ANATOLIA SPORT RESEARCH

ISSN: 2757-6485

2026 & 7 (2)

Kadın Voleybolcularda Vücut Kompozisyonunun Reaktif Görsel-Motor Yanıt ve Algısal-Bilişsel Performans Göstergeleri ile İlişkisi

"The Relationship of Body Composition with Reactive Visual-Motor Response and Perceptual-Cognitive Performance Indicators in Female Volleyball Players"

İpek GÜZEL[1] & Ani AGOPYAN[2] & Tunay DOĞAN[3]

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Tarihçe
Yayın Geliş Tarihi: 14 Mayıs 2026
Kabul Tarihi: 25 Ağustos 2026
Online Yayın Tarihi: 30 Ağustos 2026

DOI: http://dx.doi.org/10.29228/anatoliasr.127

Yazarlarla İletişim
1- (Sorumlu Yazar) Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, İstanbul, TÜRKİYE.
e-mail: dytipekguzel@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-7618-8923
2- Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul, TÜRKİYE.
e-mail: aniagopyan@marmara.edu.tr
https://orcid.org/0000-0001-6407-4648
3- İstinye Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE.
e-mail: tunay.dogan@istinye.edu.tr
https://orcid.org/0000-0001-5281-7360

Ek Bilgi
Bu çalışma Prof. Dr. Ani AGOPYAN'ın danışmanlığında, İpek GÜZEL'in yüksek lisans tez çalışmasından türetilmiştir.
Yazar Katkıları
Tüm yazarlar çalışmanın konseptine ve tasarımına katkıda bulundu.
Finansman
Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: TYL-2025-11918)
Çıkar Çatışması
Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ediyorlar.
Şeffaflık
Yazarlar, çalışmada hiçbir hayati özelliğin ihmal edilmediğini, dürüst, doğru ve şeffaf bir anlatım ile raporlaştırıldığını ve herhangi bir tutarsızlık olmadığını beyan etmişlerdir
Etik
Bu çalışmada bilimsel etik kriterlerine uyulmuştur.

Referans Gösterimi
Güzel, İ., Agopyan, A. & Doğan, T. (2026). Kadın Voleybolcularda Vücut Kompozisyonunun Reaktif Görsel-Motor Yanıt ve Algısal-Bilişsel Performans Göstergeleri ile İlişkisiAnatolia Sport Researh, 7(2): 211-230.

Copyright © 2026 by Anatolia Sport Research

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, kadın voleybolcularda vücut kompozisyonu ile üst ekstremiteye özgü reaktif görsel-motor ve algısal-bilişsel performans göstergeleri arasındaki ilişkinin incelenmesidir.
Materyal ve Metod: Çalışmaya, profesyonel lig düzeyinde aktif spor yapan en az 3 yıllık lisanslı 29 kadın voleybolcu (yaş: 21,83 ± 3,49 yıl) gönüllü olarak katıldı. Vücut kompozisyonu, çok frekanslı biyoelektrik empedans analizi yöntemiyle InBody 120 cihazı kullanılarak belirlendi. Algısal-bilişsel performans, Bassin Anticipation Timer ile belirlenen öncelleme zamanına ait mutlak hata, sabit hata ve değişken hata bileşenleriyle değerlendirildi. Üst ekstremiteye özgü reaktif görsel-motor performansı BlazePod™ sistemi kullanılarak uygulanan Üst Vücut Kare Reaktif Çeviklik Testi ile saptandı. Değerler min-maks normalizasyon yöntemiyle standartlaştırıldı ve değişkenler eşit ağırlıklandırılarak her sporcu için birleşik performans skoru hesaplandı. Katılımcılar, vücut yağ yüzdesine göre düşük vücut yağ yüzdesi (DVY; n = 11, <%20) ve yüksek vücut yağ yüzdesi (YVY; n = 18, ≥%20) şeklinde iki gruba ayrıldı. İlişki ve grup karşılaştırmaları sırasıyla Spearman korelasyon ve Mann–Whitney U testi ile analiz edildi.
Bulgular: Kadın voleybolcularda vücut kompozisyonu değişkenleri ile üst ekstremiteye özgü reaktif görsel-motor ve algısal-bilişsel performans göstergeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p > 0,05$). DVY ve YVY grupları arasında reaktif görsel-motor performans, öncelleme zamanına ait hata parametreleri ve birleşik performans skoru açısından anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$).
Sonuç: Bu çalışmada kadın voleybolcularda vücut kompozisyonu değişkenleri ile öncelleme zamanı ve üst ekstremiteye özgü reaktif görsel-motor performans arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı. Bu nedenle, üst ekstremiteye özgü reaktif görsel-motor performans ve öncelleme zamanı göstergelerinin yalnızca vücut kompozisyonu ile açıklanamayacağı, performans değerlendirmelerinde çok boyutlu bir yaklaşımın gerekli olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Görsel-Motor Performans, Kadın Voleybolcular, Önceleme Zamanı, Reaktif Çeviklik, Vücut Kompozisyonu.

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to examine the relationship between body composition, upper-extremity-specific reactive visual-motor and perceptual-cognitive performance indicators in female volleyball players.
Material and Method: Twenty-nine professional-level female volleyball players with at least three years of licensed sports experience voluntarily participated in the study (age: 21.83 ± 3.49 years). Body composition was assessed using a multi-frequency bioelectrical impedance analysis device, InBody 120. Perceptual-cognitive performance was evaluated through absolute error, constant error, and variable error components of anticipation timing assessed with the Bassin Anticipation Timer. Upper-extremity-specific reactive visual-motor performance was assessed using the Upper Body Square Reactive Agility Test performed with the BlazePod™ system. Values were standardized using the min–max normalization method, and a composite performance score was calculated for each athlete by equally weighting the variables. Participants were divided into low body fat percentage (LBF; n = 11, <20%) and high body fat percentage (HBF; n = 18, ≥20%) groups according to body fat percentage. Associations and group comparisons were analyzed using Spearman correlation and the Mann–Whitney U test, respectively.
Results: No statistically significant relationship was found between body composition variables and upper-extremity-specific reactive visual-motor and perceptual-cognitive performance indicators in female volleyball players ($p > 0.05$). Similarly, no significant differences were observed between the LBF and HBF groups in terms of reaction time, error parameters, or composite performance score ($p > 0.05$).
Conclusion: No statistically significant relationship was found between body composition variables and anticipation timing or upper-extremity-specific reactive visual-motor performance in female volleyball players. Therefore, these performance indicators cannot be explained solely by body composition, suggesting that a multidimensional approach is required in performance evaluation.

Keywords: Anticipation Timing, Body Composition, Female Volleyball Players, Reactive Agility, Visual-Motor Performance.

GİRİŞ

Voleybol, kısa süreli ve yüksek şiddetli patlayıcı hareketlerin baskın olduğu, anaerobik enerji sisteminin ağırlıklı olarak kullanıldığı bir takım sporudur (Pérez-López et al., 2015). Hızlanma, yavaşlama, sıçrama ve yön değiştirme gibi yüksek yoğunluklu hareketler performansın temelini oluştururken; servis, blok ve pas gibi teknik beceriler oyunun belirleyici unsurlarıdır (Kaszuba ve ark., 2023). Tekrar eden yüksek yoğunluklu aksiyonlar ve uzun maç süreleri, sporcuların hem aerobik hem de anaerobik kapasitelerinin gelişmiş olmasını gerektirmektedir (Gabbett ve ark., 2006). Ancak voleybolda performansın sürdürülebilmesi, yalnızca enerji sistemlerinin yeterliliğine değil, aynı zamanda oyun içindeki hızlı bilgi işleme ve uygun tepki üretme kapasitesine de bağlıdır.

Voleybol, zorunlu rotasyonun uygulandığı, takımların karşı sahaya geçemediği ve topun tutulamadığı bir iş birliği–karşı koyma sporu olup, oyuncuların hem topla hem de topsuz durumda zamansal baskı altında hızlı kararlar vermesini gerektirmektedir (Conejero Suárez ve ark., 2020). Bu bağlamda voleybolda performans, yalnızca fiziksel kapasiteye değil, aynı zamanda çevresel bilgiyi hızlı biçimde algılama, işleme, yorumlama ve uygun motor yanıtı zamanında organize etme becerisine de bağlıdır. Algısal-bilişsel beceriler, özellikle öncelleme ve karar üretme süreçlerini kapsayan temel performans bileşenleridir (Kuan ve ark., 2018; Zhu ve ark., 2024a). Bu beceriler, sporcunun oyun ortamındaki ipuçlarını etkili biçimde yorumlamasına ve değişen duruma en uygun yanıtı seçmesine olanak tanımaktadır. Öncelleme, rakibin eylemlerinin sonucunu gerçekleşmeden önce tahmin edebilme kapasitesi olarak tanımlanırken; karar verme ise, çevresel bilgilerin mevcut bilgi birikimiyle bütünleştirilerek en uygun eylemin seçilmesini ifade etmektedir (Zhu ve ark., 2024b). Voleybol gibi yüksek tempolu sporlarda, bir smaç vuruşunun yönünü önceden kestirebilme gibi öncelleme becerileri performans açısından kritik önem taşımaktadır (Zhu ve ark., 2024b). Reaksiyon süresi ise, bilgi işleme hızını yansıtan ve bir uyaranın algılanması ile motor yanıtın başlatılması arasında geçen süreyi ifade eden önemli bir performans göstergesidir (Cano ve ark., 2024).

Takım sporlarındaki bu çok boyutlu yapı, oyunun yüksek taleplerini karşılamak için sporcunun uygun morfolojik özelliklere de sahip olmasını gerektirmekte (Cosmin ve ark., 2016). Bu bağlamda vücut kompozisyonu, fiziksel performans parametreleriyle ilişkili bir değişken olarak değerlendirilmektedir (Cosmin ve ark., 2016; Ilić ve ark., 2025). Vücut kompozisyonu, fiziksel aktivite ve antrenman yüklenmeleriyle değişebilen dinamik bir yapıdır; antrenmanın türü, şiddeti ve hacmi bu yapının şekillenmesinde belirleyici rol oynamaktadır (Toskic ve ark., 2024). Literatürde artan yağ oranının hız, çeviklik ve sıçrama performansı ile negatif; yağsız vücut kütlesi ve kas oranındaki artışın ise patlayıcı güç ile pozitif yönde ilişkili olduğu bildirilmektedir (Ilić ve ark., 2025; Hernandez-Martinez ve ark., 2024). Antropometrik özellikler de performans çıktıları üzerinde belirleyici olabilmekte; voleybolda özellikle uzun boy ve uygun vücut yapısı file üzerindeki etkinliği destekleyebilmektedir (Masanovic ve ark., 2019). Buna karşılık artan yağ kütlesinin yön değiştirme ve çeviklik performansını olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Koźlenia ve ark., 2024). Farklı fiziksel aktivite düzeyleri ve spor gruplarının vücut kompozisyonuna etkisi incelenmiş olsa da, tüm aktivite düzeylerini bütüncül biçimde ele alan çalışmalar sınırlıdır (Toskic ve ark., 2024). Bu durum bulguların karşılaştırılabilirliğini azaltmaktadır.

