

# AMERİKAN FUTBOLCULARINDA BACAK HACMİ, BACAK KÜTLESİ, ANAEROBİK PERFORMANS VE İZOKİNETİK KUVVET ARASINDAKİ İLİŞKİ\*

Ali ÖZKAN\*\* Ayşe KİN-İŞLER\*\*

Geliş Tarihi: 25.3.2010  
Kabul Tarihi: 17.9.2010

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı Amerikan futbolcularında bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve izokinetik bacak kuvveti arasındaki ilişkinin belirlenmesidir. Çalışmaya toplam 26 gönüllü Amerikan futbolcusu 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 ekstansiyon kuvvetleri 60°, 150° ve 240°'lik hızlar kullanılmıştır. Yapılan Pearson Çarpımlar Moment Korelasyonu bacak hacmi ile bacak kütlesi ( $r=.838$ ;  $p<0.01$ ), maksimum güç ( $r=.581$ ;  $p<0.01$ ), ortalama güç ( $r=.529$ ;  $p<0.01$ ) ve 60° diz ekstansiyon kuvveti ( $r=.560$ ;  $p<0.01$ ) arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir. Benzer bir ilişki bacak kütlesi ile maksimum güç ( $r=.533$ ;  $p<0.01$ ), ortalama güç ( $r=.636$ ;  $p<0.01$ ) ve 60° diz ekstansiyon kuvveti ( $r=.448$ ;  $p<0.05$ ) arasında da bulunmuştur. Ayrıca maksimum güç ile 60° ( $r=.487$   $p<0.05$ ), 150° ( $r=.554$ ;  $p<0.01$ ) ve 240° diz ekstansiyon ( $r=.575$ ;  $p<0.01$ ) ve 240° diz fleksiyon kuvveti ( $r=.553$ ;  $p<0.05$ ) arasında anlamlı bir ilişki belirlenirken ortalama güç ile 60° ( $r=.463$ ;  $p<0.05$ ), 150° ( $r=.517$ ;  $p<0.01$ ) ve 240° diz ekstansiyon kuvveti ( $r=.496$ ;  $p<0.01$ ) ve 60° diz fleksiyon kuvveti ( $r=-.404$ ;  $p<0.05$ ) arasında ilişki bulunmuştur. Sonuç olarak, çalışmadaki bulgular bacak hacmi ve kütlesinin Amerikan futbolcularının anaerobik performanslarında belirleyici bir rolü olduğunu gösterirken, anaerobik performans ve izokinetik diz kuvveti arasında belirlenen ilişkiler kuvvetin anaerobik performanstaki önemini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Anaerobik performans, İzokinetik bacak kuvveti, Bacak hacmi, Bacak kütlesi

## RELATIONSHIPS OF LEG VOLUME, LEG MASS, ANAEROBIC PERFORMANCE AND ISOKINETIC STRENGTH IN AMERICAN FOOTBALL PLAYERS

## ABSTRACT

The purpose of the present study was to investigate the relationship between leg volume, leg mass anaerobic performance and isokinetic knee strength in American football players. 26 American football players participated in this study voluntarily. Frustum Method was used for the determination of leg volume, leg mass was determined by the Hanavan Method and the Wingate Anaerobic Power Test (WANT) was used for the determination of anaerobic performance. Peak isokinetic knee extension and flexion torques were determined at 60°.s<sup>-1</sup>, 150°.s<sup>-1</sup> and 240°.s<sup>-1</sup>. Results of Pearson Product Moment correlation analysis, indicated that leg volume was significantly correlated with leg mass ( $r=.838$ ;  $p<0.01$ ), maximum power ( $r=.581$ ;  $p<0.01$ ), mean power ( $r=.529$ ;  $p<0.01$ ) and 60°.s<sup>-1</sup> knee extension torque ( $r=.560$ ;  $p<0.01$ ). Similarly leg mass was significantly correlated with maximum power ( $r=.533$ ;  $p<0.01$ ), mean power ( $r=.636$ ;  $p<0.01$ ) and 60°.s<sup>-1</sup> knee extension torque ( $r=.448$ ;  $p<0.05$ ). In addition maximum power was significantly correlated with 60°.s<sup>-1</sup> ( $r=.487$   $p<0.05$ ), 150°.s<sup>-1</sup> ( $r=.554$ ;  $p<0.01$ ) and 240°.s<sup>-1</sup> knee extension ( $r=.575$ ;  $p<0.01$ ) and also with 240°.s<sup>-1</sup> knee flexion torques ( $r=.553$ ;  $p<0.05$ ) while mean power was found to be correlated with 60°.s<sup>-1</sup> ( $r=.463$ ;  $p<0.05$ ), 150°.s<sup>-1</sup> ( $r=.517$ ;  $p<0.01$ ) and 240°.s<sup>-1</sup> knee extension torques ( $r=.496$ ;  $p<0.01$ ) and 60°.s<sup>-1</sup> knee flexion torques ( $r=-.404$ ;  $p<0.05$ ). As a conclusion, the findings of the present study indicated that leg volume and leg mass play a determinant role in anaerobic performance and isokinetic knee strength was found to be an important factor in anaerobic performance of American football players.

