmüştür. Öyle ki, sportif aktivitelere katılım ücretleri, bilet satışlarından elde edilen gelir, sponsorluklar ve medya hakları gibi gelir kaynakları ile bu etkinlikler kulüpler, ev sahibi şehir ve ülke ve sporcuya önemli bir ekonomik değer yaratmaktadır. Ayrıca, sportif etkinlikler, sporculara ve teknik ekiplere, performanslarını geliştirme ve sunma fırsatları sunmaktadır (Ersöz ve Gökmen, 2023; Du ve ark., 2023).

Katılımcı spor etkinlik ve faaliyetleri, geleneksel spor katılımı metotlarını değiştirmiştir ve bu durum girişimcilik ruhunda yeni fırsatlar ortaya çıkarmıştır. Belirli bir lisans gerektirmeyen sportif etkinliklere basit bir kayıt sistemi ile katılmak, firmaların sporcu sponsorluğu ve etkinlikler aracılığıyla reklamlarının yapılmasını oldukça kolaylaştırmaktadır. Bu yüzden, son yıllarda katılımcı sportif etkinliklerde büyük bir büyüme ve ticarileşme görülmektedir. Sosyal bağlantılar kurma, eğlence ve topluluklara kültürel ve ekonomik katkılar sağlama açısından bu sportif etkinlikler önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, spor yayınları üzerinden kazanılan gelirler de önemli bir seviyeye ulaşmıştır. Günümüzde, spor kulüplerinin yayın geliri elde edilmesinde çok önemli potansiyelleri bulunmaktadır. Gelişen ileri teknoloji sayesinde, maç yayınları farklı kanallar aracılığıyla küresel çapta izlenebilmektedir. Bu durum, spor branşlarının marka değerini artırdığı gibi spor kulüplerinin tanınırlığını da güçlendirmektedir (Ersöz ve Gökmen, 2023; Enhnold ve ark., 2020).

7.3. Yapay Zeka ile Hedef Kitle Analizi

Spor ve sportif etkinlikler, özellikle gençlerin hayatında önemli bir yere sahiptir. Öyle ki, gençler, fiziksel aktivite yapmak, eğlenmek, rekabet duygusunu güçlendirmek, kültürel statü kazanmak ve arkadaşlıklar kurmak vb. gibi amaçlarla sportif aktivitelere katılmaktadır. Yapay zeka algoritmaları, spor pazarlamasında hedef kitle analizinin optimize edilmesine büyük katkı sağlamaktadır. Yapay zeka destekli hedef kitle analizi sayesinde, spor pazarlamasında daha etkili ve kişiselleştirilmiş stratejiler geliştirilebilmekte, bu da taraftarların deneyimlerini zenginleştirmektedir (Şekil 28). Makine öğrenimi algoritmaları, kullanıcı verilerini analiz ederek, onların demografik özelliklerini, davranış kalıplarını ve ilgi alanlarını belirlemekte, bu veriler pazarlama stratejilerinin kişiselleştirilmesinde ve daha etkili kampanyaların oluşturulmasında kullanılmaktadır (Ersöz ve Gökmen, 2023).



Şekil 28. Yapay Zeka Destekli Hedef Kitle Analizinin Temsili (Bu görsel, 28 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL-E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Maç günü sunumları, spor yöneticilerinin spor salonları ve stadyumlarda tercih edebileceği etkili araçlar arasında yer almaktadır. Spor yöneticilerinin kullandıkları yeni sanal teknolojiler ise, spor araştırmacıları için büyük bir ilgi alanı oluşturmaktadır. Sosyal sinirbilim yöntemleriyle sanal deneyimlerin kullanılması, spor seyircileri hakkında değerli bilgiler elde edilmesini sağlamaktadır. Günümüz dijital çağında, spor yöneticileri taraftar deneyimlerini yeniden tasarlarlarken, araştırmacılar ise sanal spor izleyici deneyimlerine ilişkin çalışmalarda sinirbilim yöntemlerinden yararlanmaktadır. Sportif etkinliklerde sanal taraftarların oluşturulması, katılımcıları spor deneyimlerine dâhil etmenin yenilikçi bir yolu olarak değerlendirilmektedir (Ersöz ve Gökmen, 2023).

Dijital oyunlar sayesinde sponsorlar, ulaşılması zor hedef kitlelere çok daha kolay erişim sağlamaktadır. Genç neslin sanal ortamları sosyalleşme

amacıyla kullanması, onların daha erişilebilir hale gelmesine yol açmış ve bu durum, büyük şirketlerin yatırımlarını dijital platformlara kaydirmalarına zemin hazırlamıştır. Dijital oyunlar, bu bağlamda şirketler için önemli bir yatırım fırsatı sunmaktadır (Baloğlu, 2023). Teknolojik ilerlemeler ve dijitalleşmenin hız kazanması, oyun endüstrisini derinden etkilemiştir. Başlangıçta sadece eğlence amaçlı oynanan oyunların, profesyonel bir düzeye ulaşması e-spor fenomeninin doğmasına yol açmıştır. E-spor, rekabet içeren yapısıyla izleyicilerin karşılaşmaları yerinde takip etmesine ve takımlarla, oyuncularla bağ kurmasına olanak tanımaktadır. Bir eğlence aracı olan spor, bu süreçte büyük bir endüstriye dönüşmüştür (Akgöl, 2019).

Futbol ve basketbol gibi yaygın spor dallarında, kulüpler, gelişmiş teknolojilerle donatılmış stadyumlar ve antrenman alanları kurarak taraftarlarıyla daha yakın bir bağ kurmayı amaçlamaktadır. Maçlar sırasında çekilen görüntülerin anında sosyal medya üzerinden paylaşılması ve oyuncu performanslarının derinlemesine analiz edilmesi, teknolojinin spor dünyasındaki etkisinin ne kadar güçlü olduğunu ortaya koymaktadır. Böylece spor, geçmişten gelen tek yönlü yapısından uzaklaşarak çift taraflı bir iletişim yapısına evrilmektedir (Akgöl, 2019).

