

Spor Sakatlanmalarında Makine Öğrenimi

Halil Orbay Çobanoğlu¹

Akan Bayrakdar²

Özet

Bu çalışma, spor sakatlanmalarının öngörülmesinde ve yönetilmesinde makine öğrenimi ve yapay zeka uygulamalarının kullanımını kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Spor sakatlanmaları, özellikle yüksek performans gerektiren spor dallarında önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Geleneksel yöntemler genellikle gözlem ve deneyime dayanırken, son yıllarda makine öğrenimi tekniklerinin gelişmesi, veri tabanlı analizlerin yapılmasına olanak sağlamıştır.

Makine öğrenimi modelleri arasında karar ağaçları, destek vektör makineleri (SVM), yapay sinir ağları (ANN), konvolüsyonel sinir ağları (CNN) ve yineleyici sinir ağları (RNN) gibi teknikler, spor sakatlanma risklerinin tahmin edilmesinde etkin olarak kullanılmaktadır. Özellikle futbol, basketbol ve atletizm gibi yüksek sakatlık riski taşıyan spor

1 Doç. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, orbay.cobanoglu@alanya.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0002-1305-9496>

2 Doç. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, akan.bayrakdar@alanya.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0002-3217-0253>

dallarında yapılan çalışmalar, bu modellerin doğruluğunu ortaya koymaktadır.

Giyilebilir sensörlerden elde edilen biyomekanik veriler, GPS verileri ve yapay zeka destekli analiz araçları, sporcuların performanslarını değerlendirmede ve sakatlanma risklerini belirlemede önemli rol oynamaktadır. Özellikle kalp atış hızı değişkenliği (HRV) ve hareket patern analizleri gibi biyomarker verileri, bireyselleştirilmiş sakatlanma önleme stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Makine öğrenimi ayrıca, sakatlanma sonrası iyileşme ve takip süreçlerinde de önemli bir rol oynamaktadır. Yapay zeka destekli geri bildirim sistemleri ve hareket izleme cihazları, sporcuların rehabilitasyon sürecini optimize etmekte ve yeniden sakatlanma riskini azaltmaktadır. Bu teknolojilerin kullanımı, sporcu sağlığını korumak ve performansı artırmak adına büyük bir potansiyel sunmaktadır.

GİRİŞ

Spor sakatlanmaları, özellikle yüksek performans gerektiren spor dallarında önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Sporcuların sakatlanma riski hem bireysel performansı hem de takım başarısını olumsuz etkilemektedir. Geleneksel olarak sakatlanma risklerinin belirlenmesi, genellikle spor hekimlerinin gözlemleri ve antrenörlerin deneyimlerine dayanmaktadır. Ancak son yıllarda makine öğrenimi tekniklerinin gelişmesi, bu alanda daha objektif ve veri tabanlı analizlerin yapılmasına olanak sağlamıştır (Leckey ve diğ., 2025).

Makine öğrenimi modelleri, spor sakatlanmalarının öngörülmesi ve yönetilmesi konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. Yapay zeka ve veri bilimi teknolojilerinin entegrasyonu, sakatlık önleme stratejilerinde önemli bir devrim yaratmıştır. Bu bağlamda, futbol, atletizm, basketbol gibi farklı spor dallarında makine öğrenimi modelleri

kullanılarak sakatlanma risklerinin daha doğru tahmin edilmesi hedeflenmektedir (Wei ve diğ., 2025).

Bu çalışma spor sakatlanmalarının öngörülmesinde makine öğrenimi uygulamalarını kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Öncelikle makine öğrenimi tekniklerinin genel yapısı ve spor bilimlerinde kullanımı üzerinde durulacaktır. Ardından, farklı spor dallarında yapılan çalışmalar ve elde edilen bulgular tartışılacaktır. Son olarak, sakatlanma sonrası iyileşme süreçlerinde makine öğrenimi kullanımı ve bu alandaki güncel gelişmeler değerlendirilecektir.

Spor Sakatlanma Tahmin Modelleri

Makine öğrenimi modelleri arasında karar ağaçları, sporcu hareket kalıplarının tanınmasında etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Cui ve Wang (2025), özellikle atletizmde hareket paternlerini analiz etmek için karar ağaçları tabanlı algoritmaların kullanımını incelemiş ve yüksek doğruluk oranları elde etmiştir. Bu tür algoritmalar, sporcuların hareket verilerini analiz ederek sakatlanma risklerini tahmin etmede kritik bir rol oynamaktadır.

