

## 12-15 YAŞ ARASI ANTRENMANLI ÇOCUKLARDA CİNSİYET VE YAŞIN LAKTAT VE KALP ATIM HIZI CEVAPLARINA ETKİSİ

Alper GÜVENÇ, Rıdvan ÇOLAK, Caner AÇIKADA

Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

### ÖZET

Bu çalışmada, 12-15 yaş arası çocuklarda cinsiyet ve yaşın farklı koşu hızlarındaki laktat ve KAH değerlerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya yaşları 12-15 yıl arasında değişen 19 erkek (yaş:  $13,74 \pm 1,19$  yıl; vücut ağırlığı:  $52,75 \pm 7,34$  kg.; boy:  $164,45 \pm 8,51$  cm; antrenman yaşı:  $2,03 \pm 0,56$  yıl) ve 12-14 yıl arasında değişen 20 bayan (yaş:  $12,70 \pm 0,86$  yıl; vücut ağırlığı:  $43,85 \pm 5,87$  kg; boy:  $156,16 \pm 6,86$  cm; antrenman yaşı:  $1,75 \pm 0,47$  yıl) orta uzun mesafe koşucusu atlet, toplam 39 sporcu denek olarak katılmıştır. Yükleme protokolünün uygulanması için kapalı spor salonunda her 20 metrede işaretlerin olduğu 100 metrelik dairesel bir koşu parkuru hazırlanmıştır. Deneklerin her sinyal sesinde, parkurun işaretli yerinde olacak şekilde koşmaları sağlanmıştır. Artırmalı yüklenme protokolünde başlangıç hızı 8-10 km/saat olarak uygulanmış ve 2 km/saat artırmalı olarak sporcunun durumuna göre toplam 6 ile 4 artırma yapılmıştır. Denekler 3 dakika boyunca koşu parkurunda koşturulmuş, daha sonra 1 dakikalık dinlenme periyotlarında deneklerin kulak memesinden kan alınarak, fotometrik bir yöntemle laktat değerleri belirlenmiştir. KAH ise yüklenme protokolü süresince 5 saniye aralıklarla test protokolü sonuna kadar sürekli kayıt edilmiştir. Elde edilen laktat ve KAH değerleri kullanılarak, deneklerin laktat-koşu hızı ve KAH-koşu hızı grafikleri çıkarılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, tüm koşu hızlarında ve incelenen yaş aralığındaki bütün yaşlarda laktat ve KAH cevapları açısından kız çocukların ortalama değerleri erkeklerle göre daha fazladır ve 12-14 yaş grubunda cinsiyetler arası farklılık anlamlıdır ( $p < 0,05$ ). Anlamlı fark bulunamamasına rağmen 12-15 yaş arası erkek çocuklarda yaş arttıkça koşu hızlarına verilen laktat cevaplarında azalma eğilimi gözlemlenmiştir. 12-14 yaş arası kız çocukla-

rında yaşı artması ile laktat cevapları belirgin bir şekilde farklılaşmamış, ancak 14 km/saat koşu hızına kadar belirli koşu hızında yaşı artması ile birlikte KAH değerlerinde bir düşüş eğilimi gözlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Çocuklar, Laktat, Kalp atım hızı

**THE EFFECTS OF GENDER AND AGE ON LACTATE AND HEART RATE RESPONSES  
IN 12-15 YEARS OLD TRAINED CHILDREN**

**ABSTRACT**

The purpose of this study was to investigate the effects of gender and age on lactate and heart rate responses to different running velocities in 12-15 years old children. 19 boys aged between 12-15 (age:  $13,74 \pm 1,19$  year; weight:  $52,75 \pm 7,34$  kg.; height:  $164,45 \pm 8,51$  cm; training sta.:  $2,03 \pm 0,56$  year) and 20 girls aged between 12-14 (age:  $12,70 \pm 0,86$  year; weight:  $43,85 \pm 5,87$  kg; height:  $156,16 \pm 6,86$  cm; training sta.:  $1,75 \pm 0,47$  year), totally 39 middle-long distance runners were participated as a subject. For the test protocol, a 100m circular indoor track with 20 m interval markings were used. A signal stimulator was used for the running pace, and signals came with 20 m intervals. Each step of the test protocol lasted 3 minutes with a 1 minute rest interval, where a blood sample was taken from the earlobe for lactate analysis by photometric method. In total there were 4 to 6 steps depending on the athlete and the test started with 8-10 km/h and continued with 2 km/h increments. Heart rate values were recorded every 5 second intervals by Polar watch during the incremental test protocol. By using obtained lactate and heart rate values lactate-running velocity and heart rate-running velocity graphs were drawn for each subject. As a result of comparisons, at all running velocities and all considered age intervals lactate and heart rate responses of the girls were found higher than boys and also gender differences were found significant in 12-14 age group ( $p < 0,05$ ). In boys aged between 12-15 years old there was a tendency in lactate response where as the age increased the lactate levels decreased. In girls aged between 12-14 years old, however contrary to boys lactate response remained similar as the age increased. Unsimilar to lactate responses heart rate showed decrease till the 14 km/h by increase of the age, but this was not significant.

**Key Words:** Children, Lactate, Heart rate

**GİRİŞ**

Çocukların ve gençlerin başlıca özelliği, gözlenebilen bir gelişim süreci içinde olmalarıdır. Gelişim belli safhaları içerir ve sportif antrenmanın bu gelişim süreçlerini dikkate alarak düzenlenmesi çocuğun sağlıklı gelişimi ve sportif gele-

ceği açısından önemlidir. Diğer yandan çocuklarda ve ergenlik dönemindeki genç deneklerde elde edilen fiziksel ve fizyolojik verilerin, gelişimin devam etmesi nedeniyle uygun şekilde analizi ve değerlendirilmesinin araştırmacılar tarafından problemli bir konu olduğu dile ge-

tirilmektedir (Boisseau ve Delemarche, 2000; Naughton, Farpour-Lambert, Carlson, Bradney ve VanPraagh, 2000).

Maksimum oksijen tüketimi ( $VO_{2\text{maks}}$ ), koşu ekonomisi ve belirli bir şiddette cevaben ortaya çıkan laktat cevaplarıyla bağlantılı olarak anaerobik eşik dayanıklılık performansını belirleyen faktörlerdir (Armstrong ve Welsman, 1994; Billat, 1996; Rowland, 1996). Çocuklarda gelişimin belirgin bir şekilde gözlenebildiği 8-16 yaşları arasında relatif  $VO_{2\text{maks}}$  değerleri erkeklerde sabit seyrederken kızlarda hafif bir düşüş eğilimi gözlenilmekte, ancak genel anlamda bu parametre her iki cinsiyette de belirgin bir şekilde değişmemekte, fakat koşu performansı yaş ilerledikçe artmaktadır (Armstrong ve Welsman, 1994; Rowland, 1996). Bununla birlikte, çocuklarda antrenmanın aerobik kapasite üzerindeki etkisinin hızlı uzama döneminden önce önemsenmeyecek kadar az ancak bu dönem sonrası daha etkili olduğu dile getirilmektedir (Borms, 1986; Naughton ve ark., 2000). Dayanıklılık performansı ile ilgili olan koşu ekonomisi de çocuklarda yaşla birlikte gelişebilmektedir (Ariens, Mechelen, Kemper ve Twisk, 1997). Dayanıklılık açısından diğer bir belirleyici parametere ise belirli şiddete cevaben elde edilen laktat cevaplarıdır. Genel olarak kandaki laktat seviyesi; kasılan kasta laktik asit oluşumu ve birikimi, laktik asitin kasta kana geçişi ve laktatın kandan kalp, karaciğer, aktif kaslar ve böbrekler tarafından emilim hızı tarafın-

dan belirlenir (Billat, 1996). Laktat ölçümleri ile kandaki laktat seviyesinin tayini; antrenmanların yönlendirilmesi, antrenman gelişiminin takip edilmesi, yorgunluğun belirlenmesi ve potansiyel performansın bir diğeri ile kıyaslanmasını sağlayabilmektedir (Maglishco, 1993).

