

FUTBOLDA ANTRENMAN YÜKÜ TAKİBİ VE VERİ ANALİZ YÖNTEMLERİ

MONITORING TRAINING LOAD AND DATA ANALYSIS METHODS IN FOOTBALL

Gönderilen Tarih: 05/08/2020
Kabul Edilen Tarih: 27/10/2020

Zeki AKYILDIZ

Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye
Orcid: 0000-0002-1743-5989

Cengiz AKARÇEŞME

Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye
Orcid: 0000-0001-6231-0950

Futbolda Antrenman Yükü Takibi ve Veri Analiz Yöntemleri

ÖZ

Günümüzdeki futbolun maç temposunun ve haftalık fikstür yoğunluğunun yapısı göz önünde bulundurulduğunda, milyonlarca liralık maliyetleri olan sporcuların sakatlıklardan korunmaları ve optimum performans seviyelerine ulaştırılmaları gerekmektedir. Antrenman yükünün takibi ve elde edilen verilerin analizi sonucu ortaya koyulan anlamlı bilgilerde sporcuların günümüz futbolundaki tempoyla başa çıkmalarını kolaylaştırarak amaçlarına ulaşmalarını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle antrenmanların ve müsabakaların sporcular üzerinde oluşturduğu fizyolojik, kinematik, psikolojik ve mekanik yükleri objektif verilere dönüştürüp anlamlandırmak futbol dünyası için oldukça önemlidir. Sporcularda oluşan pozitif ve negatif durumları gözlemleyip bu durumlara göre aksiyon almayı sağlayan antrenman yükü takip yöntemi, günümüzde teknolojik araçların gelişmesi ve spor bilimi dünyasındaki kullanıcıların geçmişe göre daha tecrübeli olması, sporcuların antrenmanlarında oluşan yüklerin daha efektif bir şekilde elde edilmesini kolaylaştırmaktadır. Antrenman yükünün ölçülmesi kadar, elde edilen verilerin işlenip anlaşılabilir bilgilere dönüştürülerek antrenmanlara yön verebilmemizi sağlayan sistemlerde günümüzde teknolojiye paralel bir şekilde gelişmektedir. Spor bilimciler ve antrenörler tüm bu yöntemler ve teknolojilerden elde etmiş olduğu bilgileri anlaşılabilir görsellere dönüştürerek takımdaki teknik personellerle ya da oyuncularla kolay iletişim kurmalarını sağlayabilirler. Bu derlemede daha önce yapılmış olan ve sadece antrenman yükü takip yöntemlerini incelemiş fakat elde edilen verileri nasıl analiz ederek pratik kullanılabilir bilgilere dönüştürebiliriz sorularına cevap veremeyen çalışmaların aksine, antrenman yükü takibini ve elde edilen verilerin analizini aynı zamanda analiz yöntemlerinde elde edilen verilerin anlaşılabilir görsellere nasıl dönüştürülmesini gerektiğini okuyuculara aktarmak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antrenman yükü, veri analizi, veri görselleştirme

Monitoring Training Load and Data Analysis Methods in Football

ABSTRACT

Given the nature of the game pace and weekly fixture density of today's football, athletes with millions of lira costs should be protected from injuries and reached their optimum performance levels. The meaningful information revealed by the follow-up of the training load and the analysis of the data obtained facilitates the athletes to reach their goals by making it easier to cope with the pace of today's football. Therefore, it is very important for the football world to transform and make sense of the physiological, kinematic, psychological and mechanical loads created by training and competitions on athletes. The training load tracking methods that allow the observation of the positive and negative situations occurring in athletes and to take action according to these situations, the development of technological tools today and the fact that the users in the world of sports science are more experienced than the past, facilitates the loads more effective in the training of athletes. The systems that enable us to direct the training by transforming the obtained data into understandable information as well as measuring the training load are developing in parallel with the technology today. It is thought that sports scientists and coaches can transform the information they have gained from all these methods and technologies into understandable visuals that enable them to communicate easily with technical staff or players in the team. In this review, contrary to the studies that have been done previously and have not only examined the training load tracking methods but can not answer the questions how we can analyze the obtained data and transform it into practical usable information, however, how the data obtained in the analysis methods should be converted into understandable visuals. Intended to pass on to readers.

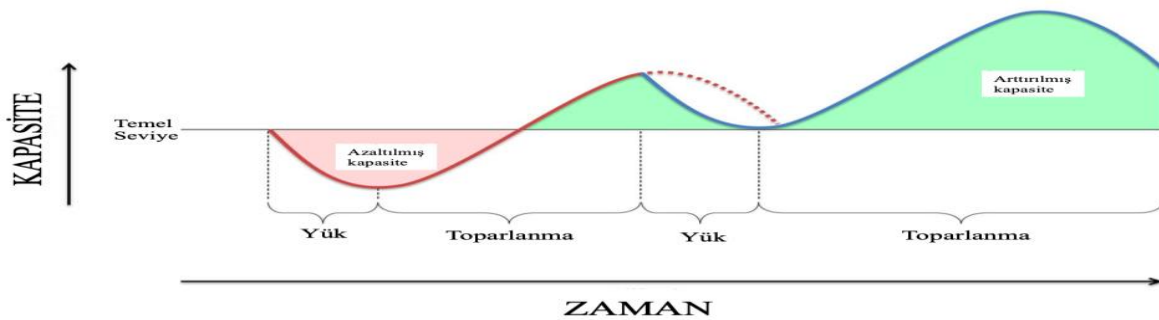
Key Words: Training load, data analysis, data visualization