Derin öğrenme teknikleri, spor sakatlanmalarının tahmin edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle konvolüsyonel sinir ağları (CNN) ve yineleyici sinir ağları (RNN), sporcu verilerini analiz ederek sakatlanma olasılığını yüksek doğruluk oranlarıyla tahmin etmektedir. Sadr ve diğ. (2025), bu iki derin öğrenme modelini karşılaştırmış ve CNN'nin hareket paternlerini belirlemede, RNN'nin ise zaman serisi verilerini analiz etmede daha başarılı olduğunu bulmuştur. Bu tekniklerin kombinasyonu, sakatlanma öngörüsünde daha kapsamlı bir analiz sağlamaktadır.

Spor sakatlanma tahmini, makine öğrenimi uygulamalarının en yaygın kullanım alanlarından biridir. Bu modellerin amacı, sporcuların sakatlanma risklerini önceden

belirlemek ve bu sayede sakatlık önleme stratejilerini optimize etmektir. Farklı spor dallarında yapılan çalışmalar, özellikle futbol, basketbol, atletizm gibi yüksek sakatlık riski taşıyan sporlar üzerinde yoğunlaşmıştır (Freitas ve diğ., 2025).

Makine öğrenimi modelleri arasında en sık kullanılan yöntemler arasında karar ağaçları, destek vektör makineleri (SVM), yapay sinir ağları (ANN) ve derin öğrenme teknikleri (CNN ve RNN) yer almaktadır. Bu yöntemler, sporcu verilerini analiz ederek sakatlanma olasılığını tahmin etmektedir. Örneğin, futbolcuların temassız sakatlanmalarını tahmin etmek için geliştirilen modeller, GPS verileri, oyuncu pozisyon bilgileri ve geçmiş sakatlık verilerini kullanmaktadır (Saberisani ve diğ., 2025).

Futbol gibi yüksek temas içeren spor dallarında özellikle hareket analizi ve yük izleme verileri kullanılarak sakatlanma tahmini yapılmaktadır. Futbolcuların hareket verilerini analiz eden bir çalışma, temassız sakatlanmaların belirli hareket kalıpları ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Freitas ve diğ., 2025). Buna ek olarak, koşu hızları, ivme ve ani yön değişiklikleri gibi faktörler, sakatlanma riskini artıran temel bileşenler olarak belirlenmiştir.

Basketbol ve atletizm gibi spor dallarında ise ani yüklenme, yorgunluk düzeyi ve hareket yoğunluğu gibi veriler kullanılarak tahmin modelleri geliştirilmektedir (Murugan ve diğ., 2025). Yapılan çalışmalar, yoğun antrenman periyotlarında sakatlık riskinin belirgin şekilde arttığını ve makine öğrenimi modellerinin bu riski önceden tahmin etmede önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur.

Veri Kaynakları ve Teknolojiler

Spor sakatlanmalarının tahmininde makine öğrenimi modellerinin başarısı, büyük ölçüde kullanılan veri

kaynaklarının çeşitliliği ve kalitesine bağlıdır. Son yıllarda, giyilebilir teknolojiler, biyomekanik sensörler ve yapay zeka destekli analiz araçları, sporcuların performans verilerini toplamak ve analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kalp atış hızı değişkenliği (HRV), sporcu sağlığını izlemek ve performans değerlendirmesi yapmak için önemli bir biyomarkerdir. Makine öğrenimi algoritmaları, HRV verilerini analiz ederek sporcuların fiziksel durumlarını ve atletik profillerini belirlemede etkili sonuçlar vermektedir. Estrella ve Capdevila (2025), bu kapsamda HRV tabanlı makine öğrenimi modellerini kullanarak sporcuların atletik profillerini başarılı bir şekilde belirlemiş ve fiziksel performansla ilişkili parametreleri tespit etmiştir. Bu tür veriler, sporcu sağlığını izlemek ve performansı optimize etmek için önemli bir kaynaktır.