Çocuklarda belirli bir egzersiz şiddeti için laktat cevaplarının yetişkinlere kıyasla daha düşük düzeyde olduğu ve gelişimle birlikte laktat düzeylerinin arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Armstrong ve Welsman, 1994; Billat, 1996; Pfitzinger ve Freedson, 1997a; Pfitzinger ve Freedson, 1997b; Rowland, 1993). Ayrıca, birçok araştırmacı antrenmanlı çocuk sporcularda antrenmansız yaşıt hemcinslerine göre yüksek anaerobik eşik değerlerine ve düşük laktat cevaplarına işaret etmektedirler (Cunningham, 1990; Faria, Faria, Roberts ve Yoshimura, 1989; Nudel ve ark., 1989; Wolfe, Washington, Daberkow, Murphy ve Brammel, 1986). Çocuklarda egzersize metabolik cevaplarla ilgili cinsiyet farklılıklarını değerlendiren az sayıda çalışmada ise, erkeklerle göre kız çocuklarda belirli egzersiz şiddeti için daha fazla laktat düzeyleri yada daha düşük anaerobik eşik seviyesi gözleendiği dile getirilmekle birlikte (Reybrouck, Weymans, Stijns, Knops ve VanderHauwaert, 1985; Wirth ve ark., 1978), benzer cevapları bildiren çalışmalar da mevcuttur (Billat, Gratas-Delamarche, Monnier ve Delamarche, 1995; Cooper, Weiler-Ravell, Whipp ve Was-

## Antrenmanlı Çocuklarda Kalp Atım Hızı ve Laktat Cevapları

serman, 1984; Weymans, Reybrouck, Stijns ve Knops, 1985; Williams ve Armstrong, 1991).

Konu ile ilgili ulaşılabilen literatür incelendiğinde, çocuklardaki laktat cevapları açısından genellikle zirve VO<sub>2</sub> sonrası elde edilen laktat değerlerinin veya anaerobik eşığe denk gelen parametrelerin cinsiyetler arası ve kronolojik yaş grupları içerisinde karşılaştırıldığı gözlenmiştir. Buradan hareketle bu çalışmanın amacı; antrenmanlı çocuklarda farklı koşu hızlarındaki laktat ve kalp atım hızı (KAH) cevaplarının eğilimini görerek, submaksimal yüklenmelerde laktat ve KAH cevaplarına cinsiyet ve kronolojik yaş faktörlerinin etkisinin incelenmesidir.

### YÖNTEM

**Denekler:** Çalışmaya yaşları 12-15 yıl arasında değişen 19 erkek (yaş: 13,74±1,19 yıl; vücut ağırlığı: 52,75±7,34 kg; boy: 164,45±8,51 cm;

antrenman yaşı: 2,03±0,56 yıl) ve 12-14 yıl arasında değişen 20 kız (yaş: 12,70±0,86 yıl; vücut ağırlığı: 43,85±5,87 kg; boy: 156,16±6,86 cm; antrenman yaşı: 1,75±0,47 yıl) orta uzun mesafe koşucusu atlet, toplam 39 sporcu denek olarak katılmıştır. Çalışmaya katılan tüm denekler Atletizm'de yetenek modeli oluşturma projesi kapsamında Türkiye'nin değişik illerinden Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokuluna kamp amacı ile gelen ve kendi bölgelerinde yaşit hemcinslerine göre daha iyi derecelere sahip minimum 1 yıl, maksimum 3 yıl antrenman geçmişi olan ve haftada 3 gün düzenli antrenman yapan orta uzun mesafe koşucularıdır. Deneklere ilişkin tanımlayıcı özellikler her yaş grubu ve farklı cinsiyetler için tablo 1'de görülmektedir. Ölçümler Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Kapalı Spor Salonunda sporcular kamp ortamındayken gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 1.** Erkek ve kız çocuklarda farklı yaş gruplarına ilişkin tanımlayıcı özellikler.

	Erkek (n=19)				Kız (n=20)		
	12 yıl	13 yıl	14 yıl	15 yıl	12 yıl	13 yıl	14 yıl
	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$
Vücut Ağırlığı (kg)	42,35±6,54	54,25±5,67	54,80±4,94	56,66±4,20	42,89±6,79	45,43±6,67	44,70±3,07
Boy Uzunluğu (cm)	152,10±7,70	163,99±4,54	167,30±4,15	170,16±4,84	154,91±7,78	158,19±7,24	157,28±4,77
Antrenman Yaşı (yıl)	1,37±0,25	1,87±0,47	2,25±0,28	2,36±0,55	1,50±0,32	2,00±0,41	2,10±0,55

**Veri Toplama Araçları ve İşlem Yolu:**

Boy; stadiometre (Holtain Ltd., England) kullanılarak,  $\pm 1$  mm hata ile ayaklar çıplak ve baş Frankfort düzleminde ölçülmüştür. Vücut ağırlığı; denekler standart spor kıyafeti içerisinde (şort, atlet), ayak kabısız  $\pm 0,1$  kg hata ile baskülde (Tanita TBF 401 A Japan) tespit edilmiştir. Yüklenme protokolünün uygulanması için kapalı spor salonunda her 20 metrede işaretlerin olduğu 100 metrelik dairesel bir koşu parkuru hazırlanmıştır. Deneklerin her sinyal sesinde, parkurun işaretli yerinde olacak şekilde koşmaları sağlanmıştır. Sinyal sesleri ile koşu hızının ayarlanmasında Pro Tmr Esc 1000 Sport Test Timer (Tümer Elektronik, Ankara, Türkiye) cihazından faydalanılmıştır. Artırmalı yüklenme protokolünde başlangıç hızı 8-10 km/saat olarak uygulanmış ve 2 km/saat artırmalı olarak sporcunun durumuna göre toplam 4 ile 6 artırma yaptırılmıştır. Yetişkinlerde egzersize cevaben gözlenen en yüksek laktat seviyesine çalışma bitiminin yaklaşık 5. dakikasından sonra erişilirken, çocuklarda bu sürenin 1. ile 2. dakikalarda olduğu dile getirilmektedir (Armstrong ve Welsman, 1994). Buna neden olarak ise çocukların daha küçük vücut ebatlarına ve kapillerdeki azalmış diffüzyon mesafesine sahip olmaları gösterilmektedir (Armstrong ve Welsman, 1994). Ayrıca yetişkinlerde laktat eşiği değerlerinin belirlenmesi için yapılan artırmalı protokol testlerinde her yüklenme bölümünün genellikle 4 dakika sür-