Sportif performansın çok boyutlu doğası, fiziksel özelliklerin algısal-bilişsel süreçlerle birlikte ele alınmasını gerektirmektedir. Bu doğrultuda vücut kompozisyonu ile reaksiyon süresi arasındaki ilişki incelenmiş olmakla birlikte (Śliż ve ark., 2025), mevcut bulgular tutarlılık göstermemektedir. Bazı çalışmalar artan yağ oranı ve yüksek beden kütle indeksi (BKİ) değerlerinin bilişsel performans ve reaksiyon süresini olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir (Anand ve ark., 2022; Chalse ve ark.,

2025; Skurvydas ve ark., 2009). Kadın hentbol ve basketbol sporcularında kas kütlesi ve yağsız kütle ile el-göz koordinasyonu ve hareket süresi arasında pozitif ilişkiler olduğu raporlanmaktadır (Śliż ve ark., 2023; Poliszczuk ve ark., 2013). Benzer şekilde taekvando sporcularında ise düşük yağ oranının reaksiyon süresini desteklediği belirtilmektedir (Arabacı ve ark., 2011). Bununla birlikte bazı çalışmalarda sporcularda vücut yağ yüzdesi ile hız, çeviklik ve reaksiyon süresi arasında anlamlı ilişki bulunmadığı vurgulanmaktadır (Mohammad & Tareq, 2016; Śliż ve ark., 2022). Bu bulgular, vücut kompozisyonu ile algısal-bilişsel performans arasındaki ilişkinin branşa ve örneklem özelliklerine göre değişebileceğini düşündürmektedir. Voleybolcularda öncelleme zamanı ve reaksiyon süresini inceleyen çalışmalar bulunmakla birlikte (Günay ve ark., 2019), özellikle kadın voleybolcularda vücut kompozisyonu ile reaksiyon süresi ve algısal-bilişsel performans göstergeleri arasındaki ilişkinin bütüncül ve sistematik biçimde ele alındığı çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir.

İnsan performansındaki cinsiyet farklılıklarının biyolojik mekanizmalara dayandığı ve bu nedenle cinsiyetin performans araştırmalarında temel bir değişken olarak ele alınması gerektiği belirtilmektedir. Bu bağlamda kadın sporcularda hormonal profil, yağ dağılımı ve kas kütlesi oranındaki cinsiyete özgü farklılıkların vücut kompozisyonunun performans üzerindeki etkisini modüle edebileceği bildirilmektedir (Hunter & Senefeld, 2024). Reaktif güç ve hızlı karar verme süreçlerinin belirleyici olduğu voleybol ve basketbol gibi branşlarda fiziksel kapasite ile algısal-bilişsel süreçlerin performansı birlikte şekillendirdiği bilinmektedir (Gabbett ve ark., 2006; Zhu ve ark., 2024). Bu nedenle, kadın voleybolcularda söz konusu ilişkinin incelenmesi hem branşa özgü performans dinamiklerinin daha iyi anlaşılması hem de antrenman planlamalarının bireyselleştirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Bu doğrultuda, mevcut araştırmada kadın voleybolcularda vücut yağ yüzdesi, yağ kütlesi ve iskelet kas kütlesi ile öncelleme zamanına ilişkin hata göstergeleri ve üst ekstremiteye özgü reaktif görsel-motor performans arasındaki ilişkilerin incelenmesi amaçlanmaktadır. Vücut yağ yüzdesi ve yağ kütlesindeki artışın daha yüksek öncelleme zamanı hataları ve daha düşük reaktif görsel-motor performansla, iskelet kas kütlesindeki artışın ise daha düşük öncelleme zamanı hataları ve daha iyi reaktif görsel-motor performansla ilişkili olacağı hipotez edilmiştir. Çalışmanın, kadın voleybolcularda morfolojik özellikler ile algısal-bilişsel ve reaktif görsel-motor performans arasındaki ilişkilerin bütüncül olarak değerlendirilmesine katkı sağlaması ve performans değerlendirme ile antrenman planlamasına bilimsel bir temel sunması beklenmektedir.

MATERYAL VE METOD

Etik Onay

Araştırma, Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütüldü ve İstinye Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından onaylandı (Protokol No: 25-06).

Araştırma Deseni

Bu çalışma, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin varlığını ve derecesini belirlemeyi amaçlayan kesitsel, gözlemsel ve ilişkisel araştırma deseni kullanılarak gerçekleştirildi (Bekman, 2022). Araştırmada vücut kompozisyonuna ilişkin vücut yağ yüzdesi, yağ kütlesi, iskelet kas kütlesi ve toplam vücut suyu bağımsız değişkenler; algısal-bilişsel ve reaktif görsel-motor performansa ilişkin mutlak hata, sabit hata, değişken hata, Üst Vücut Kare Reaktif Çeviklik Testi toplam tamamlama süresi ve birleşik performans skoru ise bağımlı değişkenler olarak ele alındı.

Araştırma Grubu

Çalışmanın örneklem büyüklüğü, araştırmanın temel amacı olan vücut kompozisyonu göstergeleri ile algısal-bilişsel performans değişkenleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi esas alınarak G*Power 3.1 programı kullanılarak belirlendi. "Kesin testler (Exact)" test ailesi altında yer alan "Korelasyon: İki değişkenli normal dağılım modeli (Correlation: Bivariate Normal Model)" seçeneği kullanıldı. İki yönlü sınama için sıfır hipotezine ait korelasyon katsayısı 0, alternatif hipoteze ait korelasyon katsayısı 0,50, Tip I hata düzeyi 0,05 ve istatistiksel güç 0,80 olarak kabul edildi. Analiz sonucunda çalışmaya dahil edilmesi gereken en az katılımcı sayısı 29 olarak hesaplandı (Faul ve ark., 2009). Buna göre araştırmaya dahil edilen 29 kadın voleybolcudan oluşan örneklemin, 0,50 ve üzerindeki büyüklükteki ilişkilerin belirlenmesi için gerekli örneklem sayısını karşıladığı kabul edildi.

Çalışmaya, Türkiye Kadınlar Voleybol 2. Ligi'nde mücadele eden dört farklı spor kulübünden (Milan Atletik, Arnavutköy Belediyesi Spor Kulübü, İstanbul Ateş Spor ve Kuzey Yıldızları) 18 yaş ve üzeri, en az 3 yıldır lisanslı aktif olarak spor yapan toplam 29 kadın voleybolcu gönüllü olarak dahil edildi. Katılımcılar, haftada en az 4 gün ve günde en az 90 dakika antrenman yapan, teknik ve antrenman düzeyleri benzer sporculardan oluşturuldu ve kolayda örnekleme (convenience sampling) yöntemi ile belirlendi. Çalışmada belirtilen dört takımın tüm kadrosuna davet yapıldı; uygunluk kriterlerini karşılayan ve gönüllü katılımı kabul eden 29 sporcu çalışmaya dahil edildi. Katılımcıların oyuncu pozisyonlarına göre dağılımı incelendiğinde örneklemde 4 pasör, 4 pasör çaprazı, 9 orta oyuncu, 7 smaçör ve 5 libero yer almaktadır. Birden fazla takımdan katılım sağlanmış olması nedeniyle olası takım içi kümelenme etkisi, çalışmanın sınırlılıkları arasında belirtildi. Çalışmaya dahil edilme ölçütleri; son 3 ay içinde performans testlerini etkileyebilecek herhangi bir kas-iskelet sistemi yaralanması veya akut/kronik sağlık sorununun bulunmaması, son 1 haftadaki takım antrenmanlarında 3 veya daha fazla devamsızlığın olmaması, sezon başında geçerli sağlık kontrollerinden geçmiş olma ve son 1 yıl için geçerli sporcu lisansına sahip olma şeklinde belirlendi. Son 1 haftadaki antrenman katılım kriteri, test öncesi antrenman yükündeki farklılıkların performans sonuçlarını etkilemesini önlemek amacıyla kullanıldı. Ayrıca, reaksiyon süresi ve öncelleme zamanı testlerinin görsel uyaranlara dayalı olması nedeniyle, düzeltilmemiş görme kusuru bulunan veya kullanılan görsel uyaranları algılamada güçlük bildiren sporcular çalışmaya dahil edilmedi (Piras ve ark., 2014).

Sporcular vücut yağ yüzdesi değerlerine göre sınıflandırıldı. Buna göre, vücut yağ yüzdesi %20'nin altında olanlar düşük vücut yağ yüzdesi grubu (DVY; n = 11), %20 ve üzerinde olanlar ise yüksek vücut yağ yüzdesi grubu (YVY; n = 18) olarak tanımlandı. Bu kesme noktası, elit kadın voleybolcularda BIA yöntemi ile ölçülen vücut yağ yüzdesi için rapor edilen ortalama değer [18.4%; %95 GA: %15.6–%21.2] (Matłosz ve ark., 2023) ve elit sporcularda bildirilen genel vücut yağ yüzdesi ortalaması (%21.7 ± %4.3) esas alınarak belirlendi (Martínez-Mireles ve ark., 2026). Bu sınıflandırma, kadın sporcularda vücut kompozisyonu ile algısal-bilişsel performans arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi amacıyla kullanıldı.

Verilerin Toplanması

Veri toplama süreci, sporcuların müsabaka dönemi olan Ekim 2025–Ocak 2026 tarihleri arasında kapalı spor salonunda yürütüldü. Ölçümler, bir hafta arayla planlanan iki ayrı oturumda, katılımcıların antrenmanları öncesinde ve dinlenik durumda gerçekleştirildi. Katılımcılardan ölçümlerden 24 saat önce alkol ve kafein tüketiminden kaçınmaları ve yorucu egzersiz yapmamaları istendi. Kafein tüketimi ve egzersiz kısıtlamalarına uyum, katılımcıların sözlü beyanı ve tutmuş olduları ölçüm öncesi son 24 saatlik besin tüketim kaydı ile kontrol edildi. Hidrasyon durumu ve gastrointestinal içerikten kaynaklanabilecek akut ölçüm değişkenliğini azaltmak amacıyla ölçüm koşulları standartlaştırıldı. Bu

doğrultuda, katılımcılardan, antropometrik ölçümlerden en az 3–4 saat önce besin tüketimini tamamlamaları ve son idrar ve/veya dışkılama işlemlerini ölçümden önceki son 30 dakika içerisinde gerçekleştirmeleri istendi (Miguel-Ortega ve ark., 2025). Biyoelektrik empedans ölçümlerinde vücut sıvı dağılımına bağlı değişkenliği azaltmak amacıyla, katılımcıların kendi beyanlarına göre mensüral kanamanın devam ettiği günlerde ölçüm yapılmadı (Lee ve ark., 2021). Menstrual durum katılımcı beyanına dayalı olarak değerlendirildi; menstrual döngünün fazları hormonal veya biyokimyasal yöntemlerle doğrulanmadı ve döngü düzenine ilişkin ayrıntılı kayıt tutulmadı.

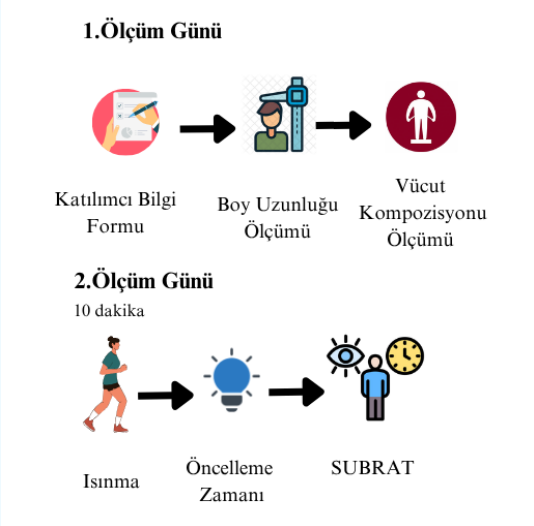
Beslenme durumuna bağlı olası performans değişkenliğini azaltmak amacıyla ölçüm koşulları standartlaştırıldı (Thomas ve ark., 2016). Katılımcılardan Üst Vücut Kare Reaktif Çeviklik Testi (Square Upper Body Reactive Agility Test, SUBRAT) ve öncelleme zamanı ölçümlerine aç gelmemeleri ve son besin tüketimlerini ölçümden en az 2 saat önce tamamlamaları istendi (Kurak ve ark., 2025).

SUBRAT ve öncelleme zamanı, ölçüm koşullarını standartlaştırmak amacıyla yeterli aydınlatmaya sahip, sessiz ve görsel/işitsel dikkat dağıtıcı uyaranların kontrol altında tutulduğu kapalı bir ortamda gerçekleştirildi. Ölçüm süresince katılımcıların dikkatini etkileyebilecek telefon sesi, konuşma ve çevresel gürültü gibi dış uyaranların bulunmamasına özen gösterildi (Kurak ve ark., 2025). Katılımcılar tüm testlere hafif spor kıyafetleri (şort ve tişört) ile katıldı.

