

Derleme / Review

SPORDA TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Esra ŞENTÜRK¹, M. Kamil ÖZER²

ÖZET

Yaşam standartlarının teknoloji gelişimi ile şekillenmesi, günümüz ihtiyaçlarının getirisi olarak tüm bilim dallarında farklı boyutlarda karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda bilim dalları ile sektörlerin etkilerini, teknoloji ve endüstri yeniliklerinin yansımada görmekteyiz. Teknolojik gelişmelerin, arz talep durumlarının getirdiği noktada karşımıza endüstri pazarları çıkmaktadır. Bu pazarların önemli bölümünde spor endüstrisi yer almaktadır. Sistemik derleme ile yapılan bu çalışmanın amacı, spor branşlarının ve günümüzde kullanılan spor teknolojilerinin zaman içerisinde bütünleşik ilerleyişinin maddesel yansımalarını ortaya koymaktır. Spordaki teknolojik gelişmeler gerek sahalarda gerekse spor ürünlerinde önemli düzeyde yenilik ve değişim göstermiştir. Akıllı stadyumlar, çeşitli sistemik görseller ve sensör iletileri spor teknolojisinin hızlı gelişimini yansıtmaktadır. Bunun yanında giyilebilir spor ürünleri, antrenör takip sistemleri spor başarısının tesadüflerden ayrılmasını sağlayan en önemli unsurlar haline almıştır. Spor endüstrisindeki teknolojik gelişim spor izleyicisi memnuniyetini de gündeminde tutmaktadır. Canlı skorlar, hızlı ağ iletileri ve paylaşımlar sayesinde aynı anda spor faaliyeti takibi önemini göstermektedir. Günümüzde son teknolojinin sporla bütünleşmiş hali; spor sahaları, antrenör, sporcu ve taraftar ile adaptasyonu konusunun, her bilimsel gelişimde dönüşüme uğrayarak karşımıza çıkmaya devam edeceği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler; Spor endüstrisi, sporda teknoloji, spor dalları

TECNOLOGICAL DEVELOPMENTS IN SPORTS

ABSTRACT

The shaping of living standards with the development of technology emerges in different dimensions in all branches of science as a result of today's needs. At the same time, we see the effects of disciplines and sectors in the reflection of technology and industry innovations. At the point brought by technological developments and supply-demand situations, we come across industrial markets. A significant part of these markets is the sports industry. Technological developments in sports; has shown significant innovation and change both in the fields and in sports products. Smart stadiums, various systematic visuals and sensor messages reflect the rapid development of sports technology. In addition, wearable sports products and trainer tracking systems have become the most important elements that distinguish sports success from coincidences. The technological development in the sports industry also keeps sports audience satisfaction on its agenda. Live scores demonstrate the importance of tracking sports activity at the same time, thanks to fast networking and sharing.

Integration of today's cutting-edge technology with sports; We can say that the subject of adaptation of sports fields with trainers, athletes and fans will continue to emerge, transforming in every scientific development.

Keywords; Sports industry, technology in sports, sports branch

¹ Fenerbahçe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Spor Bilimleri Anabilim Dalı
İstanbul/TÜRKİYE. esra.senturk1@stu.fbu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-2613-5272

² Fenerbahçe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, İstanbul/TÜRKİYE.
kamil.ozer@fbu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9913-5084

1. GİRİŞ

Günümüzün en önemli ve her alanda fayda sağlayan getirilerinin başında hiç kuşkusuz “dijital teknoloji” yer almaktadır. Gerek sosyal hayatta gerekse fen bilimleri, sosyal bilimler vb. bilim dallarında teknoloji yoluyla birçok yarar sağlanmaktadır. Dijitalleşme, en basit ifadeyle, herhangi bir bilginin analog formattan dijital formata dönüştürülmesi anlamına gelir. Diğer taraftan “Dijitalleşme, bir iş modelini değiştirmek ve yeni gelir ve değer üreten fırsatlar sağlamak için dijital teknolojilerin kullanılmasıdır; dijital bir işletmeye geçiş sürecidir” (Gartner Glossary, 2022). Söz konusu dijitalleşme toplumun tüm sektör ve alanlarında karşımıza çıkmaktadır. Bu durum aynı zamanda beraberinde sektörler ve bilim dalları için yeni fırsatların doğmasına, yeni gelişmelerin meydana gelmesine olanak sağlamıştır. Değişim ve yenilik bir süre sonra reddedilemez bir zorunluluk haline gelmeye başlamıştır.

Günümüz yaşam standartları göz önüne alındığında teknolojinin ihtiyaçları karşılama oran ve hızı bireylerin beklentilerinin de aynı şekilde artmasına neden olmaktadır. Söz konusu beklentideki artış arz talep dengesinde teknolojik gelişimin de hızlanmasına ortam hazırlamakta ve neden olmaktadır. Bu bakış açısı ile denilebilir ki insan, teknolojik gelişmelerin temel nedeni ve bu gelişmelerden etkilenen en önemli unsurdur (Karaçam ve Aydın, 2014).

Teknolojinin hızla gelişmesi, yüksek iletişim olanağı, üretim sisteminin günden güne dijitalleşmesi, bilgi erişiminin kolaylığı, sağlık sektöründeki yenilikler gibi çeşitli pozitif gelişmelerde teknolojinin etkisi oldukça büyüktür.

Teknolojinin en inovatif faydalarından biri de spor bilimlerinde ve spor endüstrisi alanlarında olmuştur. Gerek spor sahalarının gerekse spor ürünlerinin maksimum fayda sağlamasında teknolojiden yararlanılmaktadır. Teknolojinin sportif ürünlerin içine girmesi ile spor faaliyetlerinde yeni gelişmeler, yeni rekorlar meydana gelmeye başlamıştır ve bu durum sporcu performanslarına da pozitif bir etki sağlamıştır (Atasoy ve Kuter, 2005; Haake, 2009).

Günümüz dünyasında sporda teknolojiyi ele aldığımızda nesnelerin internetle kontrol ve koordinasyonu, siber sistemlerin kullanılması, bulut teknolojileri, artırılmış gerçeklikler, otonom robotik sistemler ve 3d yazıcılar sayesinde ortaya çıkan katmanlı üretimlerin söz konusu olduğunu ifade edebiliriz (Tekin ve Karakuş, 2018). Teknolojinin sporla entegrasyonu, spor tesislerinin ve faaliyetlerinin de bu alana eğilmesini sağlamış ve bu etkileşimden faydalanılması adına çeşitli teşvikler ortaya çıkmıştır.

