

Farklı Spor Branşlarında Antrenman Yapan 15-17 Yaş Grubu Öğrencilerin Bazı Solunum Fonksiyonlarının ve Biyomotorik Özelliklerinin İncelenmesi*

Hayriye ÇAKIR ATABEK¹

ÖZET

Bu çalışmada, okul takımlarında yer alan ve farklı spor branşlarında antrenman yapan lise öğrencilerinin bazı solunum parametrelerinin ve biyomotorik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya 36 kız ve 38 erkek olmak üzere toplam 74 öğrenci gönüllü olarak katılmıştır. Solunumla ilgili zorlu vital kapasite (FVC), bir saniyedeki zorlu ekspirasyon volümü (FEV₁), en yüksek ekspirasyon akım (PEF), zorlu ekspirasyon ortası akım hızı (FEF₂₅₋₇₅) ve maksimum istemli ventilasyon (MVV) ölçümleri alınmıştır. Biyomotorik özellikler sağ-sol el kavrama kuvveti, dikey sıçrama yüksekliği ve anaerobik güç ile değerlendirilmiştir. FEV₁/FVC hariç ölçülen diğer solunum parametreleri için (FVC, FEV₁, PEF, FEF₂₅₋₇₅% ve MVV) kız ve erkek öğrenciler arasında önemli fark tespit edilmiştir (p<0,01). Dikey sıçrama ve anaerobik güç değerleri erkek öğrencilerde önemli miktarda yüksek bulunmuştur (p<0,01). FVC ve FEV₁ değerleri ile antropometrik özellikler arasında her iki grupta önemli ilişki bulunmuştur. Gelişimlerini henüz tamamlamamış bireylere uygulanan egzersiz programlarının solunum fonksiyonlarında olumlu bir etki yaptığı yönünde çalışmalar olduğu gibi aksi bildirimler de dikkati çekmektedir. Sonuç olarak, bu çalışmada incelenen solunum ve biyomotorik özellikler bakımından erkek öğrenciler lehine önemli bir fark tespit edilmiştir. Bu fark cinsel olgunluğa bağlı oluşan hormonal değişimler, özellikle erkeklerde artan testosteron hormonunun salınımı ile boy ve vücut ağırlığı gibi fiziksel özelliklerin artışıyla açıklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Solunum fonksiyonu, El kavrama kuvveti, Sıçrama yüksekliği, Anaerobik güç, Cinsiyet karşılaştırma

Investigation of Some Pulmonary Functions and Bio-Motoric Properties in 15-17 Aged Group of Students Engaged in Different Sports

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine various respiratory parameters and bio-motoric properties in high school students who take part in school teams and train in different sports. Thirty six female and thirty eight male, in total seventy-four students volunteered to

*Bu çalışma, 40. Ulusal Fizyoloji Kongresi'nde poster olarak sunulmuştur.

¹Anadolu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Eskişehir/Türkiye

participate in the study. FVC, FEV₁, PEF, FEF₂₅₋₇₅ and MVV measurements were taken to determine the respiratory function. The bio-motoric properties were evaluated by right and left hand grip strength, vertical jumping height, and anaerobic power. A statistically significant difference was determined for all respiration parameters (FVC, FEV₁, PEF, FEF₂₅₋₇₅% ve MVV), except FEV₁/FVC, between female and male students (p<0.01). The vertical jumping height and anaerobic power values were determined to be significantly higher in male students (p<0.01). A statistically significant relationship was determined in both groups between the FVC and the FEV₁ values and anthropometric properties. There are studies that put forth the positive effects of exercise programs on the respiratory functions of individuals who have not yet completed their developments as well as studies that state the contrary. In conclusion, a statistically significant difference in favor of male children was determined in terms of the respiratory and bio-motoric properties examined in this study. This difference may be explained by hormonal changes, especially the increased release of testosterone in boys that occur due to sexual maturity, and by the increase in physical properties such as height and body weight.

Keywords: Respiratory function, Hand grip strength, Jumping height, Anaerobic power, Gender comparison

GİRİŞ

Spor günümüzde sağlıklı ve dengeli bir hayatın parçası ve en yararlı sosyal etkinliklerden biri olarak kabul edilmektedir (Kürkçü ve Gökhan, 2011). Özellikle çocukluk çağında düzenli olarak yapılan sportif etkinlikler, sağlıklı bir fiziksel yapının gelişimi ve devamı için önemli rol oynamaktadır. Çocuğun ergenlik öncesi ve sonrasında düzenli spor faaliyetlerinde bulunması dolaşım ve solunum sisteminin daha sağlıklı olmasını sağlarken diğer taraftan da zihinsel ve ruhsal gelişimine katkıda bulunmaktadır (Alpay ve ark., 2007).

Solunum sisteminin işlevsel durumu klasik olarak akciğer hacim ve kapasitelerinin ölçülmesiyle belirlenebilmektedir (Atan ve ark., 2013). Alınan hava inspirasyon, verilen hava ekspirasyon havası olarak adlandırılır. Maksimum bir soluk almayı (inspirasyon) takiben zorlayarak maksimum bir soluk verme (ekspirasyon) “zorlu vital kapasite (FVC)”, grafik üzerinde hesaplanan maksimum inspirasyonu izleyen 1 saniyedeki güçlü bir ekspirasyonla atılan maksimum solunum gaz volümü “zorlu ekspirasyon volümü (FEV₁)”, bir kerede akciğerlerden dışarı atılan en fazla hava miktarına “yüksek ekspirasyon akımı (PEF)”, bir kerede akciğerlere alınan en yüksek hava miktarına “yüksek inspirasyon akımı (PIF)” ve solunumun %25-50-75’ indeksi maksimum solunum akım hızına da “maksimum solunum

akım hızları (V_{max} 25-50-75)” adı verilir (Taşgın ve Dönmez, 2009). Maksimum istemli ventilasyon (MVV) bir dakika içinde maksimum olarak yapılan derin ve hızlı soluma ile alınan hava miktarıdır.