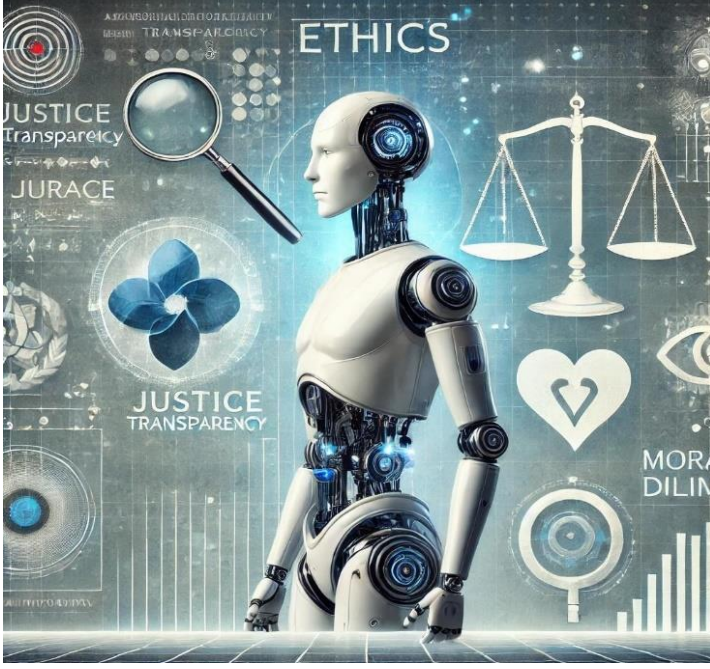
8. Spor Bilimlerinde Yapay Zekanın Etik Boyutları

Dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojileri, günlük yaşamın yanı sıra spor alanında da ciddi kolaylıklar sağlamakta, ancak beraberinde göz ardı edilmemesi gereken bazı etik sorunlar da getirmektedir. Bu sorunların başında kişisel verilerin korunması ve bu verilerin etik ilkelere uygun bir şekilde kullanımı yer almaktadır. Bu bölümde, yapay zeka teknolojilerinin spor bilimlerinde kullanımına yönelik etik konular, kişisel verilerin korunması ve mahremiyet ile ilgili sorunlar ele alınacaktır.

Günümüzde yapay zeka uygulamalarının spor bilimlerinde kullanılmasının etik bazı sorunlara yol açtığı görülmektedir. Veri manipülasyonu, adil kullanım ve algoritmik önyargı gibi durumlar, bu teknolojilerin etik çerçevede değerlendirilmesini zorunlu hale getirmektedir (Chmait ve Westerbeek, 2021; Ersöz ve Gökmen, 2023).

Yapay zeka uygulamalarının etik bir çerçevede ele alınması, spor bilimlerinde adil ve sağlıklı bir ortam oluşturmak açısından büyük önem taşımaktadır. Spor bilimlerinde etik ilke ve standartların belirlenmesi, yapay zekanın güvenli ve sorumlu bir şekilde kullanılması için önem arz etmektedir. Diğer taraftan, spor camiasında büyük yankı uyandıran ve tartışmalara neden olan "teknoloji dopingi" konusu da bir o kadar önemlidir. Çünkü, gelişmiş, modern ve ileri teknolojiye sahip ülkeler maliyet avantajlarıyla yeni teknolojilere çok daha kolay ulaşabilirken, kaynakları sınırlı olan, gelişmemiş ya da gelişmekte olan ülkeler bu teknolojilere erişimde büyük zorluklar yaşamaktadır ya da bu teknolojilere hiç ulaşamamaktadırlar. Bu durum ise, maddi imkânları kısıtlı sporcuların doğal olarak geride kalmasına yol açarak, sporun doğasında bulunan eşitlikçi rekabet anlayışını zedeleyebilmektedir (Şekil 29) (Chmait ve Westerbeek, 2021; Ersöz ve Gökmen, 2023).

Yapay zeka, güçlü bir teknoloji olarak insanlarda olumlu etkiler yaratma potansiyeline sahiptir. Bu yapay zeka teknolojisini topluma yarar sağlamak amacıyla kullanmak, faydalarını teşvik etmek ve zararlarını en aza indirmek ahlaki bir zorunluluk olarak değerlendirilebilir (Russell, 2020).



Şekil 29. Yapay Zekanın Etik Boyutlarının Temsili (Bu görsel, 28 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Yapay zeka teknolojilerinin hem sporda hem de günlük hayatta kullanımlarının sayısız olumlu yönleri olsa da, çok ciddi derecede olumsuz yönleri de bulunmaktadır ve bu olumsuz etkilerinin kesinlikle göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Çünkü bu olumsuz yönlerin çoğunluğu etik ihlallerden oluşmaktadır (Russell, 2020).

Geçmişe bakıldığında, tarihte birçok yeni teknoloji, beklenmedik olumsuz yan etkileri beraberinde getirmiştir ve bu olumsuz durumlar toplumu etkileyebilecek boyuttadır. Örneğin, nükleer fisyon ortaya çıkarıldığında büyük çevresel riskler doğurmuş, içten yanmalı motorlar icat edildiğinde ciddi hava kirliliği ve iklim değişikliğine sebep olmuştur. Diğer bir etik dışı durumdan bahsetmek gerekirse, mesela, otomasyon sistemleri çok büyük sermayelerle yönetilmektedir ve mevcut koşullarda bu servet çoğunlukla otomasyon sistemlerin sahiplerine aktarılmakta ve bu durum ise ciddi bir gelir eşitsizliğini doğurmaktadır. Benzer şekilde, zengin ülkelerin otomatik üretim süreçlerine geçmesi, gelişmekte olan ülkelerin ihracat odaklı büyüme fırsatlarını sınırlayabilmektedir. Yapay zeka teknolojisinin sebep olabileceği eşitsizlik düzeyi, etik ve yönetim kararlarına bağlı olarak şekillenmektedir (Russell, 2020).

9. Yapay Zeka ve Kişisel Bilgilerin Korunması ve Mahremiyeti

Yapay zeka teknolojileri, bilindiği üzere spor bilimlerinde veri toplama, depolama, analiz ve tahminleme için kullanılmaktadır. Bu durum ise kişisel bilgilerin depolanmasından dolayı sporcuların verilerinin bir ihlalle karşı kaşıya kalabilmesine neden olabilmektedir. Çünkü bu toplanan ve depolanan sporcu verilerinin dijital olarak art niyetli insanların eline geçmesi bir siber tehdit durumu oluşturmaktadır. Dolayısıyla, yapay zeka desteğinin antrenmanlarda ve diğer sportif etkinliklerde kullanılmasında, sporcuların mahremiyetinin korunması ve veri güvenliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle, sporculara ait biyometrik, performans ve diğer kişisel verilerin toplanması, depolanması ve analiz edilmesi süreçlerinin, sporcuların gizliliğini koruyacak şekilde titizlikle yönetilmesi gerekmektedir (Şekil 30) (Chmait ve Westerbeek, 2021; Ersöz ve Gökmen, 2023).



