

İzometrik Bacak Kuvveti, Aerobik Kapasite ve Anaerobik Güç Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: U16 Futbolcularda Kesitsel Bir Araştırma

An Investigation of the Relationship Between Isometric Leg Strength, Aerobic Capacity, and Anaerobic Power: A Cross-Sectional Study in U16 Soccer Players

Birgül Arslan^{1*}, Erkan Güven², Yunus Emre Aslan³

¹ Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Konya, Türkiye.
ror.org/045hgzm75

² Mersin Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Mersin, Türkiye.
ror.org/04nqdw39

³ Iğdır Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Iğdır, Türkiye.
ror.org/05jstgx72

*Sorumlu yazar / Corresponding author:
birgul.arslan@selcuk.edu.tr

Öz: Araştırmanın amacı; U16 kategorisindeki futbolcularda izometrik bacak kuvveti, aerobik kapasite ve anaerobik güç arasındaki ilişkiyi incelemektir. Araştırmaya U16 yaş kategorisinde, elit genç 25 (yaş = 15.36 ± 0.49 yıl; boy = 1.75 ± 0.05 m; vücut ağırlığı = 63.24 ± 6.26 kg) erkek futbolcu dahil edilmiştir. Katılımcılar araştırma süresince toplamda üç test seansına ve bir uyum (familiarizasyon) seansına katılmıştır. Familiarizasyon seansında katılımcıların boy ve vücut ağırlığı ölçümleri yapılmıştır ve katılımcılara çalışma hakkında bilgilendirme yapılarak testler denetlenmiştir. İlk ölçümde Yo-Yo testi, ikinci ölçümde RAST (Running-based Anaerobic Sprint Test) ve üçüncü ölçümde ise izometrik bacak kuvveti testi uygulanmıştır. Elde edilen verilerin normallik analizi Shapiro-Wilk testi ile incelenmiş ve verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir ($p > 0.05$). Değişkenler (izometrik bacak kuvveti, aerobik kapasite ve anaerobik güç) arasındaki korelasyon Pearson korelasyon analizi ile test edilmiştir. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir ve %95 güven aralığı (95% GA) hesaplanmıştır. Araştırma bulguları; katılımcıların mutlak (W) ve relatif (W/kg) anaerobik güç performansları ile aerobik kapasiteleri arasında pozitif yönlü, orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkinin tespit edildiğini göstermektedir. Bir diğer bulgu ise futbolcuların izometrik bacak kuvvetlerinin mutlak anaerobik güç performansları ile yüksek düzeyde, relatif anaerobik güç performansı ise orta düzeyde anlamlı ilişki göstermesidir. Bunun aksine izometrik bacak kuvveti değerleri ile aerobik kapasiteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Sonuç olarak, genç futbolcularda anaerobik güç performansının hem aerobik kapasite hem de izometrik bacak kuvveti ile ilişkili olduğu görülmüştür. Antrenörlerin sporcu performanslarını geliştirmek için performans parametreleri arasındaki ilişkiyi göz önünde bulundurması ve antrenman planlarını bu ilişkilere göre yapması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Futbol, İzometrik bacak kuvveti, Aerobik kapasite, Anaerobik güç

Abstract: The aim of the study is to examine the relationship between isometric leg strength, aerobic capacity, and anaerobic power in U16 category soccer players. Twenty-five elite young male soccer players in the U16 age category (age = 15.36 ± 0.49 years; height = 1.75 ± 0.05 m; body weight = 63.24 ± 6.26 kg) were included in the study. Participants took part in a total of three test sessions and one familiarization session during the study period. During the familiarization session, participants' height and body weight measurements were taken, and participants were informed about the study and the tests were supervised. The Yo-Yo test was administered in the first measurement, the RAST (Running-based Anaerobic Sprint Test) in the second measurement, and the isometric leg strength test in the third measurement. The normality analysis of the obtained data was examined using the Shapiro-Wilk test, and it was determined that the data showed a normal distribution ($p > 0.05$). The correlation between the variables (isometric leg strength, aerobic capacity, and anaerobic power) was tested using Pearson correlation analysis. Statistical significance was accepted at $p < 0.05$, and a 95% confidence interval (95% CI) was calculated. The research findings indicate that a positive, moderate, and statistically significant relationship was found between participants' absolute (W) and relative (W/kg) anaerobic power performance and their aerobic capacity. Another finding is that the isometric leg strength of soccer players showed a high level of statistically significant relationship with absolute anaerobic power performance, while relative anaerobic power performance showed a moderate level of statistically significant relationship. In contrast, no statistically significant relationship was found between isometric leg strength values and aerobic capacity. In conclusion, anaerobic power performance in young soccer players was found to be related to both aerobic capacity and isometric leg strength. It is recommended that coaches consider the relationships between performance parameters and design training plans accordingly to improve athlete performance.

Keywords: Soccer, Isometric leg strength, Aerobic capacity, Anaerobic power

Geliş / Received: 14.01.2026
Revizyon / Revision: 20.02.2026
Kabul / Accepted: 23.02.2026
Yayınlanma / Online: 27.02.2026

Cite as/Atıf için: Arslan, B., Güven, E., & Aslan, Y. E. (2026). İzometrik bacak kuvveti, aerobik kapasite ve anaerobik güç arasındaki ilişkinin incelenmesi: U16 futbolcularda kesitsel bir araştırma. *Düzce Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 6(1), 78-87.



This is an open access paper distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Bu makale, Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı (CC BY-NC 4.0) hükümleri ve koşulları kapsamında açık erişim olarak yayımlanmıştır.