Giyilebilir Sensörler ve Biyomekanik Veriler

Giyilebilir sensörler, sporcuların hareketlerini, kalp atış hızlarını, ivmelenmelerini ve diğer fizyolojik parametrelerini gerçek zamanlı olarak izlemeye olanak tanır. Bu sensörler, sporcuların antrenman yüklerini ve yorgunluk seviyelerini belirlemek için kritik veriler sağlar. Örneğin, inertial measurement unit (IMU) sensörleri, sporcuların hareket paternlerini analiz ederek sakatlanma risklerini tahmin etmede etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu sensörler, özellikle diz ve ayak bileği gibi eklem bölgelerindeki hareketleri izleyerek, potansiyel sakatlanma risklerini önceden belirlemeye yardımcı olur.

Ayrıca, giyilebilir teknolojiler, sporcuların antrenman sırasında maruz kaldıkları mekanik yükleri ölçerek, aşırı yüklenme kaynaklı sakatlanmaların önlenmesine katkı sağlar. Bu veriler, antrenman programlarının bireyselleştirilmesi ve sporcuların performanslarının optimize edilmesi için de kullanılmaktadır.

GPS ve Konum Tabanlı Veriler

GPS teknolojisi, sporcuların saha içindeki hareketlerini, hızlarını ve mesafe katetmelerini izlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu veriler, özellikle futbol gibi takım sporlarında, oyuncuların antrenman ve maç sırasında maruz kaldıkları fiziksel yükleri değerlendirmek için kritik öneme sahiptir. GPS verileri, ani hızlanma ve yavaşlamalar, yön değişiklikleri gibi parametrelerle birlikte analiz edilerek, sakatlanma risklerinin tahmin edilmesine yardımcı olur.

Özellikle profesyonel futbol takımları, oyuncularının performans verilerini analiz ederek, antrenman yüklerini optimize etmekte ve sakatlanma risklerini minimize etmeye çalışmaktadır. Bu bağlamda, GPS verileri, oyuncuların fiziksel durumlarını izlemek ve gerektiğinde müdahalede bulunmak için önemli bir araçtır.

Yapay Zeka ve Veri Analitiği

Yapay zeka ve makine öğrenimi algoritmaları, toplanan büyük veri setlerini analiz ederek, sakatlanma risklerini tahmin etmede önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle derin öğrenme teknikleri, sporcuların fizyolojik ve biomekanik verilerini işleyerek, sakatlanma olasılıklarını yüksek doğrulukla tahmin edebilmektedir. Örneğin, Intrinsic Permutation Entropy Deep Learning (IPE-DL) modeli, sporcuların fizyolojik ve biomekanik verilerini analiz ederek, sakatlanma risklerini %92 doğrulukla tahmin edebilmiştir (Bi ve diğ., 2025).

Ayrıca, yapay zeka destekli analiz araçları, sporcuların antrenman verilerini değerlendirerek, bireyselleştirilmiş antrenman programları oluşturmakta ve sakatlanma risklerini minimize etmektedir. Bu teknolojiler, sporcuların performanslarını optimize etmek ve sakatlanmaları önlemek için giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Veri Entegrasyonu ve Kapsamlı Analiz

Spor sakatlanmalarının tahmininde en etkili sonuçlar, farklı veri kaynaklarının entegre edilmesiyle elde edilmektedir. Giyilebilir sensörlerden elde edilen veriler, GPS verileri, antrenman yükü bilgileri ve sağlık kayıtları bir araya getirilerek, kapsamlı bir analiz yapılabilir. Bu entegre yaklaşım, sporcuların sakatlanma risklerini daha doğru bir şekilde tahmin etmeye olanak tanır.

Örneğin, Kitman Labs tarafından geliştirilen platform, sporcuların antrenman verileri, sağlık bilgileri ve diğeri ilgili verileri entegre ederek, sakatlanma risklerini tahmin etmekte ve antrenman programlarını buna göre optimize etmektedir.

Bu bölümde, spor sakatlanmalarının tahmininde kullanılan veri kaynakları ve teknolojiler detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Giyilebilir sensörler, GPS verileri, yapay zeka ve veri analitiği gibi teknolojiler, sporcuların performanslarını izlemek ve sakatlanma risklerini tahmin etmek için önemli araçlar olarak öne çıkmaktadır. Bu teknolojilerin entegrasyonu, daha doğru ve etkili sakatlanma tahmin modellerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Sakatlanma Sonrası İyileşme ve Takip

Makine öğrenimi, sadece sakatlanma tahmini değil, aynı zamanda sakatlanma sonrası iyileşme sürecinin yönetiminde de önemli bir rol oynamaktadır. Sporcuların sakatlanma sonrası toparlanma süreçlerinde veri analitiği ve yapay zeka uygulamaları, iyileşme sürecini hızlandırmak ve yeniden sakatlanma riskini azaltmak için kullanılmaktadır (Blackman ve diğ., 2025).