**Key Words:** Anaerobic performance, Isokinetic knee strength, Leg volume, Leg mass

\* Bu çalışma IV. Uluslar arası Akdeniz Spor Bilimleri Kongresinde Poster Bildiri olarak sunulmuştur.

\*\* Başkent Üniversitesi, Spor Bilimleri Bölümü, Ankara

## GİRİŞ

Amerika'da en çok ilgi gören spor branşlarından biri olan Amerikan futbolu, dünyanın bir çok ülkesinde de ilgi odağı olmuş ve ligleri kurulmuştur. Ülkemizde de lig düzeyinde gittikçe yaygınlaşan bir spor branşı olan Amerikan futbolunun popülaritesi günden güne artmaktadır. Amerikan futbolu oldukça karmaşık bir spor dalıdır ve dayanıklılık, kuvvet, sürat, çabukluk, denge, strateji, disiplin ve azim gibi sportif performans ve kontrol gerektiren bir çok özelliği gerektirmektedir (Bale ve ark., 1999; Black ve Roundy, 1994). Bu özelliklerin yanı sıra kuvvet ve anaerobik performans Amerikan futbolunun temelini oluşturan iki önemli unsurdur (Newman ve ark., 2004).

Anaerobik performans bir çok faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler arasında kas fibril uzunluğu, bacak hacmi ve kas kütlesi anaerobik şartlarda kasın üreteceği güç üzerinde belirleyici rol alan özellikler olarak sayılabilir (Armstrong, 2001; De Ste Croix, 2000; Dore, 2001). Çalışmalar hızlı kasılan kas lifi oranı, kas kütlesi, kas kesit alanı, bacak hacmi ve bacak kütlesi oranları yüksek olan sporcuların anaerobik performanslarının daha iyi olduğu belirtilmektedir (Shephard ve ark., 1988; Staron ve ark., 2000).

Anaerobik performansı etkileyen bir başka önemli faktör ise kas kuvvetidir. Özellikle diz ekstansörlerinin oluşturduğu patlayıcı kas kasılmalarının sporcuların anaerobik performanslarının çok önemli bir parçası olduğu belirlenmiştir (Mann, 1981; Mero, 1988; Young, Mclean ve Ardagna, 1995). Bu sonuçlara ek olarak uyluk çevresinin genişliği ile birlikte uyluk bölgesini oluşturan kas (Kuadriseps, hamstring...vb.) kütlesinin fazla oluşu kasta oluşan kuvveti artırmakta ve dolayısıyla da maksimum gücü olumlu yönde etkilemektedir (Armstrong, 2001). Örneğin yapılan bir çalışmada dinamik kas hareketi sırasında oluşan kuvvetin sürat performansı sırasında oluşan kuvvet miktarı ve anaerobik performansla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Dowson ve ark. 1988). Benzer şekilde Kin İşler, Arıburun ve Özkan (2008) Amerikan futbolcularının izokinetik bacak kuvveti ile maksimum ve ortalama güç arasında anlamlı bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Spor Bilimleri alanında kuvvet ve anaerobik performans arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar olmasına rağmen kas hacmi, kütlesi ile kuvvet ve anaerobik performans arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaya rastlanmaması ve Amerikan futbolcuları ile ilgili sınırlı sayıda çalışma olması bu çalışmanın temelini oluşturmuştur. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı Amerikan futbolcularında bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve izokinetik bacak kuvveti arasındaki ilişkinin belirlenmesidir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Denekler