Şekil 30. Dijitalleşmede Veri Gizliliğinin Temsili (Bu görsel, 29 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Yapay zeka teknolojileri, sporcuların performanslarını değerlendirmek için istatistiksel analiz ve bilgi sağlama potansiyeline ve yeteneğine sahiptir. Yapay zeka desteği, takımlara ve oyunculara büyük bir değer sunma potansiyeli taşısa da, veri sahipliği ile ilgili çıkar çatışmalarını da

beraberinde getirebilmektedir. Zaten, sporculardan performans analitiği ve diğer verilerin toplanması, veri sahipliği ve gizlilik konusunda bazı riskler barındırdığı konusunu dile getirmiştik. Bu duruma bir örnek vermek gerekirse, günümüzde sosyal medya platformaları kişilerin bilgilerini depolamak ve analizlerini yapmak için çok zengin yapay zeka algoritmaları kullanmaktadırlar. Bu kişiler uygulama ve programları cihazlarına yüklerken birçok alana erişim izni vermek durumunda kalmaktadırlar. Çünkü bu uygulamaların yüklenebilmesi için izinler şart koşulmaktadır. Depolanan bu bilgiler ve verilen bu erişim izinleri kötü niyetli bilgisayar korsanlarınca bazen hacklenebilmektedir. Hacklenme sonrası sporcular yanlış bilgilerle sosyal medya gibi platformlarda trollenebilmekte, saldırılara ve kötü niyetli gizlilik ihlallerine maruz kalabilmekte ve bu nedenle bu sporcu toplum tarafından dışlanabilmektedir. Bu nedenle, kişisel verilerin gizliliği, veri sahipliği ve kimlik bilgilerinin korunması konularında yasal düzenlemeler yapılmalı ve sıkı bir mevzuat oluşturulmalıdır. Özellikle hangi verilerin kullanılabileceği ve kontrolün kimde olacağına dair soruların, veri sahipleri lehine netleştirilmesi gerekmektedir (Chmait ve Westerbeek, 2021; Ersöz ve Gökmen, 2023).

10. Yapay Zeka ve Dijital Dönüşümün Spor Bilimlerinde Geleceği

Dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojilerinin hızla gelişmesi, spor bilimlerinin geleceğini yeniden şekillendirme potansiyeline sahiptir. Yapay zeka teknolojisindeki küresel gelişmeler, yalnızca günlük yaşamı dönüştürmekle kalmayıp, farklı sektörlerde yenilikçi uygulamaların ortaya çıkmasına da olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, spor bilimleri de dijitalleşmenin sunduğu olanaklardan yararlanarak daha derinlemesine analizler ve gelişmiş uygulamalar geliştirebilecektir (Chmait & Westerbeek, 2021; İşler & Kılıç, 2021). Özellikle sporcu performansının ayrıntılı şekilde ölçülmesi, analizi ve stratejik olarak geliştirilmesi konusunda yapay zekanın sunduğu çözümler, spor bilimlerinde çığır açan gelişmelere yol açabilir.

Spor bilimlerinde yapay zekanın gelecekte üstleneceği önemli rol, bu alanı yeniliklerle zenginleştirirken dijitalleşmeyle olan güçlü etkileşimini de öne çıkarmaktadır. Örneğin, atletik performansın daha hassas analiz edilmesi, bireysel biyomekanik farklılıkların ortaya konması ve sakatlık risklerinin önceden belirlenmesi gibi alanlarda yapay zekanın katkıları oldukça geniştir. Yapay zeka sayesinde, sporcular ve antrenörler, antrenman programlarını gerçek zamanlı geri bildirimlerle dinamik olarak düzenleyebilir ve sporcuların en yüksek performansı sergilemesini sağlamak için önleyici tedbirler alabilir (Zhang ve Zhu, 2022).

Gelecekte yapay zeka tabanlı analiz sistemleri, sporcu verilerini daha doğru ve kapsamlı şekilde değerlendirmeye imkan tanıyacaktır. Dijital dönüşümle desteklenen bu yapay zeka uygulamaları, yalnızca sporcu performansını artırmakla kalmayacak; aynı zamanda sporcu sağlığını koruma, antrenman verimliliğini artırma ve spor organizasyonlarının yönetim süreçlerini daha etkin hale getirme potansiyeline de sahiptir. Zhang ve Zhu'nun (2022) belirttiği gibi, yapay zeka ve dijital teknolojiler, sporu izleyiciler ve katılımcılar için çok daha etkileşimli ve zengin bir deneyime dönüştürecektir.

Sonuç olarak, yapay zeka destekli dijital dönüşüm, spor bilimlerine yeni bir antrenman anlayışı ve perspektif kazandırarak bu alanı daha ileri bir seviyeye taşıyacaktır.

11. Sonuç

Dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojilerinin spor bilimlerine katkıları ve dezavantaj teşkil ettiği durumları dikkate alınacak olursa, bu teknolojilerin hem faydalarından hem de dezavantajlı yönlerinden bahsetmek gerekmektedir. Çünkü teknoloji dünyası iyi ve kötü arasında bölünmüş vaziyettedir. Yapay zeka ve dijital dönüşüm teknolojilerinin yaşamımızda inanılmaz kolaylıklar sağladığı inkar edilemez bir gerçektir. Yalnız bu kullanımlarında etik ihlaller ve bağımlılık gibi hayatımızda olumsuzluklar ortaya çıkartan yönlerinin olduğu hesaba katılarak dikkatli kullanılması gerekmektedir. Sonuç olarak, spor bilimlerinde ve spor faaliyetlerinde dijital dönüşüm ile yapay zeka teknolojilerinin önemli faydaları bulunmakla birlikte, beraberinde bazı potansiyel riskleri de getirmektedir. Mevcut araştırmalar ışığında, spor endüstrisinde teknolojinin sunduğu bazı avantajlar ve karşılaşılan zorluklar, aşağıda ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Sonuç olarak, aşağıda belirtilen avantaj ve dezavantajlar dikkate alınarak dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojileri aktif bir şekilde kullanılmalı ve bu konuda yeni gelişme ve güncellemelerden de geri kalınmamalıdır. Teknolojilerin ne zaman ve hangi ölçüde kullanılacağı konusunda bilinçli bir yaklaşım benimsemek, başarılı sonuçlar elde etmek için büyük önem taşımaktadır.