düğü belirtilmekte ve bu sürenin kaslardan kana yeterli miktarda laktatın difüzyonu için yeterli olabileceği, böylece ölçülen kan laktat değerlerinin egzersiz şiddetini yansıtabileceği bildirilmektedir (Armstrong ve Welsman, 1994). Ancak çocuk ve ergenlerde yüklenme süresinin 3 dakika olarak uygulanmasının doğru bir yaklaşım olabileceği dile getirilmektedir (Armstrong ve Welsman, 1994). Bundan dolayı bu çalışmada 3 dakikalık yüklenme ve 1 dakikalık dinlenme periyotlarından oluşan artırmalı test protokolü uygulanmıştır. Laktat analizi yüklenme protokolünün 1 dakikalık dinlenme periyotlarında deneklerin kulak memesinden bir damla kan ( $50\mu\text{l}$ ) alınarak arteriyel tam kandan fotometrik bir yöntemle (Accusport, Beohringer Mannheim, Germany)  $\pm 0,1$  mmol hassasiyet ile yapılmıştır. Accusport cihazının kan laktat değerlerinin belirlenmesinde geçerli ( $r=0,96$ ) olduğu Bishop (2001), güvenilir ( $r=0,99$ ) olduğu ise Pinnington ve Dawson (2001) tarafından belirtilmektedir (Bishop, 2001; Pinnington ve Dawson, 2001). Kalp atım hızları ise yüklenme protokolü süresince 5 saniye intervaller ile kalp atımlarını hafızaya alabilen Polar Sport Tester (Finland) cihazı ile telemetrik olarak test protokolü sonuna kadar sürekli kayıt edilmiştir. Elde edilen laktat ve KAH değerleri kullanılarak, deneklerin Laktat-Koşu Hızı ve KAH-Koşu Hızı grafikleri çıkarılmıştır. Bu grafiklere her birey ve grup için 3. dereceden polinomal bir davranışa göre eğri fit edilmiş, intra ve

ekstrapolasyon yöntemi uygulanarak fit edilen eğrinin üzerindeki noktalardan gereken durumlarda laktat ve KAH değerleri belirlenmiştir ( $R^2 \geq 0,99$ ).

**Verilerin Analizi:** Farklı koşu hızlarındaki laktat ve kalp atım hızı cevapları açısından cinsiyetler arası karşılaştırmalarda Mann Whitney U Testi kullanılmıştır. Yaş gruplarının karşılaştırılmasında ise Kruskal Wallis Varyans Analizi uygulanmıştır. Kruskal Wallis Varyans Analizi sonuçlarına göre farklı grupların belirlenmesi için ikişerli karşılaştırmalarda Mann Whitney U Testi kullanılmıştır. Uygulanan testlerde yanılma düzeyi  $\alpha=0,05$  olarak alınmıştır.

## BULGULAR

12-14 yaş arasındaki kız ve erkeklerin farklı koşu hızlarındaki laktat ve KAH değerleri tablo 2 ve 3'de ve bunlara ilişkin grafik şekil 1'de görülmektedir. Buna göre tüm koşu hızlarında laktat ve KAH cevapları açısından kız çocukların ortalama değerleri erkeklere göre daha fazladır ve cinsiyetler arası farklılık anlamlıdır ( $p < 0,05$ ). Şekil 1'de erkek çocukların laktat ve KAH eğrilerinin sağa kaydığı, diğer bir deyişle sabit bir koşu hızındaki laktat ve KAH cevaplarının kızlara göre daha düşük olduğu gözlenmiştir.

**Tablo 2.** 12-14 yaş arasındaki erkek ve kız çocukların farklı koşu hızlarındaki laktat (mmol/L) değerlerinin karşılaştırılması.

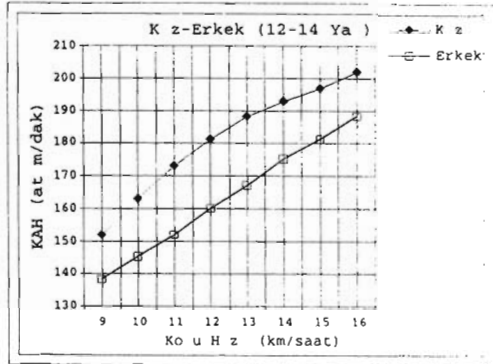
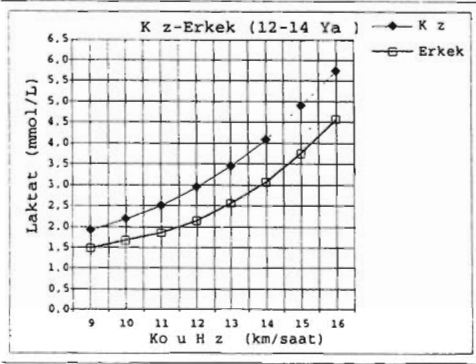
		Cinsiyet		p
		Erkek (n=12)	Kız (n=20)	
		$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	
Koşu Hızları (km/saat)	9	1,48±0,47	1,92±0,59	0,028*
	10	1,66±0,45	2,19±0,60	0,008*
	11	1,85±0,43	2,49±0,64	0,002*
	12	2,13±0,55	2,95±0,88	0,003*
	13	2,56±0,60	3,45±1,12	0,007*
	14	3,06±1,11	4,07±1,21	0,023*
	15	3,75±1,30	4,90±1,47	0,030*
	16	4,55±1,55	5,75±1,74	0,050*

\*  $p < 0,05$

Tablo 3. 2-14 yaş arasındaki erkek ve kız çocukların farklı koşu hızlarındaki kalp atım hızı (atım/dak) değerlerinin karşılaştırılması..

		Cinsiyet		p
		Erkek (n=12)	Kız (n=20)	
		$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	
Koşu Hızları (km/saat)	9	138±15	152±18	0,024*
	10	145±14	163±15	0,001*
	11	152±15	173±13	0,001*
	12	160±16	181±11	0,001*
	13	167±15	188±10	0,000*
	14	175±13	193±8	0,001*
	15	181±13	197±7	0,002*
	16	188±13	202±6	0,003*

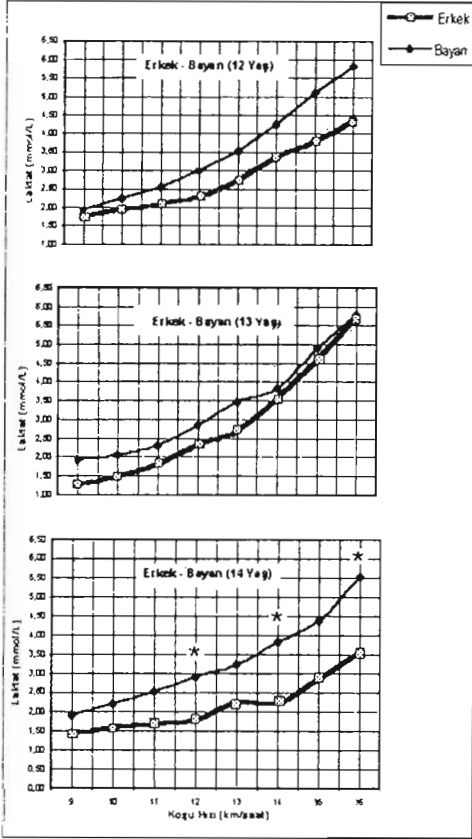
\* p < 0,05



Şekil 1. 12-14 yaş erkek ve kızlarda laktat-hız ve kalp atım hızı-hız grafiği.

