

## OLUŞTURULMUŞ ALKALOZUN YORUCU EGZERSİZ PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

İbrahim CİCİOĞLU \*

### ÖZET

Oluşturulmuş alkalozun yorucu egzersiz performansına etkisinin araştırıldığı bu çalışmaya 20 elit güreşçi denek katıldı. Denekler deney (n=10) ve kontrol (plasebo) (n=10) olmak üzere iki gruba ayrıldılar. Deneklerin yaş ortalamaları 23.10±2.08 yıl, boy ortalamaları 173.50±9.61 cm ve vücut ağırlığı 78.30±14.80 kg olarak belirlendi. Denekler çalışma sırasında bisiklet ergometrede 2 dk'lık boş yükte yapılan ısınmadan sonra maksimal oksijen tüketimi değerleri baz alınarak bulunan maksimal iş yükünün %125' i ile 60 devir / dk pedal sayısında yorulana kadar çalıştılar. Denekler bu testi birer hafta ara ile iki kez yaptı. Birinci denemede bütün denekler herhangi bir madde verilmeden teste tabi tutuldular. İkinci denemede ise deney grubu deneklere egzersizden iki saat önce 0.25 gr / kg vücut ağırlığı dozajında sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>), kontrol grubu deneklere ise plasebo madde verildikten sonra test yapıldı. Venöz kan örnekleri, plasebo veya NaHCO<sub>3</sub> alımından 2 saat sonra (egzersizden hemen önce) ve egzersizden 5 dk sonra alındı. Çalışmada elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları, standart sapmaları ve ölçümler arasındaki farklılıklar 2 x 2 ReANOVA metodu ile P < 0.05 anlamlılık seviyesinde hesaplandı. Ayrıca veriler arasındaki farkın hangi parametreden kaynaklandığı da Tukey Testi ile belirlendi. Çalışma sonucunda NaHCO<sub>3</sub> alımının yorucu egzersiz performansının artmasında etkili olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Ayrıca sonuçlar sodyum bikarbonat alımının egzersiz öncesi kan HCO<sub>3</sub> ve pH seviyesini anlamlı oranda arttırdığını (p<0.05) göstermiştir. Bikarbonat denemesinin egzersiz sonrası laktat seviyesi plasebo denemesinden anlamlı derecede yüksek (p<0.05) ve pH seviyesinde anlamlı derecede düşük olarak belirlendi (p<0.05).

**Anahtar Kelimeler :** Oluşturulmuş Alkaloz, Bikarbonat Yükleme, Bitkinlik Süresi, Laktik Asit

---

\* Gazi Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, ANKARA

## THE EFFECT OF INDUCED ALKALOSIS ON EXHAUSTIVE EXERCISE PERFORMANCE

### SUMMARY

This study was done to investigate the effect of induced alkalosis on exhaustive exercise performance of 20 elite wrestlers. Mean age of the subjects was  $23.10 \pm 2.08$  years, mean height was  $173.50 \pm 9.61$  cm and mean body weight was  $78.30 \pm 14.80$  kg. The subjects were divided into experimental ( $n=10$ ) and control (placebo) group ( $n=10$ ) and they participated to two exercise sessions with one week interval. Each exercise session involved 125 % of maximum work load of subjects that was determined by taking  $VO_2$  max as a base with 60 rpm after two min warm-up unloaded cycling on cycle ergometer until they were exhausted. In the first session subjects did not take any substances before the exercise. In the second session experimental group took sodium bicarbonate equal to 0.25 gr/kg body weight and control group took only placebo drink two hours before the exercise. Venous blood samples were taken two hour after ingestion (before the exercise) and 5 min following the exercise. Mean, Standart Deviation scores and differences between the datas were determined by ReANOVA test at  $p<0.05$  significance level and source of differences between values were determined by using Tukey Test. Results indicated that  $NaHCO_3$  ingestion was effective to increase the exhaustive exercise performance significantly ( $p<0.05$ ). Also the results showed that  $NaHCO_3$  ingestion facilitated to increase pre-exercise  $HCO_3$  and pH level of blood significantly ( $p<0.05$ ). Moreover post-exercise lactate level of bicarbonate treatment significantly higher ( $p<0.05$ ) and pH level significantly lower ( $p<0.05$ ) than placebo treatment.

