

ORİJİNAL ARAŞTIRMA ORIGINAL RESEARCH

DOI: 10.5336/sportsci.2024-107348

Tekerlekli Kayak Sporcularına Uygulanan İnterval Antrenmanların Kan Laktat Seviyeleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi: Deneysel Çalışma

Investigation of the Effect of Interval Training on Blood Lactate Levels of Roller Ski Athletes: An Experimental Study

 Buket SEVİNDİK AKTAŞ^a

^aErzurum Teknik Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Erzurum, Türkiye

ÖZET Amaç: Bu çalışmada, tekerlekli kayak sporcularına yaptırılan interval antrenmanın kan laktat seviyeleri ve kalp atım hızı üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Araştırmaya tekerlekli kayak branşı kapsamında 10 sporcu dâhil edilmiştir. Sporcuların boyları stadiometre ile, vücut ağırlıkları tanita ile, laktik asit (LA) ölçümleri ise laktat analiz cihazları ile yapılmıştır. Sporcuların dinlenik, başlangıç, ara ve son LA ile nabız ölçümleri kaydedilmiştir. Sporculara 4 hafta boyunca haftada 3 kez 1.600 metrelik pistte, maksimum kalp atım hızının %80-90'ında interval antrenman yaptırılmıştır. Ölçümler arasındaki farklılığı bulmak için tek yönlü varyans analizi ve LA ile nabız ilişkisi için Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. **Bulgular:** Kadın sporcuların dinlenik LA seviyelerinin 1-3, 1-4, 2-4. haftalar arasında, ara ve son LA seviyelerinde ise 1-4. haftalar arasında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Erkek sporcuların dinlenik LA seviyelerinde 1-4, 2-4, 3-4. haftalar arasında; ara ve son LA seviyelerinde 1-4. hafta arasında; başlangıç nabızları ise 1-2, 1-3 ve 1-4. haftalar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Sporcuların başlangıç ile dinlenik nabız arasında, başlangıç LA ve dinlenik nabız arasında sırasıyla pozitif yönlü ilişki ($p=0,724$, $p=0,322$); ara nabız ile dinlenik ve başlangıç nabız arasında sırasıyla pozitif yönlü ilişki ($p=0,360$, $p=0,599$); ara LA ile dinlenik ve başlangıç LA arasında sırasıyla pozitif yönlü ilişki ($p=0,450$, $p=0,371$); son nabız ile dinlenik, başlangıç ve ara nabız arasında sırasıyla pozitif yönlü ilişki ($p=0,428$, $p=0,595$, $p=0,932$); son LA ile dinlenik nabız arasında negatif yönlü ilişki ($p=0,325$), dinlenik ve ara LA arasında ise sırasıyla pozitif yönlü ilişki ($p=0,576$, $p=0,714$) tespit edilmiştir. **Sonuç:** Sporculara uygulanan interval antrenmanın laktik asit (LA) ve nabız değerlerinde anlamlı düşüş sağladığı tespit edilmiştir. Bu yöntemin antrenman planlarına dâhil edilmesinin sporcuların performansında artışa katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

ABSTRACT Objective: This study aimed to investigate the effects of interval training on blood lactate levels and heart rate on roller skiers. 10 athletes from the roller skiing branch were included in the study. **Material and Methods:** Ten athletes from the roller skiing branch were included in the study. The athletes' heights were measured using a stadiometer, body weights were measured using a tanita scale, and lactate (LA) levels were measured using lactate analyzers. Resting, initial, intermediate and final LA and pulse measurements of the athletes were recorded. Athletes were given interval training on a 1,600-meter track at 80-90% of their maximum heart rate 3 times a week for 4 weeks. One way analysis of variance was used to find the difference between the measurements and Pearson correlation analysis was used for the relationship between LA and pulse. **Results:** It was found that there was a significant difference in resting LA levels of female athletes between weeks 1-3, 1-4, 2-4 and intermediate and final LA levels between weeks 1-4 ($p<0,05$). In male athletes, there was a significant difference in resting LA levels between weeks 1-4, 2-4 and 3-4; in intermediate and final LA levels between weeks 1-4; and in initial pulse rates between weeks 1-2, 1-3 and 1-4 ($p<0,05$). There was a positive relationship between initial and resting pulse of the athletes, and between initial LA and resting pulse, respectively ($p=0,724$, $p=0,322$); a positive relationship between intermediate pulse and resting and initial pulse, respectively ($p=0,360$, $p=0,599$); a positive relationship between intermediate LA and resting and initial LA, respectively ($p=0,450$, $p=0,371$); a positive correlation was found between the last pulse and resting, initial and intermediate pulses ($p=0,428$, $p=0,595$, $p=0,932$), a negative correlation was found between the last LA and resting pulse ($p=0,325$), and a positive correlation was found between resting and intermediate LA ($p=0,576$, $p=0,714$), respectively. **Conclusion:** It was determined that the interval training applied to the athletes resulted in a significant decrease in lactate (LA) and heart rate values. It is believed that including this method in training plans will contribute to improvements in athletes' performance.

Anahtar Kelimeler: İnterval antrenman; kan laktat seviyesi; nabız; tekerlekli kayak

Keywords: Interval training; blood lactate level; heart rate; roller skiing

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Sevindik Aktaş B. Tekerlekli kayak sporcularına uygulanan interval antrenmanların kan laktat seviyeleri üzerine etkisinin incelenmesi: Deneysel çalışma. Türkiye Klinikleri J Sports Sci. 2025;17(2):121-9.

Correspondence: Buket SEVİNDİK AKTAŞ

Erzurum Teknik Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Erzurum, Türkiye
E-mail: buketsevindik25@gmail.com

Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences.