Çalışmaya 26 erkek Amerikan futbolcusu gönüllü olarak katılmıştır (yaş: 21.00±1.69 yıl, boy: 178.55±5.11cm, vücut ağırlığı: 82.01±12.10kg, yağ yüzdesi: 14.45±6.02%). Çalışmaya katılmadan önce sporculara çalışmanın içeriği açıklanmış ve sporculardan bilgilendirme ve izin formu alınmıştır. Çalışmanın yapılabilmesi için "Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan" izin alınmıştır.

### Verilerin Toplanması

**Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi** :Çalışmaya katılan Amerikan futbolcularının boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve deri kıvrım kalınlığı ölçümleri yapılmıştır. Boy uzunluğu hassaslık derecesi 0.01 m olan stadiometre (SECA, Almanya), vücut ağırlığı ise hassaslık derecesi 0.1 kg olan elektronik baskülle (SECA, Almanya), deri kıvrım kalınlığı ise deri kıvrım kaliperi ile (Haltain, İngiltere) ölçülmüştür.

Çalışmaya katılan Amerikan futbolcularının vücut yağ yüzdesinin belirlenmesinde göğüs, midaksillar, triseps, subskapula, suprailiak, abdomen ve uyluk bölgelerinden deri kıvrım kalınlığı ölçümleri 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. Göğüs, midaksillar, triseps, subskapula, suprailiak, abdomen ve uyluk bölgelerinden alınan deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin sınıfıçı korelasyon katsayısı (ICC) sırasıyla 0.996 ile 0.999 arasında bulunmuştur.

### Anaerobik Performans Değerlendirilmesi

**Wingate Anaerobik Güç Testi (WAnT)**: Wingate Anaerobik güç testi bu test için uyarlanmış bisiklet ergometresinde (834 E, Monark, İsveç) yapılmıştır. Test öncesi optimal bisiklet çevirme pozisyonunu sağlayabilmek için deneklere sele ve gidon ayarı yapılmış ve WAnT öngörülen standart yöntemlerle uygulanmıştır (Inbar, Bar-Or ve Skinner, 1996). WAnT her deneğin 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 5 dk. standart bir ısınma uygulanmıştır. Isınmanın ardından oluşan yorgunluğun giderilmesi amacıyla testten önce 5 dakikalık bir dinlenme periyodu verilmiştir. Dinlenme süresinin ardından test başlatılmış ve deneklere belirli bir pedal hızına ulaşmaları (160-170 rpm) için başlangıçta yüksüz daha sonra yüklü olarak 30sn süre ile mümkün olan en yüksek maksimal istemli pedal

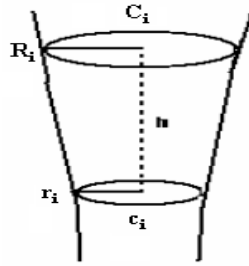
ÖZKAN, A., KİN-İŞLER, A., “Amerikan Futbolcularında Bacak Hacmi, Bacak Kütleli, Anaerobik Performans ve İzokinetik Kuvvet Arasındaki İlişki”

hızını korumaları istenmiştir (Inbar, Bar-Or ve Skinner, 1996). Test süresince sporcular sözel olarak teşvik edilmiştir. Test sonucunda deneklerin maksimum güç ve ortalama güçleri elde edilmiştir.