Şekil 2 ve 3'de farklı koşu hızlarındaki laktat ve KAH değerleri açısından cinsiyetler arası değişim, aynı yaştaki erkek ve kız çocuklar kendi aralarında karşılaştırılarak ele alınmıştır. 12, 13 ve 14 yaşındaki erkek çocukların aynı yaşlardaki kızlara göre tüm koşu hızlarında laktat

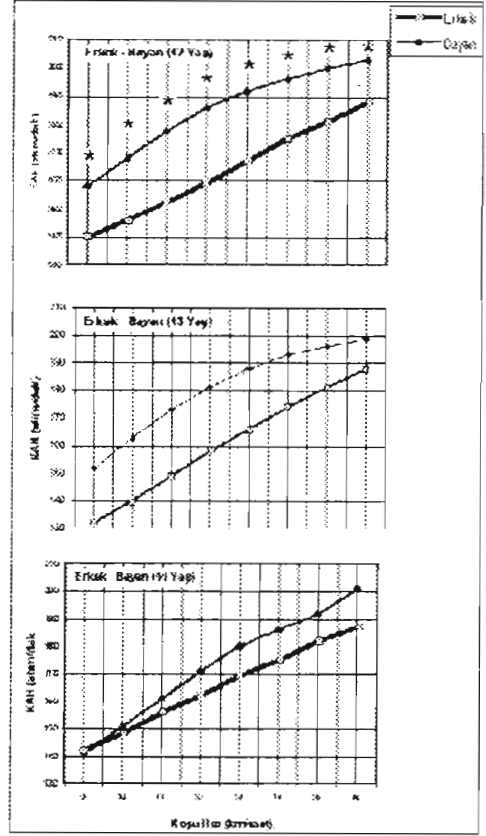
ve KAH cevapları daha düşüktür. Ancak laktat değerleri için istatistiksel açıdan anlamlı fark 14 yaş grubu erkek ve kızlarda 12, 14 ve 16 km/saat koşu hızlarında bulunurken, KAH cevapları açısından 12 yaş grubu kız ve erkeklerde tüm koşu hızlarında tespit edilmiştir (p < 0,05).



\* p < 0,05

Şekil 2. 12-13-14 yaş erkek ve kızlarda laktat-hız grafiği.

12-15 yaş arasındaki erkek çocuklar yaş gruplarına göre kendi içlerinde karşılaştırıldığında ise, tüm koşu hızlarındaki KAH cevaplarında yaşlar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Laktat değerlerinde ise, yaş grupları dikkate alınarak yapılan Kruskal Wallis varyans analizi sonucunda anlamlı fark sadece 14 km/saat koşu hızında belirlenmiştir (p<0,05). Yapılan ikili karşılaştırmalar so-



\* p < 0,05

Şekil 3. 12-13-14 yaş erkek ve kızlarda KAH-hız grafiği.

nucu bu koşu hızındaki laktat değerlerinin 13-14 ve 13-15 yaşlar arasındaki erkek çocuklar arasında farklılaştığı tespit edilmiştir (p<0,05). Şekil 4 incelendiğinde yaş arttıkça koşu hızlarına verilen laktat cevaplarının 12-15 yaş erkek grubunda düştüğü söylenebilir. Ancak KAH cevapları açısından böyle bir eğilim gözlenmemiştir (Şekil 4).



**Tablo 4.** Erkek çocukların yaş gruplarına göre laktat (mmol/L) değerlerinin karşılaştırılması.

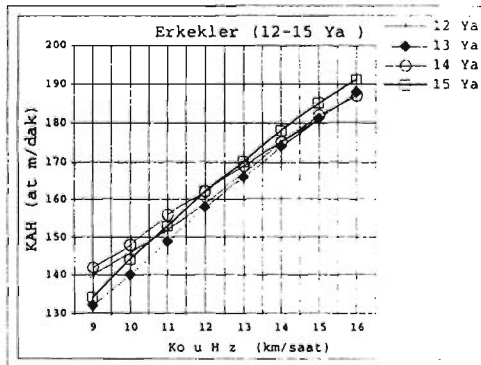
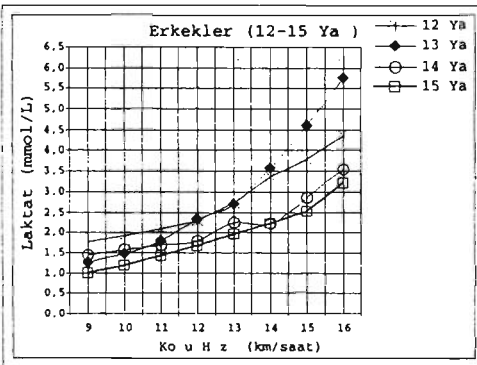
	Yaş Grupları				p	
	12 yıl	13 yıl	14 yıl	15 yıl		
	(n=4)	(n=4)	(n=4)	(n=7)		
	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$		
Koşu Hızları (km/saat)	9	1,76±0,45	1,25±0,40	1,44±0,51	0,99±0,17	0,065
	10	1,93±0,30	1,48±0,45	1,58±0,56	1,17±0,18	0,062
	11	2,09±0,11	1,80±0,50	1,68±0,54	1,43±0,21	0,062
	12	2,30±0,28	2,33±0,71	1,78±0,53	1,67±0,28	0,058
	13	2,74±0,63	2,70±0,57	2,24±0,61	1,94±0,35	0,055
	14	3,38±1,56	3,58±0,71	2,23±0,46	2,21±0,42	0,031*
	15	3,80±1,59	4,60±1,04	2,85±0,70	2,51±0,50	0,057
	16	4,35±1,85	5,75±1,34	3,55±0,53	3,21±0,89	0,075

\* p < 0,05

**Tablo 5.** Erkek çocukların yaş gruplarına göre kalp atım hızı (atım/dak) değerlerinin karşılaştırılması.

	Yaş Grupları				p	
	12 yıl	13 yıl	14 yıl	15 yıl		
	(n=4)	(n=4)	(n=4)	(n=7)		
	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$		
Koşu Hızları (km/saat)	9	140±10	132±17	142±21	134±6	0,483
	10	146±11	140±17	148±16	144±5	0,654
	11	152±12	149±19	156±17	153±5	0,745
	12	159±14	158±22	162±16	162±4	0,852
	13	167±15	166±18	169±16	170±4	0,882
	14	175±15	174±14	175±15	178±3	0,932
	15	181±15	181±14	182±15	185±3	0,888
	16	188±15	188±14	187±14	191±3	0,719

\* p < 0,05



**Şekil 4.** 12-15 yaş erkeklerde yaşlar için laktat-hız ve kalp atım hızı-hız grafiği.

## Antremanlı Çocuklarda Kalp Atım Hızı ve Laktat Cevapları

Tablo 6 ve 7'de ise, 12-14 yaş arasındaki kızların farklı koşu hızlarındaki laktat ve KAH değerleri yaş grupları açısından incelenmiştir. Kızlarda 12, 13 ve 14 yaşlar arası laktat ve KAH cevaplarında anlamlı fark bulunmamıştır. Şekil 5'de de görüldüğü gibi incelenen yaş grubunda-

ki kız çocuklarında yaşın artması ile laktat cevapları belirgin bir biçimde farklılaşmamış, ancak 14 km/saat koşu hızına kadar belirli koşu hızlarında yaşın artması ile birlikte KAH değerlerinde bir düşüş eğilimi gözlenmiştir (Şekil 5).