GİRİŞ

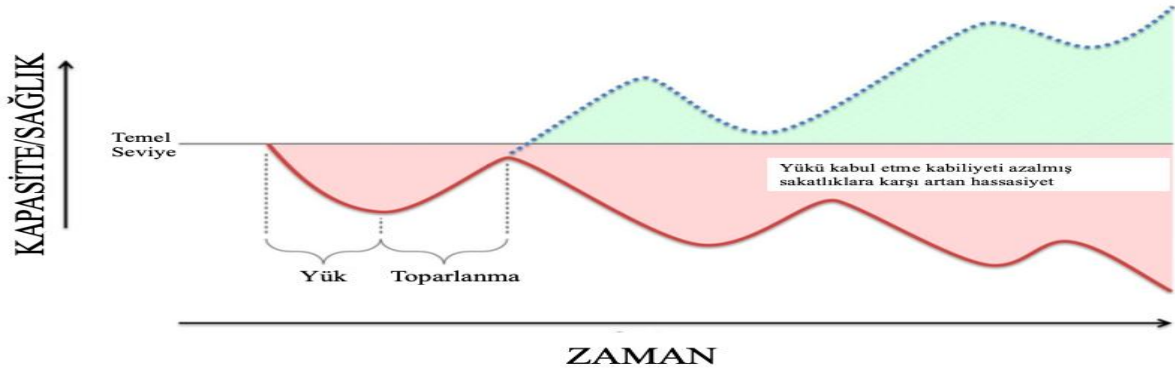
Futbol, hızlanma, yavaşlama, yön değişikliği, sıçrama ve mücadele ile yüksek nöromüsküler, kinematik ve fizyolojik ihtiyaçlar içermektedir^{1,2}. Futbolda, 7 günlük bir süre içinde bir ila üç maç oynanabilir, bu nedenle, futbol antrenman programları antrenörler ve teknik personel tarafından oyuncuları bütün sezon boyunca haftada birkaç kez bu yüksek nöromüsküler aktiviteleri tekrarlamaya hazırlamak için tasarlanmıştır^{1,2}. Antrenmanlar ve müsabakalar homeostatik yanıtları uyarır ve sporcuların vücudu adaptasyonu sağlar (Şekil 1). Futbol oyuncuları uygun bir seviyede zorlandıklarında bu süreç aerobik, kardiyovasküler ve kas sistemlerinin fizyolojik adaptasyonlarına yol açabilir. Antrenmanlar aracılığıyla oluşturulan uyarımlar; artan dayanıklılık, hız, kuvvet veya güç ile sportif performansa katkı sağlar³. Bununla birlikte, aşırı miktarda yüklerle yol açan antrenman, sistemin kapasitesinin aşırı yüklenmesine, sakatlık ve hastalık riskinin artmasına neden olabilir^{1,3}. Sporcular üzerinde oluşturulan yükler kontrol altında tutulmadığında ise biyolojik olarak adaptasyon problemleri ortaya çıkabilmektedir (Şekil 2).

Antrenmanda aşırı miktardaki yüklerin aksine sporcunun kapasitesinin altında oluşturulan antrenman yükleri de performansta azalmalara yol açarak, sporcularda negatif sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle genel olarak, oyuncuların aktivitelerinin uygun periyodizasyonu ile antrenmanların yol açtığı yorgunlukla yeterince mücadele edilmesi gerekmektedir. İstenen fizyolojik ve kinematik adaptasyonları elde etmek için antrenmanlar arasında optimum toparlanmaya izin verilmesi gerektiği kabul edilmektedir^{3,4}.

Futbol oyuncularının gerçekleştirdiği kinematik aktiviteler dış yükü temsil eder, ancak fizyolojik uyarılar, iç yük nedeniyle, esas olarak biyokimyasal stresörler şeklinde ortaya çıkar³. Biyokimyasal streslerin yanı sıra, sporcular tarafından gerçekleştirilen aktiviteler ayrıca kas-iskelet sistemini oluşturan farklı dokularda, yani kıkırdak, kemik, kas ve tendon dokusunda mekanik streslere yol açar³. Temel doku mühendisliği bilimi, mekanik gerilmelerin doku hasarı ve onarımı ile doğrudan ilişkili olduğunu ve homeostazın doğrudan yük yoğunluğu ile tetiklendiğini göstermektedir⁷. Bu, mekanik gerilmelerin bir sonucu olarak kas-iskelet sisteminin yapısal ve fonksiyonel adaptasyonlarının gerçekleştiği anlamına gelir³. Vanrenterghem ve ark. (2017)³ yaptığı çalışmada, takım sporcularının antrenmanlar ve müsabakalardaki mekanik yüklerini, araçların yakıt ve süspansiyon sistemi benzetmesiyle sunmaya çalışmıştır. Sporcularda oluşan iç yükleri araçlardaki yakıt ve oksijen tüketimiyle ilişkilendirirken biyomekaniksel olarak oluşan yükleri de araçlardaki süspansiyon sistemiyle bağdaştırmıştır. Şekil.3'de görüldüğü gibi sporcunun antrenman yükleri fizyolojik ve biyomekanik kaynaklı stresörleriyle yeni bir bakış açısıyla açıklanmıştır.