I. GİRİŞ

Futbol, kısa süreli yüksek şiddetli aktiviteler ile uzun süreli düşük ve orta şiddetli aktivitelerin bir arada uygulandığı, değişken hareket paternlerini içeren dinamik ve çok boyutlu yapıya sahip bir takım sporudur. Müsabaka süresince oyuncular, ortalama 5 saniye aralıklarla aktivite geçişleri yapmak ve koşu, sıçrama, yön değiştirme, sprint, şut atma, top sürme ve savunma yapma gibi yaklaşık 1100-1300 farklı aktivite gerçekleştirmektedir (Pillitteri vd., 2024). Bu aktivitelerin yaklaşık 200'ü, maksimum oksijen tüketiminin (VO_{2max}) %85'ine veya maksimum kalp atım hızının (HR_{max}) %80-100'üne karşılık gelen maksimuma yakın şiddette uygulanmaktadır. Profesyonel sporcular maç esnasında ortalama her 60 saniyede bir yüksek şiddetle koşu ve her 4 dakikada bir sprint gerçekleştirmektedir. Bu aralıklı, uzun süreli ve yüksek şiddetli aktiviteler futbol performansında anaerobik metabolizmanın kritik rolünü ortaya koyarken harcanan enerjinin yaklaşık %90'ının aerobik metabolizma tarafından karşılanması aerobik sistemin de performans için son derece önemli olduğunu göstermektedir (Bangsbo vd., 2007). Dolayısıyla futbol, aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin birlikte kullanıldığı bir spor branşıdır (Işıkdemir vd., 2025). Ayrıca hız, çeviklik, kuvvet ve güç gibi fiziksel özellikler performans üzerinde belirleyici role sahiptir. Bu fiziksel özelliklerin bireysel farklılıklara bağlı olarak değiştiği ifade edilmektedir (Hoff ve Helgerud, 2004; Kotzamanidis vd., 2005). Yüksek şiddetli interval yapısı ve elit seviyede devamlı topa sahip olma eğilimi, oyuncuların yüksek seviyede fiziksel ve fizyolojik özelliklere sahip olmalarını gerektirir. Profesyonel bir futbol maçında oyuncular yaklaşık 10-12 km mesafe kat etmektedir (Kılıcı vd., 2025a). Bir futbolcunun maç başına kat ettiği toplam mesafenin yaklaşık %10-20'sinin yüksek şiddetle uygulandığı düşünüldüğünde (Bradley, 2024), profesyonel sporculardaki anaerobik kapasite, oksidatif sistemlere ek olarak farklı enerji yolları üzerinden ATP'nin yeniden üretilmesini sağlamaktadır. Buda, yüksek şiddetli, kısa süreli antrenmanın önemini vurgular (Boraczyński vd., 2020; Hoff ve Helgerud 2004; Küçük ve Söyler 2024; Liu vd., 2015).

Profesyonel futboldaki yüksek şiddetli aktiviteler değerlendirildiğinde, gelişim çağındaki genç futbolcuların fiziksel performanslarının geliştirilmesi ve takip edilmesi büyük önem taşımaktadır (Ferrini vd., 2025). Özellikle 16 yaş altı (U16) kategorisindeki oyuncular, yetişkin seviyeye geçiş aşamasında ve profesyonel bir akademi takımının parçası olmaları nedeniyle daha fazla rekabetin olduğu, gelişimsel antrenman süreçlerinin hassas bir aşamasındadır (Raya-González vd., 2021). Bu aşamada, yetenekli oyuncuların seçimi ve belirlenmesi sadece oyuncunun teknik becerisine değil, aynı zamanda maçlar sırasında daha iyi performans göstermelerine katkı sağlayan fiziksel kapasitelerine de bağlıdır (Castillo vd., 2019). Fiziksel kapasiteyi geliştirmek, sakatlanma riskini azaltmak ve saha performansını optimize etmek için kritiktir (Hägglund vd., 2013). Fiziksel kapasitenin geliştirilmesi büyümede doğrusal olmayan değişikliklerin ve kas-iskelet olgunluğunda büyük farklılıkların görüldüğü bu aşamada özellikle önemli olabilir (Faigenbaum vd., 2009; Kılıcı vd., 2025b). Dolayısıyla U16 kategorisindeki futbolcuların aerobik kapasite, anaerobik güç, alt ekstremitte kuvveti gibi özelliklerinin iyileştirilmesi elit futbolcu seviyesine ulaşmalarına katkı sağlayacaktır. Aynı zamanda bu yaş grubunda performans parametreleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi, performans gelişiminin anlaşılması ve antrenman planlamasının optimize edilmesi açısından da önemlidir (Ferrini vd., 2025).

Önceki araştırmalar genç futbolcularda bacak kuvveti ile aerobik ve anaerobik performans arasındaki ilişkiyi incelemiştir (Arslanoğlu vd., 2017; Yılmaz vd., 2023). Futbolcularda yüksek performans için önemli olan bu parametrelerin bir arada değerlendirildiği çalışmalar oldukça sınırlıdır ve çalışma sonuçları arasında tutarsızlıklar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birinde, Arslanoğlu vd. (2017) futbolcularda bacak kuvveti ile aerobik ve anaerobik kapasite arasında ilişki olmadığını ifade etmiştir. Harbili (2015) ve Yılmaz vd. (2023) tarafından yapılan çalışmalarda ise futbolcularda izokinetik bacak kuvveti ile anaerobik güç arasında ilişki olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonuçları arasındaki tutarsızlıklar ile bacak kuvveti, aerobik kapasite ve anaerobik güç arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sınırlı sayıda olması mevcut çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Bu nedenle bu araştırmanın amacı; U16 kategorisindeki futbolcularda izometrik bacak kuvveti, aerobik kapasite ve anaerobik güç arasındaki ilişkiyi incelemektir. Çalışmamız, U16 kategorisindeki futbolcularda aerobik kapasite ile anaerobik güç ve izometrik bacak kuvveti arasında yüksek düzeyde anlamlı ilişki olduğu hipotezi üzerine kurgulanmıştır.

II. MATERYAL METOT

Araştırma Grubu: Çalışmaya dahil edilecek örneklem sayısı G*Power (3.1.9.7) programı ile önceden tahmin edilmiştir. Orta düzeyde bir r^2 değerini tespit etmek için %95 güven aralığı ve %80 istatistiksel güç varsayımıyla toplamda 23 katılımcıya ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Araştırmaya son üç ay içerisinde alt ekstremiteleriyle ilgili ciddi sakatlık geçirmemiş, U16 yaş kategorisinde yer alan, 25 elit genç erkek futbolcu dahil edilmiştir. Kaleciler araştırmaya dahil edilmemiştir. Katılımcıların fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Katılımcılardan ve velilerinden gönüllü katılım onam belgesi alınmıştır. Araştırmaya başlamadan önce Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Yayın Etik Kurulu'ndan (Karar Sayısı: 2025/50) onay alınmıştır ve araştırma Helsinki bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütülmüştür.