**İzokinetik Diz Kuvveti Ölçümleri:** İzokinetik diz kuvveti ölçümleri Cybex 770 izokinetik kuvvet dinamometresi (Lumex Inc, Ronkonkoma, NY, USA) ile ölçülmüştür. Sporcular dominant bacaklarına göre test koltuğuna doğru pozisyonda oturtulmuştur ve cihazın koltuk yanlarında bulunan el tutma yerlerini tutmuşlardır. Test esnasında öne eğilmeleri ve nefes tutmaları engellenmiştir. Eklem hareket açıklığı (ROM) 0° ila 90° arası olarak belirlenmiştir. Test öncesi GC (gravite korreksiyonu) hesaplanması yapılarak dinamometre bilgisayar yazılımının, egzersiz esnasındaki tork değerlerinin hesaplanmasında yer çekimini de katması sağlanmıştır. Hazırlanan egzersiz protokolüne göre pik izokinetik konsantrik diz ekstansiyonu ve diz fleksiyonu baskın bacakta 3 değişik hareket açısında uygulanmıştır. Hazırlanan protokole göre 60°s<sup>-1</sup>, 150°s<sup>-1</sup>, 240°s<sup>-1</sup> üç farklı hızda 5 maksimal kasılma oluşan diz ekstansiyon ve fleksiyon testi yapılmıştır. Her test periyodu arasında 90 saniye pasif dinlenme süresi verilmiştir (Newman ve ark., 2004). Test süresince denekler sözel olarak teşvik edilmiştir. Elde edilen en iyi dereceler N/m cinsinden kaydedilmiştir.

**Bacak Hacminin Hesaplanması:** Hacim ölçümlerine uyluk, baldır ve ayak tabii tutulmuştur. 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 yapılmıştır

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 ark., 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

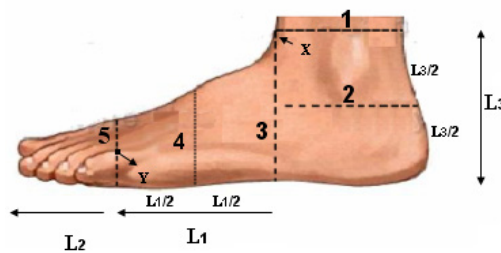
$r_i$ =%10'luk parçanın dar kısmının yarı çapı

$C_i$ =%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 4 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). 1 nolu çizgiden ayak tabanının altına kadar yükseklik (h) değeri ayakta ayağa değişen  $L_3/2$ 'dir. 3. kısımdan 4.kısıma kadar h değeri ise ayakta ayağa değişen  $L_1/2$ 'dir. 5.kısımın hacmi eliptik parabolik formül 6 ile hesaplanırken, toplam ayak hacmi ise tüm kısımların hacimleri toplanarak hesaplanmıştır (Formül 6) (Mayrovitz ve ark., 2005).

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

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

$$V_5 = \pi L_2 W_5 D_5 / 8 \quad (6)$$

$S_i$ =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).

$$V_a = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 \quad (7)$$

$V_a$ = Ayak hacmi

$V_1$ =Birinci bölge hacmi

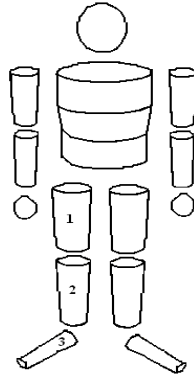
$V_2$ = İkinci bölge hacmi

$V_3$ = Üçüncü bölge hacmi

$V_4$ = Dördüncü bölge hacmi

$V_5$ = Beşinci bölge hacmi

**Bacak Kütlelerinin Hesaplanması:** Kütle ölçümlerine uyluk, baldır ve ayak tabi tutulmuştur. 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 Hanavan model yönteminin tanımladığı gibi yapılmıştır (Kwon, 1998).



Şekil 1. Hanavan Model Yöntemi

$$m = 0,074VA + 0,138UÇ - 4,641 \quad (8)$$

$m$  = uyluk kütle

$VA$  = Vücut ağırlığı

$UÇ$  = Uyluğun en geniş çevre ölçümü verdiği yer

$$m = 0,135BÇ - 1,318 \quad (9)$$

$m$  = baldır kütle

$BÇ$  = Baldırın en geniş çevre ölçümü verdiği yer

ÖZKAN, A., KİN-İŞLER, A., “Amerikan Futbolcularında Bacak Hacmi, Bacak Kütlesi, Anaerobik Performans ve İzokinetik Kuvvet Arasındaki İlişki”

$$m = 0,003VA + 0,048ABÇ + 0,027AU - 0,869 \quad (10)$$

$m$  = ayak kütle

$VA$  = Vücut ağırlığı

$ABÇ$  = Ayak bileği çevresi

$AU$  = Ayak uzunluğu

### Verilerin Analizi

Bütün verilerin tanımlayıcı istatistikleri ( $X \pm sd$ ) yapıldıktan sonra, bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik güç testleri ve izokinetik diz kuvveti ölçümleri arasındaki ilişki Pearson Çarpım Momentler Korelasyon Katsayısı ile hesaplanmıştır. İstatistiksel işlemlerde Windows için SPSS 10.0 paket programı kullanılmış ve anlamlılık düzeyi 0.05 olarak alınmıştır.

