

Field : Sports Physiology

Type : Research Article

Recieved: 10.07.2016 - Accepted: 17.10.2016

Su Taşıırma Yöntemi ile Ölçülen Üst Ekstremitte Hacmi ile Çevresel Ölçümlerden Hesaplanan Üst Ekstremitte Hacim Değerlerinin Karşılaştırılması

Ali Ozan ERKILIÇ¹, Ümit ÖZ¹, Ali ÖZKAN²

¹ Bartın Üniversitesi, Eğitimi Bilimleri Enstitüsü, Bartın, TÜRKİYE

² Bartın Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Bartın, TÜRKİYE

E-Posta: aliozan32@gmail.com

Öz

Bu çalışmanın amacı, su taşıırma yöntemi ile ölçülen üst ekstremitte hacmi ile antropometrik ölçümlerinden hesaplanan üst ekstremitte hacim değerlerinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmaya beden eğitimi ve spor yüksekokulunda öğrenim gören toplam 21 erkek gönüllü olarak katılmıştır. İki bölümden oluşan bu çalışmanın birinci bölümünde, çalışmaya katılan deneklerin kol hacmini belirlenmesinde su taşıırma yöntemi kullanılmış ikinci bölümünde ise çevresel ölçümler kullanılarak kol hacim belirlenmiştir. Sporcuların çevresel kol hacmi Frustum yöntemi ile ölçülürken kol hacmi ölçüm aracı ile de su taşıırmadan elde edilen kol hacmi belirlenmiştir. Verilerin analizinde su taşıırma yöntemi ile ölçülen üst ekstremitte hacmi ile antropometrik ölçümlerinden hesaplanan üst ekstremitte hacim değerlerinin karşılaştırılması amacıyla Eşli Örnekler için T Testi kullanılmıştır. Yapılan t-testi sonuçları su taşıırma yöntemi ile ölçülen üst ekstremitte hacmi ile antropometrik ölçümlerinden hesaplanan üst ekstremitte hacim değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($t(12)=2.229$, $p=0.046$). Sonuç olarak, çalışmadaki bulgular su taşıırma yöntemi ile ölçülen üst ekstremitte hacmi ile antropometrik ölçümlerinden hesaplanan üst ekstremitte hacim değerlendirildiğinde kol hacmi bulguları üzerinde farklılaşmaya neden olmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kol hacmi, su taşıırma yöntemi, çevresel ölçümler

Comparison of Upper Extremity Volumes Measured with Water Displacement and Circumferential Measurement

Abstract

The purpose this study was to compare with water displacement that was determined by upper extremity volume and circumferential measurement that was determined by upper extremity volume. A total of 21 male physical education students in Bartın University participated in this study voluntarily. The study was conducted in two sections; in the first section, water displacement volumetry were used for the determination of arm volume and In the second part of the study circumferential measurement were used for the determination arm volume. Frustum Method was used for the determination of circumferential measurement of arm volume and also water displacement volumetry were used for the determination of arm volume. Paired Simple t Test was used to compare with water displacement that was determined by upper extremity volume and circumferential measurement that was determined by upper extremity volume. Paired Simple t Test indicated no significant differences between water displacement that was determined by upper extremity volume and circumferential measurement that was determined by upper extremity volume ($t(12)=2.229$, $p=0.046$). As a conclusion, the findings of the present study indicated that arm volume from water displacement and arm volume from circumferential measurement result in no significant difference in volume measured.

