



Elit Kadın Voleybolcularda Subjektif, Mekanik ve Fizyolojik Yük Parametrelerinin Antrenman Yükü Planlamasına Etkisi

Caner ATASEVER¹ , Selda BEREKETYÜCEL²

Özet

Amaç: Bu çalışma, elit kadın voleybolcularda antrenman ve müsabaka süresince gözlemlenen iç ve dış yük değişkenleri arasındaki ilişkileri analiz etmeyi amaçlamaktadır. Elde edilen bulgular, daha bütüncül bir yaklaşım sunarak sakatlık riskinin azaltılmasına ve performans gelişiminin desteklenmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Yöntem: Bu deneysel çalışmaya 12 elit kadın voleybolcu (boy=184,3±4,66 cm; yaş=26,5±4,46 yıl; vücut ağırlığı=75,2±6,43 kg; vücut yağ oranı=17,9±5,04%) katılmıştır. 5 hafta süresince antrenman ve müsabakalarda Eğitim İmpulsu (Training Impulse, TRIMP), Ortalama Kalp Atım Hızı (OKA), Algılanan Zorluk Derecesi (AZD), Sıçrama Sayısı (SS) ve Sıçrama Frekansı (ST=SS/dk) ölçülmüştür. Değişkenler arası ilişkiler Spearman korelasyonu ile incelenmiştir (p<0,05). Gruplar arası karşılaştırmalarda General Lineer Model Univariate Prosedürü kullanılmıştır.

Bulgular: Antrenman ve müsabakalarda Eğitim İmpulsu (TRIMP), Sıçrama Sayısı (SS) (antrenman r=0,38; müsabaka r=0,72), Sıçrama Frekansı (ST) (antrenman r=0,12; müsabaka r=0,69), Algılanan Zorluk Derecesi (AZD) (antrenman r=0,36; müsabaka r=0,41) ve Ortalama Kalp Atım Hızı (OKA) (antrenman r=0,73; müsabaka r=0,92) ile korelasyon içindedir. Pasörler, en yüksek Sıçrama Sayısı (SS) ve Sıçrama Frekansı (ST) değerleriyle diğer mevkilerden farklıdır (p<0,001). Eğitim İmpulsu (TRIMP) ve Ortalama Kalp Atım Hızı (OKA) müsabakalarda daha yüksek, Sıçrama Sayısı (SS), Sıçrama Frekansı (ST) ve Algılanan Zorluk Derecesi (AZD) ise antrenmanlarda daha yüksek olarak gözlemlenmiştir.

Sonuç: İç ve dış yük parametreleri arasındaki ilişkiler hem fizyolojik hem de mekanik yük takibinin birlikte yapılmasının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca mevkilere ve seans tiplerine göre gözlemlenen farklılıklar, bireyselleştirilmiş yük planlamasının ve takibinin önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antrenman Yükü, Dış Yük, İç Yük, Trimp, Voleybol.

Impact of Subjective, Mechanical and Physiological Load Parameters on Training Load Planning in Elite Female Volleyball Players

Abstract

Aim: This study aimed to analyze the relationships between internal and external load variables observed during training and competition sessions in elite female volleyball players. The findings are expected to contribute to injury risk reduction and performance enhancement by providing a more holistic approach to load monitoring.

Methods: Twelve elite female volleyball players (height=184.3 ± 4.66 cm; age=26.5±4.46 years; body weight=75.2±6.43 kg; body fat percentage=17.9±5.04%) participated in this experimental study. Over a 5-week period, the following variables were measured during training and competition: Training Impulse (TRIMP), Mean Heart Rate (HRmean), Rating of Perceived Exertion (RPE), Jump Count (JC), and Jump Frequency (JF=JC/min). Relationships among variables were analyzed using Spearman correlation coefficients (p<0.05). Group comparisons were conducted using the General Linear Model Univariate Procedure.

Results: During training and matches, Training Impulse (TRIMP) was correlated with Jump Count (JC) (training r=0.38; match r=0.72), Jump Frequency (JF) (training r=0.12; match r=0.69), Rating of Perceived Exertion (RPE) (training r=0.36; match r=0.41), and Mean Heart Rate (HRmean) (training r=0.73; match r=0.92). Setters showed significantly higher Jump Count (JC) and Jump Frequency (JF) values compared to other positions (p<0.001). Training Impulse (TRIMP) and Mean Heart Rate (HRmean) values were higher during matches, whereas Jump Count (JC), Jump Frequency (JF), and Rating of Perceived Exertion (RPE) values were higher during training.

Conclusion: The relationships between internal and external load parameters emphasize the importance of monitoring both physiological and mechanical loads. Additionally, the positional and session-type differences observed highlight the necessity of individualized load planning and monitoring in elite volleyball players.

Keywords: Internal Load, Volleyball, External Load, Training Load, Trimp.

