

**Derleme / Review**

**ENDÜSTRİ 5.0'DA SPOR**

**Damla ÖZSOY<sup>1</sup>, Yaren ÖZSOY<sup>2</sup>, Ozan KARAKUŞ<sup>3</sup>**

**ÖZET**

Bu çalışma, spor endüstrisinde yapay zeka teknolojisinin kullanımı hakkında bilgi vermek, teknolojik gelişmelerin spor endüstrisindeki etkilerini, spor mühendisliği kavramını ve önemini açıklamayı amaçlanmıştır. Teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte spor sektöründe yeni uygulamaların, ürünlerin ve hizmetlerin geliştirilmesini sağlamıştır. Spor endüstrisinde yapay zeka teknolojileri özellikle antrenmanların yönetiminde etkili bir araç olarak kullanılarak çok önemli gelişmelere yol açmıştır. Sporcu performansının gelişiminde kullanımı, izleyicilerin deneyimlerini geliştirmek ve spor haberlerini daha etkili bir şekilde paylaşmak, spor kulüplerinin kararlarını desteklemek, spor müsabakalarının yönetilmesini sağlamak için kullanılmaktadır. Tüm bunlarla birlikte, spor kararlarının verilmesinde önemli bir rol oynayarak, yöneticilerin ve takım üyelerinin daha iyi kararlar almalarına yardımcı olmaktadır. Yapay zeka sayesinde sporda daha verimli, daha güvenli ve daha sağlıklı bir yarışma ortamı oluşturulabilmektedir. Spor mühendisliği çalışma alanıyla, sporcuların daha iyi performans göstermelerine ve spor için daha iyi çözümler bulmalarına yardımcı olan teknolojiler geliştirilmiştir. Tüm gelişmelerin ışığında, bu çalışmada spor endüstrisinde yapay zeka teknolojilerinin uygulamaları, spor mühendisliği konularına yönelik uygulamalar konusunda bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Spor Endüstrisi, Spor Mühendisliği, Yapay Zeka

**SPORTS IN INDUSTRY 5.0**

**ABSTRACT**

This study aims to give information about the use of artificial intelligence technology in the sports industry, to explain the effects of technological developments in the sports industry, the concept and importance of sports engineering. With the rapid development of technology, it has enabled the development of new applications, products and services in the sports sector. In the sports industry, artificial intelligence technologies have led to very important developments, especially by using them as an effective tool in the management of training. Its use in the development of athlete performance is used to improve the experience of the audience and to share sports news more effectively, to support the decisions of sports clubs, and to manage sports competitions. Along with all this, it plays an important role in making sports decisions, helping managers and team members make better decisions. Thanks to artificial intelligence, a more efficient, safer and healthier competition environment can be created in sports. With the sports engineering field of study, technologies have been developed that help athletes perform better and find better solutions for sports. In the light of all the developments, in this study, it has been tried to give information about the applications of artificial intelligence technologies in the sports industry and applications for sports engineering.

**Keywords:** Sports Industry, Sports Engineering, Artificial Intelligence

<sup>1</sup> Yalova Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Yalova/TÜRKİYE. damla.ozsoy@yalova.edu.tr  
ORCID iD: 0000-0002-1879-9370

<sup>2</sup> Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Edirne/TÜRKİYE. yarenozsoy@gmail.com  
ORCID iD: 0000-0002-0811-5748

<sup>3</sup> Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, İstanbul/TÜRKİYE.  
ozankarokus1986@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-9484-7285

## 1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerin ülkeleri büyük bir rekabete sürüklemesiyle ülkeler sahip oldukları teknolojik imkanlarını geliştirebilmiştir. İnsanların yaşam kalitelerinde artış sağlamak istekleri de teknolojiye gelişmeleri hızlandırarak, teknoloji kullanımının zorunluluğa dönüşmesine yol açmıştır (Meral ve Çolak, 2002). Dünya çapında önemli bir endüstri olarak yer alan sporun dünyada meydana gelen gelişmelerden etkilendiği görülmektedir (Kula, 2022).

Teknolojik gelişmelerden spor sektörünü de etkilenmiştir. Futboldan bilgisayar oyunlarına, giyilebilir spor teknolojisi ürünlerinden akıllı stadyumlara kadar pek çok ürün ve hizmet Endüstri 4.0 teknolojisi ile geliştirilip pazarlanmıştır (Tekin ve Karakuş, 2018). İnsan odaklılığın, dayanıklılığın ve sürdürülebilirliğin önemi göz önüne alındığında ortaya çıkan Endüstri 5.0 kavramı, teknoloji odaklı Endüstri 4.0'ın araştırma sınırlarını hem insanlar hem de teknolojiler tarafından yönlendirilen akıllı ve uyumlu bir sosyo-ekonomik geçişe doğru ilerletmiştir (Jafari, 2022).

Yapay zeka algoritmaları, bilgisayar biliminin çeşitli dallarını kapsamaktadır. Bazı örnekleri ise tahmine dayalı sistemler, çıkarım ve veri analitiğidir. Zamanla makine öğrenmesi algoritmaları ve yapay sinir ağlarının gelişmesiyle birçok alanda insanlardan daha iyi performans göstermektedir. (Steinberg, 2017). Bilgisayarların başarılı geldiği alanlardan biri tahminlerdir, örneğin birçok kişi bu aracı spor sonuçlarını tahmin etmek için kullanmaktadır. Spor, sonuçlarının pek çok sayıda özelliğe sahip olmasından dolayı insanların tüm özellikleri göz önünde bulundurması ve bir spor karşılaşmasını yüksek doğrulukla tahmin etmesi zordur. Bu durumlarda, tüm verilerle başa çıkmak için yüksek performanslı bir tekniğe ihtiyaç duyulur. Bu ihtiyaçtan kaynaklı Yapay Zekanın kullanımına gerek duyulmaktadır. Bu teknolojiye muazzam ilerlemeler, son derece yararlı sonuçlar çıkarmak için büyük veriyi işlemeyi mümkün kılmaktadır (Fialho vd., 2019).

