EKİM 2026

Spor Alanında

ULUSLARARARASI TEORİ, ARAŞTIRMA VE DERLEMELER

EDİTÖR **PROF. DR. MUSTAFA ALTINKÖK**



SERÜVEN YAYINEVİ

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Ekim 2026

ISBN • 978-625-5054-61-6

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruvenyayinevi.com

e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

SPOR ALANINDA ULUSLARARASI TEORİ, ARAŞTIRMA VE DERLEMELER

EKİM 2026

EDİTÖR **PROF. DR. MUSTAFA ALTINKÖK**

SERÜVEN YAYINEVİ

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

SPORDA UZMANLIĞIN ALGISAL-MOTOR VE BİLİŞSEL TEMELLERİ: BECERİ EDİNİMİ, ANTİSİPASYON VE DİKKAT STRATEJİLERİ 1

Erkan ÇİMEN

BÖLÜM 2

BİREYSEL SPORLARDA MÜSABAKA ANALİZİ PARAMETRELERİ 21

Kenan IŞILDAK

BÖLÜM 3

DİYABETTE EGZERSİZE BAĞLI HİPOGLİSEMİ: FİZYOLOJİK MEKANİZMALAR, EGZERSİZ TÜRLERİ VE BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ YÖNETİM STRATEJİLERİ 33

Serkan PAÇACI

BÖLÜM 4

DİJİTAL ÇAĞDA SPOR YÖNETİMİ: TEKNOLOJİ, İNOVASYON VE KURUMSAL DÖNÜŞÜM..... 59

Kadir PEPE

BÖLÜM 5

HAREKETTEN HAFIZAYA: SPORUN HİPOKAMPAL NÖROPLASTİSİTE ÜZERİNDEKİ NÖROBİYOLOJİK MEKANİZMALARI 83

Yunus ŞAHİNLER

BÖLÜM 6

ÜRETKEN YAPAY ZEKÂNIN SPORCU RUH SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: FIRSATLAR, RİSKLER VE ETİK YAKLAŞIMLAR..... 103

Dilek KARADAĞ



SPORDA UZMANLIĞIN ALGISAL-MOTOR VE BİLİŞSEL TEMELLERİ: BECERİ EDİNİMİ, ANTİSİPASYON VE DİKKAT STRATEJİLERİ

Erkan ÇİMEN[1]

1 Doç.Dr. Kurum Bilgisi: Süleyman Demirel Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi ORCID: 0000-0002-0043-0110Mail: erkancimen@sdu.edu.tr

SPORDA UZMANLIĞIN ALGISAL-MOTOR VE BİLİŞSEL TEMELLERİ: BECERİ EDİNİMİ, ANTİSİPASYON VE DİKKAT STRATEJİLERİ

Sporda uzmanlık düzeyi performans; yalnızca gelişmiş sportif ve atletik yeteneklere değil, aynı zamanda çevresel verileri süratle süzebilen, karmaşık motor kalıpları tanıyabilen, baskı altında milisaniyeler içinde doğru karar alabilen ve çevreyi etkin biçimde gözlemleyebilen gelişmiş bir bilişsel mimariye dayanmaktadır. Bu kitap bölümü; sporcuların algısal-motor süreçlerini, örüntü tanıma becerilerini, görsel arama stratejilerini, öngörü (antisipasyon) yeteneklerini ve sezgisel karar verme mekanizmalarını derinlemesine incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında patolojik ve tıbbi boyutlara girmeksizin, yalnızca beceri öğrenimi perspektifiyle nöral plastisite ve adaptasyon süreçlerine odaklanılmıştır.

Bölüm dâhilinde; beceri edinimi ve çağdaş motor öğrenme modelleri, algısal-motor süreçler ile beceri öğrenimi ilişkisi, dikkat kontrolü ve "sessiz göz" (*quiet eye*) olgusu, zamansal-sezgisel farkındalık ile modern algısal-bilişsel antrenman teknolojileri uluslararası güncel literatür ve Türkiye endeksli ampirik spor bilimleri çalışmaları ışığında ele alınmaktadır.

Türkiye endeksli ampirik araştırmalar; ülkemizdeki spor kurumları, sporcular ve toplum üzerinde gözlem, deney ve anket gibi somut verilere dayalı olarak gerçekleştirilen bilimsel çalışmaları kapsamakta olup Türk spor literatüründe geliştirilmeye açık ve öncelikli bir alanı temsil etmektedir. Bu doğrultuda çalışma; spor uzmanlığı mimarisi, bilişsel ve algısal mekanizmaların işleyişi, beceri edinimi, öncelleme ve dikkat stratejileri gibi yetkinlik alanına giren temel kavram ve konuları bütüncül bir yaklaşımla sunmaktadır.

GİRİŞ VE KURAMSAL ÇERÇEVE

Dünya spor kamuoyunda spor uzmanlığı; her zaman kendisini güncellemesi gereken, teknoloji ve bilimi takip eden, ayrıca öğrenme, öğretme ve uygulama noktasında motor bilişsel süreçleri ve algısal motor bileşenleri kavranması önem arz eden bir alandır. Ancak uzmanlığın bu çok boyutlu yapısına rağmen, sporun tarihsel gelişimine bakıldığında tablonun her zaman bu kadar kapsayıcı olmadığı görülmektedir. Üst düzey spor dünyasında, zamanın kritik öneme sahip olduğu ve baskının en üst seviyelerde hissedildiği ortamlarda, üst düzey performansın sırrı uzun yıllar boyunca yalnızca fiziksel güç, fizyolojik dayanıklılık ve biyomekanik verimlilikle açıklanmaya çalışılmıştır. Ancak günümüzde spor bilimleri ve bilişsel nörobilim alanındaki ilerlemeler sayesinde, profesyonel atletleri sıradan sporculardan gerçek anlamda ayıran farkın, çevredeki uyaranları ne kadar hızlı algıladıkları, bu bilgiyi ne ölçüde etkili yorumlayabildikleri ve bu sürecin ardından milisaniyeler içinde en doğru hareketi seçip uygulayabilmeleri yani saliseler içinde doğru motor yanıtı seçebilme becerisi olduğunu göstermektedir.

(Abernethy vd., 2024). Bu açıdan incelendiğinde sporda uzmanlığın doğası, karmaşık ve iç içe geçmiş bir algısal-motor ve bilişsel mimari üzerine inşa edilmiştir. Klasik bilgi işleme modelleri, insan beynini; veri alan, bu gelen veriyi merkezi işlem birimde sembolik düzeyde işleyen ve sonuç üreten bir bilgisayar sistemine benzetilmiştir. Ancak bir tenis oyuncusunun fırlattığı servisin hızı ya da futbolda ceza sahasına aniden gönderilen bir ortanın karmaşıklığı göz önüne alındığında, beynin bu tarz doğrusal ve ardışık bir işlem sürecini o an içinde tamamlamaya yetecek süresi bulunmamaktadır. İşte bu gerçek, algı ile davranışın ayrılmaz bir şekilde iç içe geçtiğini ileri süren çağdaş ekolojik yaklaşımların gelişimine imkân tanımıştır.

Günümüzdeki akademik çalışmalarda, uzmanlık; beceri kazanımı, antisipasyon öngörü yeteneği ve görsel dikkat stratejileri sacayağı üzerine kurulmuş bütünleşmiş bir sistem olarak ele alınmaktadır (Williams ve Jackson, 2019).

Bu üç unsur birbirinden bağımsız olarak çalışmaz; aksine sürekli olarak birbirini etkileyen, güçlendiren ve yeniden şekillendiren, sinirsel düzeyde birbiriyle sıkı sıkıya bağlı döngüsel bir sistem oluşturur. Örneğin, algı sırasında etkin dikkat stratejileri ile çevredeki gereksiz uyaranlar elenir ve doğru hareket ipuçları tespit edilir. Bu ipuçları, bellekte yer alan stratejik kalıplarla ya da şemalarla bütünleşerek ileri düzeyde bir öngörü yeteneği ortaya çıkarır. Gelişmiş öngörü yeteneği ise motor sistemin en verimli biçimde düzenlenmesini sağlayarak, motor becerinin kusursuzca öğrenilmesine ve sergilenmesine olanak verir. Öğrenme noktasında öğrenenin motor öğrenme sistemini kendine en uygun şekilde kullanması, öğrenmenin verimli ve tam bir biçimde gerçekleşmesine olanak tanıyacaktır. Koç ve Akıncı'nın (2024) Halk oyunları üzerine yaptığı bir çalışmada halk dansı eğitimi, bireyin bilişsel, duygusal ve psikomotor gelişiminde beceri kazanımı, antisipasyon öngörü yeteneği ve görsel dikkat gibi özelliklerinde önemli bir rol oynadığını vurgulamıştır. Diğer taraftan Koç'un (2024) teniste ritmin önemini incelediği çalışmasında, becerinin iyi uygulanabilmesi için dikkat ve ritim antrenmanlarının farklı gereç ve materyallerle desteklenerek yapılmasının sporcunun gelişim evresinde önemli bir rol oynadığını belirtmiş; böylece işin teknik materyal desteğine de dikkat çekmiştir. Bu durum hem öğrenen hem de öğreten açısından zamanın optimize edilmesini sağladığı gibi, uygulama yönünden sahada da süreçlerin maksimum verimlilikle yürütülmesine olanak tanıyacaktır.

1. BECERİ EDİNİMİ VE ÇAĞDAŞ MOTOR ÖĞRENME MODELLERİ

Spor biliminde insan hareketini ve öğrenme süreçlerini açıklama çabaları, tarihsel süreç içerisinde önemli bir anlayış değişikliğine uğramıştır. Klasik motor öğrenme yaklaşımları hareketi zihinsel şemalar ve merkezi komutlar üzerinden açıklarken, çağdaş motor öğrenme modelleri hareketi sistemik, dinamik, çevresel ve algısal etkileşimlerin bir ürünü olarak ele almaktadır.

Güncel literatürde öne çıkan çağdaş motor öğrenme modelleri incelediğimizde;

Dinamik Sistemler Teorisi, Ekolojik Yaklaşım ve Kısıtlar Yaklaşımı karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada, söz konusu çağdaş öğrenme modellerinin güncel spor alanlarına nasıl katkı sağladığını anlamak büyük önem taşımaktadır.

Dinamik Sistemler Teorisi ele alındığında; Kelso ve Thelen gibi araştırmacıların öncülük ettiği bu yaklaşım, motor kontrolün merkezi bir programlayıcıdan ziyade sistemin kendi kendini organize etme (*self-organization*) yeteneğine dayandığını savunmaktadır. Buna göre hareket; birey, çevre ve görev kısıtlarının etkileşim noktasında kendiliğinden biçimlenmektedir. Dolayısıyla kas kuvveti veya zemin yapısı gibi parametrelerde meydana gelen küçük bir değişim, motor davranışta niteliksel bir faz geçişini tetikleyebilmektedir.

Alan yazında Fitts ve Posner'ın (1967) öne sürdüğü üç evreli modeli—bilişsel, ilişkisel ve özerk evreler—uzun yıllar boyunca yaygın kabul görmüş olsa da günümüz çağdaş spor nörobilimi ve hareket analizi bu süreci Ekolojik Dinamikler Yaklaşımı çerçevesinde yeniden ele almaktadır (Renshaw vd., 2016).

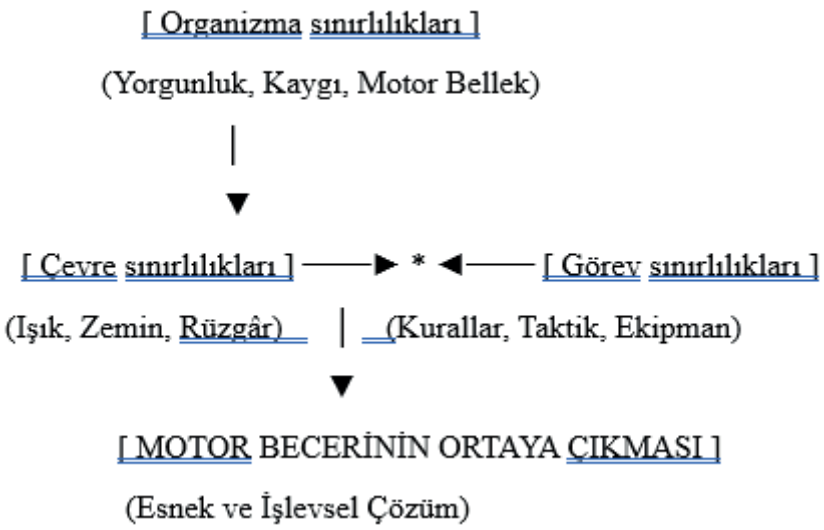
1.1. Sınırlayıcı Etkenler Modeli ve Kendiliğinden Organizasyon

Güncel araştırmalar, bir beceriyi öğrenmenin tekdüze değil; zihinsel, fiziksel ve çevresel etkenlerle bir bütün olarak gerçekleştiğini göstermektedir. Ekolojik dinamikler yaklaşımı öğrenmeyi; birey, çevre ve göreve ait kısıtların kesişiminde şekillenen bir süreç olarak ele alır(Button ve ark,2021). Bu yaklaşımı *Ekolojik Psikoloji* teorisi ile *Dinamik Sistemler* teorisini birleştirerek ekolojik dinamikler yaklaşımını spor bilimlerine uyarlandığı literatürde geçmektedir. Alali ve meslektaşları (2024) ise hareketin merkezi sinir sistemi tarafından önceden belirlenmiş esnek olmayan motor komutlarla yönetilmediğini; bilakis, bu üç sınırlılık türünün etkileşimi doğrultusunda o anda "kendiliğinden düzenlenen" (*self-organization*) bir süreç olduğunu vurgulamaktadır.

Organizma sınırlılıkları: Sporcunun mevcut antropometrik yapısı, kas kuvveti, anksiyete düzeyi, yorgunluk durumu ve geçmiş deneyimleridir.

- Çevre sınırlılıkları: Zemin cinsi, rüzgârın şiddeti, ortam aydınlatması, seyirci sesi ve yerçekimi gibi dış etmenlerdir.

- Görev sınırlılıkları : Müsabakanın yasal kuralları, kullanılan malzemenin nitelikleri (topun ağırlığı, raketin gerginliği) ve antrenörün taktiksel direktifleridir.



Gerçek anlamda uzman sporcular , amatör sporculardan farklı olarak sınırlılıklardaki en küçük değişiklikleri duyusal sistemleri aracılığıyla anında fark edebilme ve hareket kalıplarını veya şemalarını bu değişime göre ayarlama kapasitesine sahiptir. Bu durum, Latash'ın 2022 yılında yayınladığı çalışmasında Nikolai Bernstein'ın ileri sürdüğü "motor zenginliği" ve serbestlik derecelerinin denetimi kavramlarıyla yakından bağlantılı olduğunu bildirmektedir. Acemi bir sporcu hareket esnasında eklemlerini sabitlemesi katı bir formda yapı ortaya koyarken, uzman sporcu değişen tüm sınırlılıklar karşısında eklem hareketliliğini muhafaza eder ve hedefe ulaşmayı sağlayan çeşitli motor kombinasyonlarını gözden hızlı geçirerek ihtiyaç olan hareketi (sinerjileri) anında devreye alabilir.

2. ALGISAL-MOTOR SÜREÇLER VE BECERİ ÖĞRENİMİ

Sporda üst düzey motor becerilerin sergilenmesi, çevreden gelen dinamik duyusal girdilerin merkezi sinir sistemi tarafından organize edilip, işlenerek ve hızlıca etkili bir eylem planına dönüştürülmesini gerektirir. Bu durum karşısında sporcu algısal motor sitemini iyi organize etmelidir. Algısal-motor süreçler, bireyin çevredeki nesnelerin konumunu, hızını, ivmesini, açısını ve yörüngesini doğru analiz ederek kendi vücut mekaniğini bu değişken yapıya entegre etme becerisidir. Geleneksel yaklaşımlar performansı fiziksel kas gücüyle açıklasa da modern hareket bilimleri motor çıktıların kalitesini beynin bu duyusal verileri entegre etme hızına ve işlemesine bağlamaktadır (Habekost,ve ark., 2024).

Bu durum sporcuya geniş bir opsiyon sağlamakta olup, çevresel uyaranların (görsel, işitsel, proprioseptif) afferent yollarla merkeze taşınması ve burada işlenmesi, sporcunun durumsal farkındalığının temelini oluştur-

maktadır. Bu süreçte algı ve eylem döngüsü sürekli olarak birbirini besler. Türkiye'deki spor bilimleri literatüründe de vurgulandığı üzere, farklı spor branşlarındaki bireylerin algısal-motor yetenek örüntüleri, aldıkları spesifik hareket eğitiminin niteliğine göre şekillenmekte ve profesyonelleşme düzeyini doğrudan etkilemektedir (Sürek ve Bozkurt. 2023). Beceri öğrenimi perspektifinden bakıldığında uzmanlık, beyindeki sinaptik bağlantıların amaca yönelik yoğun pratiklerle yeniden organize olması (nöroplastisite) sürecidir. Bir motor beceri ilk kez öğrenilirken yoğun bir bilinçli çaba, yüksek dikkat odaklanması ve prefrontal korteks aktivitesi gerekirken, uzmanlaşma gerçekleştikçe bu şemalar alt beyin yapılarına devredilerek otomatikleşir. Beceri edinimi süreci, nöral kontrolün hiyerarşik değişimini yansıtan evrelerden oluşur (Fitts & Posner, 1967). Öğrenmenin acemilik evresinde nöral şemalar henüz şekillenmediği için süreç prefrontal korteks odağında yürütülür; bu durum yüksek düzeyde dikkat, bilinçli çaba ve belirgin bir metabolik enerji tüketimi gerektirir (Shiffrin & Schneider, 1977). Prefrontal korteks (PFC), duyusal girdiler, düşünceler ve eylemler arasındaki eşleştirmelerin diğer mevcut eşleştirmelere göre zayıf bir şekilde kurulduğu veya hızla değiştiği durumlarda kritik öneme sahiptir. Amaca yönelik tekrarlarla (Ericsson et al., 1993) uzmanlaşma sağlandığında ise kontrol alt beyin yapılarına —bazal gangliyonlar ve serebelluma— devredilerek otomatize edilir (Graybiel, 2008). Bu nöral aktarım sayesinde görev, minimum bilişsel çabayla yüksek hız, akıcılık ve otomatizm içerisinde icra gerçekleşir."Nörolojik açıdan bu süreç, beynin motor korteks ve ilişkili ağlarında 'nöral verimlilik' hipotezi olarak karşılık bulur; göreve hizmet etmeyen gereksiz nöral kanallar elenir ve hareketin kusursuz icrası için sadece ilgili motor birimler minimum enerjiyle ateşlenir (Li ve Smith , 2021).

Nöral ağların bu ekonomik ve amaca yönelik işleyişi, sporcunun zihinsel kaynaklarını serbest bırakarak yüksek baskı anlarında taktiksel süreçlere ve ekstrem zaman kısıtlamalarına odaklanması için gerekli bilişsel esnekliği sağlar (Li ve Smith , 2021). Bu süreç içinde sporcu en iyi opsiyonu kullanarak gerekli olan en ekonomik motor aksiyonlarını tüm şartları analiz ederek gerçekleştirmeye çalışır.

3 GÖRSEL ARAMA STRATEJİLERİ VE ÖRÜNTÜ TANIMA

"Açık beceri gerektiren kaotik spor ortamlarında maruz kalınan bilgi yükü, bireyin bilişsel işleme kapasitesinin sınırlarını zorlayacak niteliktedir." Uzman sporcular, bu karmaşık veri akışını yönetebilmek ve zihinsel boğulmayı engellemek için niteliksel olarak amatörlerden net bir biçimde ayrışan görsel arama stratejileri ve örüntü tanıma mekanizmaları kullanırlar (Zhou ve ark., 2025). Bu maksatla görsel arama ve örüntü tanıma sporcular için aktif olduğu spor dalında tüm verileri değerlendirerek bu süreci sağlıklı bir şekilde uygulamasına bağlıdır. Bu anlamda sporcunun zihinsel dayanıklılık seviyesinin ve bilişsel becerisinin çok iyi durumda olması gerekmektedir. Bu-

nula ilgili Kılıç ve Kurtay 'ın (2021) Genç futbolcular üzerine yaptığı bir çalışmada zihinsel dayanıklılık seviyesine ve bilişsel beceriye dikkat çekmişlerdir.

3.1. Görsel Arama Stratejileri (Visual Search Behaviors)

Görsel algı ve hareket işleme süreçleri, karmaşık spor ortamlarında etkili motor kararların alınmasında belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu yüzden sürecin dikkat edilmesi gereken nokta olup verimli bir şekilde sonuçlandırılması önemlidir. Görsel algı ve hareket işleme, özellikle futbol, hentbol ve basketbol gibi hızlı tempolu takım sporlarında performans için gereklidir. Sportif performanslar gerçekleştirilirken saha içindeki tüm hareketli sporcu ve nesneler karşılıklı görüş alanı içindedir. Horizontal ve vertikal bakış açıları ise faklı bakış türü olmakla birlikte sporcuya beceri veya hareket sırasında kolaylık sağlar. Profesyonel sporcular daha çok odak noktalarına yoğunlaşarak odak sürecini gerekli bilgileri almak için algı yolunu ve dikkatte seçicilik özelliklerini kullanırlar (Mann ve ark., 2007). Ayrıca, tüm branş sporcularının çevresel bilgileri işlemesinin ana etmenlerinden biri olup, sporcuların saniyeler içinde karar verebilmelerinde görsel bilgileri hızlı ve doğrulukla işlemelerinde belirleyicidir. Sporda karar verme hem sezgisel(sistem 1) hem de müzakereci (sistem 2) bilişsel süreçleri içeren karmaşık bir örüntü içerir. Cardoso vd. 'ne (2021) göre, uzman sporcular, örüntü tanıma ve geçmiş deneyime dayanan hızlı ve sezgisel karar sağlayan sistem 1'den güç alır. Araştırmacılara göre, bu özellikle daha hızlı karar vericilerin daha verimli görsel arama stratejilerini kullandığı ve daha düşük bilişsel çaba gösterdiği futbol gibi hızlı tempolu sporlarda görünürdür. Aynı biçimde Chong (2025) üst düzey futbolcuların daha hızlı tepki süreleri, daha az fiksasyon (odaklanma) ve daha kısa bakış süreleri ile kritik bilgileri daha etkin şekilde ortaya koyduklarının altını çizer. Buna göre, uzmanlık düzeyindeki sporcular görece yenilere kıyasla çevresel durumlara daha etkin yanıtlar verir.

Bu doğrultuda; görsel arama stratejilerine ve hareket algısına odaklanan eğitim uygulamalarının, spor performansını doğrudan geliştireceği öngörülmektedir. Uzman sporcular sahaya veya rakibe bakarken daha az sayıda ancak daha uzun süreli odaklanmalar gerçekleştirirler. Bu stratejik tercih, göz kaslarının gereksiz hareketini (atlamaları) azaltarak görsel bilgi toplama sürecinin en üst düzeye çıkarır. Sporcular çevresel gürültüyü ve taktiksel olarak önemsiz detayları filtreleyerek sadece görevle doğrudan ilişkili kritik alanlara odaklanırlar. Bu süreçte yaygın olarak kullanılan "görsel pivot" stratejisi, gözün merkezi bir anatomik veya uzamsal noktaya sabitlenmesi ve foveal görüşün (gözün retinasının tam merkezinde yer alan görme ekseninde üzerindeki çukur bölgeye verilen addır, bu bölge aracılığıyla sağlanan görmedir) ötesinde çevresel görüşün etkin kullanımıyla tüm oyun alanının tek bir bütün olarak taranmasını sağlar (Vater ve ark., 2020). Sportif performans sırasında sporcuların görme alanı içindeki çevrede bulunan tüm hareketli nesne ve objeleri taraması, analiz etmesi farkında olması gerekmektedir. Böylece ha-

reketli nesnelerin takibi kolaylaşır ve uzamsal algı performansı üst seviyeye taşınır. Bu da sporcunun o andaki çevresi (iç ve dış müsabaka ortamları)ile güvenli ve doğru bir şekilde etkileşime girmesini sağlayan temel bir bilişsel beceridir. Görsel arama stratejilerinin bu işleyiş biçimi, örüntü tanıma yeteneğinin gelişimi için de temel bir alt yapı oluşturur; zira etkin görsel arama, anlamlı bilgi parçacıklarının belleğe aktarılmasını kolaylaştırır ve şematik yapılarla veya motor kalıplarla eşleştirilmesini mümkün kılar. Bu durum sporcunun içinde bulunduğu ortam veya aktivite esnasında doğru analiz ve değerlendirme yapmasına imkân tanımış olur.

3.2. Örüntü Tanıma (Pattern Recognition)

Sporcu alan içinde görsel tarama veya arama yaparken net ve doğru durum tespiti yapabilmesi için örüntü tanıma yeteneğine ihtiyaç duyar. "Örüntü tanıma; sahada karmaşık veya rastgele görünen oyuncu dizilimlerinin, zihinde anlamlı taktiksel bloklar halinde gruplandırılması becerisidir (Williams ve Hodges, 2005). Uzmanların alana özgü hatırlama ve tanıma görevlerindeki üstünlüğü, uzun süreli belleklerinde yer alan ve karmaşık oyun örüntülerini hızla kodlamalarına ve yorumlamalarına olanak tanıyan yapılandırılmış bilgi tabanlarına (veya bloklara/şemalara) bağlanmaktadır (Abernethy ve ark., 2024). Sporcu, mevcut mekansal yerleşimi uzun süreli belleğinde yer alan ve geçmiş binlerce saatlik deneyimle inşa edilmiş yapılandırılmış şemalarla eşleştirerek bir sonraki hamleyi mikro saniyeler içinde tahmin eder. Kapsamlı ve alana özgü antrenmanlar /deneyimler sayesinde uzmanlar, yapılandırılmış oyun örüntülerinden anlamlı bilgileri acemilere kıyasla çok daha verimli bir şekilde çıkarmalarını sağlayan gelişmiş algısal yapılar geliştirirler (Abernethy ve ark., 2024).Bu mekanizma sayesinde uzman sporcular; sahadaki alanları, olası riskleri ve hücum fırsatlarını rakiplerine kıyasla çok daha erken evrede algılayabilmektedir. Nitekim örüntü tanıma becerileri, üst düzey sporcuların hücum ve savunma oyuncuları arasındaki temel ilişkisel bilgileri hareketin başlangıcında çözümleyerek gelecekteki rakip hamleleri önceden tahmin etmelerine (*anticipation*) olanak tanır (Abernethy ve ark., 2024).

***Takım Sporları Örneği**:* Bir elit futbol oyun kurucusu, rakip savunma oyuncularının sahadaki dağınık konumlarını tek tek bireysel nesneler olarak incelemek yerine, savunma bloğunun geometrik dizilimini bir bütün (örneğin bir kayma, kademe hatası veya sıkıştırma örüntüsü) olarak anında tanır. Bu üstün örüntü tanıma becerisi, çalışma belleğinin yükünü hafifleterek derinlemesine atılacak gizli bir pas koridorunun milisaniyeler içinde fark edilmesini ve uygulanmasını sağlar (Habekost ve ark., 2024). Son 2026 dünya kupası maçlarında katı kompleks savunma blokları kuran ülke takımlarını geçmekte zorlanan oyunculara ve takımlara şahit olduk bunlardan biri de ülkemizin milli takımı oldu.

Eğer takımımızın Örüntü tanıma yeteneğinin üst düzeyde gelişmiş ol-

ması durumunda ve sporcuların antisipasyon becerilerinin gelişmiş olması ile öncelikle mevcut durumu anlamlandırması saniyeler alırdı, rakip takımların savunma bloklarını geçme stratejileri üreterek gol fırsatları yakalamış olabilirdi. Özellikle takım sporunda görev alan spor uzmanı ve sporcular açısından bu konunun dikkatli bir biçimde kavranması önem taşımaktadır.

4. ANTİSİPASYON VE KİNEMATİK İPUÇLARININ ÇÖZÜMLENMESİ

Sporda üst düzey performansın belirleyici unsurlarından biri olan öngörü (*anticipation*), rakibin vücut mekaniğinden açığa çıkan rakibin ilk vücut hareketlerinden doğru ve hızlı biçimde anlamlandırılmasına dayanır. Özellikle hızlı anlık gelişen motor aksiyonlara doğru tepki vermek başarıyı getirecektir. Zaman kısıtlamasının uç düzeyde olduğu spor kollarında, nesne veya rakip hareketini tamamladıktan sonra reaksiyon göstermek, biyolojik sinir iletim hızının sınırları nedeniyle eylemin gerisinde kalmaya yol açar. Sporcuların milisaniyelerle yarıştığı durumlarda (örneğin tenis servisi karşılama veya penaltı kurtarma) görsel bilginin beyne iletilmesi, işlenmesi ve kaslara emir gönderilmesi toplamda 200-250 ms sürer. Topun gelme süresi de bundan kısa olduğu için reaksiyon göstermek imkansızdır (Müller ve Abernethy, 2012). Bu durum uzman sporcuları, eylem henüz tamamlanmadan geleceği tahmin etmeye, yani antisipasyon (anticipation / öncelleme) mekanizmasını etkin bir şekilde kullanmaya zorlar. Uzman sporcular rakibin beden dilinden (örneğin kalça açısı, raketin geriye açılışı) hareket henüz bitmeden sonucunu tahmin ederler. Saha içinde gelişen bu durumlara karşı doğru motor aksiyonları oluşturmak, sporcuların antrenmanlarda sıkça tekrar etmesi ve olası gerçekleşecek aksiyonları öngörmek ve çalışmaları bu yönde gerçekleştirmek gerekmektedir

4.1. Kinematik İpuçları (Kinematic Cues)

Öncelikle doğru motor yanıt oluşturmak sporcular için kinematik ip uçlarını doğru analiz etmesine bağlıdır. Antisipasyonun başarısı, rakibin vücut mekaniğindeki erken yapısal ve anatomik değişimlerin (kinematik ipuçları) en hassas düzeyde okunmasına bağlıdır. Uzmanlar, rakibin hareketinin henüz ilk evrelerindeki omuz açısı, kalça rotasyonu, diz bükülmesi veya uzuv salınımı gibi mikro saniyede değişen verilere odaklanarak topun veya darbenin yönünü, spin miktarını ve hızını henüz nihai temas gerçekleşmeden algılarlar (Yan ve ark., 2025; Abernethy ve Zawi, 2007).Amatör sporcular ise ancak top veya uzuv hareket ettikten sonra nesnenin yörüngesine odaklanabilirler ki bu da motor yanıt gecikmesine neden olur. Kinematik ipuçlarının çözümlenmesi, zamansal farkındalığın gelişimi için de kritik öneme sahiptir; çünkü sporcu, hareketin başlangıç evrelerindeki bu en küçük verileri okuyabildiğinde, hareketin tamamlanma süresini ve kendi yanıtının başlatılması gereken anı daha doğru tahmin edebilir. Bu durumda sporcular motor yanıtın gecikmesini önleyerek doğru ve hızlı motor yanıt oluşturmuş olacaktır.

4.2. Zamansal Farkındalık (Temporal Awareness)

Zamansal farkındalık, bireyin hızla değişen koşullar karşısında "neyi, ne zaman yapması gerektiğini" anlık olarak sezinleme ve harekete geçirme kapasitesi olarak bilinmektedir.

Zamansal farkındalık, bir eylemin tam olarak ne kadarlık bir süre içinde gerçekleşeceğini ve motor yanıtın hangi mikro saniyede başlatılması gerektiğini kusursuz şekilde zamanlama becerisidir. Sporcu, rakibin kinematik ipuçlarını çözerek eylemin zaman akışını zihninde ileriye dönük olarak kurgular (Müller ve ark., 2020).

Bireysel Sporlar bağlamında Zamansal Farkındalık: Elit bir tenis oyuncusu, karşı sahada servis atan rakibin raket-top temasını beklemez. Rakibin topu havaya fırlatış yüksekliğinden, sırtının bükülme yayına ve vuruş omzunun dönüş kinematiklerine bakarak topun hem hızını hem de düşeceği yönü top raketten ayrılmadan tam 100 milisaniye önce öngörür ve adımlamasını (split-step) tam zamanında başlatarak kortta pozisyon alır (Abernethy ve Zawi, 2007).Zamansal farkındalığın bu düzeyde gelişmiş olması, sporcunun dikkat kontrol mekanizmalarını da etkin şekilde kullanabilmesi için zorunludur; zira doğru zamanlama, dikkatin hedefe yönlendirilmesi ve motor programın başlatılması arasındaki koordinasyonu gerektirir.

Bireysel Sporlar Örneği: Elit bir masa tenisi oyuncusu, karşı masada servis atan rakibin raket-top temasını beklemez. Rakibin topu havaya fırlatma açısından, gövde rotasyonuna ve vuruş öncesi raket açısının kinematiklerine bakarak topun hem yönünü hem de falsosunu (spin) top raketten ayrılmadan önceki algısal aşamada öngörür. Motor deneyim sayesinde beyinde çok daha erken başlatılan bu nöral kodlama süreci, oyuncunun reaksiyon hamlesini tam zamanında başlatarak masada pozisyon almasını sağlar (Yan ve ark., 2025).

5. DİKKAT KONTROLÜ VE SESSİZ GÖZ (QUIET EYE)

Görsel dikkatin motor performans üzerindeki bu kontrol mekanizması, literatürde Sessiz Göz (Quiet Eye) kavramı ile açıklanmaktadır. Bilişsel uzmanlığın hedef odaklı üst düzey motor performansa dönüştüğü en kritik eşik, dikkat mekanizmalarının doğru yönetilmesidir. Sessiz göz fenomenine ise spor bilimleri ve nörolojide, bireyin kritik bir motor hareketten veya beceriden (basketbol atışı, golf vuruşu veya ceza Penaltı gibi) hemen önce bakışlarını hedef üzerindeki bir noktaya sabitlediği son ve en uzun süreli odaklanma anıdır. Spor psikolojisi ve motor kontrol literatüründe dikkatin görevle ilişkili dışsal ipuçlarına kaydırılması, hareketin otomatik yapısını koruyarak motor öğrenmeyi ve hareketin akıcılığını doğrudan artırır (Khalaji ve ark., 2024). Antisipasyon ve kinematik ipuçlarının çözümlenmesi süreçleri, dikkatin nereye ve ne zaman yönlendirileceğini belirler; bu nedenle dikkat kontrolü,

önceki bölümlerde ele alınan tüm bilişsel süreçlerin birleşim noktasıdır. Bu bölümde, sessiz göz fenomeni ve dikkat kontrolünün motor performansa etkileri incelenecektir.

5.1. Sessiz Göz (Quiet Eye) ve Dikkat Kontrolü

Sessiz Göz (Quiet Eye), hedefe yönelik kritik bir motor eylemin (vuruş, atış, fırlatma vb.) başlatılmasından hemen önce, gözün hedefteki belirli bir noktaya yaptığı son sabitlenme (fiksasyon) süresidir. Bu süre boyunca beyin, yapılacak motor programı arka planda hazırlar, efferent motor komutları düzenler ve dikkat ağlarını optimize ederek dışsal parazitleri bloke eder (Vickers, 2016).Literatür incelendiğinde; Wilson, ve ark, (2015) Hareket başlatılmadan önceki bakış davranışı, "sakin göz" (QE) olarak adlandırılır ve başarılı performansları daha az başarılı performanslardan ayıran önemli bir faktördür; görsel-motor çalışma alanında belirli bir konuma veya nesneye en az 3°'lik görsel açı içinde odaklanan son bakış veya takip bakışı olarak tanımlamıştır. Son yılarda bazı güncel araştırmalar mevcuttur özellikle kortikal gürültü ile ilgili bazen Sporcu bu durumu dışarıya şu cümlelerle ifade eder: *"Aklımı bir türlü boşaltamadım"*, *"Kafam çok doluydu"*, *"Gözüm bir türlü hedefe oturmadı"* veya *"Ellerim taş gibiydi, ritmimi bulamadım"*. İşte bu durumları araştıran bilim adamları mevcuttur .

Güncel elektroensefalografi (EEG) çalışmaları, başarılı motor çıktılardan hemen önce sessiz göz süresinin anlamlı derecede uzadığını ve bu esnada kortikal düzeyde dikkat kontrol ağlarının stabilize olduğunu, merkezi sinir sisteminde görev dışı sinyallerin (kortikal gürültü) bastırıldığını göstermektedir (Mann ve ark., 2007).Yüksek düzeyde stres ve baskı altında deneyimlenen performans bozulmalarının, sporcuların sessiz göz sürelerinin kısalması ve dikkatlerinin görevle ilgili ipuçlarından uzaklaşarak içsel kaygılara yönelmesiyle bağlantılı olduğu ortaya konmuştur. Görsel fiksasyon (Göz sabitlemesi) süresi kısaldığında motor programlama sekteye uğramakta ve hedef koordinasyonu kaybedilmektedir (Vickers, 2016).

Dikkat kontrolünün bu işleyiş biçimi, sezgisel karar verme süreçleriyle de yakından ilişkilidir. Sessiz göz süresi boyunca sporcu, çevresel bilgileri süzerek ve uzun süreli bellekteki şemaları aktive ederek, sezgisel bir karar alma zeminini hazırlar. Bu nedenle dikkat kontrolü, sezgisel düşünme ve karar verme mekanizmalarının etkinleşmesi için gerekli bir ön koşul olarak değerlendirilmelidir.

6. SEZGİSEL DÜŞÜNME, SEZGİSEL FARKINDALIK VE SEZGİSEL KARAR VERME

Spor müsabakalarının yüksek temposu ve stresi, sahada her olasılığın detaylıca hesaplandığı yavaş karar verme süreçlerine imkân tanımaz. Bu nedenle üst düzey uzmanlık performansı; sezgisel düşünme, sezgisel farkındalık ve hızlı sezgisel karar verme süreçlerinin organize bir bütünüdür. Dikkat kontrol mekanizmalarının etkin yönetimi, bu sezgisel süreçlerin ortaya çıkabilmesi için zorunlu bir zemin oluşturur; zira dikkatin dışsal ipuçlarına yönlendirilmesi, içsel analitik süreçlerin bastırılmasına ve sezgisel şemaların aktive edilmesine imkân tanır. Bu bölümde, sezgisel bilişsel süreçlerin işleyişi ve karar verme mekanizmaları ele alınacaktır.

6.1.Sezgisel Farkındalık (Intuitive Awareness)

Sezgisel farkındalık, sporcunun oyun alanındaki taktiksel veya mücadele anındaki fiziksel dinamikleri, net bir analitik veya sözel açıklama getirmeksizin, geçmiş binlerce saatlik deneyimin birikimiyle "hissedebilme" ve durumu sezgisel olarak kavrama kapasitesidir. Bu farkındalık, sporcuyu sahada her zaman doğru zamanda doğru yerde konumlandırır (North, Ward ve Ericsson, 2011).Öncelikle sezgisel farkındalığın tam yerinde olabilmesi için çevredeki bilginin alınması işlenmesi önem arz eder. Bilgiyi nasıl öğrendiğimiz hakkında iki önemli farklılık vardır. Bunlardan birincisi; bilgiyi nasıl algıladığımız, ikincisi; algıladığımız bilgiyi nasıl işlediğimizdir (Arıkan ve Şahbudak, 2020). bu bilginin işlenme şeklinde sezgisel farkındalığın gelişimine katkı sağlayacaktır. Sezgisel farkındalığın gelişimi, görsel arama stratejileri ve örüntü tanıma yeteneğiyle doğrudan ilişkilidir; çünkü sporcu, çevresel bilgiyi etkin şekilde süzebildiği ve anlamlı yapılar halinde organize edebildiği ölçüde, bu bilgileri sezgisel bir biçimde "hissedebilir".