Received: 07 Dec 2024

Received in revised form: 28 Jan 2025

Accepted: 07 Mar 2025

Available online: 29 May 2025

2146-8885 / Copyright © 2025 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



Tekerlekli kayak, kayaklı koşu sporcularının kar yağışının olmadığı mevsimlerde tercih ettikleri alternatif bir antrenman yöntemi olarak 1930'lu yıllarda İtalya ve Kuzey Avrupa ülkelerinde ortaya çıkmıştır. Zamanla, dünya şampiyonaları ve kupa yarışları düzenlenerek bağımsız bir spor dalı hâline gelmiştir.¹ Kış mevsiminde kar üzerinde kullanılan tekniklerin tekerlekli kayakta da uygulanabilmesi, sporcuların kuvvet ve mesafe çalışmalarını yaz aylarında da sürdürmesine olanak sağlayarak performanslarını artırmalarına katkı sağlamıştır. Literatürde, tekerlekli kayak yapmanın fizyolojik etkilerinin kayaklı koşu ile benzer olduğunu ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır.^{2,3}

İnterval antrenmanlar, yüksek yoğunluklu egzersiz dönemlerini düşük yoğunluklu toparlanma evreleriyle birleştiren protokoller olarak tanımlanır. Bu antrenman yönteminin, dayanıklılık ve güç kazanımını artırmada etkili olduğu ve sporcuların anaerobik kapasitesini geliştirmede önemli bir katkı sağladığı bilinmektedir.⁴ İnterval antrenmanların sporcularda kan laktat seviyeleri üzerindeki etkisi, performansın optimize edilmesi açısından önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Bu tür antrenmanların, laktat birikimini ve geri dönüşümünü nasıl şekillendirdiği, atletik performansın geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Laktat, anaerobik metabolizma sonucu kaslarda biriken bir yan üründür ve yoğun egzersiz sırasında yükselir. Yüksek laktat seviyeleri, kaslarda asidik bir ortam oluşturarak, yorulma ve performans düşüşüne neden olabilir.⁵ Laktat eşiği, bir sporcunun aerobik ve anaerobik enerji sistemlerini ne kadar etkin kullanabildiğini gösteren önemli bir parametredir ve bu eşik, antrenmanlarla geliştirilebilmektedir.⁶ İnterval antrenmanlar, sporcuların laktat toleransını artırarak daha yüksek yoğunluklu egzersizleri sürdürebilme kapasitesini geliştirir ve bu sayede performans üzerinde olumlu etkiler sağlamaktadır.⁷ Tekerlekli kayak gibi yüksek yoğunluk gerektiren sporlarda, interval antrenmanlar sırasında oluşan laktat seviyelerinin etkin bir şekilde yönetimi, hem performansın sürdürülebilirliği hem de antrenman sonrası toparlanma süreçleri açısından kritik bir öneme sahiptir.

Tekerlekli kayak sporcularına uygulanan interval antrenmanların laktat düzeyi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur.^{2,8,9} Türkiye'de kayak sporunun gelişim aşamasında olması nedeniyle, bu alanda yapılan araştırmalar sınırlıdır. Yapılan bu çalışmanın amacı, tekerlekli kayak sporcularına uygulanan 4 haftalık interval antrenmanın kan laktat düzeyi arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Bu araştırma ile, sporcuların antrenman öncesi ve dört haftalık antrenman sürecinde, dinlenik, başlangıç, ara ve son olmak üzere dört farklı aşamada ölçülen kan laktat ve nabız değerleri karşılaştırılarak, uygulanan antrenman yöntemlerinin sporcular için uygunluğu değerlendirilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ

Bu çalışmaya tekerlekli kayak branşı kapsamında yaş aralığı 16-20 yaş aralığında olan 10 (5 Erkek+5 Kadın) sporcu dâhil edilmiştir. Çalışmaya dâhil edilme kriterleri; kendi branşlarında aktif milli sporcu olması, bilinen herhangi hastalığın veya sağlık sorunu olmaması ve çalışmaya katılmaya gönüllü olması şeklinde belirlenmiştir. Çalışmaya katılan sporculara araştırma hakkında bilgi verildikten sonra tüm sporculardan sözlü ve yazılı onam alınmıştır. Araştırma Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yapılmıştır.

VERİLERİN TOPLAMA ARACI

Antropometrik Ölçümler: Sporcuların boyları ± 1 mm hassasiyetindeki (Holtain, Birleşik Krallık) stadiometre ile ölçülmüştür. Sporcuların ağırlık ve beden kitle indeksi (BKİ) değerleri, Tanita marka (BC-418, Tanita, Japonya) vücut kompozisyon analizörü kullanılarak ölçülmüştür.

Laktat Seviyesi Ölçümü: Sporcuların kan laktat ölçümleri, Lactat Scout 4.0 (EKF, Almanya) marka analizörü ile yapılmıştır. Lanset kalemi kullanılarak sporcuların işaret parmaklarının distal falanksı delinmiş, ilk kan damlası kuru pamukla silindikten sonra ikinci kan damlası doğrudan laktat kitine alınmıştır. Her haftanın bitiminde pist içerisinde sporcuların ön-ara ve son testleri olmak üzere 3 ölçüm LA alınarak nabızları da kayıt altına alınmış-

tır. Sporcuların herhangi bir akut ya da kronik spor yaralanması olmamasına dikkat edilmiştir.