Gönderi Tarihi : 15.07.2025

Kabul Tarihi : 25.09.2025

Online Yayın Tarihi : 30.09.2025

<https://doi.org/10.18826/useeabd.1742882>

GİRİŞ

Takım sporcuları üzerinde yapılan çalışmalar, haftalık antrenman yükünde %15'in üzerindeki artışların sakatlık riskini %21 ila %49 oranında artırabildiğini, bu artış %50'ye ulaştığında ise riskin %38'e kadar çıkabildiğini göstermektedir (Gabbett, 2016). Yüklenmenin, antrenman yükünün düzenli bir şekilde

¹ Sorumlu Yazar: Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, caneratasever@gmail.com

² Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Türkiye, seldabereket@hotmail.com



izlenmesinin, sakatlık riskinin azaltılmasının yanı sıra sporcunun performansının artırılması ve aşırı yüklenmenin önlenmesi açısından kritik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir (Soligard ve ark., 2016).

Antrenman yükü yaygın olarak iç ve dış yük olarak iki ana başlık altında değerlendirilmektedir (Impellizzeri ve ark., 2019). Dış yük gerçekleştirilen fiziksel aktivitenin nicel özelliklerini, iç yük ise sporcunun bu aktiviteye verdiği fizyolojik ve psikolojik tepkileri ifade etmektedir (Bourdon ve ark., 2017). Buna paralel olarak, yük takibi yöntemleri subjektif ve objektif olmak üzere de ikiye ayrılmaktadır. Subjektif yük, sporcunun antrenmana dair kendi deneyimine odaklanırken, objektif yük ölçülebilir fizyolojik ve mekanik parametreleri kapsamaktadır (Bourdon ve ark., 2017).

Voleybol gibi çok fazla sayıda sıçrama içeren sporlarda, inişler ve ani yön değiştirmeler sırasında ortaya çıkan eksantrik yüklenmeler, yorgunluk ve kas hasarını artırarak atletik performansta düşüşe neden olabilmektedir (Souglis ve ark., 2015). Bu fizyolojik zorlanmalar ile yüksek rekabet ortamının birleşimi, sporcuların toparlanma süreçlerini olumsuz etkilemektedir (Clemente ve ark., 2020; Fessi ve ark., 2016). Bu doğrultuda, antrenman ve müsabakanın sporcular üzerindeki fizyolojik, psikolojik ve biyomekanik etkilerinin bilinmesi, yapılan iş açısından ve sporcuların bu işe verdiği yanıt açısından analiz edilmesi gerekmektedir (Vavassori ve ark., 2024). Voleybolda dış yük takibinde en yaygın kullanılan parametreler sıçrama sayısı (SS) ve sıçrama yüksekliği olarak karşımıza çıkmaktadır (Sheppard ve ark., 2009; Mroczek ve ark., 2014; Skazalski ve ark., 2018a, 2018b; Rabello ve ark., 2019; Lima ve ark., 2019a, 2019b; Pawlik ve ark., 2020; García-de-Alcaráz ve ark., 2020). Bu yaklaşım, savunma pozisyonlarının yoğun olduğu ve nispeten düşük SS'na sahip antrenmanların, antrenörler tarafından toparlanma antrenmanları olarak değerlendirilmesine zemin hazırlamaktadır (Pawlik ve ark., 2022). Ancak son yıllarda kullanımı artan lokal konumlandırma sistemleri sayesinde, SS'ndan ziyade toplam akselerasyon sayısının daha belirleyici bir parametre olabileceği öne sürülmektedir (Pawlik ve Mroczek, 2022). Antrenmanları dış yük perspektifinden izlemek önemli olmakla birlikte, aynı dış antrenman yüküne maruz kalan sporcuların farklı iç yük yanıtları verdiği gözlemlenmiş olup bu durum, iç yükün de mutlaka dikkate alınması gerektiğini göstermektedir (Sparks ve ark., 2017). Örneğin, bir atlet, iki farklı bisiklet testinde aynı güç çıktısını üretmesine rağmen, kaydedilen kalp atım hızı (KAH) yanıtları farklılık göstermekte ve antrenman sonuçlarını değiştirmektedir (McGuigan, 2017). Voleybolda iç antrenman yükünün takibinde ise en yaygın kullanılan yöntem, düşük maliyeti ve kolay uygulanabilirliği ile öne çıkan algılanan zorluk derecesi (AZD) yöntemidir (Vavassori ve ark., 2024). Ancak AZD yönteminin, subjektif doğası nedeniyle psikolojik durum, bireysel deneyim, antrenman türü ve motivasyon gibi çeşitli faktörlerden etkilendiği bilinmektedir (Foster ve ark., 2001; Impellizzeri ve ark., 2004; Haddad ve ark., 2017; McLaren ve ark., 2017). Bu sebeple AZD yönteminin bazı sınırlamalara sahip olduğunu vurgulanırken, KAH gibi objektif ölçümlerin de eklenmesinin daha kapsamlı ve güvenilir analizler sağlayacağı belirtilmektedir (Haddad ve ark., 2017). Ancak voleybolda KAH ve buna dayalı iç yük göstergesi olan “Antrenman Uyarısı (TRIMP)” kullanımı ise diğer sporlara kıyasla oldukça sınırlıdır (Vavassori ve ark., 2024). Oysaki KAH ve TRIMP, sporcunun fizyolojik yanıtını doğrudan yansıtmaları açısından iç yük takibinde güvenilir değerlendirmeler sunmaktadır (Banister, 1991). Özellikle TRIMP, aktivite süresi ve KAH bölgelerini dikkate alarak iç yükü nicel olarak ifade edebilmesiyle daha objektif bir iç yük değerlendirmesi sunmaktadır (Borresen ve Lambert, 2008).