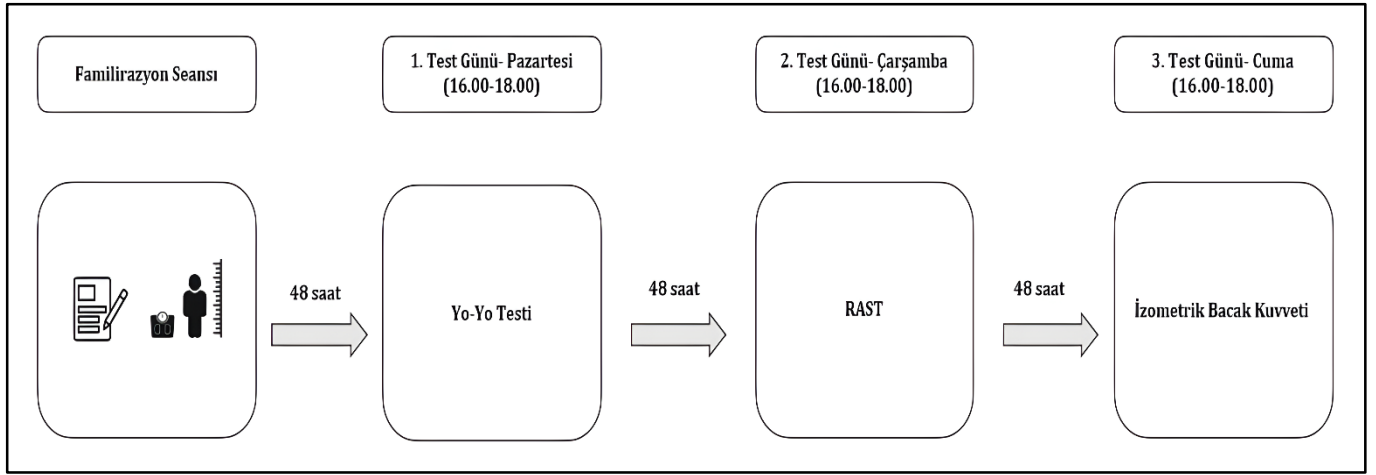
Tablo 1. Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikler

Değişken	N	Ortalama	Standart Sapma	%95 GA	Min.	Maks.
Yaş (yıl)	25	15.36	0.49	15.16-15.56	15	16
Boy (m)	25	1.75	0.05	1.73-1.78	1.65	1.84
Vücut Ağırlığı (kg)	25	63.24	6.26	60.65-65.82	54.70	75.40

Tablo 1. (devamı) Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikler

VKİ (kg/m ²)	25	20.53	1.68	19.84-21.23	17.48	23.51
İzometrik Bacak Kuvveti (N)	25	123.62	23.35	113.98-133.26	80.00	179.00
Tablo 1. (devamı) Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikler						
VO ₂ max (ml · kg ⁻¹ · dk ⁻¹)	25	57.16	5.14	55.04-59.29	49.00	67.00
Mutlak Anaerobik Güç (W)	25	612.14	72.38	582.27-642.02	483.00	821.00
Relatif Anaerobik Güç (W/kg)	25	9.75	1.03	9.32-10.17	6.97	11.73
N: Newton; W: Watt; %95 GA: %95 Güven Aralığı; Min.: Minimum; Maks.: Maksimum						

Deneyisel Tasarım: Çalışma oyuncuların performanslarının etkilenmeyeceği yarışmacı sezonun dışında (devre arasında) yapılmıştır. Katılımcılar araştırma süresince bir uyum (familiarizasyon) seansı ve üç test seansı olmak üzere toplamda dört seansa katılmıştır. Familiarizasyon seansı ile ilk test seansı arasında ve tüm test seansları arasında 48 saatlik süre bırakılmıştır. Familiarizasyon seansında katılımcıların boy ve vücut ağırlığı ölçümleri alınmış; ardından katılımcılar çalışma hakkında bilgilendirilerek tüm test protokollerini denemeleri sağlanmıştır. İlk ölçümde Yo-Yo testi, ikinci ölçümde RAST (Running-based Anaerobic Sprint Test) ve üçüncü ölçümde ise izometrik bacak kuvveti testi uygulanmıştır. Testler Pazartesi, Çarşamba ve Cuma günü olmak üzere günün aynı saat aralığında (16.00-18.00) alınmıştır. Katılımcılardan testler öncesindeki 24 saatlik süreçte şiddetli fiziksel aktiviteden kaçınmaları, uykusuz kalmamaları, sigara, alkol, ilaç ve kafein kullanmamaları istenmiştir.



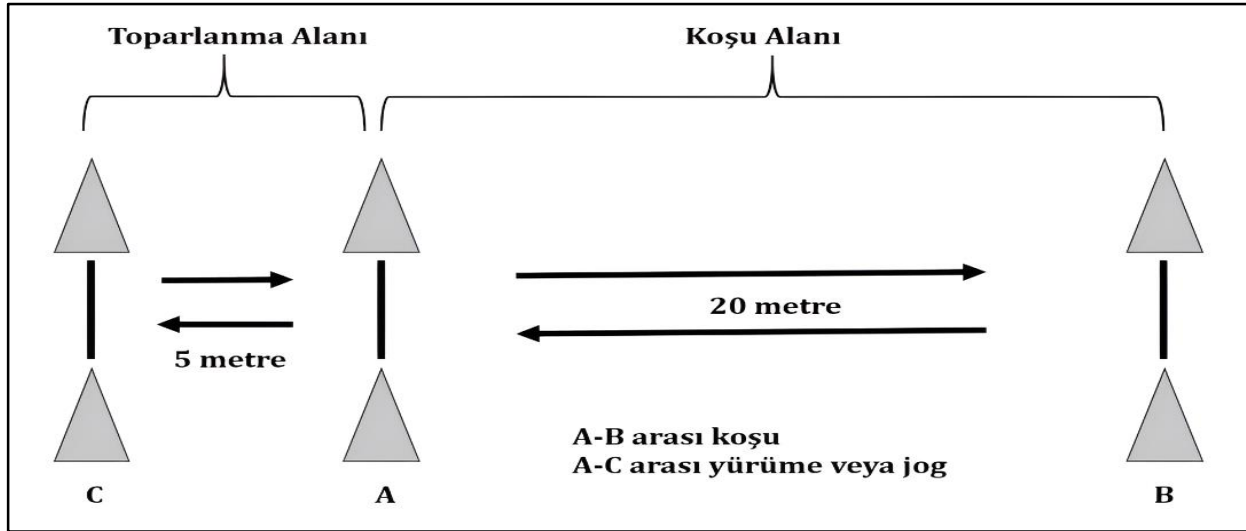
Şekil 1. Araştırmanın genel tasarımı

A. Verilerin Toplanması:

Vücut Kompozisyonu: Katılımcıların boy uzunluğu ve vücut ağırlığı Seca (220, Almanya) cihazı aracılığıyla protokollere uygun şekilde ölçülmüştür. Vücut kütle indeksi (VKİ) katılımcıların vücut ağırlığının (kg) boy uzunluğunun karesine (m²) bölünerek hesaplanmıştır (American College of Sports Medicine, 2006).