Uygulanan Antrenman Programı: Dört haftalık süre boyunca tüm sporculara, haftada 3 kez 1.600 metrelik pistte tekerlekli kayakla interval antrenman yaptırılmıştır. Antrenman periyodu boyunca, sporcuların antrenman bölgesi aralığı 4. bölge olarak belirlenmiş ve antrenmanlar, maksimum kalp atım hızının %80-90 şiddetinde gerçekleştirilmiştir. Her interval antrenman seansı, 1.600 metrelik pistte yaklaşık 20 dk sürecek şekilde yapılandırılmıştır. Programda sporcular yaklaşık 2,30-3 dk süren 1.600 metrelik intervallerden 2 tekrar yapıp tekrarlar arasında 3-5 dk dinlendirilmişlerdir. Her haftanın sonunda uygulanan antrenman ardından, sporcuların dinlenik, başlangıç, ara ve son testleri olmak üzere 4 farklı ölçümde laktat değerleri alınmış ve nabızları kaydedilmiştir. Dinlenik laktat testi, sporcuların egzersize başlamadan önce, tamamen dinlenme durumundaki laktat düzeyleri ölçülmüştür. Bu test, sporcuların vücutlarının temel, dinlenme hâlindeki metabolik durumunu yansıtır. Başlangıç laktat testi, sporcuların, antrenmanın hemen başlangıcında ölçülen laktat düzeyidir. Bu test, sporcuların egzersize başlarken vücutlarındaki mevcut laktat seviyelerini gösterir. Ara laktat testi, antrenman sırasında, belirli aralıklarla yapılan ölçümdür. Bu test, egzersizin ortasında vücudun laktat birikimini nasıl tolere ettiğini ve metabolik yanıtını incelemeye yöneliktir. Son laktat testi ise antrenman tamamlandıktan hemen sonra, sporcuların kanlarındaki laktat düzeylerinin ölçülmesidir. Bu test, egzersiz sonrası vücudun laktat birikimi ve toparlanma süreci hakkında bilgi verir. Antrenmanların şiddeti, objektif bir değerlendirme için polar saat kullanılarak takip edilmiştir. Antrenmanlar öncesinde 5-10 dk ısınma egzersizleri, sonrasında ise 5-10 dk germe egzersizleri yaptırılmıştır. Ayrıca interval antrenman yapıldığı için özellikle alt ekstremité kas grubuna yönelik özel çalışmalar da yaptırılmıştır.

VERİLERİN ANALİZİ

Analizler için verilerin istatistikleri için SPSS 26.0 (IBM, ABD) kullanılmıştır. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Cinsiyet değişkeni ile (gruplar arasındaki farkı) laktik asit ve nabız düzeyleri arasındaki farkı

belirleyebilmek için tek yönlü varyans analizi testi kullanılmıştır. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için ise “post hoc” analizi olarak Tukey testi uygulanmıştır. Laktat değerleri ve nabız değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için ise Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. İstatistiksel hata düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

ETİK BEYAN

Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Alt Etik Kurul Başkanlığından 30 Ocak 2024 tarih ve sayılı E-2400036198 onayı ile alınmıştır.

BULGULAR

Araştırmaya katılan 10 elit sporcunun tanımlayıcı özellikleri [Tablo 1](#)'de verilmiştir. Kadın-erkek sporcuların yaşları sırasıyla $18,2 \pm 1,48$ - $18,6 \pm 1,51$ yıl, boy uzunlukları $160,2 \pm 3,03$ cm- $176,4 \pm 8,26$ cm, vücut ağırlıkları $53,44 \pm 2,27$ kg- $72,54 \pm 10,06$ kg ve BKİ'lerinin $19,9$ - $22,8$ kg/m²- $22,2$ - $24,8$ ortalamalarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Sporculara uygulanan 4 haftalık antrenman periyodu LA parametrelerine ait test sonuçları [Tablo 2](#)'de verilmiştir. Bayan sporcuların dinlenik LA seviyeleri 1. hafta ($0,7 \pm 0,0$) ve 3. hafta ($0,54 \pm 0,05$), 1. hafta ($0,7 \pm 0,0$) ve 4. hafta ($0,52 \pm 0,004$), 2. hafta ($0,62 \pm 0,08$) ve 4. hafta ($0,52 \pm 0,004$) değerleri arasında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Ara LA seviyeleri, 1. hafta ($4,14 \pm 0,57$) ve 4. hafta ($3,10 \pm 0,50$) değerleri arasında, son LA 1.hafta ($12,94 \pm 1,06$) ve 4. hafta ($9,38 \pm 1,70$) anlamlı düzeyde fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Başlangıç kan LA seviyeleri arasında anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir ($p > 0,05$).

Sporculara uygulanan 4 haftalık antrenman periyodu nabız değerlerine ait test sonuçları [Tablo 3](#)'te verilmiştir. Bayan sporcuların dinlenik, başlangıç, ara ve son nabızları ile haftalık antrenman periyotları sonrası nabızlarında azalma olduğu tespit edilmiştir.

Sporculara uygulanan 4 haftalık antrenman periyodu laktat parametrelerine ait test sonuçları [Tablo 4](#)'te verilmiştir. Erkek sporcuların dinlenik LA seviyeleri 1. hafta ($0,64 \pm 0,080$) ve 4. hafta ($0,5 \pm 0$), 2. hafta ($0,66 \pm 0,05$) ve 4. hafta ($0,5 \pm 0$), 3. hafta ($0,62 \pm 0,04$) ve 4. hafta ($0,5 \pm 0$) değerleri arasında an-

TABLO 1: Sporcuların tanımlayıcı bilgileri

	Kadın (n=5)		Erkek (n=5)		Toplam (n=10)	
	X±SS	Minimum-maksimum	X±SS	Minimum-maksimum	X±SS	Minimum-maksimum
Yaş	18,2±1,48	16-20	18,6±1,51	17-21	18,4±1,42	16-21
Boy	160,2±3,03	156-163	176,4±8,26	167-184	168,3±10,36	156-184
Kilo	53,44±2,27	49,7-55,5	72,54±10,06	61,8±83	62,99±12,19	49,7±83
BKİ	20,98±1,08	19,9-22,8	23,26±1,07	22,2-24,8	22,12±1,57	19,9-24,8
Spor yılı	12,6±2,07	10-15	12,4±2,07	10-15	12,5±1,95	10-15