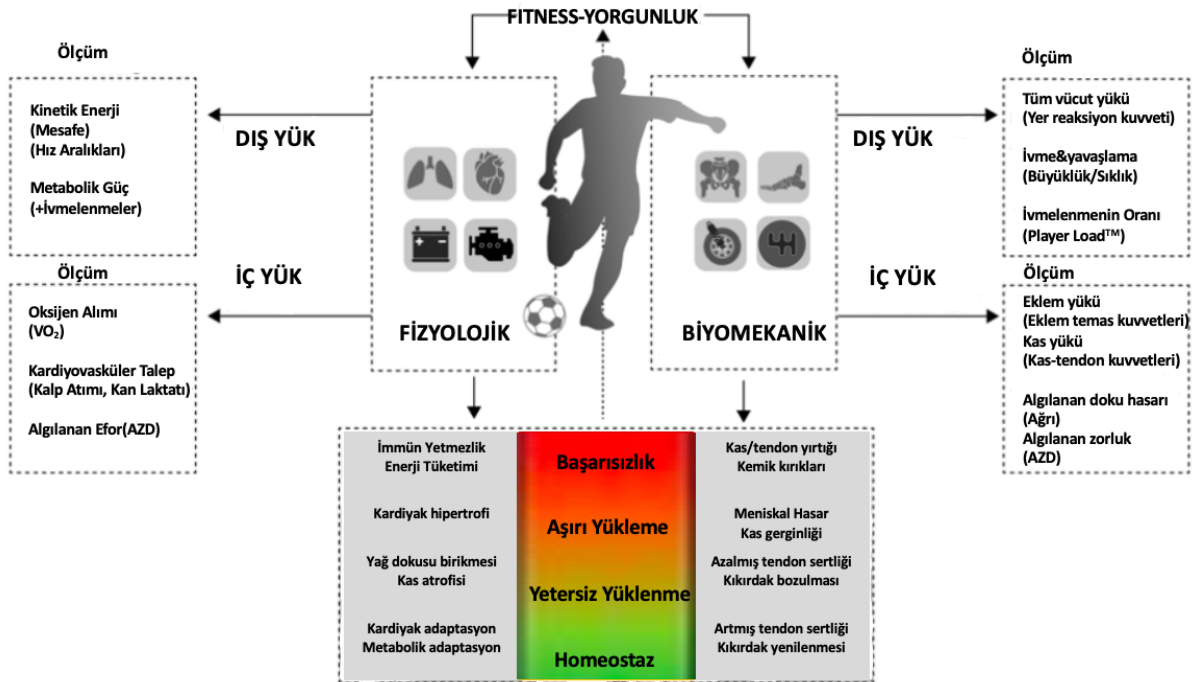
Şekil 1. Yükleme ve toparlanma döngüleri yoluyla biyolojik adaptasyon^{5,6}.



Şekil 2. Aşırı yüklenme ve yetersiz toparlanma yoluyla biyolojik uyumsuzluk^{5,6}.

Antrenman programlarının tasarlanması antrenman yönetiminin ilk adımı gibi görünse de, antrenmanların oyuncular üzerindeki etkisinin takip edilmesi antrenman sürecinde başarılı olmanın ikinci önemli adımındır¹. Hem antrenman hem de maçlar, değerlendirilmesi önemli olan fizyolojik ve kinematik değişkenleri tetiklemektedir, bunun sonucu olarak da sporcular üzerinde iç ve dış yükler oluşmaktadır. Sporcular üzerinde oluşan bu yükleri kontrol etmek ve elde edilen verileri doğru analiz yöntemleriyle anlaşılabilir bilgilere dönüştürmek oldukça önemlidir. Büyük veri setlerine sahip spor bilimciler, teknik ekipler bu verileri aksiyon alınabilecek basit bilgilere ve görsellere dönüştürme ihtiyacı da duymaktadır.

Bu derlemenin amacı, sporcular üzerinde oluşan iç ve dış antrenman yüklerinin nasıl toplandığını ve elde edilen değişkenlerin analiz edilerek nasıl kullanılabilir verilere dönüştürüldüğünü, güncel yaklaşım ve araştırmalar ışığında, tüm paydaşlara pratikte kullanabilir bilgiler vermektir.



Şekil 3. Fizyolojik ve biyomekanik yükün biyolojik sistemin bir bütün olarak uyarlanmasını sağlayan yeni bir oyuncu yük izleme döngüsü³.

İç ve Dış Antrenman Yükünün Takibi

Sporcular üzerinde oluşan antrenman yükünün ölçülmesi için birçok yöntem vardır. Bu yöntemler sporcular üzerinde oluşan fizyolojik, biyolojik, psikolojik, mekanik ve kinematik yükleri hesaplamak için geliştirilmiş çeşitli yöntemlerdir. Genel bir ifade ile belirtmek gerekirse antrenmanda sporcuya etki eden fizyolojik, biyolojik ve psikolojik yükler iç antrenman yükü, mekanik ve kinematik olarak sporcu üzerinde oluşan etkilerde dış antrenman yükü olarak tanımlanmaktadır. İç ve dış antrenman yükü takibinde kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Ancak literatürde geçerli ve güvenilir kılınmış belirli sayıda takip yöntemi bulunmaktadır. Literatürdeki bazı yöntemler Tablo.1.' de belirtilmiştir.

