



Sağlık Hizmetleri Araştırma Dergisi

Health Services Research Journal

hesjournal.cumhuriyet.edu.tr

Founded: 2022

e-ISSN: 2980-3713

Publisher: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Does Trunk Flexor Muscle Strength Affect Vertical Jumping Performance?

Burak Atik^{1*}¹ Physical Therapy and Rehabilitation, Health Sciences Institute, Bahcesehir University, Istanbul, Turkey

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 01/05/2025

Accepted: 29/05/2025

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

ABSTRACT

The aim of the study is quantitatively exploring the correlation between trunk flexor muscle strength and jump performance among elite volleyball players. A total of 25 volleyball players participated in the study. The jump performance data collected were stored digitally via Microgate Software version 3.01 with two jump types were measured; the Squat Jump and the Countermovement Jump. Furthermore, Trunk muscle strength assessments in this study were exclusively focused on the trunk flexor muscle group. Measurements utilized the Cybex Humac Norm isokinetic dynamometer (CSMI, Massachusetts, USA), a widely respected tool for isokinetic evaluations. According to results, a strong positive, and statistically significant correlation was identified between Squat Jump and Countermovement Jump performance ($p < 0.05$). Negative but statistically non-significant correlations were found between trunk muscle strength and both types of jumps ($p > 0.05$). This finding indicates that both jump tests activate similar neuromuscular mechanisms and may be used as complementary measures in the assessment of jump capacity. In conclusion, although no statistically significant relationship was found between trunk muscle strength and jump performance, trunk stability is considered important for the continuity and effectiveness of motor performance. Therefore, it is recommended that training protocols incorporate exercises aimed at enhancing trunk stabilization.

Keywords: Jump Performance, Trunk Muscle Flexor Strength, Isokinetic Assessment, Volleyball

Gövde Fleksör Kas Kuvveti Dikey Sıçrama Performansını Etkiler mi?

Araştırma Makalesi

Süreç

Geliş: 01/05/2025

Kabul: 29/05/2025

Öz

Bu çalışmanın amacı, elit düzeydeki voleybolcularda gövde fleksör kas kuvveti ile sıçrama performansı arasındaki ilişkiyi nicel olarak incelemektir. Çalışmaya toplam 25 voleybolcu katılmıştır. Sıçrama performansı verileri, Microgate Software 3.01 programı aracılığıyla dijital olarak kaydedilmiştir. İki farklı sıçrama türü değerlendirilmiştir; Squat Jump ve Countermovement Jump. Gövde kas kuvveti değerlendirmesi açısından yalnızca gövde fleksör kas grubuna odaklanmıştır. Ölçümler, izokinetik değerlendirmeler için yaygın şekilde kabul gören Cybex Humac Norm izokinetik dinamometre (CSMI, Massachusetts, ABD) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Squat Jump ile Countermovement Jump performansları arasında güçlü, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Gövde kas kuvveti ile sıçrama türleri arasında negatif yönde fakat istatistiksel olarak anlamlı olmayan ilişkiler gözlemlenmiştir ($p > 0,05$). Bulgular ışığında her iki sıçrama testinin benzer nöromusküler mekanizmaları aktive ettiğini ve sıçrama kapasitesinin değerlendirilmesinde tamamlayıcı ölçütler olarak kullanılabileceği gösterilmektedir. Sonuç olarak, gövde fleksör kas kuvveti ile sıçrama performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiş olsa da gövde stabilitesinin motor performansın sürekliliği ve etkinliği açısından önemli olduğu değerlendirilmektedir. Bu nedenle, antrenman protokollerine gövde stabilizasyonunu geliştirmeye yönelik egzersizlerin dahil edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sıçrama Performansı, Gövde Fleksör Kas Kuvveti, İzokinetik Değerlendirme, Voleybol



burakatik@cumhuriyet.edu.tr



0000-0002-0315-8343

How to Cite: Atik, B. (2025). Does Trunk Flexor Muscle Strength Affect Vertical Jumping Performance?. *Health Services Research Journal*, 3(1): 16-20.

