

Sporcularda Bacak Hacmi, Kütlesi, Hamstring/Quadriceps Oranı ile Anaerobik Performans ve İzokinetik Bacak Kuvveti Arasındaki İlişki

The Association among Leg Volume, Leg Mass and H/Q Ratio with Anaerobic Performance and Isokinetic Knee Strength in Athletes

Araştırma Makalesi

Ali ÖZKAN, Ayşe KİN-İŞLER

Başkent Üniversitesi Spor Bilimleri Bölümü, Ankara

ÖZ

Bu çalışma farklı spor dallarındaki sporcularda bacak hacmi, kütlesi, hamstring/quadriceps oranı ile anaerobik performans ve izokinetik bacak kuvveti arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya basketbol (n= 12), voleybol (n=14) ve futbol (n=15) branşlarında toplam 41 erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Sporcuların bacak hacmi Frustum yöntemi ile, bacak kütlesi ise Hanavan yöntemi ile belirlenmiştir. Anaerobik performansın belirlenmesinde Wingate anaerobik güç ve kapasite testi kullanılırken izokinetik kuvvetin belirlenmesinde konsantrik diz fleksiyon ve ekstanziyon kuvvetleri ve H/Q oranı için 60° ve 300°'lik hızlar kullanılmıştır. Yapılan Pearson Çarpımlar Moment Korelasyon sonucunda futbolcularda sağ 60°.s⁻¹ H/Q ile ROG (r=-.552; p<0.05), sağ 60°.s⁻¹ KDE (r=-.586; p<0.05), sağ 300°.s⁻¹ KDE (r=-.589; p<0.05) ve sağ 60°.s⁻¹ KDF (r=-.558; p<0.05) arasında anlamlı ilişki bulunurken, sol 60°.s⁻¹ H/Q oranı ile ROG (r=-.561; p<0.05), sağ 60°.s⁻¹ KDF (r=-.698; p<0.01), sağ 300°.s⁻¹ KDF (r=.622; p<0.05), sol 60°.s⁻¹ KDE (r=-.613; p<0.05) arasında bulunmuştur. Benzer bir ilişki de sağ 300°.s⁻¹ H/Q oranı ile sağ 60°.s⁻¹ KDF (r=-.537; p<0.05) belirlenirken sol 300°.s⁻¹ H/Q oranı ile sol 60°.s⁻¹ KDF (r=-.528; p<0.05) arasında bu

ABSTRACT

The purpose of the present study was to determine the relationship among leg volume, leg mass and H/Q ratio with anaerobic performance and isokinetic knee strength in athletes from different sport branches. A total of 41 male athletes from basketball (n= 12), volleyball (n=14) and football (n=15) participated in this study voluntarily. Athletes' leg volume (LV) was determined by Frustum method and leg mass (LM) was determined by Hanavan model. Anaerobic performances of athletes was determined by Wingate anaerobic power test and isokinetic knee strength and H/Q ratio was determined at 60°s⁻¹ and 300°s⁻¹. In football players significant correlations was obtained between right 60°.s⁻¹ H/Q ratio and relative mean power (RMP) (r=-.552; p<0.05), right 60°.s⁻¹ knee extension strength (KES) (r=-.586; p<0.05), right 300°.s⁻¹ KES (r=-.589; p<0.05), right 60°.s⁻¹ knee flexion strength (KFS) (r=-.558; p<0.05). Left 60°.s⁻¹ H/Q was significantly correlated with RMP (r=-.561; p<0.05), right 60°.s⁻¹ KFS (r=-.698; p<0.01), right 300°.s⁻¹ KFS (r=.622; p<0.05), left 60°.s⁻¹ KES (r=-.613; p<0.05). A similar relation was obtained between right 300°.s⁻¹ H/Q and right KFS (r=-.537; p<0.05).

lanmıştır. Basketbolcularda ise sağ BH ile MG ($r=.738$; $p<0.01$), RMG ($r=.650$; $p<0.05$), sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=.697$; $p<0.01$), sol $60^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.766$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.818$; $p<0.01$) ve sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=.748$; $p<0.01$) arasında anlamlı ilişki bulunurken, benzer bir ilişki de sağ BK ile MG ($r=.618$; $p<0.05$), sol $60^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.766$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.866$; $p<0.01$), sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=.840$; $p<0.01$) ve sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=.832$; $p<0.01$) arasında bulunmuştur. Ayrıca sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ H/Q ile ROG ($r=.671$; $p<0.05$), sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.757$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.647$; $p<0.05$), sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=.913$; $p<0.01$), sol $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=.591$; $p<0.05$) ve sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.640$; $p<0.05$) anlamlı bir ilişki bulunurken sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ H/Q ile MG ($r=-.579$; $p<0.05$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=-.690$; $p<0.05$), sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.624$; $p<0.05$), sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.940$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.739$; $p<0.01$) arasında bulunmuştur. Sol BH ile MG ($r=.633$; $p<0.05$), RMG ($r=-.576$; $p<0.05$), sol $60^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.757$; $p<0.01$), sol $60^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.757$; $p<0.01$), $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.866$; $p<0.01$), sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=.753$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.818$; $p<0.05$) arasında anlamlı ilişki bulunurken, sol BK ile MG ($r=.669$; $p<0.05$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.855$; $p<0.01$), sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.673$; $p<0.01$), sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=.837$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=.841$; $p<0.01$) arasında anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Benzer şekilde sol $60^{\circ}.s^{-1}$ H/Q oranı ile MG ($r=-.663$; $p<0.01$), RMG ($r=.857$; $p<0.01$), ROG ($r=-.849$; $p<0.01$), sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.620$; $p<0.01$), sol $60^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.809$; $p<0.01$), sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.727$; $p<0.01$) arasında anlamlı ilişki belirlenirken sol $300^{\circ}.s^{-1}$ H/Q oranı ile sol $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.611$; $p<0.05$), sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.854$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.625$; $p<0.05$) arasında belirlenmiştir. Voleybolculara bakıldığında ise sağ BH ile OG ($r=.568$; $p<0.05$) ve sol $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=.721$; $p<0.01$) arasında anlamlı bir ilişki bulunurken sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ H/Q ile sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.971$; $p<0.01$), sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.845$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.559$; $p<0.05$) arasında bulunmuştur. Benzer şekilde sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ H/Q ile sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.575$; $p<0.05$), sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.766$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.855$; $p<0.01$), sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.777$; $p<0.01$) arasında anlamlı ilişki belirlenirken sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ H/Q ile sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=-.575$; $p<0.05$), sağ $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.766$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.855$; $p<0.01$), sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.777$; $p<0.01$) arasında anlamlı ilişki belirlenmiştir. Bu sonuçlara ek olarak sol BH ile OG ($r=.564$; $p<0.05$), sol $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=.788$; $p<0.01$) ve sol BK ile OG ($r=.731$; $p<0.01$), arasında anlamlı bir ilişki bulunurken sol $60^{\circ}.s^{-1}$ H/Q ile RMG ($r=.666$; $p<0.01$), ROG ($r=-.635$; $p<0.05$), sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.749$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.652$; $p<0.05$) ve sol $300^{\circ}.s^{-1}$ H/Q ile RMG ($r=-.679$; $p<0.05$), OG ($r=-.547$; $p<0.05$), ROG ($r=-.596$; $p<0.05$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDE ($r=.704$; $p<0.01$), sağ $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.794$; $p<0.01$), sol $60^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.737$; $p<0.01$), sol $300^{\circ}.s^{-1}$ KDF ($r=-.644$; $p<0.05$).