**Tablo 6.** Kız çocukların yaş gruplarına göre laktat (mmol/L) değerlerinin karşılaştırılması.

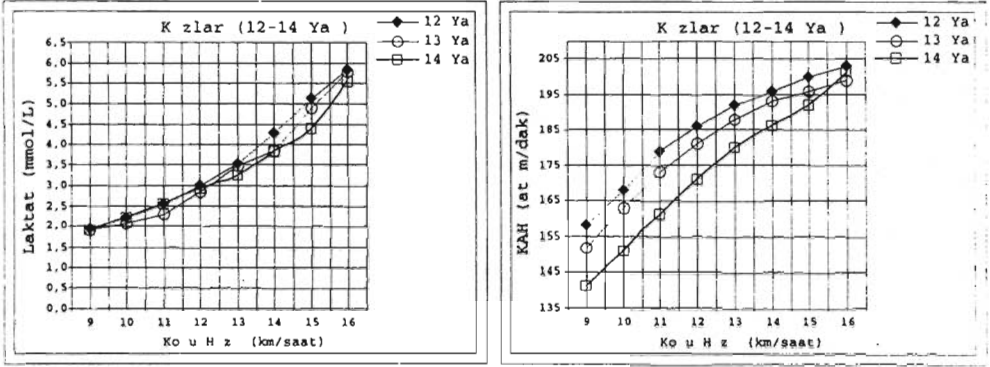
		Yaş Grupları			p
		12 yıl	13 yıl	14 yıl	
		(n=11)	(n=4)	(n=5)	
Koşu Hızları (km/saat)		$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	
	9	1,93±0,67	1,91±0,28	1,91±0,67	0,937
	10	2,23±0,63	2,06±0,32	2,21±0,77	0,805
	11	2,54±0,63	2,30±0,41	2,54±0,88	0,665
	12	3,00±0,74	2,84±1,24	2,91±1,05	0,830
	13	3,54±0,85	3,48±1,95	3,23±1,11	0,682
	14	4,27±0,90	3,84±1,85	3,83±1,45	0,277
	15	5,13±1,23	4,90±1,64	4,39±2,00	0,331
16	5,83±1,67	5,79±1,32	5,54±2,47	0,702	

\* p < 0,05

**Tablo 7.** Kız çocukların yaş gruplarına göre KAH (atım/dak) değerlerinin karşılaştırılması.

		Yaş Grupları			p
		12 yıl	13 yıl	14 yıl	
		(n=11)	(n=4)	(n=5)	
Koşu Hızları (km/saat)		$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	$\bar{x} \pm Ss$	
	9	158±15	152±24	141±15	0,280
	10	168±12	163±20	151±12	0,210
	11	179±11	173±16	161±10	0,074
	12	186±10	181±13	171±10	0,091
	13	192±9	188±9	180±9	0,096
	14	196±8	193±7	187±6	0,127
	15	200±8	196±5	192±6	0,141
16	203±7	199±5	201±2	0,583	

\* p < 0,05



Şekil 5. 12-14 yaş kızlarda yaşlar için laktat-hız ve kalp atım hızı-hız grafiği.

### TARTIŞMA

Çocuk ve ergenlerde egzersizle metabolik cevaplarla ilgili cinsiyet farklılıklarını inceleyen çalışmaların bazılarında, benzer kronolojik yaşta ya da olgunlaşma evresindeki erkeklere göre kız çocuklarda belirli bir şiddete ilişkin laktat cevaplarının daha yüksek düzeyde gözlemlendiği veya anaerobik eşik seviyesinin daha düşük düzeyde oluştuğu bildirilirken (Cumming, Hastman, McCort ve McCullough, 1980; Reybrouck ve ark., 1985; Wirth ve ark., 1978), bazı çalışmalarda cinsiyete ilişkin farklılık gözlenmemiştir (Weymans ve ark., 1985; Cooper ve ark., 1984; Billat ve ark., 1995; Williams ve Armstrong, 1991). Reybrouck ve arkadaşları (1985) yaşları 5-18 yıl arasında değişen antrenmansız erkek ve kız çocuklarda kronolojik yaş ve cinsiyetin anaerobik eşik etkisini inceledikleri çalışmalarında, her iki cinsiyet grubunda da anaerobik eşik ilerleyen kronolojik yaşla birlikte anlamlı ölçüde azaldığını ve

aynı kronolojik yaş gruplarındaki erkek çocuklarda kızlara göre daha yüksek eşik noktalarının gözlemlendiğini bildirmektedirler (Reybrouck ve ark., 1985). Bununla birlikte Armstrong ve Welsman (1994), kız çocuklara göre erkek çocuklarda anaerobik eşik daha yüksek egzersiz şiddetlerinde oluştuğunu ve kız çocuklarda anaerobik metabolizmanın yüklenmenin daha erken safhalarında devreye girebildiğini ifade etmektedirler (Armstrong ve Welsman, 1994). Cumming ve arkadaşlarının (1980) çocukları çeşitli kronolojik yaş gruplarına ayırarak ve aynı kronolojik yaşlardaki kız ve erkek çocukları zirve laktat değerleri açısından karşılaştırdıkları çalışmada ise, 15 yaşına kadar kız çocukların zirve laktat değerlerinin aynı kronolojik yaşta erkek çocuklara göre daha yüksek düzeyde olduğu bildirilmektedir (Cumming ve ark., 1980). Pfitzinger ve Freedson'da (1997a), zirve laktat cevaplarının her iki cinsiyette de ilerleyen kronolojik yaşla

birlikte arttığını ve kız çocuklardaki zirve laktat cevapların aynı kronolojik yaştaki erkeklere göre 16 yaş dönemine kadar yüksek seyrettiğini, ancak 16-20 yaş ergenlik dönemindeki gençlerde erkeklerdeki zirve laktat değerlerin kızlardan daha fazla olabildiğini belirtmektedirler (Pfitzinger ve Freedson, 1997a). Submaksimal egzersizde kan laktat düzeyi ile ilgili, yaşları 8-18 yıl arası değişen 25 erkek, 16 kız yüzücü ile yapılan bir çalışmada ise, kan laktat düzeyleri  $\%70\text{VO}_{2\text{maks}}$  şiddette 15 dakikalık bisiklet egzersizi sonrası tespit edilmiştir. Tanner yöntemi ile olgunluk evrelerine ayrılan gruplarda, erkek çocuklarda; buluş çağı öncesi, buluş çağı ve buluş çağı sonrası kan laktat değerleri sırası ile 2,03; 2,45 ve 3,40 mmol/L olarak belirlenmiş, kız çocuklarda ise 2,41; 2,72 ve 3,43 mmol/L laktat düzeyleri tespit edilmiştir. Kız çocuklarda kan laktat düzeyleri daha yüksek olmasına rağmen cinsiyete ilişkin anlamlı farkın gözlenmediği belirtilmektedir (Wirth ve ark., 1978). Diğer yandan, 11-16 yaş arası erkek ve kız çocukların ikincil cinsiyet özelliklerine göre 5 gruba ayrıldıkları çalışmada; 2,5 mmol/l ve 4,0 mmol/l sabit laktat düzeylerindeki  $\%70\text{VO}_{2\text{maks}}$  açısından olgunluk grupları arasında cinsiyete ilişkin fark bulunmamıştır (Williams ve Armstrong, 1991). Yaş ortalamaları 6, 11 ve 14 yıl olan 52 çocukta yapılan bir araştırmada ise, ilerleyen kronolojik yaşla birlikte anaerobik eşiğin her iki cinsiyet grubunda da azaldığı ancak aynı kronolojik yaş