İlk ölçüm gününde, testler öncesinde araştırmacılar tarafından hazırlanan veri kayıt formuna sporcuların kişisel bilgileri (yaş, antrenman düzeyi, antrenman süresi, lig seviyesi ve yaralanma geçmişi) kaydedildi. Ardından antropometrik ölçümler (boy uzunluğu, vücut ağırlığı, yağ kütlesi, vücut yağ yüzdesi, iskelet kas kütlesi, toplam vücut suyu ile bölgesel yağ ve kas düzeyleri) alındı.

İkinci test gününde ölçümler öncesinde katılımcılara yorgunluk oluşturmayacak düşük şiddette 10 dakikalık standart bir ısınma protokolü uygulandı. Bu protokol; 5 dakika düşük tempolu koşu (jogging) ve 5 dakika alt ve üst vücut kas gruplarına yönelik dinamik germe egzersizlerinden (kalf yükselme, dizleri yukarı çekme, kollarla öne ve geriye dairesel hareketler, lunge, squat ve hoplama) oluştu (Anicic ve ark., 2023)

Isınma protokolünün ardından herhangi bir müdahale uygulanmaksızın SUBRAT ve öncelleme zamanına ilişkin test protokolleri gerçekleştirildi. Testler sırasında elde edilen süreler kayıt altına alındı (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma Tasarımı ve Ölçüm

Egzersiz testlerinde standart protokollerin kullanılması ölçümlerin tekrarlanabilirliğini ve karşılaştırılabilirliğini artırmaktadır (ACSM, 2021). Bu doğrultuda tüm katılımcılar testleri aynı sırayla gerçekleştirdi ve ölçümlerin sırası standartlaştırıldı. Testler arasında olası yorgunluk etkisini önlemek amacıyla katılımcılara 2 dakika dinlenme süresi verildi (Lim & Kwok, 2016; Gupta & Rickard, 2022).

Veri Toplama Araçları

Antropometrik Ölçümler: Tüm antropometrik ölçümler International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) protokolüne uygun olarak ve standart anatomik pozisyonda gerçekleştirildi (Marfell-Jones ve ark., 2006).

Boy Uzunluğu (cm): Katılımcılar ayakkabısız olarak ayakta dururken, baş Frankfurt yatay düzleminde, vücut ağırlığı her iki ayağa eşit dağıtılmış ve kollar yanda serbest pozisyonda iken ölçüldü. Ölçüm sırasında topuklar, kalça, sırt ve başın duvara temas etmesi sağlandı. Boy uzunluğu ölçümü, zeminden yüksekliği doğrulanmış ve duvara sabitlenmiş 220 cm'lik taşınabilir bir stadiometre (Seca 206 Wall Mounted Stadiometer, Hanover, MD, USA) kullanılarak 0,1 cm hassasiyetle gerçekleştirildi.

Vücut Kompozisyonu: Çok frekanslı biyoelektrik empedans analizi (BIA) yöntemiyle InBody 120 cihazı kullanılarak değerlendirildi (InBody Co., Seul, Kore). BIA yöntemi, vücut dokularının elektriksel empedansına dayalı olarak yağ kütlesi, yağsız kütle ve toplam vücut suyu gibi vücut kompozisyonu bileşenlerinin tahmin edilmesini sağlayan hızlı ve invaziv olmayan bir ölçüm yöntemidir (Campa ve ark., 2021; Looney ve ark., 2024). Bu yöntem spor bilimleri araştırmalarında sporcuların vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Campa ve ark.,.2021).

Ölçümler, üretici firma yönergeleri doğrultusunda gerçekleştirildi. Katılımcılardan ölçüm öncesinde metal aksesuarlarını çıkarmaları ve ayakkabısız olarak, hafif spor kıyafetleriyle cihaz üzerine çıkmaları istendi. Ölçüm sırasında katılımcıların dik pozisyonda durmaları, kollarını gövdeden hafifçe uzaklaştırarak el elektrotlarını tutmaları ve ayaklarını cihazın metal elektrot yüzeylerine yerleştirmeleri sağlandı. Boy uzunluğu ve cinsiyet bilgileri cihaza girildikten sonra ölçümler yaklaşık 1–2 dakika içinde tamamlandı.

Ölçüm sonrasında elde edilen vücut ağırlığı (kg), beden kütle indeksi (BKİ, kg/m²), yağ kütlesi (YK, kg), vücut yağ yüzdesi (VYY, %), iskelet kas kütlesi (İKK, kg) ve toplam vücut suyu (TVS, L) parametreleri kaydedilerek analizlere dahil edildi. Ayrıca yağ ve kas kütlesi (kg) ile bu dokulara ait yüzdesel değerler bölgesel olarak kollar, bacaklar ve gövde düzeyinde değerlendirildi.

Öncelleme (Sezinleme) Zamanı Ölçümü: Katılımcıların görsel-motor koordinasyon ve zamanlama öngörüsü performansını değerlendirmek amacıyla öncelleme (sezinleme) zamanı testi uygulandı. Bu test, hareketli bir nesnenin belirli bir noktaya ulaşacağı zamanı öngörebilme yeteneğini ölçerek el-göz koordinasyonu ve görsel-motor bütünleşmeyi değerlendirmektedir (Stolz ve ark., 2023; Narayanan ve ark., 2024). Ölçümler, zamanlama öngörüsü performansını (Coincidence Anticipation Timing, CAT) değerlendirmede literatürde yaygın olarak kullanılan Bassin Anticipation Timer (BAT) cihazı (model 35575, Lafayette Instrument Company, Lafayette, IN, USA) kullanılarak gerçekleştirildi (Crocetta ve ark., 2018). BAT, katılımcının yanıt verdiği zaman ile hareketli uyaranın hedef noktaya ulaşması gereken zaman arasındaki zamansal farkı kaydeden bir ölçüm aracıdır. Bu nedenle test, basit reaksiyon süresinden farklı olarak yanıt hızından çok zamanlama doğruluğunu değerlendirmektedir (Kim, 2023). BAT tarafından kaydedilen zamansal hata değerleri, hedef zamana göre erken veya geç yanıtı göstermekte olup bu çalışmada analizler saniye (s) cinsinden gerçekleştirildi.

Test düzeneği, her biri 16 LED lamba içeren birbirine bağlı iki pist, bir kontrol konsolu ve yanıt düğmesinden oluşmaktadır. Test sırasında cihaz masa üzerine yerleştirildi. Katılımcılardan doğrusal bir hat boyunca sıralı olarak yanan LED ışıkları takip etmeleri ve hedef lambanın yanacağı an ile eşzamanlı olacak şekilde yanıt düğmesine baskın ellerinin başparmağı ile basmaları istendi (Kim ve ark., 2013; Kuan ve ark., 2018). Bu nedenle katılımcılara "mümkün olduğunca hızlı" değil, "hedef ışıkla eşzamanlı ve doğru zamanda" yanıt vermeleri yönünde standart talimat verildi. Katılımcının yanıtı uyaranın hedef noktaya ulaşması gereken zamandan önce gerçekleştiğinde zamansal hata negatif (−), hedef zamandan sonra gerçekleştiğinde ise pozitif (+) değer olarak kaydedildi; sıfıra yakın değerler hedef zamanla daha yüksek eşzamanlılığı ifade etmektedir.

Test, farklı spor branşlarında kullanılan top hızlarını simüle etmek amacıyla farklı uyaran hızlarında gerçekleştirildi (Kuan, 2018). Tüm denemelerde sabit başlangıç ve bitiş noktaları kullanıldı. Literatürde voleybol sporcularında yapılan çalışmalarda sıklıkla tercih edilen üç farklı hız uygulandı: 3 mph (1,34 m/s; düşük hız), 6 mph (2,68 m/s; orta hız) ve 9 mph (4,02 m/s; yüksek hız) (Acar ve Aktağ, 2024; Duncan ve ark., 2013; Günay ve ark., 2019; Kim, 2023). Test öncesinde katılımcılara standart talimatlar verildi ve cihazın çalışma prensibini anlamaları için 5 alıştırma denemesi yaptırıldı. Ardından her uyaran hızında 10 deneme olmak üzere toplam 30 ölçüm gerçekleştirildi (Acar ve Aktağ, 2024; Kuan ve ark., 2018). Her hız koşulunda 10 deneme yapılması, tekil denemelerde oluşabilecek rastlantısal yanıt farklılıklarının etkisini azaltmak ve katılımcının ilgili hızdaki zamanlama performansını daha temsil edici biçimde değerlendirmek amacıyla tercih edildi. Denemeler arasında 30 saniye kısa süreli dinlenme verilerek olası yorgunluk ve dikkat azalması etkisi azaltıldı (Gupta and Rickard, 2022).

Elde edilen ham veriler sabit hata (SH), mutlak hata (MH) ve değişken hata (DH) formülleri kullanılarak analiz edildi (Acar ve Aktağ, 2024). SH, katılımcının hedef zamana göre erken ya da geç yanıt verme yönelimini; MH, yanıtın hedeften sapma miktarını; DH ise denemeler arasındaki yanıt tutarlılığını göstermektedir (Kim, 2023). Farklı uyaran hızlarında BAT ile SH, MH ve DH değerlerinin hesaplanması literatürde kullanılan bir yaklaşımdır (Acar ve Aktağ, 2024; Kim, 2023). CAT literatüründe X_i, i'inci denemedeki yanıt zamanını; T ise kusursuz/eşzamanlı performansa karşılık gelen hedef zamanı (target time) ifade etmektedir. Dolayısıyla BAT tarafından her denemede kaydedilen işaretli zamansal hata, $X_i - T$ farkına karşılık gelmektedir (Stolz ve ark., 2023). Bu çalışmada, her katılımcı için üç hız koşulunda ayrı ayrı hesaplanan hata değerlerinin ortalaması alınarak genel zamanlama öngörüsü göstergeleri oluşturuldu. Buna göre araştırma kapsamında kullanılan üç denklem aşağıda verilmiştir.

Denklem (1) $SH = \Sigma (X_i - T) / N$

- ✓ SH: sabit hata,
- ✓ Σ: toplam,
- ✓ i: deneme indeksi,
- ✓ X_i: i'inci denemede katılımcının yanıt zamanı (s),
- ✓ T: kusursuz/eşzamanlı performansa karşılık gelen hedef zaman (s),
- ✓ N: deneme sayısı.

Denklem (2) $MH = \Sigma |X_i - T| / N$

- ✓ MH: mutlak hata,
- ✓ X_i, T ve N: Denklem (1)'de tanımlandığı gibi,
- ✓ | |: hedef zamandan sapmanın yönünden bağımsız mutlak değerini göstermektedir.
- ✓

Denklem (3) $DH = \sqrt{[\Sigma ((X_i - T) - SH)^2 / N]}$

- ✓ DH: değişken hata,
- ✓ $(X_i - T)$: i'inci denemenin işaretli zamansal hata değeri,
- ✓ SH: ilgili hız koşulundaki ortalama sabit hata,
- ✓ N: deneme sayısı,
- ✓ √: karekök.

Bu tanımlamada "hedef mesafesi" ifadesi kullanılmamaktadır; çünkü T değişkeni fiziksel bir mesafeyi değil, uyaranın hedef noktaya ulaşması gereken hedef zamanı temsil etmektedir. SH'nin negatif olması erken, pozitif olması geç yanıt eğilimini; MH'nin daha düşük olması daha yüksek zamanlama doğruluğunu; DH'nin daha düşük olması ise denemeler arasında daha yüksek yanıt tutarlılığını göstermektedir.