Kuvvet ve anaerobik güç, sporda verimi belirleyen temel biyomotorik özelliklerdir ve değerlendirilmesinde farklı testler kullanılmaktadır. El-kavrama kuvveti fiziksel (kassal) uygunluğun değerlendirilmesinde sıkça kullanılmaktadır; çünkü tipik bir el dinamometresi basittir, pahalı değildir ve kavrama kuvvetinin değerlendirilmesinde iyi bilinmektedir. Ayrıca, el kavrama kuvvetinin maksimum üst ve alt vücut kuvvet değerleri ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Milliken ve ark., 2008; Cohen ve ark., 2010). Bunun yanı sıra sıçrama testleri, çabuk kuvvet özelliğini dolaylı yoldan ölçmek için kullanılırlar ve bunu yaparken sıçrama yüksekliğinden yararlanılır. Ayrıca anaerobik güç ve performansın değerlendirilmesinde kullanılan en yaygın saha testleri dikey sıçrama testleridir (Brooks ve ark., 2000). Sıçrama kuvveti olarak bilinen patlayıcı kuvvet, başlama kuvveti ve elastik kuvvet, çabuk kuvvetin alt dalları olup maksimum kuvvetten doğrudan etkilenmektedir. Sadece kasılabilir bileşenin etkisi ölçülmek isteniyorsa skuat sıçrama (SS), hem kasılabilir hem de visko-elastik bileşenin etkisi ölçülmek isteniyorsa aktif sıçrama (AS) hareketi kullanılır (Çakır-Atabek ve ark., 2010).

Bu araştırmada, okul takımlarında yer alan ve farklı spor branşlarında antrenman yapan 15-17 yaş lise öğrencilerine uygulanan antrenmanların bazı solunum parametrelerine (FVC, FEV₁, PEF, FEF₂₅₋₇₅, MVV) ve biyomotorik özelliklerine etkisinin incelenmesi, ayrıca cinsiyetler arası karşılaştırmanın yapılması amaçlanmıştır. Biyomotorik özellikler sağ ve sol el kavrama kuvveti, dikey sıçrama yüksekliği ve anaerobik güç ile değerlendirilmiştir.

YÖNTEM

Araştırma Grubu

Çalışmaya Eskişehir il merkezinde bulunan liselerde okuyan ve farklı spor branşlarında antrenman yapan 74 öğrenci (n=36 kız, yaş $15,77 \pm 0,92$; n=38 erkek, yaş $16,15 \pm 0,71$) gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmaya katılmadan önce gönüllülere çalışmanın içeriği açıklanmış ve deneklerden ve vasilerinden bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin beden eğitimi dersleri dışında haftada en az 2 gün (minimum 2 gün – maksimum 5 gün) ve günde en az 90 dakika (ortalama antrenman süresi: $113,7 \pm 17,3$ dk) voleybol, basketbol, hentbol, badminton, futsal veya futbol antrenmanlarına katıldığı belirlenmiştir. Çalışmaya katılan gönüllülerin yaşının belirlenmesinde kimlik bilgisi esas alınmıştır. Çalışma kapsamında alınan tüm ölçümler okulların spor salonlarında yapılmıştır.

Denekler önce 10-15 dk kadar oturur pozisyonda dinlendirilmiş ve ardından dinlenik kalp atım hızı Microlife BP A100 cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

Antropometrik ölçümler

Deneklerin boy ölçümleri 1 mm hassasiyetinde metal bir boy skalasıyla (Kürkçü ve Gökhan, 2011; Alpay ve ark., 2007) denekler çıplak ayak ve dik pozisyonda iken, vücut ağırlıkları (VA) ise 100 g hassasiyeti olan Seca Marka elektronik baskülde çıplak ayak, şort ve tişört ile ölçülmüştür. Vücut kitle indeksi (VKİ) Dünya Sağlık Örgütünün de kabul etmiş olduğu Pollock formülü ile “Vücut ağırlığı / boy² “ (kg/m²) hesaplanmıştır.

Solunum fonksiyon testi

Araştırma grubunun solunum parametrelerini ölçmek için Spirolab III marka spirometre cihazı kullanılmıştır (Medical International Research). Spirometre ölçümlerinde deneklerin burunları mandalla kapatılarak sonuçlar maksimum nefes alımından sonra maksimum zorlayarak nefes verme işlemini takiben spirometrenin dijital göstergesinden okunarak kayıt edilmiştir. Spirometrik ölçümler denek oturur pozisyondayken alınmıştır (Kürkçü ve Gökhan, 2011; Alpay ve ark., 2007). Solunumla ilgili zorlu vital kapasite (FVC), bir saniyedeki zorlu ekspirasyon volümü (FEV₁), en yüksek ekspirasyon akım (PEF), zorlu ekspirasyon ortası akım hızı (FEF₂₅₋₇₅ %) ve maksimum istemli ventilasyon (MVV) ölçümleri alınmıştır.

El Kavrama Kuvveti

El kavrama kuvveti Takei T.K.K. 5101 marka (Takei Scientific Instruments Co. Ltd) dijital el – kavrama dinamometresi kullanılarak ölçülmüştür. Gerektiğinde bireyin el büyüklüğüne bağlı olarak dinamometrenin kavrama açıklığı ayarlanmıştır. Denek ayaktayken, ölçüm yapılan kol bükülmeden ve vücuda temas ettirilmeden (yaklaşık 30-45 derecelik açı yapacak şekilde) sağ ve sol kol için 3 ölçüm alınmıştır (Koley ve ark., 2011). En iyi değer kg cinsinden kaydedilmiştir.

Dikey Sıçrama testleri

Deneklerin dikey sıçrama performansı Sport Expert TM, MPS-501 (Tümer Elektronik LDT) güç platformu kullanılarak ölçülmüştür. Sıçrama performansının değerlendirilmesinde iki farklı sıçrama testi kullanılmıştır. Bunlar: Skuat Sıçrama (SS) ve Aktif Sıçrama (AS) testleridir. Doğru tekniğin öğrenilmesi ve uygulanması amacıyla alışma (familiarization) denemeleri yapılmıştır.

SS testi dizler yaklaşık 90 derece bükülü iken, deneğin elleri kalçada sabit ve başlangıçta yaylanma hareketi olmaksızın uygulanmıştır. AS testi denek dik konumdayken

elleri kalçada sabit bir pozisyonda başlatılmış ve hızlı bir çömelme ve yükselme hareketi uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Her bir denek SS ve AS testlerini maksimum eforla 3 kez denemiştir, en iyi değer dikkate alınmıştır. Denemeler arasında 2 dakikadan fazla dinlenme verilmiştir. SS ve AS için üç parametre hesaplanmıştır: 1- maksimum sıçrama yüksekliği (SS-y ve AS-y), 2- her bir sıçrama testi sırasında vücut tarafından üretilen toplam iş miktarı (SS-iş ve AS-iş) Genuario ve Dolgener formülü (Genuario ve Dolgener, 1980) kullanılarak hesaplanmıştır (Çakır-Atabek ve ark., 2009), 3- anaerobik güç çıktısı (SS-AnG ve AS-AnG) aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmıştır.