Giriş

Voleybol, hızı taktiksel stratejiyle birleştiren dinamik bir spordur. Bireysel becerilerin ötesinde, etkili takım koordinasyonu ve iş birliğine vurgu yapan bu spor dalı, çeşitli fiziksel ve psikolojik özellikler gerektirir (Taware vd., 2013). Bir sporcunun performans düzeyi yalnızca teknik becerileriyle değil aynı zamanda dayanıklılık, hız, esneklik ve kuvvet gibi temel fiziksel özelliklerle de

önemli ölçüde ilişkilidir (Gulati vd., 2021). Bu nedenle, voleybol performansını etkileyen faktörlerin sistematik biçimde analiz edilmesi, antrenmanların etkinliğini artırmak ve sporcuların potansiyelini en üst düzeye çıkarmak açısından kritik öneme sahiptir (Tsoukos vd., 2019). Voleybol performans parametreleri, sporcuların genel fiziksel yeterliliğini yansıtan önemli göstergeler olarak kabul edilir ve bu parametreler antrenman

programlarının oluşturulmasında ve stratejik oyun planlarının geliştirilmesinde temel rol oynar (Miguel-Ortega vd., 2023). Fiziksel özelliklerin etkili şekilde organize edilmesi ve geliştirilmesi, oyuncuların sahadaki verimliliğini belirleyen başlıca unsurlar arasındadır. Bu bağlamda smaç yüksekliği ve vuruş kabiliyeti, hücum başarısını doğrudan etkileyen kritik bileşenlerdir (Sheppard, 2011). Sıçrama yeteneği, voleybolda performansı doğrudan etkileyen kilit bir özelliktir. Oyuncunun hücum ve savunma durumlarında topla etkili şekilde temas kurma kapasitesini belirlemenin yanı sıra, takımın genel oyun dinamiklerini de şekillendirir (Keoliya vd., 2024). Voleybolun hızlı ve değişken doğası göz önüne alındığında, sıçrama performansı sporcunun fiziksel kondisyonu ve teknik becerileriyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle, sıçrama performansının doğru şekilde değerlendirilmesi, sporcuların antrenman ilerlemesinin izlenmesi ve stratejik planlaması açısından önem taşır (Berriel vd., 2021). Ek olarak, kas kuvveti, yalnızca spor performansı değil, günlük yaşam aktiviteleri açısından da yüksek düzeyde performansın belirleyici unsurudur (Bunn vd., 2020). Kas kuvveti, bir kas ya da kas grubunun üretebildiği maksimum kuvvet olarak tanımlanır ve sıçrama, sürat koşusu gibi hareketlerde belirleyici rol oynar (Hornsby vd., 2018). Atletik performans değerlendirmesinde temel bir ölçüt olan sıçrama kabiliyeti; çeviklik, denge ve genel fiziksel yeterliliği de yansıtır. Bu bağlamda, spora özgü fiziksel gereksinimler, kas kuvveti ile sıçrama performansı arasındaki kritik ilişkiyi ortaya koymaktadır (Schons vd., 2019). Kor kas kuvveti, karın, sırt ve gluteal kas gruplarını içeren ve duruş kontrolü ile hareket verimliliğini destekleyen temel bir bileşendir (De Blaiser, 2018). Bu noktada kor bölgesi kaslarının kuvvetlendirilmesinin, özellikle sıçramaya dayalı aktivitelerde kuvvet üretimini artırarak spor performansını olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir (Shukla ve Pandey, 2018). Bu çalışmanın amacı, elit düzeydeki voleybolcular arasında gövde kas kuvveti ile sıçrama performansı arasındaki ilişkiyi nicel olarak incelemektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın Evreni

Çalışmaya toplam 28 elit düzeyde voleybolcu katılmıştır. Ancak, çeşitli nedenlerle 3 katılımcı test ölçümlerine dahil olamamış ve çalışma, 25 voleybolcu ile tamamlanmıştır. Katılımcıların yaş ortalaması $27,2 \pm 6,2$ yıl, boy ortalaması $179,6 \pm 9,8$ cm ve vücut ağırlığı ortalaması ise $69,7 \pm 9,2$ kg olarak belirlenmiştir. Bu veriler, çalışmaya katılan grubun genç erişkin profesyonel sporculardan oluştuğunu ve antropometrik özellikler açısından göreceli olarak homojen bir dağılım sergilediğini göstermektedir (Tablo 1).