Sonuç olarak antrenman programlarının oluşturulmasında ve yük takibinde iç ve dış yüklerin ayrı ayrı değerlendirilmesi ve bu iki parametre arasındaki ilişkinin anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle bireysel düzeyde yapılan yük takibi, sporcunun günlük fizyolojik ve psikolojik durumuna göre antrenman içeriğinin düzenlenmesini mümkün kılmakta ve bu da sakatlık riskini azaltarak antrenman verimliliğini arttırmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, elit kadın voleybolcularda iç ve dış antrenman yükünü değerlendiren parametreler arasındaki ilişkiyi ve bu ilişkinin antrenman planlamasına etkisinin incelenmesidir.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, elit kadın voleybolcularda antrenman ve müsabaka süresince iç ve dış yük parametreleri arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla yürütülmüş, kontrol grubu bulunmayan tek grup deneysel bir çalışmadır. Çalışma 5 hafta boyunca aynı katılımcılar üzerinde tekrar ölçümlere dayalı olarak

gerçekleştirilmiştir. Araştırmada bağımlı değişkenler iç ve dış yük göstergeleri (Eğitim İmpulsu, ortalama kalp atım hızı, algılanan zorluk derecesi, sıçrama sayısı ve sıçrama frekansı), bağımsız değişken ise oturum türü (antrenman veya müsabaka) ve oyuncu pozisyonudur.

Evren ve örneklem

Çalışmanın evrenini; 18-35 yaş aralığında bulunan ulusal seviyede yarışmış, 2024-2025 müsabaka yılı için yapılmış lisans vizesinde spor yapmasında sakınca olmadığına dair doktor onayı bulunan, kardiyovasküler rahatsızlığı olmayan, nörolojik ve psikiyatrik bozuklukları ile kas-iskelet sistemi sakatlığı bulunmayan Türkiye Voleybol Federasyonu Kadınlar Liglerinde müsabakaya katılan bireyler oluştururken, çalışmanın örneklemini İzmir ilinden olasılığa dayalı olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi ile seçilmiş 18-35 yaş aralığında bulunan Göztepe Spor Kulübü'nde elit düzeyde yarışmalara katılan 12 kadın voleybolcu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılara ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri

Değişkenler	n	Ortalama $\pm$ SS	Minimum	Maksimum
Boy uzunluğu (cm)	12	184,3 $\pm$ 4,66	176	191
Yaş (yıl)	12	26,5 $\pm$ 4,46	18	33
Vücut ağırlığı (kg)	12	75,2 $\pm$ 6,43	67,2	87,6
Vücut yağ oranı (%)	12	17,9 $\pm$ 5,04	11,5	26,2
Aktif dikey sıçrama (cm)	12	34,6 $\pm$ 6,32	27,6	46,4
Skuat sıçrama (cm)	12	32,2 $\pm$ 6,70	24,9	43,9

Veri toplama araçları

Katılımcılar çalışma öncesi bir günde çalışmaya gönüllü olarak katıldıklarını, çalışmanın amacını ve içeriğini anladıklarını belirten bir onam formu imzalamışlardır. Onam formunun imzalanmasını takiben boy, vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi gibi antropometrik ölçümler yapılmıştır. Beş dakika koşu, dinamik germe ve çeşitli sıçramalar içeren ısınmanın ardından katılımcıların profillerini değerlendirmek üzere alt ekstremité güç testleri olarak aktif dikey sıçrama (CMJ) ve skuat sıçrama (SJ) yapılmıştır.

Çalışmanın verileri, 2024-2025 Türkiye Voleybol Federasyonu Kadınlar 1. Ligi yarışma evresinde 19. ve 23. mikro döngüler süresince toplanmıştır. Her mikro döngü beş birim antrenman ve bir müsabaka içermektedir. Her birim antrenman ve müsabakada KAH verileri kaydedilmiştir. KAH verileri aracılığıyla TRIMP hesaplanmıştır. Her seanstan ortalama 30 dakika sonra katılımcıların AZD skorları alınmıştır. Kaydedilen antrenman ve müsabaka görüntülerinden her bir katılımcının sıçrama adetleri sayılarak, sıçrama sayısı/dk hesabıyla sıçrama temposu bulunmuştur. Veri toplama süresince katılımcıların rutin antrenman programlarına müdahale edilmemiştir. Çalışmanın akış şeması Şekil 1'de verildiği gibidir.