11.1. Dijital Dönüşüm ve Yapay Zekanın Spor Bilimlerine Katkıları

Yapay zeka teknolojilerinin sunduğu avantajlar arasında gelişmiş sağlık tanılarının yapılabilmesi, hava durumu tahminleri, sürücüsüz araçlarla daha güvenli ulaşım, doğal afet yardım çalışmalarında kullanım ve insan haklarını koruma gibi birçok alan bulunmaktadır. Örneğin, Microsoft'un "*İnsani Yardım için Yapay Zeka*" programı doğal afetlerden korunma, çocukların korunması ve insan haklarını teşvik etme gibi sosyal projelerde yapay zeka teknolojilerini desteklemektedir. Benzer şekilde Google'ın "*Sosyal Yarar için Yapay Zeka*" programı da ormanların korunması, kriz yönetimi ve çevre analizi gibi alanlarda aktif rol oynamaktadır. Bir yapay zeka alt kolu olan makine öğrenimi sistemleri sayesinde iş süreçleri daha verimli hale gelirken, otomasyon sistemleri ise tehlikeli ve monoton görevleri üstlenerek çalışanların yaratıcılıklarını artırabilir. Ayrıca, yapay zeka destekli sistemler, engelli bireylerin

bağımsızlığını artırmakta ve otomatik dil çevirisi gibi uygulamalar, kültürler arası iletişimi oldukça kolaylaştırmaktadır. Bu yazılım tabanlı çözümler düşük maliyetle üretilebildiği için teknolojiye erişim konusunda büyük kolaylıklar sunmaktadır (Russell, 2020).

Yapay zeka ve dijitalleşmenin spor alanında da faydalı etkileri bulunmaktadır. Yapay zeka teknolojilerinin spor endüstrisine başlıca katkıları, gerçek zamanlı sporcu performansı takibi yapılması, gerçek zamanlı geri bildirimler sayesinde sakatlıkların önlenmesi ve sporcunun dayanıklılığının artırılmasıdır (Şekil 31) (Nadikattu, 2020).

Dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojilerinin, kulüplerden antrenörlere, sporculardan taraftarlara kadar geniş bir yelpazede spor dünyasındaki tüm paydaşlara önemli katkılar sağladığı bilinmektedir (Ersöz ve Gökmen, 2023). Spor bilimlerinde köklü değişimlere yol açan bu teknolojiler, performans analizi, sporcu sağlığı, antrenman programları ve yaralanma önleme gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapay zeka destekli uygulamalar sayesinde atletik performans artırılmakta, sporcu sağlığı daha etkin izlenmekte ve antrenmanlarda anlık geri bildirim sağlanmaktadır. Ayrıca, bu uygulamalar sayesinde sporculara ekstra konfor ve güvenlik sunulmakta, pandemi ve izolasyon dönemlerinde güvenli egzersiz yapma olanağı tanınmaktadır (Ersöz ve Gökmen, 2023; Zhang ve Li, 2021).

Dijital teknolojiler, sportif strateji geliştirme süreçlerini desteklemekte, müsabakalarda hile yapmayı caydırmakta ve izleyici tutumlarını analiz ederek iletişim stratejilerine katkı sunmaktadır. Örneğin, hareket sensörleriyle sporcuların yorgunluk düzeyleri ve enerji tüketimleri izlenebilir ve bu veriler izleyicilerle paylaşılabilir. Dijital platformlar, spor tutkunlarına daha sürükleyici deneyimler sunarak spor ortamını zenginleştirmektedir (Ersöz ve Gökmen, 2023; Zhang ve Li, 2021).



Şekil 31. Yapay Zeka Teknolojisinin Spor Bilimlerinde Faydalarının Temsili (Bu görsel, 29 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Teknolojinin spora etkilerini futbol örneği üzerinden ele aldığımızda, futbolun uzun süre teknolojiden uzak kaldığını görsel de, 2010 Dünya Kupası'nda yaşanan tartışmalı kararların ardından FIFA bu konuda adım atmıştır. İngiltere Milli Takımı oyuncusu Frank Lampard'ın attığı ancak geçersiz sayılan gol, spor dünyasında büyük tartışmalara yol açmış ve 2012'de gol çizgisi teknolojisinin kabul edilmesine önayak olmuştur. Bu teknoloji, hakemlerin tartışmalı pozisyonlarda doğru karar vermesini sağlayarak futbolun rekabet ortamını güçlendirmiştir. Bu gelişme, Video Hakem Sistemi (VAR) gibi daha ileri teknolojilerin kullanılmasını da hızlandırmış; VAR, hakemlerin tereddüt ettikleri ya da gözden kaçırdıkları pozisyonları yeniden incelemelerine olanak tanımıştır (Şekil 32) (Ersöz ve Gökmen, 2023).



Şekil 32. Futbolda Kullanılan VAR Teknolojisinin Temsili (Bu görsel, 29 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

2017’de İtalya ve Almanya gibi büyük liglerde uygulanmaya başlanan bu sistem, 2018-2019 sezonunda Türkiye liglerinde de kullanılmıştır. Teknolojik ekipmanların sunduğu imkânlar, antrenörlere ve sporculara strateji geliştirme, karar alma ve sporun güvenliğini sağlama gibi pek çok alanda katkı sunmaktadır (Ersöz ve Gökmen, 2023).