gruplarında anaerobik eşiğe ilişkin cinsiyetler arası farkın gözlenmediği belirtilmektedir (Weymans ve ark., 1985). Cooper ve arkadaşlarının (1984) 6-17 yaş arası 51 kız, 58 erkek çocukla yaptıkları çalışmada ise benzer olgunluk evrelerindeki kız ve erkek çocuklara ilişkin anaerobik eşik değerlerinin farksız olduğu gözlenmiştir (Cooper ve ark., 1984). Billat ve arkadaşları da (1995) ortalama yaşları 12 yıl olan benzer olgunluk evrelerindeki 6 erkek, 7 kız çocukta maksimal laktat sabit durumundaki (MLSS) koşu hızı açısından cinsiyetler arası farkın olmadığını bildirmektedirler (Billat ve ark., 1995).

Bu çalışmada ise, Cumming ve ark., (1980), Reybrouck ve ark., (1985) ve Wirth ve arkadaşlarının (1978) bulguları ile paralel olarak, farklı koşu hızlarında laktat ve KAH değerleri açısından, gerek 12-14 yaş grubundaki erkek ve kız çocukları genel olarak karşılaştırıldığında, gerekse 12, 13 ve 14 yaşlarındaki cinsiyet farklılıkları ayrıca ele alındığında, kız çocuklarındaki laktat ve KAH cevaplarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bulgular bölümündeki şekil 1, 2 ve 3 incelendiğinde 12-14 yaş grubundaki ve aynı kronolojik yaşlardaki erkeklerin laktat-hız ve KAH-hız eğrilerinin kızlara göre daha sağda olduğu görülmektedir. Bu eğrilerin sağa kayması, aynı yüklenme şiddetinde daha az laktat ve KAH cevabı anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle, 12-14 yaş erkeklerin belirli eg-

zersiz şiddetlerinde kızlara göre daha az zorlandığını söyleyebilmek, elde edilen laktat ve KAH cevapları göz önünde bulundurulduğunda mümkündür. Bu çalışmada laktat ve KAH kinetiği açısından cinsiyet grupları arasında gözlenen farklılıklarda antrenman tarzı ve geçmişindeki bireysel değişkenliklerde etken faktör olabilir. Ancak, cinsiyet grupları gerek 12-14 yaş olarak genel (12-14 yaş arası erkeklerin antrenman yaşı ortalaması:  $1,83 \pm 0,49$  yıl; 12-14 yaş arası kızların antrenman yaşı ortalaması:  $1,76 \pm 0,47$  yıl), gerekse benzer kronolojik yaşlar açısından ayrı ayrı ele alınıp karşılaştırıldığında (tablo1), antrenman yaşı açısından benzerdir. Ayrıca tüm deneklerin orta uzun mesafe koşucusu olması ve denek grubunun minimum 1 yıl antrenman yaşı olan ve haftada 3 gün düzenli antrenman yapan sporculardan oluşması, laktat ve KAH cevaplarında gözlenen cinsiyet farklılıklarının antrenman tarzı ve geçmişindeki değişkenlikten çok kızların benzer kronolojik yaşlardaki erkeklere oranla önde olan olgunlaşma statülerinden kaynaklanabileceği izlenimini uyandırmaktadır.

Maksimal ve submaksimal egzersizlere cevaben, yetişkinlere oranla çocuklarda daha düşük laktat konsantrasyonlarının gözleendiği birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Armstrong ve Welsman, 1994; Billat, 1996; Pfitzinger ve Freedson, 1997a; Pfitzinger ve Freedson, 1997b; Rowland, 1993). Çocuk

ve yetişkinler arasındaki bu farklılığın nedenleri; çocuklarda, düşük kas glikojen konsantrasyonu ve glikolitik enzim aktiviteleri ve yüksek ya da benzer olan oksidatif enzim aktiviteleri, kaslardaki artmış kan akımı, kas içi trigliserit konsantrasyonu ve yağ kullanımı olarak özetlenebilmekle birlikte (Armstrong ve Welsman, 1994; Pfitzinger ve Freedson, 1997a; Pfitzinger ve Freedson, 1997b), konu ile ilgili çalışmalar çocuklardaki kas glikojen konsantrasyonu ve glikolitik ve oksidatif enzim aktivitelerindeki farklılıklar üzerinde yoğunlaşmıştır (Berg, Kim ve Keul, 1986; Fournier ve ark., 1982; Haralambie, 1982; Pfitzinger ve Freedson, 1997b; Rowland, 1996; Zanconato, Buchtal, Barstow ve Cooper, 1993). Ayrıca çocuklarda kronolojik yaşın ilerlemesi ile birlikte laktat değerlerinin yetişkinlerde gözlenen düzeylere doğru arttığı da ifade edilmektedir (Armstrong ve Welsman, 1994; Pfitzinger ve Freedson, 1997a; Pfitzinger ve Freedson, 1997b). Bu durum, çocuklarda glikolitik enzimlerdeki aktivite düzeyinin kronolojik yaş ve olgunlaşma ile birlikte yükselmesi nedeniyle, egzersiz sırasında glikojenden faydalanma oranının artması şeklinde açıklanmaktadır (Armstrong ve Welsman, 1994; Berg ve ark., 1986; Rowland, 1996; Zanconato ve ark., 1993). Uzunlamasına bir çalışmada, yaş ortalaması 10,3 yıl olan 13 erkek çocukta laktat-şiddet eğrisinden laktat eğiği belirlenmiş ve hem relatif oksijen tüketimi

hem de %VO<sub>2</sub>maks olarak ilerleyen kronolojik yaşla birlikte anaerobik eşiğin azaldığı, laktat cevaplarının ise arttığı gözlenmiştir. Ayrıca gastroknemius kasının soleus kasına oranında yaşla birlikte artış gözleendiğinden, TipII/TipI oranındaki artışa bağlı olarak laktat üretiminin artabileceği sonucu önerilmektedir. Çünkü TipII kas lifleri piruvat'ın laktata indirgenmesini sağlayan LDH enzimi bakımından zengindir (Pfitzinger ve Freedson, 1997b). Armstrong ve Welsman (1994), kaslardaki ATP ve CP miktarının çocuk ve yetişkinlerde benzerlik gösterdiğini, ancak 33 erkek çocukta glikojen miktarının yetişkinlerden daha düşük düzeyde olduğunu ve glikojen miktarının yaş arttıkça arttığını bildirmektedirler (Armstrong ve Welsman, 1994). Yetişkinlerle 11-15 yaş erkek çocukların karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada ise, çocukların maksimal kas laktat konsantrasyonlarının daha düşük düzeyde olduğu belirtilmekte ve bu sonuç anaerobik glikolizde anahtar enzim olan PFK enzim aktivitesinin çocuklarda daha düşük oranlarda gözlenmesine bağlı olarak laktat üretme yeteneğinin sınırlılığına atfedilmektedir (Rowland, 1996). Bununla birlikte, çeşitli araştırmacılar antrenmanlı çocuk sporcularda antrenmansız yaşıt hemcinslerine göre yüksek anaerobik eşik değerlerine ve düşük laktat cevaplarına işaret etmektedirler (Cunningham, 1990; Faria ve ark., 1989; Nudel ve ark., 1989; Wolfe ve ark., 1986). Mahon ve Vaccaro (1989), yaşları 10-14 yıl arasın-