Sporun bilimsel profilinin yükselmesinin birkaç nedeni vardır. Sporun aşırı rekabetçi dünyası, sporcuları ve antrenörleri mevcut en iyi antrenman yöntemlerini aramaya yönlendirmektedir. Kulüpler, dernekler ve hatta hükümetler, yalnızca eğitimi değil aynı zamanda ekipmanı da iyileştiren bilimsel araştırmalara harcamalar yapmaktadır. Bilim, kazanmanın ve kaybetmenin milimetrelere veya saniyenin binde birine inebildiği Olimpiyat etkinliklerinde fark yaratabilmektedir (Goff, 2013).

## 2. SPOR MÜHENDİSLİĞİ

Spor mühendisliği kavramı, başlangıçta 1990'larda Japonya'da bir dizi konferansın başlatılmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu kavram, sporcular tarafından performanslarını artırmak için kullanılan harici cihazların tasarımı, geliştirilmesi ve araştırılması anlamına gelmektedir. 1. ve 2. Uluslararası Spor Mühendisliği Konferansları sırasıyla 1996 ve 1998 yıllarında Sheffield, İngiltere'de yapılmıştır. 3. konferans 2000'de Sidney'de gerçekleştirilmiştir. Konferanslardan yeni bir dernek olan "Uluslararası Spor Mühendisliği Derneği (ISEA)" meydana gelmiştir. ISEA'in amaçlarından biri, spor mühendisliği

araştırmalarını koordine etmek ve küresel bir tartışma forumu olarak hareket etmektir (Haake, 1999). Spor mühendisliği çalışma alanındaki artış sebebinin spora katılımın artması ve ekipman üreticilerinin elde edeceği maddi kazanç olması daha olası görülmektedir (SGMA,1997).

Tüm bunların doğrultusunda spor mühendisliği, spor endüstrisinin gelişimi ve modernizasyonu için büyük önem taşımaktadır. Spor mühendisliği, spor ürünlerinin tasarımı ve geliştirilmesi, antrenman programlarının tasarlanması ve uygulanması, spor tesislerinin tasarımı ve planlanması, spor malzemelerinin üretimi ve kalitesinin kontrolü, spor yönetimi ve organizasyonu, spor ticaretinin yönetimi, spor risk yönetimi ve sigortacılığı, spor kazalarının önlenmesi, sporun çevresel etkisini incelemek, sporun etkisini incelemek ve değerlendirmek, spor kültürünün geliştirilmesi, spor yaralanmalarının önlenmesi, spor kulüplerinin yönetimi, spor etkinliklerinin organizasyonu, spor turizminin yönetimi ve spor alanlarının verimliliğini artırmak gibi pek çok alanı kapsamaktadır. Bu alanlarda uzmanlaşmış spor mühendisleri, spor endüstrisinin gelişimine ve modernizasyonuna büyük katkı sağlamaktadır.

Yapay zeka ile spor mühendisliğinde atletlerin performanslarını analiz etmek, antrenman programları oluşturmak ve antrenman verimliliğini artırmak için kullanılmaktadır. Yapay zeka, atletlerin performanslarını ölçmek ve antrenman programlarını optimize etmek için veri toplama, analiz etme ve öngörme özellikleri için kullanılmıştır. Ayrıca, yapay zekanın yardımıyla, spor mühendisleri, atletlerin fiziksel, davranışsal ve psikolojik özelliklerini daha iyi anlayabilirler. Buna ek olarak, yapay zeka, atletlerin antrenman süreçlerini izlemek ve takip etmek için kullanılabilir. Derin öğrenme Yapay Zekanın bir alt dalı olup büyük veriden öznitelik çıkarılarak, atletlerin performansını ölçmek ve antrenman programlarını optimize etmek için kullanılan çok sayıda algoritmaya dayanmaktadır. Böylece derin öğrenme, spor mühendisliğinde atletlerin performansını ölçmek, antrenman programlarını optimize etmek ve antrenman verimliliğini artırmak için kullanılmaktadır.

### 3. SPOR ENDÜSTRİSİNDE YAPAY ZEKA TEKNOLOJİSİ

Yapay zeka kavramı ilk Dartmouth konferansında Mc Carthy tarafından ifade edilmiştir. Bu kavramda aynı insanlar gibi düşünebilen, insanların hareketlerini taklit eden, insanın sahip olduğu bilişsel yeteneklere toplu olarak sahip olan makine tasarlama fikri ile yapay zeka çalışmalarının temeli atılmıştır (Gürer ve Akçınar, 2022).

Makinelerin aracılığıyla insana özgü akıl ve hareket etme özelliklerinin taklit edilmesi ve de taklit yeteneklerinin geliştirilmesi tanımları da yer almaktadır (Doğan, 2002).

Yapay zeka, bilgisayar ya da bilgisayar destekli makinelerin insana özgü olan nitelikleri; “çözüm yolu bulma, anlama, bir mana çıkartma, genelleme ve geçmişteki deneyimlerinden öğrenme” gibi yüksek bir mantıksal süreçle ilgili görevleri yerine getirme yeteneği olarak tanımlanmıştır (Nabiyev, 2012). Temelde bu teknolojiye makinelerin öğrenebildiği ve öğrendiği bilgiyi en doğru biçimde ortaya koyabildiğini ifade

edilmektedir. Bunun yanı sıra bazı uygulamaların öğrenmediği bilgi üzerine de yorum yapabildiği tespit edilmiştir (Öztürk ve Şahin, 2018).