Spor bilimlerinde teknolojinin kullanılıyor olması özellikle sporcularda maksimum sonuca ulaşma isteğine sebep oluyor. Spor, teknolojiyi en üst düzeyde kullanmakta bu da birçok spor branşında hızlı ilerlemeler görülmesini sağlamaktadır (Haake, 2009). Bu hızlı ilerleme ve gelişmeler, dünyanın en büyük spor organizasyonu olarak bilinen olimpiyat oyunlarına hazırlanan sporcuların, performans gelişimine ve antrenörlerin de sporcuları antrene etme becerilerine katkı sağladığı söylenebilir.

Spor teknolojisi ile ürünler oluşturmak için çeşitli laboratuvarlar kurulmuş ve ar-ge çalışmaları yapılmaktadır. Sadece spor ürünleri ile sınırlı kalmayan bu teknolojiler, sporda karar mercii olan hakemlerin kullandığı bayrak, düdük, kulaklık gibi birçok ütüde etkilerini göstermiştir. Spor müsabakalarında kullanılan wi-fi, uydu yayınları, fiber sistemler de örnektir. Ayrıca spor tesisleri akıllı tesisler haline dönüştürülüp yeni kamera sistemi, skorboardlar, bilgisayar destekli tesislere dönüşmüştür. Antrenman biliminde kullanılan teknolojik araç ve gereçlerle, laboratuvarlarda geleceğin sporcuları oluşturulmaya başlanmış ve sanal ortamda analizler yapılmaya başlanmıştır (Devecioğlu, 2011).

Spor ve teknoloji kavramları ile birlikte olimpik spor branşlarında kullanılan teknolojik sistemler ve kullanım alanlarına değinilmiş olup farklı uygulamaların ve sistemlerin spor branşlarındaki kullanım şekillerinden bahsedilmiştir. Bu çalışmanın amacı, spor branşlarının ve günümüzde kullanılan spor teknolojilerinin zaman içerisinde bütünleşik ilerleyişinin maddesel yansımalarını ortaya koymaktır.

Çoğunlukla üst düzey sporcularca tercih edilen giyilebilen teknolojiler, akıllı navigasyon, sanal gözlükler, sanal gerçeklik üzerine uygulamalar, yer-yön bulucu uygulamalar, adım sayaçlar, hareket ve kalori hesaplayan uygulamalar, kalp ritmini ölçen uygulamalar, kalp atış şeklini analiz eden uygulamalar, özel antrenman izleyici uygulama sistemleri giyilebilir teknolojiye örnek olarak verilebilir. Bu uygulamaların kullanımı sporcuların gerek sosyal hayatını gerekse sportif hayatını kolaylaştırmış ve zaman yönetimi konusunda daha verimli sonuçlar alınmasına ortam hazırlamıştır. Eski zamanlarda yüksek düzey sporcular uzun süreli ve yüksek riskli antrenmanlar yaparak hem sakatlanma olasılıklarını artırır hem de gereksiz efor harcaması ile beden yorulmasına sebep olurlardı. Günümüzde ise vücudun farklı noktalarında kullanılabilen giyilebilen teknoloji ile gerek harcanan efor gerek çalışan kasların ne kadar ve nasıl çalıştığı analiz edilerek doğru ve efektif kullanılan antrenman süre ve rutin döngüleri oluşturulup maksimum fayda sağlanabilmektedir ve gereksiz yüklenmeden oluşabilecek sakatlıkların ve sürekliliğin aşırılığından kaynaklanan spordan soğumanın önüne geçilmiş olmaktadır (Kayacan, 2008).

Gelişen ve değişen dünya düzeninde gelişen ve değişen ihtiyaçlar neticesinde sanayinin dördüncü evresi olarak da nitelendirilen endüstri 4.0 gelişmiştir. Makinelerin, nesnelerin, insanların ve bilgisayarların interneti olarak da ifade edilen endüstri 4.0, sporda da scoreboardlardan mobil uygulamalara birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Endüstri 4.0'ın bileşenleri ele alındığında nesnelerin interneti, siber sistemler, bulut teknolojisi, artırılmış gerçeklik, otonom robotlar, katmanlı üretim, siber güvenlik, büyük veri analizi ve yatay ve dikey sistem entegrasyonu karşımıza çıkmaktadır. Endüstri 4.0 ile iletken yapılı spor kıyafetlerinin üretimi, akıllı sensör teknolojisi, akıllı stadyumlar, bulut bilişim vb gelişimler ile spor bilimi de gelişim göstermiştir (Tekin ve Karakuş, 2018).

Günümüzde sporda en aktif şekilde kullanılan teknolojilerden biri de nanoteknolojidir. Nano, kelime anlamı itibari ile fiziksel büyüklüğün milyarda biri anlamına gelmektedir. Nanoteknoloji nanobiliminden türemiş olup malzemelerin atom ya da molekül olarak işlenmesi, ayrılması, bozulması ve birleştirilmesi anlamına gelmektedir. Nanoteknoloji kelimesi ilk olarak Tokyo'da, Tokyo Bilim Üniversitesinde

kullanılmıştır. Nanoteknoloji hayatımızın birçok alanında karşımıza çıkmaktadır. Spor haricinde kozmetik, sağlık, ulaşım, iletişim, tekstil endüstrilerinde de nanoteknolojiye oldukça sık karşılaşmaktayız.

Sporda başarının önemi düşünüldüğünde sporcuların ve spor destekçilerinin gelişime olan isteği de başarı kadar kıymetli ve yüksektir. Bu sebeple sporda nanoteknolojiye yatırım da son derece fazladır. Rekabet ve başarı arzusu sporcuları ve takımları bu gelişime sürüklemiştir. Nanoteknoloji ile üretilen sporcu malzemeleri sporcuların ve takımların avantaj elde etmesi için önemli bir etkidir. Bunlara örnek olarak nanoteknoloji ile üretilen ürünler tenis sporunda, yüzme sporunda, golf, bisiklet, atletizm, buz pateni, kayak, kızak gibi kış sporları, bowling, hokeyi beysbol, badminton, motor sporları, hız sporları, yelken, yarış tekneleri ve futbol gibi alanlarda nanoteknolojiden faydalanılmaktadır.

21. yüzyıl bir bilgi patlaması çağıdır ve multimedya teknolojisi de güçlü bir şekilde büyümektedir. Sadece birçok sektörün koşullarını değiştirmekle kalmıyor, aynı zamanda eğitim sektörüne de yepyeni bir yenilik getiriyor. Bilgisayar multimedya teknolojisinin ortaya çıkışı, eğitim kavram ve fikirlerinde niteliksel bir değişiklik meydana getirdi. Eğitimciler fırsatlar ve zorluklar, öğrencilere verimlilik ve bilim getirdi. Öğrenciler artık bilgiyi tek başına ve pasif olarak kabul etmiyor ve öğretmenlerin yaşı ve öğretim yöntemleri ile sınırlandırılmalarına gerek yok. Bilgisayar multimedya teknolojisinin yardımıyla, spor öğretimi ve eğitimi, öğrencilerin kendilerini daha istekli öğrenmeye adanmalarına olanak tanıyan yeni bir görünüme sahip olacak ve geniş ve bol teknik kaynaklar, öğrencilerin daha yüksek kaliteli ve gelişmiş öğretim almalarına olanak tanıyacak eğitsel materyallere ulaşmaları daha hızlı olacaktır.