Yo-Yo AT1 Testi: Yo-yo aralıklı toparlanma testi bip sesiyle kontrol edilen, kademeli olarak artan bir hızda, başlangıç, dönüş ve bitiş çizgilerinden oluşan 2x20 m'lik koşulardan oluşan testtir. Her koşu seansı arasında 5 metrelik bir alan içinde katılımcının yürüme ya da jog yaptığı 10 saniyelik aktif bir toparlanma bölgesi bulunur. Testin toplam süresi 6-20 dakika arasındadır. Çalışmada, 10-13 km/sa (0-160 m) hızında 4 koşu seansı ve ardından 13,5-14 km/sa (160-440 m) hızında 7 koşudan oluşan, daha sonra her 8 koşu seansından sonra (yani 760, 1080, 1400, 1720 m, vb.) yorgunluğa kadar 0,5 km/sa hız artışıyla devam eden Yo-Yo aralıklı toparlanma testi, seviye 1 kullanılmıştır. Test, 2 m genişliğinde ve 20 m uzunluğunda konilerle işaretlenmiş koşu şeritlerinde gerçekleştirilmiştir. Bitiş çizgisinin 5 m gerisine yerleştirilen bir başka koni, aktif toparlanma süresi boyunca koşu mesafesini işaretlemiştir. Testten önce katılımcılara testle alakalı gerekli bilgilendirme yapılmıştır. Testten önce, tüm katılımcılar testin ilk dört koşu seansından oluşan bir ısınma periyodu gerçekleştirmiştir. Teste tüm katılımcılar aynı anda başlamıştır. Katılımcı bitiş çizgisine iki kez üst üste zamanında ulaşamadığında, test sonlandırılmış ve kat edilen mesafe katılımcı bilgi formuna kaydedilmiştir (Bangsbo vd., 2008; Krusturup vd., 2003). Test üç uzman tarafından uygulanmıştır. Bu çalışmada Yo-Yo AT testi ile VO₂max (ml · kg⁻¹ · min⁻¹) değerleri hesaplanmıştır. VO₂max (ml · kg⁻¹ · min⁻¹) hesaplamasında şu denklem kullanılmıştır (Bangsbo vd., 2008):

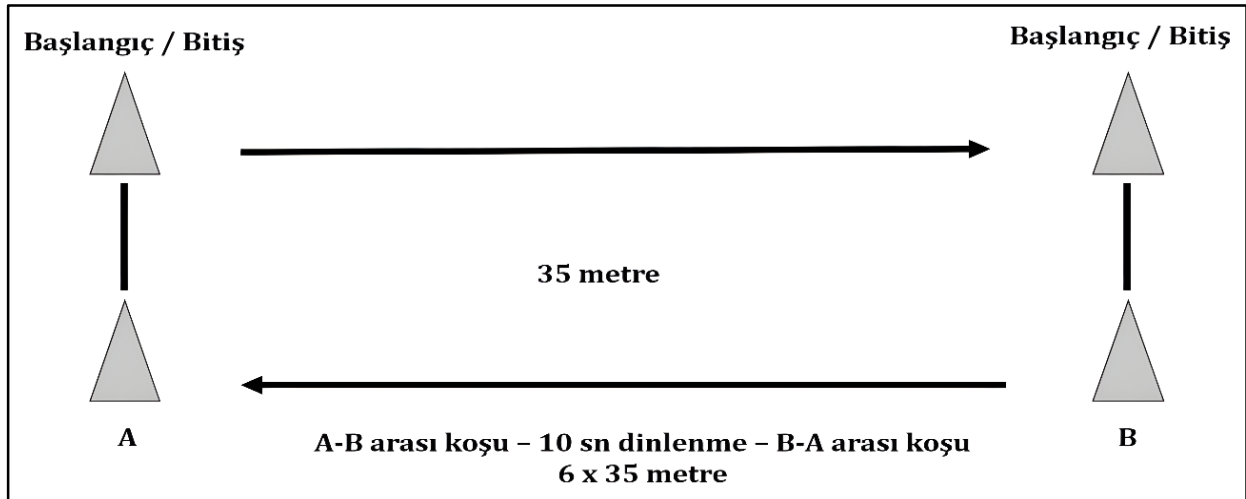
$$VO_{2\max} (\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}) = \text{AT1 mesafe (m)} \times 0.0084 + 36.4 \quad (1)$$



Şekil 2. Yo-Yo AT1 testi

RAST (Running-based Anaerobic Sprint Test): Anaerobik güç değerlendirilmesinde Draper ve Whyte (1997) tarafından geliştirilen RAST, koşu temelli spor branşlarına özgü olması, pratik uygulanabilirliği ve antrenman ortamlarına kolay entegrasyonu nedeniyle seçilmiştir. Test zirve anaerobik gücün belirlenmesinde geçerli ($r = 0,70$) ve güvenilir ($ICC = 0,72$) bir testtir. RAST protokolünde, katılımcılardan suni çim sahada, her sprint arasında 10 saniyelik pasif dinlenme süresi olacak şekilde altı adet 35 metrelik maksimum şiddetli sprint gerçekleştirmeleri istenmiştir. Katılımcıların sprint süreleri fotosel yardımıyla ölçülmüştür. Katılımcılar her sprintte fotosel kapısının 0,3 m gerisinden başlamış ve sprintler dönüşümlü yönlerde uygulanmıştır. Her sprint arasındaki 10 sn dinlenme süreleri kronometre ile kontrol edilmiştir. Her sprint öncesinde 3 sn geri sayım araştırmacı tarafından yapılmıştır. Her katılımcı için sprint süreleri katılımcı bilgi formuna kaydedilmiştir. Anaerobik güç değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Burgess vd., 2016):

$$\text{Güç} = (\text{Vücut Kütlesi} \times \text{Mesafe}^2) / \text{Zaman}^3 \quad (2)$$