Teknolojik gelişmelerin yaşamın her alanı etkilediği görülmekteyken spor endüstrisi üzerinde de önemli etkileri görülmüştür. Spor teknolojileri son yıllarda oldukça artış göstermektedir. Yapay zeka teknolojilerinden faydalanılarak yetenek seçiminde spora yönlendirme, performans analizleri, rakip oyuncuların ve takımların analizleri, müsabakarın ve lig sonuçlarına dair tahminlerin elde edilmesi gibi konularda bu teknolojiler kullanılmaktadır (Gürer ve Akçınar, 2022).

Sporda yapay zeka uygulamalarının: Fiziksel, fizyolojik, davranışsal olarak; verilerin yorumlanıp analiz edilmesi, bu analizler sonucunda da anlamlı sonuçlar elde etmek amacıyla geliştirilmiş yazılımlardır (Gürer ve Akçınar, 2022).

Ayrıca yapay zekanın otomasyon alanında gösterdiği başarı sayesinde yeni nesil spor gazeteciliği çağı başlamaktadır. Associated Press, Küçükler beyzbol ligi (Milb) medya satış alanını genişletmeyi hedefleyerek Utomated Insights'la çalışmaya başlamıştır. Bu platform Automated Insight tarafından geliştirilmiştir. Bu platformda Küçükler Beyzbol Ligi'ne dair maç skorlarının, lig puan durumunun, oyuncu bilgilerin anlatımı sağlanmıştır. Sonuç olarak, Associated Press, Automated Insight platformu sayesinde analizler ve raporlama kapasitesi de artmıştır (Pehlivan, 2018).

#### • Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik teknolojisi gerçek dünyayı simüle edebilen bilgisayar donanımı, yazılımı ve sanal dünya entegrasyon teknolojisi sayesinde daha da mükemmel hale gelmektedir. Sanal gerçeklik teknolojisi spor bilimleri alanlarında uygulanmaktadır ve yarışma sporlarının gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Wang, 2012).

Spor bilimlerinde de uygulamaları artan sanal gerçeklik, kişinin duygusunu manipüle edip fiziksel olarak ortamın içerisinde hissetmesini sağlayabilen üç boyutlu teknolojiyi kullanan bir araçtır. Öncesinden planlanıp oluşturulan seneryoların üç boyuta taşınıp, kask, gözlük, ve sensörler gibi araçlarla kullanıcıların gerçekleştirdiği hareketleri takip etmektedir. Bu doğrultuda sanal platform içerisinde kişilerin gezmesi, keşfetmesi ve etkileşim kurması sağlanmaktadır. Duygusal uyarılarla birlikte gerçek zamanlı bilgisayar görüntülerinin birleştirilmesini gerçekleştirerek sanal dünyayla iletişim kurulmasını sağlamaktadır (Hale vd.,1998). Bu doğrultuda sanal gerçeklik şu faktörlerle tanımlanmaktadır:

- İşitsel, görsel ya da diğer uyarılar aracılığıyla kullanılabilen,
- Uyarın sayısında artışla gerçeklik hissini arttırabilen,
- Kullananların gerçekleştirdikleri hareket ve pozisyonları esnasında hissettikleri algıları değiştirebilmekte ve duyu organlarına gönderim yaptığı ger bildirimlerle zihinsel şekilde, yaratılmış olan sanal ortamda interaktif simülasyon sayesinde yaratılmış olan ortamdır (Sherman vd., 2018).

- **Exergame Uygulamaları**

1980 yıllarına dek varlığı uzanan aktif video oyunlarıdır. Genel sağlığı ve fiziksel aktiviteyi geliştirme ve de rehabilite hedefi doğrultusunda kullanıldığı için, exergame uygulamalarının kullanımı son 15 yıl içerisinde artış göstermiştir (Gao vd., 2015). Exergamede hareket etmeden geleneksel video oyunlarından farklı olarak, ekranda olan görüntüyle etkileşime geçilerek, fiziksel hareket edilerek oynama gerçekleşmektedir (Thivel ve O'Malley, 2016).

- **Derin Öğrenme**

Yapay zekanın bir alt dallarından biri derin öğrenmedir. Yapay sinir ağları ile üzerinde çalıştırılarak geliştirilmiş olan derin öğrenme yöntemleri genel olarak birden fazla gizli katmana ve nörona sahip yapıdadırlar. (Ravi vd., 2016).

Derin öğrenme çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanarak nesne ve konuşma tanıma, doğal dil işleme gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Derin öğrenme yapay zekanın bir alt kümesi olan makine öğrenmesinin de alt kümesidir. Makine öğrenmesi yöntemlerinde kural setleri tanımlanarak eğitim gerçekleştirilirken derin öğrenmede bu kural tanımları yapılmamaktadır. Verilen verilerden öznelikler otomatik olarak öğrenilmektedir (Yılmaz ve Yayın, 2021).

Endüstriyel yapıda meydana gelen gelişmeler akıllı sistemlerin kullanımı ile potansiyel kaynakların kullanımında sahip olunan bilgide aktifliğinin artması etkili kullanımını arttırmaktadır. Gün geçtikçe müşteri odak noktası olmuştur ve etkili kullanımda artış meydana gelmiştir. Yapay zeka teknolojisi, analiz, raporlama, otomasyon ve pek çok alanda endüstriyel gelişime katkıda bulunmuştur. Yapay zeka teknolojisi sayesinde endüstrilerin ilerlemesi de artmaktadır. Günümüzde pek çok endüstri alanına değer katmış olan yapay zeka teknolojisi çeşitli alanlarda marka ve müşteri deneyimini geliştirmiştir ve son 5 yıldır spor endüstrisinde de oldukça önemli ve büyük gelişmelere olanak sağlamıştır. Spor endüstrisinde meydana gelen değişimler ve alandaki çalışmalarda yapay zeka teknolojilerinin kullanımlar yer almaya başlamıştır. (Pehlivan, 2018).