**Key Words** : Induced Alkalosis, Bicarbonate Loading, Time to Exhaustion, Lactic Acid

### GİRİŞ

Yoğun egzersizde, adenozin trifosfatın (ATP) parçalanması, yeniden sentezinden daha hızlı oranda meydana gelmektedir. Bundan dolayı bu tür egzersizlerde enerji gereksinimi aerobik olarak enerji sağlanmasından daha ziyade anaerobik yolla olur. Anaerobik glikoliz'in enerjik olarak verimi az olmasına rağmen, yüksek oranda glikoliz sonucu çok miktarda laktik asit üretimi ile kas ve kan asitliği artar (pH düşer). Laktik asidin (HLA) birikmesi hücre içi ve dışında hidrojen ( $H^+$ ) iyon konsantrasyonunun yükselmesi sonucu olduğu yıllardır savunulmaktadır<sup>(13,15,19,20)</sup>.

Egzersizin aynı şiddette devam etmesi için vücutta yoğunlaşan hidrojen iyonlarını ve dolayısıyla HLa'yi ortamdan uzaklaştıran birkaç tampon sistem mevcuttur<sup>(11,12,18)</sup>. Tamponlarda bazıları kas fibrillerinde mevcuttur ve proteinler, fosfatlar, bikarbonat ( $HCO_3$ ), bazı amino asitler ve peptitleri içermektedir. Fakat, en büyük tamponlama kapasitesi kan ve ekstrasellüler (hücre dışı) sıvıda  $HCO_3/CO_2$  sistemi ile sağlanmaktadır<sup>(9)</sup>. Bir maddenin tamponlama gücü direkt olarak onun konsantrasyonu ile orantılıdır<sup>(13)</sup>. Bu nedenle tampon konsantrasyonu arttırılırsa, metabolik asitleri nötralize etme kapasitesi de fazlalaşacaktır.

Bikarbonat iyonu hücre içi ve dışında, kan ve iskelet kasında asit – baz dengesi bozulmalarını engelleyen etkili bir doğal tamponlayıcı olarak bilinmektedir. Yorucu egzersiz sırasında tamponlama kapasitesinin % 15 – 18'i bikarbonat sistemine bağlanır<sup>(28)</sup>. Ekstrasellüler (hücre dışı) tampon kapasitesi arttığında hücrelerden laktat ve  $H^+$  çıkışı hızlanmaktadır<sup>(16,22,24,25)</sup>.  $H^+$  birikiminin

azalması muhtemelen performansı bir miktar arttıracaktır. Bu nedenle vücudun tampon kapasitesini arttırarak metabolik asidozu kompanse etmek, pH'daki azalmayı önlemek ve yorgunluk başlangıcını erteleyebilmek için daha çok ağızdan alınan maddelerden sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) yüklemesi önerilmektedir<sup>(16,22)</sup>.

Yapılan çalışmanın amacı, egzersiz öncesinde alınan sodyum bikarbonatın yorucu egzersiz performansına etkisinin araştırılmasıdır.

### **YÖNTEM**

**Denekler :** Egzersiz öncesi ağız yoluyla alınan sodyum bikarbonatın yorucu egzersiz performansına etkisinin araştırıldığı bu çalışmaya 20 elit güreşçi denek katıldı. Denekler deney (n=10) ve kontrol (plasebo) (n=10) olmak üzere iki gruba ayrıldılar. Deneklerin yaş ortalamaları  $23.10 \pm 2.08$  yıl, boy ortalamaları  $173.50 \pm 9.61$  cm ve vücut ağırlığı  $78.30 \pm 14.80$  kg olarak belirlendi. Deneklere çalışmanın amacı ve çalışma sırasında kendilerine uygulanacak testler ve kan analizleri hakkında bilgi verildi ve denekler çalışmaya gönüllü olarak katıldılar. Deneklerin aerobik güç (maks  $\text{VO}_2$ ) değerleri kontrol grubu için  $46.44 \pm 4.67$  ml/kg/dk ve deney grubu için  $47.06 \pm 4.83$  ml/kg/dk olup gruplar arasında maks $\text{VO}_2$  bakımından homojen bir dağılım vardı. Deneklere testlerden önce sadece kendilerine belirtilen besinleri içeren kahvaltı yaptırılarak beslenme standardizasyonu sağlandı.