Antropometrik Ölçümler: Çalışma öncesi antropometrik ölçümler yapılmıştır. Katılımcıların boy uzunluğu portatif stadiometre (Holtain, İngiltere) ile yalınayak ölçülmüştür. Vücut yağ oranı ölçümü için skinfold kaliper (Harpender, Flexbar C.O., Florida, USA) kullanılmıştır. Deri kıvrımının 1 cm kadar derinliğine inilerek gözlenen değer iki-üç saniye içinde okunmuştur. Yağ yüzdesinin belirlenmesinde Jackson ve ark. (1980) tarafından geliştirilen 3 bölgeli hesaplama yöntemi ile triceps, suprailiak ve uyluk bölgelerinin deri kıvrımlarının milimetre cinsinden kaydedilerek hesaplandığı formül kullanılmıştır. Vücut ağırlığı ölçümünde dijital tartı (Fakir Hausgeräte, Vaihingen/Enz, GERMANY) kullanılmıştır. Katılımcıların vücut ağırlığı etkilenmeyecek şekilde şort ve tişört ile gerçekleştirilmiştir.

Alt Ekstremité Güç Testleri: Bu testler çalışma öncesi katılımcıların profillerinin değerlendirilmesi amacıyla bir kez uygulanmıştır. CMJ ve SJ yüksekliklerinin ölçümü Kontak Mat (DIN2 Chronojump, Chronojump Boscosystem C.O., Barcelona, SPAIN) ve Chronojump Yazılımı (Versiyon 2.2.0 for MacOS, Chronojump Boscosystem C.O., Barcelona, SPAIN) kullanılarak yapılmıştır. CMJ için ayakta dik pozisyonda başlayıp kalça, diz ve ayak bileği eklemine hızlı fleksiyon ve ardından hemen ekstansiyon yaptırarak dikey yönlü maksimum bir yer değiştirme gerçekleştirilmesi istenmiştir. Sıçrama sırasında diz açısının 90 derece fleksiyondan daha aşağıya inmesine izin verilmemiştir. SJ için katılımcıdan dizlerin 90 derece fleksiyonda olduğu statik yarı çömelleme pozisyonunda başlayıp, kalça, diz ve ayak bileğini hızla ekstansiyona getirerek yer çekimine karşı dikey yönlü maksimum bir yer değiştirme gerçekleştirilmesi istenmiştir. Her katılımcı için testler 3'er dakika dinlenme aralığı verilerek

3 defa uygulanmıştır. Sıçrama yükseklikleri santimetre cinsinden değerlendirilmiş ve en iyi derece ölçüm verisi olarak kaydedilmiştir.

Aşağıdaki değişkenler, beş mikro döngü süresince her antrenman ve müsabaka seansında kaydedilmiştir. Her mikro döngü 5 antrenman ve 1 müsabaka seansı içermektedir.

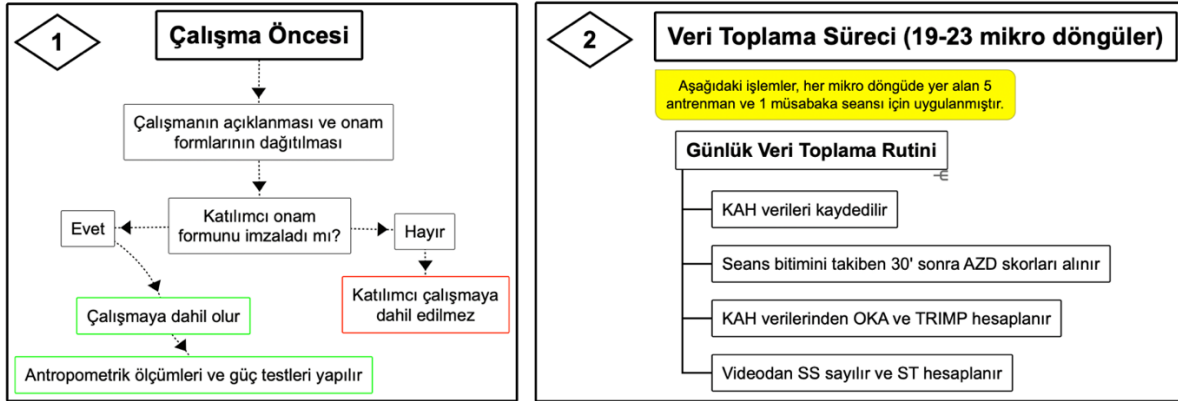
Sıçrama Sayısı (SS) ve Sıçrama Temposu (ST): Katılımcıların sıçrama sayısı (SS) ve sıçrama temposu (ST) objektif dış antrenman yükü olarak ölçülmüştür. SS verileri, Sony HDR-CX240E Dijital Video Kamera (Sony C.O., Tokyo, JAPAN) ile kayıt altına alınan antrenman ve müsabaka görüntülerinden sayılarak elde edilmiştir. ST verileri, SS/dk işlemi ile hesaplanmıştır.