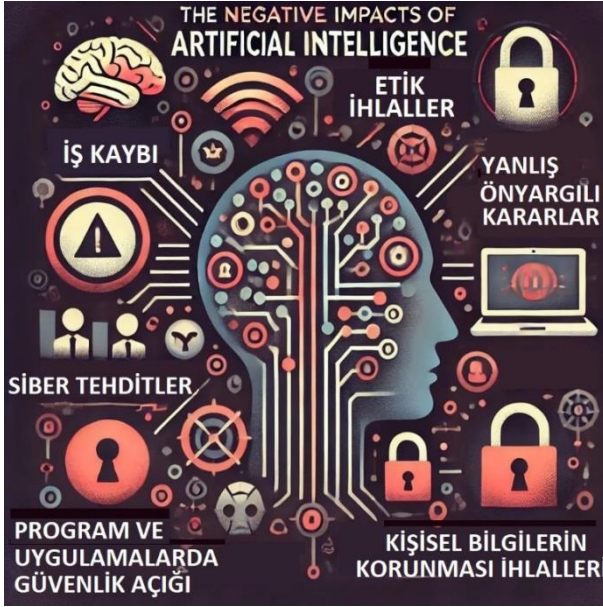
Bilimsel yöntemin kurucusu sayılan filozof Francis Bacon, *The Wisdom of the Ancients* (1609) adlı eserinde, “*mekanik sanatların hem zarar hem de fayda sunduğunu*” vurgulamıştır. Yapay zeka, günümüzde ekonomik, sosyal, bilimsel, tıbbi, finansal ve askeri alanlarda giderek önem kazanmaktadır ve bu teknolojilerin fayda ve potansiyel riskleri göz önünde bulundurulmalıdır (Russell, 2020).

Yapay zeka ve robotik teknolojiler, insanları tekrarlayan işlerden kurtarma, üretkenliği artırma ve refah seviyesini yükseltme potansiyeli taşıyarak, daha barışçıl bir dönemin kapılarını aralayabilir. Yapay zeka teknolojileri, hastalıklara çare bulmaktan iklim değişikliği gibi küresel sorunlara çözüm üretmeye kadar geniş bir yelpazede kullanılabilir. Google DeepMind CEO’su Demis Hassabis’in de belirttiği gibi, “*önce yapay zeka sorununu çözün, ardından diğer tüm sorunları çözmek için yapay zekayı kullanın*” Ancak, bu faydalara ulaşmadan önce yapay zekanın kötüye kullanılmasından kaynaklanabilecek riskleri göz önünde

bulundurmalıyız. Bu risklerin bir kısmı günümüzde somutlaşmaya başlamışken, diğerleri mevcut eğilimler doğrultusunda gelecekte ortaya çıkabilecek gibi görünmektedir (Russell, 2020).

11.2. Dijital Dönüşüm ve Yapay Zekanın Spor Bilimlerine Eksileri

Dijital dönüşüm ve yapay zeka, spor bilimlerinde önemli ilerlemelere yol açsa da bazı ciddi dezavantajları beraberinde getirmiştir. Bu teknolojiler sayesinde sporculardan toplanan ve analiz edilen veriler, antrenman süreçlerinin ve atletik performansın iyileştirilmesinde büyük fayda sağlasa da kişisel verilerin gizliliği ve özel hayatın korunması konusunda bazı riskler ortaya çıkmaktadır (Şekil 33) (Ersöz ve Gökmen, 2023).



Şekil 33. Yapay Zeka Kullanımının Dezavantajlarının Temsili (Bu görsel, 28 Ekim 2024 tarihinde OpenAI DALL·E yapay zeka aracı kullanılarak üretilmiştir).

Sporcuların performansına ilişkin topladıkları veriler, kötü niyetli kişilerin eline geçtiğinde, bu durum ciddi güvenlik sorunlarına yol açabilir. Örneğin, bir sporcunun sağlık verilerinin izinsiz bir şekilde paylaşılması, bu sporcunun profesyonel kariyerini etkileyebilir ve psikolojik olarak sporcuyla zor duruma sokabilir. Ayrıca, spor alanında

teknolojik altyapıya erişim olanaklarının eşitsizliği, fair play prensibini zedeleyebilir; bazı sporcular daha gelişmiş teknolojiye ulaşabilirken, diğerlerinin aynı olanaklardan mahrum kalması adaletsiz bir rekabet ortamı yaratabilir. Bu bağlamda, teknoloji doping gibi teknolojik yollarla yapılan hileler de eşitlik ilkesine aykırı bir durum oluşturmaktadır (Hameed, 2020).

Öte yandan, sosyal medya platformları sporcular için hem bir iletişim aracı hem de bir risk kaynağı haline gelmiştir. Özellikle sosyal medya üzerinden sporculara yöneltilen olumsuz ve saldırgan yorumlar, sporcuların psikolojik sağlığını tehdit edebilir ve profesyonel imajlarına zarar verebilir. Bunun yanı sıra, sporcuların sosyal medyada sergilediği bazı davranışlar, taraftarların spora ve sporcuya yönelik algısını da olumsuz yönde etkileyebilir (Ersöz ve Gökmen, 2023).

Video hakemlik gibi uygulamalar ise oyun içi şeffaflığı artırmak amacıyla geliştirilmiştir; fakat bu sistemlerin oyunu yavaşlatarak seyir zevkini azalttığı ve hakemlerin otoritesini zedelediği yönünde eleştiriler bulunmaktadır (Ersöz ve Gökmen, 2023).

Yapay zekanın güvenlik ve gözetim alanlarında kullanımı, bireylerin mahremiyeti üzerinde ciddi sorunlara yol açabilir. Örneğin, güvenlik birimlerinin konuşma tanıma, yüz tanıma ve doğal dil işleme gibi yapay zeka teknolojilerini kullanarak bireylerin özel iletişim kanallarını izlemeleri mümkündür. Bu tür teknolojilerin kitlesel gözetim amacıyla kullanımı, bireysel özgürlükleri tehdit etmekte ve toplumda güven erozyonuna neden olmaktadır. Öyle ki, sosyal medya ve diğer dijital platformlarda bireylerin davranışlarını analiz ederek, seçim süreçlerine etki edebilecek ve bireylerin siyasi eğilimlerini değiştirebilecek stratejiler uygulanabilmektedir. Bu durum, yapay zekanın yanlış kullanımıyla demokratik süreçlerin zarar görmesi tehlikesini gündeme getirmektedir (Russell, 2020).

Yapay zekanın karar destek sistemlerinde kullanımının yaygınlaşması, önyargılı karar verme riskini de beraberinde getirmektedir. Özellikle şartlı tahliye, kredi değerlendirmesi gibi toplumsal etkileri yüksek olan kararlarda kullanılan algoritmalar, verilerde mevcut olan toplumsal önyargıları yansıtarak adaletsiz sonuçlara yol açabilir. Bu önyargıların başlıca nedeni, algoritmaların toplumdaki eşitsizlikleri ve ayrımcılığı yansıtan veri setleriyle eğitilmesidir. Sonuç olarak, makine öğrenimi modelleri bilinçsizce bu önyargıları yeniden üretebilir ve ayrımcı

kararlara neden olabilir. Bu durum, yalnızca bireyleri mağdur etmekle kalmayıp toplumdaki sosyal adalet ve eşitlik ilkelerini de zedeleyebilir (Russell, 2020).