Spor malzemelerinde nanoteknolojiden nano-polimer, nano-parçacık, nanotüp, nano-flex, nano-kristal partiküller, silika nano-partiküller, nano-titanyum partiküller, nano-titanyum partiküller, nano-karbon fiber gibi özelliklerden yararlanılmıştır (Türkmen ve Mutlutürk, 2014). Özellikle elmas kadar sert yapılı, çelik malzemeye oranla en az 100 kat daha güçlü ve en önemlisi çok hafif olan karbon tüplerin kullanımı; spor malzemelerinde dayanıklılık, hafiflik bakımından idealize olmaya ve daha çok tercih edilmeye olanak sağlamaktadır (Kocaoğlu ve Sarıca, 2011).

Bu sayede spor ve teknoloji kavramları ile birlikte olimpik spor branşlarında kullanılan teknolojik sistemler ve kullanım alanlarının spor branşlarında karşımıza çıktığı durumlarından bahsedilmiştir. Konu hakkında çalışma amacımız, spor branşlarının ve günümüzde kullanılan spor teknolojilerinin zamanda ilerleyişinin maddesel yansımalarını veri olarak ortaya koymaktır.

Yapılan bu çalışma sistematik derleme yöntemi ile spor ile teknoloji arasındaki ilişkiyi ortaya koymayı hedeflemektedir.

2. SPORDA TEKNOLOJİ

Atletizm

Spor teknolojisinin ve bilgisayar performansının sürekli gelişmesiyle birlikte atletizm etkinliklerinin yoğunluğu da artıyor. Atletizm müsabakaları sırasında sporcunun başlama hareketinin doğruluğu, sporcunun en kısa sürede en iyi hızı elde etmesini sağlayabildiği için müsabaka performansını doğrudan etkilediği için spor öğretimi alanında araştırmaların odak noktası haline gelmiştir. Gerçek antrenman sürecinde, farklı sporcuların fiziksel koşulları ve belirli fiziksel yeteneklerindeki farklılıklar nedeniyle, bazı sporcuların daha fazla yanlış başlangıç hareketleri vardır ve doğru başlangıç hareketlerinde ustalaşma yetenekleri zayıftır. Bu durumda, sporcuların çıkış hareketlerinin derinlemesine gözlem ve yargılarının nasıl etkin bir şekilde yapılacağı ve bunları önlemek ve düzeltmek için belirli etkili yöntemlerin nasıl kullanılacağı, bu alanda acilen çözülmesi gereken temel sorun haline geldi ve bu alanda birçok uzman ve bilim adamı dikkatleri üzerine çekti. Bu nedenle, birçok iyi araştırma sonucu elde edilmiştir. Spor video görüntülerinin çoklu işleme teknolojisini geliştirmek için sensör teknolojisinin birleştirilmesi, atletizm sporlarının sürecini araştırır ve daha sonra atletizm etkisinin iyileştirilmesi için bir referans sağlayan akıllı bir atletizm analiz sistemi oluşturur (Xu ve Chen, 2022)

Sporcular için üretilen spor ayakkabı üretiminde nano partiküllerden yararlanılmış olup daha yumuşak ve dayanıklı spor ayakkabılar elde edilmiştir. Bu ayakkabılara örnek olarak 2008 Dünya Olimpiyatlarında Jeremy Wariner için üretilen nanoteknolojik koşu ayakkabısı örnek verilebilir. Sporcu 400 metre koşu yarışmasında bu ayakkabı ile koşarak ikinciliği elde etmiştir.

En son teknoloji ile üretilen koşu ayakkabılarının hafifliğinin yanı sıra darbelere karşı da son derece koruyucu olduğu ifade edilmektedir. Nanoteknoloji ile üretilen ayakkabılarda daha fazla esneklik ve daha iyi bükülme olması koşu esnasında koşuculara avantaj sağlarken enerji kaybında azalma sağlama ve diğer ayakkabılara oranla daha emniyetli olması da belirtilen faydalar arasında (Taylor, 2008; Devecioğlu ve Altıngül, 2011).

Atletizm müsabakaları için otomatik zamanlama sistemi, bitiş çizgisindeki baz istasyonu ile akıllı terminal arasındaki kablosuz iletişim aracılığıyla, sporcunun müsabakada geçirdiği zamanı ve bitiş çizgisine olan mesafesini gerçek zamanlı olarak izler. Aynı zamanda, veri analizi algoritmaları ile birleştiğinde, doğru menzil, maliyet azaltma ve hedeflerine ulaşmak için sporcuların bitiş noktasına ulaşma koşullarını belirlemek için daha uygun ve daha güvenli ve daha güvenilir bir otomatik zamanlama yöntemi kullanılır. Maliyetleri azaltmak ve hataları azaltmak için veri analizi ile ilgili algoritmaları anlayarak atletizm yarışmaları için daha uygun zamanlama sistemini keşfetmek için deneysel analiz ve veri analizi yöntemleri geliştirilmektedir (Hu.,ve Alturjman, 2022).

Cimnastik

Artistik cimnastikte değerlendirme hakemlere büyük sorumluluk yüklemektedir. Cimnastik hakemliği diğer spor dalı hakemliklerinden çok farklı ve zor bir görevdir. Her 4 yılda bir değişen kurallar, yeni orijinal

hareketlerin ortaya çıkması hakemlerin daha titizlikle hazırlanmasını gerektirir. **Cimnastik** serilerinin en uzununu 90 sn en kısası ortalama 40 sn kadardır. Bu süreler içinde hakemlerin tamamıyla cimnastikçinin performansına odaklanması ve her bir hareketi not ederken hareketin ifasında yapılan hataları da not etmesi gerektirir. Gerçi uygulama ve zorluk hakemleri ayrılmıştır ve onların verdiği puanlar toplanarak sonuç notunu oluşturur. Hareketlerin zorluğunu belirlemek için belirlenmiş bazı ölçütler vardır. Örneğin halkada bir "T" duruşu, yatay duruşlar için açısal değerler vardır ve bunları hakemin değerlendirerek zorluğu tanıması ya da hata notu kesmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra kadınlarda 4 alet, erkeklerde 6 alette her hareketin bir zorluk puanı, her bir serinin içinde yer alması gereken zorluk grupları, artistik hareketler bulunmaktadır. Her cimnastikçi özgün serisini bu kurallara bağlı olarak hazırlamaktadır. Çok kısa süre içinde hakemin tüm dikkatini toplayarak gerçek notu vermesi her zaman olası değildir. Çoğu zaman hakemler arasında kural dışı farklılıklar gözlenmektedir. **Cimnastik** hakemliği tüm ayrıntılı kurallarına karşılık subjektif bir hakemliktir.