Tablo 1. İç ve dış antrenman yükü ölçüm yöntemleri

| Yük Tipi | Örnek Ölçümler | Literatür |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Dış Yük | Antrenman ya da maç zamanı (Saniye, dakika, saat ya da gün) | 5,8–17,17,18 |
| | Antrenman ya da yarışma sayısı (günlük, haftalık, aylık antrenman ya da maç sayısı) | |
| | Antrenman ya da maçın tipi | |
| | Sprint | |
| | Zamana bağlı hareket analizi (Global Pozisyon Sistemi, Lokal Pozisyon Sistemi, Optik Kameralar, Atalet sensörleri) | |
| | Güç çıkışı, hız, negatif ve pozitif ivmelenmeler | |
| | Nöromüsküler fonksiyonlar (Sıçrama testleri, izokinetik dinometre testleri, plyometrik sıçrayışlar) | |
| | Mesafe (koşu metresi, yüksek hızlı koşu mesafesi) | |
| | Yüksek hızlarda kat edilen mesafe | |
| | Vücut Yükü (GpSports) | |
| Oyuncu Yükü (Catapult Sports) | | |
| İç Yük | Algılanan zorluk derecesi (AZD) | 19–38 |
| | Antrenmanın algılanan zorluk derecesi (antrenman süresi x AZD) | |
| | Psikolojik Testler (ruh hali durumlarının profili, sporcular için dinlenme- stres soruları) | |
| | Uyku (uyku kalitesi ve uyku süresi) | |
| | Biyokimyasal/hormonal/ immünolojik değerlendirmeler | |
| | Psikomotor hız | |
| | Kalp atım hızı | |
| | Kalp atım hızının AZD'ye oranı | |
| | Kalp atım hızı toparlanması (HRR) | |
| | Kalp atım hızı değişkenliği (HRV) | |
| | Antrenman uyarısı (TRIMP) | |
| | Kan laktat konsantrasyonları | |
| | Kan laktatının AZD'ye oranı | |
| Metabolik Güç | | |

Antrenman Yükü Verilerinin Analizi

Sporcu takibinde yararlı ve bilgilendirici değişkenlerin toplanması aynı zamanda toplanan bilgilerin anlaşılması başarılı bir antrenman yükü takibi için zorunludur³⁹. Spor bilimciler ve antrenörler sporcular üzerinde oluşan iç ve dış yükleri birçok yöntemle elde etmektedir

Verilerin teknik ekip ve diğer aktarılması gereken kişiler tarafından aksiyon alınabilir nitelikteki bilgilere dönüştürülmesi gerekmektedir⁴⁰. Antrenman yükü takibinde kullanılan yöntemlerin kalitesi kadar elde edilen verilerin nasıl analiz edilerek antrenman ve müsabaka planlanmasına entegre edildiği de önem arz etmektedir^{40,41}. Antrenman yükü verilerini analiz etmek için kullanılan yöntemler, spor bilimcinin analitik becerileri, mevcut kaynaklar, antrenör ve diğer personelin felsefeleri gibi faktörlere bağlı olabilir. Beceri ve kaynaklara bakılmaksızın, uygulayıcılar için verilerden anlamlı bilgilerin elde edilmesine, basit ve etkili geri bildirimlerin üretilmesine izin verebilecek birçok araç mevcuttur (Tablo 2).

Spor bilimciler, antrenman yükü verilerinin nerede saklanacağına ve erişileceğine dikkat etmelidir, çünkü bu durum verilerin nasıl daha fazla analiz edileceği sürecini etkileyebilir. Örneğin, birçok profesyonel spor takımı, verileri depolamak, analiz etmek ve sunmak için güvenli ve etkili bir yöntem olabilecek ticari sporcu takip yazılımını (STY) kullanır. Ticari STY, verilerin analizine yardımcı olabilecek çeşitli ek özellikler nedeniyle maliyeti büyük ölçüde değişebilir. Spor bilimciler, finansal nedenlerden, ticari STY kullanırken maliyet veya STY'yi geliştirmek ve yönetmek için gerekli becerilerin olmayabileceğinden dolayı Microsoft Excel® (Microsoft, Redmond, Washington) veya R Studio yazılımı gibi programları kullanarak kendi analizlerini yapmayı tercih edebilirler^{40,42}.

Tablo 2. Literatürdeki bazı antrenman yükü verilerinin analiz yöntemleri⁴¹

| Antrenman Yükü Ölçüm Yöntemi | Hesaplama | Literatür |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Günlük antrenman yükü | AZD x antrenman süresi (dakika) | 30 |
| 1, 2, 3 ve 4 haftalık kümülatif yük | Önceki (7, 14, 21, 28) günlerin antrenman yükü değerleri | 43-49 |
| Haftadan haftaya değişim | Mevcut ve önceki haftanın egzersiz yükü toplamı arasındaki mutlak fark | 43,50 |
| Antrenman monotonisi | Belirli bir hafta içinde bir oyuncunun günden güne antrenman yükünün ölçüsü: günlük ortalama / SS | 30 |
| Antrenman Gerginliği | Haftalık antrenman yükü x antrenman monotonisi | 30 |
| Akut:kronik iş yükü | Bir oyuncunun akut iş yükünü (1 hafta yük) kronik iş yükünün yüzdesi (4 hafta iş yükü ortalaması) olarak ifade ederek hesaplanır | 51,52 |
| Maç Gününe eksilterek veya artırarak Planlama | Antrenman yükü verileri, bir maçtan önceki veya sonraki gün sayısına göre analiz edilir (maç günü [MG] eksi veya artı). MG-5, MG-4, MG-3, MG-2, MG-1, MG, MG+1 | 53-55 |
| Üstel ağırlıklı hareketli ortalama diyagramı (EWMA) | $EWMA_{bugün} = YÜK_{bugün} * \lambda_a + ((1 - \lambda_a) * EWMA_{dün})$ $\lambda_a = 2/(N + 1)$ $f \times (\text{önceki günün egzersiz yükü}) + (1 - f) \times (\text{o noktaya kadar kümülatif yük}); \text{burada } f, 0 \text{ ile } 1 \text{ arasında bir değerde azalma faktörüdür}^{41}$ | 41,56 |