Keywords: Arm volume, water displacement, circumferential measurement

Giriş

Hacimi ele alacak olursak cisimlerin en temel özelliklerinden biridir. Hacim, genel olarak ele alındığında bir maddenin uzayda kapladığı yer olarak ifade edilir. Hacim “V” harfi ile gösterilir. Hacim birimi genel olarak; uzunluk, genişlik ve yükseklik ölçümü gerektirir. Hacim birimleri uzunluk birimlerinden türetilir. Metreküp (m^3) bir hacim birimidir. Ancak, metreküp çok büyük bir hacim ölçüsüdür. Pratikte daha küçük hacim ölçüleri kullanılır. Litre (L) bunlardan birisidir (Kılıçkaya ve Cemalcılar, 1996). Cisimlerin en temel özelliklerinden bir diğeri ise kütedir. Genel olarak kullanıldığında, bir cismin içerisindeki madde miktarının ölçüsüdür. Kütle “m” harfi ile gösterilir. Kilogram (kg) ve gram (g) kütle birimidir ve bütün maddelerin ortak özelliğidir (Katch, 1974). Yoğunluk ise cisimlerin en temel özelliklerinden bir diğeri. Birim hacimdeki madde miktarına yoğunluk denir. Yoğunluk “d” harfi ile gösterilir. Yoğunluk birimi gram/santimetreküptür (g/cm^3) (Formül 1)

$$d = m / V \quad (1)$$

$$d = \text{Yoğunluk (g.cm}^{-3}\text{)}$$

$$m = \text{kütle (g)}$$

$$V = \text{hacim (cm}^{-3}\text{)}$$

Saf maddelerin (element ve bileşik) yoğunlukları sabittir. Karışımların yoğunlukları ise sabit değildir. Bir maddenin yoğunluğundan söz ederken sabit bir sıcaklıktaki yoğunluğundan söz edilmelidir. Sıcaklık değiştiğinde maddenin hacmi değişeceğinden yoğunluğu da değişir (Özkan, 2007).

Ekstremiteler hacimlerinin belirlenmesinde kullanılan farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemleri ele aldığımızda bunları direk ve indirek yöntemler olarak iki kısımda ele almamız mümkündür. Hacim değişimleri su taşıma yöntemi ile direk ölçülebilirken, çevresel ölçümlere dayalı farklı indirek yöntemlerle de ölçülebilmektedir (Kaulesar vd., 1993). Hacim belirleme yöntemleri içinde en basiti çevresel yöntemlerle elde edilen hacim belirleme yöntemidir. Bu yöntem geçerliliği olan uygulaması pahalı olmayan, kolay ve tekrar edilebilir bir yöntemdir. Hacim belirlenmesinde kullanılan diğer farklı yöntemler ise; tomografi ölçümleri, x-ray yöntemi, ultrasonografi, manyetik rezonans görüntüleme yöntemleridir.

Su taşıma yöntemi, Arşimet Prensibine dayanmaktadır. Su içine batırılan bir cismin hacmi tank içindeki suyun yükselme derecesi ile ölçülebilmektedir ya da bu teknikte tank içinde veya dışında bir kenara yerleştirilmiş dereceli pipet içinde yükselen suyun seviyesi kaydedilir. Uygun biçimde kalibrasyonu yapılmış pipetin içindeki su seviyesi batırılan cismin hacmini verir. Sonuç olarak “sudaki bir cisim tarafından taşırılan suyun hacmi, o cismin hacmine eşittir” (Özer, 1993; Zorba ve Ziyagil, 1995).

Antropometrik yöntem ise hacmin belirlenmesi amacıyla geliştirilen antropometrik ölçümlerin kullanılması ve eşitlik geliştirilmesi, su taşıma yöntemi ile hesaplanan hacim ile belirli bölgelerdeki deri kıvrım kalınlıkları, çevreler ve çaplar arasındaki ilişkiye dayandırılmaktadır. Antropometrik ölçümlerin en etkili kombinasyonları kullanılarak hacmin belirlenmesi için adım adım regresyon yöntemi uygulanmaktadır (Özer, 1993).

Bedenin herhangi bir bölümünün kesitsel görüntülenmesini sağlamak amacıyla kullanılan bilgisayarlı tomografi yöntem olarak; vücudun ince bir kesitinden geçen x-ışınlarının

dedektörlerle ölçülerek bilgisayar yardımı ile görüntü oluşturulması temeline dayanır (31, Zorba ve Ziyagil, 1995).