Left $300^{\circ}.s^{-1}$ H/Q on the other hand was significantly correlated with left $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.528$; $p<0.05$).

In basketball players significant correlations was obtained between right LV and peak power (PP) ($r=.738$; $p<0.01$), relative PP (RPP) ($r=.650$; $p<0.05$), right $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.697$; $p<0.01$), left $60^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.766$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.818$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=.748$; $p<0.01$). A similar relation was obtained between right LV and PP ($r=.618$; $p<0.05$) left $60^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.766$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.866$; $p<0.01$), right $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=.840$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=.832$; $p<0.01$). On the other hand right $60^{\circ}.s^{-1}$ H/Q was significantly correlated with relative mean power (RMP) ($r=.671$; $p<0.05$), right $60^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.727$; $p<0.01$), right $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.647$; $p<0.05$), right $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=.913$; $p<0.01$), left $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=.591$; $p<0.05$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.640$; $p<0.05$). Right $300^{\circ}.s^{-1}$ H/Q was significantly correlated with PP ($r=-.579$; $p<0.05$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=-.690$; $p<0.05$), right $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.624$; $p<0.05$), right $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.940$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.739$; $p<0.01$). Left LV was significantly correlated with PP ($r=.633$; $p<0.05$), RPP ($r=-.576$; $p<0.05$), left $60^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.757$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.866$; $p<0.01$), right $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=.753$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.818$; $p<0.05$) and Left leg mass (LM) was significantly related with PP ($r=.669$; $p<0.05$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.855$; $p<0.01$), right $60^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.673$; $p<0.01$), right $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=.837$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=.841$; $p<0.01$). A similar relation was obtained between left $60^{\circ}.s^{-1}$ H/Q and PP ($r=-.663$; $p<0.01$), RPP ($r=.857$; $p<0.01$), RMP ($r=-.849$; $p<0.01$), right $60^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.620$; $p<0.01$), left $60^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.809$; $p<0.01$), right $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.727$; $p<0.01$). On the other hand left $300^{\circ}.s^{-1}$ H/Q was significantly correlated with left $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.611$; $p<0.05$), right $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.854$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.625$; $p<0.05$).

In volleyball players significant correlations was obtained between right LV and MP ($r=.568$; $p<0.05$), left $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=.721$; $p<0.01$) and right $60^{\circ}.s^{-1}$ H/Q was significantly correlated with right $60^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.971$; $p<0.01$), right $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.845$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.559$; $p<0.05$). A similar relation was obtained between right $300^{\circ}.s^{-1}$ H/Q and $60^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.575$; $p<0.05$), right $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.766$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.855$; $p<0.01$), right $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.777$; $p<0.01$). right $300^{\circ}.s^{-1}$ H/Q was significantly related with right $60^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=-.575$; $p<0.05$), right $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.766$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KES ($r=.855$; $p<0.01$), right $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.777$; $p<0.01$). On the other hand left LV was significantly correlated with MP ($r=.564$; $p<0.05$), left $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=.788$; $p<0.01$) and left LM with MP ($r=.731$; $p<0.01$). Left $60^{\circ}.s^{-1}$ H/Q was significantly correlated with RPP ($r=.666$; $p<0.01$), RMP ($r=-.635$; $p<0.05$), right $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.749$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.652$; $p<0.05$) and left $300^{\circ}.s^{-1}$ H/Q was significantly related with RPP ($r=-.679$; $p<0.05$), MP ($r=-.547$; $p<0.05$), RMP ($r=-.596$; $p<0.05$), left $300^{\circ}.s^{-1}$

Sonuç olarak, çalışmadaki bulgular basketbolcu ve voleybolcularda bacak hacmi, kütlesi ve H/Q oranı anaerobik performanslarında ve izokinetik bacak ekstansiyon kuvvetinde önemli bir rol oynarken, futbolcularda H/Q oranı böyle bir role sahiptir.

Anahtar Kelimeler

Bacak hacmi-kütlesi, H/Q oranı, Anaerobik performans, İzokinetik bacak kuvvet, Futbol, Basketbol, Voleybol

¹ KES ($r=.704$; $p<0.01$), right $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.794$; $p<0.01$), left $60^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.737$; $p<0.01$), left $300^{\circ}.s^{-1}$ KFS ($r=-.644$; $p<0.05$). As a conclusion, leg volume, leg mass and H/Q ratio were found to play important role in anaerobic power and isokinetic knee extension strength in basketball and volleyball players and H/Q ratio were found to play important role in football players.

Key Words

Leg volume-mass, H/Q ratio, Anaerobic performance, Isokinetic knee strength, Football, Basketball, Volleyball.

GİRİŞ

Birçok spor branşında yapılan hareketin patlayıcı formda sergilenebilmesi performansın göstergesi olarak karşımıza çıkarken, anaerobik performans patlayıcı formda kısa süreli ve yüksek şiddetli uygulamaların temel belirleyicisi olmaktadır. Yapılan çalışmalarda sıklıkla yaşın (Bencke ve diğ., 2002), cinsiyetin (Koşar ve Kin İşler, 2004), kas tipinin, kas kütlesinin ve kas kesit alanının (Saavedra ve diğ., 1991), kalıtımın (Caluo ve diğ., 2002), antrenmanın (Ingulf ve Burgers, 1990) ve vücut kompozisyonunun (Mayhew ve diğ., 2001) anaerobik performansı etkilediği ifade edilmektedir. Bu özelliklerin yanı sıra kas fibril uzunluğu, bacak hacmi ve kas kütlesi anaerobik içerikli spor branşlarında kasın üreteceği güç üzerinde önemli rol alan özellikler olarak belirtilmektedir (Armstrong ve diğ., 2001; Croix ve diğ., 2000; De Ste Dore ve diğ., 2001). Daha iyi anaerobik performansa sahip olan sporcuların genellikle daha yüksek kas kütlesine, kas kesit alanına, bacak hacmine ve bacak kütlesine sahip olduğu da bilinmektedir (Staron ve diğ., 2000). Bu özellikler aynı zamanda üretilen kas kuvvetini önemli bir şekilde etkilemektedir. Kas kuvveti ele alındığında özellikle diz ekstansörlerinin oluşturduğu patlayıcı kas kasılmalarının sporcuların anaerobik performanslarının çok önemli bir parçası olduğu söylenebilir (Mero ve diğ., 1988; Newman ve diğ., 2004). Örneğin Dawson ve diğ. (1998) çalışmalarında dinamik kas hareketi sırasında ortaya çıkan kuvvetin büyüklüğünün sprint performansı sırasında oluşan kuvvet miktarı ve anaerobik performan-

sla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Özkan ve Sarol (2008) uyluk çevresi, baldır çevresi, bacak hacmi, bacak kas hacmi ve yağsız bacak hacminde meydana gelen artışa bağlı olarak dağcılarının anaerobik performans ve kuvvet değerlerinde bir artış olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar tarafından yapılan bu çalışmalar bacak bölgesini oluşturan kasların hacmi, kütlesi ve kesit alanının, kasın meydana getirdiği kuvvet ve gücü etkilediğini göstermektedir.