Spor sakatlanmalarında subjektif iyileşme süreci, bireysel farklılıklar ve sporcunun algısına dayalı olarak büyük değişkenlik gösterebilmektedir. Simonelli ve diğ. (2025), profesyonel futbolcularda subjektif iyileşme düzeylerini

değerlendirmek için makine öğrenimi ve medyasyon yaklaşımlarını kullanmış, kişisel geri bildirimlerin ve fizyolojik verilerin bir arada değerlendirildiği modellerin, iyileşme sürecini daha doğru yansıttığını ortaya koymuştur. Bu tür bütüncül yaklaşımlar, sakatlanma sonrası geri dönüş sürecini optimize etmek için önemli bilgiler sağlamaktadır.

Yapay zeka destekli geri bildirim sistemleri, sporcuların antrenman yoğunluğunu ve iyileşme sürecindeki yüklenme düzeylerini optimize etmektedir. Özellikle diz sakatlıkları ve ön çapraz bağ (ACL) rekonstrüksiyonu sonrası yapılan çalışmalarda, makine öğrenimi tabanlı modellerin, yeniden sakatlanma riskini doğru bir şekilde öngörebildiği gösterilmiştir (Dandrieux ve diğ., 2025; Wu ve diğ., 2025).

Giyilebilir sensörler, sakatlık sonrası rehabilitasyon süreçlerinde hareket paternlerinin izlenmesine olanak tanımaktadır. Bu veriler, özellikle alt ekstremitte sakatlıklarında iyileşme sürecinin izlenmesi için kritik öneme sahiptir. Sensor tabanlı hareket analizi ile sporcuların fonksiyonel düzeylerinin geri kazanım süreçleri yakından takip edilebilmektedir (Lang ve diğ., 2025).

Veri entegrasyonu sayesinde, sporcuların rehabilitasyon sürecinde fiziksel, biyomekanik ve fizyolojik veriler bir araya getirilerek kapsamlı bir analiz yapılabilir. Bu yaklaşım, sporcuların bireysel ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş iyileşme protokolleri oluşturmak için kullanılmaktadır (Wu ve diğ., 2025; Ilyas & Rasool, 2025).

Sonuç olarak, makine öğrenimi ve yapay zeka tabanlı yaklaşımlar, sakatlanma sonrası iyileşme süreçlerinin daha verimli yönetilmesine olanak sağlamaktadır. Bu teknolojilerin kullanımı, sporcuların performanslarını korumak ve yeniden sakatlanma riskini azaltmak için büyük bir potansiyel sunmaktadır.

Yapay Zeka Uygulamaları ve Spor Fizyoterapisi

Yapay zeka tabanlı uygulamaların spor fizyoterapisinde kullanımı, sakatlanma sonrası iyileşme süreçlerinin optimize edilmesine büyük katkı sağlamaktadır. Özellikle yapay zeka destekli hareket patern analizleri, sporcu rehabilitasyonunda bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarını geliştirmekte ve sakatlanma riskini azaltmaktadır (Zou, 2025). Yapay zeka uygulamaları, spor hekimliğinde sakatlanma risklerini öngörmek ve iyileşme süreçlerini yönetmek için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Mishra ve diğ. (2025), fiziksel eğitimin spor sakatlanma sonuçları üzerindeki etkisini yapay zeka tabanlı analizlerle ele almış ve bireyselleştirilmiş müdahalelerin sporcu sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamıştır. Bu kapsamda, yapay zeka tabanlı protokoller, sporcu sağlığını korumada önemli bir rol oynamaktadır

Makine öğrenimi ve yapay zeka tabanlı uygulamalar, spor fizyoterapisinde önemli bir dönüşüm sağlamaktadır. Özellikle spor sakatlanmalarının rehabilitasyon sürecinde bu teknolojilerin kullanımı, iyileşme süreçlerini optimize etmekte ve yeniden sakatlanma risklerini minimize etmektedir (Ilyas & Rasool, 2025).