daki 16 erkek çocuğu antrenman ve kontrol gruplarına ayırarak yaptıkları çalışmada; yeterli sıklık, şiddet ve hacimde yapılan 8 haftalık dayanıklılık antrenmanlarının çocuklarda anaerobik eşiği anlamlı ölçüde arttırabildiğini göstermişlerdir (Mahon ve Vaccaro, 1989). Paterson, McLellan, Stella ve Cunningham (1987) ise 18 antrenmanlı erkek çocukta 10,8 yaşından 14,8 yaşına kadar 5 yıl süresince her yıl anaerobik eşiği belirledikleri uzunlamasına çalışmada; anaerobik eşiğin ilerleyen kronolojik yaşla birlikte arttığını belirtmekte ve deneklerin bu süre boyunca farklı spor dallarında antrene edilmesinin elde edilen sonuçlar üzerinde etken olabileceğini önermektedirler (Paterson ve ark., 1987). Çocuklarda antrenmanla birlikte iskelet kasındaki enzim değişiklikleri antrenmanın tarzına özgü olmakla birlikte yetişkinlere göre değişim büyüklüğü açısından farklı ancak değişim yönü açısından benzerlik gösterebilmektedir (Fournier ve ark., 1982). Fournier ve arkadaşlarının (1982), buluş çağı sonrası 12 erkek çocukta 3 aylık sprint ve dayanıklılık antrenmanlarının vastus lateralis kasındaki PFK ve SDH enzim aktivitelerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, dayanıklılık grubu SDH aktivitesi %42 oranında artarken PFK aktivitesindeki değişim anlamlı değildir. Sprint grubunda ise SDH aktivitesindeki artış anlamlı değilken PFK aktivitesinde %21 oranında anlamlı artış gözlenmiştir (Fournier ve ark., 1982).

Çeşitli araştırmacılar antrenmansız çocuklarda belirli bir egzersiz şiddetinde gözlenen laktat cevaplarının antrenmansız yetişkinlerden daha düşük düzeyde olduğunu ve antrenmansız çocuklarda kronolojik yaşın ilerlemesi ile birlikte laktat düzeylerinin arttığını bildirmektedirler (Armstrong ve Welsman, 1994; Billat, 1996; Pfitzinger ve Freedson, 1997a; Pfitzinger ve Freedson, 1997b; Rowland, 1993). Ancak bunun aksine bu çalışmada Paterson ve arkadaşlarının (1987) bulgularına paralel olarak ilerleyen kronolojik yaşla birlikte belirli bir egzersiz şiddeti için azalan laktat cevabı özellikle erkek çocuklarda gözlenirken, KAH cevaplarına ilişkin benzer bir eğilim tespit edilmemiştir. 12-14 yaş arası kız çocuklarda ise 14 km/saat koşu hızına kadar belirli bir koşu hızında yaşın artması ile birlikte KAH değerlerinde bir düşüş eğilimi ve 13 km/saat koşu hızından sonra laktat cevaplarında kronolojik yaşın artması ile birlikte azalma eğilimi gözlenmiştir. Bu çalışmadaki denek grubu 1 yıl minimum antrenman yaşları olan ve haftada 3 gün düzenli antrenman yapan orta uzun mesafe koşucusu atletlerden oluşmaktadır. Ayrıca her iki cinsiyet grubunu oluşturan deneklerde de ilerleyen kronolojik yaş ile birlikte antrenman yaşında da artma eğilimi tablo 1'de görülmektedir. Deneklerin hedef branşları benzer olmasına rağmen takip ettikleri antrenman programlarının farklılaşması mümkündür. Ancak orta uzun mesafe koşularında büyük ölçüde dayanıklılık

özelliği ön plandadır. Dolayısı ile bu çalışma sonucunda gözlenen artan kronolojik yaşla birlikte laktat cevaplarındaki azalma eğiliminde; minimum 1 yıllık süre için düzenli olarak sürdürülen branşa özgü antrenman ve ilerleyen kronolojik yaş ile birlikte artan antrenman yaşının etkisinden bahsetmek olasıdır. Diğer yandan yukarıda da belirtildiği üzere çeşitli araştırmacılar normal gelişim sürecinin antrenmansız çocuklardaki laktat kinetiğine etkisini, ilerleyen yaşla birlikte artan laktat cevapları olarak bildirmektedirler (Armstrong ve Welsman, 1994; Pfitzinger ve Freedson, 1997a; Pfitzinger ve Freedson, 1997b). Bu çalışmada ise antrenmanlı ve antrenman yaşları ilerleyen kronolojik yaş ile birlikte artan çocuklar söz konusu olduğundan elde edilen bulgular üzerinde normal gelişim sürecinin dayattığı etkiden ziyade, bu etkiyi maskeleyişi düşünülen antrenmanın etkisinden bahsetmek daha önemli ve olası bir sonuç olarak gözükmektedir. Nitekim antrenmansız çocuklarla çalışan diğer araştırmacıların elde ettikleri bulguların aksine, Paterson ve arkadaşları (1987) 11-15 yaşlar arası antrenmanlı çocuklarda anaerobik eşiğin ilerleyen kronolojik yaşla birlikte arttığını ve deneklerin bu süre boyunca farklı spor dallarında antrene edilmesinin ve kronolojik yaşla birlikte antrenman yaşlarının da artmasının sonuçlar üzerinde etken olabileceğini önermektedirler (Paterson ve ark., 1987). Her ne kadar antrenman ve gelişimin egzersize metabolik cevaplar

üzerine birlikte yarattığı etkiler karmaşık ise de, antrenmansız çocuklardaki laktat kinetiğine normal gelişim sürecinin dayattığı en önemli etki; gelişimle birlikte kaslardaki glikolitik enzim aktivitelerinin ve glikojen miktarının artması ve egzersiz esnasında glikojenden faydalanma oranının yükselmesi sonucunda belirli egzersiz şiddetinde laktat cevabının ilerleyen yaşla birlikte artması şeklinde özetlenmektedir (Armstrong ve Welsman, 1994; Berg ve ark., 1986; Rowland, 1996; Zanconato ve ark., 1993). Burada ise speküle edilebilecek muhtemel etki, branşa özgü minimum 1 yıllık antrenman sonucunda ve artan antrenman geçmişine bağlı olarak oksidatif kapasitenin veya koşu ekonomisinin normal gelişim sürecinin laktat cevapları üzerine dayattığı etkiyi maskeleyebilecek ölçüde gelişmiş olabileceğidir.