**Egzersiz Protokolü :** Çalışmada deneklere uygulanacak iş yükünün belirlenmesinde Astrand Bisiklet Ergometre Testi ile belirlenen maksimal oksijen tüketim değerleri baz alındı. Bu test ile tesbit edilen submaksimal yük ve steady state' e ulaşılan kalp atım sayısından yararlanılarak kişiyi "220 - Yaş" formülü ile belirlenen maksimal kalp atım sayısına ulaşabileceği maksimum iş yükü doğru orantı ile belirlendi. Bu maksimum iş yükünün % 125'i deneklerin çalışmadaki iş yükü olarak belirlendi<sup>(2,29)</sup>. Denekler bisiklet ergometrede 2 dakikalık boş yükte yapılan ısınmadan sonra belirlenen iş yükünde 60 devir/dk pedal sayısında yorulana kadar çalıştılar. Pedal devir sayısı 60 devir/dk'nın altına düştüğünde deneklerin yorulduğuna karar verildi ve çalışma durduruldu. Denekler bu testi birer hafta ara ile iki kez yaptı. Birinci denemede bütün denekler herhangi bir madde verilmeden teste tabi tutuldular. İkinci denemede ise deney grubu deneklere  $\text{NaHCO}_3$ , kontrol grubu deneklere placebo madde verildikten sonra test yaptırıldı.

**Sodyum Bikarbonatın ve Plasebo Maddenin Deneklere Verilmesi:** Çalışmada deney grubu deneklere 0.25gr/kg vücut ağırlığı dozajında  $\text{NaHCO}_3$ , kontrol grubuna ise pudra şekeri ve bir miktar tuzdan oluşan plasebo madde  $\text{NaHCO}_3$  emilimi için en uygun süre olan egzersizden 2 saat önce<sup>(22,32)</sup> 500 ml meyve suyu ile karıştırılarak verildi. Deneklere test sırasında hangi maddeyi aldıkları hakkında bilgi verilmedi.

**Kan Örneklerinin Alınması :** Çalışmadaki kan pH,  $\text{HCO}_3$  ve HLa seviyelerinin tespiti için gerekli olan kan örnekleri, plasebo veya  $\text{NaHCO}_3$  alımından 2 saat sonra (egzersizden hemen önce) ve yorucu egzersizler sonrasında laktat konsantrasyonunun 5 - 8 dk arasında en üst seviyede olduğu dikkate alınarak<sup>(1)</sup> egzersizden 5 dk sonra 2 ml kan alabilen heparinli enjektörle

deneklerin kolundan venöz kan alındı. Kan alımı sırasında deneklerin karınları tok idi.

**Kan Analizi:** Deneklerden alınan kan örneklerinin laktat, pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> analizi Enzim Elektrot Sensör Metodu kullanılarak Stat Profile 9 Plus Continue Flow Gazı Analizöründe çalışıldı. Deneklerden 2 ml kan alabilen heparinli enjektöre çekilen tam kanın 240 ilt'si makineye verildi ve 90 sn içerisinde sonuçlar print şeklinde alındı.

**İstatistiksel Analiz :** Çalışmada elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları, standart sapmaları ve ölçümler arasındaki farklılıklar 2 x 2 ReANOVA metodu ile P<0.05 anlamlılık seviyesinde hesaplandı. Ayrıca veriler arasındaki farkın hangi parametreden kaynaklandığı da Tukey Testi ile belirlendi.