Sporcu Antrenman Yükü Yönetim Sistemleri

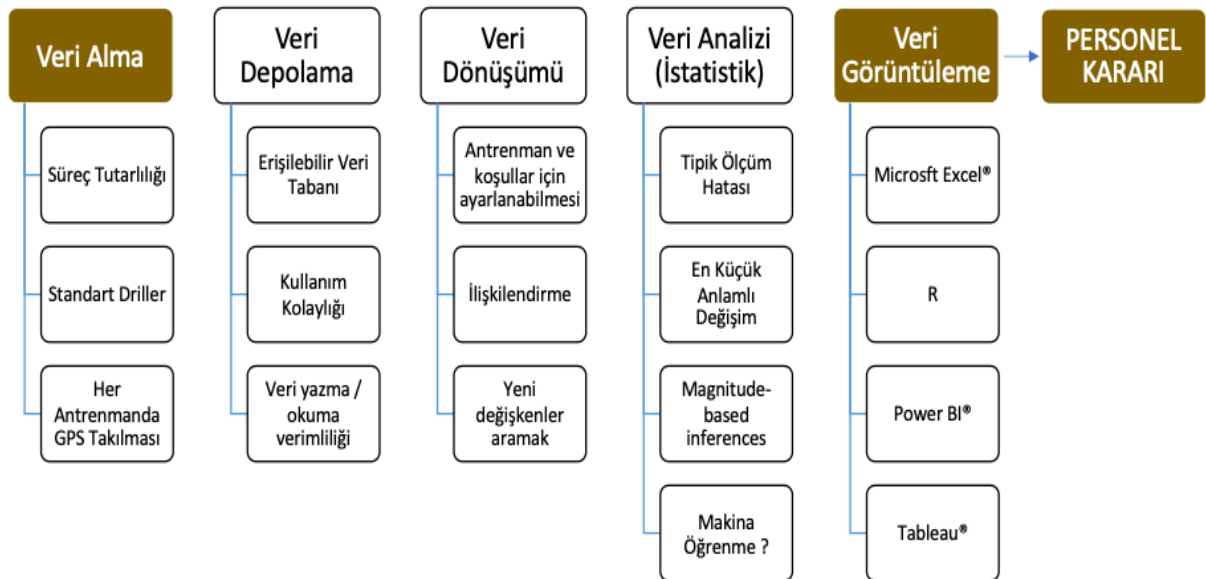
Sporcu antrenman yükü yönetim sistemleri antrenmanlarında oluşan antrenman yükü verilerini kayıt altında barındırabilen, aynı zamanda bu verilerin yeniden antrenman programlarında aksiyonlar alabilecek şekilde anlamlı bilgilere dönüşmesi için aracılık görevi üstlenen yazılım temelli araçlardır⁵⁷. Bu sistemlerin temel mantığı antrenörler ve spor bilimciler tarafından elde edilmiş olan verileri zamanı verimli şekilde kullanıp içerisindeki çeşitli algoritmalar sayesinde anlaşılabilir verilere dönüştürmesidir. Sistemlerin kullanıcılara sunduğu hizmetler markalara göre çeşitlilik göstermektedir. Örnek vermek gerekirse veri birleştirme ve antrenmana entegrasyonu, veri görselleştirme, oyuncu takibi, sakatlık takibi, antrenman ve rehabilitasyon aşamalarının takibi gibi hizmet sağlayıcılarının sunduğu hizmetler geniş bir yelpazede çeşitlilik göstermektedir. Bu sistemlerin öncülüğünü yapmakta olan markalar Tablo.3 'belirtilmiştir. Sistem kullanıcılarının sporcular üzerindeki amaçlarının bilincinde olarak amacına en iyi hizmet eden sistemi kullanması gerektiği düşünülmektedir.

Tablo 3.Sporcu antrenman yükü yönetim sistemleri

| | | |
|--------------------|-------------|-------------|
| BridgeAthletic | TIAG | TeamBuildr |
| TEAMBUILDR | MaxOne | CoachMePlus |
| SPORTLYZER | PLT4M | Amprecover |
| KITMANLABS | EDGE10 | Metrifit |
| Athlete Monitoring | TrainHeroic | SMARTABASE |

Veri Görselleştirme ve Bilgi Aktarımı

Derlemede daha önce açıklandığı gibi spor bilimcilerin antrenman yükü takip sisteminde elde edilen bilgileri sunma yeteneği, antrenman programının genel başarısında çok önemlidir. Verilerimiz alınan kararları etkilediği için iletişim aracı olarak etkili şekilde kullanımı ve toplanmasından karar alma sürecine kadar izlenen yol oldukça önemlidir Şekil 4'de bu süreç belirtilmektedir⁵⁸. Günümüzde sporculara ve teknik ekibe basit, bilgilendirici görsel olarak çekici araçlarla veri sağlama yeteneği teknolojik araçlarla kullanışlı hale gelmiştir. Verileri sunmak için, sunum yöntemi, çeşitli grafik türleri, çizgi grafikler, çubuk grafikler, pasta grafikler veya tablolar ile farklılık gösterebilir. Özellikle elde edilen verileri haftalık antrenman yükü dağılımını kategorize ederken basit ve bilgilendirici olmasını sağlamak gereklidir³⁹.