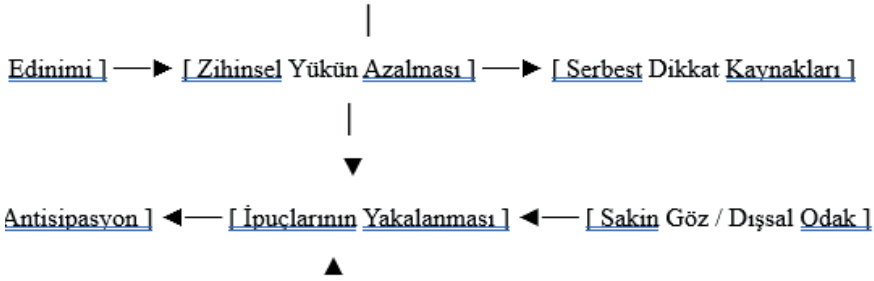
6.2. Sezgisel Düşünme ve Karar Verme (Heuristic Decision Making)

Sezgisel karar verme, sıralı mantık veya açık akıl yürütme süreçlerine dayanmak yerine, deneyim ve muhakemenin ön planda tutulduğu bir karar verme yöntemi olarak tanımlanmaktadır (Daft, 2016). Diğer taraftan , Koçoğlu (2010) ise karar vermeyi karşılaşılan durumda hedefe ulaşmak amacıyla bilgilerin toplanması; mantıklı ve bilimsel bir akıl yürütmeyle seçenekler oluşturularak en uygun olanının seçilip uygulanması olarak tanımlamıştır. Uzmanlar karmaşık durumlarla karşılaştıklarında, tüm alternatifleri tek tek değerlendirmek yerine Tanımaya Dayalı Karar Verme (Recognition-Primed Decision) modellerine uygun olarak, zihinlerindeki en geçerli ve uygulanabilir ilk şemayı doğrudan seçerler. Klein (1993), bu sürecin doğal ortamlarda uzmanların karar verme biçimini açıkladığını ve analitik analizlerin getireceği zaman kaybını ortadan kaldırarak performansı en yüksek hız ve doğruluk düzeyine taşıdığını rapor etmiştir. Bu sezgisel kısayollar (heuristics), sporcuların zamansal kısıtlamalar altında hızlı ve doğru kararlar almasını

sağlar. Sezgisel karar verme süreçlerinin bu işleyiş biçimi, algısal-bilişsel antrenman teknolojilerinin geliştirilmesinde de temel bir dayanak noktası oluşturur; zira bu teknolojiler, sporcuların sezgisel karar verme yeteneklerini güvenli ve kontrollü ortamlarda geliştirmeyi amaçlar.

7. BÖLÜMLER ARASI İLİŞKİ VE BÜTÜNLEŞİK BİLİŞSEL MİMARİ

Bu kitap bölümünde şu ana kadar ayrı ele alınan beceri edinimi, antisipasyon ve dikkat mekanizmaları, müsabaka esnasında eş zamanlı ve bütüncül bir etkileşim içindedir. Dolayısıyla bu yapıyı anlamak, bu üç kavram arasındaki ilişkileri ortaya koymayı gerektirmektedir.



1. Beceri Ediniminden Dikkat Stratejilerine Köprü: Kısıtlar temelli yaklaşımla binlerce saat pratik yapan bir sporcunun motor becerileri özerk (otomatik) aşamaya ulaşır. Hareket otomatikleştiğinde, prefrontal korteksteki (bilinçli kontrol merkezi) sinaptik aktivasyon ve glikoz tüketimi azalır. Bu durum, sporcuda muazzam bir "serbest dikkat kapasitesi" açığa çıkarır (Williams ve Jackson 2019). Acemi bir oyuncu dikkatini topu nasıl süreceğine (içsel odak) ayırmak zorundayken, uzman oyuncu top sürmeyi otomatik yaptığı için serbest kalan dikkatini sahaya (dışsal odak ve sakin göz) yönlendirebilir.

2. Dikkat Stratejilerinden Antisipasyona Köprü: Serbest kalan görsel dikkat kaynakları, göz arama davranışlarını optimize eder. Uzman sporcu, "sakin göz" stratejisini kullanarak gözlerini sahada gereksiz gezdirmez; doğrudan rakibin en kritik kinematik ipuçlarına (örn. kalça yönü) kilitler. Doğru odaklanma, görsel gürültüyü elediği için algısal işlem hızı tavan yapar ve bu da üstün bir antisipasyon (öngörü) doğurur (Vickers, 2016).

3. Antisipasyondan Tekrar Beceri Edinimine Köprü: Rakibin hamlesini önceden doğru tahmin eden sporcu, eyleme geçmek için fazladan zaman kazanır. Bu kazanılan zaman, çevredeki eylem olanaklarının (affordances) daha doğru değerlendirilmesini sağlar. Affordance ise bir nesnenin nasıl kullanılacağını, kullanıcının o nesneye baktığında nasıl algıladığıdır.

Spor ve Nörobilim Açısından bakıldığında Algı-aksiyon eşleşmesinde sporcular çevreyi nesnelerin soyut özellikleriyle değil sundukları affordance (eylem imkanları) üzerinden algılamasıdır (Gibson,1985;Norman, 1988).

4. Zaman baskısı hafiflediği için motor sistem, kısıtlar karşısında en esnek ve en mükemmel motor çözümü üretir; bu da beceri ediniminin kalitesini kalıcı olarak artırır ve pekiştirir.

Sporda bilişsel uzmanlığın geliştirilmesi, görsel arama kalitesinin artırılması ve motor becerilerin keskinleştirilmesi amacıyla, geleneksel saha çalışmalarının yanı sıra laboratuvar ve teknoloji tabanlı algısal-bilişsel eğitim (perceptual-cognitive training) protokolleri modern antrenman metodolojilerine güçlü bir şekilde entegre edilmiştir. Sezgisel karar verme, antisipasyon, örüntü tanıma ve dikkat kontrolü gibi bilişsel süreçlerin geliştirilmesi, bu teknolojik araçların temel hedefini oluşturur. Spor alanına yansıyan teknolojik gelişme dahilinde olan bilgi, medya ve teknoloji becerileri gibi yeni bir kolu oluşturmaktadır. (Akıncı, 2022) . Bu bölümde, teknolojik araç gereçlerden olan stroboskopik gözlükle görsel antrenman ve sanal gerçeklik sistemleri ele alınacaktır.

7.1. Stroboskopik Görsel Antrenman Süreçleri

Stroboskopik antrenman, sporcuların hareket esnasında gözüne gelen ışık ve görüntü akışını kesintili (flaş efekti) hale getiren özel gözlükler aracılığıyla gerçekleştirilir. Bu teknoloji, sporcunun kısıtlı ve kesintili görsel veriden maksimum anlam çıkarma, örüntü tanıma ve eksik kinematik verileri tamamlama yeteneklerini zorlayarak algısal esnekliği ve hareket tahmin hızını geliştirir (Appelbaum ve Erickson, 2018). Stroboskopik antrenmanın temel amacı, sporcuların görsel bilgi işleme kapasitesini artırarak antisipasyon ve örüntü tanıma yeteneklerini desteklemektir. Bu süreç, görsel arama stratejilerinin geliştirilmesi ve zamansal farkındalığın artırılması açısından da önemli katkılar sağlar.

7.2. Sanal Gerçeklik (VR) ve Simülasyon Sistemleri

Dünya kamuoyunda her alanda kullanılan VR ülkemizde çeşitli alanlarda kullanılmaya başlamıştır . Eğitim ortamlarında düşük maliyetli VR kullanımı üzerine yapılan çalışmalar henüz yeni başlamıştır. Bu alanda Yıldırım ve ark (2020) STEM Öğretmenleri Üzerine yaptığı Sınıfta sanal gerçekliğin kullanımı çalışma örnek gösterilebilir. Spor alanında yenilikler yana inovasyon teknolojik gelişmeler ile yerini alarak, bu gelişim spor alanlarına taşınmış ve spor uzmanları tarafından kullanılmaya başlamıştır. (Çelik ve ark;2025) Yeni üretilen spor ekipmanları sayesinde yeni rekorlar kırılabilmekte, yeni gelişmeler oluşmakta bu gelişimle birlikte yeni spor dalları da oluşmaya başlamıştır (Yıldırım ve ark;2023). bu yenilikler spor alanlarında VR ve Stroboskopik gözlükler vb. gibi ön plana çıkmaktadır. Bu açıdan VR işlevleri spor uzmanları tarafından sporculara aktarılmaktadır.

Sporculara gerçek müsabaka senaryoları, taktik dizilimler ve elit rakiplerin birebir kinematikleri VR ortamında sunulur. Bu teknolojik süreçler, sporcunun kas-iskelet sistemine aşırı fiziksel yük bindirmeden ve aşırı yorgunluk yaratmadan; karar verme doğruluğunu, zamansal farkındalığını ve sezgisel karar mekanizmalarını güvenli, kontrollü ve tekrarlanabilir bir simülasyon alanında test edip eğitmesine olanak tanır (Gray, 2019). VR sistemleri, özellikle antisipasyon ve örüntü tanıma becerilerinin geliştirilmesinde etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir; çünkü sporcu, gerçek müsabaka koşullarına benzer senaryoları defalarca tekrarlayarak kinematik ipuçlarını daha hızlı çözümleyebilir ve sezgisel karar verme yeteneğini geliştirebilir.

8.SONUÇ

Hem uluslararası gelişmeler hem de yerel düzeydeki güncel araştırmalar, performans mimarisinin bu zihinsel bileşenlerini eğitmenin önemini ortaya koymaktadır. Görsel arama stratejilerinin geliştirilmesi, örüntü tanıma yeteneğinin keskinleştirilmesi, kinematik ipuçlarının çözümlenmesi, zamansal farkındalığın artırılması, sessiz göz süresinin uzatılması ve sezgisel karar verme mekanizmalarının desteklenmesi, modern spor bilimlerinde bütünleşmiş bir antrenman yaklaşımının temelini oluşturur. Geldiğimiz bu noktada antrenmanların yeniden spor uzmanlığı yapan antrenör veya spor bilimcileri tarafında yeniden inşa edilmesi gerekmektedir.

Sporda uzmanlığın algısal-motor ve bilişsel mimarisinde beceri edinimi, antisipasyon ve dikkat stratejileri gerçekleştirme açısından, spor bilimcileri ve elit antrenörler için radikal metodolojik dönüşümleri zorunlu kılmaktadır. Geleneksel, mekanik, bağlamdan kopuk ve sürekli tekrara dayalı geleneksel antrenman modelleri terk edilmelidir. Bunun yerine; algı-hareket eşleşmesini bozmayan, kısıtlar temelli yaklaşımı benimseyen, sporcuları erken ipuçlarını okumaya zorlayan ve dışsal odaklanmayı teşvik eden algısal-bilişsel yönü zenginleştirilmiş antrenman tasarımları (perceptual-cognitive enriched training) merkeze alınmalıdır. (Renshaw ve ark., 2019). Ayrıca bu bölüm kapsamında incelendiği üzere; yakın gelecekte uzman sporcuların beceri ediniminde; kısıtları kusursuz şekilde yönetebilen, içsel odaktan ziyade dışsal odaklanmayı kullanan, daha uzun "sakin göz" süreleriyle bilişsel ağlarını organize eden ve erken kinematik ipuçları sayesinde üstün bir antisipasyon yeteneği sergileyen sporcuların yetiştirilmesi önem kazanacaktır.

Antrenörler ve spor bilimciler tarafından bu bilişsel mimarinin anlaşılması, antrenman metodolojilerinin kökten değişmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Geleneksel, sürekli tekrara dayalı ve bağlamdan kopuk geleneksel antrenmanlar yerine; algı ve eylemi birbirinden ayırmayan, kısıtlar temelli, antisipasyon ve doğru dikkat stratejilerini geliştiren "algısal-motor yönleri zenginleştirilmiş" dinamik antrenman tasarımları hazırlamak antrenörler ve spor bilimciler için elzem olmuştur.

Sporcular tarafından bakıldığında; algısal motor süreçlerini nasıl kullanacakları bilişsel süreçleri nasıl işletmesi gerektiğini bilmesi, motor aksiyonları antrenman süreçlerinde sıkça tekrar etmeli, elde ettiği verileri bu doğrultuda optimize ederek oyun alanına transfer edebilmesi gerekmektedir. *Üst düzey sporcular;* bilgiyi üstün örüntü tanıma yetenekleriyle işlemeleri, kinematik ipuçlarını mikro saniyeler öncesinden okuyan antisipasyon becerileri, sessiz göz ile optimize edilmiş dikkat stratejileri ve gelişmiş teknolojik algısal-bilişsel antrenman süreçleriyle amatörlerden ayrışırlar. Bu bilişsel mimari, beceri öğrenimi çerçevesinde şekillenir ve merkezi sinir sistemi süreçleriyle desteklenir.

Gelecekteki araştırma ve uygulamaların; sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR) ve yapay zekâ destekli göz takip (eye-tracking) biofeedback sistemlerini sahadaki pratik antrenman süreçlerine entegre ederek, bu karmaşık algısal-motor mimariyi daha hızlı ve kalıcı biçimde nasıl inşa edebileceğimiz üzerine odaklanması gerektiği öngörülmektedir (Witte ve Pastel 2025). Gelecekteki çalışmalar, sanal gerçeklik (VR) ve yapay zekâ destekli göz takip sistemlerini antrenman süreçlerine entegre ederek, bu bilişsel mimarinin sahada nasıl daha hızlı inşa edilebileceğine şahitlik edeceğiz.

Beceri öğrenimi çerçevesinde şekillenen bu bilişsel mimari, spor bilimlerinde gelecekteki yetenek tespiti, elit sporcu antrenman tasarımı ve performans geliştirme protokollerinin temel odak noktası olmaya devam edecektir.

KAYNAKÇA

Abernethy, B., Baker, J., & Côté, J. (2005). Transfer of pattern recall skills may contribute to the development of sport expertise. Applied Cognitive Psychology, 19(6), 705–718.

Abernethy, B., & Zawi, K. (2007). Pickup of essential kinematics underpins expert perception of movement patterns. Journal of Motor Behavior, 39(5), 353–367.

Akıncı, A. Y. (2022). Anadolu lisesi öğrencilerinin yirmi birinci yüzyıl becerileri ve kariyer kaygısı. *Sciences Joshas Journal*, *8*, 57.

Alali, N. N., Carson, H. J., & Collins, D. (2024). A pragmatic approach to skill acquisition for physical education: Considering cognitive and ecological dynamics perspectives. Quest, 76(2), 227–246.

Appelbaum, L. G., & Erickson, G. (2018). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. International Review of Sport and Exercise Psychology, 11(1), 160–189.

Arıkan, G., & Öztürk, A. (2020). Beden eğitimi ve spor yüksekokulu öğrencilerinin dijital oyun bağımlılığı düzeylerinin incelenmesi (Güneydoğu Anadolu Örneği). *Spor Eğitim Dergisi*, *4*(3), 157-168.

Button, C., Seifert, L., Chow, J. Y., Araújo, D., & Davids, K. (2021). Dynamics of skill acquisition: An ecological dynamics approach (2nd ed.). Human Kinetics.

Cardoso, F. S. L., Afonso, J., Roca, A., & Teoldo, I. (2021). The association between perceptual-cognitive processes and response time in decision making in young soccer players. Journal of Sports Sciences, 39(8), 926–935.

Chong, S. T. (2025). Optimizing decision-making in soccer: Analyzing visual search strategies across skill levels. International Journal of Education and Humanities, 5(1), 58–65.

Çelik, K., Doğan, A. Ş., & Akıncı, A. Y. (2025). Spor Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin İnovasyon Becerileri (SDÜ Örneği). *InnovatioSports Journal*, *3*(2), 119-128.

Daft, R. L. (2015). Organization theory and design (12th ed.). Cengage Learning.

Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. Psychological Review, 100(3), 363–406.

Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967). Human performance. Brooks/Cole Publishing Company.

Gibson, J. J. (1979). The ecological approach to visual perception. Houghton Mifflin.

Gray, R. (2019). Virtual environments and their role in developing perceptual-cognitive skills in sports. In A. M. Williams & R. Jackson (Eds.), Anticipation and decision making in sport (pp. 342–358). Routledge.

Graybiel, A. M. (2008). Habits, rituals, and the evaluative brain. Annual Review of Neuroscience, 31(1), 359–387.

Habekost, T., Ovesen, J., & Madsen, J. B. (2024). Cognition in elite soccer players: A general model. Frontiers in Psychology, 15, Article 1477262.

Haken, H., Kelso, J. A. S., & Bunz, H. (1985). A theoretical model of phase transitions in human hand movements. Biological Cybernetics, 51(5), 347–356.

Khalaji, Z., Nezakat Alhosseini, M., Safavi Hamami, S., Iwatsuki, T., & Wulf, G. (2024). Optimizing motor learning in older adults. The Journals of Gerontology: Series B, 79(1), Article gbad120.

Kılıç, T., & Kal, S., (2014). *Electro-Muscle Simulation (Ems) Cihazı İle 6 Haftalık Antrenman Programı Uygulanan Kadın ve Erkek Deneklerin Fiziksel Değişimlerinin İncelenmesi* . 1.Uluslararası Spor Bilimleri Turizm ve Rekreasyon Öğrenci Kongresi (pp.159). Antalya, Turkey

Klein, G. A. (1993). A recognition-primed decision (RPD) model of rapid decision making. In G. A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood, & C. E. Zsambok (Eds.), Decision making in action: Models and methods (pp. 138–147). Ablex Publishing.

Koçoğlu, E. (2010). İşletmelerde yöneticilerin karar verme süreci ve bu süreçte bilişim teknolojilerinin kullanımı [Yüksek lisans tezi, Atılım Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Koç, Ö., & Akıncı, A. Y. (2024). Attitudes of physical education and sports teacher candidates towards the folk dance course (Teke Region example). Age, 18(20), 3218-3223. https://doi.org/10.29228/asrjournal.71625

Koç, Ö. (2024). Tenis sporunda ritimin önemi. B. Koçyiğit (Ed.), *Tenisin ABC'si* içinde (s. 171-178). Ankara: Platanus Yayın Grubu.

Kurtay, M., & Kılıç, T. (2021). Examining the mental toughness levels of young football players. *Ambient Science*, *8*(1).

Latash, M. L., Scholz, J. P., & Schöner, G. (2002). Motor control strategies revealed in the structure of motor variability. Exercise and Sport Sciences Reviews, 30(1), 26–31.

Li, L., & Smith, D. M. (2021). Neural efficiency in athletes: A systematic review. Frontiers in Behavioral Neuroscience, 15, Article 698555.

Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. Journal of Sport and Exercise Psychology, 29(4), 457–478.

Müller, S., & Abernethy, B. (2012). Expert anticipatory skill in striking sports: A review. Research Quarterly for Exercise and Sport, 83(2), 175–187.

Müller, S., Fitzgerald, C., & Brenton, J. (2020). Considerations for application of skill acquisition in sport: An example from tennis. Journal of Expertise, 3(3), 175–182.

Norman, D. A. (1988). The psychology of everyday things. Basic Books.

North, J. S., Ward, P., Ericsson, A., & Williams, A. M. (2011). Mechanisms underlying skilled anticipation and recognition in a dynamic and temporally constrained domain. Memory, 19(2), 155–168.

Renshaw, I., Araújo, D., Button, C., Chow, J. Y., Davids, K., & Moy, B. (2016). Why the constraints-led approach is not teaching games for understanding: A clarification. Physical Education and Sport Pedagogy, 21(5), 459–480.

Renshaw, I., Davids, K., Newcombe, D., & Roberts, W. (2019). The constraints-led approach: Principles for sports coaching and practice design. Routledge.

Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. Psychological Review, 84(2), 127–190.

Sürek, S., & Bozkurt, S. (2023). Takım sporu yapan öğrencilerin algısal motor becerilerinin incelenmesi [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Vater, C., Kredel, R., & Hossner, E. J. (2020). Examining the functionality of peripheral vision: From fundamental understandings to applied sport science. International Review of Sport and Exercise Psychology, 13(1), 214–237.

Vickers, J. N. (2016). Origins and current issues in quiet eye research. Current Issues in Sport Science, 1, Article 101.

Williams, A. M., & Hodges, N. J. (2005). Practice, instruction and skill acquisition in soccer: Challenging tradition. Journal of Sports Sciences, 23(6), 637–650.

Williams, A. M., & Jackson, R. (Eds.). (2019). Anticipation and decision making in sport. Routledge.

Witte, K., Bürger, D., & Pastel, S. (2025). Sports training in virtual reality with a focus on visual perception: A systematic review. Frontiers in Sports and Active Living, 7, Article 1530948.

Yan, Z., Wang, J., Chen, Y., & Lu, Y. (2025). Motor experience enhances dimension-specific action anticipation: Evidence from electroencephalography and computational modeling. Psychology of Sport and Exercise, 76, Article 102999.

Yıldırım, B., Topalcengiz, ES, Arıkan, G., & Timur, S. (2020). Sınıfta sanal gerçekliğin kullanımı: STEM öğretmenlerinin öğretim ve öğrenme araçlarının kullanımı üzerine düşünceleri. *Bilim, Çevre ve Sağlıkta Eğitim Dergisi* , *6* (3), 231-245.

Yıldırım, F., Akıncı, A. Y., & Kılıç, T. (2023). Uzak Doğu Sporları Sporcularının İnovatif Bakış Açılarının İncelenmesi (Isparta Örneği). *Yalvaç Akademi Dergisi*, *8*(1), 166-178.

Zhou, C., Cai, Y., Li, K., Zhang, X., & Tang, C. (2025). Research on visual search strategies during apparatus throw-and-catch in group rhythmic gymnastics. Frontiers in Psychology, 16, Article 1700617.

Bölüm 2

BİREYSEL SPORLARDA MÜSABAKA ANALİZİ PARAMETRELERİ

Kenan IŞILDAK[1]

1 Doç. Dr. Süleyman Demirel Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi
Orcıd Id: 0000-0002-7164-3500

GİRİŞ

Spor branşlarının literatürde birçok gruplandırması mevcuttur. Bu gruplandırmalardan en yaygın olanları bireysel sporlar ve takım sporlarıdır. Bireysel sporlar altında atletizm, güreş, yüzme, boks gibi birebir mücadele ve bireysel performansın ön planda olduğu branşlar yer alırken, takım sporları altında futbol, basketbol, hentbol gibi bireysel mücadele ve performansın yanında takım performansının da önemli olduğu branşlar mevcuttur (Türkeri et al., 2019). Günümüz dünyasında ister takım sporları olsun isterse bireysel sporlar olsun tüm branşların antrenman programları bilimsel temelli ve sporcuların her alanda gelişimi hedefi doğrultusundadır. Detaylı bir şekilde hazırlanan ve sadece fiziksel parametreleri değil de aynı zamanda psikolojik parametrelerin gelişimine de odaklanan antrenman programları sporcuların gelişimlerine ciddi etki ve katkılar sağlamaktadır. Bütün bu antrenman periyotlamaları içerisinde sporculardan beklenilen bedenlerini kullandıkları derecede de psikolojik becerilerini de kullanmaları ve bu iki parametre arasındaki bağın da güçlü olmasını sağlamalarıdır (Demir et al., 2020). Bireysel sporlarda sporcular dikkatlerini yoğunlaştırmalı ve yüksek konsantrasyonu korumalıdırlar. Çünkü sporcu başarı ve başarısızlıktan bizzat kendi sorumludur. Ayrıca hem bireysel hem takım sporlarında yer alan sporcuların fizyolojik ve motorik kapasitelerini ortaya koymaları için yaptıkları spor dallarına uygun bir fiziksel özelliklere sahip olmaları gerekir (Sürek, 2021). Takım sporlarında ve bireysel sporlarda mücadele süresi, çabuk ve doğru oynama gerekliliği göz önüne alındığında, her iki grupta da kuvvet, sürat, hareketlilik ve el-göz koordinasyon gibi motorik özellikler gereklilik arz etmektedir. Ancak takım sporlarında sorumluluk ve performansa ilişkin beceriler paylaşılabilirken, bireysel sporlarda bu olası değildir. Bu sebepten bireysel sporlardaki sporcuların motorik ve fizyolojik özelliklerinin yeterliliği başarılarına veya başarısızlıklarına çok daha fazla etki edebilmektedir (Çıngıllıoğlu,.1995). Bireysel sporlar sporcunun takım arkadaşı olmadan ve tek başına rakibe karşı mücadele ettiği sporlardır. Sporcu tek başına mücadele ettiği için motivasyonunu, enerjisini her an yüksek seviyede tutmayı başarmalıdır. Bireysel sporlarda motive olmak takım sporlarına göre çok daha önemlidir. Çünkü müsabaka öncesi, müsabaka anı ve sonrası mücadeleyi tek başlarına sürdürmektedirler. Bireysel sporlar, performansın doğrudan sporcunun bilişsel, psikolojik ve teknik özelliklerine dayanması nedeniyle takım sporlarından ayrılmaktadır. Literatürde bireysel sporcuların imgeleme, dikkat ve öz-yeterlik gibi içsel süreçlerde daha yüksek değerlere sahip olduğu, buna karşılık takım sporlarında performansın grup dinamikleri ve sosyal etkileşimlerden etkilendiği belirtilmektedir (Arslan et al., 2021).

Bu doğrultuda, bireysel sporlarda performansın değerlendirilmesinde kullanılan müsabaka analiz parametrelerinin teknik, taktik, fizyolojik ve psikolojik boyutlarıyla sistematik ve bütün olarak incelenmesi, sporcu

performansının daha doğru analiz edilmesine ve geliştirilmesine yönelik bilimsel çıkarımlar yapılması açısından önemlidir.

TENİSTE TEKNİK PARAMETRELER

Teniste teknik parametreler, oyuncunun performansını değerlendirmede önemli rol oynar. Servis yüzdesi, çift hata sayısı, kazandıran vuruşlar ve basit hatalar gibi değişkenler performansın temel belirleyicileri arasında yer almaktadır.

Tablo 1. Teniste Teknik Parametreler

Parametre	**Açıklama**
Servis yüzdesi	İlk servisin oyuna girme oranı
Çift hata	Servis hatası sonucu kaybedilen puan
Kazandıran vuruş	Doğrudan puan getiren vuruşlar
Basit hata	Rakip baskısı olmadan yapılan hata
Ralli uzunluğu	Bir puandaki vuruş sayısı

Servis Performansı

- İlk servis yüzdesi
- İlk servisten kazanılan puan oranı
- İkinci servisten kazanılan puan oranı
- Ace sayısı
- Çift hata sayısı

Vuruş Türleri ve Kullanım Sıklığı

- Forehand vuruş sayısı
- Backhand vuruş sayısı
- Slice ve topspin vuruşlar
- Vole vuruşları

Kazandıran Vuruşlar

- Doğrudan puanla sonuçlanan vuruş sayısı

Hata Türleri

- Basit hata
- Zorunlu hata

İsabet Oranı

- Topun kort içine düşme yüzdesi
- Hedeflenen bölgeye oynama başarısı

Ralli Parametreleri

- Ralli süresi
- Ralli başına vuruş sayısı
- Uzun ve kısa ralli performansı

File Oyunu

- Fileye çıkma sayısı
- Filede kazanılan puan oranı
- Vole başarı yüzdesi

Kort Kullanımı

- Çapraz ve paralel vuruş oranı
- Kort bölgelerine göre dağılım
- Açılar oluşturma becerisi

Teknik Başarı Yüzdesi

- Başarılı vuruş / toplam vuruş oranı
- Genel teknik verimliliği gösterir

TENİSTE TAKTİK PARAMETRELER

Teniste taktiksel performans, oyuncunun maç içerisindeki karar verme süreci ve rakibe karşı geliştirdiği stratejiler ile ilişkilidir. Oyuncuların saha yerleşimi, vuruş yönü tercihleri ve oyun temposunu kontrol etme becerileri taktiksel başarının temel göstergeleri olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 2. Teniste Taktik Parametreler

Parametre	**Açıklama**
Saha kullanımı	Kort içindeki konumlanma
Oyun yönü	Rakibin zayıf yönüne oynama
Tempo kontrolü	Oyunun hızını ayarlama
Fileye çıkış	Hücum stratejisi

Oyun Stratejisi:
Oyuncunun genel oyun planıdır. Hücum, savunma veya kontra atak temelli oyun tercihleri performansı doğrudan etkiler.

Servis Taktikleri:
Servisin yönü ve hızı ile rakibin zayıf noktalarına yönelik servis kullanımı taktiksel avantaj sağlamaktadır.

Servis Karşılama (Return) Taktikleri:
Return sırasında agresif ya da kontrollü oyun tercihleri, rallinin başlangıcını ve devamını belirleyen önemli faktörlerdendir.

Ralli Yönetimi:
Rallinin uzatılması veya kısaltılması, oyunun temposunun kontrol edilmesi ve puan stratejisinin belirlenmesi açısından önemlidir.

Kort Pozisyonu:
Oyuncunun taban çizgisi, orta kort ve file bölgelerindeki konumlanması, taktiksel yaklaşımın önemli bir göstergesidir.

Yön Değiştirme:
Çapraz ve paralel vuruşlar arasında geçiş yaparak rakibin dengesini bozma ve açık alan yaratma becerisidir.

Rakibin Zayıf Noktalarına Oynama:
Rakibin teknik eksikliklerine yönelik planlı oyun stratejileri geliştirilmesidir.

File Oyunu Taktikleri:
Doğru zamanda hücum organizasyonlarının uygulanmasıdır.

Kritik An Yönetimi:
Break pointler, set sonları gibi baskı altındaki anlarda doğru taktiksel kararlar verebilme becerisidir.

Oyun Planını Değiştirme:
Müsabaka sırasında rakibin oyununa göre strateji değiştirme ve uyum sağlama yeteneğidir.

TENİSTE BİYOMEKANİK VE KİNEMATİK ANALİZLER

Biyomekanik analizler, tenis oyuncularının hareket verimliliğini ve teknik uygulama doğruluğunu değerlendirmede önemli rol oynar. Eklem açıları, vuruş hızı ve hareket koordinasyonu gibi parametreler performansın geliştirilmesinde belirleyicidir.

Hareket Formu: Sporcunun vuruş sırasında doğru teknik formu kullanıp kullanmadığını ifade eder. Özellikle servis, forehand ve backhand vuruşlarında doğru teknik uygulama performansı artırmaktadır.

Eklem Açıları:
Hareket sırasında omuz, dirsek, kalça ve diz gibi eklemlerin oluşturduğu açılar analiz edilir. Uygun eklem açıları hem performansı artırmakta hem de sakatlık riskini azaltmaktadır.

Hareket Hızı:
Vuruş sırasında raket hızı ve topa aktarılan hız performansın önemli göstergelerindendir. Özellikle servis ve hücum vuruşlarında hız belirleyici olmaktadır.

İvmelenme:
Sporcunun hareket başlangıcındaki hızlanma kapasitesini ifade eder. Kısa sürede yüksek hıza ulaşabilmek, tenis gibi sporlarda avantaj sağlamaktadır.

Denge ve Stabilite:
Vuruş sırasında vücut dengesinin korunması, teknik başarının sürekliliği açısından önemlidir. Dengesiz yapılan hareketler hata oranını artırmaktadır.

Kuvvet Transferi :
Gücün alt ekstremitelerden başlayarak gövde ve üst ekstremitelere doğru aktarılmasıdır. Etkili kuvvet transferi, vuruş kalitesini doğrudan etkilemektedir.

Zamanlama :
Topa doğru zamanda temas edilmesi, teknik başarının en kritik unsurlarından biridir. Yanlış zamanlama hata oranını artırmaktadır.

Koordinasyon:
El-göz koordinasyonu ve vücutla uyumlu çalışması, hareketin etkinliğini belirlemektedir.

TENİSTE ZAMAN VE MESAFE PARAMETRELERİ

Tenis müsabakalarında iş ve dinlenme süreleri arasındaki oran, sporcuların fizyolojik yüklenmelerini anlamada önemli bir göstergedir. Maç sırasında kat edilen mesafe ve kalp atım hızı gibi veriler performans analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tablo 3. Teniste Zaman ve Mesafe Parametreleri

Parametre	**Açıklama**
İş/dinlenme oranı:	Ralli ve dinlenme süreleri oranı
Maç süresi:	Toplam oynanan süre
Kat edilen mesafe:	Oyuncunun maç boyunca hareketi
Kalp atım hızı:	Fizyolojik yüklenme göstergesi

Müsabaka Süresi:
Toplam maç süresi, set süreleri ve oyun süreleri analiz edilerek sporcunun dayanıklılık düzeyi hakkında bilgi elde edilir.

İş / Dinlenme Oranı:
Aktif oyun süresi ile dinlenme süreleri arasındaki oranı ifade eder. Teniste bu oran, performans ve enerji yönetimi açısından büyük önem taşır.

Ralli Süresi:
Bir puanın başlangıcından bitimine kadar geçen süreyi ifade eder. Kısa ve uzun ralliler, oyuncunun oyun tarzını yansıtır.

Ralli Arası Dinlenme Süresi:
Puanlar arasındaki toparlanma süresi, sporcunun fizyolojik yenilenme kapasitesi hakkında bilgi verir.

Kat Edilen Mesafe:
Oyuncunun müsabaka boyunca sahada kat ettiği toplam mesafe analiz edilir. Bu parametre, hareket yoğunluğunu ortaya koyar.

Hareket Yoğunluğu:
Birim zamanda gerçekleştirilen hareket sayısını ifade eder. Yüksek yoğunluk, yüksek performans gereksinimini göstermektedir.

Sprint Sayısı ve Süresi:
Kısa mesafeli hızlı koşuların sayısı ve süresi analiz edilir. Teniste ani yön değiştirmeler ve hızlanmalar önemli yer tutar.

Kalp Atım Hızı:
Müsabaka sırasında ölçülen kalp atım hızı, sporcunun fizyolojik yüklenme düzeyini belirlemede kullanılır.

Enerji Harcaması:
Müsabaka süresince harcanan enerji miktarı, performans ve dayanıklılık açısından değerlendirilir.

TENİSTE PSİKOLOJİK VE ZİHİNSEL PARAMETRELER

Teniste psikolojik faktörler, özellikle kritik puanlarda performansı doğrudan etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır. Konsantrasyon, stres yönetimi ve öz güven gibi değişkenler sporcuların müsabaka sonuçlarını belirleyebilmektedir.

Konsantrasyon Düzeyi:
Sporcunun müsabaka boyunca dikkatini sürdürebilme kapasitesini ifade eder. Dikkat dağınıklığı hata oranını artırabilmektedir.

Motivasyon:
Sporcunun performans sergileme isteği ve mücadele gücünü belirleyen önemli bir faktördür. Özellikle bireysel sporlarda motivasyonun sürekliliği kritik öneme sahiptir.

Kaygı ve Stres Düzeyi:
Müsabaka öncesi ve sırasında yaşanan kaygı düzeyi, performansı olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Özgüven:
Sporcunun kendi performansına olan inancı, kritik anlarda doğru kararlar almasını kolaylaştırmaktadır.

Kritik An Performansı:
Break pointler, tie-break oyunları ve set sonları gibi baskı altındaki anlarda sergilenen performans, zihinsel dayanıklılığın önemli bir göstergesidir.

Karar Verme Becerisi:
Oyun içerisinde hızlı ve doğru kararlar alabilme yeteneği, taktiksel başarıyı doğrudan etkilemektedir.

Duygusal Kontrol:
Olumsuz durumlar karşısında duygularını kontrol edebilme becerisi, performansın sürekliliği açısından önemlidir.

İmgeleme:
Sporcunun zihinsel olarak performansını canlandırması, teknik ve taktik uygulamaların geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Öz-Yeterlik:
Sporcunun belirli bir görevi başarıyla yerine getirebileceğine dair inancı, performans üzerinde belirleyici rol oynamaktadır.

Tablo 4. Tenis Müsabaka Analiz Kartı Örneği

Parametre Türü	Ölçüt	Değer
Teknik	İlk servis yüzdesi	%
	Çift hata sayısı	Sayı
	Kazandıran vuruş	Sayı
	Basit hata	Sayı
Taktik	Fileye çıkış sayısı	Sayı
	Saha kullanım oranı	%
	Oyun yönü tercihi	Çapraz/Paralel/Karışık
Fizyolojik	Kalp atım hızı	bpm
	Maç süresi	dk
Zaman/Mesafe	İş/dinlenme oranı	Oran
	Kat edilen mesafe	metre
Psikolojik	Kritik puan kazanma	%
	Tie-break performansı	Kazanma/kaybetme



SONUÇ

Bireysel sporlarda müsabaka analizi, sporcunun performansını çok boyutlu bir yaklaşımla değerlendirmeye olanak sağlayan önemli bir bilimsel süreçtir. Bu çalışmada ele alınan teknik, taktik, biyomekanik, zaman-mesafe ve psikolojik parametreler, bireysel spor performansının yalnızca tek bir boyuta indirgenemeyeceğini açıkça ortaya koymaktadır. Aksine, performansın; fiziksel kapasite, teknik beceri, stratejik karar verme ve zihinsel dayanıklılık gibi birçok faktörün etkileşimi sonucunda şekillendiği anlaşılmaktadır.

Teknik parametreler, sporcunun branşa özgü becerileri ne ölçüde doğru ve etkili uyguladığını ortaya koyarken; servis performansı, vuruş çeşitliliği, hata oranları ve isabet yüzdesi gibi değişkenler, performansın doğrudan göstergeleri olarak ön plana çıkmaktadır. Taktik parametreler ise sporcunun oyun içindeki stratejik yaklaşımını, rakibe karşı geliştirdiği planları ve müsabaka sürecinde aldığı kararları yansıtmaktadır. Özellikle ralli yönetimi, kort kullanımı ve kritik anlardaki taktiksel tercihlerin, müsabaka sonucunu belirleyici nitelikte olduğu görülmektedir.

Biyomekanik ve kinematik analizler, sporcunun hareket kalitesini ve teknik uygulamalarının verimliliğini bilimsel verilerle açıklamaktadır. Eklem açıları, hareket hızı, denge ve kuvvet transferi gibi unsurlar, performansın optimize edilmesinde ve sakatlık riskinin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte zaman ve mesafe parametreleri, sporcunun müsabaka süresince maruz kaldığı fizyolojik yüklenmeyi ve hareket yoğunluğunu ortaya koyarak dayanıklılık ve enerji yönetimi hakkında önemli bilgiler sunmaktadır.

Psikolojik ve zihinsel parametreler ise bireysel spor performansının en kritik bileşenlerinden biri olarak dikkat çekmektedir. Konsantrasyon, motivasyon, özgüven ve stres yönetimi gibi faktörler, özellikle baskı altındaki performansın belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bireysel sporlarda sporcunun tüm sorumluluğu tek başına üstlenmesi, bu parametrelerin etki-

sini daha da artırmaktadır.

Sonuç olarak, bireysel sporlarda müsabaka analizi; teknik, taktik, fizyolojik ve psikolojik boyutların bütüncül olarak değerlendirilmesini gerektiren kapsamlı bir süreçtir. Bu analizler sayesinde sporcuların güçlü ve geliştirilmesi gereken yönleri belirlenebilmekte, antrenman programları daha bilimsel ve hedef odaklı bir şekilde planlanabilmektedir. Dolayısıyla, bireysel sporlarda performansın artırılmasına yönelik çalışmaların, çok yönlü analiz yaklaşımlarına dayandırılması vazgeçilmez bir gereklilik haline gelmiştir.

KAYNAKÇA

Türkeri, C., Öztürk, B., Büyüktaş, B., ve Öztürk, D. (2019). Comparison of balance, reaction time, attention and bmı values in ındividual and team sports. Journal of Education and Learning, 8(6), 119-128.

Demir, İ., İbiş, S., & Miçooğulları, B. O. (2020). *Takım Sporları İle Bireysel Spor Yapanların Psikolojik Karakteristiklerinin İncelenmesi Ve Karşılaştırılması*. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 22(2), 55-70.

Sürek, S. (2021). *Takım Sporu Yapan ve Bireysel Spor Yapının Algısal Motor Becerileri İle Dikkat Öelliklerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi (Türkiye)).

Çıngıllıoğlu, FÇ . (1995). *Çabuk kuvvet istasyon çalışmasının 16-18 yaş grubu erkek hentbolcularda bazı motorik özellikler üzerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tez). Gazi üniversitesi, Ankara.

Beşik, T. (2023). Takım ve bireysel spor antrenörlerinin karar verme stillerinin karşılaştırılması.

Arslan, A., Şahin, E., & Şahin, O. (2021). *Bireysel ve Takım Sporcularının Psikolojik Performans Stratejilerinin İncelenmesi. Modern Leisure Studies*, *3*(1), 1-11.

https://www.integralspor.com.tr/blog/tenis-kortu-insaati

Bölüm 3

DİYABETTE EGZERSİZE BAĞLI HİPOGLİSEMİ: FİZYOLOJİK MEKANİZMALAR, EGZERSİZ TÜRLERİ VE BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ YÖNETİM STRATEJİLERİ

Serkan PAÇACI[1]

1 Dr., Millî Eğitim Bakanlığı, s_swipp@hotmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5902-8900.

1. Giriş

Diyabet, hiperglisemi ile karakterize edilen kronik bir metabolik bozukluk olup, dünya genelinde milyonlarca kişiyi etkileyerek önemli sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Manish, 2023). Bu bozukluğun çeşitli komplikasyonları arasında, kan şekeri seviyelerinin anormal derecede düşük olmasıyla tanımlanan hipoglisemi (diyabetlilerde ≤70 mmg/dL veya ≤3,9 mmol/L, normal insanlarda ≤55 mg/dL veya ≤3,1 mmol/L) (International Hypoglycaemia Study Group, 2015), özellikle insülin tedavisi gören veya diğer glikoz düşürücü ilaçları kullananlar için kritik bir endişe kaynağıdır. Endojen insülin üretiminin eksikliği nedeniyle dışarıdan insülin uygulanmasını gerektiren Tip 1 Diyabet (T1D) hastalarında hipoglisemi riski özellikle yüksektir. Glisemik kontrol için gerekli olan bu insülin tedavisi, istemeden hipoglisemi ataklarına yol açabilir; bu durum da nörolojik hasar ve artan ölüm riski gibi ciddi sonuçlar doğurabilir (Chetty et al., 2019; Cockcroft & Narendran, 2020).