Chatbotlar; spor kuruluşu, takımı, canlı oyunların bilgileri, takımların istatistikleri ve de arena (spor salonu, stadyum) lojistiği gibi konulara yönelik taraftar sorularını cevaplayan yapay zeka asistanlarının kullanımı. Seyircilerin gerçek zamanlı olarak takım ve de sporculara dair bilgi edinmeleri onların müsabaka sürecindeki atmosferden başka bir boyuta geçmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, bu platformla "Ne, Nerede, Ne Durumda" gibi soruların cevaplarına erişim de sağlanabilmektedir (Pehlivan, 2018).

Giyilebilir teknolojiler; cihazların, aksesuarların veya kıyafetlerin bir parçası olarak vücuda giyilebilen, kablosuz iletişim yeteneğine sahip küçük elektronik ve mobil cihazlardır. Giyilebilir cihazlara dahil edilen sensörler, yapay zeka (AI) sistemleri tarafından işlenebilen ve analiz edilebilen geniş bir veri yelpazesinin toplanmasını sağlamaktadır. Genellikle sensörleri içeren mekanik cihazlardır. Küresel

giyilebilir teknoloji pazarının büyüklüğü 2020'de 40,65 milyar ABD Doları değerini göstermiştir ve 2028'den önce %13,8 daha artması beklenmektedir (Chidambaram vd., 2022).

Sporda giyilebilir cihazların birincil kullanıcı tabanını, başlangıçta performanslarını artırmak ve sahada yaralanmalardan kaçınmak için elit sporcular oluşturmuştur (Bailey, 2017). Daha yakın zamanlarda ise, sporda giyilebilir ürünlerin günlük aktivitelerini takip etmek isteyen sağlık bilincine sahip tüketiciler tarafından yaygın bir şekilde kullanımı görülmektedir (Cruyff Institute, 2017; Bailey, 2017). Fitness ve sağlık konusundaki farkındalığın artması, sporda giyilebilir ürünlerin büyümesine ve popüleritesine yol açmıştır; bir pazar araştırması raporuna göre, küresel sporda giyilebilir pazarının 2014 ile 2021 arasında yüzde 23,11'lik bileşik yıllık büyüme oranıyla 2014'te 3,5 milyar ABD dolarından 2021'de 15 milyar ABD dolarına çıkacağı tahmin ediliyor (WinterGreen Research, 2015). Spor giyilebilir ürünlere yönelik aşırı talep nedeniyle, yalnızca giyilebilir teknoloji şirketleri değil, aynı zamanda geleneksel spor ekipmanı şirketleri de bilgi ve iletişim teknolojisi (ICT) tabanlı spor giyilebilir ürünler geliştirmektedir (Hobbs, 2016); örnekler arasında Nike+ FuelBand, Adidas Fit Smart ve Under Armour Band yer almaktadır (Kim vd., 2019).

- **Giyilebilir Yapay Zeka Teknolojisi**

Giyilebilir teknolojilerin gelişmesiyle birlikte spor alanında giyilebilir cihazlar insanların egzersiz yapma ve zindeliklerini ve sağlıklarını izleme biçimlerinde devrim yaratmıştır. Genel olarak ana işlevleriyle giyilebilir spor ürünleri, fiziksel aktiviteleri izlemek ve verileri kaydetmek için sensörler kullanan cihazlardır (Stein, 2014). Çoğu giyilebilir teknolojiye sahip spor ürününde egzersiz planları sunan, fitness aktivite takibine yardımcı olan, sağlık ve fitness ile ilgili verileri toplayan ve işleyen ve kullanıcıların performansı hakkında geri bildirim sağlayan yerleşik veya ilişkili mobil uygulamalar bulunmaktadır (Lee vd., 2016; Gee vd., 2015; Swan, 2012; Lunney vd., 2016). Giyilebilir teknolojideki cihaz markaları; yürüme adımları, koşma mesafesi, kalori tüketimi, kalp atışı ve uyku kalitesi gibi fitness ile ilgili metrikleri izlemek ve takip etmek için mobil uygulamalarla fitness bantlarını piyasaya sürmüştür. Bu veriler, kullanıcıların sağlıklarını ve zindeliklerini gözden geçirmelerine ve egzersiz aktiviteleri ile kalori tüketimi için hedefler belirlemelerine olanak tanıyan daha bütünleştirici Fitbit akıllı telefon uygulamasına aktarılmaktadır. Bunlar, kullanıcıların sağlıklı kalmasına, aktif olmasına ve yaşam kalitesini artırmasına yardımcı olabilmektedir (Kim vd., 2019).

Bu teknolojiler, bir sporcunun hareketinin farklı bileşenlerini ölçmek ve sporcunun vücudu ile spor ekipmanı arasındaki ilişkiyi keşfetmek için benimsenmiştir. Örneğin atalet sensörleri ile ilgili birkaç kinematik ve kinetik parametre tahmin edilebilmekteyken, (Adesida vd., 2019; Taborri vd., 2020) hareketin diğer özellikleri ise pedometreler (Li vd., 2016), GPS (Fliess-Douer, 2016; Liv d., 2016) ve konum veri kaydedicileri (Fliess-Douer, 2016) tarafından ölçülmektedir. Antrenman sırasında atlet hareketi yoluyla uygulanan kuvvet çıkışı, farklı tipte kuvvet sensörleri tarafından da ölçülebilir (Fliess-Douer, 2016, Taborri vd., 2020). Kalp atış hızı sensörleri, kablosuz elektromiyografi (EMG) cihazları ve