Anaerobik performansla birlikte sporcunun maksimal kuvvetini kullanabilmesi ve optimal düzeyde performansa çevirebilmesi için belirli bir kas dengesine de ihtiyacı vardır (Baecchle ve Earl, 2000). Kas dengesi bir kas veya kas grubuyla bunu karşılayan, ters yönde hareket sağlayan kas veya kas grubuyla ilişkilidir (Baecchle ve Earl, 2000). Kuvvet dengesinin sportif performansta mutlak kuvvetten daha iyi bir parametre olduğu söylenebilir, çünkü sporcular sahip oldukları mutlak kuvveti, yine sahip oldukları kas ve kas grupları kuvvetinin en zayıfı kadar sergileyebilmektedirler (Astrand ve diğ., 2003). Aksi takdirde kas iskelet sistemi bütünlüğünü devam ettirmekte zorlanabilmektedir. Bunun yanı sıra bu ilişkinin bozulması eklem bütünlüğünü, kas ve iskelet sistemini zarara uğratabilir (Astrand ve diğ., 2003). Sporcuların akut travmalar dışındaki sakatlıklarının büyük bir bölümü kuvvet dengesizliğinden meydana gelmektedir (Astrand ve diğ., 2003). Yüksek şiddetle yapılan aktiviteleri içeren spor branşlarında kas iskelet sistemine binen yük miktarı dayanıklılık sporlarına oranla çok daha yüksek olduğundan sakatlık ris-

ki artmaktadır. Bu durumda kas gruplarının kuvvet dengesine yüksek şiddetli aktivitelerin baskın olduğu spor branşlarda antrenman planlaması yapılırken, özellikle dikkat edilmelidir (Astrand ve diğ., 2003). Ayrıca kas fibril uzunluğu, bacak hacmi ve kas kütlesi anaerobik şartlarda kasın üreteceği güç üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır (Armstrong ve diğ., 2001; De Ste Croix ve diğ., 2000; Dore ve diğ., 2001). Bu yüzden dayanıklılık, kuvvet, sürat ve çabukluk gerektiren branşlarda daha da ön plana çıkmaktadır.

Futbol, basketbol ve voleybolda üst düzey dayanıklılık, kuvvet, sürat ve çabukluk gibi sportif performans ve kontrol gerektiren takım sporlarından (Bloomfield ve diğ., 1994; Özder ve Günay, 1994; Şimşek ve diğ., 2007). Bu spor branşlarının performans ve vücut karakterlerinin diğer branşlara göre farklı olması da, yine bu sporların içinde yer alan farklı hareket karakterlerine bağlanmaktadır (Özder ve Günay, 1994). Bu spor dalları sıçrama, ani yön değiştirme, aldatma, durma, ani hareketler, sprint hareketleri içermektedir. Futbol ve basketbol alan itibarıyla voleyboldan farklılaşmaktadır. Voleybolda bu branşlara göre daha kısa bir oyun alanının varlığı, diğer branşlara göre daha hızlı ve hareketli oynanması ve patlayıcı kuvvet gerektiren hareketlerin ağırlıklı olması sebebiyle diğer branşlardan ayrılmaktadır. Günümüzde spora özgün olarak yapılan çalışmalar o spor branşının daha iyi anlaşılmasını sağlayarak; yeni antrenman tekniklerinin oluşturulması, bu spor dalında sakatlıklardan korunmak için gerekli önlemlerin alınması konusunda kaynak oluşturabilmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı farklı spor branşlarıyla uğraşan sporcuların bacak hacmi (BH), bacak kütlesi (BK) ve hamstring/quadriiceps (H/Q) kuvvet oranları ile anaerobik performans ve izokinetik bacak kuvveti arasındaki ilişkinin belirlenmesidir.

YÖNTEM

Denekler: Çalışmaya farklı kulüplerde amatör olarak voleybol, futbol ve basketbol oynayan toplam 41 erkek gönüllü sporcu katılmıştır. Sporcuların fiziksel özellikleri Tablo1'de ve-

Tablo 1. Sporcuların fiziksel özellikleri

Branşlar	Yaş (yıl)	Boy (cm)	Vücut Ağırlığı (kg)
Futbol (n=15)	21.73 ± 2.18	175 ± 7.28	71.5 ± 6.72
Basketbol (n=12)	22.83 ± 0.98	187.75 ± 6.46	80.05 ± 4.65
Voleybol (n=14)	22.30 ± 2.16	181.30 ± 7.57	73.90 ± 5.10

rilmıştır. Çalışmaya katılmadan önce deneklere çalışmanın içeriği açıklanmış ve deneklerden bilgilendirme ve izin formu alınmıştır. Çalışmanın yapılabilmesi için "Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan" izin alınmıştır.

Veri Toplama Araçları: Çalışmaya katılan sporcuların bacak hacmi Frustum çevresel ölçüm yöntemi (Sukul ve diğ., 1993) kullanılarak belirlenirken, bacak kütlesi Hanavan yöntemi (Kwon, 1998) kullanılarak belirlenmiştir. Anaerobik performansın belirlenmesinde Wingate Anaerobik Güç Testi (WANt) için modifiye edilmiş bilgisayara bağlı ve uyumlu bir yazılımla çalışan kefeli bir bisiklet ergometresi (Monark 834 E, İsveç) kullanılmıştır. İzokinetik diz kuvveti ölçümleri ise izokinetik dinamometre (Cybex 770 Norm Lumex Inc, Ronkonkoma, NY, USA) ile ölçülmüştür.

Verilerin Toplanması: Bu çalışma iki bölümden oluşmaktadır; birinci bölümde sırasıyla deneklerin boy, vücut ağırlığı, deri kıvrım kalınlığı, çevre ölçümlerinden yola çıkarak hacim ölçümleri yapılmış, ikinci bölümde ise izokinetik bacak kuvveti ve anaerobik performans testleri yapılmıştır.

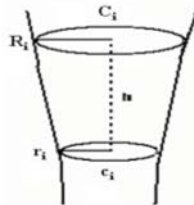
Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi: Çalışmaya katılan sporcuların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve deri kıvrım kalınlığı ölçümleri yapılmıştır. Deneklerin boy uzunlukları baş frankfort düzlemindeyken derin bir inspirasyonu takiben başın verteksi ile ayak arasındaki mesafenin hassaslık derecesi 0.01 m

olan stadiometre (SECA, Almanya) ile vücut ağırlığı ölçümleri standart spor kıyafeti (şort, tişört) içerisinde, ayakkabısız olarak hassaslık derecesi 0.1 kg olan elektronik baskülle (SECA, Almanya) ölçülmüştür.

Çalışmaya katılan sporcularının vücut yağ yüzdesinin belirlenmesinde göğüs, midaksillar, tri-seps, subskapula, suprailiak, abdomen ve uyluk bölgelerinden deri kıvrım kalınlığı ölçümleri deri kıvrım kaliperi (Holtain Ltd., İngiltere) kullanılarak standart yöntemlere göre alınmıştır (Heyward ve Stolarczyk, 1996). Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri iki kez yapılmış ve iki ölçümün ortalaması Jackson ve Pollock (1978) formülü kullanılarak vücut yağ yüzdesi hesaplanmıştır.

Çalışmaya katılan sporcuların hacim ölçümlerine hep sağ ayak hemde sol ayak dahil edilmiştir. Her bacak hacmi (BH) için uyluk (UH), baldır (BLH) ve ayak (AH) olmak üzere üç parçanın toplamı olarak ele alınmıştır. Uyluk için tibial nokta ile inguinal katlantı arasındaki uzaklık, baldır için, tibial nokta ile medial malleolus noktası arasındaki uzaklık, ayak için ise medial malleolus ile tüm ayak belirlendikten sonra ölçümler Frustum model yönteminin tanımladığı gibi yapılırken çevresel ölçümler ise Gulick antropometrik mezura (Holtain, UK) kullanılarak ± 1 mm hata ile yapılmıştır (Sukul ve diğ., 1993).