Yapay zeka destekli fizyoterapi uygulamaları, sporcuların hareket analizlerini yaparak tedavi protokollerinin bireyselleştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu süreçte kullanılan algoritmalar, sakatlık sonrası iyileşme hızını artırmak ve fonksiyonel kapasiteyi geri kazandırmak için özel olarak tasarlanmaktadır (Wu ve diğ., 2025).

Özellikle yapay zeka tabanlı hareket patern analizleri, sporcuların fizyolojik ve biyomekanik verilerini değerlendirerek, iyileşme süreçlerinde kişiye özel egzersiz programları oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Bu sayede hem tedavi sürecinin etkinliği artmakta hem de

sporcu performansının korunması sağlanmaktadır (Lang ve diğ., 2025).

Giyelebilir cihazlar ve sensör tabanlı izleme sistemleri, sporcu hareketlerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesine olanak tanımakta ve bu veriler, yapay zeka algoritmaları ile analiz edilerek rehabilitasyon süreçlerinin her aşamasında geri bildirim sağlanmaktadır (Arzehgar ve diğ., 2025).

Sonuç olarak, yapay zeka ve makine öğrenimi uygulamaları, spor fizyoterapisinde bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesinde büyük bir potansiyele sahiptir. Bu teknolojilerin yaygın olarak kullanılması, spor sakatlanmalarının önlenmesi ve tedavisinde daha etkin stratejiler geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

SONUÇ

Makine öğrenimi ve yapay zeka teknolojileri, spor sakatlanmalarının öngörülmesi ve yönetilmesi konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. Spor sakatlanmalarının öngörülmesinde en çok kullanılan veri kaynakları arasında GPS verileri, giyelebilir sensörlerden elde edilen biyomekanik veriler ve yapay zeka destekli analiz araçları bulunmaktadır (Freitas ve diğ., 2025; Saberisani ve diğ., 2025).

Gelecekte, daha gelişmiş makine öğrenimi algoritmalarının kullanımı ve veri entegrasyon tekniklerinin iyileştirilmesi ile spor sakatlanmalarının tahmininde daha yüksek doğruluk oranlarına ulaşılması beklenmektedir (Leckey ve diğ., 2025). Özellikle futbol gibi yüksek temaslı spor dallarında, makine öğrenimi tabanlı risk değerlendirme sistemlerinin yaygınlaşması, sakatlanma risklerini önceden belirlemede önemli bir rol oynayacaktır (Wei ve diğ., 2025).

Yapay zeka tabanlı rehabilitasyon sistemleri, sakatlanma sonrası iyileşme süreçlerini optimize ederek sporcuların daha hızlı toparlanmasını sağlamaktadır. Özellikle ön çapraz

bağ (ACL) rekonstrüksiyonu sonrası yeniden sakatlanma riskini azaltmaya yönelik makine öğrenimi modelleri, rehabilitasyon protokollerinin kişiselleştirilmesinde büyük katkı sağlamaktadır (Blackman ve diğ., 2025).

Sporcu sağlığını koruma amacıyla makine öğrenimi tabanlı bireyselleştirilmiş antrenman protokollerinin geliştirilmesi, sakatlıkların önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Veriye dayalı yaklaşımlar, sporcuların performanslarını korurken sakatlık risklerini minimize etmek için önemli bir potansiyel sunmaktadır (Abasi ve diğ., 2025).

Sonuç olarak, yapay zeka ve makine öğrenimi uygulamalarının spor sakatlanmalarının öngörülmesi, önlenmesi ve rehabilitasyon süreçlerinde daha etkin kullanımı, spor bilimlerinde yeni bir dönemin kapılarını aralamaktadır. Sporcu sağlığını korumak ve performansı artırmak adına bu teknolojilerin kullanımı giderek yaygınlaşacaktır. Spor bilimcileri ve antrenörler için bu teknolojilerin entegrasyonu, sakatlanma risklerinin daha doğru bir şekilde öngörülmesi ve yönetilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Kaynakça