taşınabilir metabolimetreler gibi diğer giyilebilir sensörler, birçok farklı koşulda fizyolojik parametrelerin ölçülmesine ve izlenmesine olanak tanımaktadır Taborri vd., 2020, Lynn vd., 2018, McLaughlin vd., 2001). Spor uygulamalarında kullanılan atalet sensörleri boyut olarak küçük, hafif ve nispeten uygun fiyatlı giyilebilir cihazların gerçekleştirilmesine izin veren mikroelektromekanik sistem (MEMS) teknolojisine dayanmaktadır. Bu MEMS sensörleri genellikle bir atalet ölçüm biriminde (IMU) birleştirilen bir, iki veya üç algılama eksenine sahip ivmeölçerlere ve jiroskoplara atıfta bulunmaktadır. Genel olarak bir 3D manyetometre de dahildir; bu durumda, manyeto-atalet ölçüm birimi (MIMU) terimi yaygın olarak kullanılmaktadır (Camomilla vd., 2018). Bir ivmeölçer, yerçekimi ivmesi de dahil olmak üzere hassas eksenini boyunca ivmeyi ölçmektedir. Belirli bir yönde doğrusal ivmeyi ölçebilir ve yarı statik koşullarda sensör eğimini yerçekimine göre değerlendirebilir. Ayrıca bir kişinin hareket ettiğinde, harekete bağlı olarak farklı hızlanma kalıplarının ölçülmesine olanak tanımaktadır. Bu nedenle, ivmeölçer sinyalinin özelliklerinin analiz edilmesi, örneğin hareket tipinin belirlenmesinde, özelliklerinin analiz edilmesinde veya hareket paternindeki patolojik değişimin saptanmasında yardımcı olabilmektedir (Mannini vd., 2013 Mannini vd., 2016; Bergamini vd., 2014).

Son zamanlarda yapılan iki incelemenin sonuçlarından (Adesida vd., 2019, Taborri vd., 2020); atalet ve EMG sensörlerinin spor biyomekaniğinde en yaygın kullanılan giyilebilir sensörler olduğu ortaya çıkmıştır.

Giyilebilir teknolojinin spor endüstrisinde, sporcunun bireysel ihtiyaçlarını karşılamak için ekipmanın özelleştirilmesini destekleme konusunda performansa katkı sağlayan umut verici çalışmalar olduğunu göstermektedir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Spor endüstrisi, ülkelerin ekonomik, sosyal ve kültürel gelişimlerinin bir parçasıdır. Endüstri 5.0'da, sporun önemi daha da artmıştır. Teknolojik gelişmeler, spor kültürünün daha geniş çevrelerde sunulmasını ve bilgi paylaşımının artmasını sağlamıştır. Endüstri 5.0 teknolojilerinin kullanımı spor endüstrisinin daha verimli hale gelmesine yardımcı olacaktır.

Yapay zeka teknolojilerinin spor bilimlerinde pek çok gelişime katkı sağladığı görülmektedir. Örneğin; spor endüstrisindeki yapay zeka uygulamalarında, hareket analizleri alanında yürütülen çalışmada yapay zeka tabanından oluşan sistemlerin EMG verileri olmaksızın kas kuvvetini tahmin edilebileceği sonucuna varılmıştır (Kılıç vd., 2021). Yine ilgili literatürde makine öğrenme yöntemleri kullanılarak insan aktivitesinin tanımlanmasında, hareket tanımlama özelliğiyle %90 oranına sahip başarılı sonuç elde edilmiştir (Özkaya vd., 2021). Sporda yapay zeka uygulamalarıyla, makine öğrenmesi yöntemi kullanılmış ve müsabaka sonuçlarının tahminine yönelik yapılan araştırmalarda ise maç sonucu %84 oranında doğru tahmin edilmiştir (Çene, 2022). Başka bir araştırma sonucu sporcu yaralanmalarının riskleri verilerle tespit edilip, önlemek adına sistem geliştirilmesi sağlanmıştır (Naglah vd., 2018).

Günümüzde telefon, televizyon ve sanal gerçeklik formlarıyla exergame uygulamalarının yer aldığı görülmektedir. Kapalı alanda, ev ortamında, AVM gibi ortamlarda gerçekleşebiliyor olması nedeniyle bu uygulamalara ulaşım kolaylaşmaktadır. İlgili literatürde çocuklarda ve ergenlerde günümüzün sorunu olan Tv ve de oturma sürelerinin önüne geçtiği, fiziksel aktivite seviyesini olumlu etkilediği sonucu elde edilmiştir (Güler, 2022). Deneysel olarak yürütülen bir çalışmada 10 dakika süren Xbox Kinect (oyun;river rush) uygulaması etkisinin kişinin koşu bandındaki yürüyüşüne eş değer olduğu sonucu elde edilmiştir (Tietjen vd., 2019). Bunun yanı sıra,yine deneysel olarak yürütülen bir çalışmada fiziksel açıdan aktiflik göstermeyen kişilerin “Pokemon GO exergame uygulamasıyla” fiziksel aktivitesini artırması yönünde teşvik edebileceğinin sonucu elde edilmiştir (Beach vd., 2021). Üniversite öğrencileri üzerine yapılan bir araştırma sonucunda ise 2 haftalık süre zarfında 30dk exergame uygulamalarından birisine katılanların hem mutluluk seviyesini koruma hem de kilo kontrolünde ilişkisi olduğu sonucu elde edilmiştir (Nguyen vd., 2018).

Giyilebilir teknolojiler olan akıllı saatler, fitness sektöründeki tüketicilerde sağlık ve zindelik durumunu izleme ve takip etmede büyük ilgi görmüştür. Bunun yanı sıra ilgili literatürdeki araştırmaların frekans, yoğunluk ve zaman (FIT) değerleriyle giyilebilir izleme cihazlarının kullanımları arasında pozitif yönde bağlantıların olduğu öne sürülmüştür (Barbee, 2017; McFadden ve Li, 2019; Soltani ve Morice, 2020).