Hakemler arasındaki kabul edilebilir farklılıklar olsa bile çoğu kez çıkan not cimnastikçinin gerçek notu olmamaktadır. 1990 yılında Paris'te düzenlenen bir seminerde ilk kez Japon uzmanların yapay zeka ile değerlendirmenin yapılabilirliği tartışılmıştı. Geçen süre içinde yapılan çalışmalar 2019 yılında denenmeye başladı. STUTTGART, Almanya — 2019 Dünya Cimnastik Şampiyonasının arifesinde, katılan 527 sporcudan vücutlarının kesin, üç boyutlu bir görüntüsünü oluşturmak için çoklu lazer sensörler tarafından bir tarama yapılmasına izin vermeleri istendi. Bu görüntüler, Japon BT (bilgi teknolojileri) devi Fujitsu tarafından geliştirilen ve burada yarışmada ilk kez "Hakemlik destek sistemi"nin doğruluğunu artırmak için deneniyordu (Mazurova 2020).

Uluslararası Olimpiyat Komitesi'nin onayını bekleyen beklenti, yapay zekanın hakemlerin cimnastik rutinlerini puanlamasına yardımcı olacağı teknolojinin 2020 Tokyo Olimpiyatları'nda kullanılmasıdır. Hem Uluslararası Cimnastik Federasyonu (FIG) hem de Fujitsu yetkilileri bu teklifi kabul ettiler (Clarke, L 2019).

Fujitsu ile ortak basın toplantısında Fujitsu'nun hakemlik-destek sistemini "teknoloji yoluyla adalet" doğru bir adım olarak selamlayan Uluslararası Cimnastik Federasyonu Başkanı Morinari Watanabe, "Cimnastik tarihinde yanlış değerlendirme vakaları görülmüştür, cimnastikçiler 3 veya 5 yaşlarında antrenmana başlarlar ve Olimpiyat hayallerini sürdürmek için 20 yıl antrenman yapabilirler. Onların 20 yıllık çabalarına saygı duymalıyız. Yanlış değerlendirmelere izin verilmez" diyordu (Mazurova 2021).

Rusya, Çin ve Japonya'nın erkekler takım etkinliğinde sırasıyla altın, gümüş ve bronz madalya aldığı bu dünya şampiyonalarında, bilgisayar destekli değerlendirme, 10 etkinliğin dördünde erkekler atlama, kulplu beygir ve halka ve kadın atlama masasında sınırlı olarak kullanılıyordu.

İdeal olarak, teknoloji ister kasıtlı ister bilinçaltında olsun, değerlendirme önyargısı veya seriden sonra, seriyi inceledikten sonra odağını kaybeden hakemlerin basit zihinsel yorgunluğu gibi insan değerlendirmesinin tuzaklarına karşı koruma sağlayacaktır.

Kesin verilerle desteklenen bu tür görüntüler, hakemlerin değerlendirmesine destek vereceği gibi antrenman sırasında antrenörler için çok değerli olabilir. Bütün olumlu özelliklerinin yanısıra YZ uygulaması konusunda bazı endişelerden de söz ediliyor.

- Teknoloji, kurcalamaya veya bilgisayar korsanlığına karşı tamamen korunabilir mi?
- Bilgisayar tabanlı bir değerlendirme sistemi, dünya ve olimpiyat şampiyonu, sporun sınırlarını zorlayacak kadar cesur bir cimnastikçi tarafından yenilikçi, daha önce hiç uygulanmamış orijinal bir beceriyi nasıl değerlendirebilir?
- Diğer yönden artistik cimnastik gibi sanat yönü de bulunan bir dalda bu özelliğin uygun biçimde değerlendirebileceği konusunda kuşku duyulmaktadır.

Çoğu ünlü eski şampiyonlar, cimnastik yönetiminin üst düzeyde etkin üyeleri bilgisayar teknolojisinin tüm endişelere karşı geliştirilerek uygulanması yönünde fikir birliği içindeler. Yapay zeka teknolojisinin 2024 yılına kadar tüm 10 alette uygulanabilir olması için hedef konulmaktadır. Denge aleti ile yer serilerinin en karmaşık olması nedeniyle üzerinde hala alışılmaktadır.

Futbol

Ülkemizde en çok takip edilen spor dalı hiç kuşkusuz futboldur. Medya ve teknolojinin gelişmesi futbolun da teknoloji ile entegrasyonunu arttırdığı düşünülmektedir. Gerek futbol sahası içerisindeki ihtiyaçlardan dolayı gerekse futbolcuların antrenman modelleri ve analizleri de teknolojiden etkilenen kalemler arasındadır. Bunun sebebi profesyonel takımlar ve futbolcular, sahalar, yöneticilerin de sürece ve teknolojiye olan adaptasyonudur.

Gerek futbolda hakemlerin verdiği kararların tartışmaya açık olması gerekse bunlara itirazların incelemesinde teknolojiye ihtiyaç duyulması Tenis sporunda kullanılan şahin gözü teknolojisinin futbola entegrasyonu gündeme gelmiştir. Söz konusu teknoloji, statların çatı bölgelerine yerleştirilmiş olan kameralar sayesinde topun hareket ve manevralarını izlerken, goalref adı verilen sensörler ile topun çizgiyi geçip geçmediğinin neticesine varılabilmektedir. Söz konusu teknolojik gelişme ilk olarak 2012 yılından önce İngiltere – Belçika maçında tecrübe edilirken, 2016'da Fransa'da gerçekleşen Euro 2016 – Avrupa Futbol Şampiyonası kapsamında gerçekleşen maçlarda gündem olmuştur (Demir, 2017).

Şahin gözü sistemi, her kale için 7 kamera ile çalışmaktadır. Bu sistem farklı açılardaki görüntüleri birleştirerek topu 3 boyutlu olarak izlemektedir. Eğer söz konusu teknolojinin yazılımı topun çizgiyi geçtiğine karar verirse, hakemin kolunda bulunan saat titreşim ve görüntü uyarıları ile golü bildirmektedir. Bu teknolojik gelişme ile futbolun en büyük tartışma konularından olan “top çizgiyi geçti mi?” sorusuna da yanıt alınmaktadır (Akkaya, 2008).