Reaktif Görsel Motor Yanıt Performansı – Üst Vücut Kare Reaktif Çeviklik Testi: Katılımcıların görsel uyaranlara hızlı ve doğru yanıt verme, hedef uyaranı ayırt etme ve üst ekstremite koordinasyonunu değerlendirmek amacıyla Üst Vücut Kare Reaktif Çeviklik Testi (Square Upper Body Reactive Agility Test, SUBRAT) uygulandı. SUBRAT, ışık uyaranlarının kullanıldığı üst vücuda yönelik bir reaktif çeviklik testidir (Rebelo, 2022). Voleybolcularda görsel arama stratejisi, yanıt süresi ve öngörü becerilerinin görsel-motor performansla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Piras ve ark., 2014). Voleybolda oyun içi performans, görsel-bilişsel bilgilerin işlenmesi, karar verme ve uygun motor yanıtın eş zamanlı olarak yürütülmesini gerektirmektedir (Fleddermann and Zentgraf, 2018). Ayrıca servis ve smaç gibi voleybola özgü becerilerde kol hareketlerinin biyomekanik önemi rol oynaması (Reeser ve ark., 2010) dikkate alınarak, SUBRAT bu çalışmada üst ekstremiteye özgü reaktif görsel-motor yanıt performansını değerlendirmek amacıyla tercih edildi.

Test, BlazePod™ (Play Coyotta Ltd., Tel Aviv, İsrail) cihazı ve buna bağlantılı iOS tabanlı BlazePod uygulaması kullanılarak MacBook bilgisayar (Apple MacBook Air M1, 2020, macOS Ventura 13.5, 8 GB RAM, 13.3 inç) aracılığıyla gerçekleştirildi.

SUBRAT'ın elit erkek voleybolculardaki test-tekrar test güvenirliği ICC=0,83 (%95 GA: 0,46–0,95), standart ölçüm hatası (SEM)=0,31 s ve minimum saptanabilir değişim (MDC_{95})=0,86 s olarak bildirilmiştir (Rebelo, 2022). BlazePod™ sisteminin yanıt zamanı ölçümlerinde ise ICC=0,82 (%95 GA: 0,59–0,92) ve varyasyon katsayısı (CV)=%3 (%95 GA: %2–4) rapor edilmiştir (de-Oliveira ve ark., 2021).

Test için duvara monte edilen ve aralarında 1 m mesafe bulunan dört adet pod (sensör) kullanılarak kare şeklinde standart bir düzenek oluşturuldu. Pod'lar, katılımcıların üst ekstremite yanıtlarını değerlendirmek amacıyla yaklaşık omuz yüksekliğinde ve aynı yatay düzlemde duvara sabitlendi. Katılımcılar, göz hizaları oluşturulan karenin merkezine gelecek şekilde ve pod'lara yaklaşık bir kol boyu mesafede ayakta konumlandırıldı. Bu düzenek, çalışmanın üst ekstremiteye özgü görsel-motor yanıt performansını standart koşullarda değerlendirme amacı doğrultusunda tüm katılımcılar için aynı biçimde uygulandı.

Araştırmacı testi başlattığında pod'lar farklı renklerde rastgele olarak yandı. Katılımcılardan, dikkat dağıtıcı renklere dokunmadan yalnızca hedef renkteki poda (mavi) mümkün olan en kısa sürede dokunarak ışığı söndürmeleri istendi. Rebelo (2022) tarafından tanımlanan SUBRAT protokolüyle uyumlu olarak, her hedef uyaran için 1,5 saniyelik yanıt penceresi kullanıldı ve test, katılımcı 10 başarılı mavi hedef temasını tamamladığında sonlandırıldı. Belirlenen süre içerisinde hedef poda temas edilmemesi durumunda ilgili deneme başarısız yanıt olarak kaydedildi ve test bir sonraki uyaranla

devam ettirildi. Çalışmada analiz edilen performans çıktısı, tek tek uyaranlara ait reaksiyon sürelerinin ortalaması değil, 10 başarılı hedef temasının tamamlanmasına kadar geçen toplam görev tamamlama süresi olarak değerlendirildi ve saniye (s) cinsinden kaydedildi. Başarısız denemeler ayrı bir reaksiyon süresi değişkeni olarak analiz edilmedi; ancak bu denemeler, 10 başarılı hedef temasının tamamlanmasına kadar geçen süreyi artırarak toplam görev tamamlama süresine yansıyabildi. Daha düşük toplam görev tamamlama süresi, daha iyi reaktif görsel-motor yanıt performansı olarak değerlendirildi.

Birleşik Performans Skorunun Hesaplanması: Min–maks normalizasyon yöntemi, farklı ölçüm birimlerine sahip değişkenlerin karşılaştırılabilir hale getirilmesi için yaygın olarak kullanılan bir veri dönüşüm yöntemidir (Falces-Prieto ve ark., 2021; OECD/European Union/EC-JRC, 2008). Bu çalışmada öncelleme zamanı testinden elde edilen MH, SH ve DH değerleri hata temelli performans göstergelerini, SUBRAT toplam görev tamamlama süresi ise zaman temelli reaktif görsel-motor performans göstergesini temsil etmektedir. Bu nedenle farklı ölçüm birimlerine sahip bu değişkenlerin aynı ölçek üzerinde değerlendirilebilmesi ve birleşik bir performans göstergesi oluşturulabilmesi amacıyla veriler min–maks normalizasyon yöntemi kullanılarak 0–1 aralığına dönüştürüldü. Böylece sporcuların algısal-motor performansını temsil eden farklı değişkenler tek bir performans göstergesi altında değerlendirildi.

Normalizasyonda kullanılan minimum ve maksimum değerler, çalışma örnekleminde yer alan 29 katılımcının her bir değişkene ilişkin gözlenen değerlerinden elde edildi. Bu nedenle oluşturulan Birleşik Performans Skoru (BPS), dış referanslara dayalı normatif veya standartlaştırılmış bir skor olarak değil, mevcut çalışma örneklemi içerisindeki göreli birleşik performansı ifade eden örneklem-içi bir gösterge olarak değerlendirildi. Örneklem-içi minimum ve maksimum değerlerin kullanılmasının temel nedeni, BPS'yi oluşturan tüm performans bileşenleri için ortak ve doğrulanmış dış referans sınırlarının bulunmamasıydı.

Min–maks normalizasyonu aşağıdaki eşitlik kullanılarak gerçekleştirildi:

Denklem (4) $X' = (X - Xmin) / (Xmax - Xmin)$

- ✓ X' normalize edilen değer,
- ✓ X sporcunun değeri,
- ✓ x_min çalışma örnekleminde ilgili değişken için gözlenen minimum değer,
- ✓ x_max çalışma örnekleminde ilgili değişken için gözlenen maksimum değer.

MH, |SH|, DH ve SUBRAT toplam görev tamamlama süresinde düşük değerler daha iyi performansı temsil ettiğinden, normalizasyon sonrasında değerler $1 - X'$ dönüşümü kullanılarak ters yönde düzenlendi. Böylece yüksek normalize skorların daha iyi performansı göstermesi sağlandı. SH, erken ya da geç yanıt yönelimini gösterdiğinden, birleşik performans skoruna dahil edilmeden önce mutlak değere dönüştürüldü. Bu nedenle birleşik performans skorunda SH'nin yönü değil, hata büyüklüğü dikkate alındı.

Son olarak normalize edilen ve ters yönlü düzenlenen MH, |SH|, DH ve SUBRAT toplam görev tamamlama süresi değerlerinin ortalaması alınarak her sporcu için birleşik bir performans skoru hesaplandı. Literatürde SUBRAT toplam görev tamamlama süresi ve öncelleme zamanı hata bileşenlerini tek bir modelde birleştiren standart bir ağırlıklandırma katsayısı bulunmadığından, öznelliği en aza indirmek amacıyla eşit ağırlıklandırma (equal weighting) yaklaşımı tercih edildi (Dawes, 1979; OECD/European Union/EC-JRC, 2008).

Denklem (5) (BPS) = (MH′+ SH′+DH′+ SUBRAT′)/4

- ✓ BPS birleşik performans skoru,
- ✓ MH′ normalize edilmiş mutlak hata değeri,
- ✓ SH′ normalize edilmiş sabit hata değeri,
- ✓ DH′ normalize edilmiş değişken hata değeri,
- ✓ SUBRAT′: normalize edilmiş ve ters yönlü düzenlenmiş SUBRAT toplam görev tamamlama süresi.

Bu hesaplama sonucunda yüksek BPS değerleri, mevcut çalışma örneklemi içerisinde daha iyi göreli birleşik algısal-motor performansı göstermektedir. BPS, farklı örneklemler arasında doğrudan normatif karşılaştırma yapmak amacıyla oluşturulmamıştır.

İstatistiksel Analiz

Tanımlayıcı istatistikler ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerler ile sunuldu. Veri dağılımının normalliği, örneklem büyüklüğünün 50'nin altında olması dikkate alınarak Shapiro–Wilk testi ile değerlendirildi; dağılımın biçimi ayrıca çarpıklık ve basıklık katsayıları üzerinden incelendi. Bunun yanı sıra, dağılım özellikleri histogram ve kutu grafikleri kullanılarak görsel olarak da değerlendirildi (Shapiro & Wilk, 1965; Ghasemi & Zahediasl, 2012).

Normal dağılım varsayımı karşılanmadığından, vücut kompozisyonu ile algısal-bilişsel performans göstergeleri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analiziyle incelendi. Korelasyon katsayılarının yorumlanmasında Field (2024) tarafından önerilen sınıflandırma esas alındı; buna göre *rho* değerleri 0,0–0,1 önemsiz, 0,1–0,2 zayıf, 0,2–0,4 orta, 0,4–0,6 nispeten güçlü, 0,6–0,8 güçlü ve >0,8 çok güçlü olarak değerlendirildi.

Sporcuların vücut yağ yüzdesine göre düşük ve yüksek olmak üzere iki gruba ayrıldığı karşılaştırmalarda Mann–Whitney U testi kullanıldı ve etki büyüklüğü $r = |z| / \sqrt{N}$ formülü ile hesaplandı. Etki büyüklüğü değerleri 0,10–0,29 aralığında küçük, 0,30–0,49 aralığında orta ve ≥ 0,50 olduğunda büyük etki olarak yorumlandı (Cohen, 1988; Fritz ve ark., 2012). Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi. İstatistiksel analizler Jamovi (sürüm 2.3.6) ve Python (sürüm 3.13.0) programları kullanılarak gerçekleştirildi.

BULGULAR

Araştırmaya 29 kadın voleybolcu dahil edildi. Demografik ve antrenman özellikleri Tablo 1'de, antropometrik ve vücut kompozisyonu değişkenleri Tablo 2'de, algısal-bilişsel performans göstergelerine ait tanımlayıcı istatistikler ise Tablo 3'te sunuldu.

Tablo 1. *Katılımcıların Demografik Özelliklerine ve Antrenman Düzeylerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler*

Değişken	n	X̄	Ss	Medyan	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	29	21,83	3,49	21,00	18,00	30,00
Antrenman Yaşı (yıl)	29	10,69	3,36	11,00	5,00	16,00
Günlük Antrenman Süresi (dk)	29	117,93	15,90	120,00	90,00	180,00
Haftalık Antrenman Sıklığı (gün)	29	5,14	0,69	5,00	4,00	6,00

Not. X̄: Ortalama; Ss: Standart Sapma.

Tablo 1'de katılımcıların yaş ortalaması 21,83±3,49 yıl ve antrenman yaşı ortalaması 10,69 ± 3,36 yıl olarak belirlendi. Sporcuların haftalık antrenman sıklığı 5,14 ± 0,69 gün, günlük antrenman süresi ise 117,93 ± 15,90 dakika olduğu görülmektedir.