Uyluk hacmi tibial nokta ile inguinal katlantı arasındaki ve baldır hacmi tibial nokta ile medial malleolus arasındaki uzaklık %10 aralıklarla ölçüldükten sonra Frustum işaret model yönteminin tanımladığı gibi önce %10'luk aralıklarla alınan parçaların hacimleri hesaplanmış (Formül 1) daha sonra tüm parçaların hacimleri toplanarak uyluk (Formül 2) ve baldırın (Formül 3) toplam hacmi hesaplanmıştır (Sukul ve diğ., 1993).



$$R_i = \frac{C_i}{2\pi}, \quad r_i = \frac{c_i}{2\pi}, \quad (1)$$

$$V_u = \sum_{i=1}^{10} \frac{\pi}{3} h (R_i^2 + R_i r_i + r_i^2) \quad (2)$$

$$V_b = \sum_{i=1}^{10} \frac{\pi}{3} h (R_i^2 + R_i r_i + r_i^2) \quad (3)$$

V_u = Uyluk Hacmi

V_b = Baldır Hacmi

R_i = %10'luk parçanın geniş kısmının yarı çapı

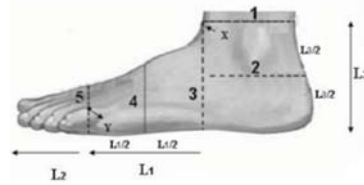
r_i = %10'luk parçanın dar kısmının yarı çapı

C_i = %10'luk parçanın geniş kısmının çapı

c_i = %10'luk parçanın dar kısmının çapı

h = %10'luk parçanın geniş kısmı ile dar kısmı arasındaki mesafe

Ayak Hacminin Hesaplanması: Her kısımdaki enine kesit alanının (S_i) eliptik alan hesabı formül dört ile hesaplanırken ardışık kısımlarda sınırlanmış bölgeler içeren hacimler ise frustum modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Ayak hacmi hesaplanırken $h_{i,i+1}$ mesafesi arka arkaya gelen kısımların arasındaki mesafe; (Formül 5). Bir nolu çizgiden ayak tabanının altına kadar yükseklik (h) değeri ayaktan ayağa değişen $L_3/2$ 'dir. Üçüncü kısımdan dördüncü kısıma kadar h değeri ise ayaktan ayağa değişen $L_2/2$ 'dir. Beşinci kısmın hacmi eliptik parabolik formül altı ile hesaplanırken, toplam ayak hacmi ise tüm kısımların hacimleri toplanarak sağ ve sol ayak olarak hesaplanmıştır (Formül 6) (Mayrovit ve diğ., 2005).



$$S_i = \pi W_i D_i / 4 \quad (4)$$

$$V_i = (h_{i,i+1} / 3) \{ S_i + S_{i+1} + (S_i S_{i+1})^{1/2} \} \quad (5)$$

$$V_3 = \pi L_2 W_3 D_3 / 8 \quad (6)$$

S_i =Enine kesit alanı
 W_i = Maksimum genişlik
 D_i =Maksimum derinlik
 V_i =Hacim
 h_i =yükseklik
 V_5 =Toplam ayak hacmi

Ayak hacmi ayak tabanı ile medial malleolus noktası arasındaki gerekli çizimler yapılarak tanımladığı gibi yukarıda ifade edildiği şekilde parçaların hacimleri hesaplanmış daha sonra tüm parçaların hacimleri toplanmış ve ayağın toplam hacmi hesaplanmıştır (Formül 7). Bu çevresel ölçümlerde gulick antropometrik mezura (Holtain, UK) ve harpenden kaliper (Holtain, UK) kullanılarak ± 1 mm hata ile ölçülmüştür.

$$V_a = V_{1+} + V_{2+} + V_{3+} + V_{4+} + V_{5+} \quad (7)$$

V_a = Ayak hacmi
 V_1 =Birinci bölge hacmi
 V_2 = İkinci bölge hacmi
 V_3 = Üçüncü bölge hacmi
 V_4 = Dördüncü bölge hacmi
 V_5 = Beşinci bölge hacmi

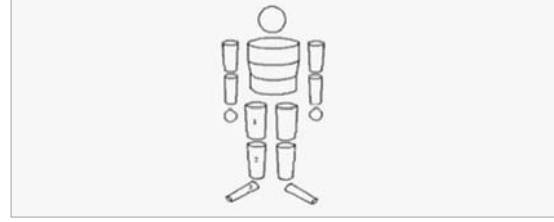
Bacak Hacminin Hesaplanması: Çevresel ölçümler yapıldıktan sonra su taşıma yöntemiyle ölçülen bacak hacmi, çevre ölçümlerden hesaplanan bacak hacmi değişkeni kullanılarak geliştirilen doğrusal regresyon formülü kullanılmıştır (Özkan, 2007) (Formül 8). Bu formülün tanımlayıcılık katsayısı $R^2=0.952$ ve kestirim standart hatası .056 olarak bulunmuştur. Bacak hacmi hesaplandıktan sonra regresyon formülüne çevresel ölçümlerden elde edilmiş bacak hacmi sonucu yerleştirilerek belirlenmiştir.

$$BHST = -127 + 1.050 \times BH\check{C}\check{O} \quad (8)$$

BHST= Su taşıma yöntemiyle elde edilen hacim
 BH \check{C} \check{O} = Çevre ölçümlerinden elde edilen hacim

Bacak Kütlelerinin Hesaplanması: Kütle ölçümlerine uyluk, baldır ve ayak dahil edilmiştir. Uyluk için tibial nokta ile inguinal katlantı arasındaki uzaklık, baldır için, tibial nokta ile medial malleolus noktası arasındaki uzaklık, ayak için

ise medial malleolus ile tüm ayak belirlendikten sonra sağ ve sol olmak üzere bacak kütleleri ölçümleri Hanavan model yönteminin tanımladığı gibi yapılmıştır (Kwon, 1998).



Şekil 1. Hanavan Model Yöntemi

$$U_k = 0,074VA + 0,138UC - 4,641 \quad (9)$$

U_k = uyluk kütle
 VA = Vücut ağırlığı
 UC = Uyluğun en geniş çevre ölçümü verdiği yer

$$B_k = 0,135BC - 1,318 \quad (10)$$

B_k = baldır kütle
 BC = Baldırın en geniş çevre ölçümü verdiği yer

$$A_k = 0,003VA + 0,048ABC + 0,027AU - 0,869 \quad (11)$$

A_k = Ayak kütle
 VA = Vücut ağırlığı
 ABC = Ayak bileği çevresi
 AU = Ayak uzunluğu

Anaerobik Performansın Belirlenmesi: Anaerobik performansın belirlenmesinde Wingate Anaerobik Güç Testi kullanılmıştır. Bu test bacak için modifiye edilmiş bilgisayara bağlı ve uyumlu bir yazılımla çalışan kefele bir bisiklet ergometresinde (Monark 894 E, Sweeden) yapılmıştır. Test öncesi optimal bisiklet çevirme pozisyonunu sağlayabilmek için deneklere sele ve gidon ayarı yapılmış ve WAnT öngörülen standart yöntemlerle uygulanmıştır (Mayhew ve diğ., 2001). WAnT her denegin vücut ağırlığının %7.5'ine karşılık gelen ağırlıkla 30 sn süresince uygulanmıştır. Her test öncesinde deneklerin bisiklet ergometresine fizyolojik uyumlarını sağlamak için 50 rpm de beş dk. standart bir ısınma uygulanmıştır. Isınmanın ardından oluşan yorgunluğun giderilmesi amacıyla testten