Bir diğer yandan futbolun temel araçlarından futbol topu için de teknolojik gelişmeler meydana gelmiştir. Adidas, “Beau Jeu” isimli, “güzel oyun” anlamına gelen son teknoloji ile geliştirilen, daha fazla tutuş sağlayan toplar geliştirmiştir (Demir, 2017),

Yine Adidas sayesinde futbola kazandırılan miCoach isimli ve FIFA tarafından da onaylı olan akıllı futbol topu, iç kısmında yer alan alıcılar ile topun hızını, dönüşünü, vuruş sertliğini ve uçuş güzergahını tespit edebilmektedir. Bu veriler aynı zamanda yapılan telefon uygulaması ile telefona da aktarılabilmektedir. Bu teknoloji sayesinde topun neresine, hangi sertlikle vurulması gerektiği, oyuncuya son vuruşun nasıl olması gerektiği tespit edilerek orta ve frikik çalışmaları da ivme kazanmıştır.

Micoach sisteminin gelişmesi ile Adidas, Nike'nin basketbol için tasarladığı sistemin bir benzerini futbol için geliştirmiştir. Söz konusu sistem miCoach isimli topla uyumlu olan ve Adidas tarafından üretilen f50 isimli kramponla, kramponda yer alan hız ve performans sensörleri sayesinde futbolcuların performansları incelenmektedir. Bu sistem 360 derecelik açıyla hareketleri yakalarken, futbolculara ait saniye başına hızı, 5 saniyelik periyotlarla azami hızı, slalom sayısını ve sprint süresini, mesafeyi, kısa adım ve uzun adımları da hesaplayabilmektedir. Bu veriler Apple sistemine kablosuz şekilde aktarılabilmektedir.

Tüm bu teknolojik gelişmeler üst düzey sporcuların gelişmesi, futbolun gelişmesi, keyifli hale gelmesi, hataların önlenmesi ve rekabete ayak uydurulması için önem arz etmektedir (Çırak, 2020).

Futbolda futbolcuların gelişimi kadar futbol takımının da gelişimi önemlidir. Gerek ülkemizde gerek ise yurt dışında futbol kulüpleri oyunculara maç ve antrenmanlarındaki performanslarını analiz ettiği gibi, takım performanslarını da analiz etmeye ihtiyaç duymakta ve daha verimli bir takım oyunu ortaya koymak istemektedir. Bu ihtiyaca karşılık olarak ExaTech isimli şirket, bir uygulama geliştirmiş ve spor analitiği üzerine çalışmalar gerçekleştirmiştir. Spor analitiği üzerine yapılan çalışmalar Sentio ismini verdikleri bir çözümle gerek sporculara gerek futbol takımlarına hizmet sunmaktadır. Bu çözüm, futbolcuların antrenmanlarında ve maçlarında kaydettikleri mesafeyi, oyun içi şut ve paslarını, bu şut ve pasların isabet oranlarını tespit ederek raporlamaktadır. Sistem 3 kamera ile çekim yapmakta olup, tablet ve dizüstü bilgisayar ile çalışmaktadır. Analizleri sonucunda çıkan raporu teknik direktörlerle paylaşan sistem mobil bir uygulama olduğundan dolayı da tüm saha tiplerinde de aktif ve kolay bir şekilde kullanılabilir (Demir, 2020).

Bir diğer teknolojik gelişme olarak sporcuların kullandıkları taytları baz alabiliriz. Qualcomm tarafından desteklenen AiQ Smart Clothing tarafından hazırlanan "Smart Legging" taytlar dizlerin, ayak bileklerinin ve kıyafet omurgasının merkezinde yer alan totalde 5 adet algıyası ile duruş ve konumun ölçümünü yapabilmektedir. Nabız ve solunum ilgili veri toplayan teknoloji verileri bluetooth ile telefona gönderebilmektedir. Bu sayede futbolcuların beden analizi daha kolay yapılabilir.

Tenis

Tenis sporu ilk zamanlarda topu alıp koşmak şeklinde oynanan bir spor dalı iken 10. Yüzyıl'da Fransa'da kort içinde oynanmaya başlandı. Tenis adı Fransızca 'Tenez' kelimesinden türemiştir ve tenez "al ve koş" anlamlarını taşımaktadır.

Tenis sporu tarihi boyunca elit sporu olarak ele alınmıştır. İlk zamanlarda sadece seçili kişilerce özel kulüplerde oynanan bir spor iken Billie Jean King gibi şampiyonlar halka açık kortlarda tenise başlamıştır.

Teniste kullanılan bilindik en önemli teknoloji video ile analiz yöntemidir. Bu analiz metoduna göre, maç video yolu ile kayıt altına alınır ve daha sonra video izlenerek gerekli analizler yapılır (Kandaz, 2000).

Zaman içerisinde video ile analizin de yeterli kalmadığı anlaşılmış ve “video bilgisayar ile analiz” ortaya konmuştur. Maçın analizinin yapılması için görüntü kaydının incelenmesinin haricinde aynı zamanda birden fazla görüntünün yavaşlatılarak tekrar izlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Ayrıca video analizinde bireysel olarak sporcuları tanımak zor olabilir. Kameranın açısından kaynaklanan nedenlerle görüntüler istenildiği gibi olmayabilir. Bu açıdan tenis oyununu analiz etmek için bilgisayara aktarmaya gerek duyuldu ve akabinde oyunun sistematik şekilde analizini yapmak için çeşitli bilgisayar programları geliştirildi (Kandaz, 2001).

Yine tenis oyuncuları için geliştirilen akıllı sahalardan söz edebiliriz. Akıllı saha teknolojilerinin Paris Roland Garros gibi turnuvalarda kullanıldığını görmekteyiz. Söz konusu teknoloji PlaySight şirketinin özellikle tenis maçları için geliştirdiği multi-kamera sistemidir. Bu sistem, dünya üzerinde 400’den fazla kortta sistemi olan Amerika Tenis kurumunun kullandığı sistemdir. Sistem bir sensör ve altı kameradan oluşmaktadır. Sistem, grafik ve video ile antrenörlerin her atışı rahatça izleyebilmelerini sağlarken, çizgi teknolojisi açısından da yaşanacak tartışmalara son vermeyi hedeflemiştir (Şimşek ve Devicioğlu, 2018).

Tenis sporu için olmazsa olmaz raket ve tenis topunu ele aldığımızda tenis raketleri için nano-teknoloji ile raketler yapan Fransız şirketi Babolat, raketleri daha önceye göre 5 kat sertleştirmiş ve raket çevresinde kullandığı silikon oksitten elde edilen kristaller ile daha dayanıklı ve sağlam hale getirmiştir. Wilson ise 2004 yılında kullandığı nano-teknolojiyi geliştirerek yeni tenis raketleri üretmeye başlamıştır. Bu gelişmeler nano-teknolojik raket maliyetini düşürmüştür. Raketler daha hafif, daha dayanıklı hale gelirken raket titreşimi azalmış ve raket kontrolü kolaylaşmıştır. Tenis topunu baz aldığımızda ise Wilson markası çift çekirdek teknolojisi olan isimlendirdiği tenis toplarında nano-kompozit kaplamada kauçuk ile nanokil parçacıklarını karıştırarak gazdan bariyer elde etmiştir. Bu sayede topun içindeki basınç stabil kalarak topun ömrünün uzun olması ve sıçrayışının 2 katına çıkması elde edilmiştir (Pektaş, 2016).