### BULGULAR

Çalışmaya katılan Amerikan futbolu oyuncularının bacak hacmi, bacak kütlesi anaerobik performans ve izokinetik diz kuvveti ölçümleri Tablo 1 ve Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Amerikan futbolcularına ait bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ortalama ve standart sapma değerleri

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma
Bacak hacmi (l)	11.48	1.48
Bacak kütlesi (kg)	12.73	1.14
<b>Anaerobik Performans</b>		
Maksimum Güç		
Mutlak (W)	821.93	135.72
Relatif (W/VA)	10.10	1.50
Ortalama Güç		
Mutlak (W)	610.35	77.49
Relatif (W/VA)	7.75	1.54

**Tablo 2.** Amerikan futbolcularına ait izokinetik bacak fleksiyon ve ekstansiyon diz kuvveti ortalama ve standart sapma değerleri

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma
<b>İzokinetik Diz Kuvveti</b>		
Diz Ekstansiyon		
60°.s <sup>-1</sup> (N/m)	134.28	16.25
150°.s <sup>-1</sup> (N/m)	129.33	21.57
240°.s <sup>-1</sup> (N/m)	124.96	21.31
Diz fleksiyon		
60°.s <sup>-1</sup> (N/m)	97.38	13.85
150°.s <sup>-1</sup> (N/m)	94.92	15.61
240°.s <sup>-1</sup> (N/m)	92.07	14.85

Yapılan Pearson Çarpımlar Moment Korelasyon sonucunda bacak hacmi ile bacak kütlesi ( $r=.838$ ;  $p<0.01$ ), maksimum güç ( $r=.581$ ;  $p<0.01$ ), ortalama güç ( $r=.529$ ;  $p<0.01$ ) ve 60° diz ekstansiyon kuvveti ( $r=.560$ ;  $p<0.01$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Benzer bir ilişki bacak kütlesi ile maksimum güç ( $r=.533$ ;  $p<0.01$ ), ortalama güç ( $r=.636$ ;  $p<0.01$ ) ve 60° diz ekstansiyon kuvveti ( $r=.448$ ;  $p<0.05$ ) arasında bulunmuştur. Ayrıca maksimum güç ile 60° ( $r=.487$ ;  $p<0.05$ ), 150° ( $r=.554$ ;  $p<0.01$ ), 240° diz ekstansiyon ( $r=.575$ ;  $p<0.01$ ) ile 240° diz fleksiyon kuvveti ( $r=.553$ ;  $p<0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunurken, ortalama güç ile 60° ( $r=.463$ ;  $p<0.05$ ), 150° ( $r=.517$ ;  $p<0.01$ ) ve 240° diz ekstansiyonu kuvveti ( $r=.496$ ;  $p<0.01$ ) ve 60° diz fleksiyon kuvveti ( $r=-.404$ ;  $p<0.05$ ) arasında ilişki bulunmuştur.