önce beş dakikalık bir dinlenme periyodu verilmiştir. Dinlenme süresinin ardından test başlatılmış ve deneklere belirli bir pedal hızına ulaşmaları için başlangıçta yüksüz (160-170 rpm) daha sonra yüklü olarak 30sn süre ile mümkün olan en yüksek maksimal istemli pedal hızını korumaları istenmiştir (Mayhew ve diğ., 2001). Test süresince denekler sözel olarak teşvik edilmiştir. Test sonucunda deneklerin maksimum güç ve ortalama güçleri elde edilmiştir. Maksimum güç (MG) test süresince meydana getirilen herhangi bir beş saniyelik zaman dilimi içerisinde elde edilen en yüksek mekanik güçken, ortalama güç (OG) ise test süresince meydana getirilen güç değerlerinin ortalamasıdır. Ayrıca relatif (R) değerler ise çalışmaya katılan deneklerin vücut ağırlıklarına bölünmesiyle elde edilen değerlerdir.

İzokinetik Kuvvetin Belirlenmesi: İzokinetik diz kuvveti ölçümleri ise izokinetik dinamometre (Cybex 770 Norm Lumex Inc, Ronkonkoma, NY, USA) ile ölçülmüştür. Zirve izokinetik konsantrik diz ekstansiyonu (KDE) ve diz fleksiyonu (KDF) sağ ve sol bacakta iki değişik hareket açısından uygulanmıştır (düşük 60°s^{-1} , yüksek 300°s^{-1}). Sporcular ısınma amaçlı her bir açısız hızda üç submaksimal kasılmayı takiben iki maksimal kasılma yapmış ve her kasılma arasında sporculara iki dakikalık pasif dinlenme verilmiştir. Uygulama düşük dereceden yüksek derecelere doğru yapılmıştır (Perrin, 1993). Sporcular, her bir seviye için beş maksimal kasılma yapmış ve her test periyodunun arasında 90 saniye pasif dinlenme süresi verilmiştir (Newman ve diğ., 2004). Test süresince sporcu-

lar sözel olarak teşvik edilmiştir. Elde edilen en iyi dereceler N/m cinsinden kaydedilmiştir. Ölçümlerden sonra sporcuların her iki hızdaki hamstring ve quadriceps oranları (fleksiyon / ekstansiyon) her iki bacak için belirlenmiştir.

Verilerin Analizi: Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistik ile sporcuların sağ-sol bacak hacmi (uyluk+baldır+ayak) bacak (uyluk+baldır+ayak) kütlesi ve H/Q kuvvet oranları ile anaerobik performans ve izokinetik bacak kuvveti arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla Pearson Çarpımlar Moment Korelasyonu istatistiksel analiz yöntemi uygulanmıştır. Analizde Windows için SPSS 11.0 paket programı kullanılmış ve anlamlılık düzeyi 0.05 olarak alınmıştır.

BULGULAR

Futbol, basketbol ve voleybolcularda elde edilen bacak hacmi ve bacak kütlesi değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Futbol, basketbol ve voleybolcularda elde edilen anaerobik performans değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

Futbol, basketbol ve voleybolcularda elde edilen hamstring/quadriceps oranı ve izokinetik bacak kuvveti değerleri Tablo 4'de verilmiştir.

Futbol, basketbol ve voleybolcularda elde edilen bacak hacmi, kütlesi, hamstring/quadriceps oranı ile anaerobik performans ve izokinetik bacak kuvveti değerleri arasındaki ilişkiler Tablo 5,6,7'de verilmiştir.

Yapılan Pearson Çarpımlar Moment Korelasyon sonucunda futbolcularda sağ 60°s^{-1} H/Q ile

Tablo 2. Futbol, basketbol ve voleybolcularda elde edilen bacak hacmi ve bacak kütlesi değerleri

Branşlar	Bacak Hacmi (lt)		Bacak Kütle (kg)	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Futbol (n=15)	9.986±1.50	9.756±1.07	11.775±1.78	11.187±1.26
Basketbol (n=12)	11.203±1.01	11.277±1.10	12.775±0.94	12.871±0.82
Voleybol (n=14)	10.367±0.99	10.351±0.82	12.298±1.04	11.947±0.71

Tablo 3. Futbol, basketbol ve voleybolcularda elde edilen anaerobik performans değerleri

	Anaerobik Güç		Anaerobik Kapasite	
	MG (watt)	RMG (watt/kg)	OG (watt)	ROG (watt/kg)
Futbol (n=15)	860±114	12±1.3	597±81	8±0.88
Basketbol (n=12)	841±141.4	10.7±1.8	595±98.6	7.5±1.2
Voleybol (n=14)	890±104.7	12±0.83	623±80.3	8±0.87

Tablo 4. Futbol, basketbol ve voleybolcularda elde edilen hamstring/quadriceps oranı ve izokinetik bacak kuvveti değerleri

Branşlar	Diz Ekstansiyon Kuvveti				Diz Fleksiyon Kuvveti				Hamstring/Quadriceps Oranı			
	60°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		300°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		60°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		300°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		60°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		300°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Futbol (n=15)	122 ± 17	125 ± 22	99.6 ± 23.2	100 ± 24	93.2 ± 9.1	86.1 ± 16.7	81.5 ± 17.1	74.8 ± 18.4	0.77 ± 0.10	0.69 ± 0.10	0.84 ± 0.19	0.75 ± 0.11
Basketbol (n=12)	123 ± 7.1	123 ± 8.1	107 ± 8.7	80.1 ± 16.9	87.2 ± 9.1	108 ± 18	69 ± 19.9	59 ± 15.4	0.71 ± 0.09	0.88 ± 0.16	0.63 ± 0.16	0.72 ± 0.06
Voleybol (n=14)	122 ± 21.7	125 ± 9.4	100 ± 28.3	109 ± 22	92.5 ± 4.18	83.2 ± 12.5	77.9 ± 17.2	80.3 ± 16.3	0.77 ± 0.13	0.66 ± 0.09	0.82 ± 0.22	0.75 ± 0.17

ROG ($r=-.552$; $p<0.05$), sağ 60°.s⁻¹ KDE ($r=-.586$; $p<0.05$), sağ 300°.s⁻¹ KDE ($r=-.589$; $p<0.05$) ve sağ 60°.s⁻¹ KDF ($r=-.558$; $p<0.05$) arasında anlamlı ilişki bulunurken, sol 60°.s⁻¹ H/Q oranı ile ROG ($r=-.561$; $p<0.05$), sağ 60°.s⁻¹ KDF ($r=-.698$; $p<0.01$), sağ 300°.s⁻¹ KDF ($r=.622$; $p<0.05$), sol 60°.s⁻¹ KDE ($r=-.613$; $p<0.05$) arasında bulunmuştur. Benzer bir ilişkide sağ 300°.s⁻¹ H/Q oranı ile sağ 60°.s⁻¹ KDF ($r=-.537$; $p<0.05$) belirlenirken sol 300°.s⁻¹ H/Q oranı ile sol 60°.s⁻¹ KDF ($r=-.528$; $p<0.05$) arasında bulunmuştur.