Tablo 2. *Katılımcıların Antropometrik ve Vücut Kompozisyonu Özelliklerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler*

Değişken	n	X̄	Ss	Medyan	Minimum	Maksimum
Boy Uzunluğu (cm)	29	174,05	9,30	176,00	157,00	192,00
Vücut Ağırlığı (kg)	29	68,17	9,93	67,30	48,20	88,20
BKİ (kg/m²)	29	22,50	2,87	22,10	18,37	29,78
Vücut Yağ Yüzdesi (%)	29	21,79	6,41	20,80	9,40	35,90
Yağ Kütlesi (kg)	29	15,19	6,20	12,80	6,50	30,50
İskelet Kas Kütlesi (kg)	29	29,60	3,82	30,00	20,60	37,50
Toplam Vücut Suyu (L)	29	38,76	4,71	39,00	27,60	47,90

Not. BKİ: Beden Kitle İndeksi; X̄: Ortalama; Ss: Standart Sapma.

Tablo 2'de Vücut kompozisyonu değişkenleri incelendiğinde, vücut yağ yüzdesi ortalaması %21,79 ± 6,41, yağ kütlesi 15,19 ± 6,20 kg, iskelet kas kütlesi 29,60 ± 3,82 kg ve toplam vücut suyu 38,76 ± 4,71 L olduğu görülmektedir.

Tablo 3. *Algısal-Bilişsel Performans Göstergelerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler (n=29)*

Değişken	X̄	Ss	Medyan	Minimum	Maksimum	GA %95
Mutlak hata (s)	0,07	0,08	0,05	0,03	0,50	0,03- 0,10
Sabit hata (s)	-0,02	0,03	-0,01	-0,08	0,02	(-0,03)-(-0,01)
Değişken hata (s)	0,05	0,01	0,05	0,03	0,07	0,05-0,05
SUBRAT toplam görev tamamlama süresi (s)	10,26	2,46	10,00	6,83	20,28	9,32-11,19
Performans skoru (0–1)	0,66	0,12	0,66	0,40	0,91	0,62-0,71

Not. X̄: Ortalama; Ss: Standart Sapma.GA: Güven Aralığı. Mutlak Hata, Sabit Hata Ve Değişken Saniye(s); SUBRAT toplam görev tamamlama süresi saniye (s) cinsinden sunuldu. Performans skoru 0–1 aralığında birimsiz indeks değeridir.7

Algısal-bilişsel performans göstergeleri incelendiğinde, katılımcıların mutlak hata ortalaması 0,07 ± 0,08 s, sabit hata ortalaması -0,02 ± 0,03 s ve değişken hata ortalaması 0,05 ± 0,01 s olarak belirlendi. Sabit hata değerinin negatif olması, sporcuların ortalama olarak hedef zamandan önce yanıt verme eğilimi gösterdiğini ortaya koydu. SUBRAT toplam görev tamamlama süresi (s) ortalaması 10,26 ± 2,46 s, birleşik performans skoru ise 0,66 ± 0,12 olarak saptandı (Tablo 3).

Tablo 4. *Algısal-Bilişsel Performans Göstergelerine Ait Normallik Sonuçları (n=29)*

Değişken	Çarpıklık	Basıklık	Shapiro–Wilk (W)	p
Mutlak Hata (s)	5,05	26,53	0,351	<0,001
Sabit Hata (s)	-0,82	-0,27	0,909	0,016
Değişken hata (s)	-1,69	5,71	0,877	0,003
SUBRAT Toplam Görev Tamamlama Süresi (S)	2,51	9,43	0,784	<0,001
Performans Skoru (0–1)	-0,13	0,43	0,978	0,783

Not. Shapiro–Wilk testinde p < 0,05 olan değişkenlerde normal dağılım varsayımı karşılanmadı. Performans skoru için p > 0,05 olmakla birlikte, analizlerde yöntemsel tutarlılığı sağlamak amacıyla parametrik olmayan yöntemler tercih edildi.

Tablo 4'te normallik incelemesi sonucunda MH, SH, DH ve SUBRAT toplam görev tamamlama süresi değişkenlerinde normal dağılım varsayımı karşılanmadığı görülmektedir. Performans skoru için normal dağılım varsayımı karşılanmakla birlikte, analizlerde değişkenler arası yöntemsel tutarlılığı sağlamak amacıyla parametrik olmayan yöntemler kullanıldı.

Tablo 5. *Düşük ve Yüksek Vücut Yağ Yüzdesi Gruplarının Demografik, Antrenman, Antropometrik ve Vücut Kompozisyonu Özellikleri Açısından Karşılaştırılması*

Değişken	**DVY (n = 11) X̄ ± SS / SO**	**YVY (n = 18) X̄ ± SS / SO**	**U**	**z**	**p**	**r**	**Etki büyüklüğü**
Yaş (yıl)	22,18 ± 3,25 SO: 16,41	21,61 ± 3,70 SO: 14,14	83,5	-0,705	0,492	0,13	Küçük
Antrenman Yaşı (yıl)	10,45 ± 3,45 SO: 14,45	10,83 ± 3,40 SO: 15,33	93,0	-0,272	0,808	0,05	Önemsiz
Günlük Antrenman Süresi (dk)	114,55 ± 12,14 SO: 13,95	120,00 ± 17,82 SO: 15,64	87,5	-0,787	0,611†	0,15	Küçük
Haftalık Antrenman Sıklığı (gün)	5,00 ± 0,63 SO: 13,36	5,22 ± 0,73 SO: 16,00	81,0	-0,889	0,438	0,17	Küçük
Boy Uzunluğu (cm)	179,27 ± 6,39 SO: 19,73	170,86 ± 9,49 SO: 12,11	47,0	-2,341	0,019*	0,44	Orta
Vücut Ağırlığı (kg)	65,06 ± 4,82 SO: 12,18	70,06 ± 11,77 SO: 16,72	68,0	-1,393	0,173	0,26	Küçük
BKİ (kg/m²)	20,25 ± 1,15 SO: 7,45	23,87 ± 2,74 SO: 19,61	16,0	-3,731	<0,001**	0,69	Büyük
Vücut Yağ Yüzdesi (%)	15,61 ± 2,81 SO: 6,00	25,57 ± 4,81 SO: 20,50	0,0	-4,451	<0,001**	0,83	Büyük
Yağ Kütlesi (kg)	10,15 ± 2,00 SO: 7,36	18,27 ± 5,88 SO: 19,67	15,0	-3,776	<0,001**	0,70	Büyük
İskelet Kas Kütlesi (kg)	30,68 ± 2,68 SO: 17,50	28,94 ± 4,32 SO: 13,47	71,5	-1,236	0,220	0,23	Küçük
Toplam Vücut Suyu (L)	40,26 ± 3,34 SO: 17,73	37,83 ± 5,26 SO: 13,33	69,0	-1,349	0,188	0,25	Küçük

*Not. X̄: Ortalama; SS: Standart Sapma; SO: Sıra Ortalaması; DVY: Düşük Vücut Yağ Yüzdesi; YVY: Yüksek Vücut Yağ Yüzdesi. X̄ ± SS değerleri betimleyici amaçla sunuldur; gruplar arası çıkarımsal karşılaştırmalar Mann–Whitney U testi ile sıra değerleri üzerinden gerçekleştirildi. Etki büyüklüğü r değerleri 0,10–0,29 küçük, 0,30–0,49 orta ve ≥ 0,50 büyük etki olarak yorumlandı. *p < 0,05; **p < 0,001.*

Tablo 5'te DVY ve YVY gruplarının demografik, antrenman, antropometrik ve vücut kompozisyonu özellikleri karşılaştırıldığında yaş, antrenman yaşı, günlük antrenman süresi, haftalık antrenman sıklığı, vücut ağırlığı, iskelet kas kütlesi ve toplam vücut suyu açısından anlamlı fark saptanmadı (tüm p > 0,05). Buna karşılık boy uzunluğu, BKİ, vücut yağ yüzdesi ve yağ kütlesi açısından gruplar arasında anlamlı fark bulundu (p < 0,05). Boy uzunluğu DVY grubunda daha yüksek bulundu (179,27 ± 6,39 cm'ye karşı 170,86 ± 9,49 cm; U = 47,0; p = 0,019; r = 0,44). BKİ, vücut yağ yüzdesi ve yağ kütlesi ise YVY grubunda daha yüksek bulundu (p < 0,001). Etki büyüklükleri boy uzunluğu için orta; BKİ, vücut yağ yüzdesi ve yağ kütlesi için büyük düzeyde değerlendirildi.

Tablo 6. *Düşük ve Yüksek Vücut Yağ Yüzdesi Gruplarının Algısal-Bilişsel Performans Göstergeleri Açısından Karşılaştırılması*

Değişken	DVY (n = 11) X̄ ± SS / SO	YVY (n = 18) X̄ ± SS / SO	U	z	p	r	Etki büyüklüğü
Mutlak Hata (s)	0,05 ± 0,02 SO: 13,91	0,08 ± 0,11 SO: 15,67	87,0	-0,539	0,611	0,10	Küçük
Sabit Hata (s)	-0,02 ± 0,03 SO: 14,82	-0,02 ± 0,03 SO: 15,11	97,0	-0,090	0,947	0,02	Önemsiz
Değişken Hata (s)	0,05 ± 0,01 SO: 15,09	0,05 ± 0,02 SO: 14,94	98	-0,045	0,982	0,01	Önemsiz
SUBRAT Toplam Görev Tamamlama Süresi (s)	9,73 ± 1,66 SO: 14,00	10,58 ± 2,83 SO: 15,61	88,0	-0,494	0,642	0,09	Önemsiz
Performans Skoru (0–1)	0,66 ± 0,10 SO: 15,55	0,66 ± 0,13 SO: 14,67	93	-0,270	0,808	0,05	Önemsiz

Not. X̄: Ortalama; SS: Standart Sapma; SO: Sıra Ortalaması; DVY: Düşük Vücut Yağ Yüzdesi; YVY: Yüksek Vücut Yağ Yüzdesi. X̄ ± SS değerleri betimleyici amaçla sunulmuştur; gruplar arası çıkarımsal karşılaştırmalar Mann–Whitney U testi ile sıra değerleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Mutlak hata, sabit hata ve değişken hata değerleri saniye (s) cinsinde sunulmuş; SUBRAT toplam görev tamamlama süresi saniye (s) cinsinde raporlandı. Performans skoru 0–1 aralığında birimsiz indeks değeridir. Etki büyüklüğü r değerleri 0,10–0,29 küçük, 0,30–0,49 orta ve ≥ 0,50 büyük etki olarak yorumlandı.

Tablo 6'da DVY ve YVY gruplarının algısal-bilişsel performans göstergeleri karşılaştırıldığında, değişkenlerin hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmedi (tüm $p > 0,05$). Etki büyüklükleri önemsiz ile küçük düzey arasında değiştiği görülmektedir.

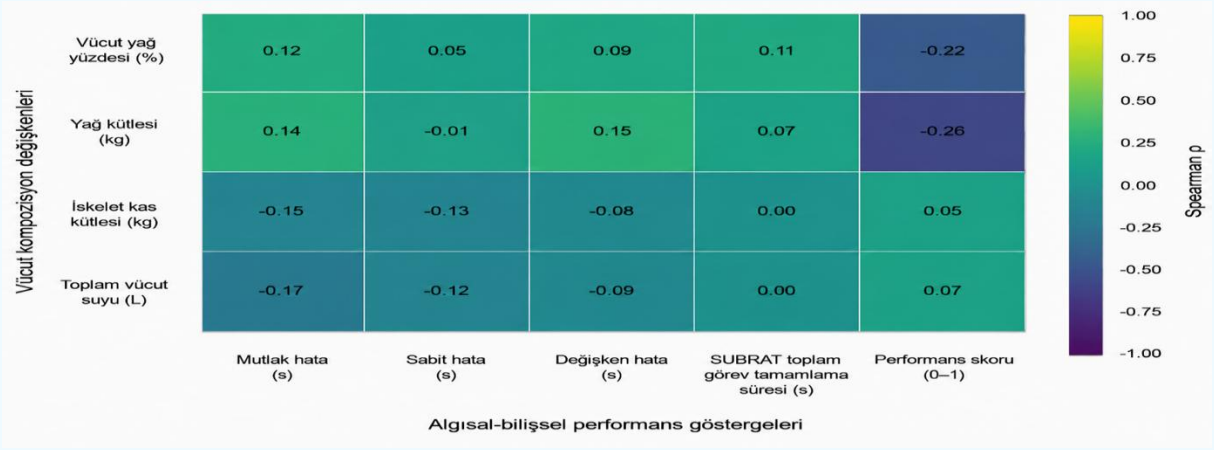
Korelasyon katsayıları önemsiz ile orta düzey arasında değişmiş olup, sonuçlar Tablo 7'de ve korelasyon ısı tablosu Şekil 2'de sunulmaktadır.