SS-AnG ve AS-AnG (kg.m/s) = $\sqrt{4.9 \times \text{vücut ağırlığı (kg)} \times \text{sıçrama yüksekliği (m)}}$
(Rogers, 1990)

Verilerin Analizi

Verilerin normallik sınaması Kolmogorow-Smirnov testi ile yapılmıştır. Veriler normal dağılım gösterdiğinden bağımsız gruplarda t-testi ile cinsiyet karşılaştırması yapılmıştır. Antropometrik ölçümler ile biyomotorik özellikler ve solunum parametreleri arasındaki ilişki Pearson's Korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel değerlendirmede SPSS 16 paket programı kullanılmıştır ve anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ kabul edilmiştir. Değerler ortalama \pm standart sapma (ss) olarak ifade edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmaya katılan katılımcılara ait tanımlayıcı bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur. Yaş, VKİ ve dinlenme durumundaki kalp atım hızı değerleri cinsiyet grupları arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$) ancak boy ve vücut ağırlığı değerleri için gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$ ve $p < 0,01$). Biyomotorik özelliklerin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 2'de verilmiştir. İncelenen bütün özellikler için (sağ – sol el kavrama kuvveti, dikey sıçrama yüksekliği ve anaerobik güç çıktısı) gruplar arasında önemli fark bulunmuştur ($p < 0,01$).

Tablo 1. Katılımcıların fiziksel özellikleri

Değişkenler	Kızlar (n=36)	Erkekler (n=38)
Yaş (yıl)	15,770 \pm 0,92	16,150 \pm 0,71
Boy (cm)	164,18 \pm 6,54	173,97 \pm 6,99 **
Vücut ağırlığı (kg)	58,410 \pm 10,88	63,390 \pm 8,12 *
Vücut Kitle İndeksi (kg/m ²)	21,580 \pm 3,13	20,900 \pm 2,10
Dinlenme KAH (atım/dk)	87,660 \pm 13,27	80,970 \pm 15,77

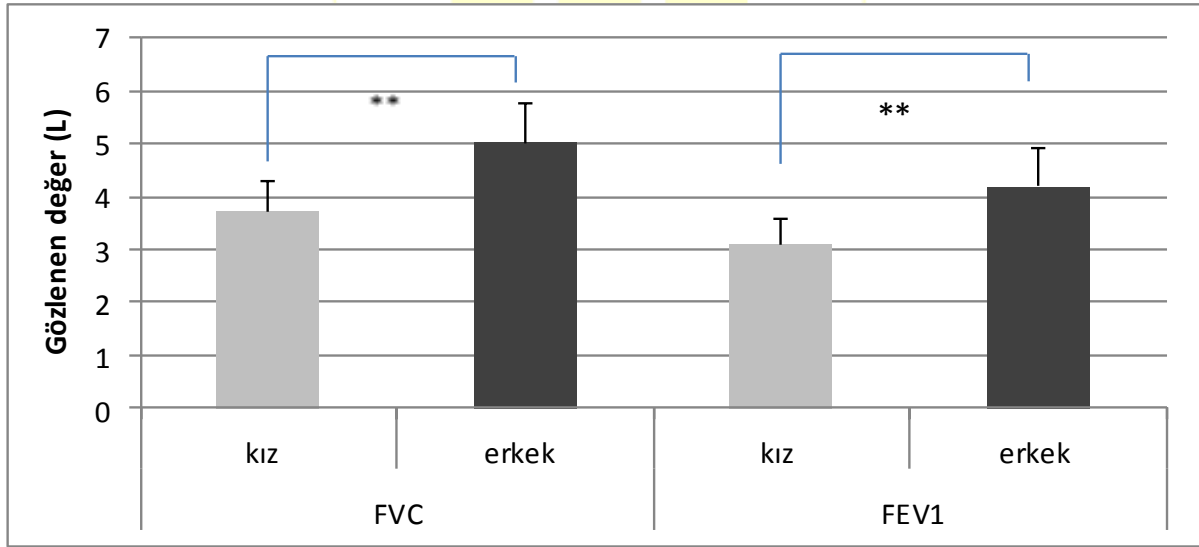
KAH: Kalp Atım Hızı; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tablo 2. Katılımcıların biyomotorik özellikleri

Değişkenler	Kızlar (n=36)	Erkekler (n=38)
El kavrama kuvveti – sağ (kg)	26,90 ± 4,62	39,93 ± 7,24 **
El kavrama kuvveti – sol (kg)	25,03 ± 4,39	37,25 ± 6,08 **
Skuat sıçrama (cm)	23,19 ± 4,77	34,21 ± 5,37 **
Aktif sıçrama (cm)	26,55 ± 5,32	39,36 ± 5,54 **
Skuat sıçrama – toplam iş (kg.m)	13,39 ± 3,08	21,82 ± 4,99 **
Aktif sıçrama – toplam iş (kg.m)	15,42 ± 4,01	25,11 ± 5,38 **
Skuat sıçrama – An.Güç (kg.m/s)	61,58 ± 10,77	82,08 ± 13,95 **
Aktif sıçrama – An.Güç (kg.m/s)	66,09 ± 12,79	88,10 ± 14,55 **