Amerikan Futbolu

Koruyucu ekipmanları ile ön plana çıkan Amerikan futbolu spor teknolojisinde gelişimleri ile gündemde yerini almıştır. Amerikan futbolu kaskı sert plastik kabuk içerisinde kalın dolgu bulunan, bir veya daha fazla plastik kaplı metal çubuktan yapılmış bir yüz maskesi ve bir çene kayışından oluşmaktadır. Her pozisyonda koruma ve görünürlüğü dengelemek için farklı türde bir yüz maskesi mevcuttur ve bazı oyuncular kasklarına gözlerini parlama ve darbelerden korumak için kullanılan polikarbonat vizörler eklemektedirler. Kasklar, özellikle bu futbol için ve tüm futbol seviyelerinde olması gereken bir araçtır.

Koruyucu özelliği ve sarsıntıyı azaltıcı etkileri ile sporcu ve antrenörler için vazgeçilmez unsur olmuştur (Rather and Rather, 2003).

Değişen futbol kaskları ile oyun güvenliği ciddi anlamda artış göstermiştir. Bazı yaralanma oranlarının daha düşük olmasına rağmen, ciddi kafa travmaları halen yaygındır ve bu travmaların sonuçlarını belirlemek aktif bir araştırma alanıdır. Beyin sarsıntısı gibi travmatik beyin hasarlarıyla ilgili akut endişeye ek olarak, çalışmalar, oyuncuların kronik travmatik ensefalopati (CTE) gibi uzun vadeli problemler için risklerini artırdığını bulmuştur. Bisiklet kasklarının aksine futbol kaskları benzersiz bir tasarım zorluğu ile karşımıza çıkar. Birden fazla darbeye dayanması gerektiği için teknolojik tasarımı önemini korumaktadır (Rather and Rather, 2003). Amerikan futbolu ekipmanı üreticisi Riddell 2002 yılında bir çalışma sarsıntısına yanıt olarak Revolution adlı yeni bir kask tasarladı ve yine Riddell diğer tasarım kask olan Riddell Speed Flex ile 2014'te karşımıza çıktı. Bu yeni kask, Riddell'in eski kaskları olan 360 ve Revolution'un Yan Darbe Koruması ve All Points Quick Release yüz maskesi takma sistemi gibi unsurlarını kullanmaktadır.

Güvenli kask talebi ile, Schutt Sports'un bütünleşmiş bir yüz koruyucusu içeren yeni nesil bir kask olan ION 4D'nin ortaya çıkışını duyurdu. Bu yeni yüz koruma tasarımı, "Enerji Kamaları" özelliğine sahip yüz korumaya gelen darbelerin kuvvetini azaltan şok emicilerinden oluşmaktadır. Kaskı takan üniversite takımları arasında Air Force, Penn State ve Virginia yer almaktadır. Schutt'un üniversite kaskları, daha büyük darbeler almak için tasarlanmış çok güçlü bir polimer olan polikarbonattan yapılmış olup, genç kasklar daha hafif bir malzeme olan ABS'den yapılmış ve güçlü vuruşlar almayan sporcular için kullanılmıştır. Dış yüzeyi daha yumuşak tabakaya sahip kask türleri, katman, darbelerden daha fazla enerji emerek, konforu artıran köpük benzeri bir madde ile güçlü ve etkili bir kask halini almıştır (Rather and Rather, 2003).

Nanoteknolojinin kullanıldığı diğer branşlarda karşımıza Yoga ve egzersiz minderleri, sporcu gözlüğü, golf, bowling, badminton, hokey, beyzbol, bisiklet, kayak, kano ve yarış tekneleri gibi birçok spor branşları çıkmaktadır. Nano-teknolojinin sporda kullanılması gerek maliyet gerekse uygulanan teknolojinin boyutu bakımından birçok tartışmaya yol açmıştır. Bir görüş olarak teknolojinin doping etkisi yarattığı, haksız rekabet ortamı oluşturduğu ve reaktif maddelerden dolayı birçok hastalığa neden olabileceği konusunda gündem oluşmaktadır ve beraberinde tartışmaları getirmiştir.

Okçuluk

Okçuluk, ekipmanları bakımından karmaşık branşlar arasında yer almaktadır. Sporda kullanılan ürünlerin mekanik özellikleri ve teknolojik materyalleri ile spor endüstrisini görünür kılmaktadır. Eleven markası tarafından geliştirilen çeşitli hedef minderi yüzeyleri, atış yapılan okların saplanmış şekillerinden zarar görmemesine kadar birçok hesaplamayı barındırmaktadır. Okların uçuş mesafesi ve kilometre hızları ile orantılı atış isabetleri başarıyı getiren önemli unsurdur. Bu kapsamda üretimin hassasiyeti

birim düzeyde bir gerekliliktir. Parmaklık ve tetiklerin el-bilek temasından dolayı sporcuya uygun deriler, performansı dengeleyen ürünler olarak karşımıza çıkmaktadır. Atış sürelerinin sesli sinyal saniye uyarıcıları ile ekrandan takibi; hakemlerin sesli uyarılarından sporcuların zaman kontrolüne geçişini sağlamıştır. Aynı zamanda puan cetvellerinin yerini alan cihaz sayesinde skor takibi dijital hızına ulaşmıştır. Anlık puan bildirimleri ile sıralamaların çıkarılması ve yayınlanması konusunda ciddi ilerleme kaydedilmiştir

Ayrıca karbon nanotüp içeren reçineler sayesinde ok üreten easton firması, nanoteknolojinin yardımı ile daha güçlü ürünler üretmeye başlamıştır. Geliştirilmiş hali ile daha hafif okların üretilmesi ve titreşim kontrolünün sağlanması ile atış düzeylerinde etkisi görülmüştür (<http://www.dummies.com/how-to/content/sleeker-sporting-goods-throughnanotechnology.html>, Erişim Tarihi:09.02.2012).