### BULGULAR

Çalışma sırasında her iki gruba yapılan testlerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları tablo 1'de, REANOVA test sonuçları tablo 2'de ve Tukey testi sonuçları da tablo 3'de gösterildi.

**Tablo 1 : Dene ve Kontrol Grubunun İki Deneme Sonundaki Test Sonuçları**

	DENEY GRUBU (n=10) NaHCO <sub>3</sub> ALMADAN (1)		DENEY GRUBU NaHCO <sub>3</sub> DENEMESİ (2)		KONTROL GRUBU (n=10) MADDE ALMADAN (3)		KONTROL GRUBU PLASEBO DENEMESİ (4)	
	E.Ö.	E.S.	E.Ö.	E.S.	E.Ö.	E.S.	E.Ö.	E.S.
HCO <sub>3</sub> (mmol / L )	31.28 ±2.75	18.86 ±3.12	37.74 ±1.80	19.94 ±2.16	32.33 ±3.23	17.84 ±2.80	31.41 ±2.03	18.41 ±2.28
Ph	7.36 ± 0.47	7.26 ±1.88	7.41 ±1.62	7.29 ±1.99	7.35 ±0.28	7.21 ±1.85	7.34 ±0.57	7.20 ±1.36
HLa (mmol / L )	1.62 ±0.32	12.26 ±2.61	1.35 ±0.29	16.55 ±1.61	1.94 ±0.48	13.15 ±1.98	1.93 ±0.32	11.54 ±2.58
Performans (sn)		5.21 ±1.57		8.02 ± 2.50		5.51 ±1.32		5.45 ±1.37

**Tablo 2 : Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırıldığı ReANOVA Test Sonuçları**

		Karelerin Toplamı	Fark (df)	Ortalama Kare	F
HCO <sub>3</sub> (mmol/L)	ÖLÇÜM	4163.05	1	4163.05	879.29*
	GRUP	219.07	3	73.02	8.57*
	ÖLÇÜM X GRUP	87.22	3	29.07	6.14*
pH	ÖLÇÜM	0.30	1	0.30	162.81*
	GRUP	7.38	3	2.46	9.85*
	ÖLÇÜM X GRUP	6.10	3	2.03	1.08
Hla (mmol/L)	ÖLÇÜM	2721.44	1	2721.44	1154.09*
	GRUP	59.92	3	19.97	7.10*
	ÖLÇÜM X GRUP	89.88	3	29.96	12.70*
PERF. (sn)	GRUP X ÖLÇÜM	99.34	3	33.11	10.69*

\* p < 0.05

İstatistiksel analiz sonucunda ölçümler arasındaki fark anlamlı bulunmuştur (p < 0.05).

**Tablo 3 : Tukey Testi Sonuçları**

ÖLÇÜMLER	HCO <sub>3</sub> (mmol/L)	pH	HLa (mmol/L)	PERFORMANS (sn)
X Y	Ortalama Farkı (X - Y)	Ortalama Farkı (X - Y)	Ortalama Farkı (X - Y)	Ortalama Farkı (X - Y)
1 2	-3.77*	-3.90	-2.10	-2.81*
	-1.57	3.15	-0.60	-0.29
	0.16	3.75	0.20	-0.24
2 3	3.77*	7.05*	1.40	2.51*
	3.75*	7.65*	2.21*	2.56*
3 4	0.17	-6.000E-03	0.81	-5.5000E-02

\* p < 0.05

Ölçümler arasındaki farklılıkların hangi ölçümden kaynaklandığı Tukey testi ile belirlendi ve bütün ölçümlerdeki farklılıkların NaHCO<sub>3</sub> denemesinin yapıldığı 2. Ölçümden kaynaklandığı belirlendi (p<0.05).