Yapay zekanın iş gücü üzerindeki etkisi, uzun süredir tartışılan önemli bir konudur. Teknoloji, bazı sektörlerde verimliliği artırarak yeni iş olanakları yaratmakla birlikte, birçok mesleğin yok olmasına da neden olmuştur. Endüstriyel devrimlerden bu yana makineler ve otomasyon, birçok sektörde işlerin niteliğini değiştirmiştir; ancak yapay zekanın daha geniş kapsamlı ve çok yönlü yetenekleri, bu dönüşümü daha da hızlandırmaktadır. Öyle ki, yapay zekanın giderek karmaşıklaşması, daha önce insan gücüne ihtiyaç duyan birçok işi ortadan kaldırma potansiyeline sahiptir. Bu durum, iş gücü piyasasında eşitsizlikleri derinleştirirken, sosyal ve ekonomik dengeyi tehdit eden bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Yapay zeka teknolojilerinin etkisiyle istihdam kaybı yaşanırken, yaratılan yeni iş alanlarının da yeterince geniş kapsamlı ve kalıcı olup olmayacağı konusunda belirsizlikler devam etmektedir (Russell, 2020).

Yapay zekanın yüksek risk taşıyan uygulamalarda kullanımı, güvenlik açısından da bazı tehlikeleri beraberinde getirmektedir. Otonom araçlar, şehir yönetimi ve diğer kritik altyapılarda kullanılan yapay zeka sistemleri, potansiyel olarak ciddi kazalara neden olabilmektedir. Bu tür uygulamalarda yapay zekanın hataya açık olması, insan güvenliği açısından büyük risk taşımaktadır. Örneğin, bir otonom aracın kaza yapması durumunda sorumluluğun kime ait olduğu veya bir yapay zeka sisteminin kararları doğrultusunda oluşabilecek diğer riskler, çözülmesi gereken önemli etik ve hukuki meselelerdir. Yapay zekanın bu tür yüksek riskli alanlarda daha güvenilir ve etik ilkelere uygun bir şekilde geliştirilmesi için standartların oluşturulması gerekmektedir (Russell, 2020).

Yapay zekanın siber güvenlik alanındaki katkıları, siber tehditlerin tespiti ve önlenmesinde büyük bir fayda sağlamaktadır. Makine öğrenimi algoritmaları, alışılmadık davranışları tespit edebilir ve bu sayede siber saldırılara karşı savunma mekanizmalarını güçlendirebilir. Ancak yapay zekanın siber güvenlik alanında kullanılması, kötü amaçlı yazılımların gelişmesine ve daha karmaşık saldırı tekniklerinin ortaya çıkmasına da neden olabilmektedir. Örneğin, yapay zeka destekli kimlik avı ve şantaj saldırıları, daha kişiselleştirilmiş ve otomatik hale getirilebilir; bu durum,

siber güvenlik alanında yeni savunma stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Russell, 2020).

Yapay zekanın nihai hedeflerinden biri olan genel yapay zeka, insan seviyesinde bir zekaya sahip sistemlerin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Bu hedefe ulaşılması, bilimsel açıdan büyük bir başarı olarak kabul edilse de, beraberinde birçok etik ve toplumsal sorunu da getirebilir. genel yapay zeka sistemlerinin insan seviyesinde düşünme, öğrenme ve karar verme yeteneklerine sahip olması durumunda, bu teknolojilerin toplum üzerindeki etkileri derinlemesine tartışılmaktadır. Genel yapay zekanın toplum üzerindeki uzun vadeli etkilerini değerlendiren araştırmacılar, bu teknolojinin yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda etik ve sosyal sonuçlarının da dikkate alınması gerektiğini savunmaktadır. Yapay zeka alanındaki bu gelişmelerin sosyal düzeni nasıl etkileyeceği konusundaki belirsizlikler, toplumun bu teknolojilere uyum sağlama sürecini zorlaştırmaktadır (Russell, 2020).

Yapay zekanın güvenli ve yararlı bir şekilde geliştirilmesi, etik kurallara bağlı kalınmasını ve etkili bir yönetim sisteminin kurulmasını gerektirir. Yapay zeka teknolojisi yaratan her kurum, bu teknolojinin olumsuz etkilerini en aza indirme sorumluluğunu taşımaktadır. Bu bağlamda, araştırmacılar ve geliştiriciler, yapay zeka sistemlerinin potansiyel risklerini en aza indirmek için etik değerlere bağlı kalmalıdır. Çeşitli özel sektör kuruluşları, devlet kurumları ve sivil toplum örgütleri yapay zeka alanında etik standartlar geliştirmekte ve bu standartlara uygun olarak çalışmalarını sürdürmektedir. Yapay zeka teknolojisinin sorumlu bir şekilde kullanılması ve geliştirilmesi için oluşturulan bu etik ilkeler, teknolojinin topluma fayda sağlamasını güvence altına almayı amaçlamaktadır (Mittelstadt, 2019).

11.3. Gelecek Araştırmalar İçin Bazı Öneriler

Yapay zeka ve dijital teknolojilerin spor bilimlerinde daha etkili kullanımı için gelecekte yapılacak araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bölümde, spor bilimlerinde dijital dönüşüm ve yapay zeka teknolojilerinin gelecekteki araştırmalar için önerileri sunulacaktır. Sunulan öneriler, dijitalleşme ve yapa zekanın spor bilimlerine entegrasyonunu daha da ileriye taşımak için yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Araştırmamızın kapsamı çerçevesinde oluşturulan önerilerimiz aşağıdaki gibidir.