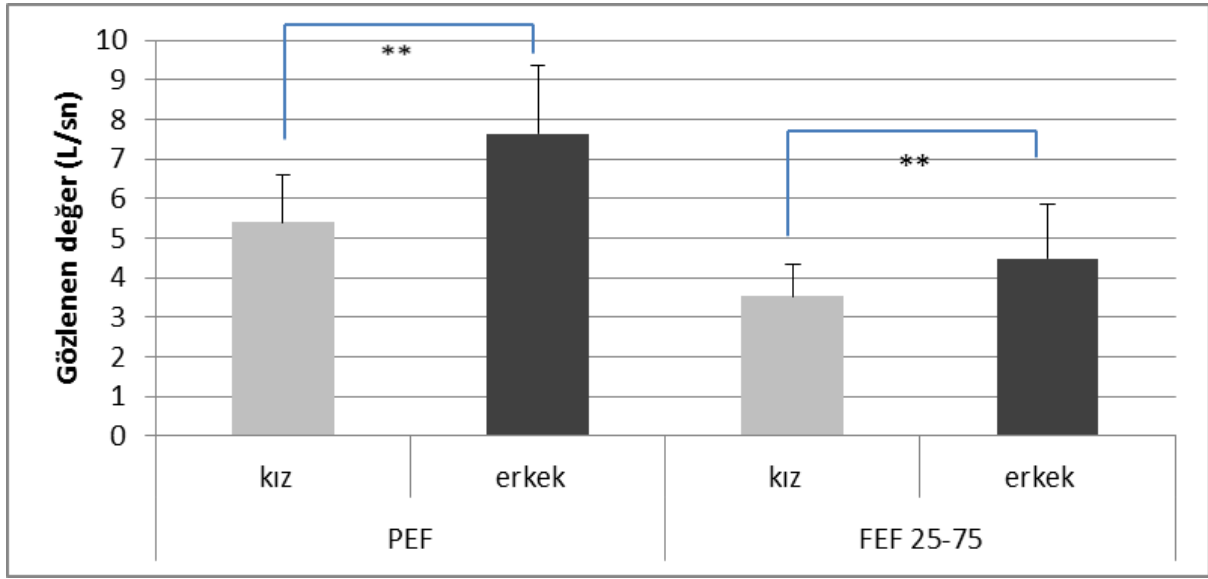
**p<0,01

Solunum parametrelerine ait ölçüm değerleri Şekil 1, 2 ve 3'te verilmiştir. FEV₁/FVC (%) değerleri her iki grupta benzer bulunmuştur (p>0,05), ancak incelenen diğer solunum parametreleri (FVC, FEV₁, PEF, FEF₂₅₋₇₅ ve MVV) için gruplar arasında önemli fark tespit edilmiştir (p<0,01). Kız ve erkek öğrencilerde sırasıyla FVC değeri 3,72 ± 0,57 (L) ve 5,03 ± 0,75 (L); FEV₁ değeri 3,10 ± 0,46 (L) ve 4,20 ± 0,74 (L); PEF değeri 5,40 ± 1,19 (L/s) ve 7,64 ± 1,72 (L/s); FEF₂₅₋₇₅ değeri 3,52 ± 0,80 (L/s) ve 4,48 ± 1,36 (L/s); MVV değeri 103,91 ± 21,55 ve 146,78 ± 24,36 ölçülmüştür.

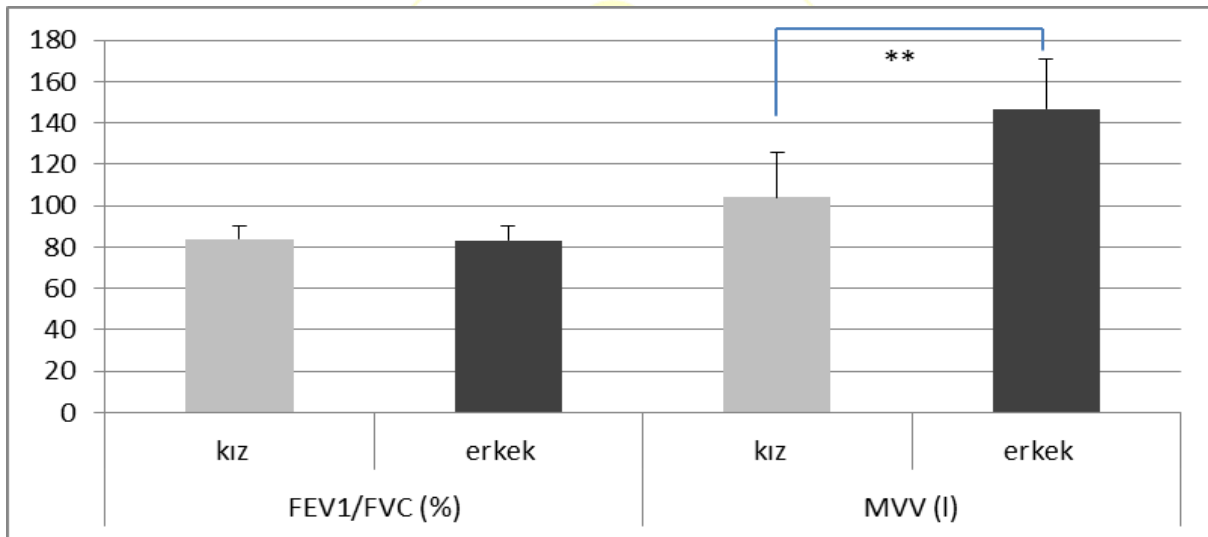


Şekil 1: FVC ve FEV₁ değerlerinin kız ve erkek öğrenci gruplarında karşılaştırılması

(** p<0,01)



Şekil 2: PEF ve FEF₂₅₋₇₅ değerlerinin kız ve erkek öğrenci gruplarında karşılaştırılması (** p<0,01)



Şekil 3: FEV₁/FVC ve MVV değerlerinin kız ve erkek öğrenci gruplarında karşılaştırılması (** p<0,01)

Kız ve erkek öğrencilerde antropometrik veriler ile biyomotorik özellikler ve solunum parametreleri arasındaki ilişki Tablo 3 ve Tablo 4'te sunulmuştur. Her iki grupta el kavrama kuvveti (sağ ve sol) ile VA ve VKİ arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur (p<0,05). Ayrıca her iki grupta anaerobik güç çıktısı ile antropometrik özellikler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur (p<0,01; Tablo 3). FVC ve FEV₁ değerleri ile antropometrik özellikler arasında her iki grupta istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur (p<0,05 ve p<0,01; Tablo 4).

Tablo 3. Kız ve erkek öğrencilerde antropometrik veriler ile biomotor özellikler arasındaki ilişki

		El-KK sağ	El-KK sol	SS-y	AS-y	SS-iş	AS-iş	SS-AnG	AS- AnG
Kız	Boy	0,583**	0,500**	-0,032	0,278	0,444**	0,658**	0,619**	0,727**
	VA	0,532**	0,502**	-0,304	-0,159	0,442**	0,539**	0,807**	0,825**
	VKİ	0,346*	0,359*	-0,365*	-0,355*	0,292	0,292	0,647**	0,609**
Erkek	Boy	0,308	0,352*	0,444**	0,270	0,631**	0,517**	0,672**	0,588**
	VA	0,686**	0,679**	0,315	0,354*	0,769**	0,807**	0,900**	0,918**
	VKİ	0,640**	0,606**	0,053	0,252	0,483**	0,631**	0,619**	0,715**

El-KK: el kavrama kuvveti; VA: vücut ağırlığı; VKİ: vücut kitle indeksi; *p<0,05; **p<0,01