SS: Standart sapma; BKİ: Beden kitle indeksi

TABLO 2: Kadın sporcuların 4 haftalık kan laktat değerleri

	1. Hafta X±SS (n=5)	2. Hafta X±SS (n=5)	3. Hafta X±SS (n=5)	4. Hafta X±SS (n=5)	f	p değeri	Anlamlılık
D _{Laktat}	0,7±0,0	0,62±0,08	0,54±0,05	0,52±0,004	11,278	0,000*	1>3,1>4,2>4
B _{Laktat}	2,2±0,89	1,94±0,81	1,58±0,80	1,5±0,74	0,791	0,517	
A _{Laktat}	4,14±0,57	3,10±0,50	3,08±0,71	2,90±0,71	3,95	0,028*	1>4
S _{Laktat}	12,94±1,06	11,04±1,85	10,36±2,05	9,38±1,70	3,863	0,03*	1>4

*p<0,05. SS: Standart sapma; DL: Dinlenik laktat; BL: Başlangıç laktat; AL: Ara laktat; SL: Son laktat

TABLO 3: Kadın sporcuların 4 haftalık nabız değerleri

	1. Hafta X±SS (n=5)	2. Hafta X±SS (n=5)	3. Hafta X±SS (n=5)	4. Hafta X±SS (n=5)	f	p değeri
D _{Nabız}	51,6±2,30	50,8±2,48	49,8±2,48	48,6±2,30	1,461	0,263
B _{Nabız}	114,4±1,67	113,6±1,67	112,6±1,67	111,4±2,88	2,012	0,153
A _{Nabız}	180,6±8,96	179,6±8,96	178,2±9,20	177,2±9,20	0,137	0,937
S _{Nabız}	181,4±8,82	178,2±8,43	178,2±8,25	176,8±8,25	0,266	0,849

*p<0,05. SS: Standart sapma; DN: Dinlenik nabız; BN: Başlangıç nabız; AN: Ara nabız; SN: Son nabız

TABLO 4: Erkek sporcuların 4 haftalık kan laktat değerleri

	1. Hafta X±SS (n=5)	2. Hafta X±SS (n=5)	3. Hafta X±SS (n=5)	4. Hafta X±SS (n=5)	f	p değeri	Anlamlılık
D _{Laktat}	0,64±0,080	0,66±0,05	0,62±0,04	0,5±0	7,949	0,002*	1>4,2>4,3>4
B _{Laktat}	1,26±0,24	1,14±0,27	1,04±0,27	0,96±0,27	1,213	0,337	
A _{Laktat}	4,24±0,47	3,44±0,88	3,3±0,65	2,72±0,77	3,85	0,03*	1>4
S _{Laktat}	14,2±0,83	12,6±1,27	11,8±1,77	11,1±1,74	4,119	0,024*	1>4

*p<0,05. SS: Standart sapma; DL: Dinlenik laktat; BL: Başlangıç laktat; AL: Ara laktat; SL: Son laktat

lamli fark olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Ara LA seviyeleri 1. hafta (4,24±0,47) ve 4. hafta (2,72±0,77) ayrıca son LA seviyeleri, 1. hafta (14,2±0,83) ve 4. hafta (11,1±1,74) değerleri arasında anlamlı düzeyde fark olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Başlangıç LA seviyeleri arasında anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir (p>0,05).

Sporculara uygulanan 4 haftalık antrenman periyodu nabız değerlerine ait test sonuçları [Tablo 5](#)'te

verilmiştir. Erkek sporcuların başlangıç nabızları 1. hafta (114,4±2,88) ve 2. hafta (110,4±1,67), 1. hafta (114,4±2,88) ve 3. hafta (109,2±1,64), 1. hafta (114,4±2,88) ve 4. hafta (108±1,73) arasında anlamlı düzeyde fark olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Ayrıca sporcuların dinlenik, başlangıç ara ve son durumundaki nabızlarında azalma tespit edilmiştir.

Sporcuların nabız ve kan laktat ölçümlerinin korelasyon değerleri [Tablo 6](#)'da, verilmiştir. Nabız ve

TABLO 5: Erkek sporcuların 4 haftalık nabız değerleri

	1. Hafta X±SS (n=5)	2. Hafta X±SS (n=5)	3. Hafta X±SS (n=5)	4. Hafta X±SS (n=5)	f	p değeri	Anlamlılık
D _{Nabız}	46±3,16	45,2±3,19	44,2±3,19	43,2±3,19	0,727	0,55	
B _{Nabız}	114,4±2,88	110,4±1,67	109,2±1,64	108±1,73	9,19	0,001*	1>2,1>3,1>4
A _{Nabız}	179,2±8,64	178,2±8,64	177±8,83	176,2±8,64	0,115	0,95	
S _{Nabız}	179±7,77	178,4±7,50	176,6±7,63	175,6±7,63	0,213	0,886	

*p < 0,05. DL: Dinlenik nabız; BL: Başlangıç nabız; AL: Ara nabız; SL: Son nabız

TABLO 6: Sporcuların nabız ve kan laktat düzeyleri arasındaki ilişki

		D _{Nabız}	D _{Laktat}	B _{Nabız}	B _{Laktat}	A _{Nabız}	A _{Laktat}	S _{Nabız}	S _{Laktat}
D _{Nabız}	p değeri r değeri	1							
D _{Laktat}	p değeri r değeri	0,122 0,452	1						
B _{Nabız}	p değeri r değeri	0,724** 0,000	0,257 0,109	1					
B _{Laktat}	p değeri r değeri	0,322* 0,043	0,276 0,085	0,229 0,156	1				
A _{Nabız}	p değeri r değeri	0,360* 0,023	0,111 0,495	0,599** 0,000	-0,174 0,282	1			
A _{Laktat}	p değeri r değeri	0,010 0,953	0,450** 0,004	0,239 0,137	0,371* 0,019	-0,170 0,295	1		
S _{Nabız}	p değeri r değeri	0,428** 0,006	0,158 0,331	0,595** 0,000	-0,160 0,325	0,932** 0,000	-0,097 0,551	1	
S _{Laktat}	p değeri r değeri	-0,325* 0,041	0,576** 0,000	0,115 0,479	0,247 0,125	0,033 0,842	0,714** 0,000	0,062 0,704	1