Egzersiz ve diyabet yönetimi arasındaki ilişki karmaşık ve çok yönlüdür. Fiziksel aktivitenin glisemik kontrol, kardiyovasküler sağlık ve genel refah üzerinde faydalı etkileri olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir. Ancak, egzersiz aynı zamanda özellikle insülin tedavisi gören bireylerde hipoglisemi olaylarını tetikleyebilir. Egzersiz sırasında hipoglisemi riski, aktivitenin türü, yoğunluğu ve süresi ile insülin uygulama zamanı ve karbonhidrat alımı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişir (Soo et al., 2023; Sylow et al., 2016). Diyabetin yönetimi ve fiziksel aktivite sırasında hipoglisemi riskinin azaltılması için etkili stratejiler oluşturmak, bu dinamiklerin anlaşılmasına bağlıdır (Younk et al., 2011).

Araştırmalar, farklı egzersiz türlerinin kan glikoz seviyelerini etkileyen çeşitli fizyolojik tepkiler ortaya çıkarabileceğini göstermektedir. Koşu veya bisiklete binme gibi aerobik egzersizler, insülin veya karbonhidrat alımında uygun ayarlamalar yapılmadan uzun süre gerçekleştirildiğinde genellikle daha yüksek hipoglisemi riski ile ilişkilendirilir (Ferreira et al., 2023; Scott et al., 2019). Sprint veya aralıklı antrenman gibi yüksek yoğunluklu egzersizler, bu tür aktiviteler sırasında ve hemen sonrasında kan şekeri seviyelerini yükselten karşıt düzenleyici hormonal tepkiler nedeniyle erken hipoglisemiye karşı koruyucu etkiler sağlayabilir (Roberts et al., 2016). Tersine, uzun süreli orta yoğunluklu egzersiz, özellikle insüline bağımlı bireylerde hipoglisemi riskini artırabilir (International Hypoglycaemia Study Group, 2015). Bu durum, diyabet hastaları için egzersiz programlarının kişisel gereksinimlere ve koşullara uygun şekilde düzenlenmesinin önemini ortaya koymaktadır (Doupis et al., 2021).

Ayrıca, hipoglisemi korkusu diyabetli bireyler arasında egzersize katılımı önemli ölçüde engelleyebilir. Birçok hasta, hipoglisemi riskini önlemek

için fiziksel aktiviteden tamamen kaçınmayı tercih edebilir ve bu da sedanter bir yaşam tarzına yol açarak obezite ve kardiyovasküler hastalıklar gibi diğer sağlık sorunlarını artırabilir (Oyer, 2013; Patton & Riddell, 2023). Bu nedenle, hipoglisemi ile ilişkili psikolojik engellerin ele alınması, bu popülasyonda düzenli fiziksel aktiviteyi teşvik etmek açısından önemlidir. Eğitim ve kendi kendini yönetim eğitimi, bireylerin hipoglisemi belirtilerini tanıma ve önleyici önlemler uygulama konusunda güçlenmesini sağlayarak, fiziksel aktiviteye katılım konusunda güvenlerini artırabilir (Quirk et al., 2014; Tully et al., 2016).

Bu karmaşıklıklar çerçevesinde, bu kitap bölümü, çeşitli egzersiz türlerinin hipoglisemi riskleriyle olan ilişkisini, egzersizin diyabet yönetimi üzerindeki fizyolojik etkilerini ve bu riskleri azaltmak için kullanılabilecek stratejileri ele almayı hedeflemektedir. Mevcut literatürü değerlendirerek ve bilgi eksikliklerini tespit ederek, egzersiz, hipoglisemi ve diyabet yönetimi arasındaki etkileşimi derinlemesine incelemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, diyabetli bireylerin özel ihtiyaç ve tercihlerini göz önünde bulundurarak, kişiye özel egzersiz programlarının önemine dikkat çekmekte ve bu bireylerin yaşam kalitesini ve sağlık sonuçlarını iyileştirmeyi amaçlamaktadır.

Diyabetin prevalansı artmaya devam ettikçe, egzersizin hipoglisemi riski üzerindeki etkilerini anlamak giderek daha hayati hale gelmektedir. Gelecekteki araştırmalar, egzersize bağlı hipoglisemi mekanizmalarını aydınlatmaya ve diyabetli bireyler arasında güvenli ve etkili fiziksel aktiviteyi destekleyen yenilikçi müdahaleler geliştirmeye odaklanmalıdır. Bu ilişkilerin daha derin bir şekilde anlaşılmasıyla, sağlık hizmeti sağlayıcıları, diyabet yönetiminin zorluklarını aşmada hastaları daha iyi donatabilir ve böylece egzersizin yararlarının hipoglisemi tehdidi olmaksızın güvenle gerçekleştirilmesini sağlayabilir.

2. Egzersiz Türüne Göre Hipoglisemi Riski

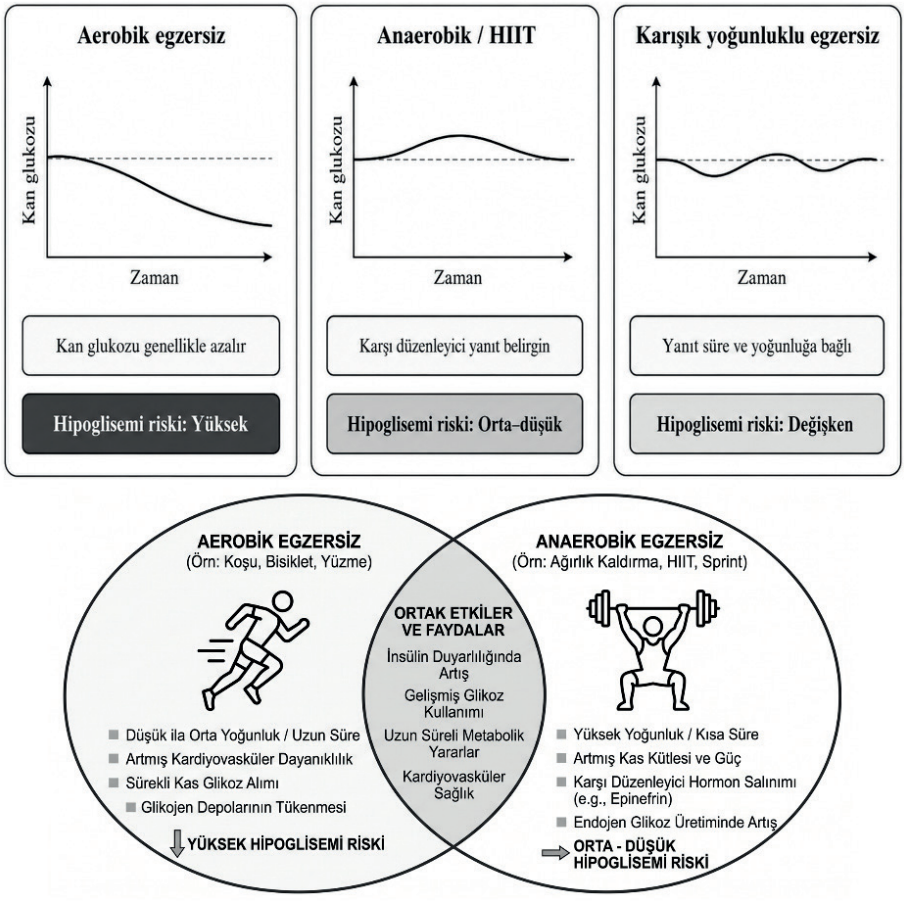
Diyabet hastalarında hipoglisemi riski, yapılan egzersiz türüne bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterir (Guelfi et al., 2007). Kan şekeri seviyeleri üzerinde aerobik ve anaerobik aktiviteler gibi çeşitli egzersiz türlerinin farklı etkileri bulunur ve bu durum, değişik hipoglisemi risklerine neden olabilir. Bu farklılıkların kavranması, özellikle insüline bağımlı bireyler için etkili diyabet yönetimi açısından büyük önem taşır (Yardley, 2022).

2.1. Aerobik Egzersiz

Koşu, bisiklet ve yüzme gibi aerobik egzersizler, özellikle uzun süre yapıldığında hipoglisemi riskiyle ilişkilendirilir (Ferreira et al., 2023; Scott et al., 2019). Bu durum, kasların glikoz alımının sürekli olarak artması ve glikojen depolarının tükenmesi sonucunda kan şekeri seviyelerinin düşmesinden

kaynaklanır (Aljawarneh et al., 2019; Roberts et al., 2016). Çalışmalar, Tip 1 Diyabet (T1D) hastalarının, insülin dozlarını veya karbonhidrat alımlarını ayarlamadıkları takdirde, aerobik egzersiz sırasında ve sonrasında hipoglisemiye karşı daha savunmasız olduklarını göstermektedir (Roberts et al., 2016; Wilson et al., 2015). Örneğin, Roberts ve ark. (2016) geliştirdikleri T1D Egzersiz Uygulamaları Raporu Anketi' ni (T1D-REPS) insülin pompası kullanan T1D' li 100 gençte (10-18 yaş) pilot olarak uyguladı. Katılımcılar 3 günlük fiziksel aktivite hatırlatma formu doldurdu ve 30 günlük pompa/glikoz verisi toplandı. Temel klinik ölçümler için grafik incelemesi yapıldı. Çalışma orta ve yüksek yoğunluklu aerobik egzersizin, özellikle öğleden sonra veya akşam yapıldığında, ergenler ve genç yetişkinlerde gece hipoglisemi riskini önemli ölçüde artırdığını bulmuştur.

2.2. Anaerobik Egzersiz



Şekil 1. *Farklı Egzersiz Türlerinde Beklenen Akut Glisemik Yanıtlar ve Hipoglisemi Riski*

Farklı egzersiz türleri ile ilişkili hipoglisemi risklerinin özet sınıflandırması ise Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. *Farklı Egzersiz Türleri İle İlişkili Hipoglisemi Riskleri*

Egzersiz Türü	Hipoglisemi Riski	Önemli Konular
Aerobik Egzersiz	Yüksek	İnsülin ayarlaması yapılmadan uzun süreli egzersiz risk artırır.
Anaerobik Egzersiz	Orta ila Düşük	Hormonal tepkiler hipoglisemi riskini azaltabilir.
Karışık Yoğunluklu	Değişken	Dikkatli izleme gerektirir; risk yoğunluk ve süreye bağlıdır.

Sonuç itibarıyla, hipoglisemi riski, çeşitli egzersiz türlerine bağlı olarak büyük ölçüde farklılık gösterir ve bu durum, diyabet yönetiminde bireysel bir yaklaşımın benimsenmesini zorunlu kılar. Diyabet hastalarının bu riskler konusunda bilgilendirilmesi ve onların özgün fizyolojik tepkileri ile glisemik kontrol stratejilerini göz önünde bulunduran kişisel egzersiz planları oluşturmaları teşvik edilmelidir. Sürekli glikoz izleme ve insülin ile karbonhidrat alımında uygun ayarlamalar yapılması, fiziksel aktivite sırasında güvenliği daha da artırabilir.

3. Diyabet Yönetiminde Egzersizin Fizyolojik Etkileri

Egzersiz, özellikle Tip 1 Diyabet (T1D) ve Tip 2 Diyabet (T2D) hastaları için diyabet yönetiminin temel bir unsurudur. Düzenli fiziksel aktiviteye katılmak, glisemik kontrolün iyileşmesine, insülin duyarlılığının artmasına ve kardiyovasküler risk faktörlerinin azalmasına katkıda bulunan birçok fizyolojik fayda sağlar. Ancak, egzersize verilen fizyolojik yanıtlar, aktivitenin türüne, yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterebilir. Diyabet yönetim stratejilerini optimize etmek için bu etkilerin ayrıntılı bir şekilde anlaşılması gerekmektedir.

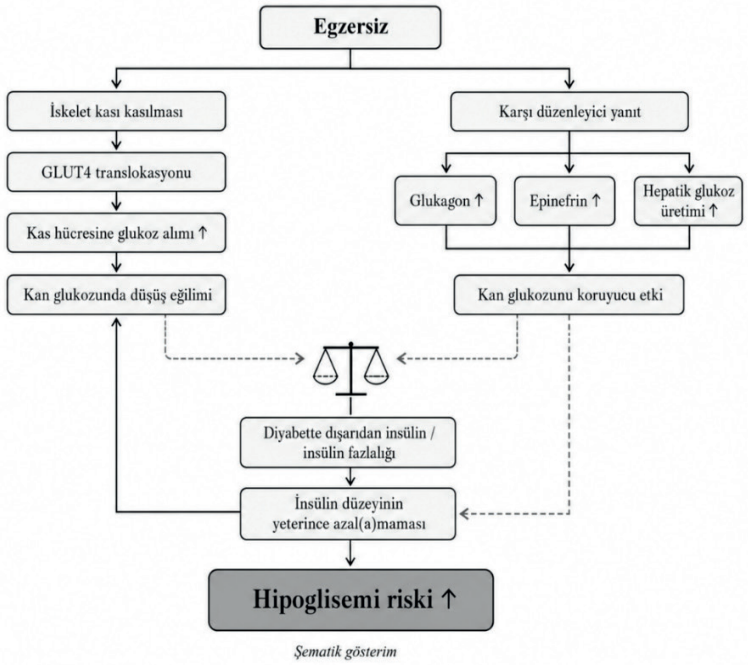
3.1. Glisemik Kontrol ve İnsülin Duyarlılığı

Egzersizin fizyolojik etkileri arasında en önemlilerinden biri, kan şekeri seviyelerini azaltma kapasitesidir. Fiziksel aktivite esnasında kasların kasılması, insülin eksikliği çeken T1D hastaları için yararlı olan insüline bağımlı olmayan bir glikoz alımını teşvik eder. Bu olay, glikoz taşıyıcının (GLUT4) hücre zarına taşınması nedeniyle meydana gelir ve kas hücrelerine glikoz girişini kolaylaştırır (Yardley et al., 2012). Araştırmalar, hem aerobik hem de direnç egzersizlerinin insülin duyarlılığını artırarak daha iyi glikoz kullanımına ve depolanmasına olanak tanıdığını göstermektedir (Campbell et al., 2013; Moser et al., 2015). Örneğin, Yardley ve ark. (2012)' nın bir çalışması, aerobik egzersizden önce direnç egzersizi yapılmasının T1D hastalarında glisemik kontrolü iyileştirdiğini ve farklı egzersiz türlerinin birleştirilmesinin sinerjik etkilerini ortaya koyduğunu göstermiştir.

3.2. Karşı Düzenleyici Hormonal Yanıtlar

Egzersiz, kan şekeri dengesini korumada önemli bir rol oynayan karmaşık bir hormonal yanıtı da tetikler. Fiziksel aktivite sırasında, vücut kan şekeri seviyeleri çok düştüğünde kan şekerini yükseltmek için glukagon ve epinefrin gibi karşı düzenleyici hormonlar salgılar (Campbell et al., 2014; Dijk et al., 2016). Bu yanıt, özellikle karşı düzenleyici mekanizmaları bozulmuş olan diyabet hastaları için önemlidir. Örneğin, yapılan bir çalışma (Romeres et al., 2020), T1D'de egzersiz sırasında hipergliseminin, hipoglisemik olayları önlemek açısından hiperinsülinemiden (kanda glikoz seviyesine göre dolaşan insülin seviyelerinin fazla olduğu bir durum) daha olumlu olabileceğini bulmuştur.

Şekil 1. Egzersiz Sırasında Glukoz Homeostazı ve Hipoglisemi Gelişim Mekanizması



Şekil 2. *Egzersiz Sırasında Glikoz Homeostazının Düzenlenmesi ve Hipoglisemi Gelişim Mekanizmaları*

Şekil 2, egzersiz sırasında glikoz homeostazının korunmasına katkıda bulunan temel fizyolojik süreçleri ve hipoglisemi riskinin ortaya çıkışını şematik olarak göstermektedir. Egzersizle birlikte iskelet kası kasılmalarının artması, GLUT4'ün hücre zarına translokasyonunu uyararak kas hücrelerine glikoz alımını artırır ve kan glikozunda düşüş eğilimine neden olur. Buna karşılık glukagon ve epinefrin gibi karşı düzenleyici hormonların artışı ile hepatik glikoz üretiminin yükselmesi, kan glikoz düzeyinin korunmasına katkı sağlar. Özellikle dışarıdan insülin alan diyabetli kişilerde, egzersiz sırasında dolaşımdaki insülin seviyesinin yeterince düşmemesi, artan kas glikoz

alımı ile karşı düzenleyici yanıt arasındaki dengeyi bozabilir. Bu durum, egzersiz esnasında veya sonrasında hipoglisemi riskini yükseltebilir.

3.3. Egzersiz Sonrası Etkiler

Egzersizin faydaları yalnızca aktivite süresiyle sınırlı değildir. Araştırmalar, egzersizin insülin duyarlılığı üzerindeki etkilerinin yoğunluk ve süreye bağlı olarak saatlerce hatta günlerce devam edebileceğini ortaya koymaktadır (Moser et al., 2015; Samaan et al., 2011). Moser ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışma, yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanların (HIIT) T1D hastalarında glikoz kontrolü ve hormonal tepkileri iyileştirdiğini ve bu tür egzersizin metabolik adaptasyonlarının uzun vadeli yararlar sunabileceğini vurgulamıştır. Bununla birlikte, sürekli glikoz izleme sistemleri kullanılarak yapılan iki farklı çalışma (Iscoe et al., 2006; Maran et al., 2010), HIIT seanslarının ardından gece hipoglisemi riskinin arttığını işaret etmektedir. Egzersiz insülin duyarlılığını artırmasına rağmen, insülin dozlarının doğru şekilde ayarlanmaması durumunda hipoglisemi riski de yükselebilir (Bohn et al., 2015; Ivandić et al., 2023).

3.4. Bireysel Değişkenlik

Egzersize verilen fizyolojik yanıtlar, yaş, fiziksel kondisyon düzeyi ve genel sağlık durumu gibi faktörlere bağlı olarak diyabet hastaları arasında geniş ölçüde farklılık gösterebilir. Bohn ve ark. (2015), T1D'li yetişkinlerde fiziksel aktivitenin glisemik kontrol ve kardiyovasküler risk faktörleri üzerindeki etkisini vurgulayan çok merkezli bir çalışma yürütmüş ve kişiselleştirilmiş egzersiz önerilerinin gerekliliğini ortaya koymuştur. Ayrıca, hipoglisemi korkusu, hastaları düzenli fiziksel aktiviteden uzaklaştırarak faydalarından mahrum bırakabilir (Li et al., 2018; Yardley et al., 2013).

Diyabet yönetiminde egzersizin temel fizyolojik etkilerini özetlendiği Tablo 2 aşağıda verilmiştir.

Tablo 2. *Diyabet Yönetiminde Egzersizin Temel Fizyolojik Etkileri*

Fizyolojik Etki	Açıklama
İyileşmiş Glisemik Kontrol	Egzersiz, kaslar tarafından glikoz alımını artırarak aktivite sırasında ve sonrasında kan şekerini düşürür (Yardley et al., 2012).
Artan İnsülin Duyarlılığı	Düzenli fiziksel aktivite, vücudun insüline yanıtını iyileştirerek glikoz kullanımını kolaylaştırır (Campbell et al., 2013; Moser et al., 2015).
Hormonal Düzenleme	Egzersiz, kan şekeri seviyelerini korumaya yardımcı olan karşı düzenleyici hormonların salınımını uyarır (Campbell et al., 2014; Dijk et al., 2016).
Uzun Süreli Metabolik Yararlar	Egzersizin insülin duyarlılığı üzerindeki etkileri saatler veya günler sürebilir, sürekli faydalar sağlar (Moser et al., 2015; Samaan et al., 2011).
Bireysel Değişkenlik	Egzersize verilen yanıtlar kişisel faktörlere göre değişebilir, kişiselleştirilmiş egzersiz planları gerektirir yükselebilir (Bohn et al., 2015).

Sonuç olarak, egzersiz diyabet yönetiminde önemli bir rol oynamakta olup, glisemik kontrol ve genel sağlık üzerinde birçok fizyolojik fayda sunmaktadır. Egzersiz, insülin duyarlılığı ve hormonal yanıtlar arasındaki karmaşık etkileşimlerin anlaşılması, etkili diyabet yönetim stratejilerinin geliştirilmesi için elzemdir. Bireysel ihtiyaç ve tercihleri dikkate alan egzersiz programlarının kişiye özel hale getirilmesi, hipoglisemi risklerini en aza indirirken fiziksel aktivitenin sağlık faydalarının en üst düzeye çıkarılmasını sağlar.

4. Diyabet Yönetiminde Egzersiz Rehberi

Egzersiz, diyabet yönetiminin temel bir bileşeni olup, glisemik kontrolün iyileştirilmesi, insülin duyarlılığının artırılması ve kardiyovasküler komplikasyon riskinin azaltılmasında kritik bir rol oynar. Amerikan Diyabet Derneği (ADA) ve diğer sağlık kuruluşları, diyabetli bireyler için özel egzersiz yönergeleri önermekte olup, kapsamlı bir diyabet yönetim planının parçası olarak hem aerobik hem de direnç antrenmanının önemini vurgulamaktadır (Balk et al., 2015; Quirk et al., 2014).

4.1. Önerilen Egzersiz Süresi ve Yoğunluğu

ADA, diyabetli bireylerin haftada en az 150 dakika orta yoğunlukta aerobik egzersiz yapmasını ve bu sürenin en az üç güne yayılarak, arka arkaya iki gün boyunca hareketsiz kalmamalarını önermektedir (Colberg et al., 2016). Orta yoğunluklu aktiviteler arasında tempolu yürüyüş, bisiklet sürme veya yüzme yer almakta olup, bu aktiviteler kardiyovasküler sağlığı ve glisemik kontrolü önemli ölçüde iyileştirebilir. Daha fit olan bireyler için koşu veya yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) gibi yoğun aktiviteler faydalı olabilir, ancak kan şekeri seviyelerinin yönetimi için uygun önlemler alınmalıdır (Usman & Katar, 2022).

Aerobik egzersize ek olarak, direnç antrenmanı da haftada en az iki gün önerilmektedir. Bu egzersiz türü, kas kütlesini artırarak insülin duyarlılığını ve glikoz metabolizmasını iyileştirir. Direnç antrenmanı, ağırlık kaldırma, vücut ağırlığı egzersizleri veya direnç bantları gibi aktiviteleri içerebilir (Li et al., 2023). Bireylerin, optimal sağlık yararları elde edebilmek için her iki egzersiz türünü de rutinlerine dahil etmeleri önemlidir.

4.2. Kan Şekeri Seviyelerinin İzlenmesi

Diyabetli bireylerin, özellikle insülin veya diğer glikoz düşürücü ilaçları kullananların, egzersiz öncesinde, sırasında ve sonrasında kan şekeri seviyelerini izlemeleri önemlidir. Bu uygulama, hipoglisemi ataklarını önlemeye yardımcı olur ve insülin dozu veya karbonhidrat alımında zamanında ayarlamalar yapılmasına olanak tanır (Głowacka et al., 2015). Sürekli glikoz izleme (SGİ) sistemlerinin kullanımı, gerçek zamanlı geri bildirim sağlayarak bireylerin egzersiz rutinleri hakkında bilinçli kararlar almalarını sağlar (Zaini & Abdulsatar, 2016).

4.3. Bireyselleştirilmiş Egzersiz Planları

Egzersiz önerileri, kişinin yaşı, fiziksel kondisyon düzeyi ve diyabet yönetim hedeflerine göre bireyselleştirilmelidir. Egzersiz planı geliştirilirken, eşlik eden hastalıklar, diyabet komplikasyonları ve kişisel tercih gibi faktörler de dikkate alınmalıdır (Cuenca-García et al., 2012). Sağlık hizmetini sunanlar, diyabetli bireylerin karşılaştığı özgün zorlukları göz önünde bulundurarak, güvenli ve etkili egzersiz rejimlerinin oluşturulmasında hastalarla yakın iş birliği içinde çalışmalıdır.

4.4. Egzersize Engel Olan Faktörler

Fiziksel aktivitenin bilinen yararlarına rağmen, birçok diyabetli birey düzenli egzersiz yapmada motivasyon eksikliği, zaman kısıtlamaları ve hipoglisemi korkusu gibi engellerle karşılaşmaktadır (Li et al., 2010). Bu engellerin eğitim, destek ve topluluk kaynakları aracılığıyla ele alınması, fiziksel aktiviteye katılımı artırabilir. Sosyal desteği teşvik eden ve egzersiz olanaklarına erişim sağlayan programlar, bireylerin bu engelleri aşmalarına yardımcı olabilir (Abonie et al., 2023).

Diyabetli bireyler için temel egzersiz yönergelerinin yer aldığı Tablo 3 aşağıda verilmiştir.

Tablo 3. *Diyabetli Bireyler İçin Temel Egzersiz Yönergeleri*

Egzersiz Bileşeni	Öneri
Aerobik Egzersiz	Haftada en az 150 dakika orta yoğunlukta, en az 3 güne yayılacak şekilde (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2022; Colberg et al., 2016).
Direnç Antrenmanı	Haftada en az 2 gün, büyük kas gruplarına odaklanarak (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2022; Colberg et al., 2016; Li et al., 2023).
Esneklik ve Denge	Fonksiyonel kapasiteyi artırmak ve yaralanma riskini azaltmak için esneklik ve denge egzersizleri (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2022; Kodama et al., 2013).
İzleme	Egzersiz öncesi, sırasında ve sonrasında düzenli kan şekeri takibi yapılması (Głowacka et al., 2015).
Bireyselleştirme	Kişisel sağlık durumu ve tercihlere göre özelleştirilmiş egzersiz planları oluşturma (Cuenca-García et al., 2012).
Engellerin Aşılması	Motivasyon ve lojistik zorlukların ele alınarak katılımın artırılması (Abonie et al., 2023).

Sonuç olarak, egzersiz diyabet yönetiminin hayati bir parçası olup, sağlık açısından önemli iyileşmeler sağlayabilir. Belirlenen yönergelere uyarak ve egzersiz programlarını bireysel ihtiyaçlara göre özelleştirerek, diyabetli bireyler durumlarını etkili bir şekilde yönetebilir, komplikasyon riskini azaltabilir ve yaşam kalitelerini artırabilir. Sağlık profesyonellerinin sürekli desteği ve

eğitimi, bu egzersiz önerilerine bağlılığı kolaylaştırmak için gereklidir.

5. Hipoglisemi Riskini Azaltma Stratejileri

Hipoglisemi, özellikle insülin tedavisi veya diğer glikoz düşürücü ilaçlar kullanan diyabet hastaları için önemli bir endişe kaynağıdır. Hipoglisemi korkusu, hastaları fiziksel aktiviteden uzaklaştırabilir; oysa fiziksel aktivite, genel sağlık ve diyabet yönetimi için gereklidir. Bu nedenle, hipoglisemi riskini en aza indirmek için etkili stratejilerin uygulanması, güvenli diyabet yönetimini teşvik etmek açısından kritik öneme sahiptir. Aşağıda, eğitim, izleme, beslenme ayarlamaları ve bireyselleştirilmiş tedavi planlarına odaklanan hipoglisemi riskini azaltmaya yönelik stratejiler açıklanmaktadır.

1. Eğitim ve kendi kendine yönetim, diyabetli bireyleri durumlarını etkili bir şekilde yönetmeleri için güçlendirmede önemli bir rol oynar. Diyabet kendi kendine yönetim eğitimi, programları, hastaların hipoglisemiyi, nedenlerini ve nasıl önlenebileceğini anlamalarını önemli ölçüde artırabilir (Davis & Alonso, 2004; Kreider et al., 2017; LaManna et al., 2019). Hastalar, terleme, titreme ve kafa karışıklığı gibi hipogliseminin erken belirtilerini tanıyacak ve hızlı etkili karbonhidratlar tüketerek uygun şekilde yanıt verecek şekilde eğitilmelidir. Ayrıca, insülin dozları, fiziksel aktivite ve yemek zamanlaması arasındaki ilişkiyi anlamak, hastaların hipoglisemi riskini en aza indiren bilinçli kararlar almasına yardımcı olabilir (Davis & Alonso, 2004; LaManna et al., 2019).

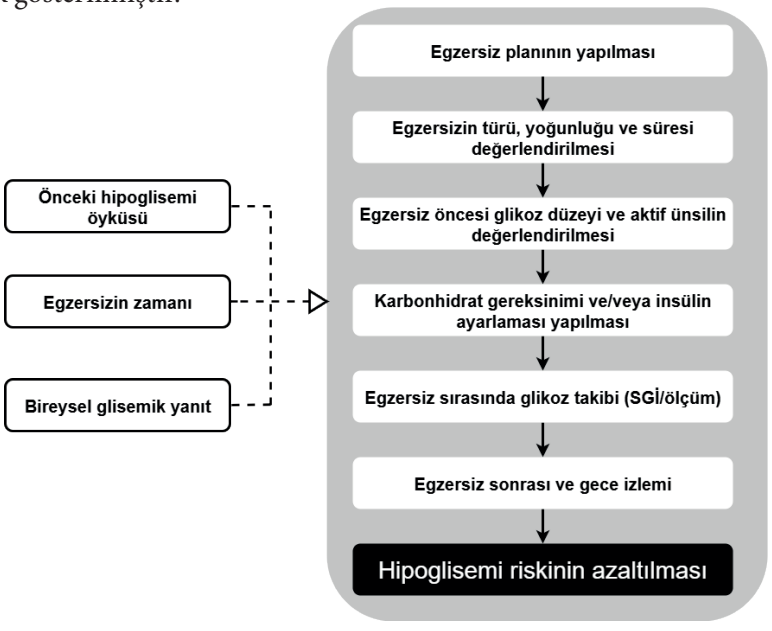
2. SGİ sistemlerinin kullanımı, glisemik kontrolü artırırken hipoglisemik olayların sıklığını azaltır. SGİ, glikoz seviyeleri hakkında gerçek zamanlı geri bildirim sağlayarak, bireylerin insülin dozlarını veya karbonhidrat alımlarını zamanında ayarlamalarına olanak tanır (Giménez et al., 2017; Karges et al., 2014). Çalışmalar, SGİ kullanan hastaların, yalnızca geleneksel kan şekeri izleme yöntemlerine güvenenlere kıyasla daha az hipoglisemi epizodu yaşadığını göstermektedir (Giménez et al., 2017; Haynes et al., 2017). Bu teknoloji, özellikle fiziksel aktivite sırasında faydalıdır; çünkü kullanıcıların glikoz seviyelerini sürekli izlemelerini ve gerektiğinde önleyici önlemler almalarını sağlar.

3. Diyet yönetimi, hipoglisemi riskini azaltmada önemli bir bileşendir. Diyabetli bireylerin, kan şekeri seviyelerini stabil tutmak için kompleks karbonhidratlar, proteinler ve sağlıklı yağlar içeren dengeli öğünler tüketmeleri teşvik edilmelidir (Campbell et al., 2015; Campbell et al., 2014). Ayrıca, düşük glisemik indeks (GI) içeren gıdaların tüketilmesi, özellikle akşam egzersizi sonrasında, yemek sonrası hiperglisemi ve ardından oluşabilecek gece hipoglisemisini önlemeye yardımcı olabilir (Campbell et al., 2014). Hastaların, uzun süreli fiziksel aktivite sırasında kan şekeri düşüşlerini önlemek için yanlarında atıştırmalık bulundurmaları tavsiye edilir.

4. Bireyselleştirilmiş tedavi planlarının, her hastanın bireysel ihtiyaçlarını, tercihlerini ve yaşam tarzını göz önünde bulundurularak oluşturulması, etkili diyabet yönetimi için gereklidir. Yaş, diyabet süresi, insülin rejimi ve eşlik eden hastalıklar gibi faktörler, bu planlar geliştirilirken dikkate alınmalıdır (Agrawal et al., 2022; Khunti et al., 2014). Örneğin, şiddetli hipoglisemi öyküsü olan hastalar, gelecekteki epizot (ruh halindeki dalgalanmalar) riskini azaltmak için daha az agresif glisemik hedeflerden yararlanabilir (Khunti et al., 2014). Sağlık hizmeti çalışanları ile düzenli takipler, tedavi planlarının gerektiğinde ayarlanmasını ve hastaların diyabet yönetimi hakkında güncel bilgilerle donatılmasını sağlar.

5. Fiziksel aktivite, diyabet yönetimi için hayati önem taşır; ancak hipoglisemi riskini de artırabilir. Bu riski azaltmak için bireyler, egzersiz öncesi, sırasında ve sonrasında kan şekeri seviyelerini izlemeye teşvik edilmelidir (Molveau et al., 2022; Shah et al., 2020). Fiziksel aktivite öncesinde insülin dozlarının ayarlanması ve egzersiz öncesinde ve sırasında karbonhidrat tüketilmesi, kan şekeri seviyelerinin stabil kalmasına yardımcı olabilir (Campbell et al., 2015; Silbert et al., 2018). Ayrıca, hastalar, özellikle uzun süreli veya yoğun aktivitelerden sonra meydana gelebilecek gecikmeli hipoglisemi hakkında bilgilendirilmelidir (Molveau et al., 2022).

Egzersize bağlı hipoglisemi riskinin azaltılmasında dikkate alınması gereken temel bileşenler ve bireyselleştirilmiş yönetim süreci Şekil 3' te şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3. *Egzersize Bağlı Hipogliseminin Önlenmesinde Bireyselleştirilmiş Yönetim*

Hipoglisemi riskini azaltmaya yönelik temel stratejiler ve bunların uygulamadaki karşılıkları Tablo 4' te özetlenmiştir.

Tablo 4. *Hipoglisemi Riskini Azaltma Stratejileri*

Strateji	Açıklama
Eğitim ve Kendi Kendine Yönetim	Hipoglisemi belirtilerini tanıma ve uygun yanıtları verme eğitimi verilmesi (Davis & Alonso, 2004; Kreider et al., 2017; LaManna et al., 2019).
Sürekli Glikoz İzleme (SGİ)	Gerçek zamanlı glikoz takibi için SGİ kullanımı, insülin ve diyet ayarlamalarını sağlama (Giménez et al., 2017; Karges et al., 2014).
Diyet Ayarlamaları	Kan şekeri seviyelerini stabil tutmak için dengeli öğünler ve düşük GI' li gıdalar önerilmesi (Campbell et al., 2014).
Bireyselleştirilmiş Tedavi Planları	Bireysel ihtiyaçlar, tercihler ve risk faktörlerine göre tedavi planlarının uyarlanması (Agrawal et al., 2022; Khunti et al., 2014).
Fiziksel Aktivite Yönetimi	Egzersiz öncesi, sırasında ve sonrasında kan şekeri izleme; insülin ve karbonhidrat ayarlamaları (Molveau et al., 2022; Shah et al., 2020).

Diyabetli bireylerde hipoglisemi riskini azaltmak için çok yönlü bir yaklaşım gereklidir. Eğitim, teknoloji, diyet yönetimi ve bireyselleştirilmiş tedavi planlarını içeren bu stratejilerin uygulanması, hastaların diyabetlerini etkili bir şekilde yönetmelerini sağlarken hipoglisemi ile ilişkili riskleri en aza indirir.

6. Diyabet Yönetiminde Bireyselleştirilmiş Egzersiz Programları

Bireyselleştirilmiş egzersiz programları, her hastanın benzersiz ihtiyaçlarını, tercihlerini ve sağlık koşullarını dikkate alarak diyabet yönetimi için etkili bir yaklaşım sunar. Egzersiz programlarının kişiye özel olarak uyarlanması, hem katılımı artırır hem de fiziksel aktivitenin sağladığı sağlık yararlarını en üst düzeye çıkarırken hipoglisemi ve diğer komplikasyon risklerini en aza indirir.

6.1. Bireyselleştirmenin Önemi

Diyabetli bireylerin egzersize verdikleri yanıtların değişkenliği, egzersiz reçetelerinde kişiye özel bir yaklaşımı gerekli kılar. Yaş, cinsiyet, diyabet süresi, eşlik eden hastalıklar ve fiziksel kondisyon gibi faktörler, bir kişinin fiziksel aktiviteye nasıl yanıt vereceğini önemli ölçüde etkileyebilir (Grace et al., 2017; Mendes et al., 2015). Örneğin, yaşlı yetişkinler veya diyabete bağlı komplikasyonları olanlar için, güvenliği ve etkililiği sağlamak amacıyla egzersiz yoğunlukları ve türlerinde değişiklikler yapılması gerekebilir (Grace et al., 2017). Araştırmalar, bireyselleştirilmiş egzersiz programlarının daha iyi glisemik kontrol, gelişmiş kardiyovasküler sağlık ve yaşam kalitesinde iyileşme sağladığını göstermektedir (Kodama et al., 2013; Moxley & Bugaieski, 2018).

6.2. Etkili Egzersiz Programlarının Bileşenleri

Etkili bir bireyselleştirilmiş egzersiz programı genellikle, hastanın kapasitesine ve tercihlerine göre uyarlanmış bir aerobik ve direnç antrenmanı kombinasyonunu içerir. ADA, haftada yapılacak olan aerobik egzersize haftada iki veya daha fazla gün direnç antrenmanının dahil edilmesini önermektedir (Colberg et al., 2016). Ancak, egzersizin türü, yoğunluğu ve süresi, bireyin mevcut fiziksel kondisyonuna ve sağlık durumuna göre ayarlanmalıdır. Örneğin, egzersize yeni başlayan bireyler, düşük yoğunluklu aktivitelerle başlayabilir ve kondisyonları arttıkça yoğunluğu kademeli olarak artırabilirler (Cannata et al., 2020; Espinosa et al., 2021).

Aerobik ve direnç antrenmanına ek olarak, özellikle düşme riski taşıyan yaşlı yetişkinler için esneklik ve denge egzersizleri de programa dahil edilmelidir. Bu egzersizler, genel fonksiyonel kapasitenin artırılmasına ve yaralanma riskinin azaltılmasına yardımcı olabilir (Kodama et al., 2013). Ayrıca, keyif alınan aktivitelerin dahil edilmesi, egzersiz programına bağlı kalma olasılığını artırarak fiziksel aktivitenin uzun vadede sürdürülebilir olmasını sağlar (Russell et al., 2017).

6.3. Sağlık Profesyonellerinin Rolü

Sağlık profesyonelleri, bireyselleştirilmiş egzersiz programlarının geliştirilmesinde ve uygulanmasında önemli bir rol oynar. Hastanın tıbbi geçmişini, mevcut fiziksel kondüsyonunu ve egzersiz katılımına engel olabilecek faktörleri anlamak için kapsamlı değerlendirmeler yapmalıdırlar (Strongman et al., 2023). Bu değerlendirme, kardiyovasküler fitness, kas gücü ve esneklik değerlendirmesini içerdiği gibi, diyabete bağlı komplikasyonların egzersizi nasıl etkileyebileceğini de dikkate almalıdır (Morey et al., 2018).

Ayrıca, sağlık hizmeti sunanlar, hastalara egzersiz öncesi, sırasında ve sonrasında kan şekeri seviyelerini izlemenin önemini öğreterek, hipoglisemiyi önlemeye yönelik bilgi verebilir. Bu eğitim, hastaların egzersiz rutinleri ve insülin yönetimi hakkında bilinçli kararlar almasını sağlamak için onları güçlendirir. Düzenli takipler, egzersiz reçetelerinin gerektiğinde ayarlanmasına yardımcı olur ve devamlılık sağlamak için sürekli destek sunar.

Bireyselleştirilmiş egzersiz programını oluşturan bileşenler aşağıdaki gibi özetlenebilir (Tablo 5).