Paralimpik Oyunlarında Teknoloji

Paralimpik oyunları teknolojinin üst seviyelerde kullanıldığı spor dallarındandır. Günümüz teknolojileri ile var olan en somut yenilik koşu bacakları olmuştur (Goggin, Yu, Fisher ve Bingqin, 2019). Ottobock isimli İngiliz üreticiler tarafından tasarlanan koşu bacağı, son teknoloji ile üretilmiş olup 80 kat karbon fiber içermektedir. Görme engelli sporcular için Samsung ve İspanyol Paralimpik Komitesi tarafından ortaklaşa geliştirilen “Blind Cap” isimli sistem, antrenörlerin sporcularına şerit sonlarına geldiklerinde haber vermelerini sağlayan bir titreşim sistemidir. BMW ise ABD Paralimpik oyuncularına özel tekerlekli sandalye üretmiştir. Bu sandalye gelişmiş karbon fiber konstrüksiyon, direksiyon ve frenleme ile tamamen yeni bir tasarıma sahiptir.

Bedensel engelli bireylerin rehabilitasyon amacıyla başlayan ve günümüz elit sporcularında paralimpik alanın müsabaka performanslarına dayalı organizasyonlar da oluşmuştur (Anatca ve Yılmaz, 2019).

Yüzme

Giyilebilir teknolojilerin aktif kullanım alanlarından biri yüzme sporudur. Profesyonellerin nabızlarını ölçmek, harcadıkları efor ve kaloriyi ölçmek için akıllı saatler yüzme sporunda sporcuların bedensel kontrolü için kullanılmaktadır.

Yüzme sporunda yüzücünün performans ve motivasyonu çok önemlidir. Bunun haricinde havuz suyunun sıcaklık derecesi, sudaki kimyasallar da yüzücüler için önem arz etmektedir. Tüm bunların yanında yüzme sporu sporcularının en önemli destekleyici ve geliştirici unsurları da spor ekipmanlarıdır. Günümüz teknolojisinde nano teknoloji spor alanında çok fazla yeniliğe ve gelişime olanak sağlamıştır. Bunlara örnek olarak yüzücü mayolarını ele alabiliriz.

Dünya çapında kullanılan Speedo marko yüzücü mayoları nano teknoloji ile sporda yeniliğe örnek verilebilir. Söz konusu mayolar su tutmayan, su itici özelliğe sahip, suyun kaldırma kuvvetini arttırıcı, vücudun sıkışmasını sağlayarak sürtünme durumunu azaltan nanopartiküllerle kaplı, poliüretan maddeden meydana gelen LZR Racer isimli mayolardır.

The Guardian'dan Emma Dore'in yazısına göre 2008 yılında gerçekleştirilen Pekin Dünya Olimpiyatlarında ünlü yüzücü Michael Phelps'in 168 dünya rekoru ve başarılarında nanoteknoloji sayesinde üretilen LZR Racer isimli mayonun katkısı oldukça fazladır. Ayrıca bu mayo için uzay teknolojilerinden de yardım alındığı, NASA'nın bu mayoya yardım ettiği paylaşılmıştır (Devecioğlu, 2018).

Köpek Balığının derisinden esinlenilerek geliştirilen bu mayo için yüzlerce kez deneme yapılmış olup son derece ince bir kumaştan elde edilmesine karşın dikişleri lazer ile tutturulmuştur. Lazer dikişlerinin testi NASA tarafından sürtünme kontrolünü sağlama amacı ile rüzgâr tünellerinde yapılmıştır (The Guardian, 2012).

Bu teknoloji ile suyu itme, kaldırma kuvvetini artırma gibi faydaların yanı sıra sporcunun kas titremelerinde azalma ve hidrodinamik çekimde azalma hedeflenmiştir (Sarman ve Bulut, 2011).

Yüzücü mayolarındaki bu değişiklik haksız rekabete sebep olduğu iddiası ile Uluslararası Yüzme Federasyonunca "yüzme dopingi" denilerek söz konusu LZR ve benzeri mayoların müsabakalarda kullanımı yasaklanmıştır (Türkmen ve Mutlutürk, 2014).

3. SONUÇ

Gelişen teknoloji ile değişen insan ihtiyaçları gibi değişen spor ihtiyaçları da mevcuttur. Gerek sporcu gerek ise spor ekipman ve alanları bağlamında teknolojinin spor içerisinde hem gelişime hem de rekabete ortam hazırladığı aşikardır. Spor sektörü içerisinde teknolojik gelişmeler ve küreselleşme akabinde spor hizmetlerine duyulan ihtiyacı da arttırmıştır.

Spor hizmetlerinde yaşanan teknolojik gelişmeler sporun TV dışında internet, mobil uygulamalar gibi birçok teknolojik alanda gelişerek günümüzdeki yerini edinmesine olanak sağlamıştır.

Teknoloji erişiminin eskiye göre daha kolay olduğu günümüzde, teknoloji kullanımının toplumun tabanından itibaren yayılması, ulaşılabilir olması ile spor ürünlerinin ve hizmetlerinin popülerleşmesi ile kitlelerce spor olgusu daha geniş bir alana yayılmıştır. Bu gelişmelerden spor müsabakaları, organizasyonları, spor tesisleri ve sporcular da etkilenecek şekilde spor markalarının yarış alanı haline gelmişlerdir. Spor organizasyonlarının teknolojik yansımaları, saha ve ekipmanların antrenör-sporcu ilişkisi ve başarısındaki rolünde önemli düzeye gelmiştir. Bu sistemin destekleyicisi konumundaki nanoteknoloji ile üretilen giyilebilir spor ürünlerinin katkısı oldukça büyüktür. Özellikle enerji tasarrufu ile ön planda yer alan giyilebilir ürünler, sporcu performansı ve antrenman planlamasında zirve adımlarını oluşturan etkenler haline almıştır. Spor endüstrisinin alanları genişledikçe başarı kaçınılmaz olacaktır.

Sporcuların, spor ekipmanlarının ve spor tesislerinin teknoloji ile bütünleşmiş biçimde ilerlemesi hem sporun gelişmesine hem de sporu izleyen seyircinin spora olan tutkusunun artmasına sebep olmaktadır.

Dünyadaki gelişmelerin yanı sıra Türkiye'de bu konuda atılan adımlar ve yenilikler ile uluslararası müsabakalardaki başarı artışı yadsınamaz farklar göstermektedir. Bu sayede bireysel başarıların

yanında bir toplum ve ülke adına spor teknoloji alanının gelişme açısından ne kadar önemli olduğu karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışma ile sporda teknolojinin önemi saptanmış, gelişen dünyada ihtiyaçların, gelişimin ve yeniliğin artması ile teknolojiye duyulan ihtiyacın da arttığı görülmüştür. Spor biliminin sporcuya olduğu kadar spor müsabakalarını izleyen, bireylere ve toplumlara da pozitif etkisi herkes tarafından bilinmektedir. Bu çerçevede bakıldığında yukarıda yer alan araştırmalar da gösteriyor ki sporda gelişimin ve teknoloji hem sporcuların gelişimi için hem spor biliminin gelişimi için hem de spora ilgi duyanlar için son derece önem arz etmektedir.