*p<0,05; **p<0,01. DL: Dinlenik nabız; BL: Başlangıç nabız; AL: Ara nabız; SL: Son nabız; DL: Dinlenik laktat; BL: Başlangıç laktat; AL: Ara laktat; SL: Son laktat

kan laktat değerleri arasındaki ilişkileri incelendiğinde, başlangıç nabız ile dinlenik nabız arasında pozitif yönlü ilişki ($p=0,724$, $p<0,05$) tespit edilmiştir. Başlangıç laktat ve dinlenik nabız arasında pozitif yönlü ilişki ($p=0,322$, $p<0,05$) tespit edilmiştir. Ara nabız ile dinlenik nabız ve başlangıç nabız arasında sırasıyla pozitif yönlü ilişki ($p=0,360$, $p=0,599$, $p<0,05$) tespit edilmiştir. Ara laktat ile dinlenik laktat ve başlangıç laktat arasında sırasıyla pozitif yönlü ilişki ($p=0,450$, $p=0,371$, $p<0,05$) tespit edilmiştir. Son nabız ile dinlenik, başlangıç, ara nabız arasında sırasıyla pozitif yönlü ilişki ($p=0,428$, $p=0,595$, $p=0,932$, $p<0,05$) tespit edilmiştir. Son laktat ile dinlenik nabız arasında negatif yönlü ilişki ($p=-0,325$, $p<0,05$), dinlenik laktat ve ara laktat arasında ise sırasıyla pozitif yönlü ilişki ($p=0,576$, $p=0,714$, $p<0,05$) tespit edilmiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, tekerlekli kayak sporcularına uygulanan interval antrenmanların kan laktat seviyeleri ve kalp atım hızı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda; yaptırılan interval antrenman metodunun uygulandığı ön-ara ve son test sonuçlarına göre laktat ve nabız parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüş gözlenmiştir.

Fiziksel özelliklerin performansı etkileyen faktörlerden biri olması nedeniyle Yunan kayaklı koşu milli takımı sporcularının yaş ortalaması 20 yıl, vücut ağırlıkları 54,2-69 kg, boyları 164,7-175,3 cm, BKİ'leri ise 20.0 kg/m² ve 22.4 kg/m² olarak bulunmuştur.¹⁰ İsveçli bayan ve erkek sporcuları üzerine

yapılan bir araştırmada; bayanların yaş ortalaması 17,9 yıl, vücut ağırlığı ortalamasını 63 kg, boy ortalaması ise 1,68 cm olarak, erkeklerin, yaş ortalaması 18,1 yıl, vücut ağırlığı ortalaması 73,1 kg, boy ortalamasını ise 1,80 cm olarak tespit etmiştir.¹¹ Çalışmamıza katılan kadın ve erkek sporcuların ortalama yaş değeri 18,2±1,48-18,6±1,51 yıl vücut ağırlıkları 53,44±2,27kg-72,54±10,06 kg, boy uzunlukları 160,2±3,03 cm-176,4±8,26 cm ve BKİ'lerinin 19,9-22,8-22,2-24,8 kg/m² olarak bulunmuştur. Çalışma gruplarımızın yaş, ağırlık, boy uzunluğu ortalamaları yapılan çalışmalarla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Literatürde antrenmanlarının kas lifi, kalp damar ve solunum sistemini uyardığı için hem aerobik hem de anaerobik performansın gelişmesinde etkili olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur.^{12,13} Bazı araştırmacılar tarafından yüksek şiddetli interval antrenman programının aerobik gücü artırmak için geleneksel dayanıklılık çalışmalarına bir alternatif olduğu hipotezini destekledikleri ayrıca bazı araştırmacılar da yüksek şiddetli interval antrenmanların hem aerobik hem de anaerobik performans gelişiminde etkili bir yöntem olduğunu belirtmiştir.^{14,15} Kayaklı koşu gibi dayanıklılık sporları, sporcuların yüksek düzeyde aerobik kapasiteye sahip olmalarını gerektirmektedir. Bu sporcuların, uzun süreli egzersizlere adapte olabilmek için kalp-damar sistemlerini geliştiren ve oksijen taşıma kapasitesini artıran antrenmanlara odaklanmaları gerektiği düşünülmektedir. Bu bağlamda, interval antrenmanların sadece aerobik gücü değil, aynı zamanda genel kardiyovasküler ve solunum sistemi sağlığını da desteklediğini söylemek mümkündür. Bu tür antrenmanlar, sporcuların daha iyi oksijen kullanma yeteneğini geliştirir ve yorgunlukla mücadele etmelerine yardımcı olur.

Günümüzde sprint kayak yarışmaları ile geleneksel kayaklı koşu yarışmaları arasındaki fizyolojik ihtiyaçlar konusunda yapılan araştırmalar henüz sınırlı sayıda olmasına rağmen, bu 2 yarışma türünün gereksinimlerinin oldukça farklı olduğu bilinmektedir.¹⁶ Dünya klasmanında yarışan kayaklı koşucuların anaerobik kapasitelerinin, ulusal seviyede yarışanlara göre %8 oranında yüksek bulunması anaerobik gücün oldukça etkili bir faktör olduğunu göstermektedir.¹⁷ Kayaklı koşu yarışmalarındaki 3-4 dk'lık süre dik-

kate alındığında egzersizde kullanılan enerjinin anaerobik yolla da karşılandığını söyleyebiliriz.¹⁸ Kayaklı koşu sporcuları üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde, geçmişte yarışmalarda enerji kullanımının %95 aerobik ve %5 anaerobik olduğu belirtilirken, günümüzde bu oran bazı yarış mesafe ve türlerinde neredeyse eşit düzeye gelmiştir.^{19,20} Bu durum, anaerobik gücün yarışma performansı üzerindeki öneminin zamanla arttığını ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, interval antrenmanın anaerobik gücü geliştirmede etkili olduğu görülmüştür. Literatürdeki bilgileri dikkate alarak uygulanan egzersizin kayaklı koşu sporcuları için oldukça çalışma olduğunu söylemek mümkündür.