Tablo 5. *Diyabet Yönetimi İçin Bireyselleştirilmiş Egzersiz Programlarının Temel Bileşenleri*

Bileşen	Açıklama
Değerlendirme	Tıbbi geçmişin, fiziksel kondüsyonun ve egzersiz katılımına yönelik engellerin kapsamlı değerlendirilmesi.
Aerobik Egzersiz	Bireysel yeteneklere göre uyarlanmış, haftada en az 150 dakika orta yoğunlukta aerobik aktivite.
Direnç Antrenmanı	Güvenlik ve etkililik için ayarlanmış, haftada en az iki gün direnç egzersizleri.
Esneklik ve Denge	Fonksiyonel kapasiteyi artırmak ve yaralanma riskini azaltmak için esneklik ve denge egzersizleri (Kodama et al., 2013).
Eğitim ve İzleme	Egzersiz sırasında kan şekeri takibi ve insülin/karbonhidrat ayarlamaları hakkında sürekli eğitim.
Düzenli Takip	İlerlemenin değerlendirilmesi, egzersiz planlarının güncellenmesi ve destek sağlanması için planlı takipler.

Bireyselleştirilmiş egzersiz programları, diyabetin etkili yönetimi için kritik öneme sahiptir. Her hastanın benzersiz koşulları ve tercihleri göz önünde bulundurularak, sağlık profesyonelleri tarafından oluşturulan kişiye özel egzersiz planları, hastaların katılımını teşvik eder, sağlık sonuçlarını iyileştirir ve riskleri en aza indirir. Diyabetli bireylerin güvenli ve etkili bir şekilde düzenli fiziksel aktivite yapmalarını sağlamak için sürekli destek ve eğitim şarttır.

7. Gelecek Araştırma Yönleri ve Öneriler

Diyabet yönetimi, küresel olarak artan prevalansı nedeniyle yenilikçi araştırmalara ihtiyaç duymaktadır. Gelecek araştırmalar, diyabet bakımında teknolojinin entegrasyonunu, sosyal desteğin önemini, kişiselleştirilmiş müdahaleleri ve yeni tedavi yaklaşımlarını incelemelidir.

Diyabet Yönetiminde Teknolojinin Entegrasyonu: Mobil sağlık ve tele-tıp uygulamalarının glisemik kontrol, hasta katılımı ve hipoglisemi önlemedeki etkinliği incelenmelidir (Chuang & Lee, 2023; Kang et al., 2021). Özellikle hizmet erişimi kısıtlı topluluklarda uzaktan izleme ve tele-sağlık etkileri araştırılmalıdır (El–Sappagh et al., 2019).

Sosyal Desteğin Rolü: Aile ve akran desteği, diyabet yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır. Genç yetişkinler ve diğer popülasyonlar için etkili sosyal destek stratejileri geliştirilmelidir (Beverly et al., 2020; Carreon et al., 2021).

Kişiselleştirilmiş Müdahaleler: Genetik ve metabolik özelliklere dayalı egzersiz ve diyet programlarının etkinliği araştırılmalıdır. Özellikle etnik azınlıklara yönelik kültürel uyarlanmış diyet müdahaleleri önemlidir (Phad et al., 2019; Xu et al., 2010).

Yeni Tedavi Yaklaşımları: Doğal ürünler ve alternatif terapilerin diyabet üzerindeki etkileri değerlendirilmelidir (Chatterjee & Davies, 2015).

Sağlık Eşitsizliklerinin Giderilmesi: Dezavantajlı grupların diyabet bakımına erişimde yaşadığı zorluklar incelenmeli ve adil müdahaleler geliştirilmelidir (Lean et al., 2019; Phad et al., 2019).

Diyabet yönetimini geliştirmek, hastalığın karmaşıklıklarını ele alacak çok yönlü bir araştırma yaklaşımını gerektirir. Elde edilen bulguların etkili klinik uygulamalara dönüşmesi için araştırmacılar, sağlık hizmeti sağlayıcıları ve politika yapıcılar arasında iş birliği gereklidir.

8. Sonuç ve Öneriler

Bu derleme, diyabet yönetiminde egzersizin önemini ve farklı egzersiz türlerinin hipoglisemi riskine etkilerini kapsamlı bir şekilde ele almıştır. Egzersiz, diyabet hastaları için glisemik kontrol, insülin duyarlılığı ve kardiyovasküler sağlık üzerinde olumlu etkiler sunmasına rağmen, hipoglisemi riski gibi komplikasyonları da beraberinde getirebilir. Bu risk, egzersizin türüne, yoğunluğuna, süresine ve bireyin diyabet yönetim stratejilerine göre değişkenlik gösterir.

Diyabet yönetiminde egzersizin etkili bir bileşen olması için kişiselleştirilmiş egzersiz planları gerekmektedir. Aerobik egzersizler hipoglisemi riski taşırken, direnç antrenmanı ve yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz (HIIT) bu riski azaltabilir. Bireylerin ihtiyaçları doğrultusunda, sürekli glikoz izleme ve beslenme stratejileri gibi destekleyici yöntemlerin de uygulanması önerilmektedir.

8.1. Öneriler

1. Kişiselleştirilmiş Egzersiz Programları: Diyabetli bireylerin yaş, sağlık durumu, glisemik kontrol ihtiyaçları ve yaşam tarzlarına göre uyarlanmış egzersiz programları oluşturulmalıdır.

2. Sürekli Glikoz İzleme (SGİ): Özellikle fiziksel aktivite sırasında hipoglisemiyi önlemek için SGİ cihazlarının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

3. Eğitim ve Farkındalık: Diyabetli bireylere hipoglisemi belirtilerini tanıma, egzersiz sırasında ve sonrasında kan şekeri izleme gibi konularda eğitim verilmelidir.

4. Diyet Yönetimi: Düşük glisemik indeksli yiyecekler ve dengeli bir diyetle hipoglisemi riski azaltılabilir. Egzersiz öncesi karbonhidrat alımı önemlidir.

5. Daha Fazla Araştırma: Diyabetli bireylerde güvenli egzersiz protokolleri geliştirmek amacıyla daha fazla araştırma yapılmalıdır. Özellikle di-

jital sağlık ve sosyal destek sistemlerinin entegrasyonu, diyabet yönetimini kolaylaştıracak yenilikçi yaklaşımlar sunabilir.

Bu öneriler, diyabet hastalarının yaşam kalitesini artırmak ve hipoglisemi risklerini azaltmak için etkili stratejiler sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Abonie, U. S., Ofori - Ampomah, A. K., Makinyi, V., Addo, R. A., & Kumah, L. (2023). Associations between physical activity patterns and quality of life in persons with type 2 diabetes: a cross sectional study. *PloS One, 18*(8), e0290825. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290825

Agrawal, S., Makuch, S., Dróżdż, M., Dudzik, T., Domański, I., Poręba, R., & Mazur, G. (2022). The impact of hypoglycemia on patients with diabetes mellitus: a cross-sectional analysis. *Journal of Clinical Medicine, 11*(3), 626. https://doi.org/10.3390/jcm11030626

Aljawarneh, Y. M., Wardell, D. W., Wood, G. L., & Rozmus, C. L. (2019). A systematic review of physical activity and exercise on physiological and biochemical outcomes in children and adolescents with type 1 diabetes. *Journal of Nursing Scholarship, 51*(3), 337-345. https://doi.org/10.1111/jnu.12472

American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2022). 5. Facilitating behavior change and well-being to improve health outcomes: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. *Diabetes Care, 45*(Supplement_1), S60-S82. https://doi.org/10.2337/dc22-S005

Balk, E. M., Earley, A., Raman, G., Avendano, E. A., Pittas, A. G., & Remington, P. L. (2015). Combined diet and physical activity promotion programs to prevent type 2 diabetes among persons at increased risk: a systematic review for the community preventive services task force. *Annals of Internal Medicine, 163*(6), 437-451. https://doi.org/10.7326/m15-0452

Beverly, E. A., Ritholz, M. D., & Dhanyamraju, K. (2020). The buffering effect of social support on diabetes distress and depressive symptoms in adults with type 1 and type 2 diabetes. *Diabetic Medicine, 38*(4). https://doi.org/10.1111/dme.14472

Bohn, B., Herbst, A., Pfeifer, M., Krakow, D., Zimny, S., Kopp, F., Melmer, A., Steinacker, J. M., & Holl, R. W. (2015). Impact of physical activity on glycemic control and prevalence of cardiovascular risk factors in adults with type 1 diabetes: a cross-sectional multicenter study of 18,028 patients. *Diabetes Care, 38*(8), 1536-1543. https://doi.org/10.2337/dc15-0030

Campbell, M. D., Walker, M., Bracken, R. M., Turner, D., Stevenson, E., Gonzalez, J. T., Shaw, J., & West, D. J. (2015). Insulin therapy and dietary adjustments to normalize glycemia and prevent nocturnal hypoglycemia after evening exercise in type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *BMJ Open Diabetes Research & Care, 3*(1), e000085. https://doi.org/10.1136/bmjdrc-2015-000085

Campbell, M. D., Walker, M., Trenell, M. I., Jakovljevic, D. G., Stevenson, E., Bracken, R. M., Bain, S. C., & West, D. J. (2013). Large pre- and postexercise rapid-acting

insulin reductions preserve glycemia and prevent early- but not late-onset hypoglycemia in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care, 36*(8), 2217-2224. https://doi.org/10.2337/dc12-2467

Campbell, M. D., Walker, M., Trenell, M. I., Stevenson, E., Turner, D., Bracken, R. M., Shaw, J., & West, D. J. (2014). A low–glycemic ındex meal and bedtime snack prevents postprandial hyperglycemia and associated rises in ınflammatory markers, providing protection from early but not late nocturnal hypoglycemia following evening exercise in type 1 diabetes. *Diabetes Care, 37*(7), 1845-1853. https://doi.org/10.2337/dc14-0186

Cannata, F., Vadalà, G., Russo, F., Papalia, R., Napoli, N., & Pozzilli, P. (2020). Beneficial effects of physical activity in diabetic patients. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology, 5*(3), 70. https://doi.org/10.3390/jfmk5030070

Carreon, S. A., Duran, B., Tang, T. S., Streisand, R., Anderson, B. J., Lyons, S. K., McKay, S., & Hilliard, M. E. (2021). Here for you: a review of social support research in young adults with diabetes. *Diabetes Spectrum, 34*(4), 363-370. https://doi.org/10.2337/dsi21-0013

Chatterjee, S., & Davies, M. J. (2015). Current management of diabetes mellitus and future directions in care. *Postgraduate Medical Journal, 91*(1081), 612-621. https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2014-133200

Chetty, T., Shetty, V. B., Fournier, P. A., Adolfsson, P., Jones, T. W., & Davis, E. A. (2019). Exercise management for young people with Type 1 diabetes: a structured approach to the exercise consultation. *Frontiers in Endocrinology, 10*. https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00326

Chuang, M., & Lee, Y.-S. (2023). Exploring technology domains for diabetes care and management under pandemic: a preliminary scoping review. *Asia Pacific Journal of Health Management*. https://doi.org/10.24083/apjhm.v18i3.2817

Cockcroft, E., & Narendran, P. (2020). Exercise-induced hypoglycaemia in type 1 diabetes. *Experimental Physiology, 105*(4), 590-599. https://doi.org/10.1113/ep088219

Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care, 39*(11), 2065. https://doi.org/10.2337/dc16-1728

Cuenca-García, M., Jago, R., Shield, J. P. H., & Burren, C. P. (2012). How does physical activity and fitness influence glycaemic control in young people with type 1 diabetes? *Diabetic Medicine, 29*(10). e369–e376. https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2012.03740.x

Davis, S., & Alonso, M. D. (2004). Hypoglycemia as a barrier to glycemic control.

Journal of Diabetes and its Complications, 18(1), 60-68. https://doi.org/10.1016/S1056-8727(03)00058-8

Dijk, J.-W. v., Eijsvogels, T. M. H., Nyakayiru, J., Schreuder, T. H. A., Hopman, M. T. E., Thijssen, D. H. J., & Loon, L. J. C. v. (2016). Glycemic control during consecutive days with prolonged walking exercise in individuals with type 1 diabetes mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice, 117*, 74-81. https://doi.org/10.1016/j.diabres.2016.04.053

Doupis, J., Karras, K., & Avramidis, K. (2021). The Role of Individualized Exercise Prescription in Type 2 Diabetes Mellitus Management. *touchREVIEWS in Endocrinology, 17*(1), 2-4. https://doi.org/10.17925/ee.2021.17.1.2

El–Sappagh, S., Ali, F., El-Masri, S., Kim, K. H., Ali, A., & Kwak, K. S. (2019). Mobile health technologies for diabetes mellitus: current state and future challenges. *Ieee Access, 7*, 21917-21947. https://doi.org/10.1109/access.2018.2881001

Espinosa, G., Toledo, L., Prado, C., Moraes, G. O. d. M., Domecg, F., Facio, M. R., & Silva, F. B. d. (2021). Implementation of a home-based exercise program for cardiopulmonary rehabilitation patients during the sars-cov-2 pandemic. *International Journal of Cardiovascular Sciences*. https://doi.org/10.36660/ijcs.20200142

Ferreira, M. A., Neves, C., & Carvalho, D. (2023). Physical exercise and glycemic management in patients with type 1 diabetes on ınsulin pump therapy—a cross-sectional study. *Acta Diabetologica, 60*(7), 881-889. https://doi.org/10.1007/s00592-023-02070-7

Giménez, M., Tannen, A. J., Reddy, M., Moscardó, V., Conget, I., & Oliver, N. (2017). Revisiting the relationships between measures of glycemic control and hypoglycemia in continuous glucose monitoring data sets. *Diabetes Care, 41*(2), 326-332. https://doi.org/10.2337/dc17-1597

Głowacka, E., Latkowska, A., Sieńko-Awieraniów, E., & Stępień–Słodkowska, M. (2015). Factors associated with physical activity in people with diabetes. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine, 12*, 73-81. https://doi.org/10.18276/cej.2015.4-08

Grace, A., Chan, E., Giallauria, F., Graham, P. L., & Smart, N. A. (2017). Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type II diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovascular Diabetology, 16*(1). https://doi.org/10.1186/s12933-017-0518-6

Guelfi, K. J., Jones, T. W., & Fournier, P. A. (2007). New Insights into Managing the Risk of Hypoglycaemia Associated with Intermittent High-Intensity Exercise in Individuals with Type 1 Diabetes Mellitus. *Sports Medicine, 37*(11), 937–946. https://doi.org/10.2165/00007256-200737110-00002

Hamilton, M. T., Hamilton, D. G., & Zderic, T. W. (2014). Sedentary behavior as a

mediator of type 2 diabetes. *Medicine and Sport Science*, *60*, 11–26. https://doi.org/10.1159/000357332

Haynes, A., Hermann, J. M., Miller, K. M., Hofer, S. E., Jones, T. W., Beck, R. W., Maahs, D. M., Davis, E. A., Holl, R. W., T1D Exchange, W., & registries, D. (2017). Severe hypoglycemia rates are not associated with HbA1c: a cross-sectional analysis of 3 contemporary pediatric diabetes registry databases. *Pediatric Diabetes, 18*(7), 643-650. https://doi.org/10.1111/pedi.12477

International Hypoglycaemia Study Group. (2015). Minimizing hypoglycemia in diabetes. *Diabetes Care, 38*(8), 1583-1591. https://doi.org/10.2337/dc15-0279

Iscoe, K. E., Campbell, J. E., Jamnik, V., Perkins, B. A., & Riddell, M. C. (2006). Efficacy of continuous real-time blood glucose monitoring during and after prolonged high-intensity cycling exercise: spinning with a continuous glucose monitoring system. *Diabetes Technology & Therapeutics, 8*(6), 627-635. https://doi.org/10.1089/dia.2006.8.627

Ivandić, M., Berković, M. C., Ormanac, K., Sabo, D., Kolarić, T. O., Kuna, L., Mihaljevic, V., Varžić, S. C., Smolić, M., & Bilić-Ćurčić, I. (2023). Management of glycemia during acute aerobic and resistance training in patients with diabetes type 1: a croatian pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(6), 4966. https://doi.org/10.3390/ijerph20064966

Jacobs, P. G., El Youssef, J., Reddy, R., Resalat, N., Branigan, D., Condon, J., Preiser, N., Ramsey, K., Jones, M., & Edwards, C. (2016). Randomized trial of a dual-hormone artificial pancreas with dosing adjustment during exercise compared with no adjustment and sensor-augmented pump therapy. *Diabetes, Obesity and Metabolism, 18*(11), 1110-1119. https://doi.org/10.1111/dom.12707

Kang, J., Chen, Y., Zhao, Y., & Zhang, C. (2021). Effect of remote management on comprehensive management of diabetes mellitus during the covid-19 epidemic. *Primary Care Diabetes, 15*(3), 417-423. https://doi.org/10.1016/j.pcd.2020.12.004

Karges, B., Rosenbauer, J., Kapellen, T., Wagner, V., Schober, E., Karges, W., & Holl, R. W. (2014). Hemoglobin A1C levels and risk of severe hypoglycemia in children and young adults with type 1 diabetes from Germany and Austria: a trend analysis in a cohort of 37,539 patients between 1995 and 2012. *Plos Medicine, 11*(10), e1001742. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001742

Kennedy, A., Nirantharakumar, K., Chimen, M., Pang, T. T., Hemming, K., Andrews, R. C., & Narendran, P. (2013). Does exercise improve glycaemic control in type 1 diabetes? A systematic review and meta-analysis. *PloS One, 8*(3), e58861. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058861

Khunti, K., Davies, M. J., Majeed, A., Thorsted, B. L., Wolden, M. L., & Paul, S. K. (2014). Hypoglycemia and risk of cardiovascular disease and all-cause mor-

tality in insulin-treated people with type 1 and type 2 diabetes: a cohort study. *Diabetes Care, 38*(2), 316-322. https://doi.org/10.2337/dc14-0920

Kodama, S., Tanaka, S., Heianza, Y., Fujihara, K., Horikawa, C., Shimano, H., Saito, K., Yamada, N., Ohashi, Y., & Sone, H. (2013). Association between physical activity and risk of all-cause mortality and cardiovascular disease in patients with diabetes. *Diabetes Care, 36*(2), 471-479. https://doi.org/10.2337/dc12-0783

Kreider, K. E., Pereira, K., & Padilla, B. I. (2017). Practical approaches to diagnosing, treating and preventing hypoglycemia in diabetes. *Diabetes Therapy, 8*(6), 1427-1435. https://doi.org/10.1007/s13300-017-0325-9

LaManna, J., Litchman, M. L., Dickinson, J. K., Todd, A., Julius, M. M., Whitehouse, C. R., Hyer, S., & Kavookjian, J. (2019). Diabetes education impact on hypoglycemia outcomes: a systematic review of evidence and gaps in the literature. *The Diabetes Educator, 45*(4), 349-369. https://doi.org/10.1177/0145721719855931

Lean, M. E. J., Leslie, W. S., Barnes, A. C., Brosnahan, N., Thom, G., McCombie, L., Peters, C., Zhyzhneuskaya, S., Al-Mrabeh, A., Hollingsworth, K. G., Rodrigues, A., Rehackova, L., Adamson, A. J., Sniehotta, F. F., Mathers, J. C., Ross, H. M., McIlvenna, Y., Welsh, P., Kean, S., Ford, I., McConnachie, A., Messow, C. M., Sattar, N., & Taylor, R. (2019). Durability of a primary care-led weight-management intervention for remission of type 2 diabetes: 2-year results of the direct open-label, cluster-randomised trial. *The Lancet Diabetes & Endocrinology, 7*(5), 344-355. https://doi.org/10.1016/s2213-8587(19)30068-3

Li, C.-L., Lai, Y.-C., Tseng, C. H., Lin, J. D., & Chang, H.-Y. (2010). A population study on the association between leisure time physical activity and self-rated health among diabetics in Taiwan. *BMC Public Health, 10*(1). https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-277

Li, C., Shang, S., & Liang, W. (2023). Physical activity types, physical activity levels and risk of diabetes in general adults: the NHANES 2007–2018. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(2), 1398. https://doi.org/10.3390/ijerph20021398

Li, Z., Hu, Y., Yan, R., Li, H., Zhang, D., Li, F., Su, X., & Ma, J. (2018). Twenty minute moderate-intensity post-dinner exercise reduces the postprandial glucose response in Chinese patients with type 2 diabetes. *Medical Science Monitor, 24*, 7170-7177. https://doi.org/10.12659/msm.910827

Manish, A. (2023). Diabetes mellitus: A lifestyle disorder. *International Journal of Clinical Biochemistry and Research, 10*(3), 255–257. https://doi.org/10.18231/j.ijcbr.2023.045

Maran, A., Pavan, P., Bonsembiante, B., Brugin, E., Ermolao, A., Avogaro, A., & Zaccaria, M. (2010). Continuous glucose monitoring reveals delayed nocturnal

hypoglycemia after intermittent high-intensity exercise in nontrained patients with type 1 diabetes. *Diabetes Technology & Therapeutics, 12*(10), 763-768. https://doi.org/10.1089/dia.2010.0038

Mendes, R., Sousa, N., Almeida, A., Subtil, P., Guedes-Marques, F., Reis, V. M., & Themudo-Barata, J. L. (2015). Exercise prescription for patients with type 2 diabetes—a synthesis of international recommendations: narrative review. *British Journal of Sports Medicine, 50*(22), 1379-1381. https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094895

Molveau, J., Rabasa-Lhoret, R., Myette-Côté, É., Messier, V., Suppère, C., Potter, K., Heyman, E., & Tagougui, S. (2022). Prevalence of nocturnal hypoglycemia in free-living conditions in adults with type 1 diabetes: what is the impact of daily physical activity? *Frontiers in Endocrinology, 13*. https://doi.org/10.3389/fendo.2022.953879

Morey, M. C., Lee, C. C., Castle, S., Valencia, W. M., Katzel, L. I., Giffuni, J., Kopp, T., Cammarata, H., McDonald, M., Oursler, K. A., Wamsley, T. R., Jain, C., Bettger, J. P., Pearson, M., Manning, K., Intrator, O., Veazie, P. J., Sloane, R., Li, J., & Parker, D. (2018). Should structured exercise be promoted as a model of care? dissemination of the department of veterans affairs gerofit program. *Journal of the American Geriatrics Society, 66*(5), 1009-1016. https://doi.org/10.1111/jgs.15276

Moser, O., Tschakert, G., Mueller, A., Groeschl, W., Pieber, T. R., Obermayer–Pietsch, B., Koehler, G., & Hofmann, P. (2015). Effects of high-intensity interval exercise versus moderate continuous exercise on glucose homeostasis and hormone response in patients with type 1 diabetes mellitus using novel ultra-long-acting insulin. *PloS One, 10*(8), e0136489. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136489

Moxley, E. A., & Bugaieski, T. (2018). Exercise intensities as factors of metabolic outcomes in type 2 diabetes: a systematic review. *Home Health Care Management & Practice, 31*(3), 193-203. https://doi.org/10.1177/1084822318815446

Oyer, D. (2013). The science of hypoglycemia in patients with diabetes. *Current Diabetes Reviews, 9*(3), 195-208. https://doi.org/10.2174/15733998113099990059

Patton, S. R., & Riddell, M. C. (2023). Current trends and strategies for exercise in diabetes. *Diabetes Spectrum, 36*(2), 100-103. https://doi.org/10.2337/dsi22-0019

Phad, A., Johnston, S., Tabak, R. G., Mazzucca, S., & Haire-Joshu, D. (2019). Developing priorities to achieve health equity through diabetes translation research: a concept mapping study. *BMJ Open Diabetes Research & Care, 7*(1), e000851. https://doi.org/10.1136/bmjdrc-2019-000851

Quirk, H., Blake, H., Tennyson, R., Randell, T., & Glazebrook, C. (2014). Physical ac-

tivity ınterventions in children and young people with type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Diabetic Medicine, 31*(10), 1163-1173. https://doi.org/10.1111/dme.12531

Riddell, M., & Perkins, B. A. (2009). Exercise and glucose metabolism in persons with diabetes mellitus: perspectives on the role for continuous glucose monitoring. *Journal of Diabetes Science and Technology, 3*(4), 914-923. https://doi.org/10.1177/193229680900300439

Roberts, A. J., Yi-Frazier, J. P., Aitken, K. E., Mitrovich, C., Pascual, M., & Taplin, C. E. (2016). Do youth with type 1 diabetes exercise safely? a focus on patient practices and glycemic outcomes. *Pediatric Diabetes, 18*(5), 367-375. https://doi.org/10.1111/pedi.12402

Romeres, D., Olson, K. B., Carter, R. E., Cobelli, C., Man, C. D., Basu, A., & Basu, R. (2020). Hyperglycemia but not hyperinsulinemia is favorable for exercise in type 1 diabetes: a pilot study. *Diabetes Care, 43*(9), 2176-2182. https://doi.org/10.2337/dc20-0611

Russell, R., Hu, D., Greenaway, T. M., Blackwood, S., Dwyer, R. M., Sharman, J. E., Jones, G., Squibb, K., Brown, A. A., Otáhal, P., Boman, M., Al-Aubaidy, H. A., Premilovac, D., Roberts, C. K., Hitchins, S., Richards, S. M., Rattigan, S., & Keske, M. A. (2017). Skeletal muscle microvascular-linked improvements in glycemic control from resistance training in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care, 40*(9), 1256-1263. https://doi.org/10.2337/dc16-2750

Samaan, M. C., Alassaf, A., DellaVedova, J., & Murthy, T. (2011). Exercise-ınduced hypoglycemic hemiplegia in a child with type 1 diabetes: a rare find with multiple potential causative mechanisms. *Case Reports in Medicine, 2011*, 1-3. https://doi.org/10.1155/2011/529097

Scott, S. N., Shepherd, S., Strauss, J. A., Wagenmakers, A. J. M., & Cocks, M. (2019). Home-based high-intensity interval training reduces barriers to exercise in people with type 1 diabetes. *Experimental Physiology, 105*(4), 571-578. https://doi.org/10.1113/ep088097

Shah, K., Tiwaskar, M., Chawla, P., Kale, M., Deshmane, R., & Sowani, A. (2020). Hypoglycemia at the time of covid-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome Clinical Research & Reviews, 14*(5), 1143-1146. https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.07.003

Silbert, R., Salcido-Montenegro, A., Rodríguez-Gutiérrez, R., Katabi, A., & McCoy, R. G. (2018). Hypoglycemia among patients with type 2 diabetes: epidemiology, risk factors, and prevention strategies. *Current Diabetes Reports, 18*(8). https://doi.org/10.1007/s11892-018-1018-0

Soo, J., Raman, A., Lawler, N. G., Goods, P. S. R., Deldicque, L., Girard, O., & Fairchild,

T. J. (2023). The role of exercise and hypoxia on glucose transport and regulation. *European Journal of Applied Physiology, 123*(6), 1147-1165. https://doi.org/10.1007/s00421-023-05135-1

Strongman, C., Cavallerio, F., Timmis, M. A., & Morrison, A. (2023). Evaluating consistency of physical activity and exercise prescription in the uk for people with diabetes – a delphi study. *Frontiers in Clinical Diabetes and Healthcare, 4*. https://doi.org/10.3389/fcdhc.2023.1278597

Sylow, L., Kleinert, M., Richter, E. A., & Jensen, T. E. (2016). Exercise-stimulated glucose uptake — regulation and implications for glycaemic control. *Nature Reviews Endocrinology, 13*(3), 133-148. https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.162

Thent, Z. C., Das, S., & Joseph, L. (2013). Role of exercise in the management of diabetes mellitus: the global scenario. *PloS One, 8*(11), e80436. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080436

Tully, C., Aronow, L., Mackey, E. R., & Streisand, R. (2016). Physical activity in youth with type 1 diabetes: a review. *Current Diabetes Reports, 16*(9). https://doi.org/10.1007/s11892-016-0779-6

Usman, E., & Katar, Y. (2022). A metformin pharmacogenetic study of patients with type 2 diabetes mellitus and SLC22A1 gene mutation. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, 10*(A), 273-277. https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.8473

Wilson, D. M., Calhoun, P. M., Maahs, D. M., Chase, H. P., Messer, L., Buckingham, B. A., Aye, T., Clinton, P. K., Hramiak, I., & Kollman, C. (2015). Factors associated with nocturnal hypoglycemia in at-risk adolescents and young adults with type 1 diabetes. *Diabetes Technology & Therapeutics, 17*(6), 385-391. https://doi.org/10.1089/dia.2014.0342

Xu, Y., Pan, W., & Liu, H. (2010). Self-management practices of chinese americans with type 2 diabetes. *Nursing and Health Sciences, 12*(2), 228-234. https://doi.org/10.1111/j.1442-2018.2010.00524.x

Yardley, J. E. (2022). Reassessing the evidence: prandial state dictates glycaemic responses to exercise in individuals with type 1 diabetes to a greater extent than intensity. *Diabetologia, 65*(12), 1994–1999. https://doi.org/10.1007/s00125-022-05781-8

Yardley, J. E., Kenny, G. P., Perkins, B. A., Riddell, M. C., Balaa, N., Malcolm, J., Boulay, P., Khandwala, F., & Sigal, R. J. (2013). Resistance versus aerobic exercise. *Diabetes Care, 36*(3), 537-542. https://doi.org/10.2337/dc12-0963

Yardley, J. E., Kenny, G. P., Perkins, B. A., Riddell, M. C., Malcolm, J., Boulay, P., Khandwala, F., & Sigal, R. J. (2012). Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care,*

35(4), 669-675. https://doi.org/10.2337/dc11-1844

Younk, L. M., Mikeladze, M., Tate, D., & Davis, S. N. (2011). Exercise-related hypoglycemia in diabetes mellitus. *Expert Review of Endocrinology & Metabolism, 6*(1), 93–108. https://doi.org/10.1586/eem.10.78

Zaini, R., & Abdulsatar, S. (2016). Detection of udiagnosed diabetes among Saudi female at four campaigns in Taif City, Saudi Arabia. *Journal of Diabetes & Metabolism, 7*(7). https://doi.org/10.4172/2155-6156.1000689

Bölüm 4

DİJİTAL ÇAĞDA SPOR YÖNETİMİ: TEKNOLOJİ, İNOVASYON VE KURUMSAL DÖNÜŞÜM

Kadir PEPE[1]

1 Prof. Dr. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Spor Bilimler Fakültesi, kpepe@mehmetakif.edu.tr , ORCID: 0000-0002-3207-6726

1. GİRİŞ

Dijital teknolojilerin gelişimi, spor sektöründe yönetim anlayışının ve örgütsel işleyişin yeniden şekillenmesine neden olan önemli dönüşüm süreçlerinden birini oluşturmaktadır. Geleneksel spor yönetimi uygulamalarının teknoloji temelli sistemlerle bütünleşmesi, spor örgütlerinin stratejik planlama, karar alma, pazarlama, insan kaynakları ve paydaş ilişkileri gibi temel yönetim işlevlerinde yeni yaklaşımların ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Bu süreçte dijitalleşme, yalnızca mevcut faaliyetlerin elektronik ortama aktarılmasıyla sınırlı kalmamakta; örgütsel süreçlerin yeniden yapılandırılmasını, yeni iş modellerinin geliştirilmesini ve yönetim kapasitesinin güçlendirilmesini içeren daha kapsamlı bir dönüşümü ifade etmektedir. Spor yönetiminin tarihsel gelişimini ele alan Acar (2023), yönetim bilimi alanındaki değişimlerin ve teknolojik ilerlemelerin spor örgütlerinin yönetim yaklaşımlarını etkileyen temel unsurlar arasında yer aldığını belirtmektedir. Benzer şekilde Ersöz ve Gökmen (2023), dijital dönüşümün spor yönetiminde insan kaynakları, veri analitiği, taraftar etkileşimi, sponsorluk ve hizmet sunumu gibi farklı alanlarda yeni uygulamaların gelişmesine katkı sağladığını vurgulamaktadır.

Spor örgütlerinde dijital teknolojilerin kullanımı, yönetim süreçlerinin etkinliğinin artırılması ve veriye dayalı karar alma uygulamalarının geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Dijital platformlar ve bilgi yönetim sistemleri, örgütlerin iletişim faaliyetlerinin yürütülmesi, üye bilgilerinin yönetilmesi, kurumsal raporlama süreçlerinin düzenlenmesi ve paydaşlarla ilişkilerin sürdürülmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Ehnold ve arkadaşları (2021) tarafından Avusturya ve Almanya'daki 787 gönüllü spor kulübü üzerinde gerçekleştirilen araştırmada, dijital araçların en yaygın kullanım alanlarının kurum içi ve dışı iletişim ile federasyonlara üye bilgilerinin raporlanması olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte araştırma, dijital araçların kullanımının örgütsel hedeflerden, kurumsal kapasiteden ve dijitalleşme stratejilerinden etkilendiğini göstermektedir. Bu bulgular, teknolojik araçların örgütlere dâhil edilmesinin tek başına yönetsel etkinliği garanti etmediğine, dijital dönüşümün örgütsel ihtiyaç ve stratejik önceliklerle ilişkilendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Teknolojik inovasyon, spor örgütlerinin değişen rekabet koşullarına uyum sağlamasında ve kurumsal dönüşüm süreçlerinin gerçekleştirilmesinde önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Profesyonel spor kulüpleri, federasyonlar, spor tesisleri ve spor işletmeleri; dijital pazarlama, veri analitiği, otomasyon ve çevrim içi hizmet sistemleri aracılığıyla mevcut faaliyetlerini yeniden düzenleyebilmekte ve farklı paydaş gruplarına yönelik değer oluşturma süreçlerini geliştirebilmektedir. Varriale ve arkadaşları (2022), İtalyan futbol kulüplerinin dijital teknolojileri benimseme yönelimlerini inceleyerek teknolojik uygulamaların sportif ve yönetsel performansla ilişkisini ele almıştır. Bu çerçevede dijital dönüşüm, yalnızca teknolojik altyapının

yenilenmesi olarak değil, örgütlerin yönetim süreçlerini ve stratejik yönelimlerini etkileyen kurumsal bir değişim alanı olarak değerlendirilmektedir.

Bununla birlikte spor yönetiminde dijital dönüşümün uygulanması çeşitli örgütsel güçlükleri de beraberinde getirmektedir. Finansal kaynakların sınırlılığı, dijital yetkinliklerin yetersizliği, teknolojik yatırımların maliyeti ve mevcut örgüt kültürünün değişime uyumu, dijitalleşme süreçlerinin etkinliğini belirleyen unsurlar arasında yer almaktadır. Avrupa'daki spor örgütlerinden 569 yöneticinin katılımıyla gerçekleştirilen bir araştırmada, veri analizi teknolojilerinin kullanımındaki yetersizlikler ve dijital beceri düzeylerine ilişkin sınırlılıklar ortaya konulmuştur (Magaz et al., 2024). Dolayısıyla spor örgütlerinin dijital dönüşüm süreçlerinin değerlendirilmesinde teknolojik altyapı kadar liderlik, örgütsel kapasite, kurumsal kültür ve stratejik planlama unsurlarının da dikkate alınması gerekmektedir.

Bu doğrultuda spor yönetiminde dijital dönüşümün teknolojik, yönetsel ve örgütsel boyutlarıyla birlikte incelenmesi, alanın değişen yapısının anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Mevcut kitap bölümünün amacı, dijital çağda spor yönetiminin dönüşümünü teknoloji, inovasyon ve kurumsal değişim ekseninde ele almak; dijital teknolojilerin spor örgütlerinin yönetim süreçleri üzerindeki etkilerini, inovasyon odaklı uygulamaları, kurumsal dönüşüm dinamiklerini ve geleceğe yönelik fırsat ve güçlükleri güncel bilimsel çalışmalar doğrultusunda değerlendirmektir.

2. SPOR YÖNETİMİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN KAVRAMSAL TEMELLERİ

2.1. Dijitalleşme, Dijital Dönüşüm ve Spor Yönetimi

Dijital teknolojilerin örgütsel faaliyetlerle bütünleşmesi, yönetim süreçlerinde yalnızca teknik değişiklikler oluşturmakla kalmayıp örgütlerin işleyiş, strateji ve değer üretme biçimlerini de dönüştürmektedir. Bu sürecin kavramsal olarak açıklanabilmesi için sayısallaştırma (digitization), dijitalleşme (digitalization) ve dijital dönüşüm (digital transformation) arasındaki farklılıkların ortaya konulması gerekmektedir. Sayısallaştırma, analog bilgilerin dijital verilere dönüştürülmesini; dijitalleşme, dijital teknolojiler aracılığıyla mevcut iş süreçlerinin geliştirilmesini; dijital dönüşüm ise örgütsel yapıların, stratejilerin ve iş modellerinin teknoloji temelinde yeniden düzenlenmesini ifade etmektedir. Verhoef ve arkadaşları (2021), bu kavramları birbirleriyle ilişkili ancak kapsamları farklı üç aşama olarak ele almış ve dijital dönüşümün örgütsel yetkinlikler ile değer oluşturma modellerinde değişiklik gerektirdiğini belirtmiştir. Vial (2019) ise dijital dönüşümü, teknolojik gelişmelerin ortaya çıkardığı değişimlere örgütlerin stratejik yanıtlar geliştirdiği çok boyutlu bir süreç olarak değerlendirmiştir.

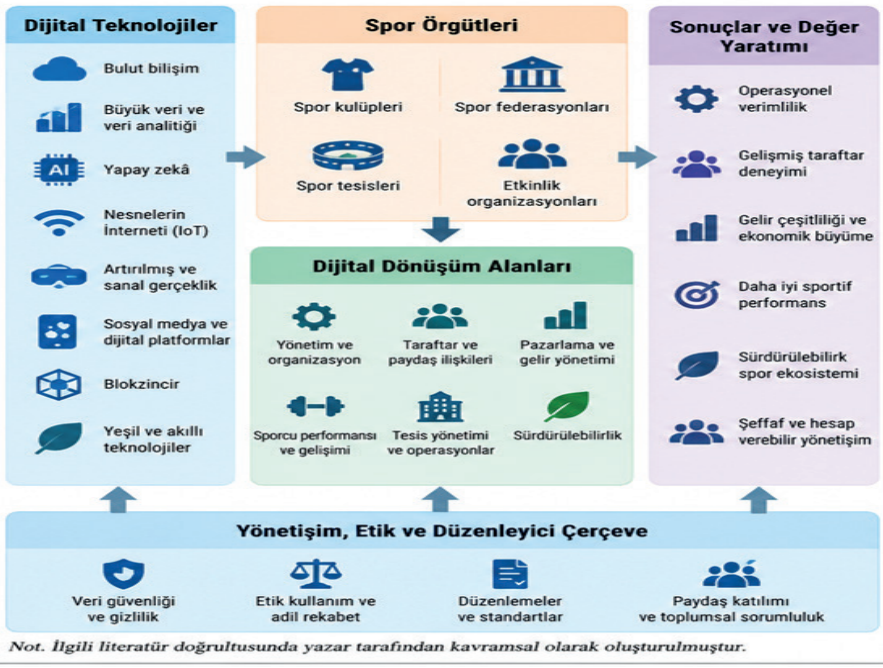
Spor yönetimi açısından dijital dönüşüm, spor kulüplerinin, federasyonların, profesyonel liglerin ve spor işletmelerinin faaliyetlerini dijital tek-

nolojiler doğrultusunda yeniden yapılandırmasını kapsamaktadır. Spor örgütlerinde bilgi yönetimi, iletişim ve hizmet sunumu gibi faaliyetlerin dijital ortamlara aktarılması, dönüşüm sürecinin başlangıç aşamasını oluştururken teknolojilerin örgütsel stratejiler ve yönetim modelleriyle bütünleştirilmesi daha kapsamlı bir değişimi beraberinde getirmektedir. Mohammadi ve arkadaşları (2023), elektronik spor işletmelerinde dijital dönüşüm olgunluğunu inceleyerek strateji, örgütsel yetkinlikler ve dijital kapasitenin dönüşüm sürecinde birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu yaklaşım, spor örgütlerinde dijital dönüşümün yalnızca teknolojik araçların kullanım düzeyiyle değil, örgütün değişimi yönetebilme kapasitesiyle de ilişkili olduğunu göstermektedir.

Dijital dönüşümün spor yönetimindeki önemli yansımalarından biri, örgütlerin değer oluşturma süreçlerinde ve iş modellerinde meydana gelen değişimlerdir. Profesyonel spor örgütlerinde dijital platformlar, medya ortaklıkları ve çevrim içi hizmet modelleri, geleneksel gelir ve iletişim faaliyetlerinin yeniden düzenlenmesine olanak sağlamaktadır. Santomier ve arkadaşları (2023), Amerikan Ulusal Basketbol Birliği'nin (NBA) dijital dönüşümünü inceledikleri örnek olay çalışmasında, dijital teknolojilerin örgütün stratejik yönetimi, küresel markalaşması ve hibrit iş modelinin gelişimiyle ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma, dijital dönüşümün tekil teknolojik uygulamaların ötesinde, paydaş ilişkileri ve gelir oluşturma mekanizmalarını kapsayan bütünleşik bir yönetim anlayışına dayandığını göstermektedir.