Sonuç olarak, 12-14 yaş arası antrenmanlı çocuklarda belirli egzersiz şiddeti için erkek çocukların laktat ve KAH cevaplarının kızlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca özellikle erkek çocuklarda belirginleşmekle birlikte her iki cinsiyet grubunda da kronolojik yaşın artması ile birlikte belirli egzersiz şiddetlerinde azalan laktat cevabı eğiliminden bahsetmek bu araştırma kapsamındaki antrenmanlı çocuklar için doğru bir yaklaşım olarak gözükmektedir. Bu sebeplerden dolayı çocuklara yönelik antrenman planlamalarında 12-15 yaş arası çocukların gerek hemcinsleri içeri-

sinde ilerleyen kronolojik yaşla, gerekse cinsiyetler arası benzer kronolojik yaşlar şeklinde beraber ele alınmaması ve cinsiyet ve kronolojik yaş faktörlerinin antrenörler ve eğitimciler tarafından planlamada dikkate alınması gerektiği söylenebilir.

*Yazışma Adresi (Corresponding Address):*

Alpay Güvenç,  
Hacettepe Üniversitesi,  
Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu,  
06532 Beytepe / ANKARA  
*Elektronik posta: alpayguvenc@hotmail.com*

**KAYNAKLAR**

- Ariens, G.A.M., Mechelen, W.V., Kemper, H.C.G. & Twisk, J.W.R. (1997). The longitudinal development of running economy in males and females aged between 13-27 years: The Amsterdam growth and health study. **Eur. J. Appl. Physiol.** 76; 214-220.
- Armstrong, N. & Welsman, J.R. (1994). Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. **Exercise Sports Science Rev.** 22; 435-476.
- Berg, A., Kim, S.S. & Keul, J. (1986). Skeletal muscle enzyme activities in healthy young subjects. **Int. J. Sports Med.** 7; 236-39.
- Billat, L.V., Gratas-Delamarche, A., Monnier, M. & Delamarche, P. (1995). A test to approach maximal lactate steady-state in 12-year old boys and girls. **Arch Physiol Biochem.** 103(1); 65-72.
- Billat, L.V. (1996). Use of blood lactate me-



- asurements for prediction of exercise performance and for control of training "Recommendations for long-distance running". **Sports Med.** Sep; 22(3); 157-172.
- Bishop, D. (2001). Evaluation of the accusport lactate analyser. **Int. J. Sports Med.** 22(7); 525-530.
- Boisseau, N. & Delemarche, P. (2000). Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. **Sports Med.** Dec: 30(6), 405-422.
- Borms, J. (1986). The child and exercise: an overview. **J. and Sports Sci.** 4, 3-20.
- Cooper, D.M., Weiler-Ravell, D., Whipp, B.J. & Wasserman, K. (1984). Aerobic parameters of exercise as a function of body size during growth in children. **J. Appl. Physiol.** 56 (3); 628-34.
- Cumming, G.R., Hastman, L., McCort, J. & McCullough, S. (1980). High serum lactates do occur in children after maximal work. **Int. J. Sports Med.** 1; 66-69.
- Cunningham, L.N. (1990). Relationship of running economy, ventilatory threshold, and maximal O<sub>2</sub> consumption to running performance in high school females. **Res. Q.** 61; 369-74.
- Faria, I.E., Faria, E.W., Roberts, S. & Yoshimura, D. (1989). Comparison of physical and physiological characteristics in elite young and mature cyclists. **Res. Q.** 60; 388-95.
- Fournier, M., Ricci, J., Taylor, A.W., Ferguson, R.J., Montpetit, R.R. & Chaitman, B.R. (1982). Skeletal muscle adaptation in adolescent boys: sprint and endurance training and detraining. **Med. Sci. Sports Exerc.** 14; 453-56.
- Haralambie, G. (1982). Enzyme activities in skeletal muscle of 13-15 year old adolescents. **Bul. Eur. Physio. Respir.** 18 (1); 65-74.
- Maglischo, W.E. (1993). **Swimming Even Faster.** California Mayfield Pup.Company.
- Mahon, A.D. & Vaccaro, P. (1989). Ventilatory threshold and VO<sub>2</sub>max changes in children following endurance training. **Med. Sci. Sports Exerc.** 21; 425-31.
- Naughton, G., Farpour-Lambert, N.J., Carlson, J., Bradney, M. & VanPraagh, E. (2000). Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes. **Sports Med.** Nov: 30(5); 309-325.
- Nudel, D.B., Hasset, I., Gurian, A., Diamant, S., Weinhouse, E. & Gootman, N. (1989). Young long distance runners. Physiological and psychological characteristics. **Clin. Pediatrics** 28 (1); 500-05.
- Paterson, D.H., McLellan T.M., Stella R.S. & Cunningham D.A. (1987). Longitudinal study of ventilation threshold and maximal O<sub>2</sub> uptake in athletic boys. **J. Appl. Phys.** 62 (5); 2051-2057.
- Pfitzinger, P. & Freedson P. (1997a). Blood lactate responses to exercise in children: Part 1. Peak lactate concentration. **Pediatric Exercise Science.** 9(3); 210-222.
- Pfitzinger, P. & Freedson P. (1997b). Blood lactate responses to exercise in children: Part 2. Lactate threshold. **Pediatric Exercise Science.** 9(4); 299-307.
- Pinnington, H. & Dawson, B. (2001). Exami-

- nation of the validity and reliability of the accusport blood lactate analyser. **J. Sci. Med. Sport.** 4(1); 129-38.
- Reybrouck, T., Weymans, M., Stijns, H., Knops, J. & VanderHauwaert, L. (1985). Ventilatory anaerobic threshold in healthy children. Age and sex differences. **Eur. J. Appl. Physiol.** 54 (3); 278-84.
- Rowland, T.W. (1993). **Peidatric Laboratory Exercise Testing.** Champaign. IL., Human Kinetics.
- Rowland, T.W. (1996). **Developmental Exercise Physiology.** Champaign. IL., Human Kinetics.
- Weymans, M., Reybrouck, T., Stijns, H. & Knops, J. (1985). Influence of age and sex on the ventilatory anaerobic threshold in children. In Binkhorst RA (Eds). **Children and exercise XI.** Champaign, IL.; Human Kinetics; 114-18.
- Williams, J.R., Armstrong. N. (1991). The influence of age and sexual maturation on children's blood lactate responses to exercise. **Pediatr. Exerc. Sci.** 3; 111-120.
- Wirth, A., Trager, E., Scheele, K., Mayer, D., Diehm, K., Reischle, K. & Weicker, H. (1978). Cardiopulmonary adjustment and metabolic response to maximal and submaximal physical exercise of boys and girls at different stages of maturity. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol.** 39(4); 229-40.
- Wolfe, R.R., Washington, R., Daberkow, E., Murphy, J.R. & Brammel, H.L. (1986). Anaerobic threshold as a predictor of athletic performance in prepubertal female runners. **Am. J. Dis. Child.** Sep; 140 (9); 922-24.
- Zanconato, S., Buchtal, S., Barstow, T.J. & Cooper, D.M. (1993). <sup>31</sup>P-magnetic resonance spectroscopy of leg muscle metabolism during exercise in children and adults. **J. Appl. Physiol.** 74 (5); 2214-2218.