Dayanıklılık sporu olarak bilinen kayaklı koşu son yıllarda yeni yarışma formatları ile birlikte başka bir boyut kazanmaktadır.²¹ İnterval antrenman çalışmaları ile kaslardaki yarılların bitmesinden, kaslarda ve kanda laktik asit birikiminden kaynaklı yorgunluk oluşmaktadır.²² Laktik asit birikimi oluşmadan önce kas hücrelerine hızla oksijen taşınmasını sağlayarak, aktif kasların yorgunluğa karşı direncini artırır.²³ Böylece sporcular antrenmanlar ile yoğun şiddetteki egzersizleri uzun süre devam ettirebilme yeteneğine sahip olurlar.²² Katılımcıların antrenman sonrasındaki LA seviyelerindeki düşüşün, yüksek yoğunlukta yapılan interval antrenmanlarından kaynaklı yükselmiş aerobik kapasite ile açıklanabilir. Egzersiz sırasında laktik asit ölçümlerinin güvenilirliğini araştıran bir çalışmada, 12 dayanıklılık sporcusuna istirahat döneminde ve koşu bandı üzerinde 5 dk süreyle %60, %65, %71, %77, %83 ve %89 maksimum oksijen (MaxVO₂) yüklenmeleriyle testler uygulanmış ve LA değerleri kaydedilmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve elde edilen veriler, LA birikim hızının, laktat eşikindeki oksijen tüketimi ve kalp atım sayısının güvenilirliğini desteklediğini göstermiştir.²⁴ Egzersiz sırasında artan laktik asit miktarının performansı sınırlayıcı bir faktör olduğu bilinmektedir. Ayrıca, laktik asit artışı yorgunluğun oluşumunu hızlandırarak kas kontraksiyonlarını da olumsuz etkilemektedir. Danimarka birinci lig takımları arasında gerçekleştirilen bir müsabakada, farklı zaman dilimlerinde laktat konsantrasyonları ölçülmüş ve düşük ortalama kan laktat değişimlerinin tespit edildiği görülmüştür.²⁵

Literatürde, düzenli interval antrenmanların dinlenik laktat seviyelerini önemli ölçüde düşürdüğü ve sporcuların daha hızlı toparlanmalarını sağladığı bildirilmiştir.²⁶ Yaptığımız bu çalışmada kadın sporculara uygulanan antrenman periyodu sonucunda D_{Laktat} değerlerinde sırasıyla 1. haftada $0,7\pm0,0$ 'dan 4. haftada $0,52\pm0,004$ 'e, erkek sporcuların 1. haftada $0,64\pm0,08$ 'den 4. haftada $0,50\pm0$ düşmüştür. Bu düşüşlerin, antrenman sonrası laktat birikiminin azaldığını ve sporcuların laktat temizleme kapasitelerinin arttığını göstermektedir. Literatürde, interval antrenmanların, laktat temizleme kapasitesini artırdığı ve dinlenik laktat seviyelerinde anlamlı bir düşüşe yol açtığı belirtilmiştir.²⁶ A_{Laktat} değerleri, kadın sporcuların 1. haftada 1. haftada $4,14\pm0,57$ 'den 4. haftada $2,90\pm0,71$ 'e, erkek sporcuların ise 1. haftada $4,24\pm0,47$ 'den 4. haftada $2,72\pm0,77$ 'ye düşmüştür. Bu düşüş, antrenman sonrası laktat birikiminin azaldığını ve anaerobik kapasitenin arttığını gösterir. Ara laktat değerleri, genellikle anaerobik egzersiz sırasında birikim gösterir. Literatürde, interval antrenmanların anaerobik kapasiteyi artırarak ara laktat seviyelerinde azalmaya yol açtığı bulunmuştur.²⁷ S_{Laktat} değerleri, kadın sporcuların 1. haftada $12,94\pm1,06$ 'dan 4. haftada $9,38\pm1,70$ 'e, erkek sporcuların 1. haftada $14,2\pm0,83$ 'den 4. haftada $11,1\pm1,74$ 'e düşmüştür. Bu da antrenman sonrasındaki laktat birikiminin azaldığını ve sporcuların daha iyi toparlandığını göstermektedir. Yüksek şiddetli interval antrenmanlar, özellikle son laktat değerlerinde azalmaya yol açarak, sporcuların anaerobik sistemlerini daha verimli hâle getirebilir. HIIT'in, son laktat seviyelerinin düşürülmesinde etkili olduğu ve egzersiz sonrası toparlanma süresini kısalttığı belirtilmiştir.²⁸ Çalışmamızın bulguları interval antrenmanların, laktat seviyeleri üzerinde önemli değişikliklere yol açtığını ve sporcuların aerobik ve anaerobik kapasitelerinin arttığını göstermektedir. Dinlenik laktat, A_{Laktat} ve S_{Laktat} seviyelerinde anlamlı düşüşler gözlemlenmiş olup, bu da antrenmanın etkinliğini ve sporcuların performans gelişimini desteklemektedir. Literatürle yapılan karşılaştırmalar, bu bulguların daha önce yapılan çalışmalarla uyumlu olduğunu ve interval antrenmanların, laktat temizleme kapasitesini artırarak sporcuların daha verimli hale gelmesini sağladığı düşünülmektedir.