Araştırmanın Uygulanması

Sıçrama Performansının Değerlendirilmesi

Araştırmaya katılan sporcular, başlangıçta beş dakikalık ısınma protokolüne tabi tutulmuştur. Bu ısınma

protokolünde koşu ve dinamik germe egzersizlerinden oluşmuştur. Dinamik germe egzersizleri, özellikle alt ekstremitte kas gruplarını hedeflemiş ve hamstring, quadriceps, gastrocnemius, soleus, abduktör ve adduktör kaslara odaklanmıştır. Her germe egzersizi iki set hâlinde ve her biri 10 saniye süreyle uygulanmıştır. Isınma sonrasında, sporculara dikey sıçrama test protokolü ayrıntılı şekilde açıklanmış ve kısa bir dinlenme süresi tanınmıştır. Sıçrama testleri, güvenilirlik ve geçerliliğin yapılan çalışmalarla yüksek olarak ortaya konduğu Optojump Fotoelektrik Hücre Sistem ile gerçekleştirilmiştir. Testler, sporcuların yere yerleştirilen Optojump barlarının tam merkezine pozisyonlanmasıyla gerçekleştirilmiştir (Attia vd., 2017). Bu barlar bir kişisel bilgisayara bağlı olarak çalışmakta ve veriler, Microgate Software 3.01 yazılımı aracılığıyla dijital ortamda kaydedilmiştir. Çalışmada Squat Jump ve Countermovement Jump olmak üzere iki farklı sıçrama türü ölçülmüştür (Atik vd., 2024).

Squat Jump

Katılımcılardan eller belde olacak şekilde, diz eklemlerinde herhangi bir yaylanma hareketine izin verilmeden, tam çömelme pozisyonundan başlayarak mümkün olan maksimum kuvvetle dikey olarak yukarı sıçramaları istendi. Ölçüm zamanlaması, sporcunun sıçrayış anında başlatılıp tekrar platforma temas ettiği anda sonlandırıldı (Mackala vd., 2013; Petrigna vd., 2019).

Countermovement Jump

Katılımcılardan dik pozisyonda dururken hızlı bir şekilde diz fleksiyonu yaparak aşağı doğru çöküp hemen ardından maksimum güçle yukarıya sıçramaları istendi. Bu ölçümde de zamanlama, sıçrayış anından başlayarak sporcunun platforma tekrar temasıyla sona erdirildi (Mackala vd., 2013; Petrigna vd., 2019).

Gövde Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada gövde kas kuvveti ölçümleri, yalnızca gövde fleksör kas gruplarını kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, izokinetik değerlendirme sistemlerinden biri olan Cybex Humac Norm (CSMI, Massachusetts, ABD) izokinetik dinamometresi aracılığıyla uygulanmıştır. Test protokolü süresince katılımcılar, cihazın sabit oturma ünitesine uygun şekilde yerleştirilmiş ve gerekli tüm stabilizasyon önlemleri alınmıştır. Sporcuların üst gövdesi omuz seviyesinden omuz destek aparatları ile sabitlenmiş; alt ekstremiteleri ise diz eklemleri 90° fleksiyon pozisyonunda olacak şekilde sabit pozisyonda sabitlenmiştir. Kalça bölgesi lateral desteklerle stabilize edilerek gövde hareketliliği minimize edilmiş ve bu sayede yalnızca gövde fleksör kaslarının izole edilerek aktive edilmesi hedeflenmiştir. Test öncesinde tüm katılımcılara ölçüm protokolüne ilişkin detaylı bilgilendirme yapıldı. Ardından cihaz üzerinde adaptasyon sağlamak amacıyla 120°/sn ve 90°/sn açısal hızlarda toplam 5 tekrardan oluşan bir ısınma seti uygulanmıştır. Isınma sürecinin tamamlanmasının ardından, asıl değerlendirme seti olarak 60°/sn açısal hızda, 5 tekrarlı konsantrik kas kasılması protokolü uygulanmıştır. Uygulama sırasında

yalnızca gövde fleksör kaslarının maksimal kasılma değerleri kaydedilmiştir. Her katılımcı için, ölçüm sonrası elde edilen zirve kuvvet (Peak Torque - PT) ve vücut ağırlığına göre normalize edilmiş rölatif zirve kuvvet (PT/W) değerleri hesaplanarak kayıt altına alınmıştır. Bu

yöntem sayesinde, gövde fleksör kaslarının izokinetik kuvvet üretim kapasitesi hem objektif hem de tekrarlanabilir şekilde değerlendirilmiş, elde edilen veriler sıçrama performansı ile olan ilişkilerin analizinde kullanılmıştır (Maly, 2024).