Şekil 4. Antrenman yük takibi optimizasyonu için genel yapı⁵⁹

Microsoft Excel® (Microsoft, Redmond, Washington) kullanarak antrenman ya da müsabaka sonrası önemli bilgileri vurgulamak için basit bir yöntem olan 'trafik ışığı' sistemi kullanılabilir⁴⁰. Bu yöntem (Şekil 4) sporcuların antrenman yükü takibindeki bilgilerini kolay yorumlanabilir bir şekilde iletebilir ve etkili bir şekilde uygulama kolaylığı sunmaktadır⁵⁸. Görsel olarak çekici raporlar ve grafikler geliştirmek için Excel® kullanışlı ve basit bir araçtır, ancak Tableau® (Seattle, Washington), R istatistik yazılımı⁴² ve Power BI® (Microsoft, Redmond, Washington) gibi ek programlar da mevcuttur ve güçlü etkili görselleştirmeler üretmede yararlı olabilir^{39,40,42,58}.

| Dyuncu | Yük | % Önceki 4 haftadan değişiklik | Ortalama | SS |
|--------|------|--------------------------------|----------|-----|
| 1 | 1824 | 5.1 | 1735 | 499 |
| 2 | 1671 | 3.3 | 1617 | 400 |
| 3 | 1679 | 1.7 | 1651 | 264 |
| 4 | 1713 | -4.6 | 1796 | 180 |
| 5 | 1615 | 4.1 | 1551 | 185 |
| 6 | 1981 | 9.8 | 1803 | 168 |
| 7 | 1976 | 27.2 | 1553 | 580 |
| 8 | 916 | -22.3 | 1179 | 607 |
| 9 | 908 | -25.3 | 1215 | 713 |
| 10 | 1601 | -4.8 | 1683 | 331 |
| 11 | 1756 | 11.1 | 1581 | 469 |
| 12 | 800 | -50.2 | 1606 | 558 |
| 13 | 1692 | 8.6 | 1558 | 694 |
| 14 | 897 | -15.1 | 1057 | 260 |
| 15 | 927 | -23.6 | 1213 | 714 |
| 16 | 786 | -42.3 | 1362 | 683 |
| 17 | 813 | -29.0 | 1145 | 699 |
| 18 | 1746 | -1.3 | 1769 | 243 |
| 19 | 240 | -78.0 | 1091 | 766 |
| 20 | 1837 | 6.0 | 1733 | 198 |
| 21 | 1822 | 4.3 | 1746 | 305 |
| 22 | 961 | -18.4 | 1178 | 456 |
| 23 | 1937 | 8.1 | 1792 | 217 |

Şekil 5. Toplam antrenman yükünü kullanarak çalışan bir trafik ışığı sistemine genel bakış. Hem yetersiz hem de aşırı yük için işaretlenecek şekilde yapılandırılmıştır⁵⁸.

SONUÇ

Futbolda antrenman yükü toplama yöntemleri ve elde edilen verilerinin sayısında katlanarak bir artış olmuştur. Bu nedenle, spor bilimciler veri toplamadan önce takip sisteminin amacını ve takımının ihtiyaçlarını çok iyi bir şekilde analiz ederek ihtiyaçlar

doğrultusunda bir yol izlemelidir. Yapılan yük takibinin sonucu olarak elde edilen veriler basit, geçerli, güvenilir ve antrenmanlara yön verebilir hale getirilmelidir. Verileri analiz etmek için analitik yöntemler gerekli olabilir. Antrenman yük takip sisteminin başarısı, spor bilimcilerin gerekli bulguları ilgili personele iletebilmesi ve sporcunun durumu hakkında bilinçli kararlar alınmasına izin verilmesi ile belirlenir. Bilginin iletişimi, verilerin temel bulgularını vurgulayan çekici ve bilgilendirici raporlar üretmek kolaylaştırılabilir.

Antrenörlerin ve spor bilimcilerin odaklandığı, antrenman kayıplarının ve yükünün takibi performans için belirleyici ve önemli olduğu kadar; hazırlık, müsabaka ve geçiş dönemlerinin de planlanması için çok büyük önem arz etmektedir. Bununla birlikte futbol sektöründe, takımların gerçekleştirdikleri milyon dolarları aşan oyuncu transferlerinin, kontrol edilebilir ve yönetilebilir bir faktör olan "antrenman/müsabaka yükü" sayesinde, spor yaralanmalarından uzak tutmaya yardımcı bir antrenman aracı olarak değerlendirilmesi mümkün olabilir.