Öneriler;

- Yapay zeka teknolojisi, spor bilimlerinde atletik performans analizinde daha derinlemesine veri işleme imkânı sağlayarak antrenman süreçlerinin verimlilik doğrultusunda optimize edilmesini desteklemelidir.
- Dijital dönüşüm teknolojileri, sporcu sağlığının izlenmesi için geliştirilen giyilebilir teknolojilerin kullanımıyla sporcu sakatlıklarının önlenmesine yönelik çalışmalara entegre edilmelidir.
- Atletik performansının takibi için yapay zeka destekli algoritmalar kullanılarak bireyselleştirilmiş antrenman planları oluşturulmalıdır.
- Spor bilimlerinde yapay zeka uygulamaları, büyük veri analizinde daha öngörülebilir sonuçlar elde edilmesi için daha da geliştirilmelidir.
- Dijitalleşme, spor yönetiminde karar alma süreçlerini destekleyerek bu sistemlerin entegrasyonunu kolaylaştırarak antrenman verimliliği artırılmalıdır.
- Yapay zeka destekli simülasyon sistemleri, sporcuların performansını artırmak ve oyun stratejileri geliştirmek amacıyla daha sık bir şekilde kullanılmalıdır.
- Antrenman verimliliğini artırmak amacıyla yapay zeka destekli geri bildirim sistemleri, sporculara anında bilgi sağlayarak performanslarını optimize etmelidir.
- Spor bilimlerinde etik ihlallerin önlenmesi için, yapay zeka teknolojileri kullanılırken etik kurallar titizlikle gözetilmelidir.
- Dijital dönüşüm sayesinde, sporcu performansları sosyal medya ve dijital platformlar aracılığıyla daha doğru ve ayrıntılı analiz edilmelidir.
- Yapay zeka destekli görüntüleme ve analiz tekniklerinin yaygınlaştırılması, sporcu sakatlıklarının erken teşhis edilmesinde kritik bir rol oynamalıdır.
- Dijital dönüşüm, sporcuların motivasyon ve psikolojik durumları hakkında daha kapsamlı veri toplayarak bu alanlardaki araştırmaları zenginleştirmelidir.
- Spor bilimlerinde veri güvenliğini korumak adına, yapay zeka ve dijital teknolojiler kullanılırken siber güvenlik protokollerine azami dikkat gösterilmelidir.
- Sporcu performansını artırmak için yapay zeka tabanlı biyomekanik analizler kullanılarak, hareket kalıplarının optimizasyonuna yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

- Yapay zeka ile entegre edilen dijital dönüşüm teknolojileri, sporcuların beslenme alışkanlıklarının izlenmesi ve düzenlenmesinde etkin rol oynamalıdır.
- Fiziksel ve zihinsel yorgunluk ölçümünde, dijital ve yapay zeka destekli izleme sistemleri geliştirilip kullanılmalıdır.
- Dijital dönüşüm, spor organizasyonlarında operasyonel süreçlerin daha verimli bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunmalıdır.
- Yapay zeka, farklı veri setlerini karşılaştırarak sporcu performansındaki farklılıkları ortaya koymalıdır.
- Dijital dönüşüm ile spor bilimlerinde yapay zeka destekli eğitim programları geliştirilerek antrenörlerin teknoloji kullanım becerileri artırılmalıdır.
- Dijital dönüşüm, çevrimiçi eğitim platformlarının oluşturulmasına destek olarak spor bilimlerinin daha geniş kitlelere ulaşmasını sağlamalıdır.
- Yapay zeka tabanlı analizler, sporcuların fiziksel kapasitelerini belirlemekte ve bu doğrultuda özel antrenman programları oluşturmada etkili olmalıdır.
- Sporcuların performansını uzun vadeli izleyip gelişim süreçlerini analiz eden dijital dönüşüm teknolojileri, performans değerlendirmelerinde destek sağlamalıdır.
- Yapay zeka, spor müsabakalarında hakem kararlarının daha adil ve tutarlı olması için karar destek sistemleri olarak kullanılmalıdır.
- Antrenman ve maç öncesinde sporcuların yorgunluk seviyesini tahmin edebilmek amacıyla biyometrik veri analizinde yapay zeka sistemlerinden daha fazla yararlanılmalıdır.
- Dijital dönüşüm, fizik tedavi ve rehabilitasyon süreçlerini hızlandırmak için sanal gerçeklik ve yapay zeka destekli sistemlerle uyumlu hale getirilmeli gerekli entegrasyonları yapılmalıdır.
- Yapay zeka tabanlı oyun ve rakip analizi, antrenörler ve sporcular için stratejik karar alma sürecinde faydalı bir araç olarak kullanılmalıdır.
- Dijital platformlar ve yapay zeka teknolojileri, sporcu mentörlüğü ve koçluk hizmetlerinde kişiselleştirilmiş geri bildirim sağlayarak performans artışını desteklemelidir.
- Yapay zeka sistemleri, sporcuların psikolojik durumlarını analiz ederek stres ve anksiyetenin performans üzerindeki etkisini azaltmaya yönelik çözümler sunmalıdır.

- Sporcu sakatlıklarının önlenmesi amacıyla yapay zeka destekli risk değerlendirme modelleri geliştirilip yaygınlaştırılmalıdır.
- Dijital dönüşüm, sporcu ve antrenörlerin eğitim süreçlerini zenginleştirmek için yapay zeka destekli interaktif materyal ve simülasyonlarla desteklenmelidir.

Kaynaklar

- Akgöl, O. (2019). Spor endüstrisi ve dijitalleşme: Türkiye'deki espor yapılanması üzerine bir inceleme. *Trt Akademi*, 4(8), 206-224.
- Araújo, D., Couceiro, M., Seifert, L., Sarmiento, H., & Davids, K. (2021). *Artificial intelligence in sport performance analysis*. Routledge.
- Arslan, K. (2020). Eğitimde yapay Zeka ve uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71-88.
- Atasoy, B., Efe, M., & Tural, V. (2021). Towards the artificial intelligence management in sports. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS*, 7(3), 100-113.
- Baloğlu, Ö. Ö. Teknolojik bir dönüşüm olarak dijitalleşme kavramı ve etkileri. *Neşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 13(2), 1189-1210.
- Bartlett, R. (2006). Artificial intelligence in sports biomechanics: New dawn or false hope?. *Journal of sports science & medicine*, 5(4), 474.
- Beal, R., Norman, T. J., & Ramchurn, S. D. (2019). Artificial intelligence for team sports: a survey. *The Knowledge Engineering Review*, 34, e28.
- Chmait, N., & Westerbeek, H. (2021). Artificial intelligence and machine learning in sport research: An introduction for non-data scientists. *Frontiers in sports and active living*, 3, 682287.
- Claudino, J. G., Capanema, D. D. O., de Souza, T. V., Serrão, J. C., Machado Pereira, A. C., & Nassis, G. P. (2019). Current approaches to the use of artificial intelligence for injury risk assessment and performance prediction in team sports: a systematic review. *Sports medicine-open*, 5, 1-12.
- Du, Y., Li, Y., Chen, J., Hao, Y., & Liu, J. (2023). Edge computing-based digital management system of game events in the era of Internet of Things. *Journal of Cloud Computing*, 12(1), 44.