Dijital dönüşüm ile örgütsel inovasyon arasındaki ilişki de spor yönetiminin değişen yapısının anlaşılması açısından önemlidir. Dijital teknolojiler, mevcut hizmetlerin geliştirilmesini desteklediği gibi yeni ürünlerin, hizmet modellerinin ve örgütsel uygulamaların ortaya çıkmasına da katkı sağlayabilmektedir. Bununla birlikte teknolojik yeniliklerin örgütsel dönüşüme katkısı, bu yeniliklerin stratejik amaçlarla ilişkilendirilmesine ve mevcut yönetim uygulamalarına uyarlanmasına bağlıdır. Bu çerçevede spor yönetiminde dijital dönüşüm, teknolojik yeniliklerin benimsenmesiyle başlayan ancak örgütsel inovasyon, stratejik uyum ve kurumsal değişim süreçleriyle gelişen kapsamlı bir yönetim olgusu olarak değerlendirilebilir (Vial, 2019; Santomier et al., 2023).

Şekil 1. Spor Yönetiminde Dijital Dönüşümün Kavramsal Çerçevesi



Not. İlgili literatür doğrultusunda yazar tarafından kavramsal olarak oluşturulmuştur.

2.2. Spor Örgütlerinde Dijital Dönüşümün Belirleyicileri

Spor örgütlerinde dijital dönüşümün gerçekleşmesi, teknolojik altyapının varlığının yanı sıra örgütsel kaynakların, yönetim anlayışının ve çalışan yetkinliklerinin uygunluğuna bağlıdır. Özellikle dijital liderlik, stratejik yönelim ve örgüt kültürü, teknolojik yeniliklerin kurumsal uygulamalara dönüştürülmesinde belirleyici unsurlar arasında yer almaktadır. Merten ve arkadaşları (2024), beş kıtadan 43 ulusal futbol federasyonunda görev yapan 82 yöneticiyle gerçekleştirdikleri araştırmada, dijital dönüşümü destekleyen temel örgütsel yetkinlikleri incelemiştir. Araştırmanın bulguları; örgüt kültürü, stratejik duyarlılık, güncel bilgi ve iletişim teknolojileri altyapısı, dijital yetkinliklere sahip çalışanlar, yönetim desteği ve kurumsal bilgi yönetiminin başarılı dönüşüm açısından önemli olduğunu göstermektedir.

Dijital dönüşüm sürecinin bir diğer belirleyicisi örgütsel hazırlık ve dijital olgunluk düzeyidir. Teknolojik sistemlerin etkin kullanımı, çalışanların dijital becerileriyle birlikte örgüt içindeki koordinasyon ve bilgi paylaşım mekanizmalarının geliştirilmesini gerektirmektedir. Mohammadi ve arkadaşları (2023), elektronik spor işletmelerine yönelik geliştirdikleri dijital dönüşüm olgunluk çerçevesinde, dönüşümün farklı örgütsel boyutlar üzerinden değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu durum, spor örgütlerinin

teknolojik yatırımlar gerçekleştirmeden önce mevcut yetkinliklerini, gelişime açık alanlarını ve kurumsal ihtiyaçlarını belirlemelerinin önemine işaret etmektedir. Nitekim Merten ve arkadaşlarının (2024) bulguları da teknik altyapı ile insan kaynağının birbirinden bağımsız ele alınamayacağını göstermektedir.

Finansal kaynaklar, örgütsel büyüklük ve kurumsal öncelikler de dijital dönüşüm uygulamalarını etkileyen unsurlar arasındadır. Teknolojik sistemlerin kurulumu, güncellenmesi ve sürdürülebilir biçimde işletilmesi belirli düzeyde mali ve beşerî kaynak gerektirmektedir. Bu nedenle dijital dönüşümün kapsamı, profesyonel spor örgütleri ile daha sınırlı kaynaklara sahip kulüp ve federasyonlar arasında farklılaşabilmektedir. Fenton ve arkadaşları (2022), profesyonel spor kulüplerinde görev yapan 13 karar vericiyle gerçekleştirdikleri nitel araştırmada, taraftar etkileşimine yönelik dijital inovasyonların benimsenmesinde karşılaşılan fırsatları ve engelleri incelemiştir. Araştırmada dijital yeniliklerin potansiyel yararları kabul edilmesine rağmen açık bir inovasyon stratejisinin bulunmamasının uygulama sürecini güçleştirdiği ortaya konulmuştur. Bu sonuç, teknolojik yeniliklerin örgütsel karar alma süreçlerinde belirli hedefler doğrultusunda planlanmasının gerekliliğini göstermektedir.

Spor örgütlerinin dijital dönüşümünde paydaş beklentileri ve rekabet koşulları da önem taşımaktadır. Federasyonlar açısından üyelerle iletişimin geliştirilmesi, hizmetlere erişimin kolaylaştırılması ve dijital görünürlüğün artırılması, teknolojik uygulamaların benimsenmesini teşvik edebilmektedir. Perrino-Peña ve Valcarce-Torrente (2024), İspanya'daki 91 spor federasyonunu kapsayan araştırmalarında dijital pazarlama uygulamalarının yaygın biçimde kullanıldığını, ancak bu uygulamaların stratejik planlanması ve yürütülmesi açısından geliştirilmesi gereken alanlar bulunduğunu belirlemiştir. Araştırmada örgütsel hazırlık, rekabet baskısı ve dijital girişimlere liderlik edecek rollerin tanımlanması ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla dijital dönüşümün başarısı, dış çevrenin beklentileriyle örgütün iç kaynak ve yetkinlikleri arasında uyum kurulmasını gerektirmektedir.

3. SPOR YÖNETİMİNDE TEKNOLOJİK YENİLİKLER VE UYGULAMALAR

3.1. Yapay Zekâ, Büyük Veri ve Veri Odaklı Yönetim

Dijital teknolojilerin gelişimi, spor örgütlerinde yönetsel kararların oluşturulmasında verilerin kullanımını giderek daha önemli hâle getirmektedir. Yapay zekâ, makine öğrenmesi ve büyük veri analitiği, spor kulüplerinin, federasyonların ve spor işletmelerinin faaliyetlerini değerlendirmelerine, tüketici davranışlarını anlamalarına ve geleceğe yönelik öngörüler geliştirmelerine olanak sağlayan teknolojik yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Geleneksel spor yönetiminde karar alma süreçleri büyük ölçüde geçmiş deneyimler,

yönetsel değerlendirmeler ve sınırlı performans göstergeleri üzerinden yürütülürken veri odaklı yönetim, farklı kaynaklardan elde edilen bilgilerin sistematik biçimde analiz edilmesini esas almaktadır. Bu bağlamda yapay zekâ uygulamaları yalnızca sportif performansın analiz edilmesiyle sınırlı kalmamakta; pazarlama, sponsorluk, biletleme, taraftar ilişkileri ve ticari faaliyetlerin yönetimi açısından da önem taşımaktadır.

Spor yönetiminde yapay zekâ temelli uygulamaların dikkat çeken kullanım alanlarından biri, dijital pazarlama faaliyetlerinin değerlendirilmesidir. Kennedy ve arkadaşları (2021), bir üniversite futbol takımının sosyal medya verilerinden hareketle taraftar etkileşimini tahmin etmek amacıyla destek vektör makineleri ve doğrusal regresyon yöntemlerini karşılaştırmıştır. Araştırmada makine öğrenmesi yaklaşımının sosyal medya gönderilerine yönelik toplam etkileşimi öngörmede daha başarılı olduğu belirlenmiş ve tahmine dayalı modellerin pazarlama faaliyetlerinin planlanması ile değerlendirilmesinde kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Benzer şekilde Herold ve arkadaşları (2024), dinamik spor medyası ortamlarında yapay zekâ destekli yöntemlerle tüketici tepkilerinin tahmin edilmesini ele almıştır. Araştırmada farklı yapay zekâ modellerinin, tüketicilerin biyometrik verilerine erişim durumlarına göre tahmin kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalar, spor pazarlamasında veri analitiğinin yalnızca geçmiş etkileşimleri raporlamakla sınırlı kalmayıp gelecekteki tüketici tepkilerini değerlendirmek amacıyla da kullanılabileceğini göstermektedir.

Büyük veri analitiğinin spor işletmeciliğindeki bir diğer önemli uygulama alanı, bilet fiyatlandırması ve talep yönetimidir. Spor müsabakalarına yönelik talep, karşılaşmanın niteliği, rakip takımın özellikleri, müsabaka zamanı ve tesis koşulları gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir. Megía-Cayuela (2023), İspanya Birinci Futbol Ligi'ndeki karşılaşmaların bilet fiyatlarını inceleyerek arz ve talep unsurlarını birlikte ele alan hedonik fiyatlandırma temelli bir model geliştirmiştir. Araştırma, spor kulüplerinin fiyatlandırma stratejilerinin değerlendirilmesinde müsabakaya özgü özelliklerin ve tüketici taleplerinin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Bu yaklaşım, veri analizinin spor örgütlerinin gelir yönetimi açısından taşıdığı önemi ortaya koymaktadır. Bununla birlikte istatistiksel fiyatlandırma modelleri ile yapay zekâ tabanlı dinamik fiyatlandırmanın aynı kavramlar olmadığı ve kullanılan yöntemin niteliğine göre ayrım yapılması gerektiği unutulmamalıdır.

Veri odaklı yöntemler sponsorluk yatırımlarının planlanması açısından da önemli bilgiler sunmaktadır. Jensen ve arkadaşları (2016), spor giyim sektöründe sponsorluk maliyetlerinin tahmin edilmesine yönelik gerçekleştirdikleri araştırmada, sponsorluk yapılan spor varlığının özelliklerini, sportif performansı ve pazara ilişkin değişkenleri analitik bir model kapsamında incelemiştir. Araştırma, sponsorluk maliyetlerinin değerlendirilmesinde farklı göstergelerin birlikte ele alınabileceğini ve pazarlama yatırımlarının daha

sistematik biçimde planlanabileceğini ortaya koymuştur. Spor örgütleri açısından bu tür yaklaşımlar, sponsorluk tekliflerinin değerlendirilmesi, ticari ortaklıkların planlanması ve kaynak tahsisinin gerekçelendirilmesine katkı sağlayabilecek analitik araçlar olarak değerlendirilebilir.

Veri odaklı yönetimin gelişmesi, spor örgütlerinin ticari faaliyetlerinde farklı analitik yöntemlerden yararlanmasını mümkün kılmakla birlikte teknolojik uygulamaların başarısı, kullanılan verilerin niteliğine ve yönetsel amaçlarla ilişkilendirilmesine bağlıdır. Yapay zekâ modellerinin geçmiş veriler üzerinden oluşturduğu tahminler, her koşulda geçerli sonuçlar üretmeyebilir. Özellikle taraftar davranışları, tüketici tercihleri ve sportif etkinliklere yönelik talep, değişken çevresel ve ekonomik koşullardan etkilenebilmektedir. Bu nedenle veri analitiği sistemlerinin ürettiği sonuçların yöneticiler tarafından eleştirel biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca kişisel verilerin korunması, algoritmik kararların açıklanabilirliği ve veri kullanımındaki etik sorumluluklar, spor örgütlerinde yapay zekânın uygulanmasında göz önünde bulundurulması gereken temel konulardır. Dolayısıyla spor yönetiminde veri odaklı yaklaşım, insan kararlarını tamamen ortadan kaldıran bir teknoloji uygulaması olarak değil, karar alma süreçlerini destekleyen ve örgütsel bilgi kapasitesini geliştiren bir yönetim aracı olarak değerlendirilmelidir.

3.2. Dijital Platformlar, Sosyal Medya ve Taraftar Etkileşimi

Sosyal medya ve dijital platformların yaygınlaşması, spor örgütleri ile taraftarlar arasındaki iletişimin niteliğini önemli ölçüde değiştirmiştir. Geleneksel iletişim araçlarında spor örgütleri tarafından oluşturulan içeriklerin geniş kitlelere aktarılması ön plana çıkarken dijital platformlar, taraftarların içeriklere doğrudan tepki verebildiği, görüş bildirebildiği ve çevrim içi topluluklara katılabildiği etkileşimli bir yapı sunmaktadır. Bu dönüşüm, sosyal medya yönetiminin spor kulüpleri ve federasyonlar açısından yalnızca tanıtım faaliyetlerinden oluşan bir uygulama olmaktan çıkarak marka yönetimi, taraftar ilişkileri ve pazarlama stratejileriyle bağlantılı bir yönetim alanına dönüşmesine neden olmuştur. Spor örgütlerinin farklı platformlarda gerçekleştirdikleri iletişim faaliyetleri, taraftarların beklentileri ve etkileşim davranışları doğrultusunda şekillendirilmektedir.

Spor örgütlerinin sosyal medya üzerinden gerçekleştirdikleri paylaşımların özellikleri, taraftar etkileşimi üzerinde farklı etkiler oluşturabilmektedir. Annamalai ve arkadaşları (2021), spor kulüplerinin Facebook üzerinden paylaştıkları içerikleri inceleyerek içerik türü ve görsel özelliklerin taraftarların etkileşim davranışlarıyla ilişkisini araştırmıştır. Çalışmada sosyal içeriklerin etkileşim düzeyi açısından öne çıktığı ve paylaşım biçiminin taraftar tepkileri bakımından önem taşıdığı belirlenmiştir. Romero-Jara ve arkadaşları (2024) ise Avrupa, Güney Amerika ve Kuzey Amerika'daki sekiz futbol

liginin sosyal medya hesaplarından paylaşılan 10.772 gönderiyi incelemiştir. Araştırmada içerik niteliğinin etkileşim açısından paylaşım sıklığından daha önemli olduğu ve incelenen platformlar arasında Instagram'ın güçlü bir etkileşim alanı oluşturduğu ortaya konulmuştur. Bu bulgular, spor örgütlerinin sosyal medya stratejilerinde yalnızca paylaşım miktarını artırmak yerine hedef kitlenin ilgi alanlarına ve platform özelliklerine uygun içerikler geliştirmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Taraftar etkileşiminin değerlendirilmesinde yalnızca beğeni, yorum ve paylaşım gibi davranışsal göstergeler yeterli olmayabilir. Dijital ortamlarda taraftarların spor markalarıyla kurdukları ilişkiler, bilişsel ve duygusal boyutları da içermektedir. Achen ve Blank (2024), profesyonel spor bağlamında sosyal medya marka etkileşimini psikolojik bir yaklaşımla incelemiş ve etkileşimin ilişki kalitesi, satın alma niyeti ve tavsiye etme niyetiyle bağlantılı olduğunu belirlemiştir. Çalışmada özellikle duygusal ve davranışsal katılımın taraftar ilişkilerinin açıklanması bakımından önem taşıdığı ortaya konulmuştur. Bu sonuç, spor örgütlerinin dijital iletişim faaliyetlerini değerlendirirken görünür etkileşim sayılarını taraftarların marka ile kurdukları ilişkinin niteliğinden bağımsız ele almaması gerektiğini göstermektedir.

Dijital platformların taraftar ilişkileri üzerindeki etkilerinden biri de çevrim içi toplulukların gelişmesidir. Spor taraftarları, sosyal medya ortamlarında yalnızca kulüp veya federasyonlarla değil, benzer ilgi alanlarını paylaşan diğer taraftarlarla da ilişkiler geliştirmektedir. Kim ve Manoli (2023), Güney Kore'deki çevrim içi beyzbol taraftar topluluklarında gerçekleştirdikleri araştırmada, toplulukla özdeşleşmenin takımla özdeşleşme ve davranışsal niyetlerle ilişkili olduğunu belirlemiştir. Bu bağlamda dijital toplulukların gelişmesi, spor örgütlerinin taraftarlarla ilişkilerini sürdürebilmeleri açısından önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte taraftar etkileşiminin yalnızca spor örgütünün kendi içerikleriyle sınırlı olmadığı, taraftarlar arasındaki yatay ilişkilerden de beslendiği anlaşılmaktadır.

Dijital taraftar etkileşimi, sponsorluk ve ticari değer oluşturma açısından da önem taşımaktadır. Ancak sponsorluk içeriklerinin sosyal medya paylaşımlarına eklenmesi her zaman yüksek etkileşim sağlayan bir uygulama değildir. Naraine ve arkadaşları (2022), dört profesyonel spor takımının 13.542 Instagram gönderisini inceleyerek sponsorlu içeriklerin taraftar etkileşimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmada sponsor içeren paylaşımların etkileşim düzeyi üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, sponsorluk mesajlarının dijital içeriklerle bütünleştirilmesinde ticari görünürlüğün yanı sıra içeriğin özgünlüğünün ve taraftar beklentileriyle uyumunun da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Spor örgütlerinde dijital platform yönetimi, taraftar etkileşiminin niceliksel olarak artırılmasından daha kapsamlı bir stratejik yaklaşımı

gerektirmektedir. Sosyal medya içeriklerinin niteliği, dijital toplulukların gelişimi, taraftarların psikolojik katılımı ve sponsorluk iletişiminin uygulanma biçimi birbiriyle ilişkili yönetim alanlarını oluşturmaktadır. Spor örgütleri açısından dijital etkileşimin uzun dönemli değeri, çevrim içi görünürlüğün sürdürülebilir taraftar ilişkilerine ve örgütsel hedeflerle uyumlu çıktılara dönüştürülebilmesine bağlıdır.

3.3. Akıllı Spor Tesisleri ve Dijital Operasyonel Yönetim

Spor tesislerinin teknolojik gelişmeler doğrultusunda yeniden yapılandırılması, dijital dönüşümün spor yönetimindeki önemli uygulama alanlarından birini oluşturmaktadır. Akıllı spor tesisleri, fiziksel altyapının dijital sistemlerle bütünleştirilmesi aracılığıyla tesis faaliyetlerinin izlenmesini, değerlendirilmesini ve yönetilmesini amaçlayan yapılardır. Bu tesislerde nesnelerin interneti, sensör sistemleri, bina otomasyonu, yapay zekâ ve veri analitiği gibi teknolojiler; enerji yönetimi, bakım planlaması, çevresel koşulların düzenlenmesi ve operasyonel süreçlerin geliştirilmesi amacıyla kullanılabilmektedir. Spor tesislerinin kullanım yoğunlukları, enerji gereksinimleri ve hizmet özellikleri bakımından farklılaşması, söz konusu teknolojilerin uygulanmasında tesis türüne ve yönetim ihtiyaçlarına özgü çözümler geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Spor tesislerinde dijital operasyonel yönetimin temel uygulamalarından biri, bina otomasyon ve yönetim sistemleridir. Bu sistemler, tesislerin ısıtma, havalandırma, iklimlendirme ve enerji tüketimi gibi faaliyetlerinin bütünleşik biçimde izlenmesine olanak sağlamaktadır. Elnour ve arkadaşları (2022a), spor tesislerinde enerji yönetimi ve operasyonel optimizasyona yönelik araştırmaları sistematik biçimde değerlendirerek bu yapıların diğer bina türlerinden farklı kullanım ve enerji tüketim özelliklerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. İnceleme, özellikle yüzme havuzları ve büyük kapalı spor alanlarında enerji yönetiminin tesis işletmeciliği açısından önemli bir sorun alanı oluşturduğunu göstermektedir. Bu çerçevede dijital yönetim sistemleri, tesislerin mevcut enerji tüketimlerinin izlenmesi ve işletme kararlarının daha kapsamlı verilerle desteklenmesi açısından önem taşımaktadır.

Yapay zekâ destekli teknolojiler, spor tesislerinde enerji kullanımının tahmin edilmesi ve operasyonel faaliyetlerin düzenlenmesi amacıyla da değerlendirilmektedir. Elnour ve arkadaşları (2022b), Katar Üniversitesi bünyesindeki bir spor salonunun ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri için sinir ağı temelli model öngörülü kontrol yaklaşımını incelemiştir. Araştırma, gelecekteki sistem davranışlarının tahmin edilmesine dayalı yönetim uygulamalarının enerji kullanımı ve iç ortam koşullarının birlikte değerlendirilmesine olanak sağlayabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte çalışmada ortaya konulan teknik sonuçların belirli bir tesise ve modelleme koşullarına ait olduğu, bütün spor tesislerine doğrudan genellenemeyeceği

dikkate alınmalıdır. Bu durum, akıllı tesis teknolojilerinin uygulanmasında tesisin fiziksel özelliklerinin ve kullanım yoğunluğunun belirleyici olduğunu göstermektedir.

Spor tesislerinde dijitalleşme, enerji yönetiminin yanı sıra bakım ve altyapı yönetimi açısından da yeni olanaklar sunmaktadır. Fang ve arkadaşları (2021), büyük ölçekli kamusal yapıların bakım yönetiminde yapı bilgi modellemesi teknolojisinin kullanımını incelemiş ve dijital yapı verilerinin bakım süreçleriyle bütünleştirilmesini ele almıştır. Yapı bilgi modellemesi, tesisin fiziksel bileşenlerine ilişkin bilgilerin düzenlenmesini ve bakım faaliyetlerinin dijital ortamda planlanmasını destekleyebilmektedir. Bu yaklaşımın spor tesislerine uygulanması, özellikle büyük stadyumlar, çok amaçlı spor salonları ve karmaşık teknik altyapıya sahip tesislerin işletilmesi açısından değerlendirilebilecek bir yönetim olanağı sunmaktadır. Bununla birlikte çalışma yalnızca spor tesislerini kapsamadığından bulguların bu alana aktarılması, uygulamaya yönelik bir değerlendirme olarak ele alınmalıdır.

Akıllı tesis yönetiminin gelişmesinde çevresel sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği hedefleri de önemli rol oynamaktadır. Qian ve arkadaşları (2024), spor yapılarında düşük karbonlu ve enerji verimli çözümlere yönelik 62 bilimsel çalışmayı inceleyerek araştırmaların iç ortam hava kalitesi, havalandırma, ısıl çevre ve enerji tüketimi üzerinde yoğunlaştığını belirlemiştir. Çalışmada spor yapılarının farklı işlevsel ve mimari özelliklerinin enerji verimliliğine yönelik uygulamalarda dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Spor tesislerinin yönetimi açısından bu bulgular, dijital sistemlerin enerji tasarrufu amacıyla kullanılmasının teknik altyapının ötesinde, tesisin kullanım biçimi ve işletme stratejileriyle birlikte planlanmasını gerekli kıldığını göstermektedir.

Akıllı spor tesislerinin gelişimi, teknik ve yönetsel bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Dijital altyapı yatırımlarının maliyetleri, farklı sistemlerin birlikte çalışabilmesi, bakım ve güncelleme gereksinimleri ile veri güvenliği, bu süreçte dikkate alınması gereken temel konular arasındadır. Himeur ve arkadaşları (2023), bina otomasyon ve yönetim sistemlerinde yapay zekâ ve büyük veri analitiğinin kullanımını kapsamlı biçimde değerlendirerek veri işleme, teknolojik bütünleşme ve güvenliğe ilişkin çeşitli güçlükleri ortaya koymuştur. Bu bağlamda akıllı spor tesislerinin oluşturulması, yalnızca gelişmiş teknolojilerin kurulmasına değil, bu teknolojileri sürdürülebilir biçimde işletebilecek yönetsel kapasitenin geliştirilmesine de bağlıdır. Dolayısıyla dijital operasyonel yönetimin temel amacı, teknolojik sistemlerin birbirinden bağımsız biçimde kullanılması yerine tesisin enerji, bakım, güvenlik ve hizmet süreçleriyle uyumlu bütünleşik bir yönetim yapısının oluşturulmasıdır.

4. SPOR ÖRGÜTLERİNDE İNOVASYON VE KURUMSAL DÖNÜŞÜM

4.1. İnovasyon Kültürü ve Dijital Liderlik

Spor örgütlerinde teknolojik yeniliklerin benimsenmesi ve sürdürülebilir biçimde uygulanması, yalnızca teknolojik altyapının geliştirilmesiyle değil, yeniliği destekleyen bir örgüt kültürünün oluşturulmasıyla da ilişkilidir. İnovasyon kültürü, çalışanların yeni fikirler geliştirmesini, mevcut uygulamaları sorgulamasını, bilgi paylaşımında bulunmasını ve örgütsel değişim süreçlerine katılmasını destekleyen değerler ile davranış biçimlerini kapsamaktadır. Spor kulüpleri, federasyonlar ve spor işletmeleri açısından bu kültürün geliştirilmesi, değişen çevresel koşullara uyum sağlanması ve teknolojik yeniliklerin yönetim uygulamalarına aktarılması bakımından önem taşımaktadır. Girginov (2010), örgüt kültürünün spor yönetimi açısından önemini değerlendirerek kültürel süreçlerin yalnızca yönetim faaliyetlerinin yürütüldüğü bir ortamı değil, aynı zamanda yenilikçi uygulamaların gelişebileceği örgütsel koşulları da şekillendirdiğini ortaya koymuştur.

İnovasyon kültürünün spor örgütlerindeki etkisini inceleyen araştırmalar, örgütsel öğrenme ve yeniliğe yönelik iklimin yönetim süreçleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Matić (2022), Sırbistan'da futbol, basketbol, hentbol ve voleybol branşlarında faaliyet gösteren elit spor kulüplerinden 118 yöneticinin katılımıyla gerçekleştirdiği araştırmada, liderlik stilleri, örgütsel öğrenme kültürü, inovasyon iklimi ve pazarlama anlayışı arasındaki ilişkileri incelemiştir. Araştırma, örgütsel öğrenme ve yeniliği destekleyen koşulların kulüplerin pazarlama yaklaşımıyla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte liderlik ve örgütsel özelliklerin etkilerinin her durumda doğrudan gerçekleşmediği; bazı ilişkilerin öğrenme kültürü ve inovasyon iklimi üzerinden şekillendiği anlaşılmaktadır. Bu durum, spor örgütlerinde inovasyonun yalnızca yöneticilerin bireysel kararlarıyla değil, örgüt içinde geliştirilen ortak öğrenme ve çalışma ortamıyla da bağlantılı olduğunu göstermektedir.

Spor örgütlerinde inovasyon kültürünün gelişmesinde liderlik uygulamaları önemli bir rol üstlenmektedir. Liderler, örgütün stratejik amaçlarını belirlemenin yanı sıra değişime yönelik tutumları, kaynakların kullanımını ve çalışanların yenilikçi faaliyetlere katılımını da etkileyebilmektedir. Frontiera (2010), NBA, MLB ve NFL'de örgüt kültürünü dönüştürmüş altı kulüp sahibi veya genel menajerle gerçekleştirdiği görüşmeler sonucunda profesyonel spor örgütlerinde kültürel değişimi açıklayan bir model geliştirmiştir. Araştırmada değişim ihtiyacının fark edilmesi, liderlerin davranışlarıyla örnek oluşturması ve yeni örgütsel değerlerin kurumsal uygulamalara yerleştirilmesi ön plana çıkmıştır. Çalışma doğrudan dijital liderliği incelemese de teknolojik yeniliklerin benimsenmesi sırasında liderlerin değişimi yönlendirme ve çalışanların katılımını sağlama rollerinin anlaşılmasına katkı sunmaktadır.

Dijital liderlik açısından değerlendirildiğinde yeniliği destekleyen yönetim anlayışının, teknolojik uygulamaları örgütsel amaçlarla ilişkilendirmesi ve çalışanların dijital yetkinliklerini geliştirmesi beklenmektedir. Bununla birlikte teknolojik yeniliklerin kurumsal değer oluşturma süreçlerine aktarılması, örgüt içinde bilgi paylaşımını ve farklı birimler arasındaki iş birliğini de gerektirmektedir. Russo ve arkadaşları (2023), İtalya'daki basketbol kulüplerinde görev yapan 64 yönetici üzerinden yürüttükleri araştırmada, dijital platformlar ile insan temelli bilgi aracılarının bilgi transferi süreçlerindeki rollerini incelemiştir. Araştırma, dijital araçların bilgi paylaşımını destekleyebileceğini ancak insan ilişkilerinin ve bilgi aracılarının karar alma süreçlerinde önemini koruduğunu göstermektedir. Bu bulgular, spor örgütlerinde dijital inovasyonun yalnızca teknolojik sistemlerin kurulmasıyla değil, örgütsel bilgi birikiminin paylaşılması ve kullanılmasına yönelik mekanizmaların geliştirilmesiyle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Spor örgütlerinde inovasyonun gelişimini etkileyen diğer unsurlar arasında finansal kaynaklar ve çevresel koşullar bulunmaktadır. Crespo ve arkadaşları (2023), uluslararası olimpik spor federasyonlarında inovasyon uygulamalarını ve kitlesel fonlama yaklaşımlarını inceleyerek 22 federasyon yöneticisinden veri toplamıştır. Araştırmada daha sınırlı finansal kaynaklara sahip federasyonların daha yüksek inovasyon yönelimi gösterebildiği belirlenmiştir. Bu sonuç, inovasyon kapasitesinin yalnızca örgütlerin mali büyüklüğüyle açıklanamayacağını; yönetsel yaklaşım, ihtiyaçlar ve değişen koşullara uyum sağlama çabalarının da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Ancak söz konusu bulgu her tür spor örgütünde kaynak yetersizliğinin inovasyonu artıracağı şeklinde genellenmemelidir.

Güncel yaklaşımlar, dijital inovasyonun değerlendirilmesinde insan odaklılık ve sürdürülebilirlik ilkelerinin de dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Madsen ve Glebova (2025), Spor Endüstrisi 5.0 yaklaşımında teknolojik gelişmeleri yalnızca verimlilik ve performans açısından değil, kapsayıcılık, toplumsal sorumluluk, insan refahı ve çevresel sürdürülebilirlik boyutlarıyla birlikte ele almaktadır. Kavramsal nitelikteki bu yaklaşım, spor örgütlerinde inovasyon kültürünün gelişiminin yalnızca yeni teknolojilerin benimsenmesiyle ölçülmemesi gerektiğine işaret etmektedir. Dolayısıyla dijital liderlik ve inovasyon kültürü, spor örgütlerinin teknolojik değişime uyum sağlamasının yanı sıra örgütsel öğrenmenin, çalışan katılımının ve sürdürülebilir kurumsal gelişimin desteklenmesi açısından da önem taşımaktadır.

4.2. Örgütsel Yapı, İş Modelleri ve Kurumsal Değişim

Dijital dönüşüm, spor örgütlerinin yalnızca kullandıkları teknolojileri değil, yönetim yapılarını, iş modellerini ve değer oluşturma süreçlerini de etkileyen kapsamlı bir değişim alanıdır. Teknolojik gelişmelerin örgütsel faaliyetlerle bütünleşmesi, farklı yönetim birimleri arasındaki ilişkilerin yeni-

den düzenlenmesine, yeni iş birliklerinin oluşturulmasına ve spor ürünlerinin tüketicilere sunulma biçimlerinin çeşitlenmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle profesyonel spor örgütlerinde medya hakları, sponsorluk, dijital içerik üretimi ve taraftar ilişkileri arasındaki bağlantılar, dijitalleşme sürecinin kurumsal yapılar üzerindeki etkisini görünür hâle getirmektedir. Bununla birlikte bu dönüşümün niteliği, spor örgütlerinin ticari hedeflerine, yönetim yapılarına ve mevcut kaynaklarına göre farklılaşmaktadır.

Dijital iş modeli inovasyonu, spor örgütlerinin mevcut gelir oluşturma ve hizmet sunma biçimlerini yeni teknolojik olanaklar doğrultusunda yeniden değerlendirmelerini kapsamaktadır. Romanova ve Shvalev (2023), Amerikan Ulusal Futbol Ligi'nin (NFL) iş modelini inceleyerek dijital dönüşümün profesyonel spor örgütlerindeki değer önerisi ve gelir oluşturma mekanizmaları üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmada taraftarların değer oluşturma süreçlerine daha etkin biçimde katılması ve doğrudan tüketiciye yönelik (direct-to-consumer, D2C) hizmet modellerinin geliştirilmesi, dönüşümün temel yönelimleri arasında gösterilmiştir. Bu yaklaşım, spor örgütlerinin dijital platformları yalnızca mevcut ürünlerin dağıtımında değil, tüketicilerle kurdukları ekonomik ve iletişimsel ilişkileri yeniden yapılandırmada da kullanabileceğini göstermektedir.

Dijital teknolojilerin yaygın biçimde kullanılması, her durumda spor örgütlerinin iş modellerinin bütünüyle dönüştüğü anlamına gelmemektedir. Kavramsal açıdan bakıldığında, spor örgütlerinde çeşitli dijital uygulamaların geliştirilmesi tek başına köklü bir iş modeli değişiminin gerçekleştiğini göstermemektedir. Bu durum, dijital iş modeli inovasyonunun yalnızca teknoloji yatırımlarının sayısıyla değil, örgütün değer önerisinin, gelir kaynaklarının ve paydaş ilişkilerinin gerçekten değişip değişmediğiyle değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Spor etkinlikleri alanında dijital dönüşümün kurumsal etkileri, değer zincirinin yeniden yapılanması üzerinden de incelenmektedir. Su ve arkadaşları (2026), 12 spor etkinliğine ilişkin örnek olayları ve 28 yarı yapılandırılmış görüşmeyi içeren araştırmalarında, dijital gelişmelerin örgütsel sınırları ve değer oluşturma faaliyetlerini nasıl yeniden düzenlediğini incelemiştir. Araştırmada içerik odaklı dönüşüm, platform temelli koordinasyon, hizmet bütünleşmesi ve veri varlıklarının değerlendirilmesi olmak üzere dört yeniden yapılanma yolu belirlenmiştir. Bulgular, dijital dönüşümün etkinlik organizatörleri, medya kuruluşları, teknoloji sağlayıcıları ve ticari ortaklar arasındaki ilişkileri değiştirebildiğini göstermektedir. Bu açıdan dijital dönüşüm, spor örgütlerinde yalnızca kurum içi işleyişin yenilenmesini değil, örgütler arası ilişkilerin ve iş birliklerinin yeniden yapılandırılmasını da içermektedir.

Kurumsal dönüşüm süreçleri, spor örgütlerinin ticari veya kâr amacı gütmeyen yapıda faaliyet göstermelerine göre farklı özellikler taşıyabilmek-

tedir. Profesyonel spor işletmelerinde dijitalleşme çoğunlukla gelir çeşitlendirmesi, pazar erişiminin genişletilmesi ve tüketici ilişkilerinin geliştirilmesi gibi hedeflerle ilişkilendirilirken gönüllülük esasına dayalı spor örgütlerinde kurumsal kapasite ve hizmet sunumunun sürdürülebilirliği ön plana çıkabilmektedir. Misener ve Doherty (2009), kâr amacı gütmeyen bir toplum temelli spor kulübünün örgütsel kapasitesini inceleyerek insan kaynakları, finansal kaynaklar, ilişkiler, altyapı ve planlama kapasitesinin örgütsel amaçlara ulaşmadaki önemini ortaya koymuştur. Bu araştırma dijital dönüşümü doğrudan incelememekle birlikte, teknoloji temelli kurumsal değişimin farklı spor örgütlerinde neden aynı düzeyde gerçekleştirilemeyebileceğini değerlendirmek için örgütsel kapasite açısından temel oluşturmaktadır.

Dijitalleşmenin örgütsel yapılara etkisi, geleneksel spor kulüplerinin yeni faaliyet alanlarına yönelmesinde de gözlemlenmektedir. Baumann ve arkadaşları (2024), spor kulüplerinde taban düzeyindeki elektronik spor faaliyetlerini nitel görüşmeler aracılığıyla inceleyerek bu faaliyetlerin örgütsel kapasite, gönüllülük ve yönetsel yetkinlikler açısından çeşitli gereksinimler ortaya çıkardığını belirlemiştir. Araştırma, dijital odaklı yeni faaliyet alanlarının mevcut kulüp yapılarıyla bütünleştirilmesinin, yalnızca teknolojik donanım sağlanmasıyla değil, uygun yönetim uygulamalarının ve örgütsel sorumlulukların geliştirilmesiyle mümkün olabileceğini göstermektedir.

Dijital iş modellerinin gelişimi, spor örgütleri açısından yeni etik ve yönetsel sorumluluklar da oluşturmaktadır. Read ve Smith (2023), profesyonel sporda veriye dayalı iş modellerini inceleyerek taraftar verilerinin ekonomik değere dönüştürülmesinin ortaya çıkarabileceği etik sorunları tartışmıştır. Çalışmada dijital platformların geliştirdiği ticari olanakların, taraftarların kişisel verileri üzerindeki kontrolü ve spor örgütleriyle kurdukları güven ilişkisi bakımından riskler oluşturabileceği vurgulanmıştır. Dolayısıyla dijital iş modeli inovasyonu, yalnızca gelir çeşitlendirmesi veya rekabet avantajı açısından değil, şeffaflık, hesap verebilirlik ve veri yönetişimi açısından da ele alınmalıdır.

5. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN FIRSATLARI, RİSKLERİ VE GELECEĞİ

Dijital dönüşüm, spor örgütlerinin yönetsel etkinliklerini geliştirmeleri, rekabet koşullarına uyum sağlamaları ve farklı paydaş grupları için yeni değer oluşturma süreçleri geliştirmeleri açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Yapay zekâ, veri analitiği, dijital platformlar ve otomasyon sistemleri; kurumsal faaliyetlerin planlanması, hizmetlerin kişiselleştirilmesi, tüketici davranışlarının değerlendirilmesi ve kaynakların daha etkin kullanılması gibi alanlarda yeni yönetim olanakları ortaya çıkarmaktadır. Desbordes ve Rywalski (2026), uluslararası spor federasyonlarının teknolojik uygulamalarını inceledikleri araştırmada, federasyonların taraftar deneyimini geliştirmek amacıyla yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik

ve veri analitiği gibi teknolojilerden yararlandıklarını belirlemiştir. Bununla birlikte teknolojik uygulamaların yaygınlık düzeyinin ve kullanım biçimlerinin örgütler arasında farklılaştığı görülmektedir. Bu durum, dijital dönüşümün spor örgütlerine sunduğu fırsatların yalnızca teknolojilere erişimle değil, teknolojik olanakların yönetsel amaçlarla bütünleştirilmesiyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Dijital teknolojilerin gelişmesi, spor sektöründe geleneksel gelir oluşturma modellerinin çeşitlenmesine ve paydaşlar arasındaki ilişkilerin yeniden şekillenmesine de olanak sağlamaktadır. Özellikle dijital platformlar ve üretken yapay zekâ uygulamaları, sporcuların ve spor örgütlerinin doğrudan tüketicilere ulaşmasını, içerik üretim süreçlerini geliştirmesini ve dijital markalaşma faaliyetlerini genişletmesini mümkün kılmaktadır. Westerbeek ve van Schaik (2025), 47 bilimsel çalışmayı kapsayan sistematik derlemelerinde dijital platformların, üretken yapay zekânın ve blokzincir teknolojilerinin sporcuların kişisel markalaşma süreçleri ve ticari özerklikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada dijital platformların sporcuların geleneksel aracı kuruluşlara bağımlılığını azaltabilecek yeni ekonomik ve iletişimsel olanaklar sunduğu vurgulanmıştır. Bununla birlikte söz konusu gelişmeler, dijital platformların ekonomik gücü, içeriklerin kontrolü ve dijital değerlerin paydaşlar arasında dağılımı konusunda yeni yönetsel sorunları beraberinde getirmektedir.