X-Ray yöntemi ise derialtı yağ dokusunun, kas ve kemik dokunun ölçümlerinde kullanılan radyografinin beden kompozisyonunun belirlenmesinde ideal uygulanırlılığı vardır. Çünkü yumuşak doku röntgenleriyle cilt, yağ doku, kas ve kemiğin çeşitli tabakalarını ayırmak olasıdır. Bu amaç için röntgen tekniğinin kullanılmasına 1920 yılında başlanmıştır, beden bileşenlerinin büyüme devrelerindeki değişimlerinin bilinmesinde tamamlayıcı bilgiler oluşturmuştur (Heymsfield vd., 2005).

Kas, kemik ve yağın farklı yoğunlukları ve farklı akustik özellikleri olduğu için doku tipleri arasında ayırım yapabilmek için ultrasonografi yöntemi kullanılır. Özel bir transdüzerden kaynaklanan ses dalgaları adipoz dokuya girdiğinde farklı yoğunluklar karşısında farklı yansımalar oluşur. Bu yansımalar özel bir bilgisayar donanımı ile görüntüye dönüştürülür. Hafif, taşınabilir ultrason aracı ile deri ve kas arasındaki katmanları ile kas-kemik katmanları arasındaki uzaklık ölçülebilmektedir. Ultrason sayacı deri yüzeyine yüksek frekanslı ses dalgaları yayar. Ses dalgaları adipos dokuyu geçerek kas dokusuna ulaşır, burada ses dalgaları yansıyarak ultrason ünitesine geri döner. Ses dalgalarının dokuyu geçme ve dönme zamanı uzaklık skoruna çevrilerek dijital olarak görüntülenir (Heymsfield vd., 2005).

Manyetik alanda yansıyan radyo frekans dalgaları kullanan görüntüleme yöntemi olarak bilinen manyetik rezonans (MR) görüntüleme yöntemi 1980'lerden bu yana teşhis amacıyla kullanılan geçerli bir tekniktir. MR, x-ışınları kullanmaksızın vücudun çok detaylı görüntülerini verebilmektedir. Bu çalışma, içinde iki hidrojen çekirdeği bulunan ve vücudun moleküllerinin %90'ında su moleküllerinin olması sebebiyle yapılı ve incelenen bölgenin her düzlemde kesit görüntüsü veya üç boyutlu görüntüleri elde edilebilir. MR incelemelerinin büyük çoğunluğu herhangi bir ön hazırlık gerektirmeden yapılır. MR görüntüleme yönteminde, yüksek bir manyetik alan yaratan çok güçlü mıknatıslar ve radyo dalgaları kullanılır. Manyetik alan şiddeti Tesla veya Gauss (1 Tesla = 10.000 Gauss) olarak ölçülür (Heymsfield vd., 2005; Tohill ve Stewart, 2002; Zorba ve Ziyagil, 1995).

Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, su taşıma yöntemi ile ölçülen üst ekstremitate hacmi ile antropometrik ölçümlerinden hesaplanan üst ekstremitate hacim değerlerinin karşılaştırılmasıdır.

Materyal ve Metod

Araştırma Grubu

Bu çalışmaya yaşları 18-27 arasında değişen, 17 Bartın Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda okuyan ve üst ekstremitenin baskın olduğu (güreş, basketbol, hentbol, dart ve bocce) çeşitli spor branşlarında en az 5 yıldır aktif spor yapan öğrenci gönüllü olarak katılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Çalışma öncesinde deneklerin her birine çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgi ve karşılaşılabilecek risk ve rahatsızlıkları içeren bilgilendirilmiş onam formu imzalatılmıştır. Deneklerden, testler öncesi 24 saat içerisinde spor yapmamaları istenmiştir. Çalışmaya katılan gönüllülerin ilk olarak antropometrik ölçümleri (boy, vücut ağırlığı, deri kıvrım kalınlığı, çevre ölçümleri)

ikinci olarak su taşıma yöntemiyle hacim ölçümleri daha sonra da anaerobik güç ve kapasite testleri yapılmıştır.

Hacim Ölçümleri

Su Taşıma Yönteminde Elde Edilen Kol Hacim Ölçümleri: Çalışmada kol hacmini belirleyecek olan araç özel olarak tasarlanmıştır. Çalışma süresince, çalışmaya uygun araca ulaşabilmek için denemeler yapılacak ve bu sayede hatalar göz önünde tutularak en son araca ulaşılmaya çalışılmıştır (Ozan, 2015, 54).