Tüm bu uygulamaların yer aldığı spor mühendisliği; spor endüstrisinde kullanılan yapay zeka teknolojilerinin ve diğer analitik teknolojilerin temel prensiplerini ve uygulamalarını içermektedir. Bu alan, çevrimiçi spor haberleri ve analizlerinin geliştirilmesi, veri toplama ve işleme, veri madenciliği, tahminler ve öngörüler gibi alanlarda uzmanlık gerektirmektedir. Spor mühendisliği, daha iyi spor performansının elde edilmesi için sporcuların ve antrenörlerin çalışmalarının disiplinli bir şekilde optimize edilmesini sağlayan bir bilim dalıdır. Spor mühendisliği sporcuların yeteneklerini geliştirmesine yardımcı olan ve performanslarını artırmaya yönelik teknikleri optimize etmeyi hedefleyen bir disiplin olarak tanımlanabilir. Bu nedenle spor mühendisliği spor endüstrisinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Spor mühendisliği konforlu, performanslı ve güvenli ekipmanların tasarımından çoklu etkinlik programlarının planlanmasına kadar, spor endüstrisinin çeşitli alanlarında kullanılmaktadır. Spor mühendisliği, spor endüstrisinde birçok farklı alanda faaliyet gösteren bir meslek dalıdır. Bu alanlardan bazıları şunlar olarak özetlenebilir:

- \* Spor giyim tasarımı ve üretimi
- \* Spor ayakkabı ve aksesuarları tasarımı ve üretimi
- \* Spor ekipmanlarının tasarımı ve üretimi
- \* Spor antrenmanı planlaması ve uygulaması
- \* Kişiyeye özel antrenman programları oluşturma
- \* Spor hareketlerinin analizi ve izlenmesi



Spor mühendisliği, sporcuların daha iyi performansını elde etmek için kullanılan teknolojileri geliştirmek ve bunların kullanımını optimize etmek amacıyla kullanılır. Spor mühendisliği giyim, beslenme, antrenman, teknik ve taktikler gibi konularda araştırmalar yaparak sporcuların performanslarını arttırmak üzere geliştirilen teknolojileri geliştirmek için kullanılır. Ayrıca spor mühendisliği antrenman programlarının planlanması, hareket analizi, performans değerlendirmesi ve sportif-psikolojik danışma gibi konularda da kullanılabilir.

Yapay zeka, çeşitli fiziksel ve mental parametreleri ölçmek ve analiz etmek için kullanılacak ölçüm sistemleri geliştirmektedir. Örneğin, antrenman programlarının belirlenmesinde kullanılan sensörler, çeşitli fiziksel ve mental performans ölçümleri sunmaktadır. Böylece antrenman programlarının sporcuya özel olarak özelleştirilmesi mümkün olmaktadır. Sporcuların performanslarının değerlendirilmesi için kullanılacak çeşitli modeller geliştirebilmektedir. Bu modeller özellikle oyun sırasında, oyuncu hareketlerinin incelenmesi ve performansının optimize edilmesi için kullanılabilir. Bu özellikle takım sporlarında takım performansını arttırmak için kullanılan kritik bir araç olma niteliği taşımaktadır. Ayrıca derin öğrenme yöntemi ile sporda antrenman programlarının nasıl optimize edileceğini, sporda kullanılan ekipmanların nasıl geliştirileceğini, sporcunun performansını nasıl arttırabileceğini, müsabakalara ve idmanlara nasıl hazırlanacağını ve daha birçok konuda makine öğrenmesi tekniklerini kullanarak çözümler oluşturmak için kullanılabilir.

Yapay zeka teknolojileri, spor endüstrisinde etkileyici bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, derin öğrenme teknikleri ile profesyonel spor takımlarının performanslarını ve taktiklerini optimize etmek için kullanılabilir. Takımların verileri ve stratejileri kullanarak takımların performanslarını optimize etmek için derin öğrenme algoritmaları ile performanslarını geliştirmek için takımların kendi kullanıcı verilerini öğrenmesi ve analiz etmesi için kullanılabilir. Ayrıca verileri analiz etmek ve sporcuların performanslarını izlemek için veri analizi yöntemleri, makine öğrenmesi algoritmaları ve derin öğrenme yöntemleri kullanılabilir. Bu yöntemler, sporcuların performanslarının ve takımların stratejilerinin daha iyi anlaşılmasına ve incelenmesine yardımcı olabilir. Teknolojiler aynı zamanda takımların ve sporcuların daha verimli çalışmasına ve daha iyi performans sergilemesine yardımcı olabilir. Bu teknolojiler aynı zamanda sporcuların takımlar arasındaki etkileşimleri ve takımların performanslarını optimize etmek için de kullanılabilir.

Yapay zeka teknolojileri, spordaki çeşitli konularda araştırma yapan bilim insanlarına ve antrenörlere çok büyük bir avantaj sağlayabilir. Yapay zeka konusunda çeşitli veri kaynaklarını derleyip arşivleyebilir ve bu verileri kullanarak sporcu performansını değerlendirmek, öngörülemez olan faktörleri analiz etmek ve antrenman programlarını optimize etmek için kullanılabilir. Böylece spor bilimcileri sporcu performansını en üst düzeye çıkarmak için daha etkin bir şekilde çalışabilirler.