Tablo 4. Kız ve erkek öğrencilerde antropometrik veriler ile solunum parametreleri arasındaki ilişki

		FVC	FEV ₁	FEV ₁ /FVC	PEF	FEF ₂₅₋₇₅	MVV
Kız	Boy	0,486**	0,515**	0,065	0,145	0,299	0,332*
	VA	0,510**	0,515**	-0,025	0,426**	0,199	0,434**
	VKİ	0,355*	0,350*	-0,056	0,441**	0,085	0,347*
Erkek	Boy	0,549**	0,494**	0,023	0,361*	0,287	0,380*
	VA	0,687**	0,673**	0,192	0,584**	0,513**	0,470**
	VKİ	0,435**	0,463**	0,224	0,456**	0,425**	0,284

VA: vücut ağırlığı; VKİ: vücut kitle indeksi; *p<0,05; **p<0,01

TARTIŞMA

İncelenen biyomotorik özellikler için (sağ ve sol el kavrama kuvveti, dikey sıçrama yüksekliği ve anaerobik güç çıktısı) kız ve erkek gruplar arasında önemli fark bulunmuştur. FEV₁/FVC (%) değerleri her iki grupta benzer bulunmuştur, ancak incelenen diğer solunum parametreleri (FVC, FEV₁, PEF, FEF₂₅₋₇₅ ve MVV) için gruplar arasında önemli fark tespit edilmiştir. Her iki grupta el kavrama kuvveti (sağ ve sol) ile VA ve VKİ değerlerinin birbiriyle ilişkili olduğu, ayrıca her iki grupta antropometrik özellikler ile anaerobik güç çıktısı değerleri arasında önemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. FVC ve FEV₁ değerleri ile antropometrik özellikler arasında her iki grupta istatistiksel olarak önemli ilişki kaydedilmiştir.

Belirli sportif aktivitelerde başarılı olmak için belirli bazı motor becerilere sahip olunması gerektiği vurgulanmıştır. Özellikle top ile oynanan oyunlarda (hentbol, basketbol vb.) sporcu ellerini kullanması gerektiğinden, el kavrama kuvveti performans için önemli rol

oynayabilir. Birçok çalışmada el kavrama kuvveti ile izokinetik quadriceps kuvveti arasında önemli ilişki olduğu belirlenmiştir ($r = 0,84$ ve $0,85$) (Holm ve ark., 2008). Hill ve ark. (1996) el kavrama kuvvetinin düşük hızlardaki izokinetik kuvvetini oldukça iyi öngörebileceğini göstermişlerdir. El kavrama kuvvetinin maksimum üst ve alt vücut kuvvet değerleri ile ilişkili olduğu (Milliken ve ark., 2008; Cohen ve ark., 2010) ayrıca tüm vücut kuvvet değerleri ile de ilişkili olduğu gösterilmiştir ($r = 0,736$ ve $0,890$) (Wind ve ark., 2010). Bu araştırma sonuçlarına göre el kavrama kuvveti (sağ ve sol) ile antropometrik özellikler (boy, VA ve VKİ) arasında önemli ilişki tespit edilmiştir ($r = 0,346$ ile $r = 0,583$ arasında; $p < 0,05$ ve $p < 0,01$). Koley ve ark. (2011) bayan hentbol oyuncularında benzer sonuçlar kaydetmişlerdir ve sağ - sol el kavrama kuvveti ile boy, VA ve VKİ değerleri arasında önemli ilişki tespit etmişlerdir ($r = 0,23$ ile $r = 0,39$ arasında; $p < 0,05$ ve $p < 0,01$). Buna karşın benzer bir ilişki kontrol grubunda gözlenmemiştir (Koley ve ark., 2011).

Bu çalışmada kız ve erkek grupları sıçrama yüksekliği açısından karşılaştırıldığında iki grup arasında önemli fark tespit edilmiştir. Sıçrama ile ilgili incelenen tüm değişkenler (sıçrama yüksekliği, toplam iş ve anaerobik güç değerleri) erkeklerde daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışma bulguları ile uyumlu olarak adölesan Alp disiplini kayakçılarında kız (yaş ortalaması: $14,9 \pm 1,0$) ve erkek (yaş ortalaması: $14,6 \pm 1,1$) sporcular arasından AS yükseklik değerlerinin önemli derecede farklı olduğu belirtilmiştir (sırasıyla: $29,8 \pm 2,6$ cm / $34,4 \pm 7,7$ cm) (Emeterio ve Gonzalez – Badillo, 2010). Kız ve erkek çocuk grupları karşılaştırıldığında, ölçülen sıçrama yükseklikleri açısından, 12 yaş öncesinde cinsiyetler arasında anlamlı fark olmadığını göstermektedir (Çakır-Atabek ve ark., 2010). Genç uzun mesafe koşucularında 13 yaş öncesinde nöromuskular çeviklik ve patlayıcılık – güç değerlerinde cinsiyetler arası farklılığın zayıf olduğu rapor edilmiştir (Eisenmann ve Malina, 2003). Bununla birlikte cinsel olgunluğun erkek çocuklarında fiziksel uygunluk ölçümleri üzerine daha geniş etkiye sahip olduğu fakat kız çocuklarında daha az etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Jones ve ark., 2000). Bu çalışmaya 15-17 yaş grubu kız ve erkek öğrenciler katılmıştır. Sıçrama ile ilgili incelenen tüm değişkenler için tespit edilen erkekler lehine önemli fark cinsel olgunluğa bağlı oluşan hormonal değişimler ile ve özellikle de kuvvet artışı için önemli olduğu bilinen erkeklerdeki testosteron hormonunun salınımı ile açıklanabilir.