## TARTIŞMA

Bu çalışma Amerikan futbolu oyuncularının bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve izokinetik bacak kuvveti arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda uyluk çevresinin genişliği, uyluk bölgesini oluşturan kasların, kas kitlesinin ve kas liflerinin fazla oluşunu bağlı olarak kasta oluşturulan kuvvet-gücün daha yüksek olduğunu ve bunun da maksimum gücü etkilediğini göstermektedir (Astrand ve Rodal, 2003). Ayrıca bulgular bacak hacmi, bacak kütlesi ile anaerobik performans ve bacak kuvveti arasında anlamlı ilişki olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir (De Ste Croix., 2000, Armstrong, 2001, Özkan ve Sarol 2008). Araştırmalarda sıklıkla bacak hacmi, kas kitlesi ve kas kesit alanı fazla olan deneklerin anaerobik performanslarının daha iyi olduğu ifade edilmektedir (Dore ve diğ., 2001). Örneğin De SteCroix ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada bacak kas hacmi ile maksimum ve ortalama güç değerleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu ifade edilirken başka bir çalışmada ise vücut ağırlığı, deri kıvrım kalınlığı ve yaşın kontrol altında tutulması halinde bile bacak hacmi ve kütleinde meydana gelen artışla birlikte maksimum ve ortalama güç değerlerinde bir artışın olduğu belirtilmiştir (Armstrong ve ark., 2001). Van Praagh ve ark. (1990) antropometrik teknik kullanarak bacak hacmini belirlemiş elde ettikleri değerler ile hem maksimum hem de ortalama güçle ilişkilendirmişler ve bacak hacmi arttıkça anaerobik performans arttığını ifade etmişlerdir. Welsman ve ark. (1997) çalışmalarında ise bacak kas hacmi ile anaerobik performans arasında anlamlı ilişki bulmuşlardır. Benzer bir çalışmada ise maksimum güç ile yağsız vücut kitlesi, yağsız bacak hacmi ve vücut ağırlığı arasında ilişki bulunmuştur (Dore ve ark., 2001). Bunun nedeninde bacak bölgesini oluşturan kasların, kas kitlesinin ve kas liflerinin fazla oluşu ve kasın meydana getirdiği kuvvet-gücün daha yüksek olabileceğini göstermektedir (Welsman ve ark., 1997; Van Praagh, 1990). Bu çalışmada da bacak hacmi ve kütlesi ile anaerobik performans arasında anlamlı ilişki bulunurken bu sonuçlar bacak hacmi ve kütlesi ile anaerobik performans arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmada da bacak hacmi ve bacak kütlesi, anaerobik güç ve kapasite, 60° diz ekstansiyon kuvveti arasında da anlamlı ilişki bulunmuştur. Ayrıca elde edilen anaerobik güç ile 60° diz ekstansiyon, 150° diz ekstansiyon, 240° diz ekstansiyon, 240° diz fleksiyon kuvveti arasında anlamlı ilişki bulunurken anaerobik kapasite ile 60°, 150° ve 240° diz ekstansiyonu kuvveti ve 60° diz fleksiyon kuvveti arasında anlamlı pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar izokinetik diz kuvveti ve anaerobik performans arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Örneğin, Baker ve Nance (1999) rugby oyuncularının kuvvet ve güç değerleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada maksimum kuvvet ile maksimum güç arasında pozitif yüksek bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca yapılan başka bir çalışmada da anaerobik performans ile izometrik ve patlayıcı bacak kuvveti arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Arslan, 2005). Benzer şekilde Thorland ve ark. (1987) yaptıkları çalışmada sprint ve orta mesafe bayan koşucularının kuvvet ve anaerobik özellikleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında izokinetik diz kuvveti ile ortalama güç arasında yüksek bir ilişki bulunmuşlardır. Yine Beyaz (1997) tarafından 15 sedanter erkek üzerinde yapılan izokinetik kuvvet değerleri ile maksimum güç değerleri arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Daha öncede bahsedildiği gibi maksimum ve ortalama gücü etkileyen faktörlerden bir tanesi kuvvettir. Baker ve Nance'a (1999) göre maksimum güç performansının %62'si kuvvet performansı ile ilişkilidir ve kuvvet rugby oyuncularında maksimum gücü etkileyen en baskın özelliktir. Kas kuvveti arttıkça, kasların kısa süreli yüksek şiddetli aktivitelerde kasılma gücünde ve dolayısıyla da anaerobik performansında artmaktadır.

Yukarıdaki bulguların aksine bu çalışmada 60°s.<sup>-1</sup>, 150°s.<sup>-1</sup> ve 240°s.<sup>-1</sup> fleksiyon ve ekstansiyon kuvvetleriyle relatif maksimum güç ve relatif ortalama güç arasında anlamlı ilişki bulunmazken yine 60°s.<sup>-1</sup> ve 150°s.<sup>-1</sup> diz fleksiyon kuvvetleri ile maksimum güç ve ortalama güç arasında anlamlı bir ilişki belirlenmemiştir. Relatif maksimum ve relatif ortalama güç ile izokinetik kuvvet değerleri arasında anlamlı bir ilişki belirlenmemesi çalışmaya katılan Amerikan futbolcularının vücut ağırlığı başına düşen anaerobik güç ve kapasite değerlerinin azalmasından kaynaklanmış olabilir. Literatürdeki yapılan çalışmalarda uyluk çevresinde, baldır çevresinde, bacak hacminde, bacak kas hacminde ve yağsız bacak hacminde meydana gelen artışa bağlı olarak maksimum ve ortalama güç değerlerinde artışa sebep olduğu ifade edilmektedir.