Şekil 3. RAST testi

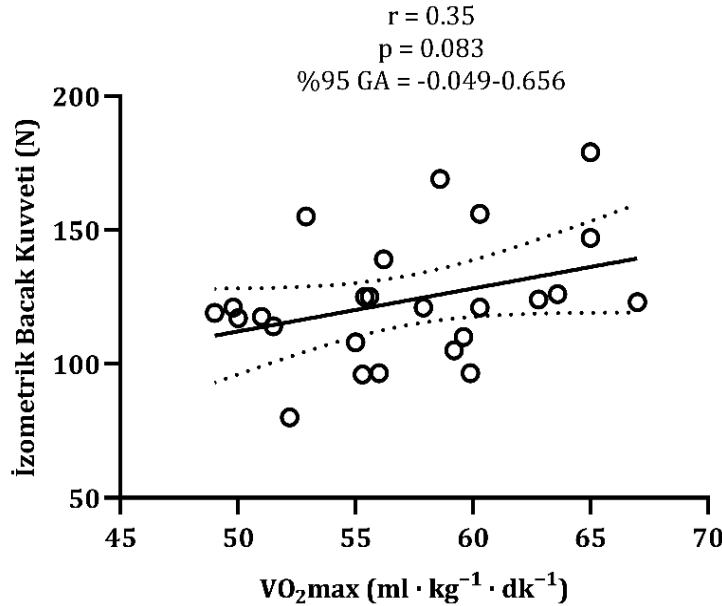
İzometrik Bacak Kuvveti Testi: Katılımcıların izometrik bacak kuvveti ölçümleri Takei marka sırt ve bacak (back and leg) dinamometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara ölçüm öncesinde 5 dakikalık standart ısınma protokolü uygulanmıştır. Isınma sonrasında katılımcılar sırayla ölçümlere alınmıştır. Katılımcının dinamometre sehпасının üzerine ayaklarını eşit konumda yerleştirmesi istenmiştir. Dizler 130–140° bükülü, kollar gergin, sırt düz ve gövde hafifçe öne eğik pozisyonda, dinamometre barını bacaklarını kullanarak maksimum izometrik kuvvetle dikey yönde çekmeleri istenmiştir. Her katılımcı testi 2 kere uygulamış ve en yüksek değer katılımcı bilgi formuna araştırmacı tarafından kaydedilmiştir (Kilic ve Tosur, 2018).



Şekil 4. İzometrik sırt bacak dinamometresi

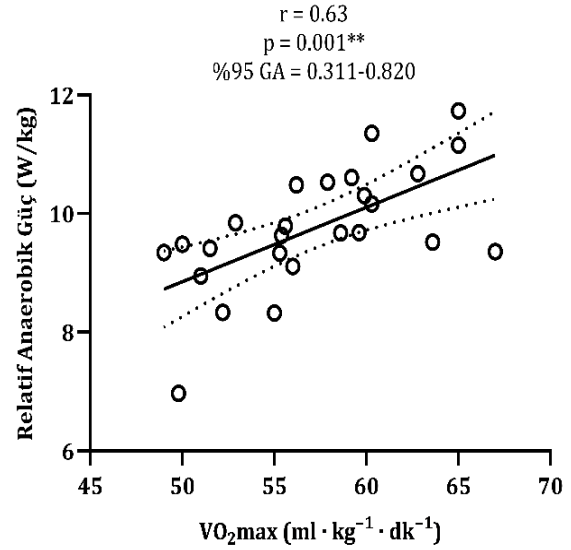
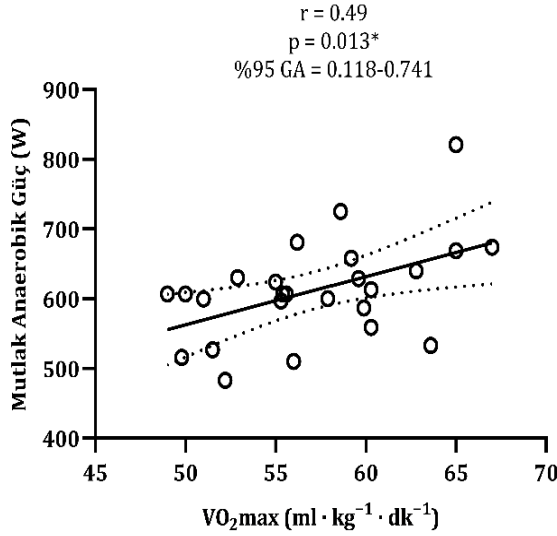
Verilerin Analizi: Verilerin analizi SPSS 27 (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı özellikler ve sporcuların performans testlerine ait veriler aritmetik ortalama ve standart sapma olarak verilmiştir. Elde edilen verilerin normallik analizi Shapiro-Wilk testi ile incelenmiş ve verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir ($p > 0.05$). Değişkenler (izometrik bacak kuvveti, aerobik kapasite ve anaerobik güç) arasındaki korelasyon Pearson korelasyon analizi ile test edilmiştir. Elde edilen r katsayılarının yorumlanmasında Hopkins vd. (2009) tarafından belirtilen sınıflandırma kullanılmıştır: 0.0-0.1, önemsiz; 0.1-0.3, küçük; 0.3-0.5, orta; 0.5-0.7, büyük; 0.7-0.9, çok büyük; ve 0.9-1.0 neredeyse mükemmel. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir ve %95 güven aralığı (95% GA) hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan grafikler GraphPad Prism (10.6.1) programı ile yapılmıştır.

III. BULGULAR VE TARTIŞMALAR



Şekil 5. İzometrik bacak kuvveti (N) ile aerobik kapasite [VO_{2max} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)] arasındaki ilişki

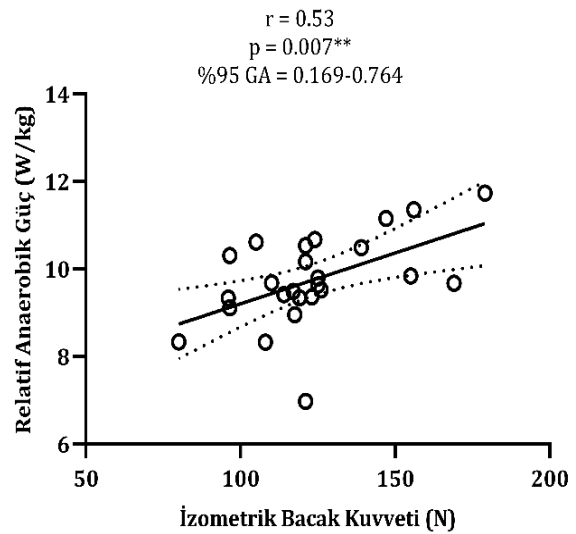
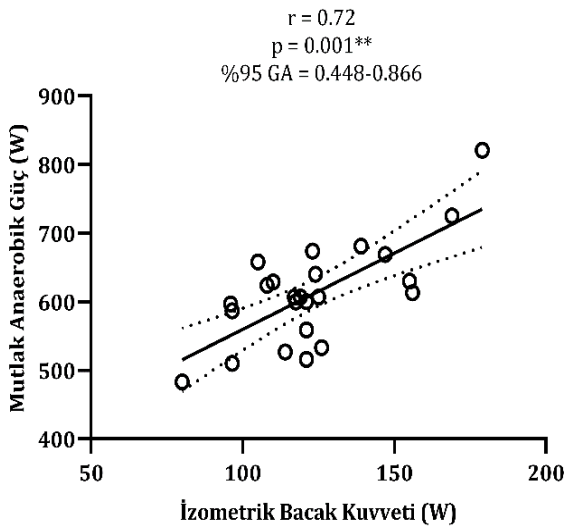
Şekil 5’de izometrik bacak kuvveti (N) ile aerobik kapasite [VO_{2max} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)] arasındaki ilişki gösterilmiştir. Pearson analizi sonucunda genç futbolcuların izometrik bacak kuvveti değerleri ile aerobik kapasiteleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir ($p < 0.05$).