Algılanan Zorluk Derecesi (AZD): Katılımcıların subjektif iç antrenman yüklerini belirlemek amacıyla AZD yöntemi Foster'ın (2001) CR-10 skalası kullanılarak uygulanmıştır. Katılımcılara antrenman ya da müsabakayı takiden yaklaşık 30 dakika sonra "Antrenman/müsabaka sizin için ne kadar zordu?" sorusu yöneltilerek AZD skorları alınmıştır.

Kalp Atım Hızı (KAH): Antrenman ve müsabakalar süresince katılımcıların objektif iç antrenman yüklerini belirlemek amacıyla KAH ölçümleri yapılmıştır. KAH ölçümleri Polar (Polar Electro Inc., Bethpage, NY, USA) OH1 optik kalp atım sensörü aracılığıyla, verilerin izlenmesi ve kaydedilmesi SquatHR (Versiyon 3.56.1 Trackteam Pyt. Ltd.) iPad (Apple Inc., Cupertino, CA, USA) uygulaması ile gerçekleştirilmiştir. Polar OH1 optik sensörler katılımcıların sağ ya da sol kollarına humerusun tam ortasına gelecek şekilde konumlandırılmıştır. KAH verileri antrenman ve müsabakaların ısınma evresinin başından itibaren toplanmıştır.

Ortalama Kalp Atım Hızı (OKA): Verilerin kaydedilmesinde kullanılan SquatHR (Versiyon 3.56.1 Trackteam Pyt. Ltd.) uygulaması aracılığıyla elde edilen saniyelik KAH verileri doğrultusunda, her birim antrenman ve müsabaka süresince ortaya çıkan OKA değerleri hesaplanmıştır.

TRIMP: Bu çalışmada TRIMP hesaplanmasında Edwards'ın (Edwards, 1993) metodu kullanılmıştır. Bu yöntemde 5 farklı KAH alanında (Bölge1 = 50-60% KAH_{maks}, Bölge2 = 60-70% KAH_{maks}, Bölge3 = 70-80% KAH_{maks}, Bölge4 = 80-90% KAH_{maks}, Bölge5 = 90-100% KAH_{maks}) geçirilen süreler dakika cinsinden hesaplanıp o alana ait katsayılar ile çarpılmıştır. Daha sonra her alan için çıkan sonuçlar toplanarak antrenman yükü hesaplanmıştır.



Şekil 1. Çalışmanın akış şeması

Veri analizi

Çalışmanın verileri SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, Versiyon 26.0. Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik paket programında değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ile saptanmıştır. Yük metriklerinin arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde verilerin normal dağılımı durumunda Pearson korelasyon katsayısı, verilerin normal dağılmaması halinde Spearman korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir. Seanslar arası karşılaştırmalarda Tek Değişkenli Genel Doğrusal Model kullanılarak, bağımsız değişkenlerin (seans tipi, mevki), bağımlı değişkenler (TRIMP, AZD, OKA, SS, ST) üzerindeki etkisi incelenmiştir. Seanslar arası farklılıkların belirlenmesinde post-hoc çoklu karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi uygulanmıştır. Değerlendirmelerde $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. .

BULGULAR

Seans tipine göre yük değişkenleri arasındaki ilişkilerin incelendiği Spearman korelasyonu Tablo 2’de verildiği gibidir.

Tablo 2. Seans tipine göre yük değişkenleri arasındaki ilişkiler

Seans Tipi			TRIMP	AZD	OKA	SS
Antrenman	AZD	ρ^{**}	0,368*	.	.	.
	OKA	ρ^{**}	0,736*	0,108	.	.
	SS	ρ^{**}	0,389*	0,316*	0,211*	.
	ST	ρ^{**}	0,129*	0,114	0,129*	0,900*
Müsabaka	AZD	ρ^{**}	0,415*	.	.	.
	OKA	ρ^{**}	0,921*	0,343*	.	.
	SS	ρ^{**}	0,723*	0,341*	0,611*	.
	ST	ρ^{**}	0,697*	0,316*	0,611*	0,988*

*istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$); **Spearman korelasyon katsayısı

Müsabakalardan elde edilen yük değişkenlerinin tümünün birbiri ile pozitif yönlü istatistiksel olarak anlamlı ilişkileri vardır ($p<0,05$). Antrenmanlarda ise AZD’nin OKA ve ST ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkisi olmadığı gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Antrenmanlardaki yük metriklerinin mevkilere göre Tek Değişkenli Genel Doğrusal Model kullanılarak yapılan karşılaştırmaları Tablo 3’te verildiği gibidir. Post-hoc analizi olarak Bonferroni testi uygulanmıştır.