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Vücut yakıtlarının parçalanması kasların çalışmasına yarayan enerjiyi sağlar. Yapılan iş miktarı organizmada depo edilen enerjinin miktarı, parçalanma oranı, yan ürünlerin üretilmesi

veya kasların nörolojik aksiyonu ile sınırlandırılabilir<sup>(7)</sup>. Kısa süreli yoğun egzersizler sırasında anaerobik glikoliz sonucu HLa birikimi olmaktadır. Bunun sonucunda kan ve kasta H<sup>+</sup> konsantrasyonu artmaktadır. H<sup>+</sup> iyonunun salınması ve buna bağlı olarak hücre içi pH seviyesinin düşmesi glikolitik yolun ve kasın kasılabilmesinin engellenmesine sebep olur. Bunun muhtemel sonucu olarak yorgunluğun oluşması ve performansın bozulması beklenir<sup>(9,10,27)</sup>. Yapılan bu çalışmadaki amaç, yüksek şiddette yapılan yoğun egzersiz öncesi alınan sodyum bikarbonatın egzersiz performansına ve bazı kan değerlerine etkisi araştırıldı.

Yapılan ölçümler sonucunda deneklerin madde almadan egzersiz öncesi HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> seviyeleri deney grubunda 31.28±2.75 mmol/L kontrol grubunda ise 32.33±3.23 mmol/L olarak belirlenmiş olup gruplar arasındaki fark anlamlı bulunmadı (p>0.05). Madde alımından sonraki egzersiz öncesi HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri ise NaHCO<sub>3</sub> alan grupta (deney grubu 9 37.74±1.80 mmol/L, plasebo madde alan grupta (kontrol grubu) ise 31.41±2.80 mmol/L olarak ölçülmüş olup aradaki fark anlamlı bulundu (p<0.05). Egzersiz sonrası HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> seviyeleri bütün denemeler sonucunda da önemli farklılık göstermedi (p>0.05). Kan HLa konsantrasyonunun artması ile plazma bikarbonat konsantrasyonunda bir azalma olmaktadır. Bu nedenle plazma bikarbonat konsantrasyonu maksimal egzersizden önce dinlenmede 24 mEq / Lt iken kısa süreli yoğun egzersiz sonrası 3-4 mEq/Lt'ye kadar düştüğü belirtilmiştir<sup>(14)</sup>. Yapılan araştırmalarda karbonhidrat yüklemesiyle ekstrasellüler tampon maddesi HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonunun arttığı belirtilmiştir<sup>(9,10)</sup>.

Yapılan araştırmada deneklerin egzersiz sonrasındaki HLa seviyeleri incelendiğinde bütün denemelerde egzersiz öncesine göre anlamlı bir artış gözlemlendi (p<0.05), en fazla artış ise NaHCO<sub>3</sub> denemesinde olmuştur ve bu değer diğer denemelerden de önemli derecede farklı bulundu (p<0.05). Bu artış egzersizden sonra düşen kan katekolominleri ile ilgili olabilir<sup>(4)</sup>. Araştırmada bikarbonat alımıyla egzersizde kan HLa konsantrasyonunun artması bu konu ile ilgili yapılan bazı araştırmalarla benzerlik gösterirken<sup>(5,22)</sup> bazı araştırmalarda alkalitik şartlarda kan HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, kas ve kan pH değerlerinin önemli artışına rağmen kan ve kas HLa değerlerinde bikarbonat (deney) ve plasebo (kontrol) denemeleri arasında fark olmadığı sonuçları ile zıtlık göstermektedir<sup>(30,31)</sup>.

Yapılan araştırmada egzersiz öncesi pH değerleri bakımından testler arasında önemli fark tespit edildi (p<0.05), bu farkında deney grubunun NaHCO<sub>3</sub> aldığı denemeden kaynaklandığı belirlendi. Bikarbonat denemesindeki pH yüksekliği bikarbonat alımının pozitif bir etkisi olarak kabul edilebilir. Fakat bunun aksine bazı çalışmalarda ise HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> alımının dinlenimdeki pH seviyesini etkilemediği belirtilmiştir<sup>(21)</sup>. Egzersiz sonrasındaki pH seviyesi deney grubunun madde almadan yaptığı denemesinde 7.26±1.88, NaHCO<sub>3</sub> denemesinde 7.29±1.99, kontrol grubunun ilk denemesinde 7.21±1.85, plasebo denemesinde ise 7.20±1.36 olarak belirlenmiş olup, deney grubunun bikarbonat denemesindeki egzersiz sonrası pH değeri kontrol grubunun her iki denemesindeki egzersiz sonrası pH değerlerinden anlamlı derecede farklıdır (p<0.05). Burada göze çarpan bir nokta ise kandaki HLa oranının artışına göre pH'ın düşmesi gerekirken bikarbonat denemesindeki HLa artışına göre pH düşüşü beklenenden daha azdır. Anaerobik egzersizde kas pH'ı azalarak 7.0'dan 6.5 veya daha aşağıya düşmektedir. İkincil olarak kan pH'ı 7.6'dan 7.0'a düşebilmektedir. Dinlenmede, egzersizden önce ve sonra alınan kan