Teknolojinin yaşamın hemen her alanındaki katkıları ve ortaya koyduğu değişimler, sporun teorik ve uygulama alanlarında da kendini giderek hissettirmekte olduğu görülmektedir. Gelecek on yıl içinde teknolojiye ne gibi gelişmeler olacağı da sorgulanmaya başlayacaktır. Dolayısıyla hemen her spor dalında gelişmeye bağlı olarak birtakım kural değişiklikleri, araç gereç tasarımları, saha ve zeminlerin iyileştirilmesi gibi konuların ön planda olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akkaya, C. (2008). "Küreselleşme ve Futboldaki Dönüşüm". ETHOS: Felsefe ve Toplumsal Bilimlerde Diyaloglar, Temmuz 2008, Sayı: ¼.
- Anatca, V.Y. ve Yılmaz, C. (2019), Ucube bedenden paralimpik bedene. Sdü Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, (46), 136-157. Doi: <https://doi.org/10.35237/sufesosbil.535233>.
- Atasoy, B. ve Kuter, F. Ö. (2005). Küreselleşme ve spor. Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18(1), 11-22.
- Clark L (2019) The Washington post newsletter. 09. 10. 2019.
- Çırak, M., (2020), Dijital Çağda Dönüşen Futbol ve Futbol Aktörleri, İstanbul Medipol Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Demir, M. ve Talimciler, A. (2015). Şiddet, Şike ve Medya Kısacasında Futbol ve Taraftarlık. Konya: Literatürk Kitabevi.
- Demir, M. (2017). "EURO 2016 ve Yeni Medya Kullanımı", Berrin Kalsın (Ed. ve Der.). Tüm Boyutlarıyla İnternet Haberciliği içinde. Ankara: Gece Kitaplığı.
- Demir, M. (2018). "The Role of the Media in the Process of Industrialization of Football". International Paris Congress on Social Sciences 1, April 1013, 2018, Paris France.
- Demir, M.(2020). Endüstriyel Futbol ve Futbolda Teknoloji Kullanımı, TRTAKADEMİ, cilt:05, sayı:09.
- Devecioğlu S., Altungül O.(2011). Spor Teknolojilerinde İnovasyon, 6th International Advanced Technologies Symposium, Elazığ, Turkey. s:47.
- Gartner Glossary (2022). Erişim tarihi: 2022-04-22. <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digitalization#:~:text=Digitalization>.
- Goggin, G., Yu, H., Fisher K.R ve Li, B. (2019). Disability, technology innovation and social development in China and Australia. Journal of Asian Public Policy, 12(1), 34-50, Doi: 10.1080/17516234.2018.1492067.

- Haake, S.J. (2009). The impact of technology on sporting performance in Olympic sports. *Journal of Sports Sciences*, 27(13), 1421-1431. Doi: 10.1080/02640410903062019.
- <http://www.giyilebilirteknolojim.com/giyilebilir-teknoloji-nedir/> Erişim tarihi: 06.04.2022.
- <https://www.asmag.com/showpost/23865.aspx>
- <http://www.guardian.co.uk/nanotechnology-world/does-nanotechnology-offer-athletesmore-than-a-sporting-chance> (Erişim Tarihi:06.04.2022).
- <http://www.dummies.com/how-to/content/sleeker-sporting-goods-throughnanotechnology.html> (Erişim Tarihi:09.02.2012)
- Kandaz N, 2001. 2000 Wimbledon Tenis Turnuvası Erkekler Yarı Final Ve Final Maçlarında Atılan Servislerin İstatistik Analizi. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi Ve Spor Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Karaçam, S. ve Aydın, F. (2014). Metaphor analysis of secondary school students' perceptions related to technology concept. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 545-572.
- Kayacan O. (2008), "Akıllı giysi dizaynı üzerine bir araştırma" Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.s:17.
- Kocaoğlu, E. ve Sarıca, Z. Nanoteknoloji. <http://www.slideshare.net/HabipTaylan/nanoteknoloji-ve-spor-tenis-topu-raketi-golftopu-raketi-10673910> (Erişim Tarihi:27.10.2011).
- Mazurova, Elena, (2020). "Digital Future of Artistic Gymnastics" AMCIS 2020 TREOs. 85. https://aisel.aisnet.org/treos_amcis2020/85
- Mazurova E, Standaert W, Penttinen E, Tan FTC (2021) Paradoxical Tensions Related to AI-Powered Evaluation Systems in Competitive Sports <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10215-8>
- Mercier H and Heiniger S (2018) Judging the Judges: Evaluating the Performance of International Gymnastics Judges. arXiv:1807.10021v1 [stat.AP] 26 Jul 2018.
- Pektaş, N., (2016), Tenisçilerde Teknik Parametrelerin Modellenen Müsabaka Süresince Analizi, Seçlik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Rather, M. ve Rather, D. (2003) Nanotechnology: A Gentle Introductiontothe Next Big Idea, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Sarman, Ö.F. ve Bulut (2011), Ş. Spor Alanında Nanoteknoloji. <http://www.slideshare.net/HabipTaylan/spor-alanında-nano-teknoloji-mer-afak> (Erişim Tarihi: 06.04.2022).
- Şimşek, A. Devicioğlu, S. (2018). Spor endüstrisinde yeni teknolojilerin görünümü. *Uluslararası Beden Eğitimi Spor Rekreasyon Ve Dans Dergisi*, 1,(1)20-36.
- Taylor, D. (2008) Nanotechnology and Sports. http://nanotechnology.unlv.edu/ee453_fall2008_projects/ee453_project7.pdf (Erişim Tarihi: 06.04.2022).
- Tekin, Z. ve Karakuş, K. (2018). Gelenekselden akıllı üretime spor endüstrisi 4.0. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırma Dergisi*, 7(3), 2103-2117.
- Türkmen M., Mutlutürk N.(2014). Spor Malzemelerinde Nano-Teknoloji Kullanımı ve Performansa Katkısı,12. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.s:5-7.

- Xu, Shaofeng., Chen, Junmeng (2022).Application of Multiprocessing Technology of Motion Video Image Based on Sensor Technology in Track and Field Sports. Computational Intelligence and Neuroscience, Volume 2022, Hindawi <https://doi.org/10.1155/2022/4430742>
- Hu, Y., Alturjman, S. (2022). Timing System of Track and Field Competition Based on Data Analysis Algorithm. In: Xu, Z., Alrabaee, S., Loyola-González, O., Zhang, X., Cahyani, N.D.W., Ab Rahman, N.H. (eds) Cyber Security Intelligence and Analytics. CSIA 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 123. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96908-0_6