## KAYNAKLAR

- Adesida, Y., Papi, E., & McGregor, A. H. (2019). Exploring the Role of Wearable Technology In Sport Kinematics and Kinetics: A Systematic Review. *Sensors*, 19(7), 1597.
- Bailey, D. (2017). Wearable Technology Is Leading a Sports, and Healthcare, Revolution. Available at: <https://sponsored.bostonglobe.com/future-forward/wearable-technology-sports-and-healthcare-revolution/> (Accessed April 26, 2017).
- Barbee, S. S. (2017). Integrative Technology-Enhanced Physical Education: An Exploratory Study with Elementary School Students. Proquest LLC.
- Beach, C., Montoye, A. H. & Steeves, J. A. (2021). Differences in Physical Activity During Walking and Two Pokémon Go Playing Styles. *Games for Health Journal*, 10(2), 130-138.
- Bergamini, E., Ligorio, G., Summa, A., Vannozzi, G., Cappozzo, A., & Sabatini, A. M. (2014). Estimating Orientation Using Magnetic and Inertial Sensors and Different Sensor Fusion Approaches: Accuracy Assessment in Manual and Locomotion Tasks. *Sensors*, 14(10), 18625-18649.
- Camomilla, V., Bergamini, E., Fantozzi, S., & Vannozzi, G. (2018). Trends Supporting The in-Field Use of Wearable Inertial Sensors for Sport Performance Evaluation: A Systematic Review. *Sensors*, 18(3), 873.
- Chidambaram, S., Maheswaran, Y., Patel, K., Sounderajah, V., Hashimoto, D. A., Seastedt, K. P. & Darzi, A. (2022). Using Artificial Intelligence-Enhanced Sensing and Wearable Technology in Sports Medicine and Performance Optimisation. *Sensors*, 22(18), 6920.
- Cruyff, Institute (2017). Wearables triumph in the sports industry. Available at: <https://johancruyffinstitute.com/en/blog-en/wearables-triumph-in-the-sports-industry/> (Accessed April 29, 2018).
- Çene, E. (2022). Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Euroleague Basketbol Maç Sonuçlarının Tahmin Edilmesi ve Maç Sonuçları Üzerinde En Etkili Değişkenlerin Bulunması. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi* 13.1: 29-52.
- Doğan, A. (2002). Yapay Zeka. İstanbul: Kariyer yayınları.
- Fliess-Douer, O., Mason, B., Katz, L., & So, C. H. R. (2016). Sport and Technology. Training and Coaching the Paralympic Athlete: *Handbook of Sports Medicine and Science*, 150-171.
- Gao, Z., Chen, S., Pasco, D., & Pope, Z. (2015). A Meta-Analysis of Active Video Games on Health Outcomes among Children and Adolescents. *Obesity Reviews*, 16(9), 783-794.
- Gee, P.M., Greenwood, D.A., Paterniti, D.A., Ward, D. and Miller, L.M.S. (2015), The Health enhanced chronic care model: a theory derivation approach", *Journal of Medical Internet Research*, Vol. 17 No. 4, p. e86, Available at: [www.jmir.org/2015/4/e86/](http://www.jmir.org/2015/4/e86/).
- Goff, J. E. (2013). A Review of Recent Research into Aerodynamics of Sport Projectiles. *Sports Engineering*, 16(3), 137-154.
- Güler M. (2022). Spor İnovasyonu ve Dijital Teknoloji. Fiziksel Aktiviteyi Arttırmada Herkes İçin Ortak Yeni Bir Yol: Exergame. Efe Akademi. Ed: Hale Kula.66-82.
- Gürer, H., & Akçınar, F. (2022). Spor İnovasyonu ve Dijital Teknoloji. Sporda Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı. Spor İnovasyonu ve Dijital Teknoloji. Efe Akademi. Ed: Hale Kula. 45-54.
- Haake, S. (1999). Sports Engineering. In ISBS-Conference Proceedings Archive.
- Hale B.D, Whithouse A. (1998). The Effect of Imagery- Manipulated Appraisal on Intensity

- Hobbs, T. (2016), How wearables are changing the face of sports brands. Available at: [www.marketingweek.com/2016/02/09/how-wearables-are-changing-the-face-of-sports-brands/](http://www.marketingweek.com/2016/02/09/how-wearables-are-changing-the-face-of-sports-brands/) (Accessed April 17, 2018).
- Jafari, N., Azarian, M., & Yu, H. (2022). Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: What are the Implications for Smart logistics?. *Logistics*, 6(2), 26.
- Kılıç, S. A., Karaoğlu, B., & Serbest, K. (2021). Hareket Analizi Verilerini Kullanarak Kas Kuvveti Tahminine Yönelik Farklı Yapay Zeka Algoritmalarının İncelenmesi. *Journal of Smart Systems Research*, 2(1), 40-47.
- Kim, T., Chiu, W., & Chow, M. K. F. (2019). Sport Technology Consumers: Segmenting Users of Sports Wearable Devices Based on Technology Readiness. *Sport, Business and Management: An International Journal*, 9(2), 134-145.
- Kula H. (2022). Spor İnovasyonu ve Dijital Teknoloji. Efe Akademi.Ed:Hale Kula.
- Lee, J., Kim, D., Ryoo, H.-Y. and Shin, B.-S. (2016). Sustainable Wearables: Wearable Technology for Enhancing The Quality of Human Life. *Sustainability*, Vol. 8 No. 5, p. 466, available at: [www.mdpi.com/2071-1050/8/5/466](http://www.mdpi.com/2071-1050/8/5/466).
- Li, R. T., Kling, S. R., Salata, M. J., Cupp, S. A., Sheehan, J., & Voos, J. E. (2016). Wearable Performance Devices in Sports Medicine. *Sports health*, 8(1), 74-78.
- Lunney, A., Cunningham, N.R. and Eastin, M.S. (2016). Wearable Fitness Technology: a Structural Investigation into Acceptance and Perceived Fitness Outcomes”, *Computers in Human Behavior*, Vol. 65, pp. 114-120.
- Lynn, S. K., Watkins, C. M., Wong, M. A., Balfany, K., & Feeney, D. F. (2018). Validity and Reliability of Surface Electromyography Measurements From a Wearable Athlete Performance System. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(2), 205.
- Mannini, A., Intille, S. S., Rosenberger, M., Sabatini, A. M., & Haskell, W. (2013). Activity Recognition Using a Single Accelerometer Placed at the Wrist or Ankle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(11), 2193.
- Mannini, A., Trojaniello, D., Cereatti, A., & Sabatini, A. M. (2016). A Machine Learning Framework for Gait Classification Using İnertial Sensors: Application to Elderly, Post-Stroke And Huntington’s Disease Patients. *Sensors*, 16(1), 134.
- McFadden, C., & Li, Q. (2019). Motivational Readiness to Change Exercise Behaviors: An Analysis of The Differences in Exercise, Wearable Exercise Tracking Technology, and Exercise Frequency, İntensity, and Time (FIT) Values and BMI Scores in University Students. *American Journal of Health Education*, 50(2), 67-79.
- McLaughlin, J. E., King, G. A., Howley, E. T., Bassett Jr, D. R., & Ainsworth, B. E. (2001). Validation of the COSMED K4 b2 Portable Metabolic System. *International Journal of Sports Medicine*, 22(04), 280-284.
- Meral, M., Çolak, E. (2002). Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Öğretim Elemanlarının Teknoloji Kullanım Profili. II. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Sempozyumu Bildiri Kitabı, Sakarya.175-181.
- Nabiyev, V. V. (2012). Yapay Zekâ: İnsan-Bilgisayar Etkileşimi. Baskı Yeri: Seçkin Yayıncılık.
- Naglah, A., Khalifa, F., Mahmoud, A., Ghazal, M., Jones, P., Murray, T., Elmaghrabyk, A.S., & ElBaz, A. (2018). Athlete-Customized Injury Prediction Using Training Load Statistical Records and