- Ehnold, P., Faß, E., Steinbach, D., & Schlesinger, T. (2020). Digitalization in organized sport—usage of digital instruments in voluntary sports clubs depending on club's goals and organizational capacity. *Sport, Business and Management: An International Journal*, 11(1), 28-53.
- Ermakov, A. V., Skarzhynskaya, E. N., & Novoselov, M. A. (2022). Digital transformation of professions in physical education and sport sector. *Theory and Practice of Physical Culture*, (3), 7-9.
- Ersöz, G., & Gökmen, A. M. (2023). Spor Yönetiminde Dijital Dönüşüm. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2), 398-420.
- Ersöz, B., & Özmen, M. (2020). Dijitalleşme ve bilişim teknolojilerinin çalışanlar üzerindeki etkileri. *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology*, 11(42), 170-179.
- Fu, X. (2020, June). The application of artificial intelligence technology in college physical education. In *2020 International Conference on Big Data, Artificial Intelligence and Internet of Things Engineering (ICBAIE)* (pp. 263-266). IEEE.
- Gaobin, Huan Nan, C., & Zhen Zhong, L. (2021). An artificial intelligence fuzzy system for improvement of physical education teaching method. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(2), 3595-3604.
- Ghosh, I., Ramasamy Ramamurthy, S., Chakma, A., & Roy, N. (2023). Sports analytics review: Artificial intelligence applications, emerging technologies, and algorithmic perspective. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 13(5), e1496.
- Hameed, H. A. (2020). Artificial Intelligence: What it Was, and What it Should Be?. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(6).
- Hoeber, L., Doherty, A., Hoeber, O., & Wolfe, R. (2015). The nature of innovation in community sport organizations. *European Sport Management Quarterly*, 15(5), 518-534.
- İşler, B., & Kılıç, M. (2021). Eğitimde Yapay Zeka Kullanımı ve Gelişimi. *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, 5(1), 1-11.

- Kittikumpanat, M. (2021). A conceptualized model of digital transformation for sport organization in Thailand. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(8), 2270-2276.
- Leaton Gray, S. (2020). Artificial intelligence in schools: Towards a democratic future. *London Review of Education*, 18(2), 163-177.
- Lee, H. S., & Lee, J. (2021). Applying artificial intelligence in physical education and future perspectives. *Sustainability*, 13(1), 351.
- Li, B., & Xu, X. (2021). Application of artificial intelligence in basketball sport. *Journal of Education, Health and Sport*, 11(7), 54-67.
- Liu, J., Wang, L., & Zhou, H. (2021a). The application of human-computer interaction technology fused with artificial intelligence in sports moving target detection education for college athlete. *Frontiers in Psychology*, 12, 677590.
- Liu, T., Wilczyńska, D., Lipowski, M., & Zhao, Z. (2021b). Optimization of a sports activity development model using artificial intelligence under new curriculum reform. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 9049.
- Loland, S. (2020). Technology in sport: Three ideal-typical views and their implications. In *The Ethics of Sports Technologies and Human Enhancement* (pp. 163-172). Routledge.
- Nadikattu, R. R. (2020). Implementation of new ways of artificial intelligence in sports. *Journal of Xidian University*, 14(5), 5983-5997.
- Nunes Rodrigues, A. C., Santos Pereira, A., Sousa Mendes, R. M., Araújo, A. G., Santos Couceiro, M., & Figueiredo, A. J. (2020). Using artificial intelligence for pattern recognition in a sports context. *Sensors*, 20(11), 3040.
- Pavitt, J., Braines, D., & Tomsett, R. (2021). Cognitive analysis in sports: Supporting match analysis and scouting through artificial intelligence. *Applied AI letters*, 2(1), e21.
- Pirim, A. G. H. (2006). Yapay Zeka. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 1(1), 81-93.

- Ramkumar, P. N., Luu, B. C., Haeberle, H. S., Karnuta, J. M., Nwachukwu, B. U., & Williams, R. J. (2022). Sports medicine and artificial intelligence: a primer. *The American Journal of Sports Medicine*, 50(4), 1166-1174.
- Reese, B. (2020). *The fourth age: Smart robots, conscious computers, and the future of humanity*. Atria Books.
- Rigamonti, L., Albrecht, U. V., Lutter, C., Tempel, M., Wolfarth, B., & Back, D. A. (2020). Potentials of digitalization in sports medicine: a narrative review. *Current sports medicine reports*, 19(4), 157-163.
- Russell, S., Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th Edition) (Pearson Series in Artificial Intelligence)
- Sadiku, M. N., Musa, S. M., & Chukwu, U. C. (2022). *Artificial intelligence in education*. iUniverse.
- Wei, S., Huang, P., Li, R., Liu, Z., & Zou, Y. (2021). Exploring the application of artificial intelligence in sports training: a case study approach. *Complexity*, 2021(1), 4658937.
- Yan Ru, L. (2021). An artificial intelligence and machine vision based evaluation of physical education teaching. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(2), 3559-3569.
- Yang, D., Oh, E. S., & Wang, Y. (2020). Hybrid physical education teaching and curriculum design based on a voice interactive artificial intelligence educational robot. *Sustainability*, 12(19), 8000.
- Zhang, J., & Li, D. (2021, August). The application of artificial intelligence technology in sports competition. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1992, No. 4, p. 042006). IOP Publishing.
- Zhang, H., & Zhu, J. (2022). Practicability of sports goods in the sports field based on artificial intelligence technology. *Mobile Information Systems*, 2022(1), 4964894.
- Zhang, B., Jin, H., & Duan, X. (2022). Physical education movement and comprehensive health quality intervention under the background of artificial intelligence. *Frontiers in Public Health*, 10, 947731.

- Zhao, Z., Liu, X., & She, X. (2021). Artificial intelligence based tracking model for functional sports training goals in competitive sports. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(2), 3347-3359.
- Zhong, S. (2022). Application of Artificial Intelligence and Big Data Technology in Basketball Sports Training. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022(1), 8424303.