Dijital dönüşümün uzun dönemli kurumsal gelişim açısından değerlendirilmesinde sürdürülebilirlik önemli bir boyut oluşturmaktadır. Teknolojik yeniliklerin yalnızca operasyonel verimlilik veya ekonomik kazanç üzerinden değerlendirilmesi, spor örgütlerinin toplumsal ve çevresel sorumluluklarının göz ardı edilmesine neden olabilmektedir. Madsen ve Glebova (2025), Spor Endüstrisi 5.0 yaklaşımında teknolojik dönüşümü insan odaklılık, çevresel sürdürülebilirlik ve örgütsel dayanıklılık ilkeleriyle birlikte ele almıştır. Kavramsal nitelikteki bu yaklaşım, spor örgütlerinin teknolojik gelişmeleri değerlendirirken kapsayıcılığı, çalışan ve sporcu refahını, kaynak kullanımını ve toplumsal etkileri de dikkate alması gerektiğini vurgulamaktadır. Dolayısıyla dijital dönüşümün sürdürülebilirliği, teknolojik yatırımların yalnızca kısa dönemli ekonomik çıktılarla değil, uzun dönemli kurumsal ve toplumsal değer oluşturma kapasitesiyle değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Bununla birlikte spor yönetiminde dijital teknolojilerin kullanımının yaygınlaşması, veri güvenliği ve etik yönetişim açısından önemli riskler oluşturmaktadır. Spor örgütlerinin taraftarlardan, sporculardan ve çalışanlardan elde ettiği kişisel bilgiler, biyometrik veriler ve dijital davranış kayıtları, uygun biçimde yönetilmediğinde mahremiyet ihlallerine ve yetkisiz veri kullanımına yol açabilmektedir. Kim ve arkadaşları (2025), spor alanında yapay zekânın etik etkilerini değerlendirdikleri sistematik kapsam incelemesinde algoritmik yanlılık, şeffaflık, açıklanabilirlik, veri mahremiyeti ve hesap vere-

bilirlik konularını temel sorun alanları olarak belirlemiştir. Bu bulgular, spor örgütlerinde yapay zekâ destekli kararların yalnızca teknik doğruluk açısından değil, karar süreçlerinin adilliği ve ilgili paydaşların haklarının korunması bakımından da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

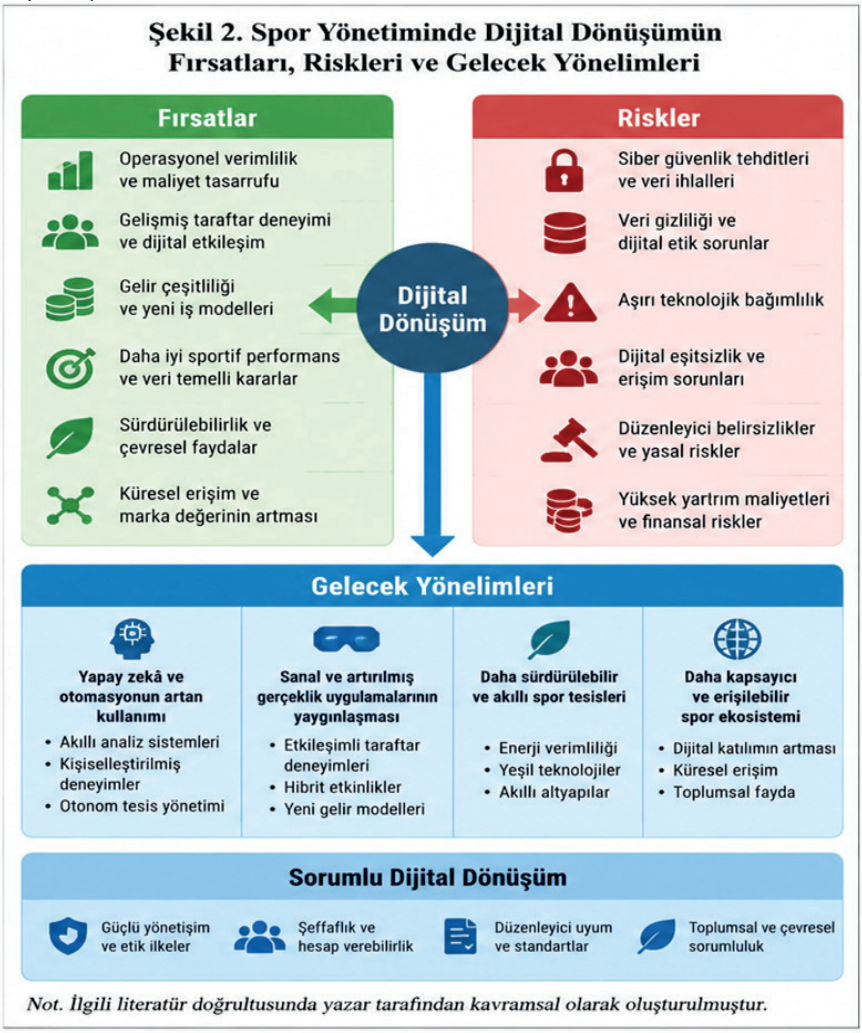
Veri üzerindeki kontrol ve mülkiyet ilişkileri, dijital spor ekosisteminin geleceğinde önem kazanan bir diğer konudur. Sporcuların antrenman ve müsabakalar sırasında ürettikleri veriler, performans yönetiminin ötesinde ticari, hukuki ve kurumsal amaçlarla da kullanılabilmektedir. Kwon (2025), spor teknolojilerinde sporcu verilerinin kontrolüne ilişkin hukuki ve yönetsel boşlukları inceleyerek veri egemenliği kavramının sporcuların bilgi üzerindeki karar verme yetkileri açısından önemini tartışmıştır. Çalışmada sporcuların veri toplama, saklama, paylaşma ve ikincil kullanım süreçlerine ilişkin karar mekanizmalarında daha etkin biçimde temsil edilmesi gerektiği savunulmaktadır. Bu yaklaşım, spor örgütlerinin dijital yönetişim politikalarında yalnızca mevzuata uyumu değil, şeffaflığı ve paydaşların veri kullanımı üzerindeki haklarını da dikkate almasını gerekli kılmaktadır.

Dijital dönüşümün ortaya çıkardığı fırsatların bütün spor örgütleri ve taraftar grupları tarafından eşit düzeyde kullanılabildiğini söylemek mümkün değildir. Finansal kaynaklar, teknolojik altyapı, dijital okuryazarlık ve erişim olanaklarındaki farklılıklar, dijital eşitsizliklerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Öner ve arkadaşları (2025), spor kulüplerinde dijital eşitsizliği teknolojiye erişim ve taraftar katılımı bağlamında ele aldıkları doküman incelemesinde, altyapısal ve sosyoekonomik farklılıkların dijital katılım olanaklarını etkilediğini ortaya koymuştur. Çalışmada özellikle çevrim içi içeriklere erişim, elektronik bilet kullanımı ve dijital etkinliklere katılım bakımından ortaya çıkan farklılıkların kapsayıcı dijital stratejiler geliştirilmesini gerekli kıldığı vurgulanmıştır. Bu doğrultuda spor örgütlerinin dijital hizmetleri planlarken farklı yaş, gelir ve eğitim gruplarının ihtiyaçlarını dikkate alması, teknolojik gelişmelerin sporun toplumsal işlevine katkısını artırabilecek bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

Gelecekte spor yönetiminin dijital dönüşümünde üretken yapay zekâ, gelişmiş veri analitiği, dijital ikizler ve sürükleyici teknolojilerin daha fazla önem kazanması beklenmektedir. Bununla birlikte bu teknolojilerin sağlayabileceği faydaların değerlendirilmesinde uygulama maliyetleri, teknolojik olgunluk, kullanıcı ihtiyaçları ve etik sorumluluklar birlikte ele alınmalıdır. Desbordes ve Rywalski (2026), uluslararası spor federasyonlarında artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve yapay zekâ uygulamalarının farklı düzeylerde benimsendiğini, özellikle maliyet ve teknik kapasiteye ilişkin sınırlılıkların uygulamaları etkileyebildiğini göstermiştir. Westerbeek (2026) ise yapay zekânın spor sektöründe oluşturduğu değeri rekabetçi, ticari ve toplumsal boyutlarıyla değerlendiren kavramsal bir çerçeve önermiştir. Bu yaklaşım, teknolojik yeniliklerin başarısının yalnızca ekonomik getirilerle değil, yö-

netişim, eşitlik ve kurumsal meşruiyet açısından da incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Şekil 2. Spor Yönetiminde Dijital Dönüşümün Fırsatları, Riskleri ve Gelecek Yönelimleri



Not. İlgili literatür doğrultusunda yazar tarafından kavramsal olarak oluşturulmuştur.

6. SONUÇ

Dijital teknolojilerin hızla gelişmesi, spor yönetiminin geleneksel örgütsel ve yönetsel yapılarında önemli değişimleri beraberinde getirmektedir. Spor kulüpleri, federasyonlar, profesyonel ligler ve spor işletmeleri açısından dijital dönüşüm, yalnızca teknolojik araçların kullanılmasını değil, yönetim süreçlerinin yeniden yapılandırılmasını, karar alma mekanizmalarının geliştirilmesini ve kurumsal değer oluşturma biçimlerinin değişmesini içeren kapsamlı bir süreci ifade etmektedir. Bu doğrultuda spor yönetiminde dijital dönüşümün teknolojik, örgütsel ve stratejik boyutlarının birlikte değerlendirilmesi, spor örgütlerinin değişen çevresel koşullara uyum sağlama kapasite-

sinin anlaşılması açısından önem taşımaktadır.

Bu kitap bölümünde ele alınan bilimsel çalışmalar, dijital teknolojilerin spor örgütlerinde farklı yönetim alanlarını etkilediğini göstermektedir. Yapay zekâ ve büyük veri analitiği, yönetsel kararların veri temelli bilgilerle desteklenmesine olanak sağlarken dijital platformlar ve sosyal medya uygulamaları, taraftarlarla kurulan ilişkilerin geliştirilmesi ve pazarlama faaliyetlerinin yeniden düzenlenmesi açısından yeni olanaklar sunmaktadır. Bunun yanında akıllı spor tesisleri ve dijital operasyonel yönetim sistemleri, enerji kullanımının izlenmesi, bakım faaliyetlerinin planlanması ve tesis işletmeciliğinin geliştirilmesi açısından değerlendirilebilecek teknolojik uygulamalar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte söz konusu teknolojilerin sağlayabileceği yararların, örgütsel hedeflerle uyumlu uygulama stratejilerine ve uygun yönetsel kapasiteye bağlı olduğu anlaşılmaktadır.

Dijital dönüşümün başarıyla gerçekleştirilmesinde örgütsel inovasyon kültürü ve liderlik uygulamaları belirleyici bir konuma sahiptir. Teknolojik yeniliklerin benimsenmesi, yalnızca finansal kaynakların veya teknik altyapının yeterliliğiyle açıklanamamaktadır. Çalışanların dijital yetkinlikleri, örgütsel öğrenme süreçleri, bilgi paylaşımı, değişime açıklık ve yönetsel destek, dijital uygulamaların kurumsal faaliyetlerle bütünleştirilmesinde önem taşımaktadır. Bu nedenle spor yöneticilerinin teknolojik gelişmeleri takip etmelerinin yanı sıra yenilikçi düşünmeyi destekleyen bir örgüt kültürü oluşturmaları, çalışanların gelişimini teşvik etmeleri ve dijital yatırımları uzun dönemli stratejik amaçlarla ilişkilendirmeleri gerekmektedir.

Dijital dönüşümün spor örgütleri açısından oluşturduğu fırsatlara rağmen veri güvenliği, kişisel bilgilerin korunması, algoritmik yanlılık, teknolojik bağımlılık ve dijital eşitsizlik gibi sorunlar göz ardı edilmemelidir. Özellikle farklı büyüklüklerdeki spor örgütlerinin teknolojik kaynaklara erişim olanaklarının aynı düzeyde olmaması, dijital dönüşüm süreçlerinde kurumsal farklılıkların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Ayrıca sporculara, taraftarlara ve çalışanlara ilişkin verilerin kullanılması, şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerini esas alan yönetişim mekanizmalarının geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda dijital dönüşümün başarısının yalnızca ekonomik ve operasyonel göstergelerle değil, etik sorumluluklar, toplumsal kapsayıcılık ve sürdürülebilirlik açısından da değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Gelecekte spor yönetiminde üretken yapay zekâ, gelişmiş veri analitiği, dijital ikizler ve sürükleyici teknolojilerin daha geniş uygulama alanları bulması beklenmektedir. Ancak bu teknolojilerin spor örgütleri üzerindeki uzun dönemli etkilerinin anlaşılabilmesi için farklı kurumsal yapıların karşılaştırıldığı, teknoloji kullanımının somut yönetsel sonuçlarının değerlendirildiği ve etik yönetişim süreçlerinin incelendiği araştırmalara ihtiyaç

bulunmaktadır. Özellikle profesyonel ve kâr amacı gütmeyen spor örgütleri arasındaki dijital kapasite farklılıklarının araştırılması, kapsayıcı ve sürdürülebilir dönüşüm stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak spor yönetiminin dijital çağdaki dönüşümü, teknoloji odaklı bir yenilenmenin ötesinde örgütsel inovasyon, stratejik yönetim ve kurumsal değişimin birlikte ele alınmasını gerektirmektedir. Spor örgütlerinin gelecekteki başarısı, dijital teknolojileri yalnızca faaliyetlerine dâhil etmelerine değil, bu teknolojileri örgütsel amaçlarına, paydaş beklentilerine ve toplumsal sorumluluklarına uygun biçimde yönetebilmelerine bağlı olacaktır. Bu nedenle spor yönetiminde sürdürülebilir dijital dönüşümün temelinde teknoloji, insan ve kurumsal kapasite arasında dengeli bir ilişkinin kurulması bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

Acar, G. (2023). The evolution of sports management: Through the lens of management science, trends, and future vision. International Journal of Recreation and Sports Science, 7(1), 61–69. https://doi.org/10.46463/ijrss.1378131

Achen, R. M., & Blank, A. S. (2024). Applying the consumer brand engagement in social media scale to professional sport: A psychological approach to measuring social media engagement. Sport Marketing Quarterly, 33(3), 214–228. https://doi.org/10.32731/smq.333.092024.02

Annamalai, B., Yoshida, M., Varshney, S., Pathak, A. A., & Venugopal, P. (2021). Social media content strategy for sport clubs to drive fan engagement. Journal of Retailing and Consumer Services, 62, 102648. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102648

Baumann, A. C. K., Pallesen, S., Mentzoni, R. A., Kolberg, E., Waagbø, V., Sørensen, A., & Kristensen, J. H. (2024). An exploratory qualitative interview study on grassroots esports in sports clubs. Frontiers in Sports and Active Living, 6, 1405441. https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1405441

Crespo, M., Botella-Carrubi, D., Jabaloyes, J., & Martínez-Gallego, R. (2023). How do International Olympic Sport Federations innovate? The use of crowdfunding and the impact of COVID-19. International Journal of Sports Science & Coaching, 18(3), 889–901. https://doi.org/10.1177/17479541221096922

Desbordes, M., & Rywalski, T. (2026). Strategies used by international sports federations in the field of technology. Frontiers in Sports and Active Living, 8, 1726682. https://doi.org/10.3389/fspor.2026.1726682

Ehnold, P., Faß, E., Steinbach, D., & Schlesinger, T. (2021). 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. https://doi.org/10.1108/SBM-10-2019-0081

Elnour, M., Fadli, F., Himeur, Y., Petri, I., Rezgui, Y., Meskin, N., & Ahmad, A. M. (2022a). Performance and energy optimization of building automation and management systems: Towards smart sustainable carbon-neutral sports facilities. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 162, 112401. https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112401

Elnour, M., Himeur, Y., Fadli, F., Mohammedsherif, H., Meskin, N., Ahmad, A. M., Petri, I., Rezgui, Y., & Hodorog, A. (2022b). Neural network-based model predictive control system for optimizing building automation and management systems of sports facilities. Applied Energy, 318, 119153. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119153

Ersöz, G., & Gökmen, A. M. (2023). Spor yönetiminde dijital dönüşüm. İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 12(2), 398–420. https://doi.org/10.54282/inijoss.1368879

Fang, T., Zhao, Y., Gong, J., Wang, F., & Yang, J. (2021). Investigation on maintenance technology of large-scale public venues based on BIM technology. Sustainability, 13(14), 7937. https://doi.org/10.3390/su13147937

Fenton, A., Parry, K. D., Chadwick, S., Guimarães, G., & Aeron, V. (2022). Digital innovation in sport – Barriers and opportunities for branded fitness apps for fans. In V. Ratten (Ed.), Entrepreneurial innovation: Strategy and competition aspects (pp. 25–42). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4795-6_3

Frontiera, J. (2010). Leadership and organizational culture transformation in professional sport. Journal of Leadership & Organizational Studies, 17(1), 71–86. https://doi.org/10.1177/1548051809345253

Girginov, V. (2010). Culture and the study of sport management. European Sport Management Quarterly, 10(4), 397–417. https://doi.org/10.1080/16184742.2010.502741

Herold, E., Singh, A., Feodoroff, B., & Breuer, C. (2024). Data-driven message optimization in dynamic sports media: An artificial intelligence approach to predict consumer response. Sport Management Review, 27(5), 793–816. https://doi.org/10.1080/14413523.2024.2372122

Himeur, Y., Elnour, M., Fadli, F., Meskin, N., Petri, I., Rezgui, Y., Bensaali, F., & Amira, A. (2023). AI-big data analytics for building automation and management systems: A survey, actual challenges and future perspectives. Artificial Intelligence Review, 56, 4929–5021. https://doi.org/10.1007/s10462-022-10286-2

Jensen, J. A., Wakefield, L., Cobbs, J. B., & Turner, B. A. (2016). Forecasting sponsorship costs: Marketing intelligence in the athletic apparel industry. Marketing Intelligence & Planning, 34(2), 281–298. https://doi.org/10.1108/MIP-09-2014-0179

Kennedy, H., Kunkel, T., & Funk, D. C. (2021). Using predictive analytics to measure effectiveness of social media engagement: A digital measurement perspective. Sport Marketing Quarterly, 30(4), 265–277. https://doi.org/10.32731/SMQ.304.1221.02

Kim, J.-H., Kim, J., Kang, H., & Youn, B.-Y. (2025). Ethical implications of artificial intelligence in sport: A systematic scoping review. Journal of Sport and Health Science, 14, 101047. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2025.101047

Kim, S., & Manoli, A. E. (2023). From horizontal to vertical relationships: How online community identification fosters sport fans' team identification and behavioural intentions. International Journal of Sports Marketing and Sponsorship, 24(1), 1–19. https://doi.org/10.1108/IJSMS-09-2021-0188

Kwon, J. W. (2025). Athlete data sovereignty: Addressing the legal and policy gaps in sports technology. Frontiers in Sports and Active Living, 7, 1742484. https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1742484

Madsen, D. Ø., & Glebova, E. (2025). Sports Industry 5.0: Reimagining sport through technology, humanity, and sustainability. Frontiers in Sports and Active Living, 7, 1640362. https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1640362

Magaz, A. M., Gallardo, L., Marin-Farrona, M., Sánchez-Sánchez, J., Lorenzo, A., López, J., Duclos-Bastías, D., & Garcia-Unanue, J. (2024). Technological structure and configuration of the use of technology in European sports organizations. Cultura, Ciencia y Deporte, 19(60). https://doi.org/10.12800/ccd.v19i60.2145

Matić, R. M. (2022). Marketing concept in elite team sports clubs in Serbia: Impact of leadership styles, organizational learning culture, and climate for innovation. Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine, 11(1), 71–80. https://doi.org/10.26773/mjssm.220309

Megía-Cayuela, D. (2023). Valuation of ticket prices for first-division football matches in the Spanish league. Managerial and Decision Economics, 44(1), 576–594. https://doi.org/10.1002/mde.3701

Merten, S., Schmidt, S. L., & Winand, M. (2024). Organisational capabilities for successful digital transformation: A global analysis of national football associations in the digital age. Journal of Strategy and Management, 17(3), 408–426. https://doi.org/10.1108/JSMA-02-2022-0039

Misener, K., & Doherty, A. (2009). A case study of organizational capacity in nonprofit community sport. Journal of Sport Management, 23(4), 457–482. https://doi.org/10.1123/jsm.23.4.457

Mohammadi, S., Heidari, A., & Navkhsi, J. (2023). Proposing a framework for the digital transformation maturity of electronic sports businesses in developing countries. Sustainability, 15(16), 12354. https://doi.org/10.3390/su151612354

Naraine, M. L., Bakhsh, J. T., & Wanless, L. (2022). The impact of sponsorship on social media engagement: A longitudinal examination of professional sport teams. Sport Marketing Quarterly, 31(3), 239–252. https://doi.org/10.32731/SMQ.313.0922.06

Öner, İ., Karataş, Ö., & Öztürk Karataş, E. (2025). Spor kulüplerinde dijital eşitsizlik teknolojiye erişim ve taraftar katılımı. Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9(16), 213–224. https://doi.org/10.56677/mkuefder.1797232

Perrino-Peña, M., & Valcarce-Torrente, M. (2024). Use of digital marketing in Spanish sports federations. Cultura, Ciencia y Deporte, 19(60). https://doi.org/10.12800/ccd.v19i60.2151

Qian, F., Shi, Z., & Yang, L. (2024). A review of green, low-carbon, and energy-efficient research in sports buildings. Energies, 17(16), 4020. https://doi.org/10.3390/en17164020

Read, D., & Smith, A. C. T. (2023). Data as capital and ethical implications in digital sport business models. Convergence, 29(5), 1389–1408. https://doi.org/10.1177/13548565231176384

Romanova, A., & Shvalev, N. (2023). Digital transformation of professional sports organizations' business model: The case of the US National Football League. Vestnik of Saint Petersburg University. Management, 22(1), 84–104. https://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2023.105

Romero-Jara, E., Solanellas, F., López-Carril, S., Kolyperas, D., & Anagnostopoulos, C. (2024). The more we post, the better? A comparative analysis of fan engagement on social media profiles of football leagues. International Journal of Sports Marketing and Sponsorship, 25(3), 578–599. https://doi.org/10.1108/IJSMS-12-2023-0252

Russo, G., Manzari, A., Cuozzo, B., Lardo, A., & Vicentini, F. (2023). Learning and knowledge transfer by humans and digital platforms: Which tools best support the decision-making process? Journal of Knowledge Management, 27(11), 310–329. https://doi.org/10.1108/JKM-07-2022-0597

Santomier, J., Dolles, H., & Kunz, R. (2023). The National Basketball Association's (NBA) digital transformation: An explanatory case study. Quality in Sport, 11(1), 63–80. https://doi.org/10.12775/QS.2023.11.01.005

Su, L., Wen, Z., & Bu, T. (2026). Research on the impact of digital upgrade of sports event industry on value chain reconstruction. Frontiers in Sports and Active Living, 8, 1859039. https://doi.org/10.3389/fspor.2026.1859039

Varriale, L., Briganti, P., Volpe, T., & Ferrara, M. (2022). Sport organizations: An investigation of digital technologies and their impact on performance in the Italian context. ITM Web of Conferences, 41, 04004. https://doi.org/10.1051/itmconf/20224104004

Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. Journal of Business Research, 122, 889–901. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022

Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. The Journal of Strategic Information Systems, 28(2), 118–144. https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003

Westerbeek, H. (2026). Value creation in sport business in the age of AI: A multidimensional framework. Frontiers in Sports and Active Living, 8, 1927685. https://doi.org/10.3389/fspor.2026.1927685

Westerbeek, H., & van Schaik, T. (2025). Platform power, athlete branding, generative AI, and the future of sport governance—a systematic review. Frontiers in Sports and Active Living, 7, 1642180. https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1642180

Bölüm 5

HAREKETTEN HAFIZAYA: SPORUN HİPOKAMPAL NÖROPLASTİSİTE ÜZERİNDEKİ NÖROBİYOLOJİK MEKANİZMALARI

Yunus ŞAHİNLER[1]

1 Doç. Dr. İstanbul Gelişim Üniversitesi, Spor Bilimler Fakültesi, Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, ysahinler@gelisim.edu.tr , ORCID: 0000-0002-5268-020X

1. GİRİŞ

Fiziksel egzersiz, kas-iskelet ve kardiyovasküler sistemler üzerindeki etkilerinin yanı sıra merkezi sinir sisteminde meydana gelen yapısal ve işlevsel adaptasyonlarla da ilişkilendirilmektedir. Son yıllarda gerçekleştirilen araştırmalar, düzenli fiziksel aktivitenin nöronal bağlantıların düzenlenmesi, nörotrofik faktörlerin salınımı ve sinaptik işlevlerin desteklenmesi yoluyla beyin plastisitesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir (Colucci-D'Amato et al., 2020; Latino & Tafuri, 2024). Özellikle aerobik egzersiz ve direnç antrenmanlarının bilişsel performans üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar, fiziksel egzersizin öğrenme, hafıza ve yürütücü işlevlerle ilişkili beyin bölgelerinde çeşitli adaptasyonlar oluşturabileceğine işaret etmektedir (Rahmi et al., 2022; Dołęga et al., 2024). Bu doğrultuda fiziksel egzersiz, yalnızca fiziksel uygunluğun geliştirilmesinde değil, bilişsel işlevlerin korunması ve sinir sisteminin değişen koşullara uyum sağlama kapasitesinin desteklenmesinde de önemli bir araştırma alanı hâline gelmiştir.

Beynin öğrenme ve hafıza süreçleriyle yakından ilişkili yapılarından biri olan hipokampus, fiziksel egzersize duyarlılığı nedeniyle nöroplastisite araştırmalarında öne çıkmaktadır. Özellikle uzamsal öğrenme, epizodik hafıza ve bellek pekiştirme süreçlerinde görev alan hipokampus, deneyime bağlı olarak sinaptik bağlantılarını ve işlevsel organizasyonunu değiştirebilen dinamik bir yapıya sahiptir. Hayvan modellerinden elde edilen bulgular, düzenli egzersizin hipokampusta sinaptik düzenlemeleri ve yeni nöron oluşumuyla ilişkili süreçleri destekleyebildiğini ortaya koyarken, insanlarda gerçekleştirilen nörogörüntüleme araştırmaları fiziksel aktivitenin hipokampal hacim ve hafıza performansıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir (Colucci-D'Amato et al., 2020; Lee et al., 2019; Rahmi et al., 2022). Bununla birlikte, insanlarda gözlenen yapısal değişimlerin hücresel düzeydeki karşılıklarının doğrudan belirlenmesindeki güçlükler, söz konusu ilişkinin farklı araştırma yaklaşımlarıyla değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Fiziksel egzersizin hipokampal nöroplastisite üzerindeki etkilerinin açıklanmasında nörotrofik sinyal mekanizmaları önemli bir yer tutmaktadır. Bu mekanizmalar içerisinde beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF), nöronal gelişim, sinaptik bağlantıların güçlenmesi ve öğrenme süreçleriyle ilişkisi bakımından öne çıkmaktadır. Egzersize bağlı BDNF sinyalizasyonundaki değişimlerin, uzun süreli güçlenme (LTP), dendritik yeniden yapılanma ve hipokampal nörogenez gibi süreçlere katkıda bulunabileceği bildirilmektedir (Colucci-D'Amato et al., 2020; Gomes et al., 2025; Popa et al., 2023). Bunun yanında insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1), vasküler endotelyal büyüme faktörü (VEGF) ve hücresel sinyal yolakları da egzersizle ilişkili nöroplastik adaptasyonların açıklanmasında dikkate alınmaktadır (Clemente-Suárez et al., 2025; Lee et al., 2019). Dolayısıyla egzersizin hipokampus üzerindeki

etkileri, tek bir moleküler mekanizmayla sınırlı olmayan, birbirleriyle etkileşim hâlindeki hücresel ve fizyolojik süreçler üzerinden değerlendirilmektedir.

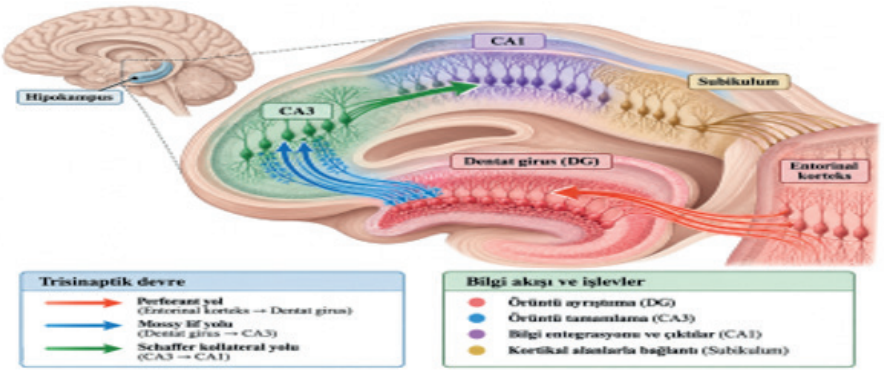
Egzersiz kaynaklı hipokampal adaptasyonların anlaşılması, bilişsel işlevlerin geliştirilmesine yönelik uygulamaların bilimsel temellere dayandırılması açısından önem taşımaktadır. Özellikle yaşlanmayla ilişkili bilişsel gerileme ve nörodejeneratif süreçler bağlamında fiziksel egzersizin potansiyel koruyucu etkileri dikkat çekmektedir (Colucci-D'Amato et al., 2020; Martín-Rodríguez et al., 2025). Bununla birlikte egzersizin türü, şiddeti, süresi ve bireysel özellikler, nörobiyolojik yanıtların farklılaşmasına neden olabilmektedir. İnsan araştırmaları ile deneysel hayvan çalışmalarından elde edilen kanıtların birlikte değerlendirilmesi, egzersiz ve hipokampal nöroplastisite arasındaki ilişkinin daha kapsamlı biçimde anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

Bu çerçevede mevcut kitap bölümünün amacı, fiziksel egzersizin hipokampal nöroplastisite üzerindeki etkilerini nörobiyolojik mekanizmalar temelinde incelemek; nörotrofik sinyalizasyon, nörogenez, sinaptik plastisite, nörovasküler adaptasyonlar ve ilgili fizyolojik süreçler arasındaki ilişkileri ele alarak bu adaptasyonların öğrenme ve hafıza üzerindeki olası yansımalarını güncel bilimsel kanıtlar doğrultusunda değerlendirmektir.

2. HİPOKAMPUS VE NÖROPLASTİSİTENİN TEMELLERİ

2.1. Hipokampusun Öğrenme ve Hafızadaki Rolü

Hipokampus, medial temporal lob içerisinde yer alan ve öğrenme, hafıza oluşumu ile bilgilerin uzun süreli belleğe aktarılmasına yönelik süreçlerde önemli işlevler üstlenen bir beyin yapısıdır. Özellikle epizodik hafıza, uzamsal öğrenme ve bağlamsal bilgilerin işlenmesinde görev alan hipokampus, farklı alt bölgelerin oluşturduğu nöronal devreler aracılığıyla bilişsel süreçlere katkı sağlamaktadır. Hipokampal formasyonun temel bileşenleri arasında dentat girus (DG), Cornu Ammonis bölgeleri (CA1, CA2 ve CA3) ve subikulum bulunmaktadır. Bu yapıların birbirleriyle ve entorinal korteksle kurduğu bağlantılar, bilgilerin kodlanması, pekiştirilmesi ve geri çağrılmasında işlevsel bir ağ oluşturmaktadır (Kandel et al., 2014; Knierim & Neunuebel, 2016).



Şekil 1. Hipokampal trisinaptik devrenin basitleştirilmiş gösterimi. Yazar tarafından hazırlanmıştır (Knierim & Neunuebel, 2016; Kandel et al., 2014 temel alınarak).

Hipokampal bilgi işleme süreçlerinin açıklanmasında entorinal korteksten dentat girusa, buradan CA3 ve CA1 bölgelerine uzanan klasik trisinaptik devre önemli bir model oluşturmaktadır. Bu devrede dentat girus, birbirine benzeyen deneyimlerin farklı bellek temsilleri olarak kodlanmasını sağlayan örüntü ayrıştırma (pattern separation) süreçleriyle ilişkilendirilmektedir. CA3 bölgesi ise tekrarlayan nöronal bağlantıları aracılığıyla eksik veya kısmi bilgilerden daha önce oluşturulmuş bellek temsillerinin yeniden etkinleştirilmesine olanak tanıyan örüntü tamamlama (pattern completion) süreçlerinde önemli rol oynamaktadır. CA1 bölgesi, hipokampal bilgi akışının bütünleştirilmesi ve kortikal bölgelerle iletişimin sürdürülmesinde görev almaktadır. Bununla birlikte örüntü ayrıştırma ve tamamlama süreçleri tek bir alt bölgeye özgü olmayıp hipokampal devrelerin karşılıklı etkileşimi sonucunda gerçekleşmektedir (Knierim & Neunuebel, 2016; Lee et al., 2020).

Hipokampusun hafıza süreçlerindeki rolü yalnızca bilgilerin ilk kez kodlanmasıyla sınırlı değildir. Öğrenme sonrasında etkinleşen nöronal örüntülerin yeniden ortaya çıkması, bellek izlerinin güçlendirilmesi ve kortikal ağlarla bütünleştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Hipokampal ve kortikal ağlar arasındaki etkileşim, yeni öğrenilen bilgilerin zaman içerisinde daha kalıcı hâle gelmesine katkı sağlamaktadır. Sinaptik bağlantılarda meydana gelen aktiviteye bağlı değişiklikler ise öğrenme deneyimlerinin nöronal düzeyde temsil edilmesini ve korunmasını desteklemektedir (Kandel et al., 2014; Silva, 2003). Hipokampusun bu dinamik özellikleri, fiziksel egzersiz gibi davranışsal ve çevresel uyaranların öğrenme ve hafıza üzerindeki etkilerinin açıklanmasında önemli bir nörobiyolojik temel oluşturmaktadır.

2.2. Hipokampal Nöroplastisite: Sinaptik Plastisite ve Nörogenez

Nöroplastisite, sinir sisteminin deneyim, öğrenme ve çevresel uyaranlara bağlı olarak yapısal ve işlevsel özelliklerini değiştirebilme kapasitesini ifade

etmektedir. Hipokampal nöroplastisite, mevcut nöronlar arasındaki sinaptik bağlantıların güçlenmesi veya zayıflaması, nöronal ağların yeniden düzenlenmesi ve belirli koşullarda yeni nöronların oluşması gibi süreçleri kapsamaktadır. Bu adaptasyonlar, hipokampusun öğrenme ve hafızayla ilişkili işlevlerinin sürdürülmesinde önemli rol oynamaktadır. Sinaptik plastisite ve yetişkin hipokampal nörogenezi, söz konusu adaptasyonların açıklanmasında öne çıkan iki temel mekanizmadır (Pittenger & Kandel, 2003; Silva, 2003).

Sinaptik plastisite, nöronlar arasındaki iletişimin etkinliğinde meydana gelen aktiviteye bağlı değişimleri tanımlamaktadır. Bu kapsamda uzun süreli güçlenme (long-term potentiation, LTP), belirli uyarım örüntülerinin ardından sinaptik iletimin kalıcı biçimde güçlenmesiyle karakterize edilirken uzun süreli baskılanma (long-term depression, LTD), sinaptik etkinliğin azalmasıyla ilişkilendirilmektedir. Özellikle LTP, öğrenme ve hafıza oluşumunun hücresel mekanizmalarını açıklayan temel modellerden biri olarak kabul edilmektedir. Hipokampal LTP'nin oluşumunda N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörleri, hücre içi kalsiyum sinyalizasyonu ve kalsiyum/kalmodulin bağımlı protein kinaz II (CaMKII) gibi moleküler mekanizmalar görev almaktadır (Pittenger & Kandel, 2003; Silva, 2003). Ayrıca hipokampal devrelerde gözlenen theta frekansındaki nöronal aktivitenin, uyarımın özelliklerine bağlı olarak sinaptik güçlenme veya baskılanma süreçlerini etkileyebildiği bildirilmektedir (Wójtowicz & Mozrzymas, 2015).

Hipokampal nöroplastisitenin diğer önemli bileşeni olan yetişkin hipokampal nörogenezi, olgun sinir sistemi içerisinde yeni nöronların oluşması ve mevcut nöronal ağlara katılması sürecini ifade etmektedir. Memelilerde özellikle dentat girusun subgranüler bölgesinde incelenen bu süreç, yeni granül hücrelerinin oluşumu, farklılaşması ve işlevsel bağlantılar geliştirmesiyle ilişkilendirilmektedir. Deneysel hayvan araştırmaları, yetişkin hipokampal nörogenezinin öğrenme, hafıza ve birbirine benzeyen deneyimlerin ayırt edilmesi gibi bilişsel süreçlerle ilişkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte yetişkin insanlarda hipokampal nörogenezin düzeyi ve yaşam boyunca devamlılığına ilişkin bulgular arasında farklılıklar bulunmaktadır. Özellikle kullanılan hücresel belirteçler, doku örneklerinin hazırlanması ve araştırma yöntemlerindeki farklılıklar, sonuçların yorumlanmasını güçleştirmektedir (Chen et al., 2023). Dolayısıyla hayvan modellerinde gösterilen nörogenez mekanizmalarının insanlarda aynı düzeyde gerçekleştiği varsayılmamalıdır.

Sinaptik plastisite ve nörogenez, hipokampal işlevlerin düzenlenmesinde birbirleriyle ilişkili adaptasyon mekanizmalarıdır. Sinaptik bağlantıların yeniden şekillenmesi mevcut nöronal ağların etkinliğini değiştirirken yeni nöronların bu ağlara katılması, özellikle dentat girus devrelerinin işlevsel özelliklerini etkileyebilmektedir. Fiziksel egzersizin bu mekanizmalar üzerindeki etkilerini değerlendiren araştırmalar, düzenli egzersizin özellikle hayvan modellerinde sinaptik plastisiteyi ve LTP ile ilişkili süreçleri

destekleyebildiğini göstermektedir (Loprinzi, 2019). Benzer şekilde Alzheimer hastalığı hayvan modellerini kapsayan sistematik derleme ve meta-analiz bulguları, egzersizin öğrenme ve hafıza performansını iyileştirebildiğini ve sinaptik plastisiteyle ilişkili göstergeleri olumlu yönde etkileyebildiğini ortaya koymaktadır (Guo et al., 2023). Bu doğrultuda hipokampal nöroplastisitenin temel süreçlerinin anlaşılması, fiziksel egzersizin öğrenme ve hafıza üzerindeki etkilerini açıklayan nörobiyolojik mekanizmaların değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır.

3. FİZİKSEL EGZERSİZİN HİPOKAMPAL NÖROPLASTİSİTE ÜZERİNDEKİ NÖROBİYOLOJİK MEKANİZMALARI

3.1. BDNF ve Nörotrofik Sinyal Yolakları

Fiziksel egzersizin hipokampal nöroplastisite üzerindeki etkilerinin açıklanmasında nörotrofik faktörlerin düzenlenmesi temel mekanizmalardan birini oluşturmaktadır. Bu faktörler arasında beyin kaynaklı nörotrofik faktör (brain-derived neurotrophic factor, BDNF), nöronal sağkalım, sinaptik bağlantıların güçlenmesi ve öğrenmeyle ilişkili hücresel adaptasyonlar açısından öne çıkmaktadır. Egzersizle ilişkili BDNF ekspresyonundaki artışlar, özellikle deneysel hayvan modellerinde hipokampal sinaptik plastisite ve hafıza performansıyla ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte BDNF'nin egzersize verdiği yanıt, egzersiz protokolüne, bireysel özelliklere ve ölçüm yöntemlerine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Colucci-D'Amato et al., 2020; Jaberi & Fahnestock, 2023).

BDNF'nin nöroplastisite üzerindeki etkileri büyük ölçüde tropomiyozin reseptör kinaz B (TrkB) aracılığıyla gerçekleşmektedir. BDNF'nin TrkB reseptörüne bağlanması, fosfatidilinozitol 3-kinaz/protein kinaz B (PI3K/Akt) ve mitojenle aktive olan protein kinaz/ekstrasellüler sinyalle düzenlenen kinaz (MAPK/ERK) gibi hücre içi sinyal yolaklarını etkinleştirmektedir. Bu yolaklar, nöronal sağkalımın desteklenmesi, sinaptik proteinlerin düzenlenmesi ve plastisiteyle ilişkili genlerin ekspresyonunda görev almaktadır. Özellikle cAMP yanıt elemanı bağlayıcı protein (CREB), sinaptik bağlantıların uzun süreli düzenlenmesinde rol oynayan önemli bir transkripsiyon faktörüdür. BDNF–TrkB sinyalizasyonu ile CREB aktivitesi arasındaki etkileşim, hipokampal öğrenme ve hafıza süreçlerinin moleküler temellerinden birini oluşturmaktadır (Jaberi & Fahnestock, 2023).

Egzersize bağlı nörotrofik yanıtların oluşumunda periferik dokulardan kaynaklanan sinyal molekülleri de rol oynamaktadır. Bunlardan biri olan fibronektin tip III alanı içeren protein 5 (FNDC5), egzersizle ilişkili metabolik düzenlemeler ile merkezi sinir sistemi arasındaki bağlantının açıklanmasında önem taşımaktadır. Wrann ve arkadaşları (2013), farelerde dayanıklılık egzersizinin hipokampal FNDC5 ekspresyonunu artırdığını ve PGC-1α/FNDC5 sinyal yolunun BDNF üretimiyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu

bulgular, egzersizin merkezi sinir sistemi üzerindeki etkilerinin yalnızca doğrudan nöronal aktiviteyle değil, metabolik ve nörotrofik mekanizmaların etkileşimiyle de açıklanabileceğine işaret etmektedir.

İnsülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) de egzersiz kaynaklı nörotrofik adaptasyonlarla ilişkili bir diğer düzenleyicidir. IGF-1, nöronal sağkalım, hücresel metabolizma ve plastisiteyle ilişkili sinyal mekanizmalarına katkıda bulunabilmektedir. BDNF, IGF-1 ve diğer büyüme faktörlerinin ortak etkileri, hipokampal hücrelerin yapısal ve işlevsel adaptasyonları açısından bütünleşik bir mekanizma oluşturmaktadır. Ancak söz konusu moleküler ilişkilerin önemli bir bölümü hayvan ve hücre kültürü çalışmalarına dayandığından, insanlarda doğrudan aynı mekanistik sonuçların ortaya çıktığı varsayılmamalıdır (Benarroch, 2022; Jaberi & Fahnestock, 2023).