- Machine Learning. In 2018 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT) IEEE, ss: 459-464.
- Nguyen, H. V., Huang, H. C., Wong, M. K., Yang, Y. H., Huang, T. L., & Teng, C. I. (2018). Moderator Roles of Optimism And Weight Control on The Impact Of Playing Exergames on Happiness: The Perspective of Social Cognitive Theory Using A Randomized Controlled Trial. *Games For Health Journal*, 7(4), 246-252.
- Özkaya, C., & Esas, M. Y. (2021). Jiroskop ve İvme Ölçer Verileriyle Makine Öğrenmesi Algoritmaları Kullanılarak İnsan Aktivitesi Tanımlama. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (28), 811-818.
- Öztürk, K., & Şahin, M. E. (2018). Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zekâ'ya Genel Bir Bakış. *Takvim-İ Vekayi*, ISSN: 2148-008. 6(2), 25-36.
- Pehlivan, B. (2018). Spor Dünyasında Yapay Zeka Adımları. *Yapay Zeka ve Spor*. [https://www.yapayzekatr.com/2018/06/04/spor\\_ve\\_yapay\\_zeka/](https://www.yapayzekatr.com/2018/06/04/spor_ve_yapay_zeka/). Erişim: 23.01.2023.
- Ravi, D., Wong, C., Deligianni, F., Berthelot, M., Andreu-Perez, J., Lo, B., & Yang, G. Z. (2016). Deep Learning for Health Informatics. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 21(1), 4-21.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, And Design*. Morgan Kaufmann.
- SGMA. (1997). *Sporting Goods Manufacturers Association World Report*. North Palm Beach. Florida.
- Steinberg, R. (2017). 6 Areas Where Artificial Neural Networks Outperform Humans. *UKIT AI*.
- Stein, S. (2014). "Wearable Tech at CES 2014: Many, Many Small Steps", Available at: [http://ces.cnet.com/8301-35304\\_1-57617005/wearable-tech-at-ces-2014-many-many-small-steps/#ixzz2sIfyOQM](http://ces.cnet.com/8301-35304_1-57617005/wearable-tech-at-ces-2014-many-many-small-steps/#ixzz2sIfyOQM) (Accessed April 30, 2017).
- Soltani, P., & Morice, A. H. (2020). Augmented Reality Tools for Sports Education and Training. *Computers & Education*, 155, 103923.
- Swan, M. (2012). "Health 2050: The Realization of Personalized Medicine Through Crowdsourcing, the Quantified Self, and the Participatory Biocitizen", *Journal of Personalized Medicine*, Vol. 2 No. 3, pp. 93-118.
- Taborri, J., Keogh, J., Kos, A., Santuz, A., Umek, A., Urbanczyk, C., ... & Rossi, S. (2020). Sport Biomechanics Applications Using Inertial, Force, and EMG Sensors: A Literature Overview. *Applied Bionics and Biomechanics*.
- Tekin, Z., & Karakuş, K. (2018). Gelenekselden Akıllı Üretime Spor Endüstrisi 4.0. *Itobiad: journal of the human & social science researches*, 7(3).
- Thivel, D., & O'Malley, G. (2016). Pediatric Obesity: Is There Room For Active Video Games In Prevention or Management? *Pediatric Physical Therapy*, 28(4), 368-370.
- Tietjen, A. M., & Devereux, G. R. (2019). Physical Demands of Exergaming in Healthy Young Adults. *The Journal Of Strength & Conditioning Research*, 33(7), 1978-1986.
- Wintergreen Research (2015). *Smart Wearables, Sport and Fitness Market Shares, Strategy, and Forecasts, Worldwide, 2015 to 2021*. Available at: <http://wintergreenresearch.com/wearables-sports-and-fitness> (Accessed January 16, 2018).
- Wang, J. (2012). Research on Application of Virtual Reality Technology in Competitive Sports. *Procedia Engineering*, 29, 3659-3662.
- Yılmaz, Ö. Ü. A., & Yayın, K. (2021). *Derin Öğrenme*. Kodlab Yayın Dağıtım Yazılım Ltd. Sti.