Güvenirlilik katsayıları hem iki kol için ayrı ayrı hem sağ hem de sol dikkate alınmadan belirlenmiştir. Güvenirlilik katsayısı tekrarlı ölçümlerde ANOVA'dan sınıf içi güvenirlilik katsayısı olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar ölçüm aracının güvenirliliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Hiç bir ölçümde (sağ kol 1. ölçüm-sol kol 1. ölçüm, sağ kol 2. ölçüm-sol kol 2. ölçüm, sağ kol 1. ölçüm-öğleden sonra sol kol ölçümü, sağ kol 1. ölçüm-üçüncü gün sol kol ölçümü) sağ ve sol kol hacimleri arasında da anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0.05$). Sağ ve sol kol arasında hacim farkı olmadığı için kol hacmi ölçümleri sağ taraftan ve ölçüm aracı yüksek tekrarlanabilirlik ve stabilite katsayılarına sahip olduğu için bir kez yapılmıştır.

Çevresel Ölçümlerinden Kol Hacminin Belirlenmesi: Üstkol hacmi için acromion kemiği ile olecranon kemiği arasındaki uzaklık, alt kol hacmi için olecranon kemiği ile ulnar styloid kemiği arasındaki uzaklık %10 aralıklarla ölçüldükten sonra Frustum işaret model yönteminin (Sukul, Hoed, Johannes, Dolger ve Benda, 1993; Karges, Mark, Stikeleather ve Worrel, 2003) tanımladığı gibi önce %10'luk aralıklarla alınan parçaların hacimleri hesaplanmış daha sonra acromion kemiği ile olecranon kemiği arasındaki tüm parçaların hacimleri toplanmış ve üstkol toplam hacmi hesaplanmıştır (Erkılıç, 2015, 58). El hacmi için ise ulnar styloid kemiği ile tüm el belirlendikten sonra gerekli çizimler yapılarak cm olarak ölçülecektir (Karges, Mark, Stikeleather ve Worrel, 2003).

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde su taşıma yöntemi ile ölçülen üst ekstremitte hacmi ile antropometrik ölçümlerinden hesaplanan üst ekstremitte hacim değerlerinin karşılaştırılması amacıyla Eşli Örnekler için T Testi kullanılmıştır.

Bulgular

Çalışmaya katılan deneklerin fiziksel ve somatotip özelliklerinin ortalama ve standart sapma değerleri tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneklerin fiziksel ve somatotip özellikleri.

Değişkenler		n= 17	
Fiziksel Özellikler		Somatotip Özellikler	
Yaş (yıl)	20.7±2.23	Endomorfi (Yağlılık)	2.97±1.05
Vücut Ağırlığı (kg)	72.4±13.21	Mezomorfi (Kaslılık)	3.52±1.23
Boy (cm)	180.2±6.95	Ektomorfi (İncelik)	3.54±1.96
Yağ (%)	10.02±4.84	Yağsız Vücut Ağırlığı	64.79±10.25

Tablo 2. Deneklerin su taşıma ve çevresel yöntemleri kullanılarak elde edilen hacim sonuçları

Hacim Ölçümleri			
Su Taşıma Yöntemiyle Elde Edilen Hacimler (ml)		Çevre Ölçümlerinden Elde Edilen Hacimler (ml)	
Kol		Kol	
Sağ	3192.10±656.97	Sağ	3398.73±780.53
Sol	3098.04±426.64	Sol	3226.56±659.79

Yapılan t-testi sonuçları su taşıma yöntemi ile ölçülen üst ekstremitte hacmi ile antropometrik ölçümlerinden hesaplanan üst ekstremitte hacim değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($t(12)=2.229$, $p=0.046$).