Basketbolcularda ise sağ BH ile MG ($r=.738$; $p<0.01$), RMG ($r=.650$; $p<0.05$), sağ 300°.s⁻¹ KDF ($r=.697$; $p<0.01$), sol 60°.s⁻¹ KDE ($r=.766$; $p<0.01$), sol 300°.s⁻¹ KDE ($r=.818$; $p<0.01$) ve sol 300°.s⁻¹ KDF

($r=.748$; $p<0.01$) arasında anlamlı ilişki bulunurken, benzer bir ilişkide sağ BK ile MG ($r=.618$; $p<0.05$), sol 60°.s⁻¹ KDE ($r=.766$; $p<0.01$), sol 300°.s⁻¹ KDE ($r=.866$; $p<0.01$), sağ 300°.s⁻¹ KDF ($r=.840$; $p<0.01$) ve sol 300°.s⁻¹ KDF ($r=.832$; $p<0.01$) arasında bulunmuştur. Ayrıca sağ 60°.s⁻¹ H/Q ile ROG ($r=.671$; $p<0.05$), sağ 60°.s⁻¹ KDE ($r=.757$; $p<0.01$), sol 300°.s⁻¹ KDE ($r=.647$; $p<0.05$), sağ 60°.s⁻¹ KDF ($r=.913$; $p<0.01$), sol 60°.s⁻¹ KDF ($r=.591$; $p<0.05$) ve sol 300°.s⁻¹ KDF ($r=-.640$; $p<0.05$) anlamlı bir ilişki bulunurken sağ 300°.s⁻¹ H/Q ile MG ($r=-.579$; $p<0.05$), sol 300°.s⁻¹ KDE ($r=-.690$; $p<0.05$), sağ 60°.s⁻¹ KDF ($r=-.624$; $p<0.05$), sağ 300°.s⁻¹ KDF ($r=-.940$; $p<0.01$), sol 300°.s⁻¹ KDF ($r=-.739$; $p<0.01$) arasında bulunmuştur.

Tablo 5. Futbolcularda bacak hacmi, kütlesi, hamstring/quadriceps oranı ile anaerobik performans ve izokinetik bacak kuvveti değerleri arasındaki ilişkiler

Futbol (n=14)	Anaerobik Güç		Anaerobik Kapasite		Diz Ekstansiyon Kuvveti				Diz Fleksiyon Kuvveti				
	MG	RMG	OG	ROG	60°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		300°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		60°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		300°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		
					Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	
Hacim Ölçümleri													
Bacak	Sağ	.158	-.276	.122	-.346	.248	.334	.304	.313	-.035	-.048	.200	.222
	Sol	.302	-.174	.295	-.205	.166	.310	.172	.226	-.079	.004	.182	.237
Kütle Ölçümleri													
Bacak	Sağ	.028	-.145	-.011	-.142	.270	.277	.333	.386	.135	-.079	.255	.276
	Sol	.961	.127	.161	.241	.263	.185	.118	.257	.956	.454	.273	.374
H/Q Oranı													
60°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)	Sağ	-.282	-.405	-.291	-.551*	-.586*	.140	.589*	.294	-.558*	-.443	-.109	-.107
	Sol	-.256	-.512	-.228	-.561*	-.698**	.339	.622*	.277	-.258	-.613*	.293	.039
300°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)	Sağ	-.380	-.255	-.346	-.363	.147	-.100	.456	.205	-.537*	-.305	-.512	-.154
	Sol	-.375	-.300	-.347	-.376	.229	-.231	.343	.100	-.512	-.528*	-.329	-.438

*p<0.05

**p<0.01

Tablo 6. Basketbolcularda bacak hacmi, kütlesi, hamstring/quadriceps oranı ile anaerobik performans ve izokinetik bacak kuvveti değerleri arasındaki ilişkiler

Futbol (n=14)	Anaerobik Güç		Anaerobik Kapasite		Diz Ekstansiyon Kuvveti				Diz Fleksiyon Kuvveti				
	MG	RMG	OG	ROG	60°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		300°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		60°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		300°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		
					Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	
Hacim Ölçümleri													
Bacak	Sağ	.738**	.650*	.357	.286	.136	.766**	.322	.818**	.425	.116	.697*	.748**
	Sol	.633*	.576*	.189	.147	.181	.757**	.453	.866**	.423	.089	.753**	.818**
Kütle Ölçümleri													
Bacak	Sağ	.618*	.420	.265	.087	.012	.655*	.396	.866**	.564	.023	.840**	.832**
	Sol	.699*	.575	.285	.175	.138	.448	.449	.855**	.673*	.066	.837**	.841**
H/Q Oranı													
60°.s ⁻¹	Sağ	.314	.553	.448	.671*	.757**	.440	-.473	-.647*	-.913**	-.591*	-.423	-.640*
	Sol	.663**	.857**	.663*	.849**	.620*	.809*	-.491	-.261	-.727**	-.344	-.207	.330
300°.s ⁻¹	Sağ	-.579*	-.411	-.210	-.052	-.222	.342	-.343	-.690*	-.624*	-.303	-.940*	-.739*
	Sol	-.273	-.158	.075	.185	-.465	-.086	-.336	-.446	-.537	-.611*	-.894*	-.625*

*p<0.05

**p<0.01

Tablo 7. Voleybolcular bacak hacmi, kütlesi, hamstring/quadriceps oranı ile anaerobik performans ve izokinetik bacak kuvveti değerleri arasındaki ilişkiler

Futbol (n=14)	Anaerobik Güç		Anaerobik Kapasite		Diz Ekstansiyon Kuvveti				Diz Fleksiyon Kuvveti				
	MG	RMG	OG	ROG	60°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		300°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		60°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		300°.s ⁻¹ (N.m ⁻¹)		
					Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	
Hacim Ölçümleri													
Bacak	Sağ	.286	.379	.568*	.416	.235	.166	.138	-.322	.125	.721**	.007	.240
	Sol	.260	.312	.564*	.409	.173	.234	.171	-.257	.197	.788**	.020	.378
Kütle Ölçümleri													
Bacak	Sağ	-.114	.068	-.034	.020	-.111	.109	-.148	-.263	.236	.105	-.127	.112
	Sol	.311	.230	.731**	.519	.403	.469	.490	.116	.045	.656	.019	.445
H/Q Oranı													
60°.s⁻¹	Sağ	.112	-.015	.311	.230	.971**	.189	.845**	.559*	-.433	.212	-.041	-.119
	Sol	-.231	.666**	-.531	-.635*	-.065	-.240	.140	.484	-.749**	-.755	-.020	-.652*
300°.s⁻¹	Sağ	-.021	-.348	-.037	-.054	.575*	.322	.766**	.855**	-.777**	-.019	-.070	-.167
	Sol	.256	-.679*	-.547*	-.596*	.086	-.243	.286	.704**	-.794**	-.737**	-.032	-.644*

*p<0.05

**p<0.01

Sol BH ile MG (r=.633; p<0.05), RMG (r=-.576; p<0.05), sol 60°.s⁻¹ KDE (r=.757; p<0.01), sol 60°.s⁻¹ KDE (r=.757; p<0.01), 300°.s⁻¹ KDE (r=.866; p<0.01), sağ 300°.s⁻¹ KDF (r=.753; p<0.01), sol 300°.s⁻¹ KDF (r= -.818; p<0.05) arasında anlamlı ilişki bulunurken, sol BK ile MG (r=.669; p<0.05), sol 300°.s⁻¹ KDE (r=.855; p<0.01), sağ 60°.s⁻¹ KDE (r=.673; p<0.01), sağ 300°.s⁻¹ KDF (r= .837; p<0.01), sol 300°.s⁻¹ KDF (r= .841; p<0.01) arasında anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Benzer şekilde sol 60°.s⁻¹ H/Q oranı ile MG (r=-.663; p<0.01), RMG (r=.857; p<0.01), ROG (r=-.849; p<0.01), sağ 60°.s⁻¹ KDE (r=.620; p<0.01), sol 60°.s⁻¹ KDE (r=.809; p<0.01), sağ 60°.s⁻¹ KDF (r=-.727; p<0.01) arasında anlamlı ilişki belirlenirken sol 300°.s⁻¹ H/Q oranı ile sol 60°.s⁻¹ KDF (r=-.611; p<0.05), sağ 300°.s⁻¹ KDF (r= -.854; p<0.01), sol 300°.s⁻¹ KDF (r= -.625; p<0.05) arasında belirlenmiştir.