Tablo 3. Mevkilere göre birim antrenmanlardaki yük metriklerinin karşılaştırılması

	Pasör	Smaçör	Orta Oyuncu	Pasör Çaprazı	Test İstatistiği	p
TRIMP	240,83±92,89	244,64±87,61	235,78±109,79	201,1±89,13	2,215	0,087
	252,78(81,90-469,25)	253,41(81,90-469,25)	232,05(31,13-490,0)	189,80(49,43-377,77)		
AZD	5,84±1,68	6,10±1,47	6,89±1,48	6,44±1,32	5,903	<0,001
	6(3-10)	6(3-10)	7(4-10)	7(4-9)		
OKA	120,97±8,05	121,30±6,96	124,73±12,95	119,15±12,81	3,145	0,026
	122(95-134)	122(105-134)	124(93-147)	120(96-145)		
SS	107,87±35,01	62,29±23,47	93,89±40,33	65,51±25,38	28,850	<0,001
	110(38-170)	63(16-123)	91(17-196)	59(10-139)		
ST	1,03±0,28	0,58±0,20	0,88±0,34	0,63±0,22	36,737	<0,001
	1,07(0,34-1,80)	0,54(0,20-1,16)	0,87(0,18-1,60)	0,65(0,14-1,12)		

*istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$); Sayısal değişkenler ortalama±standart sapma medyan(min-maks) olarak verilmiştir

Birim antrenmanlarda mevkiler arasında AZD, OKA, SS ve ST değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Pasörler SS ve ST, orta oyuncular AZD ve OKA değişkenlerinde en yüksek ortalama değerlere sahiptirler. Müsabakalardaki yük metriklerinin mevkilere göre Tek Değişkenli Genel Doğrusal Model kullanılarak yapılan karşılaştırmaları Tablo 4’te verildiği gibidir. Post-hoc analizi olarak Bonferroni testi uygulanmıştır.

Tablo 4. Mevkilere göre müsabakalardaki yük metriklerinin karşılaştırılması

	Pasör	Smaçör	Orta Oyuncu	Pasör Çaprazı	Test İstatistiği	p
TRIMP	386,58±202,40	320,65±142,88	311,72±97,03	289,64±175,03	0,740	0,533
	350,54(148,52-690,77)	333,44(93,40-566,07)	318,18(157,80-547,57)	265,17(69,58-545,90)		
AZD	4±0,66	5,05±1,39	6,43±1,71	4,70±1,63	6,656	<0,001
	4(3-5)	5(2-7)	6,50(3-10)	4(3-8)		
OKA	128,60±14,37	123,30±9,84	129,50±9,85	121,90±10,66	1,610	0,198
	129(112-145)	125(106-139)	130(111-146)	123,50(101-134)		
SS	90±36,07	41,50±24,83	55,06±30,03	31,20±25,84	8,520	<0,001
	87(50-145)	41,50(10-81)	56(12-103)	22(10-83)		
ST	0,67±0,26	0,30±0,18	0,41±0,22	0,2±0,18	9,213	<0,001
	0,66(0,35-1,02)	0,31(0,06-0,57)	0,45(0,08-0,74)	0,15(0,06-0,57)		

*istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$); Sayısal değişkenler ortalama±standart sapma medyan(min-maks) olarak verilmiştir

Müsabakalarda mevkiler arasında AZD, SS ve ST değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Pasörler en yüksek SS ve ST, orta oyuncular en yüksek AZD değerine sahiptir. En düşük SS ve ST ortalamaları pasör çaprazlarına, en düşük AZD ortalaması pasör mevkisine aittir.

Yük metriklerinin seans tipine göre Tek Değişkenli Genel Doğrusal Model kullanılarak yapılan karşılaştırmaları Tablo 5'te verildiği gibidir. Post-hoc analizi olarak Bonferroni testi uygulanmıştır.

Tablo 5. Seans tipine göre yük metriklerinin karşılaştırılması

	Antrenman	Müsabaka	Test İstatistiği	<i>p</i>
TRIMP	233,62±96,56 234,6(31,13-490)	330,05±149,16 318,18(69,58-690,77)	36,681	<0,001
AZD	6,35±1,54 6,0(3-10)	5,19±1,65 5(2-10)	25,137	<0,001
OKA	121,88±10,48 122,0(93,0-147)	125,77±11,08 127,5(101-146)	6,189	0,013
SS	80,44±36,60 75,0(10-196)	52,19±34,13 50,50(10-145)	27,984	<0,001
ST	0,76±0,32 0,72(0,14-1,80)	0,38±0,25 0,4(0,06-1,02)	66,623	<0,001

*istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$); Sayısal değişkenler ortalama±standart sapma medyan(min-maks) olarak verilmiştir