*p < 0.05; **p < 0.01; W: Watt

Şekil 6. Mutlak ve relatif anaerobik güç (W-W/kg) ile aerobik kapasite [$VO_2\max$ ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)] arasındaki ilişki

Şekil 6'da katılımcıların mutlak (W) ve relatif (W/kg) anaerobik güç performansları ile aerobik kapasiteleri arasında pozitif yönlü orta düzeyde anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla, $r = 0.49$, $p = 0.013$, %95 GA = 0.118-0.741; $r = 0.63$, $p = 0.001$, %95 GA = 0.311-0.820).



**p < 0.01; W: Watt; N: Newton

Şekil 7. Mutlak ve relatif anaerobik güç (W-W/kg) ile izometrik bacak kuvveti (N) arasındaki ilişki

Şekil 7'de genç futbolcuların mutlak (W) ve relatif anaerobik güç (W/kg) ile izometrik bacak kuvveti (N) performansları arasındaki ilişki verilmiştir. Futbolcuların izometrik bacak kuvvetlerinin mutlak anaerobik güç ($r = 0.72$; $p = 0.001$; %95 GA = 0.448-0.866) performansı ile yüksek, relatif anaerobik güç ($r = 0.53$; $p = 0.007$; %95 GA = 0.169-0.764) performansı ile orta düzeyde anlamlı ilişkiye sahip olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$).

Bu araştırma; U16 kategorisindeki futbolcularda izometrik bacak kuvveti, aerobik kapasite ve anaerobik güç arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla tasarlanmıştır. Araştırma bulguları, U16 kategorisindeki futbolcularda aerobik kapasite ile anaerobik güç ve izometrik bacak kuvveti arasında yüksek düzeyde anlamlı ilişki olduğu hipotezini kısmen desteklemiştir. Araştırmanın en önemli bulgularından biri; katılımcıların mutlak (W) ve relatif (W/kg) anaerobik güç performansları ile aerobik kapasiteleri arasında pozitif yönlü, orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkinin tespit edilmesidir. Bir diğer önemli bulgu ise futbolcuların izometrik bacak kuvvetlerinin mutlak anaerobik güç performansı ile

yüksek düzeyde, relatif anaerobik güç performansı ile orta düzeyde anlamlı ilişki göstermesidir. Bunun aksine izometrik bacak kuvveti değerleri ile aerobik kapasiteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu sonuçlar genç U16 futbolcularda anaerobik güç performansının hem aerobik kapasite hem de izometrik bacak kuvveti ile ilişkili olduğunu, ancak izometrik kuvvet ile aerobik kapasitenin birbirinden bağımsız fiziksel ve fizyolojik özellikler olabileceğini düşündürmektedir.

Futbolda performans, yüksek şiddetli eforlar ile bu eforların sürdürülmesini sağlayan aerobik dayanıklılığın etkileşimine bağlıdır (Panasci vd., 2025; Işıkdemir vd., 2025). Özellikle gelişim çağındaki U16 futbolcularda bu iki fizyolojik özelliğin birbiriyle etkileşiminin ortaya konulması, antrenmanların planlanması ve performansın değerlendirilmesi açısından son derece önemlidir. Bu bağlamda araştırmamızda genç futbolcularda mutlak (612.14 ± 72.38 W) ve relatif anaerobik güç (9.75 ± 1.03 W/kg) ile aerobik kapasite ($VO_{2max} = 57.16 \pm 5.14$ ml·kg⁻¹·dk⁻¹) arasında pozitif yönlü, orta düzeyde anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Bu bulgu, futbolun hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemlerinin birlikte kullanımını gerektiren yapısını desteklemektedir. Benzer şekilde Karakoç vd. (2012) Yo-Yo testleri ile anaerobik zirve güç arasında orta düzeyde ilişkiler bildirmiş, Deprez vd. (2014) ve Castagna vd. (2010) ise aerobik dayanıklılığın sprint ve patlayıcı kuvvet performanslarıyla ilişkili olduğunu göstermiştir. Buna karşın Edwards vd. (2003) profesyonel futbolcularda VO_{2max} 'ın (63.3 ± 5.77 , 62.1 ± 4.93) tek başına performansı açıklamada sınırlı olduğunu, eşik temelli ölçümlerin daha hassas olduğunu vurgulamıştır. Bu durum, çalışmamızda gözlenen orta düzey ilişkilerin literatürle uyumlu olduğunu göstermektedir.

Alt ekstremite kuvveti, futbolda yüksek şiddetli ve kısa süreli performans parametrelerinin önemli belirleyicilerinden biridir (Diker vd., 2021). Bu bağlamda araştırmamızda izometrik bacak kuvveti (123.62 ± 23.35 N) ile mutlak anaerobik güç arasında yüksek, relatif anaerobik güç arasında ise orta düzeyde anlamlı ilişki bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, alt ekstremite kuvvetinin özellikle zirve güç üretimi açısından önemli bir belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgularımız, Özkan ve Sarol (2008), Özkan ve Kin-İşler (2010) ve Zorba vd. (2010) tarafından bildirilen izometrik/izokinetik kuvvet ile anaerobik performans arasındaki anlamlı ilişkilerle örtüşmektedir. Ayrıca Peñailillo vd. (2016) tarafından bacak kuvveti ile süratle dayalı anaerobik güç arasında yüksek korelasyonlar rapor edilmiştir. Buna karşılık Arslanoğlu vd. (2017) ile Alemdaroğlu (2012) bazı test protokollerinde bacak kuvveti ile anaerobik performans arasında ilişki bulunmadığını belirtmiştir. Bu farklılıkların, kullanılan kuvvet ölçüm yöntemleri, sporcu profili ve antrenman düzeylerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Aerobik kapasite ve kas kuvveti, futbol performansının önemli fizyolojik bileşenleri arasındadır. Bu iki bileşenin gelişimi ve performansa katkısının farklı fizyolojik mekanizmalar tarafından belirlendiği düşünülmektedir. Bu doğrultuda araştırmamızda izometrik bacak kuvveti ile VO_{2max} arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır, bu durum kuvvet ve aerobik kapasitenin genç futbolcularda görece bağımsız fizyolojik özellikler olabileceğini düşündürmektedir. Benzer şekilde Arslanoğlu vd. (2017) futbolcularda izometrik bacak kuvveti ile aerobik kapasite arasında ilişki olmadığını bildirmiştir. Bununla birlikte çalışmamızda elde edilen VO_{2max} değeri (57.16 ± 5.14 ml·kg⁻¹·dk⁻¹), Arslanoğlu vd. (2017), Soós vd. (2022) ve Yavaş ve Akkuş (2021) tarafından U16 futbolcular için bildirilen değerlerle büyük ölçüde uyumludur. Ayrıca Ramos vd. (2021) ve Tingelstad vd. (2025) yaşla birlikte aerobik dayanıklılık ve relatif gücün arttığını, ancak bireysel farklılıkların yüksek olduğunu vurgulamıştır. Bu bağlamda çalışmamız, U16 futbolcularda aerobik kapasitenin yaşa bağlı gelişim sürecini yansıttığını ve literatürle tutarlı olduğunu göstermektedir.