Voleybolculara bakıldığında ise sağ BH ile OG (r=.568; p<0.05) ve sol 60°.s⁻¹ KDF (r=.721; p<0.01) arasında anlamlı bir ilişki bulunurken sağ 60°.s⁻¹ H/Q ile sağ 60°.s⁻¹ KDE (r=.971; p<0.01), sağ 300°.s⁻¹

1 KDE (r= .845; p<0.01), sol 300°.s⁻¹ KDE (r= .559; p<0.05) arasında bulunmuştur. Benzer şekilde sağ 300°.s⁻¹ H/Q ile sağ 60°.s⁻¹ KDE (r=.575; p<0.05), sağ 300°.s⁻¹ KDE (r= .766; p<0.01), sol 300°.s⁻¹ KDE (r=.855; p<0.01), sağ 60°.s⁻¹ KDF (r= -.777; p<0.01) arasında anlamlı ilişki belirlenirken sağ 300°.s⁻¹ H/Q ile sağ 60°.s⁻¹ KDE (r= -.575; p<0.05), sağ 300°.s⁻¹ KDE (r= .766; p<0.01), sol 300°.s⁻¹ KDE (r=.855; p<0.01), sağ 60°.s⁻¹ KDF (r=-.777; p<0.01) arasında anlamlı ilişki belirlenmiştir.

Bu sonuçlara ek olarak sol BH ile OG (r= .564; p<0.05), sol 60°.s⁻¹ KDF (r=.788; p<0.01) ve sol BK ile OG (r= .731; p<0.01), arasında anlamlı bir ilişki bulunurken sol 60°.s⁻¹ H/Q ile RMG (r=.666; p<0.01), ROG (r=-.635; p<0.05), sağ 60°.s⁻¹ KDF (r=-.749; p<0.01), sol 300°.s⁻¹ KDF (r=-.652; p<0.05) ve sol 300°.s⁻¹ H/Q ile RMG (r=-.679; p<0.05), OG (r=-.547; p<0.05), ROG (r=-.596; p<0.05), sol 300°.s⁻¹ KDE (r=.704; p<0.01), sağ 60°.s⁻¹ KDF (r=-.794; p<0.01), sol 60°.s⁻¹ KDF (r=-.737; p<0.01), sol 300°.s⁻¹ KDF (r=-.644; p<0.05).

TARTIŞMA

Bu çalışma sporcularda bacak hacmi, kütlesi, hamstring/quadriceps oranı ile anaerobik performans ve izokinetik bacak kuvveti arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma sonucunda bacak hacmi, kütlesi ve H/Q oranının basketbol ve voleybolcularda anaerobik güç ve izokinetik ekstansiyon kuvveti ile ilişki belirlenirken, futbolcularda ise sadece H/Q oranı ile izokinetik ekstansiyon kuvveti arasında bir ilişki belirlenmiştir.

De Ste Croix ve diğ. (2000) tarafından yapılan çalışmada ilerleyen yaşla birlikte bacak kas hacminin arttığı bunun da anaerobik performans değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu bildirilirken izokinetik bacak kuvvetinin anaerobik performans değerleri için tanımlayıcı bir değişken olamayacağı belirtilmiştir. Buna benzer bir çalışmada ise vücut ağırlığı, deri kıvrım kalınlığı ve yaşın kontrol altında tutulması halinde bile bacak hacminde meydana gelen artışa bağlı olarak anaerobik performans değerlerinde bir artışın olduğu olduğunu belirtilmiştir (Mayhew ve diğ., 2001). Özkan ve diğ. (2008) tarafından yapılan çalışmada da bacak hacmi ve kütlesi ile anaerobik performans değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunurken bu ilişkinin anaerobik performansta belirleyici rol aldığı ifade edilmiştir. Bacak hacmi ve kütlesi ile ise bacak kuvveti arasında anlamlı bir ilişki olmadığı ifade edilmiştir.

Yukarıda çalışmalarda öne sürüldüğü gibi uyluk çevresinin geniş, uyluk bölgesini oluşturan kasların (Kuadriseps, hamstring...vb.) kitlelerinin ve kas liflerinin fazla oluşuna bağlı olarak kasta oluşturulan kuvvet-gücün daha yüksek olduğu söylenebilir. Bunun sonuçlarında maksimum gücü ve kuvveti etkilediğini ifadesi kullanılabilir (De Ste Croix ve diğ., 2000). Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda anaerobik güç ile uyluk çevresi, uyluk uzunluğu ve boy ile ilişki bulunmuş olması kişilerin daha uzun uyluk boyuna, daha geniş uyluk çevresine sahip olması anaerobik güçlerinin daha yüksek olabileceğini düşündürmektedir. Bu sonuçların yanı sıra sağ ve sol bacak değerlerinin birbirinden farklı olması sporcuların baskın bacaklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Van Praagh ve diğ. (1990), antropometrik teknikler kullanarak bacak hacmini tahmin etmişler ve bacak hacmi ile hem ortalama hemde maksimum güçle ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Welsman ve diğ. (1997) çalışmalarında bacak kas hacmi ile anaerobik performans arasında anlamlı ilişki bulmuşlardır. Buna benzer bir çalışmada da anaerobik güç ile yaşsız vücut kitlesi, yaşsız bacak hacmi ve vücut ağırlığı arasında ilişki bulunmuştur (Dore ve diğ., 2001). Ayrıca kas fibril uzunluğu, kas kesit alanı, bacak hacmi ve kas kitlesi anaerobik şartlarda kasın üreteceği güç üzerinde belirleyici rol alan özelliklerdendir (Armstrong ve diğ., 2001). Araştırmalarda sıklıkla bacak hacmi, kas kitlesi ve kas kesit alanı fazla olan deneklerin kuvvet ve anaerobik performanslarının daha iyi olduğu vurgulanmaktadır (Dore ve diğ., 2001; De Ste Croix ve diğ., 2000). Başka bir deyişle bireylerin farklı yoğunlukta kas, bacak hacmi, kütlesi, hamstring-quadriceps oranına sahip olmaları bireylerin fiziksel uygunluklarını ve fizyolojik kapasitelerini etkilemektedir. Yapılan çalışmalar göz önünde tutulduğunda yukarıdaki ifadeleri destekler biçimde anaerobik performans ve bacak kuvveti performanslarının değişiklik göstermesi aslında sahip olunan vücut tipi, vücut ağırlığı, yaşsız beden kitlesi, kas kütlesi, kas tipi, bacak hacmi, bacak kütlesi, hamstring-quadriceps oranı ile ilişkili olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da basketbol ve voleybolcularda bacak hacmi, bacak kütlesi ve hamstring-quadriceps oranı ile maksimum ve ortalama güç arasında anlamlı bir ilişki bulunurken literatürdeki bazı çalışmalarda bu çalışmada elde edilen verileri destekler biçimdedir (Dore ve diğ., 2001; Coombs ve Garbutt, 2002; Martin ve diğ., 2004).