Sonuç olarak, çalışmadaki sonuçlar bacak hacmi ve kütleinin Amerikan futbolcularının anaerobik performanslarında belirleyici bir rolü olduğunu gösterirken, anaerobik performans ve izokinetik diz kuvveti arasında belirlenen ilişkiler kuvvetin anaerobik performanstaki önemini ortaya koymaktadır.

## KAYNAKÇA

1. Armstrong, N., Welsman, J. R. ve Chia, M. Y. H., Short term power output in relation to growth and maturation, British Journal of Sports Medicine. 35, 118-124, 2001.
2. Arslan, C., Relationship Between the 30-Second Wingate Test and Characteristics of Isometric and Explosive Leg Strength in Young Subjects, Journal of Strength and Conditioning Research. 19(3):658-666, 2005.
3. Astrand, P. O. ve Rodahl, K., Textbook of Work Physiology, McGraw-Hill Company, Singapore., 2003.
4. Baker, N. ve Nance, S., The relation between strength and power in professional Rugby league players. Journal of Strength and Conditioning Research, 13(3):224-229, 1999.

**ÖZKAN, A., KİN-İŞLER, A., “Amerikan Futbolcularında Bacak Hacmi, Bacak Kütlesi, Anaerobik Performans ve İzokinetik Kuvvet Arasındaki İlişki”**