Çizelge 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri (n=25)

Table 1. Demographic Characteristics of Participants (n=25)

	Ortalama $\pm$ SD
Yaş (yıl)	27.2 $\pm$ 6.2
Boy (cm)	179.6 $\pm$ 9.8
Ağırlık (kg)	69.7 $\pm$ 9.2

SD: Standart Sapma

İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler, IBM SPSS Statistics 26.0 yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Öncelikle, verilerin dağılımını değerlendirmek amacıyla normallik testleri uygulanmıştır. Normal dağılım göstermeyen veriler için analizlerde non-parametrik testler tercih edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler, frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma olarak sunulmuştur. Test sonuçları arasındaki ilişkiler, Spearman korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmaya katılan 25 elit düzey voleybolcunun yaş ortalaması $27,27 \pm 6,29$ yıl, boy ortalaması $179,63 \pm 9,87$ cm, ve vücut ağırlığı ortalaması $69,74 \pm 9,24$ kg olarak hesaplanmıştır. Katılımcıların gövde fleksör kas kuvveti

ortalaması $105,5 \pm 14,87$ Nm, Squat Jump sıçrama yüksekliği ortalaması $27,34 \pm 2,87$ cm ve Countermovement Jump sıçrama yüksekliği ortalaması ise $30,12 \pm 3,99$ cm olarak tespit edilmiştir (Tablo 2).

Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre, Squat Jump ile Countermovement Jump değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve güçlü pozitif bir ilişki saptanmıştır ($r = 0,907$, $p < 0,01$). Bu bulgu, her iki sıçrama türünün benzer nöromusküler özellikleri yansıttığını ve sıçrama performansını değerlendirmede tamamlayıcı ölçütler olarak işlev gördüğünü göstermektedir. Öte yandan, gövde fleksör kas kuvveti ile Squat Jump ($r = -0,478$, $p = 0,137$) ve Countermovement Jump ($r = -0,487$, $p = 0,128$) arasında negatif yönde, ancak istatistiksel olarak anlamlı olmayan korelasyonlar bulunmuştur (Tablo3).

Çizelge 2. Ortalama Değerler ve Standart Sapmalar

Table 2. Mean Values and Standard Deviations

	Ortalama $\pm$ SD
Countermovement Sıçrama (cm)	30,12 $\pm$ 3,99
Squat Sıçrama (cm)	27,34 $\pm$ 2,87
Gövde Fleksör Kas Kuvveti (PT/W)	105,5 $\pm$ 14,87

SD: Standart Sapma

Çizelge 3. Parametreler arasındaki korelasyon

Table 3. Correlation between parameters

	B	p
Countermovement Sıçrama – Gövde Fleksör Kas Kuvveti	-,487	,128
Squat Sıçrama - Gövde Fleksör Kas Kuvveti	-,478	,137
Countermovement Sıçrama - Squat Sıçrama	,907**	,000

B: Korelasyon değeri, * $p \leq 0.05$

Bu çalışmada elit düzeydeki sporcularda gövde fleksör kas kuvvetinin sıçrama performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, Squat Jump ile Countermovement Jump değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve güçlü pozitif bir ilişki saptanmıştır. Diğer yandan, gövde fleksör kas kuvveti ile Squat Jump ve Countermovement Jump performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Ancak elde edilen korelasyon değerleri, gövde fleksör kaslarının sıçrama performansına potansiyel dolaylı etkilerinin olabileceğini düşündürmektedir. Literatürde, sıçrama performansını etkileyen başlıca faktörlerin alt ekstremite kuvveti ve patlayıcı güç olduğu sıkça vurgulanmaktadır (Markovic ve Mikulic, 2010). Bununla birlikte gövde stabilitesinin, özellikle yük transferi ve postüral kontrol açısından önemli bir rol oynadığı da bildirilmiştir (Kibler vd., 2006). Ayrıca, Sasaki ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada gövde kaslarının, özellikle ekstansörlerin sıçrama sırasında enerji iletimini kolaylaştırarak performansı artırabileceğini göstermiştir (Sasaki vd., 2011). Ancak fleksör kas gruplarının doğrudan etkisine yönelik çalışmalar sınırlı olduğu görülmektedir. Literatürde gövde fleksör kaslarının rolü daha çok denge, postür kontrolü ve korabilitesi açısından ele alınmıştır (Hodges ve Richardson, 1997). Özellikle rektus abdominis ve oblik kasların kor denge üzerindeki etkisi, üst gövde kontrolüyle ilişkilendirilmiştir (Akuthota vd., 2008). Ancak sıçrama gibi alt ekstremite odaklı, patlayıcı güç gerektiren eylemlerde fleksör kasların etkisi daha dolaylı kalmaktadır. Bu da çalışmamızda neden anlamlı bir ilişki gözlenmediğini açıklayabilir. Diğer yandan Leetun ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada gövde fleksör kaslarının yeterli kuvvette olmamasının, kalça ve diz eklemlerine daha fazla yük binmesine neden olarak enerji iletiminde verimsizlik oluşturabileceğini ileri sürmektedir (Leetun vd., 2004). Bu sonuçlar, gövde fleksör kas kuvvetinin sıçrama performansının doğrudan bir belirleyicisi olmadığını ortaya koymaktadır. Bunun yerine, sıçrama kapasitesinin daha çok alt ekstremite kuvveti, patlayıcı güç üretimi ve teknik yeterlilik gibi faktörlerle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Sonuç