- Abasi, A., Nazari, A., Moezy, A., & Fatemi Aghda, S. A. (2025). Machine learning models for reinjury risk prediction using cardiopulmonary exercise testing (CPET) data: optimizing athlete recovery. *BioData Mining*, 18(1), 1-25.
- Arzehgar, A., Seyedhasani, S. N., Ahmadi, F. B., Bagheri Baravati, F., Sadeghi Hesar, A., Kachooei, A. R., & Aalaei, S. (2025). Sensor-based technologies for motion analysis in sports injuries: a scoping review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 15.
- Bi, W., Zhao, Y., & Zhao, H. (2025). Predicting sports injuries using machine learning: Risk factors and early warning systems. *Molecular & Cellular Biomechanics*, 22(3), 335-335.
- Blackman, B., Vivekanantha, P., Mughal, R., Pareek, A., Bozzo, A., Samuelsson, K., & de SA, D. (2025). Machine learning models predicting risk of revision or secondary knee injury after anterior cruciate ligament reconstruction demonstrate variable discriminatory and accuracy performance: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 26(1), 16.
- Cui, G., & Wang, C. (2025). The machine learning algorithm based on decision tree optimization for pattern recognition in track and field sports. *PloS One*, 20(2), e0317414.
- Dandrieux, P. E., Navarro, L., Blanco, D., Ruffault, A., Ley, C., Bruneau, A., ... & Edouard, P. (2025). Association between the use of daily injury risk estimation feedback (I-REF) based on machine learning techniques and injuries in athletics (track and field): results of a prospective cohort study over an athletics season. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 11(1).

- Estrella, T., & Capdevila, L. (2025). Identification of Athleticism and Sports Profiles Throughout Machine Learning Applied to Heart Rate Variability. *Sports*, 13(2), 30.
- Freitas, D. N., Mostafa, S. S., Caldeira, R., Santos, F., Fermé, E., Gouveia, É. R., & Morgado-Dias, F. (2025). Predicting noncontact injuries of professional football players using machine learning. *PloS One*, 20(1), e0315481.
- Ilyas, Z., & Rasool, A. (2025). The Role of AI and Machine Learning in Revolutionizing Sports Physical therapy—A Call for Discussion: AI & ML in Sports Physical Therapy. *Allied Medical Research Journal*, 3(1), 3-4.
- Lang, S., Yang, J., Zhang, Y., Li, P., Gou, X., Chen, Y., ... & Zhang, H. (2025). Application of Wearable Insole Sensors in In-Place Running: Estimating Lower Limb Load Using Machine Learning. *Biosensors*, 15(2), 83.
- Leckey, C., Van Dyk, N., Doherty, C., Lawlor, A., & Delahunty, E. (2025). Machine learning approaches to injury risk prediction in sport: a scoping review with evidence synthesis. *British Journal of Sports Medicine*, 59(7), 491-500.
- Mishra, N., De, A., Nayak, R. K., Tripathy, R., Motwani, A., Thakur, A., & Rout, S. K. (2025). AI Applications in Sports Medicine: Unraveling the Influence of Physical Education on Sports Injury Outcomes. In *Global Innovations in Physical Education and Health* (pp. 351-380). IGI Global.
- Murugan, S., Kumar, S. P., Saritha, B., & Rubini, B. (2025, March). Comparison of Machine Learning Models for Injury Prediction in Athletes. In *2025 International Conference on Visual Analytics and Data Visualization (ICVADV)* (pp. 107-112). IEEE.
- Saberisani, R., Barati, A. H., Zarei, M., Santos, P., Gorouhi, A., Ardigò, L. P., & Nobari, H. (2025). Prediction of football injuries using GPS-based data in Iranian pro-

- professional football players: a machine learning approach. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1425180.
- Sadr, M. M., Khani, M., & Tootkaleh, S. M. (2025). Predicting athletic injuries with deep Learning: Evaluating CNNs and RNNs for enhanced performance and Safety. *Biomedical Signal Processing and Control*, 105, 107692.
- Simonelli, C., Formenti, D., & Rossi, A. (2025). Subjective recovery in professional soccer players: A machine learning and mediation approach. *Journal of Sports Sciences*, 1-8.
- Wei, M., Zhong, Y., Gui, H., Zhou, Y., Guan, Y., & Yu, S. (2025). Sports injury prediction model based on machine learning. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 29(2), 409.
- Wu, Z., Huang, Z., Tang, N., Wang, K., Bian, C., Li, D., ... & Schmid, F. (2025). Research on sports injury rehabilitation detection based on IoT models for digital health care. *Big Data*, 13(2), 144-160.
- Zou, R. (2025). Exploring the Role of Artificial Intelligence in Sports Injury Prevention and Rehabilitation. *Scalable Computing: Practice and Experience*, 26(1), 316-325.