Tartışma ve Sonuç

Yapılan literatür taramasında kol hacmi ve kütlesi ile yapılmış herhangi bir ilişkilendirme çalışması bulunamamıştır. Fakat bu çalışmadan da elde edilen bulgulara bakıldığında var olan hacim ve kütle anaerobik kapasitede önemli bir yere sahiptir. Başka bir deyişle bireylerin farklı oran ve yoğunlukta kas, yağ ve kemik dokudan oluşması bireylerin fizyolojik kapasitelerini etkilemektedir. Literatürdeki çalışmalar göz önünde tutulduğunda yukarıdaki ifadeleri destekler biçimde anaerobik performans değişikliklerinin aslında sahip olunan beden tipi, kol-bacak hacmi, vücut ağırlığı, yağsız beden kitlesi, kas kütlesi ve kas tipi ile ilişkili olduğu görülmektedir (Zorba vd., 2010; Akyüz vd. 2013). Bu bağlamda bu çalışmada da vücut ekstremitte hacimlerinin anaerobik performansı nasıl etkilediği sorusundan yola çıkarak bu çalışma dizayn edilmiştir. Araştırmalarda vücut ekstremitte hacimlerinin belirlenmesinde farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Bu yöntemler, direk ve indirek yöntemler olarak iki bölümde toplanmaktadır. Ekstremitte hacimleri su taşıma yöntemi ile direk olarak belirlenirken indirek olarak da çevresel ölçüm yöntemiyle belirlenebilmektedir (Katch, 1974,

168). Çevresel ölçüm yöntemi maliyeti düşük, kolay ve tekrar edilebilir olması nedeniyle çalışmalarda sıklıkla ekstremite hacimlerinin belirlenmesinde kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Çevresel ölçüm yöntemi kullanılarak hacmin belirlenmesi amacıyla antropometrik ölçümler kullanılarak eşitlikler geliştirilmiştir. Bu eşitlikler genellikle su taşırma yöntemi ile belirli bölgelerdeki deri kıvrım kalınlıkları, çevreler ve çaplar arasındaki ilişkiye dayandırılarak geliştirilmiştir. Çalışmalarda kullanılan bu denklemler ise frustum, silindir, koni, disk gibi matematiksel denklemlerdir (Özkan, 2007, 70-71).

Karges vd. (2003, 134) tarafından yapılan çalışmada el ve kol hacmi su taşırma yöntemiyle belirlenmiş frustum, silindir ve koni formülleriyle el ve kol hacmi çevresel ölçümlerle kestirilmiştir. Formüllerden hesaplanan hacimle su taşırma yönteminden elde edilen hacim arasında yüksek bir ilişki bulunmuştur ($r=0.96$). Yine Sukul vd. (1993, 477) çalışmalarında BH su taşırma yöntemiyle belirlenmiş ve frustum işaretleme yöntemi kullanılarak çevresel ölçümlerle kestirilmiştir.

Çevresel ölçümlerden hesaplanan hacim ile su taşırma yönteminden elde edilen BH arasında pozitif yüksek ilişki bulunmuştur ($r=0.93$). Mayrovitz vd. (2005, 20) tarafından yapılan çalışmada ise su taşırma yöntemiyle hesaplanan AH ile çevresel yöntemlerden elde edilen AH arasında pozitif yüksek ilişki bulunmuştur ($r=0.96$). Bu çalışmada da su taşırma yöntemiyle elde edilen BH ile çevresel ölçümlerden hesaplanan BH arasında ilgili araştırmalara benzer pozitif yüksek ilişki bulunmuştur. Çevresel ölçümlerden kestirilen hacim ile su taşırma yöntemiyle belirlenen hacim arasında yüksek ilişki çıkmış olması çevresel ölçüm yönteminin bacak hacminin doğru olarak kestirilmesinde su taşırma yöntemi yerine kullanılabileceğini göstermektedir.

Diğer yandan araştırmalarda vücut ekstremite kütlelerinin belirlenmesinde farklı yöntemlerin (X-ray, ultrasonografi, manyetik rezonans, çevre ölçümleri) kullanıldığı görülmektedir. Kütle belirleme yöntemleri içinde en basiti, maliyeti düşük ve uygulaması kolay bir yöntem olması itibarıyla çalışmalarda ekstremite kütlelerinin çevresel ölçüm yöntemleriyle hesaplanmıştır.