Analiz sonuçlarına göre, Squat Jump ile Countermovement Jump performansları arasında güçlü, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu bulgu, her iki sıçrama testinin benzer nöromüsküler mekanizmaları aktive ettiğini ve sıçrama kapasitesinin değerlendirilmesinde tamamlayıcı ölçütler olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Diğer yandan, gövde kas kuvveti ile her iki sıçrama türü arasında negatif yönde, ancak istatistiksel olarak anlamlı olmayan korelasyonlar bulunmuştur ($p > 0,05$). Bu durum, gövde kaslarının sıçrama performansı üzerinde doğrudan belirleyici bir etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır. Bunun yerine, sıçrama çıktısının, başta alt ekstremite kas gruplarının kuvvet üretme kapasitesi, patlayıcı güç gelişimi ve teknik beceri gibi faktörlerden

öncelikli olarak etkilendiği anlaşılmaktadır. Sıçrama hareketinin çok boyutlu ve dinamik doğası göz önünde bulundurulduğunda, gövde fleksör kaslarının postüral stabilizasyon sağlama ve kuvvet transferini optimize etme gibi dolaylı işlevlere sahip olduğu değerlendirilmektedir. Ancak, asıl kuvvet üretimi alt ekstremite kas grupları tarafından gerçekleştirilir. Bu bağlamda, sıçrama performansını artırmaya yönelik antrenman programlarının, alt ekstremiteye odaklı kuvvet ve güç antrenmanlarına öncelik vermesi önerilmektedir.

Kaynakça

- Atik, B., Ayberk, B., Özgül, B., ve Polat, M. G. (2024). The association between isokinetic strength and strength asymmetry and jump performance in female volleyball players. *Sport Sciences for Health*, 20(1), 79-86.
- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., ve Fredericson, M. (2008). Core stability exercise principles. *Current sports medicine reports*, 7(1), 39-44.
- Attia, A., Dhahbi, W., Chaouachi, A., Padulo, J., Wong, D. P., Chamari, K. (2017). Measurement errors when estimating the vertical jump height with flight time using photocell devices: The example of Optojump. *Biol Sport*.
- Kibler, W. B., Press, J., ve Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports medicine*, 36, 189-198.
- Berriel, G. P., Schons, P., Costa, R. R., Osés, V. H. S., Fischer, G., Pantoja, P. D., ... ve Peyré-Tartaruga, L. A. (2021). Correlations between jump performance in block and attack and the performance in official games, squat jumps, and countermovement jumps of professional volleyball players. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 35, S64-S69.
- Bobbett, M. F., ve van Ingen Schenau, G. J. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of biomechanics*, 21(3), 249-262.
- Bunn, J. A., Ryan, G. A., Button, G. R., ve Zhang, S. (2020). Evaluation of strength and conditioning measures with game success in Division I collegiate volleyball: A retrospective study. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 34(1), 183-191.
- De Blaiser, C., Roosen, P., Willems, T., Danneels, L., Vanden Bossche, L., ve De Ridder, R. (2018). Is core stability a risk factor for lower extremity injuries in an athletic population? A systematic review. *Physical therapy in sport*, 30, 48-56.
- Gulati, A., Jain, R., Lehri, A., ve Kumar, R. (2021). Effect of high and low flexibility on agility, acceleration speed and vertical jump performance of volleyball players. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 6(11).
- Habets, B., Staal, J. B., Tjissen, M., ve van Cingel, R. (2018). Intrarater reliability of the Humac NORM isokinetic dynamometer for strength measurements of the knee and shoulder muscles. *BMC research notes*, 11, 1-5.
- Hodges, P. W., ve Richardson, C. A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical therapy*, 77(2), 132-142.
- Hornsby, W. G., Gentles, J. A., Haff, G. G., Stone, M. H., Buckner, S. L., Dankel, S. J., ... ve Loenneke, J. P. (2018). What is the impact of muscle hypertrophy on strength and sport performance?. *Strength ve Conditioning Journal*, 40(6), 99-111.
- Keoliya, A. A., Ramteke, S. U., Boob, M. A., Somaiya, K. J., ve Keoliya, A. (2024). Enhancing volleyball athlete performance: A comprehensive review of training interventions and their impact on agility, explosive power, and strength. *Cureus*, 16(1).