3.2. Egzersize Bağlı Nörogenez ve Sinaptik Düzenlemeler

Fiziksel egzersizin hipokampal nöroplastisite üzerindeki etkileri, nörotrofik faktörlerin düzenlenmesinin yanı sıra hücresel çoğalma, nöronal farklılaşma ve sinaptik bağlantıların yeniden yapılanmasıyla da ilişkilendirilmektedir. Özellikle dentat girusun subgranüler bölgesinde bulunan nöral öncül hücrelerin çoğalması ve olgunlaşması, egzersize bağlı nörogenezin araştırıldığı temel süreçler arasında yer almaktadır. Deneysel hayvan çalışmalarında gönüllü koşu ve düzenli fiziksel egzersiz uygulamalarının yeni nöronların oluşumunu ve yaşamını sürdürmesini desteklediği bildirilmiştir. Van Praag ve arkadaşları (2005), yaşlı farelerde egzersizin hipokampal nörogenezi ve öğrenme performansını geliştirebildiğini ortaya koymuştur.

Egzersize bağlı nörogenez yalnızca yeni hücrelerin oluşumundan ibaret değildir. Oluşan nöronların farklılaşması, dendritik uzantılar geliştirmesi ve mevcut hipokampal devrelere işlevsel olarak katılması da bu sürecin önemli bileşenleridir. BDNF ve ilişkili nörotrofik sinyal mekanizmaları, nöronal gelişim ve sinaptik bağlantıların düzenlenmesinde rol oynayarak yeni hücrelerin hipokampal ağlara katılımını destekleyebilmektedir. Bununla birlikte nöron üretimi ile hafıza performansı arasındaki ilişki, yalnızca oluşan hücrelerin sayısıyla açıklanamamakta; bu hücrelerin olgunlaşma ve devrelere bütünleşme süreçlerinin de dikkate alınmasını gerektirmektedir (Wrann, 2015; Jaberi & Fahnestock, 2023).

Egzersizin sinaptik düzenlemeler üzerindeki etkileri ise dendritik yapılanma, sinaptik proteinlerin ekspresyonu ve uzun süreli güçlenme (LTP) mekanizmaları üzerinden açıklanmaktadır. Özellikle egzersize bağlı BDNF–TrkB sinyalizasyonunun sinaptik bağlantıların etkinliğini ve öğrenmeyle ilişkili plastisite süreçlerini destekleyebileceği belirtilmektedir. Deneysel çalışmalar, egzersizin hipokampal devrelerdeki sinaptik işlevleri düzenleyebildiğini ve bu değişimlerin öğrenme ile hafıza performansına yansıyabildiğini göstermektedir (Loprinzi, 2019; Young et al., 2019).

Bununla birlikte yetişkin insanlarda egzersize bağlı hipokampal nörogenezin doğrudan gösterilmesi önemli metodolojik sınırlılıklar içermektedir. Hayvan çalışmalarında hücresel belirteçler aracılığıyla yeni nöron oluşumu incelenebilirken, yaşayan insanlarda aynı süreçlerin doğrudan ölçülmesi oldukça güçtür. İnsan nörogörüntüleme araştırmalarında gözlenen hipokampal hacim ve işlev değişiklikleri nöroplastik adaptasyonlarla uyumlu olmakla birlikte tek başına yeni nöron oluşumunun kanıtı olarak değerlendirilmemelidir. Bu nedenle egzersizin yetişkin insan hipokampusundaki nörogenez üzerindeki etkilerine ilişkin çıkarımların ihtiyatla yapılması gerekmektedir (Pereira et al., 2007; Colucci-D'Amato et al., 2020).

3.3. Nörovasküler Adaptasyonlar ve Metabolik Mekanizmalar

Fiziksel egzersizin hipokampal nöroplastisite üzerindeki etkileri, nöronal mekanizmaların yanı sıra serebral dolaşımın düzenlenmesi ve enerji metabolizmasındaki adaptasyonlarla da ilişkilendirilmektedir. Beyin dokusunun oksijen ve enerji gereksinimlerinin karşılanması, sinaptik iletimin sürdürülmesi ve hücresel plastisite süreçleri açısından önem taşımaktadır. Egzersizle ilişkili nörovasküler adaptasyonlar; kan akımının düzenlenmesi, vasküler işlevlerin desteklenmesi ve anjiyogenez gibi mekanizmaları içermektedir. Özellikle vasküler endotelyal büyüme faktörü (VEGF), yeni kan damarlarının oluşumunda ve nöronal çevrenin düzenlenmesinde rol oynayan önemli bir büyüme faktörüdür. Egzersizle ilişkili vasküler değişimlerin hipokampal plastisiteye katkıda bulunabileceği düşünülmekle birlikte insanlarda gözlenen serebral perfüzyon değişimlerinin doğrudan nörogenez göstergesi olarak yorumlanmaması gerekmektedir (Pereira et al., 2007; Benarroch, 2022).

Egzersiz sırasında ortaya çıkan metabolik değişimlerin merkezi sinir sistemi üzerindeki etkileri, kas-beyin iletişimi kapsamında değerlendirilmektedir. Bu ilişkide öne çıkan moleküllerden biri olan laktat, yalnızca enerji metabolizmasının bir ara ürünü olmayıp hücresel sinyal süreçlerinde de görev alabilmektedir. El Hayek ve arkadaşları (2019), farelerde egzersiz sırasında artan laktatın kan-beyin bariyerini geçerek hipokampal BDNF ekspresyonunu destekleyebildiğini göstermiştir. Araştırmada bu etkinin sirtuin-1 (SIRT1) aracılığıyla PGC-1α/FNDC5 sinyal yolunun düzenlenmesiyle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, periferik metabolik değişimlerin hipokampal nörotrofik yanıtlar üzerinden öğrenme ve hafızaya katkıda bulunabileceğini gösteren mekanistik kanıtlar sunmaktadır.

Kas-beyin iletişiminde değerlendirilen bir diğer molekül, FNDC5 proteininin proteolitik olarak işlenmesi sonucunda oluşan irisindir. Egzersizle ilişkili irisin sinyalizasyonunun hipokampal BDNF ekspresyonu ve nöronal koruyucu mekanizmalarla bağlantılı olabileceği bildirilmektedir. Özellikle deneysel araştırmalar, FNDC5/irisin aracılı sinyal mekanizmalarının sinaptik plastisite ve hafıza süreçlerinde rol oynayabileceğine işaret etmektedir.

Bununla birlikte irisinin merkezi sinir sistemindeki kaynağı, dolaşımdaki düzeylerinin biyolojik anlamı ve kan-beyin bariyeri üzerinden gerçekleşen etkilerinin kapsamı konusunda araştırmalar devam etmektedir (Wrann, 2015; Young et al., 2019).

Metabolik adaptasyonların bir diğer önemli bileşenini mitokondriyal işlevlerin düzenlenmesi oluşturmaktadır. Nöronal hücrelerde enerji üretiminin sürdürülmesi, iyon dengesinin korunması ve sinaptik iletim gibi yüksek enerji gerektiren süreçler, mitokondriyal işlevlerle yakından ilişkilidir. Egzersizin enerji metabolizmasıyla ilişkili PGC-1α gibi düzenleyici mekanizmaları etkileyebilmesi, nörotrofik yanıtlar ve hücresel dayanıklılık arasındaki bağlantının açıklanmasına katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla hipokampal nöroplastisite, yalnızca nöronal büyüme faktörleriyle değil, vasküler destek ve metabolik sinyallerin karşılıklı etkileşimiyle şekillenen çok bileşenli bir süreç olarak değerlendirilmektedir (Wrann et al., 2013; Stephan & Sleiman, 2021).

3.4. Nöroinflamasyon ve Oksidatif Stresin Düzenlenmesi

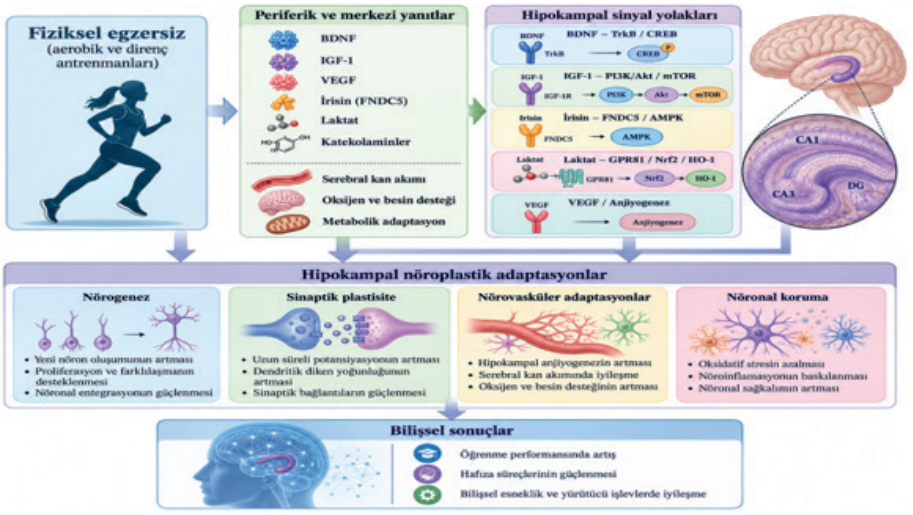
Nöroinflamasyon ve oksidatif stres, hipokampal hücrelerin işlevsel bütünlüğünü ve plastisite kapasitesini etkileyebilen önemli biyolojik süreçlerdir. Merkezi sinir sisteminin bağışıklık yanıtında görev alan mikroglial hücreler, fizyolojik koşullarda hücresel çevrenin korunmasına ve sinaptik düzenlemelere katkıda bulunurken uzun süreli veya aşırı inflamatuvar aktivasyon, nöronal işlevleri olumsuz etkileyebilmektedir. Özellikle proinflamatuvar sitokinlerin artışı ve inflamatuvar sinyal yolaklarının sürekli etkinleşmesi, sinaptik iletişim ve öğrenmeyle ilişkili mekanizmaları bozabilmektedir. Düzenli fiziksel egzersizin bu süreçler üzerindeki düzenleyici etkileri, hipokampal nöroplastisitenin açıklanmasında giderek önem kazanan bir araştırma alanıdır (Jaberi & Fahnestock, 2023; Choi et al., 2024).

Deneysel araştırmalar, egzersizin mikroglial aktiviteyi ve inflamatuvar sinyal mekanizmalarını değiştirebildiğini göstermektedir. Choi ve arkadaşları (2024), lipopolisakkarit (LPS) ile oluşturulan bilişsel işlev bozukluğu modelinde aerobik egzersizin glial aktivasyonu ve nöroinflamasyonu azaltabildiğini, aynı zamanda öğrenme ve hafıza performansını desteklediğini bildirmiştir. Araştırmada FNDC5/irisin aracılı sinyalizasyonun BDNF/CREB mekanizmaları ve inflamatuvar yanıtların düzenlenmesiyle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bu bulgular, egzersize bağlı nörotrofik ve antiinflamatuvar mekanizmaların birbirinden bağımsız olmadığını düşündürmektedir. Bununla birlikte sonuçların deneysel hayvan ve hücre modellerinden elde edildiği dikkate alınmalıdır.

Oksidatif stres, reaktif oksijen türlerinin üretimi ile hücresel antioksidan savunma mekanizmaları arasındaki dengenin bozulması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Reaktif oksijen türleri fizyolojik düzeylerde hücresel sinyal iletimine katkıda bulunurken aşırı üretimleri protein, lipit ve nükleik

asitlerde hasara neden olabilmektedir. Hipokampal nöronlar, yüksek metabolik gereksinimleri nedeniyle oksidatif dengesizliklerden etkilenebilmektedir. Egzersizin antioksidan savunma sistemleri üzerindeki düzenleyici etkileri, bu hücrelerin işlevsel bütünlüğünün korunması açısından önem taşımaktadır. Özellikle nükleer faktör eritroid 2 ilişkili faktör 2 (Nrf2) ve hem oksijenaz-1 (HO-1) sinyal yolunun aktivasyonu, deneysel çalışmalarda egzersizin oksidatif strese karşı koruyucu etkileriyle ilişkilendirilmiştir (Choi et al., 2024).

Egzersizin nöroinflamasyon ve oksidatif stres üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde egzersiz yükü ve toparlanma koşulları da dikkate alınmalıdır. Fiziksel aktivitenin oluşturduğu geçici metabolik ve oksidatif yanıtlar, uygun koşullarda hücresel adaptasyon mekanizmalarının etkinleşmesine katkıda bulunabilirken aşırı fizyolojik zorlanmanın her durumda benzer yararlar sağlayacağı varsayılamaz. Bu nedenle egzersizin hipokampal nöroplastisite üzerindeki etkileri, yalnızca inflamatuvar belirteçlerin azalması veya antioksidan aktivitenin artması üzerinden değil, nörotrofik sinyalizasyon, metabolik düzenleme ve hücresel dayanıklılık arasındaki etkileşimler çerçevesinde değerlendirilmelidir (Benarroch, 2022; Choi et al., 2024).



Şekil 2. Egzersizin hipokampal nöroplastisiteyle ilişkili başlıca yolaklarının kavramsal özeti. Yazar tarafından hazırlanmıştır (Wrann et al., 2013; El Hayek et al., 2019; Jaberi & Fahnestock, 2023 temel alınarak).

4. EGZERSİZ ÖZELLİKLERİNİN HİPOKAMPAL NÖROPLASTİSİTEYE ETKİSİ

4.1. Aerobik ve Direnç Egzersizlerinin Etkileri

Fiziksel egzersizin hipokampal nöroplastisite üzerindeki etkileri, uygulanan egzersizin türüne ve oluşturduğu fizyolojik uyaranlara bağlı olarak

farklılaşabilmektedir. Özellikle aerobik ve direnç egzersizleri, bilişsel işlevler üzerindeki etkileri bakımından yaygın biçimde araştırılan iki temel egzersiz türüdür. Aerobik egzersizler, kardiyorespiratuvar sistemde oluşturdukları adaptasyonların yanı sıra hipokampal yapı, nörotrofik sinyalizasyon ve hafıza süreçleriyle ilişkileri açısından öne çıkmaktadır. Direnç egzersizleri ise nöromüsküler ve metabolik adaptasyonlarla birlikte bilişsel performansı etkileyebilecek farklı fizyolojik mekanizmalar üzerinden değerlendirilmektedir. Bununla birlikte iki egzersiz türünün hipokampal nöroplastisite üzerindeki etkilerine ilişkin kanıtların kapsamı ve niteliği aynı düzeyde değildir (Northey et al., 2018; Nokia et al., 2016).

Aerobik egzersizlerin hipokampal yapıyla ilişkisini inceleyen araştırmalar, düzenli antrenmanın özellikle yaşlanma sürecinde hipokampal bütünlüğün korunmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Erickson ve arkadaşları (2011), 120 yaşlı yetişkinin katıldığı randomize kontrollü araştırmada, bir yıllık aerobik egzersiz programının anterior hipokampal hacimde yaklaşık %2 artışla ilişkili olduğunu ve uzamsal hafıza performansında gelişme sağladığını bildirmiştir. Bununla birlikte sonraki çalışmalar, egzersizin hipokampal hacim üzerindeki etkilerinin tüm örneklemlerde benzer olmadığını ortaya koymuştur. Firth ve arkadaşları (2018) tarafından gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizde, aerobik egzersizin toplam hipokampal hacim üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmazken sol hipokampal hacmin korunması açısından olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Wilckens ve arkadaşlarının (2021) meta-analizinde ise özellikle uzun süreli egzersiz müdahalelerinin hipokampal hacmin korunmasına katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Aerobik egzersizin hücresel düzeydeki etkileri, deneysel hayvan çalışmalarında daha ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Nokia ve arkadaşları (2016), erkek sıçanlarda sürdürülebilir aerobik egzersizin dentat girusta yetişkin hipokampal nörogenezini artırabildiğini göstermiştir. Araştırmada sürekli dayanıklılık egzersizinin, yüksek şiddetli interval ve direnç egzersizlerine kıyasla nörogenez açısından daha belirgin sonuçlar ortaya koyduğu bildirilmiştir. Bu bulgular, egzersiz türünün nöroplastik yanıtlar üzerinde farklı etkiler oluşturabileceğini göstermektedir. Ancak hayvan modellerinde belirlenen hücresel değişikliklerin insanlarda aynı mekanizmalarla gerçekleştiği doğrudan varsayılmamalıdır.

Direnç egzersizlerinin bilişsel işlevler üzerindeki etkileri de giderek artan sayıda araştırmada ele alınmaktadır. Northey ve arkadaşlarının (2018) sistematik derleme ve meta-analizinde, 50 yaş üzerindeki bireylerde aerobik egzersiz, direnç egzersizi ve çok bileşenli egzersiz programlarının bilişsel performans üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte bilişsel performansta gözlenen gelişmeler, doğrudan hipokampal hacim artışı veya nörogenez anlamına gelmemektedir. Nitekim Nokia ve

arkadaşlarının (2016) deneysel araştırmasında direnç egzersizinin kas kuvvetini artırmasına rağmen yetişkin hipokampal nörogenezinde belirgin bir artış oluşturmadığı bildirilmiştir. Bu nedenle direnç egzersizlerinin hipokampal plastisite üzerindeki özgül etkilerinin açıklanması için daha fazla doğrudan karşılaştırmalı araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde aerobik ve direnç egzersizleri bilişsel işlevlerin desteklenmesinde önemli uygulamalar olmakla birlikte hipokampal nöroplastisiteye ilişkin kanıtların aerobik egzersizlerde daha kapsamlı olduğu görülmektedir. Egzersiz türleri arasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde yalnızca bilişsel performans değil, hipokampal yapı, nörotrofik yanıtlar ve hücresel plastisite göstergelerinin birlikte incelenmesi önem taşımaktadır.

4.2. Egzersiz Şiddeti, Süresi ve Düzenliliği

Egzersizin hipokampal nöroplastisite üzerindeki etkileri yalnızca egzersiz türüne değil, uygulamanın şiddetine, süresine, sıklığına ve uzun dönemli devamlılığına da bağlı olarak değişebilmektedir. Egzersiz uyaranının fizyolojik özellikleri, merkezi sinir sisteminde ortaya çıkan akut yanıtların ve zaman içerisinde gelişen yapısal adaptasyonların niteliğini etkileyebilmektedir. Özellikle düşük, orta ve yüksek şiddetli egzersiz uygulamalarının nörotrofik faktörler ve bilişsel performans üzerindeki etkileri farklılaşabilmektedir. Bununla birlikte hipokampal nöroplastisite açısından tüm bireyler ve egzersiz türleri için geçerli tek bir optimal şiddet düzeyi belirlenmiş değildir (Basso & Suzuki, 2017; Northey et al., 2018).

Akut egzersiz, tek bir egzersiz seansının ardından ortaya çıkan geçici fizyolojik ve bilişsel değişimleri ifade ederken kronik egzersiz, düzenli antrenmanların tekrarlanması sonucunda gelişen uzun süreli adaptasyonlarla ilişkilendirilmektedir. Akut egzersizin dikkat, duygu durumu ve çeşitli bilişsel performans göstergeleri üzerinde kısa süreli etkiler oluşturabildiği bildirilmektedir. Ancak bu etkilerin büyüklüğü, egzersizin uygulanma zamanı, şiddeti ve kullanılan bilişsel testlerin özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Basso ve Suzuki (2017), akut egzersizin nörokimyasal ve nörofizyolojik yanıtları etkileyebildiğini, ancak farklı araştırma protokollerinin sonuçlar arasında heterojenliğe neden olduğunu vurgulamıştır. Bu nedenle tek bir egzersiz seansından sonra gözlenen bilişsel gelişmelerin kalıcı hipokampal yapısal değişiklikler olarak yorumlanmaması gerekmektedir.

Kronik egzersiz uygulamalarında ise tekrarlanan fizyolojik uyaranların zaman içerisinde daha kalıcı adaptasyonlarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Özellikle uzun süreli aerobik egzersiz programlarının hipokampal hacim ve hafıza performansı üzerindeki etkileri bu kapsamda değerlendirilmektedir. Erickson ve arkadaşlarının (2011) bir yıllık egzersiz müdahalesinde elde ettiği bulgular, düzenli aerobik egzersizin ileri yaşlarda hipokampal

yapıyı olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir. Benzer şekilde Wilckens ve arkadaşları (2021), egzersiz müdahalelerinin hipokampal hacim üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri meta-analizde, 24 haftadan uzun süren programların özellikle yaşlı bireylerde olumlu sonuçlarla ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte egzersiz süresinin uzamasının her koşulda daha büyük nöroplastik kazanımlar sağlayacağı söylenemez.

Egzersiz şiddeti ve süresinin birlikte değerlendirilmesi, bilişsel kazanımların açıklanmasında önem taşımaktadır. Northey ve arkadaşlarının (2018) meta-analizinde, 50 yaş üzerindeki yetişkinlerde en az orta şiddette gerçekleştirilen ve seans başına 45–60 dakika süren egzersiz uygulamalarının bilişsel performans açısından yararlı sonuçlarla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Ancak bu bulgular genel bilişsel işlevlere ilişkindir ve doğrudan hipokampal nörogenez veya sinaptik plastisite için optimal egzersiz dozunu göstermemektedir. Ayrıca yaş, başlangıçtaki fiziksel uygunluk, sağlık durumu ve egzersiz geçmişi gibi bireysel özellikler, antrenmanlara verilen nörobiyolojik yanıtların farklılaşmasına neden olabilmektedir.

Egzersiz yükünün artırılmasıyla elde edilen nöroplastik yanıtlar arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı da dikkate alınmalıdır. Özellikle yüksek şiddetli egzersizlerin bazı koşullarda belirgin fizyolojik yanıtlar oluşturabilmesine rağmen daha yüksek şiddetin her zaman daha fazla hipokampal adaptasyon sağlayacağı yönünde yeterli kanıt bulunmamaktadır. Nokia ve arkadaşlarının (2016) hayvan araştırmasında sürekli aerobik egzersizin nörogenez üzerindeki etkilerinin yüksek şiddetli interval egzersize göre daha belirgin olması, egzersiz şiddetinden bağımsız olarak uygulama biçiminin ve devamlılığın da önemli olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte bu sonuçların insanlara doğrudan aktarılması uygun değildir.

Bu bulgular, hipokampal nöroplastisite açısından egzersiz türünün yanı sıra antrenmanın süresi, şiddeti ve sürdürülebilirliğinin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Aerobik egzersize ilişkin kanıtlar daha kapsamlı olsa da egzersiz türleri arasında kesin bir üstünlük sıralaması oluşturmak için yeterli karşılaştırmalı insan araştırması bulunmamaktadır. Bu nedenle bilişsel sağlığı desteklemeye yönelik programlarda bireysel özelliklerin ve müdahale sürekliliğinin dikkate alınması önemlidir.

5. HİPOKAMPAL NÖROPLASTİSİTENİN ÖĞRENME VE HAFIZA ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Hipokampal nöroplastisite, öğrenme ve hafıza süreçlerinin sürdürülmesinde önemli bir nörobiyolojik temel oluşturmaktadır. Fiziksel egzersizle ilişkili hipokampal adaptasyonların bilişsel işlevlere yansımaları, özellikle epizodik hafıza, uzamsal öğrenme ve birbirine benzeyen deneyimlerin ayırt edilmesi gibi süreçler üzerinden incelenmektedir. Bu süreçlerde hipokampal yapı ve işlevlerde meydana gelen değişiklikler, bilgilerin kodlanması,

pekiştirilmesi ve geri çağrılmasıyla ilişkili nöronal ağların etkinliğini etkileyebilmektedir. Bununla birlikte egzersizin bilişsel etkileri, hafıza türüne, araştırma yöntemine ve katılımcıların özelliklerine bağlı olarak farklılaşmaktadır (Erickson et al., 2011; Suwabe et al., 2018).

Fiziksel egzersizin hipokampusa bağlı hafıza performansı üzerindeki etkileri, insanlarda gerçekleştirilen deneysel araştırmalarla desteklenmektedir. Erickson ve arkadaşları (2011), 120 yaşlı yetişkin üzerinde gerçekleştirdikleri randomize kontrollü araştırmada, bir yıllık aerobik egzersiz programının anterior hipokampal hacimde yaklaşık %2 artış sağladığını ve uzamsal hafıza performansındaki gelişmelerle ilişkili olduğunu göstermiştir. Araştırmada hipokampal yapıda meydana gelen değişimlerin bilişsel performansla ilişkili olması, fiziksel egzersizin yaşlanmaya bağlı bellek kayıplarının sınırlandırılmasında potansiyel bir rol üstlenebileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte yapısal adaptasyonların tüm bilişsel alanlarda eşit düzeyde gelişme oluşturacağı varsayılmamalıdır.

Egzersizin hafıza üzerindeki etkileri yalnızca uzun süreli antrenmanlarla sınırlı değildir. Suwabe ve arkadaşları (2018), sağlıklı genç yetişkinlerde gerçekleştirilen araştırmada, 10 dakikalık düşük şiddetli egzersizin birbirine benzeyen görsel uyaranların ayırt edilmesine yönelik hafıza performansını geliştirdiğini belirlemiştir. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme bulguları, bu gelişmenin hipokampusun dentat girus ve CA3 bölgeleri ile ilişkili kortikal alanlar arasındaki işlevsel bağlantılardaki artışla ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, kısa süreli fiziksel egzersizin bile hipokampal bilgi işleme süreçlerini etkileyebileceğine işaret etmektedir. Ancak tek bir egzersiz seansından sonra gözlenen bu değişimlerin kalıcı yapısal nöroplastisiteyi kanıtlamadığı dikkate alınmalıdır.

Egzersizle ilişkili hafıza gelişmelerinin hücresel temellerine yönelik daha doğrudan kanıtlar deneysel hayvan araştırmalarından elde edilmektedir. van Praag ve arkadaşları (2005), yaşlı farelerde gönüllü koşu uygulamasının hipokampal nörogenezi artırdığını ve uzamsal öğrenme ile hafızanın korunması üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu bildirmiştir. Bu araştırmada egzersiz uygulanan yaşlı farelerin uzamsal öğrenme görevlerinde daha başarılı olması, nöroplastik adaptasyonların davranışsal sonuçlarla ilişkisini desteklemektedir. Bununla birlikte yetişkin insanlarda nörogenezin doğrudan ölçülmesine ilişkin metodolojik sınırlılıklar nedeniyle, hayvan modellerinde belirlenen hücresel mekanizmaların insanlardaki bilişsel gelişmeleri aynı biçimde açıkladığı sonucuna ulaşılamamaktadır.

Hipokampal adaptasyonların bilişsel işlevler üzerindeki etkileri, özellikle yaşlanma ve bilişsel gerilemenin önlenmesi açısından önem taşımaktadır. Firth ve arkadaşlarının (2018) sistematik derleme ve meta-analizinde aerobik egzersizin toplam hipokampal hacim üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmazken sol hipokampal hacmin korunması açısından olumlu sonuçlar

elde edilmiştir. Wilckens ve arkadaşları (2021) ise farklı egzersiz müdahalelerini değerlendirdikleri meta-analizde fiziksel egzersizin hipokampal hacmin korunmasını destekleyebildiğini, özellikle ileri yaş gruplarında ve uzun süreli müdahalelerde olumlu etkilerin daha belirgin olabildiğini bildirmiştir. Bu bulgular, fiziksel egzersizin yaşlanmayla ilişkili hipokampal değişimleri sınırlandırma potansiyelini desteklemekle birlikte yapısal korunmanın doğrudan bütün hafıza işlevlerinde iyileşme veya nörodejeneratif hastalıkların önlenmesi anlamına gelmediğini göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde egzersizle ilişkili hipokampal değişiklikler, farklı bellek süreçlerinin desteklenmesi bakımından umut verici olmakla birlikte yapısal göstergeler ile davranışsal kazanımlar arasında birebir ve zorunlu bir ilişki bulunmamaktadır. İnsan araştırmalarındaki görüntüleme ve hafıza ölçümlerinin, hayvan çalışmalarındaki hücresel bulgularla dikkatli biçimde ilişkilendirilmesi gerekmektedir.

6. SONUÇ

Fiziksel egzersiz, hipokampal yapı ve işlevlerin düzenlenmesinde rol oynayan çok yönlü bir davranışsal uyaran olarak değerlendirilmektedir. Mevcut bilimsel bulgular, düzenli fiziksel egzersizin nörotrofik faktörlerin düzenlenmesi, sinaptik plastisitenin desteklenmesi, nörovasküler adaptasyonların geliştirilmesi ve hücresel metabolizmanın düzenlenmesi yoluyla hipokampal nöroplastisiteye katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Özellikle beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) ve ilişkili sinyal yolakları, egzersiz kaynaklı nörobiyolojik adaptasyonların açıklanmasında önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte söz konusu etkiler, birbirinden bağımsız mekanizmalarla değil, moleküler, hücresel ve fizyolojik süreçlerin karşılıklı etkileşimiyle ortaya çıkmaktadır (Colucci-D'Amato et al., 2020; Jaberi & Fahnestock, 2023).

Egzersize bağlı hipokampal adaptasyonların öğrenme ve hafıza üzerindeki yansımaları, fiziksel aktivitenin bilişsel sağlık açısından önemini ortaya koymaktadır. İnsanlarda gerçekleştirilen araştırmalar, düzenli aerobik egzersizin belirli koşullarda hipokampal hacmin korunmasını destekleyebildiğini ve hafıza performansıyla ilişkili olumlu değişimler oluşturabildiğini göstermektedir (Erickson et al., 2011; Wilckens et al., 2021). Deneysel hayvan çalışmalarında ise egzersizin sinaptik plastisite ve yetişkin hipokampal nörogenezi üzerindeki etkilerine ilişkin daha doğrudan bulgular elde edilmiştir (van Praag et al., 2005). Bununla birlikte hayvan modellerinden elde edilen sonuçların insanlara doğrudan genellenmesi mümkün değildir. Özellikle yetişkin insanlarda hipokampal nörogenezin düzeyi ve egzersizle ilişkisi, mevcut araştırma yöntemlerinin sınırlılıkları nedeniyle açıklığa kavuşturulması gereken konular arasında yer almaktadır.

Egzersizin hipokampal nöroplastisite üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde egzersiz türü, şiddeti, süresi ve düzenliliği önemli değişkenlerdir.

Mevcut çalışmalar aerobik egzersizin hipokampal yapı ve işlevler üzerindeki etkilerine ilişkin daha kapsamlı kanıtlar sunarken direnç egzersizlerinin özgül nörobiyolojik etkileri konusunda araştırma ihtiyacı devam etmektedir. Ayrıca farklı egzersiz protokollerinin sonuçları arasındaki heterojenlik, hipokampal nöroplastisiteyi en etkili biçimde destekleyen egzersiz dozunun kesin olarak belirlenmesini güçleştirmektedir (Firth et al., 2018; Northey et al., 2018).

Gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalarda farklı egzersiz türlerinin karşılaştırıldığı, uzun süreli takip ölçümlerinin yapıldığı ve bireysel farklılıkların dikkate alındığı deneysel tasarımlara öncelik verilmelidir. Nörogörüntüleme yöntemlerinin nörotrofik ve metabolik biyobelirteçlerle birlikte kullanılması, egzersiz kaynaklı hipokampal adaptasyonların bilişsel sonuçlarla ilişkisinin daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca yaş, fiziksel uygunluk ve bilişsel durum gibi değişkenlerin egzersize verilen nörobiyolojik yanıtlar üzerindeki etkilerinin incelenmesi önem taşımaktadır. Sonuç olarak fiziksel egzersiz, hipokampal nöroplastisitenin ve hafıza işlevlerinin desteklenmesinde önemli bir potansiyel taşımakla birlikte, bu potansiyelin bireyselleştirilmiş ve kanıta dayalı uygulamalara dönüştürülmesi için daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

Basso, J. C., & Suzuki, W. A. (2017). The effects of acute exercise on mood, cognition, neurophysiology, and neurochemical pathways: A review. Brain Plasticity, 2(2), 127–152. https://doi.org/10.3233/BPL-160040

Benarroch, E. E. (2022). What muscle signals mediate the beneficial effects of exercise on cognition? Neurology, 99(7), 298–304. https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000201049

Chen, P., Guo, Z., & Zhou, B. (2023). Insight into the role of adult hippocampal neurogenesis in aging and Alzheimer's disease. Ageing Research Reviews, 84, 101828. https://doi.org/10.1016/j.arr.2022.101828

Choi, J.-W., Jo, S.-W., Kim, D.-E., Paik, I.-Y., & Balakrishnan, R. (2024). Aerobic exercise attenuates LPS-induced cognitive dysfunction by reducing oxidative stress, glial activation, and neuroinflammation. Redox Biology, 71, 103101. https://doi.org/10.1016/j.redox.2024.103101

Clemente-Suárez, V. J., Martín-Rodríguez, A., Curiel-Regueros, A., Rubio-Zarapuz, A., & Tornero-Aguilera, J. F. (2025). Neuro-nutrition and exercise synergy: Exploring the bioengineering of cognitive enhancement and mental health optimization. Bioengineering, 12(2), 208. https://doi.org/10.3390/bioengineering12020208

Colucci-D'Amato, L., Speranza, L., & Volpicelli, F. (2020). Neurotrophic factor BDNF, physiological functions and therapeutic potential in depression, neurodegeneration and brain cancer. International Journal of Molecular Sciences, 21(20), 7777. https://doi.org/10.3390/ijms21207777

Dołęga, J., Papież, Ł. S., Mól, P., Maciejczyk, T., Sieńko, A., Łabuś, M., Zabawa, B., Hudzińska, P., Krzykawski, K., & Sadowski, J. (2024). Neuroplasticity. How regular physical activity influences the brain's structure and function. Quality in Sport, 34, 56026. https://doi.org/10.12775/qs.2024.34.56026

El Hayek, L., Khalifeh, M., Zibara, V., Abi Assaad, R., Emmanuel, N., Karnib, N., El-Ghandour, R., Nasrallah, P., Bilen, M., Ibrahim, P., Younes, J., Abou Haidar, E., Barmo, N., Jabre, V., Stephan, J. S., & Sleiman, S. F. (2019). Lactate mediates the effects of exercise on learning and memory through SIRT1-dependent activation of hippocampal brain-derived neurotrophic factor (BDNF). The Journal of Neuroscience, 39(13), 2369–2382. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1661-18.2019

Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J. S., Heo, S., Alves, H., White, S. M., Wojcicki, T. R., Mailey, E., Vieira, V. J., Martin, S. A., Pence, B. D., Woods, J. A., McAuley, E., & Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(7), 3017–3022. https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108

Firth, J., Stubbs, B., Vancampfort, D., Schuch, F., Lagopoulos, J., Rosenbaum, S., &

Ward, P. B. (2018). Effect of aerobic exercise on hippocampal volume in humans: A systematic review and meta-analysis. NeuroImage, 166, 230–238. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.11.007

Gomes, F. T. da S., Andrade, A. V. D. de, Melo, P. K. M., Silva Júnior, R. R. da, Souza, D. L. S. de, Tavares, É. A. F., Sena, I. G. de, Fernandes, T. A. A. de M., Morais, P. L. A. de G., Fonseca, I. A. T., Borges, C. dos S., & Cavalcanti, J. R. L. de P. (2025). The effects of the association between a high-fat diet and physical exercise on BDNF expression in the hippocampus: A comprehensive review. Life, 15(6), 945. https://doi.org/10.3390/life15060945

Guo, L., Yang, X., Zhang, Y., Xu, X., & Li, Y. (2023). Effect of exercise on cognitive function and synaptic plasticity in Alzheimer's disease models: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Aging Neuroscience, 14, 1077732. https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.1077732

Jaberi, S., & Fahnestock, M. (2023). Mechanisms of the beneficial effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor expression in Alzheimer's disease. Biomolecules, 13(11), 1577. https://doi.org/10.3390/biom13111577

Kandel, E. R., Dudai, Y., & Mayford, M. R. (2014). The molecular and systems biology of memory. Cell, 157(1), 163–186. https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.03.001

Knierim, J. J., & Neunuebel, J. P. (2016). Tracking the flow of hippocampal computation: Pattern separation, pattern completion, and attractor dynamics. Neurobiology of Learning and Memory, 129, 38–49. https://doi.org/10.1016/j.nlm.2015.10.008

Latino, F., & Tafuri, F. (2024). Physical activity and cognitive functioning. Medicina, 60(2), 216. https://doi.org/10.3390/medicina60020216

Lee, H., GoodSmith, D., & Knierim, J. J. (2020). Parallel processing streams in the hippocampus. Current Opinion in Neurobiology, 64, 127–134. https://doi.org/10.1016/j.conb.2020.03.004

Lee, M. C., Byun, K., Kim, J.-S., Lee, H., & Kim, K. (2019). Trends in exercise neuroscience: Raising demand for brain fitness. Journal of Exercise Rehabilitation, 15(2), 176–179. https://doi.org/10.12965/jer.1938046.023

Loprinzi, P. D. (2019). The effects of exercise on long-term potentiation: A candidate mechanism of the exercise-memory relationship. OBM Neurobiology, 3(2), Article 026. https://doi.org/10.21926/obm.neurobiol.1902026

Martín-Rodríguez, A., Dalamitros, A. A., Madrigal-Cerezo, R., Sánchez-Conde, P., Clemente Suárez, V. J., & Tornero Aguilera, J. F. (2025). Move to remember: The role of physical activity and exercise in preserving and enhancing cognitive function in aging—A narrative review. Geriatrics, 10(6), 143. https://doi.org/10.3390/geriatrics10060143

Nokia, M. S., Lensu, S., Ahtiainen, J. P., Johansson, P. P., Koch, L. G., Britton, S. L., & Kainulainen, H. (2016). Physical exercise increases adult hippocampal neurogenesis in male rats provided it is aerobic and sustained. The Journal of Physiology, 594(7), 1855–1873. https://doi.org/10.1113/JP271552

Northey, J. M., Cherbuin, N., Pumpa, K. L., Smee, D. J., & Rattray, B. (2018). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: A systematic review with meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, 52(3), 154–160. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096587

Pereira, A. C., Huddleston, D. E., Brickman, A. M., Sosunov, A. A., Hen, R., McKhann, G. M., Sloan, R., Gage, F. H., Brown, T. R., & Small, S. A. (2007). An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(13), 5638–5643. https://doi.org/10.1073/pnas.0611721104

Pittenger, C., & Kandel, E. R. (2003). In search of general mechanisms for long-lasting plasticity: Aplysia and the hippocampus. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 358(1432), 757–763. https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1247

Popa, L. L., Chira, D., Asaftei, A., Strilciuc, S., & Mureşanu, D. (2023). The modulation of hippocampus plasticity. In Neuroplasticity. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.110386

Rahmi, U., Goenawan, H., Sylviana, N., Setiawan, Andriyani, S., Putri, S. T., & Fitriana, L. A. (2022). Effects of physical exercise (type, intensity, duration) on BDNF and cognitive functions in the hippocampus of adults and elderly: A literature review. Universal Journal of Public Health, 10(5), 473–481. https://doi.org/10.13189/ujph.2022.100505

Silva, A. J. (2003). Molecular and cellular cognitive studies of the role of synaptic plasticity in memory. Journal of Neurobiology, 54(1), 224–237. https://doi.org/10.1002/neu.10169

Stephan, J. S., & Sleiman, S. F. (2021). Exercise factors released by the liver, muscle, and bones have promising therapeutic potential for stroke. Frontiers in Neurology, 12, 600365. https://doi.org/10.3389/fneur.2021.600365

Suwabe, K., Byun, K., Hyodo, K., Reagh, Z. M., Roberts, J. M., Matsushita, A., Saotome, K., Ochi, G., Fukuie, T., Suzuki, K., Sankai, Y., Yassa, M. A., & Soya, H. (2018). Rapid stimulation of human dentate gyrus function with acute mild exercise. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115(41), 10487–10492. https://doi.org/10.1073/pnas.1805668115

van Praag, H., Shubert, T., Zhao, C., & Gage, F. H. (2005). Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. The Journal of Neuroscience, 25(38), 8680–8685. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1731-05.2005

Wilckens, K. A., Stillman, C. M., Waiwood, A. M., Kang, C., Leckie, R. L., Peven, J. C., Foust, J. E., Fraundorf, S. H., & Erickson, K. I. (2021). Exercise interventions preserve hippocampal volume: A meta-analysis. Hippocampus, 31(3), 335–347. https://doi.org/10.1002/hipo.23292

Wójtowicz, T., & Mozrzymas, J. W. (2015). Diverse impact of neuronal activity at θ frequency on hippocampal long-term plasticity. Journal of Neuroscience Research, 93(9), 1330–1344. https://doi.org/10.1002/jnr.23581

Wrann, C. D. (2015). FNDC5/irisin—Their role in the nervous system and as a mediator for beneficial effects of exercise on the brain. Brain Plasticity, 1(1), 55–61. https://doi.org/10.3233/BPL-150019

Wrann, C. D., White, J. P., Salogiannnis, J., Laznik-Bogoslavski, D., Wu, J., Ma, D., Lin, J. D., Greenberg, M. E., & Spiegelman, B. M. (2013). Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1α/FNDC5 pathway. Cell Metabolism, 18(5), 649–659. https://doi.org/10.1016/j.cmet.2013.09.008

Young, M. F., Valaris, S., & Wrann, C. D. (2019). A role for FNDC5/irisin in the beneficial effects of exercise on the brain and in neurodegenerative diseases. Progress in Cardiovascular Diseases, 62(2), 172–178. https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.02.007

Bölüm 6

ÜRETKEN YAPAY ZEKÂNIN SPORCU RUH SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: FIRSATLAR, RİSKLER VE ETİK YAKLAŞIMLAR

Dilek KARADAĞ[1]

1 Fırat Üniversitesi,Spor Bilimleri Fak.

1. GİRİŞ

Modern spor anlayışı, yalnızca fiziksel performansın geliştirilmesine odaklanan geleneksel yaklaşımdan uzaklaşarak sporcunun fiziksel, psikolojik ve sosyal iyilik hâlini birlikte ele alan bütüncül bir sağlık anlayışına doğru dönüşmektedir.