Tablo 7. *Vücut Kompozisyonu Değişkenleri ile Algısal-Bilişsel Performans Göstergeleri Arasındaki Spearman Korelasyon Analizi Sonuçları*

Bağımsız değişken	Mutlak hata (s)		Sabit hata (s)		Değişken hata (s)		SUBRAT toplam görev tamamlama süresi (s)		Performans skoru (0–1)	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Boy Uzunluğu (cm)	-0,081	0,675	-0,128	0,509	0,008	0,967	-0,164	0,394	0,075	0,699
Vücut Ağırlığı (kg)	-0,125	0,518	-0,036	0,851	-0,052	0,790	0,097	0,617	-0,073	0,707
Beden Kütle İndeksi (kg/m²)	0,099	0,609	0,011	0,956	0,067	0,732	0,204	0,287	-0,249	0,192
Vücut Yağ Yüzdesi (%)	0,120	0,534	0,054	0,781	0,092	0,636	0,111	0,566	-0,219	0,254
Yağ Kütlesi (kg)	0,141	0,466	-0,008	0,968	0,150	0,439	0,066	0,735	-0,260	0,173
İskelet Kas Kütlesi (kg)	-0,151	0,436	-0,126	0,514	-0,079	0,683	0,004	0,982	0,052	0,789
Toplam Vücut Suyu (L)	-0,166	0,389	-0,123	0,524	-0,091	0,637	-0,001	0,997	0,066	0,733

Not. Hücrelerde Spearman korelasyon katsayısı (ρ) ve p değeri sunulmaktadır. Korelasyon katsayılarının yorumlanmasında Field (2024) sınıflandırması esas alındı: 0,0–<0,1 önemsiz, 0,1–<0,2 zayıf, 0,2–<0,4 orta, 0,4–<0,6 nispeten güçlü, 0,6–<0,8 güçlü ve ≥0,8 çok güçlü. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi

Spearman korelasyon analizi sonuçlarına göre, vücut kompozisyonu değişkenleri ile algısal-bilişsel performans göstergeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (tüm $p > 0,05$).



Şekil 2. *Vücut Kompozisyonu Değişkenleri İle Algısal-Bilişsel Performans Göstergeleri Arasındaki Spearman Korelasyon Katsayılarına Ait Isı Haritası.*

Hücrelerde Spearman rho (ρ) katsayıları verilmiştir. Renk skalası ilişkinin yönünü ve büyüklüğünü göstermekte olup, tüm korelasyonlar istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0,05$)

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, kadın voleybolcularda vücut kompozisyonu değişkenleri ile reaktif görsel-motor yanıt ve algısal-bilişsel performans göstergeleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlandı. Çalışmanın temel bulgusu, vücut kompozisyonu değişkenleri ile öncelleme zamanı göstergeleri, SUBRAT toplam görev tamamlama süresi ve birleşik performans skoru arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin saptanmamış olmasıdır. Benzer şekilde, sporcuların vücut yağ yüzdesine göre düşük ve yüksek grup olarak karşılaştırılmasında da öncelleme zamanı parametreleri (mutlak hata, sabit hata ve değişken hata), SUBRAT toplam görev tamamlama süresi ve birleşik performans skoru bakımından anlamlı bir farklılık belirlenmedi. Bu bulgular, incelenen örneklemde reaktif görsel-motor yanıt ve algısal-bilişsel performansın yalnızca vücut kompozisyonu değişkenleri üzerinden açıklanamayabileceğini düşündürmektedir.

Sporda algısal-bilişsel uzmanlığa ilişkin meta-analitik bulgular, sporcular arasındaki performans farklılıklarının yalnız morfolojik özelliklerle açıklanamayacağını göstermektedir (Mann ve ark., 2007). Bu farklılıklar, çevresel uyaranları algılama, uygun bilgiyi seçme, oyunu okuma ve doğru zamanda uygun tepkiyi oluşturma gibi algısal-bilişsel süreçlerle ilişkili olabilir (Mann ve ark., 2007). Ayrıca fiziksel aktivite ve antrenman düzeyinin bilişsel işlevler üzerinde destekleyici etkiler oluşturabileceği bildirilmektedir (Ratey and Loehr, 2011). Bunun yanı sıra, adiposite ile bilişsel işlevler arasındaki olumsuz ilişkiyi bildiren bulguların çoğunlukla genel popülasyon ve fazla kilolu/obez bireylerde raporlanmış olması, antrenmanlı kadın sporcularda benzer örüntünün daha zayıf görünmesini açıklayabilir (Favieri ve ark., 2019). Bu nedenle mevcut bulgular, kadın voleybolcularda reaktif görsel-motor yanıt ve algısal-bilişsel performansın yalnızca morfolojik göstergelerle değil; algısal ipucu kullanımı, dikkat, karar verme ve antrenmana bağlı algısal-bilişsel uyum süreçleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Voleybolun yüksek hızlı ve zaman baskısı içeren oyun yapısı, sporcularda çevresel ipuçlarının hızlı algılanmasını, rakip hareketlerinin öngörülmesini ve uygun motor yanıtın kısa sürede seçilmesini gerektirmektedir (Piras ve ark., 2014; Zhu ve ark., 2024b). Voleybolda başarılı performans, yalnızca fiziksel hazırlıkla değil, aynı zamanda görsel bilgi işleme, öncelleme ve karar verme süreçleriyle de yakından ilişkilidir (Conejero Suárez ve ark., 2020; Zhu ve ark., 2024b). Bu doğrultuda, Afonso ve ark. (2014) voleybolda başarılı oyuncuların çevreden gelen bilgiyi daha işlevsel biçimde taradığını ve

performans açısından önemli görsel ipuçlarını daha etkili kullandığını bildirmektedir. Benzer şekilde, bilişsel bakış açısıyla yapılandırılan antrenmanların voleybolcularda oyun durumlarını değerlendirme ve uygun tepkiyi seçme becerisini geliştirdiği vurgulanmaktadır (Conejero Suárez ve ark., 2020). Genç voleybolcularda karar verme performansının, görsel bilişsel beceriler ve voleybol deneyimi tarafından şekillendiği ve bu faktörlerin performansın gelişiminde önemli rol oynadığı bildirilmektedir (De Waelle ve ark., 2021). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, mevcut çalışmada vücut kompozisyonu değişkenleri ile reaktif görsel-motor yanıt ve algısal-bilişsel performans göstergeleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmaması; söz konusu performans özelliklerinin morfolojik göstergelerin yanı sıra oyun içi bilgi işleme, öngörü, karar verme ve deneyime bağlı süreçlerle de ilişkili olabileceği çerçevesinde yorumlanabilir.

Mevcut araştırmada DVY ve YVY grupları vücut yağ yüzdesi bakımından anlamlı biçimde farklılaşmasına karşın, performans skoru, SUBRAT toplam görev tamamlama süresi ve değişken hata açısından belirgin bir ayrışma gözlenmedi. Çalışmada kullanılan %20 kesme noktası, kadın voleybolcularda bildirilen vücut yağ yüzdesi değerleri ile elit sporcular için rapor edilen genel dağılım dikkate alınarak belirlendi. Kadın voleybolcularda vücut yağ yüzdesinin yaklaşık %18–23 aralığında yer aldığı (Matłosz ve ark., 2023) ve elit sporcularda genel ortalamanın yaklaşık %21,7 olduğu (Martínez-Mireles ve ark., 2026) göz önünde bulundurulduğunda, bu eşik literatür temelli pratik bir sınıflandırma noktası sunmaktadır. Ayrıca bu kesme noktası yalnızca istatistiksel bir gruplandırma olarak değil, sahada antrenörler için karşılığı olan pratik bir eşik değeri sağlaması amacıyla da tercih edildi. Bununla birlikte, DVY ve YVY grupları arasında öncelleme zamanı, SUBRAT toplam görev tamamlama süresi ve birleşik performans skoru açısından anlamlı fark bulunmaması, vücut yağ yüzdesine dayalı bu sınıflandırmanın incelenen örneklemde reaktif görsel-motor yanıt ve algısal-bilişsel performans göstergelerini ayırt etmede sınırlı kaldığını düşündürmektedir.

Voleybola ilişkin çalışmalarda, vücut yağ oranının özellikle fiziksel performans göstergeleriyle ters yönlü ilişkili olabildiği bildirilmektedir. Nitekim elit kadın voleybolcularda antropometrik özelliklerin blok ve smaç sıçrama performansı ile ilişkili olduğu raporlanmaktadır (Carvalho ve ark., 2020). Benzer şekilde, vücut kompozisyonu ve kas kuvveti değişkenlerinin sıçrama performansını yordayabildiği (Ćopić ve ark., 2014) ve BKİ ile vücut yağ yüzdesindeki artışın daha düşük fiziksel uygunlukla bağlantılı olduğu gözlenmektedir (Nikolaidis, 2012). Bununla birlikte, vücut yağ oranının fiziksel performansla ilişkisi her zaman doğrusal ve tek boyutlu değildir. Vücut kütlesi, yağsız kütle ve dikey sıçrama performansı arasındaki ilişkilerin daha karmaşık bir yapıya sahip olduğu; bu değişkenlerin yalnız morfolojik özelliklerden değil, çevresel etmenler ve antrenmana bağlı adaptasyon süreçlerinden de etkilendiği vurgulanmaktadır (Carvalho ve ark., 2020). Voleybolda sıçrama ve yön değiştirme gibi vücut ağırlığının taşındığı görevlerde yüksek yağ kütlesi mekanik bir dezavantaj yaratabilir (Akdoğan ve Güven, 2021). Buna karşılık, mevcut çalışmada kullanılan öncelleme zamanı testi ve SUBRAT, belirgin tüm-vücut yer değiştirmesi veya vücut kütlesinin taşınmasını gerektiren görevler olmadığından, yağ kütlesinin bu performans göstergeleri üzerindeki mekanik etkisi daha sınırlı kalmış olabilir.

Özellikle basit reaksiyon süresi, yürütücü kontrol ve algısal hız gibi bilişsel bileşenlerin daha yüksek spora özgü fiziksel performansla ilişkili olduğu rapor edilmektedir (Trecroci ve ark., 2021). Benzer şekilde, yarışmacı genç voleybolcularda reaktif çeviklik performansının seçici dikkat, duyusal duyarlılık ve kompleks reaksiyon özellikleri gibi algısal-bilişsel bileşenlerle ilişkili olduğu bildirilmektedir (Zwierko ve ark., 2023). Ayrıca kadın voleybolcularda görsel algı antrenmanının klinik reaksiyon süresi, yürütücü kontrol ve algısal hız üzerinde gelişme sağladığı bildirilmektedir (Formenti ve ark., 2019). Bunun yanında, genç voleybolcularda uygun ısınma sonrası reaksiyon süresinin iyileşmesi, bu değişkenin vücut kompozisyonundan ziyade akut nöromüsküler hazırlık ve işlevsel durumdan etkilenebileceğini düşündürmektedir (Cieśluk ve ark., 2025). Bu bulgular birlikte

değerlendirildiğinde, mevcut çalışmada vücut kompozisyonu ile reaktif görsel-motor yanıt ve algısal-bilişsel performans göstergeleri arasında anlamlı ilişki saptanmaması; söz konusu performans özelliklerinin bilişsel işlemleme, dikkat, nöromüsküler hazırlık ve görev özgül deneyim gibi farklı belirleyicilerle ilişkili olabileceği çerçevesinde yorumlanabilir.