Antrenman şiddeti genellikle kalp atım sayısı (nabız) ile belirlenir. Normal şartlarda düşük veya orta şiddette egzersizlerde kalp atım sayısı ile vücut tarafından kullanılan oksijen miktarı arasında bir ilişki vardır. Ancak yüksek şiddette egzersizlerde bu ilişki bozulabilir. Maksimum değerlerle karşılaştırıldığında, maksimum kalp atım hızının %70'i, maksimum aerobik kapasitenin %60'ına denk gelir.²⁹ Egzersiz sırasında ölçülen koroner arter hastalığı (KAH), fizyolojik veya metabolik yüklenmenin düzeyi hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Elit dayanıklılık sporcuları da daha düşük kalp atım hızına sahip olma eğilimindedirler.³⁰ Dayanıklılık sporu olan kayaklı koşu, yüksek $MaxVO_2$ düşük KAH gerektirmektedir.³¹ Yapılan bir çalışmada, kayak branşı sporcularının MaksKAH ortalama değerleri kadınlarda ve erkeklerde sırasıyla, $188,63\pm9,23$ - $184,80\pm13,69$ (atım.dk) olarak tespit edilmiştir. Bu araştırmada, değişim yüzdeleri sırasıyla; bayanlarda Maks VO_2 %3,78 artış gösterirken; MaksKAH - %2,56 oranında düşüş erkeklerde ise Maks VO_2 %4,19 oranında artış gösterirken, MaksKAH - %3,44 oranında düşüş göstermiştir. MaksKAH değerlerindeki değişimin uygulanan araştırmalarının yüksek şiddette olmasının doğal bir sonucu olduğu belirtilmiştir.³² Çalışmamızda erkek ve bayan sporculara uygulanan 4 haftalık antrenman periyodu nabız değeri; dinlenik, başlangıç, ara ve son durumundaki ile haftalık antrenman periyotları sonrası nabızlarında değişiklik göstermiştir ve bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı değildir. Yapılan bir çalışmada kısa süreli egzersiz protokollerinin nabız üzerindeki etkisinin minimal olabileceği yönündedir.³³ Sporcuların nabızlarındaki düşüşlerin olması, çalışma verileri ve literatür göz önüne alındığında, 4 haftalık süreçteki nabız ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemesi, egzersiz adaptasyonlarının özellikle kardiyovasküler sistem üzerindeki etkilerinin daha uzun süreli programlarla daha belirgin hâle gelebileceği düşünülmektedir. Uygulanan interval antrenmanlarının sporcuların yüksek aerobik kapasitelerini geliştirip, nabız değerlerindeki düşüşün ve performans düzeylerinde gelişim gözlenmesini sağladığı düşünülmektedir.

Egzersiz sırasında kalp atış hızının, aerobik ve anaerobik sistemlerin etkinliğine göre değişiklik gös-

terdiği vurgulanmaktadır.³⁴ Özellikle yüksek yoğunluklu egzersizlerde, nabız hızının ve laktat düzeylerinin paralel bir şekilde arttığı gözlemlenir.³⁵ Bu çalışmada interval antrenmana bağlı olarak sporcuların farklı nabız ve laktat seviyeleri arasındaki ilişkilerin çoğunlukla anlamlı ve pozitif olduğunu, özellikle nabız ölçümleri arasında korelasyonlar olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, egzersiz ve antrenman süreçlerinde nabız ve laktat değerlerinin birbirini etkileyen faktörler olduğunu ve sporcuların performans seviyelerinin bu parametrelerle ilişkilendirilebileceğini göstermektedir. Dört haftalık interval antrenman sürecinde, nabız ve laktat düzeyleri arasındaki ilişki, antrenmanın verimli ve etkili bir şekilde uygulandığını, sporcuların hem kardiyovasküler hem de metabolik açıdan gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu, sporcuların daha iyi performans sergilemelerine ve daha hızlı toparlanmalarına olanak tanıdığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak bu çalışmadan elde edilen bulgular teklerlikli kayak sporcularına uygulanan 4 haftalık interval antrenmanın sporcuların laktat ve KAH değerlerinde önemli bir düşüş sağladığı tespit edilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına bakarak bundan sonra yapılacak çalışmalarda yüklenme çeşitliliğine yer verilerek gerek antrenman süresini gerekse yüklenme aralıklarını çeşitlendirerek yapılacak çalışmalarda daha farklı sonuçlar elde edilebileceğini düşünül-

mektedir. LA eliminasyonu değerleri açısından test sonrası ölçüm süresinin artırılması ve aktif ve pasif toparlanma çalışmaları ile kombine uygulamaların çalışılması literatüre daha değerli bilgiler sunacaktır. Ayrıca KAH değişkenliğinin sadece interval antrenman yöntemlerinde değil, farklı yüklenme yöntemlerinde de değerlendirilmesi ve incelenmesi de dikkate değer bilgiler sunacaktır. Bu bilgiler doğrultusunda, sporcuların performansını artırmak amacıyla hem yeni antrenman programlarının uygulanması hem de antrenörlerin, sporculardan yüksek verim alabilmek için tek yönlü yaklaşımlar yerine farklı planlama stratejileri kullanarak sporcu gelişimini ve performansını optimize etmeleri önerilmektedir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.