Bu çalışmada FEV₁/FVC (%) değerleri her iki grupta benzer bulunmuştur ($p > 0,05$; Şekil 3), ancak incelenen diğer solunum parametreleri (FVC, FEV₁, PEF, FEF₂₅₋₇₅ ve MVV) için gruplar arasında önemli fark tespit edilmiştir; erkek çocuklarda daha yüksek değerler kaydedilmiştir. Benzer şekilde haftada 8-12 saat açık havada yüzme antrenmanı yapan 12-15

yaş arası çocuklarda (yaş ortalaması: $13,8 \pm 0,95$ yıl; $n=10$ kız; $n=10$ erkek) FVC, FEV₁, FEF₂₅₋₅₀ ve PEF değerleri erkek çocuklarda önemli miktarda yüksek bulunmuştur. Kız ve erkek çocuklarda sırasıyla FVC değeri $3,12 \pm 0,46$ ve $4,16 \pm 0,69$ ($p<0,001$); FEV₁ değeri $2,60 \pm 1,22$ ve $3,93 \pm 0,50$ ($p<0,001$); FEF₂₅₋₅₀ değeri $2,88 \pm 1,50$ ve $4,41 \pm 1,48$ ($p<0,05$); PEF değeri $5,19 \pm 1,83$ ve $7,94 \pm 2,53$ ($p<0,05$) kaydedilmiştir (Fu ve Guo, 2012). Çetin ve ark. (2008) bu çalışmadaki yaş ortalamasına yakın kız ve erkek sporcularını karşılaştırmışlardır (sırasıyla: $16,00 \pm 2,07$ (yıl) ve $15,6 \pm 1,71$ (yıl)) ve benzer sonuçlar elde etmişlerdir; FVC, FEV₁, FEF₂₅₋₇₅ ve MVV değerleri erkek sporcularda önemli miktarda daha yüksek bulunmuştur. İlginç bir şekilde iç ortamda yüzme antrenmanı yapan kız ve erkek çocuklar arasında (yaş ortalaması: $14,32 \pm 1,67$ yıl; $n=11$ kız; $n=11$ erkek) böyle bir fark rapor edilmemiştir (Fu ve Guo, 2012).

10-16 yaş sporcu olmayan (sedanter) çocuklarda 3 ay boyunca uygulanan antrenman programının solunum parametrelerinden FVC, FEV₁ değerleri üzerine etkisinin olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir (Taşgın ve Dönmez, 2009). Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Sarı ve ark., 1981; Erdil ve ark., 1984; Ergen, 1983). Bizim araştırma bulgularımıza göre 15-17 yaş erkek çocukların FVC, FEV₁, PEF değerleri 3 ay düzenli antrenman yapan 10-16 yaş erkek çocuklardan elde edilen değerlerden yüksek olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla FVC: $5,03 \pm 0,75$ karşın $2,40 \pm 0,17$; FEV₁: $4,20 \pm 0,74$ karşın $2,40 \pm 0,16$; PEF: $7,64 \pm 1,72$ karşın $6,058 \pm 0,32$) (Taşgın ve Dönmez, 2009). Ayrıca araştırma bulgularımıza göre spor yapan kız öğrencilerden elde edilen FVC ve FEV₁ değerlerinin badminton milli takım düzeyinde yarışan bayan sporcuların (yaş ortalaması: $15,06 \pm 0,92$ yıl) FVC ve FEV₁ değerlerine benzer olduğu kaydedilmiştir (sırasıyla FVC: $3,72 \pm 0,57$ / $3,49 \pm 0,30$; FEV₁: $3,10 \pm 0,46$ / $3,26 \pm 0,30$) (Poyraz ve Demirkan, 2011). 10-14 yaş grubu kız sporcularda, haftada beş kez olmak üzere bir yıl süreyle 7 millik koşu antrenmanı uygulanmıştır ve bunun sonucunda FVC değeri 2,35 L olarak kaydedilmiştir (Van Zant ve Kuzma, 1993). Bu değer bu çalışmada kız çocuklarından elde edilen FVC değerinden (3,72 L) oldukça düşüktür. Çocuklarda solunum parametrelerine, fizyolojik gelişimin egzersizden daha fazla etkili olabileceği bildirilmiş ve egzersizin solunum parametrelerine fazla etkili olamayabileceği belirtilmiştir (Sarı ve ark., 1981; Ergen, 1983). Moğulkoç ve ark. (1997) yaptığı çalışmada kontrol grubunun FEV₁% değeri $86,26 \pm 4,20$ L, atletizm grubunun $86,56 \pm 4,21$ L, basketbol grubunun $88,29 \pm 3,90$ L olarak kaydedilmiş ve gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Benzer şekilde FVC, FEV₁, PEF ve FEV₁/FVC değerleri farklı spor branşlarında antrenman yapan sporcu grupları arasında karşılaştırılmıştır ve gruplar

arasında önemli fark bulunmamıştır [24-26 yaş arasındaki güreş ve basketbol sporcu grupları (Kara ve ark., 2010); 10-12 yaş arasındaki futbol ve badminton sporcu grupları (Kürkçü ve ark., 2009); yaş ortalaması 10,8 yıl olan futbol ve judo sporcu grupları ile kontrol grubu (Triki ve ark., 2013)].

Sağlıklı erkek çocuklarda (yaş ortalaması: $15,9 \pm 1,4$ yıl, VKİ: $19,51 \pm 1,23$ kg/m²) FVC $3,43 \pm 0,52$; FEV₁ $3,2 \pm 0,42$; FEV₁/FVC $93,6 \pm 5,96$; FEF₂₅₋₇₅ $4,76 \pm 1,35$ ve MVV $148,96 \pm 29,04$ olarak kaydedilmiştir (Paralıklar ve ark., 2012). Sözü edilen çalışmada boy ile FEV₁, FVC ve PEF değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur (sırasıyla: $r=0,54$; $r=0,60$; $r=0,45$; $p<0,001$) (Paralıklar ve ark., 2012). Ayrıca Triki ve ark. (2013) yaptığı çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur; futbol oynayan ve judo yapan sağlıklı ergenlik öncesi erkek çocuklarında boy ile FVC ve FEV₁ değerleri arasında önemli ilişki bulunmuştur ($r=0,63-0,73$; $p<0,05$). Bizim çalışma bulgularımıza göre erkek çocuklarında boy ile FEV₁, FVC, PEF ve MVV değerleri arasında önemli ilişki bulunmuştur (sırasıyla: $r=0,494$; $r=0,549$; $r=0,361$; $r=0,380$; $p<0,05$ ve $p<0,01$) ve bu yönü ile literatür bulguları ile uyumludur.