- Komi, P. V., ve Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and science in sports*, 10(4), 261-265.
- Leetun, D. T., Ireland, M. L., Willson, J. D., Ballantyne, B. T., ve Davis, I. M. (2004). Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine ve Science in Sports ve Exercise*, 36(6), 926-934.
- Mackala, K., Stodółka, J., Sieminski, A., ve Coh, M. (2013). Biomechanical analysis of squat jump and countermovement jump from varying starting positions. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 27(10), 2650-2661.
- Madsen, O. R. (1996). Trunk extensor and flexor strength measured by the Cybex 6000 dynamometer: assessment of short-term and long-term reproducibility of several strength variables. *Spine*, 21(23), 2770-2776.
- Maly, T., Hank, M., Verbruggen, F. F., Clarup, C., Phillips, K., Zahalka, F., ... ve Ford, K. R. (2024). Relationships of lower extremity and trunk asymmetries in elite soccer players. *Frontiers in Physiology*, 15, 1343090.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., ve Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
- Markovic, G., ve Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports medicine*, 40, 859-895.
- McGuigan, M. R., Doyle, T. L., Newton, M., Edwards, D. J., Nimphius, S., ve Newton, R. U. (2006). Eccentric utilization ratio: effect of sport and phase of training. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 20(4), 992-995.
- Miguel-Ortega, Á., Calleja-González, J., ve Mielgo-Ayuso, J. (2023). Comparison of sports performance and kinanthropometric profiles of elite female basketball and volleyball players over the course of a competitive season. *Applied Sciences*, 13(14), 8267.
- Petrigna, L., Karsten, B., Marcolin, G., Paoli, A., D'Antona, G., Palma, A., ve Bianco, A. (2019). A review of countermovement and squat jump testing methods in the context of public health examination in adolescence: reliability and feasibility of current testing procedures. *Frontiers in physiology*, 10, 1384.
- Schons, P., Da Rosa, R. G., Fischer, G., Berriel, G. P., Fritsch, C. G., Nakamura, F. Y., ... ve Peyré-Tartaruga, L. A. (2019). The relationship between strength asymmetries and jumping performance in professional volleyball players. *Sports Biomechanics*.
- Sasaki, S., Nagano, Y., Kaneko, S., Sakurai, T., ve Fukubayashi, T. (2011). The relationship between performance and trunk movement during change of direction. *Journal of sports science ve medicine*, 10(1), 112.
- Sheppard, J. M., Dingley, A. A., Janssen, I., Spratford, W., Chapman, D. W., ve Newton, R. U. (2011). The effect of assisted jumping on vertical jump height in high-performance volleyball players. *Journal of science and medicine in sport*, 14(1), 85-89.
- Shukla, M., ve Pandey, V. (2018). Relationship of core strength and isokinetic knee strength with vertical jump performance in volleyball. *European Journal of Physical Education and Sport Science*.
- Taware, G. B., Bhutkar, M. V., ve Surdi, A. D. (2013). A profile of fitness parameters and performance of volleyball players. *Journal of Krishna Institute of Medical Sciences University*, 2(2), 48-59.
- Tsoukos, A., Drikos, S., Brown, L. E., Sotiropoulos, K., Veligekas, P., ve Bogdanis, G. C. (2019). Anthropometric and motor performance variables are decisive factors for the selection of junior national female volleyball players. *Journal of human kinetics*, 67, 163.
- Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., ve Cholewicki, J. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American journal of sports medicine*, 35(7), 1123-1130.