IV. SONUÇLAR

Sonuç olarak U16 kategorisindeki genç futbolcuların anaerobik performanslarının hem izometrik bacak kuvvetiyle hem de aerobik performanslarıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Futbolcuların izometrik bacak kuvvetleri ile aerobik kapasiteleri arasında ise anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu sonuçlar, futbolcuların performansı için önemli olan parametrelerin birbirlerini etkileyebildiği gibi bağımsız fizyolojik özelliklere sahip olabileceğini de göstermektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, U16 kategorisindeki futbolcuların performans gelişiminde çok yönlü antrenman yaklaşımlarının önemini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlardan yola çıkarak anaerobik performansının geliştirilmesi için sadece kuvvet antrenmanlarına değil, aynı zamanda aerobik kapasiteyi destekleyici antrenmanlara da programlarda yer verilmesi gerektiği söylenebilir. İzometrik bacak kuvvetinin özellikle mutlak anaerobik güç ile güçlü bir ilişki göstermesi, kuvvet temelli çalışmaların sprint ve patlayıcı güç gerektiren oyun içi aksiyonlara katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca aerobik kapasite ile izometrik bacak kuvveti arasında ilişkinin olmaması, bu iki özelliğin farklı fizyolojik mekanizmalarla geliştiğini ve antrenman planlamasında ayrı hedefler olarak ele alınması önerilebilir.

Çalışmamız, genç futbolcuların gelişimleri için önemli sayılabilecek sonuçlar ortaya koymasına rağmen dikkat edilmesi gereken bazı sınırlılıkları da mevcuttur. Katılımcıların sadece U16 kategorisindeki futbolculardan oluşması ve tek bir takımdaki oyuncuların çalışmaya dahil edilmesi çalışmanın sınırlılıklarından biridir ve elde edilen sonuçların genellenebilirliğini sınırlandırmaktadır. Aynı zamanda çalışmaya yalnızca erkek sporcuların dahil edilmesi ve performansların indirekt yöntemlerle belirlenmesi de çalışmamızın sınırlılıklarındandır. Gelecekteki araştırmaların bu sınırlılıkları göz önünde bulundurarak çalışmalarını planlamaları önerilmektedir.

BEYANLAR

Teşekkürler: Araştırmaya katılan tüm sporculara ve ailelerine teşekkür ederiz.

Yazar Katkıları: Kavramsallaştırma, B.A ve E.G.; Metodoloji, B.A ve E.G.; Doğrulama, E.G ve Y.E.A.; Araştırma, E.G ve Y.E.A.; Kaynaklar, B.A., E.G ve Y.E.A.; Veri Düzenleme, B.A.; Yazım—Orijinal Taslak, B.A ve E.G.; Yazım—Gözden Geçirme ve Düzenleme, E.G ve Y.E.A.; Denetim, B.A ve E.G. Tüm yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamış olmalıdır. Tüm yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Destekleyen Kuruluşlar: Bu araştırma için herhangi bir dış finansman alınmamıştır.

Etik Onay: İğdir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Yayın Etik Kurulu'ndan (Karar Sayısı: 2025/50) onay alınmıştır.

İntihal Beyanı: Bu makale intihal açısından değerlendirilmiş ve herhangi bir intihal vakası tespit edilmemiştir.

YZ Araçlarının Kullanımı: Makalenin hazırlanmasında, herhangi bir yapay zeka aracı kullanılmamıştır.

KAYNAKLAR

- Alemdaroğlu, U. (2012). The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 31(1), 149–158.
- American College of Sports Medicine. (2006). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (7th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Arslanoğlu, C., Baynaz, K., Acar, K., Mor, A., İpekoğlu, G., & Arslanoğlu, E. (2017). Futbolcularda bacak kuvveti ile aerobik ve anaerobik kapasite ilişkisi. *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 20(1), 37–45.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 111–127. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2.2.111>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37–51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>
- Boraczyński, M., Boraczyński, T., Podstawski, R., Wójcik, Z., & Gronek, P. (2020). Relationships between measures of functional and isometric lower body strength, aerobic capacity, anaerobic power, sprint and countermovement jump performance in professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 75, 161–175. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0045>
- Bradley, P. S. (2024). 'Setting the benchmark' part 2: Contextualising the physical demands of teams in the FIFA World Cup Qatar 2022. *Biology of Sport*, 41(1), 271–278. <https://doi.org/10.5114/biolport.2024.131091>
- Burgess, K., Holt, T., Munro, S., & Swinton, P. (2016). Reliability and validity of the running anaerobic sprint test (RAST) in soccer players. *Journal of Trainology*, 5(2), 24–29. <https://doi.org/10.17338/trainology.5.2.24>
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M., & Alvarez, J. C. B. (2010). Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3227–3233. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e72709>
- Castillo, D., Pérez-González, B., Raya-González, J., Fernández-Luna, Á., Burillo, P., & Lago-Rodríguez, Á. (2019). Selection and promotion processes are not associated with the relative age effect in an elite Spanish soccer academy. *PLoS ONE*, 14(7), Article e0219945. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219945>
- Deprez, D., Coutts, A. J., Lenoir, M., Franssen, J., Pion, J., Philippaerts, R., & Vaeyens, R. (2014). Reliability and validity of the Yo-Yo intermittent recovery test level 1 in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 32(10), 903–910. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.876088>
- Diker, G., Müniroğlu, S., Ön, S., Özkamçı, H., & Darendeli, A. (2021). The relationship between sprint performance and both lower and upper extremity explosive strength in young soccer players. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 25(1), 10–14. <https://doi.org/10.15561/26649837.2021.0102>
- Draper, N., & Whyte, G. (1997). Anaerobic performance testing. *Peak Performance*, 87, 7–9.
- Edwards, A. M., Clark, N., & Macfadyen, A. M. (2003). Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2(1), 23–29.
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J. R., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth resistance training: Updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, S60–S79. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819df407>
- Ferrini, M., Asian-Clemente, J., Bagattini, G., & Suarez-Arrones, L. (2025). Effects of maturation status on physical performance adaptations following a combined 7-week strength and power training program in elite male youth soccer players. *Applied Sciences*, 15(21), Article 11505. <https://doi.org/10.3390/app152111505>
- Häggglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2013). Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer. *The*