KAYNAKLAR

- Hoffman MD, Clifford PS, Watts PB, Drobish KM, Gibbons TP, Newbury VS, et al. Physiological comparison of uphill roller skiing: diagonal stride versus double pole. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26(10):1284-9. [Crossref] [PubMed]
- Mikkola J, Laaksonen M, Holmberg HC, Vesterinen V, Nummela A. Determinants of a simulated cross-country skiing sprint competition using V2 skating technique on roller skis. *J Strength Cond Res.* 2010;24(4):920-8. [Crossref] [PubMed]
- Stöggl T, Lindinger S, Müller E. Analysis of a simulated sprint competition in classical cross country skiing. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(4):362-72. [Crossref] [PubMed]
- Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: a brief review: brief review. *J Strength Cond Res.* 2008;22(3):1015-24. [Crossref] [PubMed]
- Gibala M. Molecular responses to high-intensity interval exercise. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2009;34(3):428-32. [PubMed]
- Wackerhage H, Gehlert S, Schulz H, Weber S, Ring-Dimitriou S, Heine O. Lactate thresholds and the simulation of human energy metabolism: contributions by the cologne sports medicine group in the 1970s and 1980s. *Front Physiol.* 2022;13:899670. [PubMed] [PMC]
- Gillen JB, Martin BJ, MacInnis MJ, Skelly LE, Tamopolsky MA, Gibala MJ. Twelve weeks of sprint interval training improves indices of cardiometabolic health similar to traditional endurance training despite a five-fold lower exercise volume and time commitment. *PLoS One.* 2016;11(4):e0154075. [PubMed] [PMC]

8. Øvstehage V. The effect of poling frequency on gross efficiency and performance in roller-ski double poling [Master thesis]. Norwegian: Norwegian University of Science and Technology; 2020. [\[Link\]](#)
9. Seeberg TM, Kocbach J, Danielsen J, Noordhof DA, Skovereng K, Haugnes P, et al. Physiological and biomechanical determinants of sprint ability following variable intensity exercise when roller ski skating. *Front Physiol.* 2021;12:638499. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
10. Papadopoulou SK, Gouvianaki A, Grammatikopoulou MG, Maraki Z, Pagkalos IG, Malliaropoulos N, et al. Body composition and dietary intake of elite cross-country skiers members of the Greek national team. *Asian J Sports Med.* 2012;3(4):257-66. [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
11. Gaskill SE, Serfass RC, Rundell KW. Upper body power comparison between groups of cross-country skiers and runners. *Int J Sports Med.* 1999;20(5):290-4. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
12. Gillen JB, Percival ME, Skelly LE, Martin BJ, Tan RB, Tarnopolsky MA, et al. Three minutes of all-out intermittent exercise per week increases skeletal muscle oxidative capacity and improves cardiometabolic health. *PLoS One.* 2014;9(11):e111489. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
13. Gharah D, Kordi M, Gaeini A. The effect of 4-week high intensity interval aerobic training VO2max, Tmax, vVO2max of Iranian club soccer players. *Biol Exerc Sci* 2014;17:47-57. [\[Crossref\]](#)
14. Arazi H, Keihaniyan A, EatemadyBoroujeni A, Oftade A, Takhsa S, Asadi A, et al. Effects of heart rate vs. speed-based high intensity interval training on aerobic and anaerobic capacity of female soccer players. *Sports (Basel).* 2017;5(3):57. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
15. Howard N, Stavrianeas S. In-season high-intensity interval training improves conditioning in high school soccer players. *Int J Exerc Sci.* 2017;10(5):713-20. [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
16. Stoggl T, Enqvist J, Muller E, Holmberg HC. Relationships between body composition, body dimensions, and peak speed in cross-country sprint skiing. *J Sports Sci.* 2010;28(2):161-9. [\[PubMed\]](#)
17. Sandbakk Ø, Holmberg HC, Leirdal S, Ettema G. The physiology of world-class sprint skiers. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(6):e9-16. [\[PubMed\]](#)
18. Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.* 2001;31(10):725-41. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
19. Staib JL, IM J, Caldwell J, Rundell KW. Cross-country ski racing performance predicted by aerobic and anaerobic double poling power. *J Strength Cond Res.* 2000;14(3):282-8. [\[Crossref\]](#)
20. Sandbakk Ø, Holmberg HC, Leirdal S, Ettema G. Metabolic rate and gross efficiency at high work rates in world class and national level sprint skiers. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109(3):473-81. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
21. Stromme SB, Ingjer F, Meen HD. Assessment of maximal aerobic power in specifically trained athletes. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1977;42(6):833-7. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
22. Karp JR. Interval training for the fitness professional. *Strength & Conditioning Journal.* 2000;22(4):64-9. [\[Crossref\]](#)
23. Hawley JA, Myburgh KH, Noakes TD, Dennis SC. Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. *J Sports Sci.* 1997;15(3):325-33. [\[PubMed\]](#)
24. Pfitzinger P, Freedson PS. The reliability of lactate measurements during exercise. *Int J Sports Med.* 1998;19(5):349-57. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
25. Bangsbo J, Nørregaard L, Thorsø F. Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci.* 1991;16(2):110-6. [\[PubMed\]](#)
26. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med.* 2013;43(5):313-38. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
27. Zhang Z, Xie L, Ji H, Chen L, Gao C, He J, et al. Effects of different work-to-rest ratios of high-intensity interval training on physical performance and physiological responses in male college judo athletes. *J Exerc Sci Fit.* 2024;22(3):245-53. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
28. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med.* 2002;32(1):53-73. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
29. Fox EL. *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics.* 4th ed. New York: Saunders College Pub; 1988.
30. Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of sport and exercise with web study guide.* 7th ed. Canada: Human Kinetics; 2019.
31. Robinson DM, Robinson SM, Hume PA, Hopkins WG. Training intensity of elite male distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(9):1078-82. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
32. Ateş B. Kayaklı koşucularda altı haftalık tekerlekli kayakla yapılan interval tırmanış (uphill) antrenmanlarının bazı seçilmiş fizyolojik özellikler üzerine etkilerinin incelenmesi [Yüksek lisans tezi]. Ankara: Gazi Üniversitesi; 2014. [\[Link\]](#)
33. Harms CA, Wetter TJ, St Croix CM, Pegelow DF, Dempsey JA. Effects of respiratory muscle work on exercise performance. *J Appl Physiol* (1985). 2000;89(1):131-8. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
34. Sjödén B, Jacobs I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med.* 1981;2(1):23-6. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
35. Astrand P-O. *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise.* 4th ed. Canada: Human Kinetics; 2003. [\[Crossref\]](#)