TRIMP, AZD, OKA, SS ve ST değişkenlerinde, antrenman ve müsabaka değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Müsabakaların TRIMP ve OKA değerleri antrenmanlara göre daha yüksektir. Antrenmanların AZD, SS ve ST değerleri müsabakalara göre daha yüksektir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, elit kadın voleybolcularda antrenman ve müsabakalar süresince gözlemlenen iç ve dış yük değişkenleri arasındaki ilişkileri inceleyerek, bu değişkenlerin antrenman yükü planlamasına etkilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Seans tipine göre yapılan korelasyon analizlerinde TRIMP'in hem antrenman hem de müsabakalarda, SS ve ST ile olan pozitif yönlü ilişkileri, mekanik dış yükler ile fizyolojik yanıtların uyumlu olduğunu göstermektedir. AZD'nin ise müsabakalardaki dış yük parametreleriyle pozitif ama düşük düzeyli korelasyonu ($r=0,316$; $0,341$), subjektif yük algısının bireysel ve psikolojik faktörlerden etkilendiğini desteklemektedir (Haddad ve ark., 2017). Bu bulguya paralel olarak Lima ve ark. (2020), AZD ile SS arasında düşük pozitif korelasyon ($r=0,17$) tespit etmiştir.

Mevkilere göre yapılan karşılaştırmalarda pasörlerin en yüksek SS ve ST değerlerine sahip olması oyun kurulumunda görev almalarına bağlanabilir. Benzer şekilde pasörlerin antrenman ve müsabakalarda en yüksek SS değerlerine sahip olduklarını destekleyen çalışmalar mevcuttur (Song ve ark., 2024; Lin ve ark., 2024; Skazalski ve ark., 2018). Ancak mevkiler arası yük farklılıklarını inceleyen çalışmalarda farklı sonuçlar görmek mümkündür. Örneğin Alcaraz ve ark. (2020), orta oyuncuların antrenmanlarda en yüksek SS değerlerine sahip olduklarını gözlemlemiştir. Bulgulardaki farklılıkların, pasörlerin stili, mevkilere özel görev dağılımı ve sorumlulukların takımlara özel farklılaşması sebebiyle ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Seans tipine göre yapılan karşılaştırmalarda, TRIMP ve OKA değerlerinin müsabakalarda daha yüksek, AZD, SS ve ST değerlerinin ise antrenmanlarda daha yüksek olması, dış yükün antrenmanlarda yoğun olmasına rağmen, iç fizyolojik yükün müsabakalarda daha baskın olduğunu göstermektedir. Impellizzeri ve ark. (2019) fizyolojik ihtiyacın dış yükten bağımsız olarak artabileceğini, Saw ve ark. (2016) ise müsabakalardaki adrenalin ve rekabet ortamının AZD algısını düşürebileceğini vurgulamıştır. Bu durum, motivasyon gibi faktörlerin öznel yük algısını etkileyebileceğini, bu nedenle fizyolojik yüklerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulayan çalışmaları doğrular niteliktedir (Saw ve ark., 2016). TRIMP özelinde gözlemlenen antrenman ve müsabaka farklılıkları, KAH'nın müsabaka ortamındaki stres ve heyecan gibi faktörlerden etkilenmesiyle ve voleybolda müsabakanın sürekli ve yüksek tempoda gerçekleşmesiyle açıklanabilir. Bu çalışmadaki bulgular da literatüre uyumlu olarak iç ve dış yük göstergelerinin şartlara göre farklılaştığını göstermektedir.

Bu çalışma elit kadın voleybolcularda iç ve dış yük değişkenlerinin ilişkisini, bunların mevkiye ve seansa özel detaylarını ortaya koymuştur. Bulgular, antrenman yükü takibini hem objektif ve fizyolojik ölçümler hem de subjektif algılar aracılığıyla değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle TRIMP gibi fizyolojik ölçütlerin müsabakalarda belirgin olması, antrenman yükü planlanmasında göz önünde bulundurulmalıdır. Değişkenlerin psikolojik veya dış faktörlerden etkilendiği unutulmamalıdır.

Yük planlamalarını subjektif, mekanik ve fizyolojik parametreleri birlikte değerlendirerek yapmak sakatlık riskini düşürmek ve performans gelişimi için kaçınılmazdır.