PRATİK UYGULAMALAR

- Spor bilimcilerin antrenman yükü takip sistemlerini hayata geçirmeden önce dikkate alması gereken birçok faktör vardır. Bu faktörler doğru, hedeflenen amaca uygun, geçerli ve güvenilir anahtar yük takip metriklerini ele alarak performans/sakatlık risk değişkenlerinin hassas bir şekilde belirlenmesini içerir. Spor bilimcilerin bu faktörleri göz önünde bulundurması tavsiye edilmektedir.
- Kanıta dayalı karar verme süreçlerine yardımcı olmak ve antrenman yükü takip verilerinden anlamlı bilgiler elde etmek için uygun analitik yöntemlerin kullanımı tavsiye edilmektedir.
- Antrenörler ve sporcular için basit ama bilgilendirici raporlar üreten görsel raporlama araçları geliştirilmesi tavsiye edilmektedir.
- Başarılı bir antrenman yükü takip sistemindeki olması gereken en temel özellik, teknik ekip ve oyuncularla kolay anlaşılabilir verileri paylaşarak, hızlı aksiyon alma özelliğine sahip olmasıdır.
- Spor bilimci ve antrenörlerin, antrenmanlara uzun araların verilmesi gerekli olduğu özel dönemlerdeki (Covid-19-uzun süreli sakatlık) antrenman eksikliğinin sahaya dönüşteki negatif etkilerini en aza indirerek sporcuların antrenman yükünü daha kontrollü devam ettirmeleri gerektiği düşünülmektedir. Bu da sporcuların geçmiş verilerini kullanarak, genel adaptasyonunu sağlamak ve bireysel farklılıklarını göz önüne alarak, planlama ve programlama yapmayı gerektirmektedir. Sporcuların en az sakatlık ve en optimum performans seviyesine gelmelerini sağlamak için bu derlemenin içerisindeki bilgilerin kılavuzluğunda yol haritalarını çıkartmaları tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Djaoui L., Haddad M., Chamari K., Dellal A. (2017). Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *Physiology & Behavior.* 181, 86-94.
2. Stølen T., Chamari K., Castagna C., Wisløff U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine.* 35(6), 501-536.
3. Vanrenterghem J., Nedergaard NJ., Robinson MA., Drust B. (2017). Training load monitoring in team sports: a novel framework separating physiological and biomechanical load-adaptation pathways. *Sports Medicine.* 47(11), 2135-2142.
4. Bompa T., Buzzichelli C. (2015). *Periodization training for sports*, 3. Baskı *Human Kinetics.*
5. Soligard T., Schwelnus M., Alonso JM., Bahr R., Clarsen B., Dijkstra HP., Dijkstra HP., Gabbett T., Gleeson M., Hägglund M., Hutchinson MR., van Rensburg CJ., Khan KM., Meeusen R., Orchard JW., Pluim BM., Raftery M., Budgett R. van Rensburg CJ. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine.* 50(17), 1030-1041.
6. Hausswirth C., Mujika I. (2013). Recovery for performance in sport. *Human Kinetics.*
7. Wang T., Lin Z., Day RE., Gardiner B., Landao-Bassonga E., Rubenson J., Kirk TB., Smith DW., Lloyd DG., Hardisty G., Wang A., Zheng Q., Zheng MH. (2013). Programmable mechanical stimulation influences tendon homeostasis in a bioreactor system. *Biotechnology and Bioengineering.* 110(5), 1495-1507.
8. Gabbett TJ. (2003). Incidence of injury in semi-professional rugby league players. *British Journal of Sports Medicine.* 37(1), 36-44.
9. Stevens TG., De Ruiter CJ., Van Maurik D., van Lierop CJ., Savelsbergh GJ., Beek PJ. (2015). Measured and estimated energy cost of constant and shuttle running in soccer players. *Medicine & Science in Sports Exercise.* 47(6), 1219-1224.
10. Di Prampero PE., Osgnach C. (2018). Metabolic power in team sports-part 1: an update. *International Journal of Sports Medicine.* 39(8), 581-587.
11. Cummins C., Orr R., O'Connor H., West C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. *Sports Medicine.* 43(10), 1025-1042.
12. Dupont G., Nedelec M., McCall A., McCormack D., Berthoin S., Wisløff U. (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *The American Journal of Sports Medicine.* 38(9), 1752-1758.
13. Bengtsson H., Ekstrand J., Waldén M., Hägglund M. (2013). Match injury rates in professional soccer vary with match result, match venue, and type of competition. *The American Journal of Sports Medicine.* 41(7), 1505-1510.
14. Aughey RJ. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 6(3), 295-310.
15. Halson SL. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine.* 44(2), 139-147.
16. Marqués-Jiménez D., Calleja-González J., Arratibel I., Delextrat A., Terrados N. (2017). Fatigue and recovery in soccer: Evidence and challenges. *The Open Sports Sciences Journal.* 10(1), 52-70.

17. Wisbey B., Montgomery PG., Pyne DB., Rattray B. (2010). Quantifying movement demands of AFL football using GPS tracking. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 13(5), 531-536.
18. Windt J., Gabbett TJ., Ferris D., Khan KM. (2017). Training load--injury paradox: Is greater preseason participation associated with lower in-season injury risk in elite rugby league players?. *British Journal of Sports Medicine.* 51(8), 645-650.
19. Snyder AC., Jeukendrup AE., Hesselink MKC., Kuipers H., Foster C. (1993). A physiological/psychological indicator of over-reaching during intensive training. *International Journal of Sports Medicine.* 14(1), 29-32.
20. Beneke R., Leithäuser RM., Ochentel O. (2011). Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 6(1), 8-24.
21. Smith RE., Schutz RW., Smoll FL., Ptacek JT. (1995). Development and validation of a multidimensional measure of sport-specific psychological skills: The Athletic Coping Skills Inventory-28. *Journal of Sport and Exercise Psychology.* 17(4), 379-398.
22. Smith RE., Smoll FL., Schutz RW. (1990). Measurement and correlates of sport-specific cognitive and somatic trait anxiety: The sport anxiety scale. *Anxiety Research.* 2(4), 263-280.
23. Gustavsson JP., Bergman H., Edman G., Ekselius L., Von Knorring L., Linder J. (2000). Swedish universities scales of personality (SSP): construction, internal consistency and normative data. *Acta Psychiatrica Scandinavica.* 102(3), 217-225.
24. Guastello SJ. (2014). Nonlinear dynamical models in psychology are widespread and testable. *American Psychologist.* 69(6), 628-629.
25. Main L., Grove JR. (2009). A multi-component assessment model for monitoring training distress among athletes. *European Journal of Sport Science.* 9(4), 195-202.
26. Petrie TA. (1992). Psychosocial antecedents of athletic injury: The effects of life stress and social support on female collegiate gymnasts. *Behavioral Medicine.* 18(3), 127-138.
27. Rushall BS. (1990). A tool for measuring stress tolerance in elite athletes. *Journal of Applied Sport Psychology.* 2(1), 51-66.
28. Morgan WP., Brown DR., Raglin JS., O'connor PJ., Ellickson KA. (1987). Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British Journal of Sports Medicine.* 21(3), 107-114.
29. Coen B., Schwarz L., Urhausen A., Kindermann W. (1991). Control of training in middle-and long-distance running by means of the individual anaerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine.* 12(6), 519-524.
30. Foster C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports Exercise.* 30(7), 1164-1168.
31. Millet GP., Candau RB., Barbier B., Busso T., Rouillon JD., Chatard JC. (2002). Modelling the transfers of training effects on performance in elite triathletes. *International Journal of Sports Medicine.* 23(1), 55-63.
32. Plews DJ., Laursen PB., Stanley J., Kilding AE., Buchheit M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine.* 43(9), 773-781.
33. Daanen HA., Lamberts RP., Kallen VL., Jin A., Van Meeteren NL. (2012). A systematic review on heart-rate recovery to monitor changes in training status in

- athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 7(3), 251-260.
34. Crowcroft S., Duffield R., McCleave E., Slattery K., Wallace LK., Coutts AJ. (2015). Monitoring training to assess changes in fitness and fatigue: The effects of training in heat and hypoxia. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 25, 287-295.
 35. Hopkins WG. (1991). Quantification of training in competitive sports. *Sports Medicine.* 12(3), 161-183.
 36. Nederhof E., Lemmink KA., Visscher C., Meeusen R., Mulder T. (2006). Psychomotor speed. *Sports Medicine.* 36(10), 817-828.
 37. Halson SL. (2014). Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep. *Sports Medicine.* 44(1), 13-23.
 38. Davis C., Brewer H., Ratusny D. (1993). Behavioral frequency and psychological commitment: Necessary concepts in the study of excessive exercising. *Journal of Behavioral Medicine.* 16(6), 611-628.
 39. Buchheit M. (2017). Want to see my report, coach. *Aspetar Sports Medicine Journal.* 6, 36-43.
 40. Thornton HR., Delaney JA., Duthie GM., Dascombe BJ. (2019). Developing athlete monitoring systems in team sports: Data analysis and visualization. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 14(6), 698-705.
 41. Williams S., Trewartha G., Cross MJ., Kemp SP., Stokes KA. (2017). Monitoring what matters: A systematic process for selecting training-load measures. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 12(2), 101-106.
 42. Team RDC. (2013). A language and environment for statistical computing. *Foundation for statistical computing: Vienna, Austria. Computing.* 1, 12-21.
 43. Rogalski B., Dawson B., Heasman J., Gabbett TJ. (2013). Training and game loads and injury risk in elite Australian footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 16(6), 499-503.
 44. Colby MJ., Dawson B., Heasman J., Rogalski B., Gabbett TJ. (2014). Accelerometer and GPS-derived running loads and injury risk in elite Australian footballers. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 28(8), 2244-2252.
 45. Gabbett TJ., Ullah S., Jenkins D., Abernethy B. (2012). Skill qualities as risk factors for contact injury in professional rugby league players. *Journal of Sports Sciences.* 30(13), 1421-1427.
 46. Gabbett TJ., Jenkins DG. (2011). Relationship between training load and injury in professional rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 14(3), 204-209.
 47. Gabbett TJ., Domrow N. (2007). Relationships between training load, injury, and fitness in sub-elite collision sport athletes. *Journal of Sports Sciences.* 25(13), 1507-1519.
 48. Gabbett TJ., Ullah S., Finch CF. (2012). Identifying risk factors for contact injury in professional rugby league players-application of a frailty model for recurrent injury. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 15(6), 496-504.
 49. Gabbett TJ. (2010). The development and application of an injury prediction model for noncontact, soft-tissue injuries in elite collision sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 24(10), 2593-2603.

50. Cross MJ., Williams S., Trewartha G., Kemp SP., Stokes KA. (2016). The influence of in-season training loads on injury risk in professional rugby union. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 11(3), 350-355.
51. Hulin BT., Gabbett TJ., Lawson DW., Caputi P., Sampson JA. (2016). The acute chronic workload ratio predicts injury: High chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *British Journal of Sports Medicine*. 50(4), 231-236.
52. Hulin BT., Gabbett TJ., Blanch P., Chapman P., Bailey D., Orchard JW. (2014). Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *British Journal of Sports Medicine*. 48(8), 708-712.
53. Akenhead R., Nassis, GP. (2016). Training load and player monitoring in high-level football: Current practice and perceptions. *International Journal of Sports Physiology And Performance*. 11(5), 587-593.
54. Akenhead R., Harley JA., Twedde SP. (2016). Examining the external training load of an English Premier League football team with special reference to acceleration. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 30(9), 2424-2432.
55. Martín-García A., Díaz AG., Bradley PS., Morera F., Casamichana D. (2018). Quantification of a professional football team's external load using a microcycle structure. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 32(12), 3511-3518.
56. Holt CC. (2004). Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages. *International Journal of Forecasting*. 20(1), 5-10.
57. Menaspà MJ., Menaspà P., Clark SA., Fanchini M. (2018). Validity of the online athlete management system to assess training load. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 13(6), 750-754.
58. Robertson S., Bartlett JD., Gatin PB. (2017). Red, amber, or green? Athlete monitoring in team sport: The need for decision-support systems. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 12(2), 273-279.
59. Lacom M., Simpson B., Buchheit M. (2018). Monitoring training status with player-tracking technology: Still on the road to Rome. *Aspetar Sports Medicine Journal*. 7, 54-63.