Bu çalışmada örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ve araştırmanın kesitsel tasarımı, bulguların yorumlanmasında dikkate alınması gereken başlıca sınırlılıklardır. Yirmi dokuz katılımcıdan oluşan örneklem, yaklaşık 0,50 ve üzerindeki korelasyonların belirlenmesine olanak sağladığından, küçük ve orta düzeydeki ilişkilerin saptanamamış olması yetersiz istatistiksel güçle ilişkili olabilir. Ayrıca kesitsel tasarım nedensel çıkarım yapılmasını sınırlandırmaktadır. Menstrüel döngü fazlarının ve hormonal doğum kontrol yöntemi kullanımının nesnel olarak izlenmemesi, reaktif görsel-motor yanıt ve algısal-bilişsel performans üzerindeki olası hormonal etkilerin kontrol edilememesine neden olmuş olabilir. Bu nedenle gelecek çalışmalarda söz konusu değişkenlerin standardize edilerek izlenmesi önerilmektedir. Birden fazla takımdan katılım sağlanmış olması nedeniyle olası takım içi kümelenme etkisi de bu çalışmanın sınırlılıkları arasında değerlendirilmelidir. Ayrıca vücut yağ yüzdesine göre oluşturulan grupların sayısal olarak dengeli olmaması, grup karşılaştırmalarında istatistiksel gücün sınırlı kalmasına neden olmuş olabilir. Bunun yanı sıra, BPS'nun örneklem-içi minimum ve maksimum değerlere dayalı olarak oluşturulması nedeniyle skorlar mevcut örneklemin dağılımına bağımlıdır. Bu durum, ortak dış referans sınırları kullanılmadığında farklı örneklemlerden elde edilen BPS değerlerinin doğrudan karşılaştırılabilirliğini sınırlandırmaktadır.

Bununla birlikte, çalışmanın önemli güçlü yönleri de bulunmaktadır. Çalışmanın güçlü yönlerinden biri, performansın tek bir göstergeyle sınırlandırılmayarak öncelleme zamanına ilişkin mutlak hata, sabit hata ve değişken hata ile SUBRAT toplam görev tamamlama süresi üzerinden çok boyutlu olarak değerlendirilmesidir. Bu değişkenlerin ortak bir ölçeğe dönüştürülerek birleşik performans skoru altında birleştirilmesi, reaktif görsel-motor yanıt ve algısal-bilişsel performansın farklı bileşenlerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasına olanak sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmada kadın voleybolcularda vücut kompozisyonu değişkenleri ile reaktif görsel-motor yanıt ve algısal-bilişsel performans göstergeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı. enzer şekilde, vücut yağ yüzdesine göre oluşturulan gruplar arasında da SUBRAT toplam görev tamamlama süresi, öncelleme zamanı göstergeleri ve birleşik performans skoru bakımından anlamlı bir farklılık belirlenmedi. Bu bulgular, incelenen örneklemde reaktif görsel-motor yanıt ve algısal-bilişsel performans göstergelerinin tek başına vücut kompozisyonu değişkenleriyle açıklanamayabileceğini düşündürmektedir. Bu performans özelliklerinin olası belirleyicilerinin, mevcut literatür ışığında dikkat, bilgi işleme, zamanlama öngörüsü, görsel uyaranların ayırt edilmesi ve antrenmana bağlı işlevsel uyum süreçleri çerçevesinde ele alınması uygun görünmektedir. Bu yönüyle çalışma, kadın voleybolcularda performans izlemede yalnız morfolojik ölçütlere dayalı yaklaşımların sınırlı kalabileceğini ve morfolojik ölçümlerin doğrudan performans değerlendirmeleriyle birlikte ele alındığı daha bütüncül değerlendirme modellerine ihtiyaç duyulabileceğini düşündürmektedir.

Saha pratiği açısından bulgular, kadın voleybolcularda vücut kompozisyonu değerlerinin reaktif görsel-motor yanıt ve zamanlama öngörüsü performansı hakkında dolaylı bir gösterge olarak kullanılmasının sınırlı olabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle bu performans özelliklerinin izlenmesinde morfolojik ölçümlerden yapılan çıkarımlar yerine, SUBRAT gibi reaktif görsel-motor yanıt testleri ile öncelleme zamanı testlerinden elde edilen doğrudan performans göstergelerinin kullanılması daha uygun görünmektedir. Elde edilen sonuçlar, görsel uyaranlara hızlı ve doğru yanıt

verme, uyaranları ayırt etme ve zamanlama öngörüsü gibi performans bileşenlerinin bireysel olarak izlenmesi ve bu özelliklere yönelik antrenman uygulamalarının planlanmasında kullanılabilir.

Gelecek araştırmalarda farklı yaş ve cinsiyet gruplarını, performans düzeylerini ve spor branşlarını kapsayan daha geniş örneklemlerle çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir. Ayrıca vücut kompozisyonu ile reaktif görsel-motor yanıt ve algısal-bilişsel performans göstergeleri arasındaki ilişkinin boylamsal (uzunlamasına) tasarımlar ve farklı performans testleri kullanılarak incelenmesi; antrenman yükü, uyku, beslenme durumu ve fiziksel performans gibi potansiyel etkileyici değişkenlerin kontrol edilmesi önerilebilir. Bu tür yaklaşımlar, söz konusu ilişkinin sportif performans ve antrenman planlaması açısından öneminin daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

Acar, S., & Aktağ, I. (2024). Determining the anticipation times of athletes participating and non-participating in volleyball, handball, and basketball school sports at secondary schools. *European Journal of Education and Pedagogy*, *5*(1), 43-47. https://doi.org/10.24018/ejedu.2024.5.1.784

Afonso, J., Garganta, J., McRobert, A., Williams, A. M., & Mesquita, I. (2014). Visual search behaviours and verbal reports during film-based and in situ representative tasks in volleyball. *European Journal of Sport Science*, *14*(2), 177-184. https://doi.org/10.1080/17461391.2012.730064

Akdoğan, E., & Güven, B. (2021). Relationship between body composition, agility and vertical jump performance in young female volleyball players. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 13(3), 352-357https://doi.org/10.5336/sportsci.2020-80118

American College of Sports Medicine. (2021). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (11th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.

Anand, S. S., Friedrich, M. G., Lee, D. S., Awadalla, P., Després, J. P., Desai, D., & Smith, E. E. (2022). Evaluation of adiposity and cognitive function in adults. *JAMA Network Open*, *5*(2), e2146324. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.46324

Anicic, Z., Janicijevic, D., Knezevic, O. M., Garcia-Ramos, A., Petrovic, M. R., Cabarkapa, D., & Mirkov, D. M. (2023). Assessment of countermovement jump: What should we report? *Life*, *13*(1), 190. https://doi.org/10.3390/life13010190

Arabacı, R., Çankaya, C., Çatıkkaş, F., & Şahin, S. (2011). Assessment of body composition and leg reaction time of elite taekwondo athletes. *Sport Sciences*, *6*(2), 139-147. https://izlik.org/JA84HN53KA

Bekman, M. (2022). Halkla ilişkiler uygulamalarında nicel araştırma yöntemi: İlişkisel tarama modeli. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, *6*(16), 238-258. https://doi.org/10.54707/meric.1143322

Campa, F., Toselli, S., Mazzilli, M., Gobbo, L. A., & Coratella, G. (2021). Assessment of body composition in athletes: A narrative review of available methods with special reference to quantitative and qualitative bioimpedance analysis. *Nutrients*, *13*(5), 1620. https://doi.org/10.3390/nu13051620

Cano, L. A., Gerez, G. D., García, M. S., Albarracín, A. L., Farfán, F. D., & Fernández-Jover, E. (2024). Decision-making time analysis for assessing processing speed in athletes during motor reaction tasks. *Sports*, *12*(6), 151. https://doi.org/10.3390/sports12060151

Carvalho, A., Mourão, P., & Abade, E. (2020). Comparison of morphological profiles and performance variables between female volleyball players of the first and second divisions in Portugal. *Journal of Human Kinetics*, *71*, 109-117. https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0076

Chalse, T. S., Karpe, M. U., & Zambare, C. V. (2025). Correlation between body fat percentage and simple reaction time in young individuals. *International Journal for Multidisciplinary Research*, *7*(4). 1-5. https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i04.51585

Cieśluk, M., Cieśluk, K., Lipińska, A., Zabojszcz, K., & Krzepota, J. (2025). The role of sociodemographic factors and decision-making styles in perceived stress among volleyball referees. *Acta Kinesiologica*, *19*(3), 59-66. https://doi.org/10.51371/issn.1840-2976.2025.19.3.7

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203771587

Conejero Suárez, M., Prado Serenini, A. L., Fernández-Echeverría, C., Collado-Mateo, D., & Moreno Arroyo, M. P. (2020). The effect of decision training, from a cognitive perspective, on decision-making in volleyball: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(10), 3628. https://doi.org/10.3390/ijerph17103628

Ćopić, N., Dopsaj, M., Ivanović, J., Nešić, G., & Jarić, S. (2014). Body composition and muscle strength predictors of jumping performance: Differences between elite female volleyball competitors and nontrained

individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*(10), 2709-2716. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000468

Cosmin, S. C., Mihaela, R. A., & Claudiu, A. (2016). Anthropometric characteristics, body composition and physical performance of female cadet volleyball players. *Journal of Physical Education and Sport*, *16*(1), 664-667. https://doi.org/10.7752/jpes.2016.s1106

Crocetta, T. B., Guarnieri, R., Antunes, T. P. C., Massetti, T., Abreu, L. C. D., Fabian, P., & Monteiro, C. B. D. M. (2018). Instruments for studying coincidence-anticipation timing task–an updated systematic review. *Journal of Physical Education and Sports Management*, *5*(1), 37-52. https://jpesm.thebrpi.org/vol-5-no-1-june-2018-abstract-5-jpesm

Dawes, R. M. (1979). The robust beauty of improper linear models in decision making. American Psychologist, 34(7), 571–582. https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.7.571

De-Oliveira, L. A., Matos, M. V., Fernandes, I. G. S., Nascimento, D. A., & da Silva-Grigoletto, M. E. (2021). Test-retest reliability of a visual-cognitive technology (BlazePod™) to measure response time. *Journal of Sports Science & Medicine*, *20*(1), 179-180. https://doi.org/10.52082/jssm.2021.179

De Waelle, S., Van Bostraeten, S., Lenoir, M., Bennett, S. J., & Deconinck, F. J. A. (2021). Visual cognition and experience mediate the relation between age and decision making in youth volleyball players. *Optometry and Vision Science*, *98*(7), 802-808. https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001724

Duncan, M., Smith, M., & Lyons, M. (2013). The effect of exercise intensity on coincidence anticipation performance at different stimulus speeds. *European Journal of Sport Science*, *13*(5), 559-566. https://doi.org/10.1080/17461391.2012.752039

Falces-Prieto, M., González-Fernández, F. T., Matas-Bustos, J., Ruiz-Montero, P. J., Rodicio-Palma, J., Torres-Pacheco, M., & Clemente, F. M. (2021). An exploratory data analysis on the influence of role rotation in a small-sided game on young soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(13), 6773. https://doi.org/10.3390/ijerph18136773

Favieri, F., Forte, G., & Casagrande, M. (2019). The executive functions in overweight and obesity: A systematic review of neuropsychological cross-sectional and longitudinal studies. *Frontiers in Psychology*, *10*, 2126. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02126

Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (6th ed.). Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Fleddermann, M. T., & Zentgraf, K. (2018). Tapping the full potential? Jumping performance of volleyball athletes in game-like situations. *Frontiers in Psychology*, 9, 1375. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01375

Formenti, D., Duca, M., Trecroci, A., Ansaldi, L., Bonfanti, L., Alberti, G., & Iodice, P. (2019). Perceptual vision training in non-sport-specific context: effect on performance skills and cognition in young females. *Scientific reports*, *9*(1), 18671.https://doi.org/10.1038/s41598-019-55252-1

Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A, Lang, AG. (2019). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods* 41, 1149–1160 https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149

Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, *141*(1), 2-18. https://doi.org/10.1037/a0024338

Gabbett, T., Georgieff, B., Anderson, S., Cotton, B., Savovic, D., & Nicholson, L. (2006). Changes in skill and physical fitness following training in talent-identified volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *20*(1), 29-35. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16503688/

Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, *10*(2), 486-489. https://doi.org/10.5812/ijem.3505

Gupta, M., & Rickard, T. (2022). Dissipation of reactive inhibition is sufficient to explain post-rest improvements in motor sequence learning. *NPJ Science of Learning*, *7*(25), 1-4. https://doi.org/10.1038/s41539-022-00140-z

Günay, A. R., Ceylan, H. I., Çolakoğlu, F. F., & Saygın, Ö. (2019). Comparison of coinciding anticipation timing and reaction time performances of adolescent female volleyball players in different playing positions. *The Sport Journal*, *36*, 1-12. https://thesportjournal.org/article/comparison-of-coinciding-anticipation-timing-and-reaction-time-performances-of-adolescent-female-volleyball-players-in-different-playing-positions/

Hernandez-Martinez, J., Perez-Carcamo, J., Coñapi-Union, B., Canales-Canales, S., Negron-Molina, M., Avila-Valencia, S., Cid-Calfucura, I., Herrera-Valenzuela, T., Cisterna, D., Branco, B. H. M., & Valdés-Badilla, P. (2024). Relationship between body composition and physical performance by sex in professional basketball players. *Applied Sciences*, *14*(20), 9165. https://doi.org/10.3390/app14209165

Hunter, S. K., & Senefeld, J. W. (2024). *Sex differences in human performance*. *The Journal of Physiology*, *602*(17), 4129-4156. https://doi.org/10.1113/JP284198

Ilić, T., Rančić, D., & Stojanović, S. (2025). The relationship of body composition and motor abilities of female basketball players. In Book *of Proceedings: 11th International Scientific Conference "Anthropological*

and Teo-Anthropological View on Physical Activity" (pp. 157–162). https://doi.org/10.5937/Atavpa25157I

Kaszuba, M., Klocek, O., Spieszny, M., & Filip-Stachnik, A. (2023). The effect of caffeinated chewing gum on volleyball-specific skills and physical performance in volleyball players. *Nutrients*, *15*(1), 91. https://doi.org/10.3390/nu15010091

Kim, H. (2023). Coincidence anticipation timing requirements across different stimulus speeds in various sports: A pilot study. *The Sport Journal*, *24*, 1-11. https://thesportjournal.org/article/coincidence-anticipation-timing-requirements-across-different-stimulus-speeds-in-various-sports-a-pilot-study/

Kim, R., Nauhaus, G., Glazek, K., Young, D., & Lin, S. (2013). Development of coincidence-anticipation timing in a catching task. *Perceptual and Motor Skills*, *117*(1), 319-338. https://doi.org/10.2466/10.23.PMS.117x17z9

Koźlenia, D., Popowczak, M., Horička, P., Šimonek, J., & Domaradzki, J. (2024). Sex-specific relationship patterns between body morphology and maturity status with change of direction and agility in elite adolescent volleyball players. *Scientific Reports*, *14*(1), 13170. https://doi.org/10.1038/s41598-024-64190-6

Kuan, Y. M., Zuhairi, N. A., Manan, F. A., Knight, V. F., & Omar, R. (2018). Visual reaction time and visual anticipation time between athletes and non-athletes. *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, *1*, 135-141. https://www.researchgate.net/publication/324441797_Visual_reaction_time_and_visual_anticipation_time_between_athletes_and_non-athletes

Kurak, K., İlbak, İ., Stojanović, S., Bayer, R., İlbak, Y. E., Kasicki, K., Ambroży, T., Rydzik, Ł., & Czarny, W. (2025). The effect of time of day on visual reaction time performance in boxers: evaluation in terms of chronotype. *Frontiers in physiology*, *16*, 1589740. https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1589740

Lee, L.-C., Hsu, P.-S., Hsieh, K.-C., Chen, Y.-Y., Chu, L.-P., Lu, H.-K., Chiu, Y.-C., Li, L., & Lai, C.-L. (2021). Standing 8-electrode bioelectrical impedance analysis as an alternative method to estimate visceral fat area and body fat mass in athletes. *International Journal of General Medicine*, *14*, 539–548. https://doi.org/10.2147/IJGM.S281418

Lim, J., & Kwok, K. (2016). The effects of varying break length on attention and time on task. *Human Factors: The Journal of Human Factors and Ergonomics Society*, *58(3)*, 472-481. https://doi.org/10.1177/0018720815617395

Looney, D. P., Schafer, E. A., Chapman, C. L., Pryor, R. R., Potter, A. W., Roberts, B. M., & Friedl, K. E. (2024). Reliability, biological variability, and accuracy of multi-frequency bioelectrical impedance analysis for measuring body composition components. *Frontiers in Nutrition*, *11*, 1491931. https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1491931

Mann, D. T. Y., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *29*(4), 457-478. https://doi.org/10.1123/jsep.29.4.457

Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, L. (2006). *International standards for anthropometric assessment*. Potchefstroom, South Africa: International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).

Martinez-Mireles, X., Ramírez, E., Lagunes-Carrasco, J. O., López-García, R., García, S., Bouzas, C., Salas-García, R., & Tur, J. A. (2026). Defining elite zones: A scoping review of body physique and body fat in elite athletes. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, *11*(1), 13. https://doi.org/10.3390/jfmk11010013

Masanovic, B. (2019). Comparative study of morphological characteristics and body composition between different team players from Serbian junior national league: Soccer, handball, basketball and volleyball. *International Journal of Morphology*, *37*(2), 612-619. https://doi.org/10.4067/S0717-95022019000200612

Matłosz, P., Makivić, B., Ilić, V., Rupčić, T., Kozinc, Ž., Stojiljković, N., & Bauer, P. (2023). Body fat of competitive volleyball players: A systematic review with meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *20*(1), 2246414. https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2246414

Miguel-Ortega, Á., Calleja-González, J., & Mielgo-Ayuso, J. (2025). Longitudinal comparison of the relationship of energy intake with body composition and physical performance in elite female basketball and volleyball players. *Sport Sciences for Health*, 21, 301–319. https://doi.org/10.1007/s11332-024-01261-1

Mohammad, A., & Tareq, A. (2016). The relationship between body fat percentage with speed, agility and reaction time of male football players of Bangladesh. *nternational Journal of Sport Culture and Science*, *4(4)*, 453-460. https://izlik.org/JA88AD36NZ

Narayanan, M., Srinivasan, M., Subash, P., & Suriya, A. (2024). Comparison of anticipation skills and reaction time in normal adults using a constructed anticipation timer. *BOHR International Journal of Current Research in Optometry and Ophthalmology*. *3*(1), 5-9. https://doi.org/10.54646/bijcroo.2024.37

Nikolaidis, P. T. (2012). Body mass index and body fat percentage are associated with decreased physical fitness in adolescent and adult female volleyball players. *Journal of Research in Medical Sciences*, *18*(1), 22-26. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23900100/

OECD. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. Paris, France: OECD Publishing.

Pérez-López, A., Salinero, J. J., Abian-Vicen, J., Valadés, D., Lara, B., Hernandez, C., Areces, F., González, C., & Del Coso, J. (2015). Caffeinated energy drinks improve volleyball performance in elite female players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *47*(4), 850–856. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000455

Piras, A., Lobietti, R., & Squatrito, S. (2014). Response time, visual search strategy, and anticipatory skills in volleyball players. *Journal of Ophthalmology*, 189268. https://doi.org/10.1155/2014/189268

Poliszczuk, T., Mańkowska, M., Poliszczuk, D., & Wiśniewski, A. (2013). Symmetry and asymmetry of reaction time and body tissue composition of upper limbs in young female basketball players. *Pediatric Endocrinology, Diabetes and Metabolism*, *19(4)*, 132-136. https://www.researchgate.net/publication/262187170_Symmetry_and_asymmetry_of_reaction_time_and_body_tissue_composition_of_upper_limbs_in_young_female_basketball_players

Ratey, J. J., & Loehr, J. E. (2011). The positive impact of physical activity on cognition during adulthood: A review of underlying mechanisms, evidence and recommendations. *Reviews in the Neurosciences*, *22*(2), 171-185. https://doi.org/10.1515/RNS.2011.017

Rebelo, A. (2022). Absolute reliability, relative reliability, and criterion-related validity of two reactive agility tests using two types of stimuli in elite male volleyball players. *Polish Journal of Sport and Tourism*, *29*(2), 24-29. https://doi.org/10.2478/pjst-2022-0011

Reeser, J. C., Fleisig, G. S., Bolt, B., & Ruan, M. (2010). Upper limb biomechanics during the volleyball serve and spike. *Sports Health*, *2*(5), 368-374. https://doi.org/10.1177/1941738110374624

Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, *52*(3/4), 591-611. https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591

Skurvydas, A., Gutnik, B., Zuoza, A. K., Nash, D., Zuoziene, I. J., & Mickeviciene, D. (2009). Relationship between simple reaction time and body mass index. *Homo: internationale Zeitschrift fur die vergleichende Forschung am Menschen*, *60*(1), 77–85. https://doi.org/10.1016/j.jchb.2008.06.006

Śliż, M., França, C., Martins, F., Marszałek, P., Gouveia, É. R., & Przednowek, K. (2025). Psychomotor abilities, body composition and training experience of elite and sub-elite handball players. *Applied Sciences*, *15*(1), 176. https://doi.org/10.3390/app15010176

Śliż, M., Pasko, W., Dziadek, B., Ziajka, A., Poludniak, N., Marszalek, P., & Przednowek, K. (2023). Relationship between body composition and cognitive abilities among young female handball players. *Journal of Physical Education and Sport*, *23*(7), 1650-1659. https://doi.org/10.7752/jpes.2023.07202

Śliż, M., Przednowek, K. H., Kapuściński, P., Dziadek, B., Godek, Ł., Warchoł, K., Zieliński, J., & Przednowek, K. (2022). Characteristics of the level of psychomotor abilities of female handball players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, *14*(1):83. https://doi.org/10.1186/s13102-022-00475-5

Stolz, L.A, Liu, S., Asamoa, E., & Appelbaum, L. (2023). Neurobehavioral measures of coincidence anticipation timing. *Journal of Vision*, *23*(8):16,1-14. https://doi.org/10.1167/jov.23.8.16

Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 543–568. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852

Toskic, L., Markovic, M., Simenko, J., Vidic, V., Cikiriz, N., & Dopsaj, M. (2024). Analysis of body composition in men and women with diverse training profiles: A cross-sectional study. *International Journal of Morphology*, *42*(5), 1278-1287. http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022024000501278

Trecroci, A., Duca, M., Cavaggioni, L., Rossi, A., Scurati, R., Longo, S., Merati, G., Alberti, G., & Formenti, D. (2021). Relationship between Cognitive Functions and Sport-Specific Physical Performance in Youth Volleyball Players. *Brain Sciences*, *11*(2), 227. https://doi.org/10.3390/brainsci11020227

World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, *310*(20), 2191-2194. https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053

Zhu, R., Zheng, M., Liu, S., Guo, J., & Cao, C. (2024b). Effects of perceptual-cognitive training on anticipation and decision-making skills in team sports: a systematic review and meta-analysis. *Behavioral Sciences*, *14*(10), 919. https://doi.org/10.3390/bs14100919

Zhu, R., Zou, D., Wang, K., & Cao, C. (2024a). Expert performance in action anticipation: Visual search behavior in volleyball spiking defense from different viewing perspectives. *Behavioral Sciences*, *14*(3), 163. https://doi.org/10.3390/bs14030163

Zwierko, M., Jedziniak, W., Popowczak, M., & Rokita, A. (2023). Reactive agility in competitive young volleyball players: a gender comparison of perceptual-cognitive and motor determinants. *Journal of Human Kinetics*, *85*, 87–96. https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0112