Etik Onay İzin Bilgileri

Etik Kurul Komitesi: Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu

Protokol/Sayı Numarası: 09.2025-25-0098

KAYNAKÇA

- Banister, E. W. (1991). Modeling elite athletic performance. *Physiological Testing of Elite Athletes*. Human Kinetics.
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Quantifying training load: A comparison of subjective and objective methods. *International Journal Of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 16-30. <https://doi.org/10.1123/ijssp.3.1.16>
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., ... Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International Journal Of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 2161-2170. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>
- Clemente, F. M., Silva, A. F., Sarmiento, H., Ramirez-Campillo, R., Chiu, Y. W., Lu, Y. X., ... Chen, Y. S. (2020). Psychobiological changes during national futsal team training camps and their relationship with training load. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 1843. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061843>
- Fessi, M. S., Nouira, S., Dellal, A., Owen, A., Elloumi, M., & Moalla, W. (2016). Changes of the psychophysical state and feeling of wellness of professional soccer players during pre-season and in-season periods. *Research in Sports Medicine*, 24(4), 375-386. <https://doi.org/10.1080/15438627.2016.1222278>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115. <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
- Gabbett T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273-280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- García-de-Alcaraz, A., Ramírez-Campillo, R., Rivera-Rodríguez, M., & Romero-Moraleda, B. (2020). Analysis of jump load during a volleyball season in terms of player role. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(10), 973-978. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.03.002>
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-rpe method for training load monitoring: validity, ecological usefulness, and influencing factors. *Frontiers in Neuroscience*, 11, 612. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270-273. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2018-0935>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of rpe-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042-1047. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000128199.23901.2f>
- Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Ward, A. (1980). Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12(3), 175–181.
- Lima, R. F., Palao, J. M., & Clemente, F. M. (2019a). Jump performance during official matches in elite volleyball players: A pilot study. *Journal of Human Kinetics*, 67, 259-269. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0080>
- Lima, R. F., Silva, A., Afonso, J., Castro, H., & Clemente, F. M. (2020). External and internal load and their effects on professional volleyball training. *International Journal of Sports Medicine*, 41(7), 468-474. <https://doi.org/10.1055/a-1087-2183>
- Lima, RF, Palao, J, Castro, H, Clemente, FM. (2019b). Measuring the training external jump load of elite male volleyball players: an exploratory study in Portuguese League. *Retos*. 36(2), 454-58. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.68321>

- Lin, H. S., Wu, H. J., Wu, C. C., Chen, J. Y., & Chang, C. K. (2024). Quantifying internal and external training loads in collegiate male volleyball players during a competitive season. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 16(1), 168. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00958-7>
- Maciel Rabello, L., Zwerver, J., Stewart, R. E., van den Akker-Scheek, I., & Brink, M. S. (2019). Patellar tendon structure responds to load over a 7-week preseason in elite male volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(7), 992-999. <https://doi.org/10.1111/sms.13428>
- McGuigan, M. (2017). *Monitoring training and performance in athletes*. Human Kinetics.
- McLaren, S. J., Smith, A., Spears, I. R., & Weston, M. (2017). A detailed quantification of differential ratings of perceived exertion during team-sport training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), 290-295. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.06.011>
- Mroczek, D., Januszkiewicz, A., Kawczyński, A. S., Borysiuk, Z., & Chmura, J. (2014). Analysis of male volleyball players' motor activities during a top level match. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2297-2305. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000425>
- Pawlik, D., & Mroczek, D. (2022). Fatigue and training load factors in volleyball. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11149. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811149>
- Pawlik, D., Kawczyński, A., Chmura, J., Maćkała, K., Kutrzyński, M., & Mroczek, D. (2020). Jumping flying distance and jump performance of elite male volleyball players at fivb volleyball men's world championship. *Applied Sciences*, 10(6), 2045. <https://doi.org/10.3390/app10062045>
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gustin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 281-291. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094758>
- Sheppard, J. M., Gabbett, T. J., & Stanganelli, L. C. (2009). An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1858-1866. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b45c6a>
- Skazalski, C., Whiteley, R., & Bahr, R. (2018). High jump demands in professional volleyball-large variability exists between players and player positions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(11), 2293-2298. <https://doi.org/10.1111/sms.13255>
- Soligard, T., Schweltnus, M., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., ... Engebretsen, L. (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. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096581>
- Song, M., Yoon, S., Yoo, S., & Kang H. (2024). Quantification of match and training workload by position in korean professional men's volleyball players. *Journal of Men's Health*, 20(12), 33-40. <https://doi.org/10.22514/jomh.2024.198>
- Souglis, A. G., Papapanagiotou, A., Bogdanis, G. C., Travlos, A. K., Apostolidis, N. G., & Geladas, N. D. (2015). Comparison of inflammatory responses to a soccer match between elite male and female players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1227-1233. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000767>
- Sparks, M., Coetzee, B., & Gabbett, T. J. (2017). Internal and external match loads of university-level soccer players: a comparison between methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 1072-1077. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0000000000001560>
- Vavassori, R., Moreno Arroyo, M. P., & Ureña Espa, A. (2024). Training load and players' readiness monitoring methods used in volleyball: a systematic review. *Kinesiology*, 56(1), 61-77. Retrieved from <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/kinesiology/article/view/23387>

KAYNAK GÖSTERİMİ

Atasever, C., & Bereketyücel, S. (2025). Elit Kadın Voleybolcularda Subjektif, Mekanik ve Fizyolojik Yük Planlamasına Etkisi. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi - USEABD*, 11(3), 301-308. <https://doi.org/10.18826/usecabd.1742882>