Paralıklar ve ark. (2012) yaptığı çalışmada VA ve VKİ ile FEV₁/FVC, FEF₂₅₋₇₅ ve MVV değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif ilişki bulunmuştur (VA için sırasıyla: $r=-0,48$; $r=-0,31$; $r=-0,38$; $p<0,05$ ve $p<0,01$; VKİ için sırasıyla: $r=-0,52$; $r=-0,50$; $r=-0,43$; $p<0,001$). Bizim çalışma bulgularımıza göre erkek çocuklarda VA ve VKİ ile FVC, FEV₁, PEF, FEF₂₅₋₇₅ ve MVV değerleri arasında pozitif ilişki bulunmuştur (VA için sırasıyla: $r=0,687$; $r=0,673$; $r=0,584$; $r=0,513$; $r=0,470$; $p<0,01$; VKİ için sırasıyla: $r=0,435$; $r=0,463$; $r=0,456$; $r=0,425$; $p<0,01$). Paralıklar ve ark.'nın (2012) çalışma grubu obez ve obez olmayan çocuklardan oluşmaktadır, bizim çalışmamıza sağlıklı ve fiziksel olarak aktif olan erkek çocuklar dâhil edilmiştir ve bu durum bulgulardaki farklılığı açıklayabilir. Triki ve ark. (2013) yaptığı çalışmada futbol oynayan ve judo yapan sağlıklı ergenlik öncesi erkek çocuklarda VA ile FVC ve FEV₁ değerleri arasında pozitif ilişki bulunmuştur ($r=0,49-0,75$; $p<0,05$). Pujszo ve ark. (2013) yaptığı çalışmada $18,2 \pm 0,02$ yıl yaş ortalamasına sahip judo sporcularında aktif doku kütesinin artışıyla FVC, FEV₁ ve PEF değerlerinin de önemli miktarda arttığı kaydedilmiştir (sırasıyla: $R^2=0,61$; $R^2=0,55$, $R^2=0,44$). Solunum parametreleri (FVC, FEV₁ ve PEF) ile boy, VA ve yaş değerleri arasında kaydedilen önemli ilişki bulgusu (Triki ve ark., 2013); çocuklarda boy arttıkça akciğer fonksiyonunun da önemli miktarda arttığını gösteren Trabelsi ve ark. (2004) çalışma bulguları ile uyumludur.

Bu araştırma bulguları okul takımlarında yer alan ve farklı spor branşlarında antrenman yapan 15-17 yaş grubu erkek öğrencilerin aynı yaş grubundaki kız öğrencilerinden daha yüksek FVC, FEV₁, PEF, FEF₂₅₋₇₅ ve MVV değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Bu fark bir yönü ile antrenmanın etkisiyle açıklanabileceği gibi, fiziksel gelişime paralel olarak (boy ve VA artışı) solunum kapasitesindeki artış ile açıklanabileceği düşünülmektedir. Tablo 1’de erkek öğrencilerin önemli düzeyde daha yüksek boy ve VA değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Tablo 4’te de solunum parametreleri ile boy ve VA değerleri arasında pozitif ilişki olduğu gösterilmiştir. Bu yönü ile araştırma bulguları birbirini destekler niteliktedir.

Solunum sistemini oluşturan akciğerlerin ve solunum kapasitesinin yaş, boy, VA ve vücut oranı ile orantılı bir gelişim gösterdiği konusunda fikir birliği vardır (Sevim, 1997). Normal sağlıklı bir kadının akciğer kapasitesi aynı yaş ve ölçülerdeki bir erkeğin akciğer kapasitesinden %10 daha küçüktür. Bununla bağlantılı olarak alveol çapları ve solunum derinliği de erkeklere nazaran daha farklı tespit edilmiştir (Sevim, 1997; Fox ve ark., 1988). Solunum yollarının enine kesiti bayanlarda nispeten daha küçüktür. Vital kapasite daha düşük, istirahat solunum frekansı daha yüksektir. Maksimal istemli solunum kapasitesi maksimal solunum dakika volümü ve maksimal oksijen alımı daha düşüktür (Günay ve ark., 2006). Fizyolojik mekanizmalarla birlikte düşünüldüğünde özellikle ergenlik sonrası yaş grubundaki bayanlarda egzersizin solunum fonksiyonlarını önemli şekilde etkileyeceği kabul edilmektedir (Moğulkoç ve ark., 1997).

SONUÇ

Sonuç olarak solunum parametrelerini inceleyen araştırmalar çoğunlukla erkek çocuklar üzerinde odaklanmıştır ve sıklıkla spor yapan ve yapmayan bireyler karşılaştırılmıştır. Kız ve erkek çocukların karşılaştırıldığı araştırma sayısı sınırlıdır ve bu yönü ile bu araştırmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Gelişimlerini henüz tamamlamamış bireylere uygulanan egzersiz programlarının solunum fonksiyonlarında olumlu bir etki yaptığı yönünde çalışmalar olduğu gibi aksi bildirimler de dikkati çekmektedir. Bu çalışmada incelenen solunum ve biyomotorik özellikler bakımından erkek öğrenciler lehine önemli bir fark tespit edilmiştir. Bu fark spor branşına özgü antrenmanın etkisinden, bireylerin fiziksel gelişiminden (boy ve VA artışı) ya da cinsel olgunluğa bağlı oluşan hormonal değişimlerden (özellikle de erkeklerdeki testosteron hormonunun salınımı) kaynaklanabilir.

Teşekkür: Çalışmaya gönüllü olarak katılan sporculara ve beden eğitimi öğretmenlerine katılımlarından dolayı, Betül Demirayak, Emre Erdoğan ve Can Özyürek'e veri toplama işlemi sırasındaki katkılarından dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

1. Alpay, B., Altuğ, K., Hazar, S. (2007). İlköğretim okul takımlarında yer alan 11-13 yaş grubu öğrencilerin bazı solunum ve dolaşım parametrelerinin spor yapmayan öğrencilerle karşılaştırılarak değerlendirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(17), 22-29.
2. Atan, T., Akyol, P., Çebi, M. (2013). Bireysel sporlarla uğraşan yıldızlar kategorisindeki sporcuların solunum fonksiyonlarının karşılaştırılması. *Dicle Tıp Dergisi*, 40(2), 192-198.
3. Brooks, GA., Fahey, TD., White, TP., Baldwin, KM. (2000). Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications, Mayfield Publishing Company, Mountain View CA,
4. Cohen, DD., Voss, C., Taylor, MJ., Stasinopoulos, DM., Delextrat, A., Sandercock, GR. (2010). Handgrip strength in English schoolchildren. *Acta Paediatr.* 99(7), 1065-1072.
5. Çakır-Atabek, H., Çolak, R., Açıkada, C. (2010). Antrenmanın sıçrama performansı üzerine etkisinin farklı yaş grubu çocuklarda incelenmesi. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 4(2), 116-124.
6. Çakır-Atabek H., Sönmez, AG., Yılmaz, İ. (2009). The relationship between isokinetic strength of knee extensors/flexors, jumping and anaerobic performance. *Isokinetics Exercise Science*. 17(2), 79-83.
7. Çetin, E., Çolak, M., Ateşoğlu, U. (2008). Kayaklı koşucularda dayanıklılık egzersizlerinin normoksi ve hipoksi koşullarda maksimum oksijen tüketimi (Max VO₂) ve bazı solunum parametreleri üzerine etkisi. *Fırat Tıp Dergisi*. 13(1), 18-23.
8. Eisenmann, JC., Malina, RM. (2003). Age and sex associated variation in neuromuscular capacities of adolescent distance runners. *J Sports Sci*. 21(7), 551-557.
9. Emeterio, CA., González-Badillo, JJ. (2010). The physical and anthropometric profiles of adolescent alpine skiers and their relationship with sporting rank. *J Strength Cond Res*. 24(4), 1007-1012.
10. Erdil, G., Durusoy, F., İşleyen, Ç., Yolaz, G. (1984). Elit Masa Tenisçilerinin Fizyolojik Kapasite Ölçümleri. *Spor Hekimliği Dergisi*. 19(25), 15-22.