Bu dönüşümle birlikte ruh sağlığı, sporcu sağlığının ayrılmaz bir bileşeni olarak değerlendirilmekte; performansın sürdürülebilirliği, sporcunun iyi oluşu ve kariyerinin sağlıklı biçimde devam ettirilebilmesi açısından temel unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir(Mountjoy vd., 2025).

Buna karşın elit sporcular, yüksek performans beklentisi, yoğun antrenman ve yarışma programı, sakatlıklar, kariyer geçişleri ve spora özgü diğer stresörler nedeniyle ruh sağlığı sorunları açısından kendilerine özgü risklerle karşı karşıya kalabilmektedir.

Son yıllarda Simone Biles ve Naomi Osaka gibi elit sporcuların ruh sağlığı deneyimlerini kamuoyuyla paylaşmaları, bu konunun spor camiasında daha görünür hâle gelmesine katkı sağlamış; sporcuların psikolojik iyi oluşunun korunmasına yönelik farkındalığı artırmıştır (Mountjoy vd., 2025).

Bu gelişmeler doğrultusunda Uluslararası Olimpiyat Komitesi (IOC), sporcu ruh sağlığını yalnızca klinik bozuklukların tedavisi kapsamında değil; ruh sağlığının geliştirilmesi, korunması ve desteklenmesini içeren bütüncül bir yaklaşımla ele almakta, aynı zamanda ruh sağlığı belirti ve bozukluklarının sistematik biçimde izlenmesine yönelik standartlaştırılmış sürveyans yaklaşımlarının gerekliliğini vurgulamaktadır(Mountjoy vd., 2025) ;(Mountjoy vd., 2023a).

Her ne kadar fiziksel aktivite genel popülasyonda ruh sağlığını destekleyen koruyucu bir unsur olarak kabul edilse de elit spor ortamı sporcuları kendine özgü psikolojik risklerle karşı karşıya bırakmaktadır. Yüksek performans beklentileri, yoğun antrenman ve yarışma takvimleri, sakatlıklar, kariyer geçişleri, seçilememe kaygısı, medya baskısı ve kişilerarası şiddet gibi spora özgü stresörler; depresyon, anksiyete, yeme bozuklukları ve diğer ruh sağlığı sorunlarının ortaya çıkma olasılığını artırabilmektedir(Mountjoy vd., 2025).

Buna karşın ruh sağlığı belirtilerinin spor ortamlarında sistematik biçimde izlenmesi ve raporlanması, fiziksel yaralanma sürveyansına kıyasla hâlen sınırlı düzeydedir. Bu durum, risk altındaki sporcuların erken dönemde belirlenmesini güçleştirirken, önleyici müdahalelerin planlanmasını ve ruh sağlığı hizmetlerinin etkinliğinin değerlendirilmesini de zorlaştırmaktadır.

Bu nedenle IOC, sporcu ruh sağlığı belirtileri ve bozukluklarının standartlaştırılmış yöntemlerle izlenmesini, sporcu sağlığının korunmasına yönelik bütüncül yaklaşımın temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirmektedir (Mountjoy vd., 2023)

Yoğun rekabet ortamı, yüksek performans baskısı, medya görünürlüğü, sakatlıklar ve kariyer belirsizliği gibi etkenler sporcuların ruh sağlığını giderek daha önemli bir araştırma konusu hâline getirmiştir.

Dijital sağlık teknolojilerindeki gelişmeler, bireylerin sağlık davranışlarını desteklemek amacıyla yapay zekâ tabanlı araçların kullanımını yaygınlaştırmıştır. Özellikle chatbotlar ve sanal asistanlar, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve doğal dil işleme teknolojileri aracılığıyla kullanıcılarla etkileşim kurabilen dijital destek araçları olarak değerlendirilmektedir. Bu sistemler, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre uyarlanabilen, zaman ve mekân kısıtlamalarını azaltan ve sürekli erişilebilir destek sağlayabilen yapıları nedeniyle sağlık davranışlarının geliştirilmesinde önemli bir potansiyel taşımaktadır(C. Wang vd., 2023).

Bireylerin sağlık davranışlarında kalıcı değişiklik oluşturmanın önemli zorluklarından biri, farklı bireylerin motivasyon, ihtiyaç ve beklentilerinin birbirinden farklı olmasıdır. Bu nedenle standartlaştırılmış tek tip müdahaleler her birey için aynı düzeyde etkili olmayabilmektedir. Chatbot temelli yaklaşımlar ise kişiselleştirilmiş iletişim ve etkileşim yoluyla bireyin öz yeterlik algısını destekleme, sağlıklı davranışlara yönelik motivasyonu artırma ve davranış değişikliğini sürdürmeye yardımcı olma amacıyla kullanılmaktadır(Q. Wang vd., 2025)

Bu yaklaşım, sporcu ruh sağlığı bağlamında değerlendirildiğinde; sporcuların psikolojik iyi oluşlarının desteklenmesi, stres yönetimi süreçlerinin güçlendirilmesi, sağlık davranışlarının izlenmesi ve bireyselleştirilmiş dijital desteklerin geliştirilmesi açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu doğrultuda yapay zekâ tabanlı sistemlerin sporcu ruh sağlığı alanındaki konumu net biçimde sınırlandırılmalıdır: bu araçlar spor psikolojisi profesyonellerinin değerlendirme ve müdahale süreçlerinde bir eşlikçi işlevi görmeli, nihai klinik karar her zaman insan uzmanlığında kalmalıdır.(C. Wang vd., 2023)

Üretken yapay zekâ teknolojileri içerisinde özellikle büyük dil modellerine (Large Language Models-LLM) dayalı sistemler, insan benzeri metin üretme ve iletişim kurma yetenekleriyle dikkat çekmektedir. ChatGPT, büyük miktardaki bilgiyi analiz edebilme, metin oluşturma, sınıflandırma ve özetleme gibi işlevleri yerine getirebilen yapay zekâ tabanlı bir sohbet sistemi olarak tanımlanmaktadır.

Kullanıcı dostu arayüzü ve geniş kullanım alanları sayesinde ChatGPT; akademik yazım, eğitim ve sağlık hizmetleri gibi farklı alanlarda giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır (C. Wang vd., 2023)Bu özellikler, üretken yapay zekânın spor alanında bilgiye erişim, eğitim süreçleri ve bireyselleştirilmiş destek mekanizmaları açısından değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Spor alanında üretken yapay zekâ kullanımı, yalnızca bilgiye erişimi kolaylaştıran bir araç olarak değil; öğrenme, gelişim ve bireyselleştirilmiş destek süreçlerini güçlendirebilecek bir teknoloji olarak değerlendirilmektedir. ChatGPT gibi sistemler, uyarlanabilir geri bildirim sağlama, kişiselleştirilmiş içerik oluşturma ve farklı kullanıcı ihtiyaçlarına yönelik destek sunma potansiyeliyle spor eğitiminde yeni fırsatlar ortaya çıkarmaktadır. Bununla birlikte spor eğitiminin fiziksel performans, bedensel öğrenme ve sosyo-duygusal gelişim gibi kendine özgü özellikleri, yapay zekâ uygulamalarının kullanımında dikkat edilmesi gereken çeşitli zorlukları da beraberinde getirmektedir (Chang vd., 2025).

Bu kapsamda üretken yapay zekânın spor alanındaki kullanımında fırsatlar ile risklerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Yapay zekâ sistemleri kapsayıcı öğrenme ortamları oluşturma ve erişilebilirliği artırma potansiyeli taşırken; algoritmik önyargılar, etik sorunlar ve bağlama uygun olmayan içerik üretimi gibi sınırlılıklar da bulunmaktadır (Chang vd., 2025). Özellikle sporcu ruh sağlığı gibi insan etkileşiminin ve profesyonel değerlendirmenin önemli olduğu alanlarda, üretken yapay zekânın destekleyici bir teknoloji olarak ele alınması ve etik ilkeler doğrultusunda kullanılması önem taşımaktadır (C. Wang vd., 2023).

2. Üretken Yapay Zekâ ve Sporcu Ruh Sağlığı

Sporcu ruh sağlığının korunmasında temel yaklaşımlardan biri, sporcuların psikolojik gereksinimlerinin erken dönemde fark edilmesi ve uygun destek mekanizmalarına yönlendirilmesidir. Geleneksel ruh sağlığı hizmetlerine erişimde zaman, maliyet ve uzman desteğine ulaşma gibi çeşitli sınırlılıklar bulunabilmektedir. Bu bağlamda yapay zekâ tabanlı sohbet sistemleri, bireylerin bilgiye erişimini kolaylaştıran ve destekleyici iletişim sağlayabilen dijital araçlar olarak değerlendirilmektedir. ChatGPT ve benzeri yapay zekâ uygulamalarının, insan benzeri yanıt üretme kapasitesi sayesinde kullanıcılarla etkileşim kurabildiği, psikoeğitim içerikleri sunabildiği ve ruh sağlığı alanında destekleyici bir rol üstlenebileceği belirtilmektedir(Singh, 2023).

Spor alanına uyarlanığında üretken yapay zekâ sistemleri; sporcuların stres yönetimi, psikolojik farkındalık geliştirme ve ruh sağlığı konusunda bilgi edinme süreçlerinde tamamlayıcı bir araç olarak değerlendirilebilir. ChatGPT gibi büyük dil modelleri, kullanıcı ihtiyaçlarına göre uyarlanmış içerikler oluşturabilme, sorulara anlık yanıt verebilme ve bireyselleştirilmiş geri bildirim sunabilme özellikleriyle geleneksel bilgi aktarım yöntemlerinden farklı bir kullanım alanı ortaya çıkarmaktadır (C. Wang vd., 2023);(Chang vd., 2025). Özellikle yoğun antrenman programları, performans baskısı ve zaman kısıtlamaları nedeniyle destek hizmetlerine ulaşmakta zorlanabilen sporcular açısından bu tür dijital araçlar, ruh sağlığı farkındalığını artırmaya yönelik erişilebilir destek seçenekleri sunma potansiyeline sahiptir.

Bununla birlikte yapay zekâ tabanlı sistemlerin psikolojik destek süreçlerinde kullanımı bazı önemli sınırlılıkları da beraberinde getirmektedir. ChatGPT ve benzeri uygulamalar, ruh sağlığı sorunlarını tanılama veya profesyonel tedavinin yerine geçme amacıyla kullanılmamalıdır. Yapay zekâ tarafından oluşturulan yanıtların doğruluğu, bağlama uygunluğu, veri güvenliği ve gizlilik konuları dikkatle ele alınması gereken temel etik unsurlar arasında yer almaktadır (Singh, 2023); (C. Wang vd., 2023). Bu nedenle üretken yapay zekâ, sporcu ruh sağlığı alanında uzmanların yerine geçen bir uygulama olarak değil; psikolojik destek, eğitim ve farkındalık süreçlerini destekleyen yardımcı bir teknoloji olarak değerlendirilmelidir.

Çakır vd. göre yapay zekâ teknolojileri, spor bilimlerinde performans analizi, kişiselleştirilmiş antrenman planlaması ve sakatlık riskinin öngörülmesi gibi alanlarda önemli bir paradigma değişimini beraberinde getirmektedir. Bununla birlikte, bu teknolojilerin kullanımında etik ilkeler, veri güvenliği ve sporcu mahremiyetinin gözetilmesi gerektiği vurgulanmaktadır(Çakır vd., 2023)

Yapay zekâ teknolojileri spor bilimlerinde yalnızca performans analizini ve antrenman süreçlerini geliştiren araçlar olarak değil, aynı zamanda sporcuların bireysel gereksinimlerine göre uyarlanabilen dijital destek sistemleri olarak da değerlendirilmektedir.

Bununla birlikte, bu sistemlerin geliştirilmesi ve uygulanmasında veri güvenliği, sporcu mahremiyeti, algoritmik önyargılar ve insan uzmanlığının süreçte korunması temel etik gereklilikler olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca yapay zekâ uygulamalarının yalnızca fiziksel performansa değil, sporda başarıyı etkileyen psikolojik faktörlere de odaklanacak biçimde geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Çakır vd., 2023).

Sporcu popülasyonuna özgü olarak gerçekleştirilen güncel bir nitel araştırma, yapay zekâ destekli sohbet robotlarının sporculara sunduğu deneyimi doğrudan incelemiştir.

Keskiherva, (2025) çeşitli spor dallarından sporcularla yürüttükleri görüşmelerde, sporcuların yapay zekâ sohbet robotlarını yarışma öncesi kaygıyı azaltmada, kişiselleştirilmiş başa çıkma stratejileri sunmada ve damgalanma korkusu olmadan destek almalarını sağlamada yararlı bulduklarını ortaya koymuştur.

Bununla birlikte aynı çalışmada sporcular, uzun vadeli kullanımda yüzeysel ve tekrar eden yanıtlar, kültürel uyumsuzluk ve veri güvenliğine ilişkin kaygılar gibi sınırlılıklar da bildirmiştir. Araştırmacılar, bu sistemlerin insan uzmanların yerine geçmek yerine erken dönem destek ve yönlendirme aracı olarak konumlandırılması gerektiğini vurgulamaktadır(Keskiherva, 2025).

Benzer biçimde Saraç ve Polat (2025), uygulamalı spor psikolojisi alanında yapay zekâ sohbet robotlarının erişilebilirlik, maliyet etkinliği, kişiselleştirilmiş destek ve uzun süreli izlenebilirlik açısından önemli bir potansiyel taşıdığını belirtmektedir.

Yazarlar, bu potansiyelin ancak etik, mesleki, teknik ve kullanıcıya ilişkin faktörlerin eleştirel biçimde değerlendirilmesiyle hayata geçirilebileceğini ve mevcut bilgi birikimi doğrultusunda bu sistemlerin insan uzmanların yerine geçen değil, onları tamamlayan araçlar olarak ele alınması gerektiğini sonucuna varmaktadır(Saraç & Polat, 2025).

3. Sporcu Ruh Sağlığında Üretken Yapay Zekânın Potansiyeli

Spor performansı, yalnızca fiziksel kapasite, teknik beceri ve taktiksel yeterliliklerden oluşan tek boyutlu bir yapı değildir. Sporcunun performansını sürdürebilmesi ve gelişimini devam ettirebilmesi için psikolojik süreçlerin de dikkate alınması gerekmektedir.

Motivasyon, dikkat, özgüven, stresle başa çıkma ve zihinsel dayanıklılık gibi psikolojik faktörler, sporcuların performans süreçlerinde önemli belirleyiciler arasında yer almaktadır. Bu nedenle çağdaş spor bilimi yaklaşımı, sporcunun yalnızca fiziksel özelliklerini değil, aynı zamanda psikolojik iyi oluşunu da destekleyen bütüncül değerlendirme modellerine yönelmektedir.

Yapay zekâ teknolojilerindeki gelişmeler, spor bilimlerinde veri temelli değerlendirme yöntemlerinin yaygınlaşmasına katkı sağlamıştır. Günümüzde yapay zekâ sistemleri; insan hareketlerinin değerlendirilmesi, sporcu performansının analiz edilmesi, antrenman süreçlerinin optimize edilmesi, sakatlık risklerinin belirlenmesi ve karar destek mekanizmalarının geliştirilmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Büyük veri kümelerini analiz edebilme kapasitesine sahip bu sistemler, sporcuların performans süreçlerinin daha ayrıntılı incelenmesine ve kişiselleştirilmiş uygulamaların geliştirilmesine olanak sağlamaktadır(Edriss vd., 2026).

Yapay zekânın spor alanındaki kullanım alanları genişlerken, üretken yapay zekâ (Generative Artificial Intelligence) uygulamaları da insanlarla doğal dil üzerinden etkileşim kurabilme özellikleri nedeniyle dikkat çekmektedir. Büyük dil modelleri temelli sistemler; metin oluşturma, bilgi sağlama, özetleme, iletişim kurma ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre yanıt üretme yetenekleri sayesinde farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır.

Bu özellikler, sporcuların bilgiye erişimini kolaylaştıran, psikolojik süreçlerle ilgili farkındalık geliştirmeye yardımcı olan ve destekleyici dijital araçların oluşturulmasına katkı sağlayabilecek bir potansiyel ortaya koymaktadır.

ChatGPT gibi üretken yapay zekâ tabanlı sohbet sistemleri, geniş bilgi kaynaklarını işleyerek kullanıcılarla etkileşim kurabilmekte ve çeşitli alanlarda

bilgi desteği sağlayabilmektedir. Sağlık alanında yapılan çalışmalar, bu tür sistemlerin bilgi sağlama, iletişim süreçlerini destekleme ve karar destek mekanizmalarında kullanılabileceğini göstermektedir(C. Wang vd., 2023).

Bununla birlikte üretken yapay zekâ uygulamalarının sporcu ruh sağlığı alanında kullanımı, profesyonel psikolojik danışmanlığın yerine geçen sistemler olarak değil; sporcuların farkındalıklarını artıran, bilgiye erişimi kolaylaştıran ve mevcut destek süreçlerini tamamlayan yardımcı araçlar olarak değerlendirilmelidir.

4. Riskler ve Etik Yaklaşımlar

Yapay zekanın (AI) spor eğitimine entegrasyonu; kişiselleştirilmiş öğrenme, adaptif geri bildirim ve öğrenci katılımını artırma gibi önemli fırsatlar sunarken, aynı zamanda önyargıların yeniden üretilmesi, etik kaygılar ve içerik hataları gibi ciddi riskleri de beraberinde getirmektedir(Chen vd., 2024).

Öğrencilerin ve sporcuların AI'ya aşırı bağımlı hale gelerek eleştirel düşünme becerilerini kaybetmeleri önlenmelidir. Eğitim programlarına, AI'nın sınırlılıklarını ve potansiyel hatalarını anlamayı içeren etik AI okuryazarlığı dersleri eklenmelidir(C. Wang vd., 2023):(Chen vd., 2024).

Eleştirel yapay zeka okuryazarlığının spor müfredatlarına entegrasyonu, bu teknolojilerin sunduğu fırsatlar ile beraberinde getirdiği etik ve temsili riskler arasındaki dengenin kurulması üzerine inşa edilmelidir(Chen vd., 2024).

Üretken yapay zekâ sistemlerinin sağlık alanında kullanımına yönelik etik tartışmalar, bu teknolojilerin farklı profesyonel alanlara entegrasyonunda ortaya çıkabilecek sorunlara ışık tutmaktadır.

Wang vd. (2023), ChatGPT gibi büyük dil modeli tabanlı yapay zekâ sistemlerinde veri gizliliği, sorumluluk paylaşımı, algoritmik önyargı, şeffaflık ve insan denetimi gibi temel etik konuların önemine dikkat çekmektedir. Bu etik tartışmalar, sporcu ruh sağlığı alanında kullanılan yapay zekâ destekli uygulamalar açısından da önem taşımaktadır.

Çünkü sporculara yönelik psikolojik destek sistemleri; performans verileri, sağlık bilgileri, duygu durum değerlendirmeleri ve kişisel bilgiler gibi hassas verilerle çalışabilmektedir.

Bu nedenle yapay zekânın sporcu ruh sağlığı alanındaki kullanımında teknolojik faydalar kadar etik sınırların da dikkate alınması gerekmektedir(C. Wang vd., 2023).

Wang vd. (2023), ChatGPT gibi üretken yapay zekâ sistemlerinin büyük miktarda veriyle çalıştığını ve özellikle kişisel/sensitif verilerin toplanması, saklanması ve işlenmesi süreçlerinde gizlilik riskleri oluşturabileceğini vurgulamaktadır.

Spor alanına uyarlandığında; sporcuların performans verileri, sağlık bilgileri, psikolojik durumları, stres düzeyleri ve kişisel değerlendirmeleri gibi hassas bilgilerin yapay zekâ sistemleri tarafından işlenmesi önemli etik soruları beraberinde getirmektedir. Bu nedenle sporcu verilerinin korunması, açık rıza süreçlerinin oluşturulması ve veri kullanım amaçlarının şeffaf biçimde belirtilmesi gerekmektedir(C. Wang vd., 2023).

Üretken yapay zekâ sistemlerinin yanlış veya eksik bilgi üretme ihtimali, bu sistemlerin kullanımında sorumluluk problemini ortaya çıkarmaktadır. Wang vd. (2023), yapay zekânın insan benzeri çıktılar üretmesine rağmen hukuki ve etik anlamda gerçek bir sorumluluk taşıyamayacağını, ortaya çıkan sonuçlardan nihai olarak insan kullanıcıların ve ilgili kurumların sorumlu olması gerektiğini belirtmektedir.

Spor alanında düşünüldüğünde, bir sporcunun psikolojik durumuna yönelik önerilerin yanlış olması veya uygun olmayan yönlendirmeler içermesi durumunda sorumluluğun sporcu, antrenör, psikolog veya teknoloji sağlayıcısı arasında nasıl paylaşılacağı önemli bir tartışma alanıdır(C. Wang vd., 2023).

Yapay zekâ sistemleri eğitim aldıkları veri setlerindeki mevcut önyargıları taşıyabilir veya yeniden üretebilir. Wang vd. (2023), algoritmik yanlılığın bireyler veya gruplar arasında adaletsiz sonuçlara neden olabileceğini ve yapay zekâ sistemlerinin daha şeffaf, denetlenebilir ve açıklanabilir şekilde geliştirilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Sporcu ruh sağlığı uygulamalarında kullanılan yapay zekâ modellerinin farklı spor branşları, cinsiyetler, yaş grupları veya kültürel özellikler açısından dengeli değerlendirilmesi önem taşımaktadır (C. Wang vd., 2023).

Üretken yapay zekâ, sporcu ruh sağlığı alanında destekleyici bir araç olarak değerlendirilmeli, insan uzmanların yerine geçen bir sistem olarak görülmemelidir. Wang vd. (2023), yapay zekânın sağladığı bilgilerin insan uzmanlığı, etik ilkeler ve profesyonel değerlendirme ile birlikte ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Bu yaklaşım spor psikolojisi açısından da önemlidir; çünkü sporcunun duygusal deneyimleri, motivasyonu ve psikolojik ihtiyaçları yalnızca veri analiziyle tam olarak açıklanamayabilir(C. Wang vd., 2023).

Bu tartışmalar, yapay zekânın ruh sağlığı hizmetlerinde kullanımına yönelik düzenleyici çerçevelerin de hızla gelişmekte olduğunu göstermektedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde Illinois eyaleti, 2025 yılında yürürlüğe giren bir yasayla yapay zekânın psikoterapi hizmetlerinde kullanımını açıkça tanımlayan ve sınırlayan ilk eyalet düzenlemesini hayata geçirmiş; yapay zekânın oturum verilerini işlediği durumlarda yazılı, açık ve geri alınabilir onam alınmasını zorunlu kılmıştır(Szoke vd., 2025).

Bu tür düzenleyici gelişmeler, sporcu ruh sağlığı alanında kullanılan yapay zekâ destekli sistemler için de benzer yasal çerçevelerin gelecekte gündeme gelebileceğine işaret etmekte ve etik tartışmaların yakın gelecekte somut düzenlemelere dönüşebileceğini göstermektedir.

5. Spor Yönetimi Açısından Değerlendirme ve Gelecek Perspektifleri

Üretken yapay zekâ teknolojilerinin spor alanındaki gelişimi, spor yönetiminde yalnızca teknolojik dönüşümü değil, aynı zamanda yönetişim anlayışının yeniden değerlendirilmesini de gerekli kılmaktadır. Mevcut literatür, yapay zekâ uygulamalarının sürdürülebilir biçimde benimsenebilmesi için teknolojik kapasitenin yanında etik yönetişim, şeffaflık ve kapsayıcılık ilkelerinin birlikte ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Bu doğrultuda spor yöneticilerinin yapay zekâ uygulamalarını yalnızca operasyonel verimliliği artıran araçlar olarak değil, sporcu refahını, adil uygulamaları ve kurumsal sorumluluğu destekleyen stratejik unsurlar olarak değerlendirmeleri önem taşımaktadır.

Bu doğrultuda yapay zekâ tabanlı sistemlerin sporcu ruh sağlığı alanındaki konumu net biçimde sınırlandırılmalıdır: bu araçlar spor psikolojisi profesyonellerinin değerlendirme ve müdahale süreçlerinde bir eşlikçi işlevi görmeli, nihai klinik karar her zaman insan uzmanlığında kalmalıdır

Özellikle yapay zekâ uygulamalarında algoritmik önyargının azaltılması, veri yönetişiminin güçlendirilmesi ve karar süreçlerinin hesap verebilirlik ilkesi doğrultusunda yürütülmesi, gelecekte spor yönetiminin öncelikli gündemlerinden biri olacaktır.(Hooshmand-Moghadam vd., 2025).

Para-spor organizasyonlarını ele alan güncel bir derleme, yapay zekânın sınıflandırma süreçlerinin geliştirilmesi, performansın bireyselleştirilmesi ve dijital kaynaklara daha adil erişimin sağlanması açısından önemli fırsatlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte aynı çalışma, algoritmik önyargılar, veri yönetişimi sorunları ve düzenleyici çerçevelerdeki yetersizliklerin, teknolojinin sağladığı kazanımları sınırlayabilecek temel riskler arasında yer aldığını belirtmektedir. Bu nedenle araştırmacılar; paydaş katılımına dayalı algoritma geliştirme süreçlerinin benimsenmesini, düzenli algoritmik önyargı denetimlerinin yapılmasını, kurumların dijital kapasitesinin güçlendirilmesini ve uluslararası düzeyde uyumlu etik düzenlemelerin oluşturulmasını önermektedir(Hooshmand-Moghadam vd., 2025).

Spor yönetimi alanında gerçekleştirilen güncel değerlendirmeler, yapay zekânın yalnızca uygulama süreçlerinde değil, aynı zamanda bilimsel araştırmaların planlanması, yürütülmesi ve sonuçlarının yorumlanmasında da giderek daha önemli bir araç hâline geldiğini göstermektedir. Yapay zekâ; veri işleme hızının artırılması, büyük veri kümelerinde örüntülerin belirlenmesi ve

araştırmacılara yeni içgörüler sunması bakımından önemli avantajlar sağlamakla birlikte, algoritmik önyargı, geçerlilik ve etik ikilemler gibi temel sınırlılıklar da dikkate alınmalıdır.

Bu doğrultuda yapay zekâ tabanlı sistemlerin sporcu ruh sağlığı alanındaki konumu net biçimde sınırlandırılmalıdır: bu araçlar spor psikolojisi profesyonellerinin değerlendirme ve müdahale süreçlerinde bir eşlikçi işlevi görmeli, nihai klinik karar her zaman insan uzmanlığında kalmalıdır Büyük veri kümelerinin kısa sürede analiz edilebilmesi, daha önce fark edilemeyen örüntülerin ortaya çıkarılabilmesi ve araştırma süreçlerinin zaman ile kaynak açısından daha verimli yürütülebilmesi, yapay zekânın spor yönetimi araştırmalarına sağladığı temel katkılar arasında gösterilmektedir(Saša Milojev vd., 2025).

Bununla birlikte mevcut literatür, yapay zekânın sağladığı bu avantajların eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirilmesi gerektiğini de vurgulamaktadır. Yapay zekâ modellerinin doğruluğu, büyük ölçüde beslendikleri verilerin niteliğine bağlıdır. Eksik, önyargılı veya belirli bir spor ortamına özgü verilerle geliştirilen modellerin farklı spor dallarında ya da farklı organizasyon yapılarında aynı doğruluk düzeyini göstermeyebileceği belirtilmektedir.

Benzer şekilde, AI destekli fitness uygulamalarına yönelik kullanıcı deneyimini inceleyen Keskiherva (2025), yapay zekâ teknolojilerine duyulan güvenin ve bu teknolojilere ilişkin bilgi düzeyinin kullanıcıların bu sistemleri benimsemesinde belirleyici olduğunu; katılımcıların yapay zekâyı karar verici bir sistem olarak değil, gerçek zamanlı geri bildirim sağlayan, motive eden ve kullanıcı kontrolünü destekleyen bir rehber olarak değerlendirdiklerini ortaya koymuştur.

Bu bulgu, üretken yapay zekâ uygulamalarının sporcu ruh sağlığı alanında da insan uzmanlığını ikame eden değil, sporcunun özerkliğini koruyan destekleyici araçlar olarak yapılandırılmasının önemini desteklemektedir (Keskiherva, 2025).

Bu doğrultuda yapay zekâ tabanlı sistemlerin sporcu ruh sağlığı alanındaki konumu net biçimde sınırlandırılmalıdır: bu araçlar spor psikolojisi profesyonellerinin değerlendirme ve müdahale süreçlerinde bir eşlikçi işlevi görmeli, nihai klinik karar her zaman insan uzmanlığında kalmalıdır.

Ayrıca yapay zekâ tarafından oluşturulan sonuçların sorgulanmadan kabul edilmesiyle ortaya çıkabilecek otomasyon yanlılığı (automation bias) riskine karşı araştırmacıların eleştirel değerlendirme becerilerini korumaları büyük önem taşımaktadır(Saša Milojev vd., 2025).

Özetle, üretken yapay zekâ unsurlarının sportif sevk ve idare süreçlerinde etkinlik ve kalıcılık sağlaması, sadece teknik entegrasyonla mümkün değildir;

aksine şeffaflık, hakkaniyet, etik normlar ve ampirik verilere dayalı bir kurumsal yönetim mekanizmasının eş zamanlı inşasını gerektirir. İlerleyen dönemlerde spor endüstrisinde tasarlanacak yapay zekâ mimarilerinin, merkezine doğrudan sporcu refahını alan stratejilerle kurgulanması ve kolektif paydaş katılımını benimseyen idari modellerle sağlamlaştırılması, dijital dönüşümün vadettiği potansiyel kazanımları arttıracaktır.

6. S0NUÇ

Üretken yapay zekâ teknolojilerinin, özellikle büyük dil modeli tabanlı sohbet sistemlerinin, sporcu ruh sağlığının desteklenmesindeki potansiyeli, sınırlılıkları ve etik boyutları güncel literatür doğrultusunda değerlendirilmiştir. İncelenen çalışmalar birlikte ele alındığında, üretken yapay zekânın sporcu ruh sağlığı hizmetlerinin yerine geçebilecek bağımsız bir çözüm olarak değil, mevcut psikolojik destek süreçlerini tamamlayan ve erişilebilirliği artıran yardımcı bir teknoloji olarak konumlandırılması gerektiği görülmektedir.

Literatür, üretken yapay zekâ uygulamalarının sporcuların ruh sağlığı okuryazarlığını geliştirme, psikoeğitim içeriklerine erişimi kolaylaştırma, bireyselleştirilmiş bilgi sunma ve zaman ile mekân sınırlılıklarını azaltarak destek hizmetlerine erişimi güçlendirme açısından önemli fırsatlar sunduğunu ortaya koymaktadır (Singh, 2023);(C. Wang vd., 2023);(Chang vd., 2025).

Özellikle yoğun antrenman ve müsabaka programları nedeniyle ruh sağlığı hizmetlerinden düzenli yararlanmakta güçlük yaşayan sporcular açısından bu teknolojiler, profesyonel destek süreçlerini destekleyen erişilebilir dijital araçlar olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte mevcut çalışmalar, bu sistemlerin klinik değerlendirme yapma veya profesyonel psikolojik desteğin yerini alma amacıyla kullanılmaması gerektiğini açık biçimde vurgulamaktadır(Singh, 2023);(Chang vd., 2025).

Buna karşılık, üretken yapay zekânın sporcu ruh sağlığı alanında kullanımı çeşitli etik ve yönetsel sorumlulukları da beraberinde getirmektedir. Veri gizliliğinin korunması, sporcu mahremiyetinin güvence altına alınması, algoritmik önyargının azaltılması, yapay zekâ tarafından üretilen bilgilerin doğruluğunun eleştirel biçimde değerlendirilmesi ve insan uzmanlığının karar süreçlerindeki merkezi rolünün korunması, literatürde öne çıkan temel gerekliliklerdir (Singh, 2023); (C. Wang vd., 2023);(Saša Milojev vd., 2025);(Hooshmand-Moghadam vd., 2025).

Özellikle yapay zekâ çıktılarının sorgulanmaksızın kabul edilmesine yol açabilen otomasyon yanlılığı (automation bias) ve algoritmik karar süreçlerinde şeffaflığın sağlanması gerekliliği, gelecekte hem araştırma hem de uygulama açısından önemini koruyacaktır(Saša Milojev vd., 2025); (Hooshmand-Moghadam vd., 2025).

Spor yönetimi perspektifinden değerlendirildiğinde ise üretken yapay zekânın sağlayacağı yararlar, yalnızca teknolojik kapasiteye değil, aynı zamanda güçlü yönetişim mekanizmalarına ve etik ilkelere dayalı uygulama süreçlerine bağlıdır. Güncel çalışmalar; dijital hazırlık düzeyi yüksek kurumların, şeffaf veri yönetişiminin, paydaş katılımının ve hesap verebilir yönetim anlayışının yapay zekâ uygulamalarının sürdürülebilir biçimde benimsenmesinde belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır(Hooshmand-Moghadam vd., 2025).

Benzer şekilde, spor yönetimi araştırmalarında yapay zekânın etkili biçimde kullanılabilmesi için metodolojik şeffaflığın korunması, bilimsel doğrulama süreçlerinin sürdürülmesi ve araştırmacıların yapay zekâ araçlarının olanakları ile sınırlılıklarını birlikte değerlendirebilecek yetkinliklere sahip olmaları gerektiği vurgulanmaktadır(Saša Milojev vd., 2025).

Mevcut alanyazın incelendiğinde, üretken yapay zekânın sporcu ruh sağlığı üzerindeki etkilerini doğrudan inceleyen çalışmaların henüz sınırlı olduğu görülmektedir. Bulguların önemli bir bölümü genel ruh sağlığı, sağlık hizmetleri, spor eğitimi ve spor yönetimi alanlarında yürütülen araştırmalardan elde edilmektedir.

Bu durum, farklı spor branşlarını, yaş gruplarını ve performans düzeylerini kapsayan, sporcu popülasyonuna özgü deneysel ve boylamsal araştırmalara duyulan gereksinimi ortaya koymaktadır. Ayrıca üretken yapay zekâ destekli uygulamaların etkinliğini, güvenliğini ve etik uygunluğunu birlikte değerlendiren disiplinler arası araştırmaların artırılması, alandaki bilimsel kanıt düzeyinin güçlendirilmesine katkı sağlayacaktır(Saša Milojev vd., 2025); Hooshmand-Moghadam vd., 2025)

Sonuç olarak mevcut literatür, üretken yapay zekânın sporcu ruh sağlığının desteklenmesinde önemli fırsatlar sunduğunu; ancak bu potansiyelin yalnızca teknoloji odaklı bir yaklaşımla değil, bilimsel kanıt, etik sorumluluk, şeffaf yönetişim ve insan uzmanlığını merkeze alan bütüncül uygulamalarla gerçekleştirilebileceğini göstermektedir.

Gelecekte sporcu ruh sağlığını desteklemeye yönelik yapay zekâ uygulamalarının başarısı, teknolojik gelişmeler kadar bu teknolojilerin güvenilir, hesap verebilir ve sporcu yararını önceleyen ilkeler doğrultusunda geliştirilmesi ve uygulanmasına bağlı olacaktır.

KAYNAKLAR

Chang, S.-H., Chen, S.-Y., & Chang, C.-H. (2025). Exploring opportunities and challenges toward ChatGPT for inclusion in sport education. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, *37*, 100572.

Chen, S.-Y., Kuo, H. Y., & Chang, S.-H. (2024). Perceptions of ChatGPT in healthcare: Usefulness, trust, and risk. *Frontiers in Public Health*, *12*, 1457131.

Çakır, Z., Ceyhan, M. A., Gönen, M., & Erbaş, Ü. (2023). Yapay zeka teknolojilerindeki gelişmeler ile eğitim ve spor bilimlerinde paradigma değişimi. *Dede Korkut Spor Bilimleri Dergisi*, *1*(2), 56-71.

Edriss, S., Romagnoli, C., Cariati, I., Caprioli, L., Miele, M. T., & Annino, G. (2026). The Applications and Trends of Artificial Intelligence in Human Movement Assessment. *Applied Sciences*, *16*(5). https://art.torvergata.it/handle/2108/453703

Hooshmand-Moghadam, B., Talebpour, M., & Keshtidar, M. (2025). Digital and AI-driven transformation in para-sport organizations: Inclusive management, strategic innovation, ethical implications, and future scenarios. *Journal of Advances in Para-Sport Science*, *5*(2), 181-206.

Keskiherva, J. (2025). *Artificial intelligence in Fitness: Enhancing user experience*. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/909171/Keskiherva_Jenny.pdf?sequence=2

Mountjoy, M., Junge, A., Bindra, A., Blauwet, C., Budgett, R., Currie, A., Engebretsen, L., Hainline, B., McDuff, D., & Purcell, R. (2023a). Surveillance of athlete mental health symptoms and disorders: A supplement to the International Olympic Committee's consensus statement on injury and illness surveillance. *British journal of sports medicine*, *57*(21), 1351-1360.

Mountjoy, M., Junge, A., Bindra, A., Blauwet, C., Budgett, R., Currie, A., Engebretsen, L., Hainline, B., McDuff, D., & Purcell, R. (2023b). Surveillance of athlete mental health symptoms and disorders: A supplement to the International Olympic Committee's consensus statement on injury and illness surveillance. *British journal of sports medicine*, *57*(21), 1351-1360.

Mountjoy, M., Sloan, S., Ali-Zada, M., Bindra, A., Blauwet, C., Budgett, R., Burrows, K., Currie, A., Engebretsen, L., & Erdener, U. (2025). International Olympic Committee consensus-driven guidelines for athlete mental health support at sporting events. *British Journal of Sports Medicine*, *59*(21), 1459-1470.

Saraç, H., & Polat, İ. G. (2025). AI chatbots in sport psychology: A paradigm shift or a complementary tool? *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, *1*(134), 4-11.

Saša Milojev, S. M., Dejan Savičević, N. G., & Mira š Milašino. (2025). *Spor Yönetimi Yapay Zeka Yönetişimi*. https://doi.org/10.46793/ManagSport16-2.156

Singh, O. P. (2023). Artificial intelligence in the era of ChatGPT-Opportunities and challenges in mental health care. *Indian Journal of Psychiatry*, *65*(3), 297-298.

Szoke, D., Pridgen, S., & Held, P. (2025). Artificial Intelligence in Mental Health Servi-

ces Under Illinois Public Act 104-0054: Legal Boundaries and a Framework for Establishing Safe, Effective AI Tools. *JMIR Mental Health*, *12*, e84854.

Wang, C., Liu, S., Yang, H., Guo, J., Wu, Y., & Liu, J. (2023). Ethical considerations of using ChatGPT in health care. *Journal of medical Internet research*, *25*, e48009.

Wang, Q., Yang, W., Xu, K., & Lam, L. T. (2025). The effect of chatbot-based exercise interventions on physical activity, exercise habits, and sedentary behavior: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *DIGITAL HEALTH*, *11*, 20552076251353731. https://doi.org/10.1177/20552076251353731