Araştırmacılar hem su taşırma ölçümünden elde edilen hacmi hem de çevresel ölçümlerden elde edilen hacim ölçümleri güvenle kullanabilirler. Bununla birlikte ölçümler arasındaki istatistiksel fark bulunmamasına karşın yapılan bazı çalışmalarda su taşırma yönteminden elde edilen hacim çevresel ölçümlerden elde edilen hacim ölçüm sonuçlarından daha düşük bulmuştur (Sander vd., 2002; Karges vd., 2003; Pani vd., 1995; Akbayrak vd., 2007) . Bu bağlamda bazı araştırmacılar bir hasta veya bir çalışmada ölçüm yöntemlerini birbirleri yerine kullanmamasının uygun olacağını düşünmektedir.

KAYNAKÇA

Akbayrak T, Kaya S, Deligöz ED, Yakut Y (2007). Hacim değerlendirmesinde farklı iki yöntemin karşılaştırılması ve bu yöntemlerin araştırmacılar arası güvenilirliği: pilot çalışma. Fizyoter Rehabil, 18(3):217-222.

Akyüz M, Özkan A, Taş M, Sevim O, Akyüz Ö, Uslu S (2013). Determination and relationships of strength profiles of junior female basketball Turkish National Team players. International Journal of Science Culture and Sport, 1(3):34-41.

Erkılıç AO (2015). Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda Eğitim Gören Genç Erkek Sporcularda Morfolojik Değişkenler ile Üst Ekstremiteden Elde Edilen Anaerobik Değerler

Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi Ve Spor Öğretmenliği Anabilim Dalı, Beden Eğitimi Ve Spor Öğretmenliği Bilim Dalı.

Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB (2005). Human Body Composition. Champaign, IL: Human Kinetics Books.

Katch V (1974). Body weight, leg volume, leg weight and leg density as determiners of short duration work performance on the bicycle ergometer. *Medicine and Science in Sports*, 6(4): 267-270.

Kaulesar SD MK S, Den Hoed PT, Johannes EJ, Van Dolder R, Benda E (1993). Direct and indirect methods for the quantification of leg volume: comparison between water displacement volumetry, the disk model method and the frustum sign model method, using the correlation coefficient and the limits of agreement. *Journal of Biomedical Engineering*, 15: 477-480.

Kılıçkaya S, Cemalcılar A (1996). Temel Fizik. Eskişehir: TC Anadolu Üniversitesi Yayınları.

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.

Özer K (1993). Antropometri, Sporda Morfolojik Planlama. İstanbul: Kazancı Matbacılık.

Özkan A (2007). Determination of the optimal load for the Wingate Anaerobic Test, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe University Institute of Health Sciences, Master of Science Thesis, Ankara, Turkey.

Karges JR, Mark BE, Stikeleather SJ, Worrell TW (2003). Concurrent validity of upper-extremity volume estimates: Comparison of calculated volume derived from girth measurements and water displacement volume. *Physical Therapy*, 83(2): 134-145.

Pani SP, Vanamail P, Yuvaraj J (1995).Limb circumference measurement for recording edema volume in patients with filarial lymphedema. *Lymphology*, 28:57-63.

Sander AP, Hajer NM, Hemenway K, vd. (2002). Upperextremity volume measurements in women with lymphedema: a comparison of measurements obtained via water displacement with geometrically determined volume. *Phys Ther*, 82:1201-1212.

Sukul DK, Den Hoed KS, Johannes EJ, Van Dolder R, Benda E (1993). 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.

Tothill P, Stewart A (2002). Estimation of thigh muscle and adipose tissue volume using magnetic resonance imaging and anthropometry. *Journal of Sports Sciences*, 20: 563-576.

Zorba E, Özkan A, Akyüz, M, Harmancı, H, Taş M, Şenel Ö (2010). The relationship of leg volume and leg mass with anaerobic performance and knee strength in wrestlers. *International Journal of Human Sciences*, 7(1): 83-96.

Zorba E, Ziyagil MA (1995). Vücut Kompozisyonu ve Ölçüm Metodları. Ankara: Gen Matbacılık Reklamcılık.