Basketbol ve voleybolcularda bacak hacmi, kütlesi ve H/Q oranının ile anaerobik güç ve izokinetik ekstansiyon kuvveti arasında bir ilişki bulunması futbolcuları ise sadece H/Q oranları ile böyle bir ilişkinin bulunması bu çalışmadaki basketbol ve voleybolcuların daha uzun boylu olması bacak boylarının daha uzun olmasına bunun da daha geniş uyluk çevresinin, daha yüksek bacak hacmine, kütlesine, kas kütlesine, daha uzun fibril yapısına, uyluk bölgesini oluşturan kasların (Kuadriseps,

hamstring...vb.) kitlelerinin ve kas liflerinin daha fazla olmasından kaynaklanmış olabilir.

Bu sonuçlarda daha fazla bacak hacmine ve kütlelerine sahip olan sporcuların daha yüksek kuvvet ve anaerobik performans değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Futbolcularda böyle bir ilişkinin çıkmaması oyunun karakterinden ve futbolcuların vücut tipi, vücut ağırlığı, yağsız beden kitlesi, kas kütleleri, kas tipi, bacak hacmi, bacak kütleleri, hamstring-quadriceps oranına gibi özelliklerindeki kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma bacak hacmi, kütleleri ve H/Q oranının basketbol ve voleybolcularda anaerobik güç ve izokinetik ekstansiyon kuvvetinde

önemli rol oynadığını gösterirken, futbolcularda H/Q oranının bu değişkenlerde etken olduğu belirlenmiştir.

Yazar Notu

Bu çalışma 10. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresinde bildiri olarak sunulmuştur.

Yazışma Adresi (Corresponding Address):

Dr. Ali Özkan

Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,

Spor Bilimleri Bölümü, Eskişehir Yolu 20 km.

06810 Ankara, Türkiye.

E-posta: ozkana@baskent.edu.tr

KAYNAKLAR

1. **Armstrong N, Welsman JR, Chia MYH.** (2001). Short term power output in relation to growth and maturation. *British Journal of Sports Medicine*, 35, 118-124.
2. **Astrand PO, Rodahl K, Dahl AH, Stromme BS.** (2003) (Der.). *Textbook of work physiology*. Australia: Human Kinetics.
3. **Baechle TR, Earle RW.** (2000). *Plyometric training*. Potach, D. H. & Chu, D. A.(Der.). *Essential of Strength Training and Conditioning*, Canada: Human Kinetics.
4. **Bencke J, Damsgaard R, Saekmose A, Jorgenson P, Jorgenson K, Klauen K.** (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 12, 171-178.
5. **Bloomfield J, Ackland TR, Elliot BC.** (1994). *Applied Anatomy and Biomechanics in Sport*. Blackwell Scientific Publications.
6. **Caluo M, Rodos G, Vallejo M, Estroch A, Arcas A, Javenre C ve diğ.** (2002). Heritability of explosive power and anaerobic capacity in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 218-225.
7. **Coombs R, Garbutt G.** (2002). Developments in use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 56-62.
8. **De Ste Croix MBA, Armstrong N, Chia MYH, Welsman JR, Parsons G, Sharpe P.** (2000). Changes in short-term power output in 10 to 12-year-olds. *Journal of Sports of Sciences*, 19, 141-148.
9. **Dore E, Bedu M, França NM, Praagh EV.** (2001). Anaerobic cycling performance characteristics in prepubescent, adolescent and young adults females. *European Journal of Applied Physiology*, 84, 476-481.
10. **Dowsan MN, Nevill ME, Lakomy HK, Hazeldine RJ.** (1998). Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *Journal of Sports Sciences*, 16, 257-265.
11. **Heyward VH, Stolarczyk LM.** (1996). *Applied Body Composition Assessment*. 2nd ed. Champaign IL: Human Kinetics, 21-43.
12. **Ingulf J, Burgers S.** (1990). Effects of training on the anaerobic capacity, department of physiology. *National Institute of Occupational Health*, Norway.
13. **Jackson AS, Pollock ML.** (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40, 497-504.
14. **Koşar N, Kin İşler A.** (2004). Üniversite öğrencilerinin wingate anaerobik performans profili ve cinsiyet farklılıkları. *Spor Bilimleri Dergisi*, 15 (1), 25-38.
15. **Kwon YH.** (1998) Modified Hanavan Model. 09.02.2006, <http://www.kwon3d.com/theory/bspeq/hanavan.html/>.
16. **Mayhew JL, Hancock K, Rollisan L, Ball TE, Bowen JC.** (2001). Contributions of strength and body composition to the gender difference in anaerobic power. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 33-38.
17. **Martin RJF, Dore E, Twisk J, Van Praagh E, Hautier CA, Bedu M.** (2004). Longitudinal changes of maximal short-term peak power in girls and boys during growth. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 36(3), 498-503.
18. **Mayrovitz HN, Sims N, Litwin B, Pfister S.** (2005). Foot volume estimates based on a geometric algorithm in comparison to water displacement. *Lymphology*, 38, 20-27.
19. **Mero A.** (1988). Force-time characteristic and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59-94.

20. **Newman MA, Tarpennig KM, Marino FE.** (2004). Relationship between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint agility in football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 867-72.
21. **Özder A, Günay M.** (1994). Futbolcuların bazı fizyolojik parametrelerinin oynadıkları mevkilere göre karşılaştırılması. *Spor Bilimleri Dergisi*, (5)1:21-25.
22. **Özkan, A.** (2007) Wingate Anaerobik Güç Testinde Optimal Yükün Belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
23. **Özkan A, Sarol H.** (2008). Dağcılarda vücut kompozisyonu, bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve bacak kuvveti arasındaki ilişki. *Spormetre*, VI (4), 175-181.
24. **Perrin DH.** (1993). *Isokinetic Exercise and Assessment*, Champaign, IL: Human Kinetics.
25. **Saavedra C, Lağasse P, Bouchard C, Simoneau J.** (1991). Maximal anaerobic performance of the knee extensor muscles during growth. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 23(9), 1083-1089.
26. **Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Murray TF, Hostler DP, Crill MT ve diğ.** (2000). Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *The Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 48(5), 623-629.
27. **Şimşek B, Ertan H, Göktepe AS, Yazıcıoğlu K.** (2007). Bayan voleybolcularda diz kas kuvvetinin sıçrama yüksekliğine etkisi. *Egzersiz*, 1(1), 36-43.
28. **Thorland WG, Johnson GO, Cisar CJ, Housh TJ, Tharp GD.** (1987). Strength and anaerobic responses of elite young female sprint and distance runners. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 19(1), 56-61.
29. **Van Praagh E, Felmann N, Bedu M, Falgairette G, Coudert G, Gender J.** (1990). Gender difference in the relationship of anaerobic power output to body composition in children. *Pediatric Exercise Science*, 2, 336-348.
30. **Welsman JR, Armstrong N, Kirby BJ, Parsons G, Sharpe P.** (1997). Exercise performance and magnetic resonance imaging-determined thigh muscle volume in children. *European Journal of Applied Physiology*, 76, 92-97.