- American Journal of Sports Medicine*, 41(2), 327–335. <https://doi.org/10.1177/0363546512470634>
- Harbili, S. (2015). Relationship between lower extremity isokinetic strength and anaerobic power in weightlifters, basketball and soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 23(2), 93–100. <https://doi.org/10.3233/IES-150569>
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: Physiological considerations. *Sports Medicine*, 34(3), 165–180. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434030-00003>
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3–12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- İşıkdemir, E., Köklü, Y., Alemdaroğlu, B. U., & Aşçı, A. (2025). Relationship between running demands in friendly match and aerobic-anaerobic field test results in youth soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), Article 365. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01414-w>
- Karakoç, B., Akalan, C., Alemdaroğlu, U., & Arslan, E. (2012). The relationship between the Yo-Yo tests, anaerobic performance and aerobic performance in young soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 35, 81–88. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0081-x>
- Kılıcı, A., Koç, M. E., Binokay, H., Erdoğan, A., Kamaş, O., & Oliveira, R. (2025a). Does running performance relate to the market value of elite male soccer players? A case study from the FIFA world cup. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), Article 109. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01162-x>
- Kılıcı, A., Korkmaz Eryılmaz, S. G., Boyraz, Ö. C., Koç, M. E., Binokay, H., Kamaş, O., & Praça, G. M. (2025b). Exploring the relationship between reactive strength index, leg stiffness, and physical performance in adolescent male soccer players: The mediating role of maturation. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 1-11. <https://doi.org/10.1177/17479541251397132>
- Kilic, T., & Tosur, M. A. A. (2018). A comparison of some parameters of football players according to the leagues they play in. *Journal of Education and Training Studies*, 6(11), 135–142. <https://doi.org/10.11114/jets.v6i11.3591>
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaikovou, G., & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 369–375.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., & Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(4), 697–705. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000058441.94520.32>
- Küçük, H., & Söyler, M. (2024). Body composition, anaerobic power, lower extremity strength in football players: Acute effect on different leagues. *Turkish Journal of Kinesiology*, 10(1), 24-33. <https://doi.org/10.31459/turkjin.1417918>
- Liu, H., Yi, Q., Giménez, J. V., Gómez, M. A., & Lago-Peñas, C. (2015). Performance profiles of football teams in the UEFA Champions League considering situational efficiency. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(1), 371-390. <https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868799>
- Özkan, A., & Kin-işler, A. (2010). Amerikan futbolcularında bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve izokinetik kuvvet arasındaki ilişki. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8(1), 35-41. https://doi.org/10.1501/Sporm_00000000173
- Özkan, A., & Sarol, H. (2008). Dağcılarda vücut kompozisyonu, bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve bacak kuvveti arasındaki ilişki. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6(4), 175-181. https://doi.org/10.1501/Sporm_00000000108
- Panasci, M., Castagna, C., Rago, V., Ferrando, V., Ruggeri, P., & Faelli, E. (2025). Effects of a 4-week off-season high-intensity training program on aerobic performance and sprint endurance ability in adolescent female football players: A pilot study. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(4), Article 396. <https://doi.org/10.3390/jfmk10040396>
- Peñailillo, L., Espíldora, F., Jannas-Vela, S., Mujika, I., & Zbinden-Foncea, H. (2016). Muscle strength and speed performance in youth soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 50(1), 203–210.
- Pillitteri, G., Rossi, A., Cintia, P., Trecroci, A., Petrucci, M., & Battaglia, G. (2024). Association between match-related physical activity profiles and playing positions in different tasks: A data driven approach. *Journal of Sports Sciences*, 42(5), 465-474. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2338026>
- Ramos, G. P., Nakamura, F. Y., Penna, E. M., Mendes, T. T., Mahseredjian, F., Lima, A. M., Garcia, E. S., Prado, L. S., & Coimbra, C. C. (2021). Comparison of physical fitness and anthropometrical profiles among Brazilian female soccer national teams from U15 to senior categories. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 2302–2308. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003140>
- Raya-González, J., Castillo, D., de Keijzer, K. L., & Beato, M. (2021). The effect of a weekly flywheel resistance training session on elite U-16 soccer players' physical performance during the competitive season: A randomized controlled trial. *Research in Sports Medicine*, 29(6), 571–585. <https://doi.org/10.1080/15438627.2020.1870978>
- Soós, I., Boryśławski, K., Boraczyński, M., Ihasz, F., & Podstawski, R. (2022). Anthropometric and physiological profiles of Hungarian youth male soccer players of varying ages and playing positions: A multidimensional assessment with a critical approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), Article 11041.

<https://doi.org/10.3390/ijerph191711041>

- Tingelstad, L. M., Raastad, T., Myklebust, G., Gjerstad Andersen, T. E., Solstad, B. E., Bugten, J. B., & Luteberget, L. S. (2025). Age and sex differences in physical performance among adolescent team sport athletes. *European Journal of Sport Science*, 25(5), Article e12284. <https://doi.org/10.1002/ejsc.12284>
- Yavaş, B., & Akkuş, H. (2021). U14, U16 futbol takımlarının bir futbol sezonundaki bazı fizyolojik ve motorik özelliklerinin ölçülmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 6(2), 196–208. <https://doi.org/10.31680/gaunjss.943769>
- Yılmaz, H. H., Seren, K., & Atasever, G. (2023). The relationship between isokinetic strength and anaerobic performance in elite youth football players. *Journal of ROL Sport Sciences*, 4(2), 457–468. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8012628>
- Zorba, E., Özkan, A., Akyüz, M., Harmancı, H., Taş, M., & Şenel, Ö. (2010). Güreşçilerde bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve bacak kuvveti arasındaki ilişki. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 83–96.