5. Bale, P., Colley, E., Mayhew, J.L., Piper, F.C. & Ware J.S., Anthropometric and somatotype variables related to strength American football players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34(4): 383-389, 1994.
6. Bencke, J., Damsgaard, R., Saekmose, A., Jorgenson, P., Jorgenson, K. ve Klauen, K., 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, 2002.
7. Beyaz, M., İzokinetik Tork Değerleri ve Wingate Test ile Anaerobik Gücün Değerlendirilmesi, Tıpta Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Fizyolojisi Araştırma ve Uygulama Merkezi, İstanbul, 1997.
8. Black, W. & Roundy, E., Comparisons of Size, Strength, Speed and Power in NCAA Division 1-A Football Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, (8) 2:80-85, 1994.
9. Bouchard, C., Taylor, A. W., Simaneau, J. ve Dulac, S., Testing Anaerobic Power and Capacity, “Physiological Testing of the High Performance Athlete” (Ed L. MacDouall, H. A. Wenger, H. Gren)de, *Human Kinetics Books*, Champaign, IL. s. 175-221, 1991.
10. Caluo, M., Rodos, G. Vallejo, M., Estroch, A., Arcas, A., Javenre, C., Viscor, G. ve Venture, J. L., Heritability of explosive power and anaerobic capacity in humans, *European Journal of Applied Physiology.*, 86, 218-225, 2002.
11. De Ste Croix, M. B. A., Armstrong, N., Chia, M. Y. H., Welsman, J. R., Parsons, G. ve Sharpe, P., Changes in short-term power output in 10 to 12-year-olds, *Journal of Sports of Sciences.*, 19, 141-148, 2000.
12. Dore, E., Bedu, M., França, N. M., Diallo, O., Duche, P. ve Praagh, E. V., Testing peak cycling performance: effects of braking force during growth, *Medicine and Science in Sport Exercise.*, 32(2), 493-498, 2000.
13. Dore, E., Bedu, M., França, N. M. ve Praagh, E. V., Anaerobic cycling performance characteristics in prepubescent, adolescent and young adults females, *European Journal of Applied Physiology.*, 84, 476-481, 2001.
14. Dowsan, M. N., Nevill, M.E., Lakomy, H.K. ve Hazeldine, R.J., Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *Journal of Sports sciences.* 16, 257-265, 1998.
15. Heyward, V.H. & Stolarczyk, L.M., *Applied Body Composition Assessment*, IL: Human Kinetics.s;21-43, 1996.
16. Inbar, O., Bar-Or, O. ve Skinner, J. S., *The Wingate Anaerobik Test.*, Champaign, IL: Human Kinetics, s: 2540, 1996.
17. Ingulf, J., ve Burgers, S., *Effects of Training on the Anaerobic Capacity*, Department of Physiology, National Institute of Occupational Health, Norway, 1990.
18. Jacobs, I., Esbjörnsson, M., Sylven, C., Holm I. ve Jansson, E., Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types and blood lactate, *Medicine and Science in Sport and Exercise.*, 19(4), 368-374, 1987.
19. Jackson, A. S. & Pollock, M. L., Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition.*, 40, 497-504, 1978.
20. Kin İşler, A., Arıburun, B., Özkan A., The Relationship Between Anaerobic Performance, muscle strength, and sprint ability in American Football Player. *Isokinetics and Exercise Science.* 16(2):87-92, 2008.
21. Koşar, N., Kin İşler, A., Üniversite öğrencilerinin wingate anaerobik performans profili ve cinsiyet farklılıkları, *Spor Bilimleri Dergisi.*, 15 (1), 25-38, 2004.
22. Kwon, Y.H., Modified Hanavan Model. [online]. <http://www.kwon3d.com/theory/bspeq/hanavan.html/>. [09.02.2006], 1998.
23. Mann, R. V., A kinetic analysis of sprinting. *Medicine Science Sports Exercise.* 13|325-328, 1981.
24. Mero, A., Force-time characteristic and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. *Research Quaterly for Exercise and Sport.* 59-94, 1988.
25. Mayhew, J. L., Hancock, K., Rollisan, L., Ball, T. E. ve Bowen, J. C., Contributionas of strength and body composition to the gender difference in anaerobic power, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.*, 41, 33-38, 2001.
26. Mayrovitz, H. N., Sims, N., Litwin, B ve Pfister, S., Foot volume estimates based on a geometric algorithm in comparison to water displacement, *Lymphology.*, 38, 20-27, 2005.
27. Newman M.A., Tarpennig, K.M. ve Marino, F.E., Relationship between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint agility in football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4); 867-872, 2004.
28. Saavedra, C., Lagasse, P., Bouchard, C. ve Simoneau, J., Maximal anaerobic performance of the knee extensor muscles during growth, *Medicine and Science in Sport and Exercise.*, 23(9), 1083-1089, 1991.
29. Shephard, R. J., Bouchlel, E., Vandewalle, H. ve Monod, H., Muscle mass as a factor limiting physical work, *Journal of Applied Physiology.*, 64(4), 1472-1479, 1988.
30. Staron, R. S., Hagerman, F. C., Hikida, R. S., Murray, T. F., Hostler, D. P., Crill, M. T., Ragg, K. E. ve Toma, K., Fiber Type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women, *The Journal of Histochemistry and Cytochemistry.*, 48(5), 623-629, 2000.
31. Sukul, D. M. K. S. K., Den Hoed, K. S., Johannes, E. J., Van Dolder, R. ve Benda, E., Direct and indirect methods for the quantification of leg volume: comparison between water displacement volumetry, disk model method and the frustum sign model method, using the correlation coefficient and the limits of agreement, *Journal of Biomedical England.*, 15, 477-480, 1993.
32. Thorland, W. G., Johnson, G. O., Cisar, C. J., Housh, T. J. ve Tharp, G. D., Strength and anaerobic responses of elite young female sprint and distance runners, *Medicine and Science in Sport and Exercise.*, 19(1), 56-61, 1987.
33. Van Praagh, E., Felmann, N., Bedu, M., Falgairette, G. Coudert, G., Gender, J., Gender difference in the relationship of anaerobic power output to body composition in children, *Pediatr. Exerc. Sci.*, 2, 336-348, 1990.
34. Welsman, J.R., Armstrong, N., Kirby, B.J., Parsons, G., Sharpe, P., Exercise performance and magnetic resonance imaging-determined thigh muscle volume in children, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 76, 92-97, 1997.
35. Young, W., Mclean, B. Ve Ardagna, J., Relationship between strength qualities and sprinting performance. *Journal Sports Medicine Physical Fitness.* 35:13-19, 1995.