11. Ergen, E. (1983). Egzersiz yapan çocuklarda akciğer volüm değişiklikleri. *Spor Hekimliği Dergisi*. 18(3), 131-141.
12. Fox, EL., Bowers, RW., Foss, ML. (1988). The physiological basis of physical education and athletics, 4th Edition, Philadelphia: Saunders Company Publishing,
13. Fu, FH., Guo, L. (2012). Effects of year-round swim training on selected cardiorespiratory functions of Hong-Kong Junior secondary school students. *Journal of Youth Studies*. 15(2), 178-188.
14. Genuario, SE., Dolgener, FA. (1980). The relationship of isokinetic torque at two speeds to the vertical jump. *Res Q Exerc Sport*. 51:4, 593-598.
15. Günay, M., Tamer, K., Cicioğlu, İ. (2006). Spor fizyolojisi ve performans ölçümleri, Ankara: Baran Ofset,
16. Hill, C., Croce, R., Miller, J., Cleland, F. (1996). Muscle torque relationships between hand-held dynamometry and isokinetic measurements in children ages 9 to 11. *J Strength Cond Res*. 10(2), 77-82.
17. Holm, I., Fredriksen, P., Fosdahl, M., Vollestad, N. (2008). A normative sample of isotonic and isokinetic muscle strength measurements in children 7 to 12 years of age. *Acta Paediatr*. 97(5), 602-607.
18. Jones, MA., Hitchen, PJ., Stratton, G. (2000). The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girls and boys aged 10 to 16 years. *Ann Hum Biol*. 27(1), 57-65.
19. Kara, E., Özal, M., Yavuz, HU. (2010). Elit güreşçi ve basketbolcuların kan ve solunum parametrelerinin karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*. 12(1), 36-41.
20. Koley, S., Kaur, S., Sandhu, J. (2011). Correlations of handgrip strength and some anthropometric variables in Indian inter-university female handball players. *Sports Science Review*. 20(3-4), 57-68.
21. Kürkçü, R., Afyon, YA., Yaman, Ç., Özdağ, S. (2009). 10-12 yaş grubundaki futbolcu ve badmintoncularda bazı fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin karşılaştırılması. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*. 6(1), 547-556.
22. Kürkçü, R., Gökhan, İ. (2011). Hentbol antrenmanlarının 10-13 yaş grubu öğrencilerin bazı solunum ve dolaşım parametreleri üzerine etkileri. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*. 8(1), 135-143.

23. Milliken, LA., Faigenbaum, AD., Loud, RL., Westcott, WL. (2008). Correlates of upper and lower body muscular strength in children. *J Strength Cond Res.* 22:4, 1339-1346.
24. Moğulkoç, R., Baltacı, A., Keleştimur, K., Koç, H., Özdemirli, S. (1997). 16 yaş grubu sporcu genç kızlarda Max VO₂ ve bazı solunum parametreleri üzerine bir araştırma. *Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi.* 2(1), 11.
25. Paralikar, SJ., Kathrotia, RG., Pathak, NR., Jani, MB. (2012). Assessment of pulmonary functions in obese adolescent boys. *Lung India.* 29(3), 236-240.
26. Poyraz, A., Demirkan, AÇ. (2011). Avrupa badminton takım şampiyonasına katılan Türkiye, Avusturya, Belçika, Macaristan milli bayan sporcuların bazı fiziksel ve fizyolojik parametrelerin karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi.* 13(3), 330-339.
27. Pujszo, R., Kuzminska, A., Przybylski, G., Pyskir, M., Pyskir, J., Bannach, M., Adam, A. (2013). The differences in chosen spirometric values of young judo competitors against of the control group as one of the patterns to the improvement the health of the young generation. *Kinesiology and Health.* 13(4), 16-24.
28. Rogers, C. (1990). Exercise physiology laboratory manual. Dubuque IA, WmC Brown Publishers,
29. Sarı, H., Terzioğlu, M., Erdoğan, F. (1981). Farklı spor branşlarındaki sporcular ile sedanter kişilerin istirahat egzersiz ve dinlenmede solunum - dolaşım parametrelerinin karşılaştırılması. *Spor Hekimliği Dergisi.* 16(4), 121-133.
30. Sevim Y. Antrenman Bilgisi, Gazi Büro Kitabevi, Ankara, 1997.
31. Taşgın, E., Dönmez, N. (2009). 10-16 yaş grubu çocuklara uygulanan egzersiz programının solunum parametreleri üzerine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi.* 11(2), 13-16.
32. Trabelsi, Y., Ben Saad, H., Tabka, Z., Gharbi, N., Bouchez Buvry, A., Richalet, JP., Guenard, H. (2004). Spirometric reference values in Tunisian children. *Respiration.* 71(5), 511-8.
33. Triki, M., Rebai, H., Shamssain, M., Masmoudi, K., Fellmann, N., Zouari, H., Zouari, N., Tabka, Z. (2013). Comparative study of aerobic performance between football and judo groups in prepubertal boys. *Asian J Sports Med.* 4(3), 165-74.
34. Van Zant, RS., Kuzma, SH. (1993). Effect of community based exercise and education on individual fitness in a corporate setting. *Res Q Exerc Sport.* 64(Suppl), 46-47.

35. Wind, AE., Takken, T., Helders, PJ., Engelbert, RH. (2010). Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults? *Eur J Pediatr.* 169(3), 281-287.