örneklerinde laktat konsantrasyonu ile pH arasında yüksek korrelasyon bulunmaktadır. Anaerobik egzersizler kanın tampon sisteminden dolayı laktat konsantrasyonunda 10 misli artmaya, H<sup>+</sup> konsantrasyonunda ise sadece 1.42 misli artmaya sebep olmaktadır<sup>(9)</sup>.

Yapılan çalışmada deney grubunun NaHCO<sub>3</sub> aldığı denemesindeki performans zamanı madde alınmadan yapılan test performans zamanından ve kontrol grubunun her iki denemesindeki performans zamanlarından anlamlı bir farklılık gözlemlendi (p<0.05). Ekstrasellüler tampon kapasitesi arttığında hücreden laktat ve hidrojen çıkışı hızlanmaktadır<sup>(16,22,24,26,28)</sup>, H<sup>+</sup> birikiminin azalması performansı biraz arttıracaktır. Bu nedenle vücudun tampon kapasitesini artırarak metabolik asidozu kompanse etmek, pH'daki azalmayı önlemek ve yorgunluk başlangıcını erteleyebilmek için daha çok ağızdan NaHCO<sub>3</sub> alımı diğer adıyla "Bikarbonat Yükleme" performansı arttırmak amacıyla önerilmektedir<sup>(8,16,17,22,23)</sup>.

Sonuç olarak, yapılan çalışmada maksimal egzersizden önce alınan ve oluşturulmuş alkalozaya yol açan 0.25 gr/kg vücut ağırlığı dozajındaki Sodyum Bikarbonat'ın (NaHCO<sub>3</sub>) hidrojen iyonlarının çalışan kaslardan uzaklaştırılmasına ve bunun sonucunda yorgunluğun gecikmesine sebep olarak performansı olumlu yönde etkilediği tespit edildi.

#### **KAYNAKLAR**

1. Astrand, P.O., Rodahl, K.C. (1996): Textbook of Work Physiology. McGraw-Hill Co., New York, 112 – 115, 321.
2. American College of Sports Medicine : Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Fitness in Healthy Adults ,s.18-22, 1989.
3. Babalık, A. (1991): Bikarbonat Yükleminin Yüksek Yoğunluktaki Egzersiz Performansına Etkisi, M.Ü., Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
4. Bouissou, P., Defer, G., Guezennec, C.Y., Estrade, P.Y., Serrier, B. (1988): Metabolic and Blood Catecholamin Responses to Exercise During Alkalosis. Medicine and Science in Sports and Exercise, 20 (3), 228-232.
5. Brien, D.M., Mc Kenzie, D.C. (1989): The Effect of Induced Alkalosis and Acidosis on Plasma Lactate and Work Output in Elite Oarsmen, Eur. J. Appl., Physiology, 58 (8): 797-802.
6. Costil, D.L., Verstappen, F., Kuipers, H., Janssen, E., Fink, W. (1984): Acit- Base Balance During Repeated Bouts of Exercise: Influence of HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> Int. J. Sports Med. 5: 228-231.
7. Coyl, E.F. (1984) : Ergogenic Aids, Clin. Sports Med. July, 3 (3) : 731-742.
8. Denning, H., Talbot, J.T., Edwards, H.T., Dill, D.B. (1931): Effect of Acidosis and Alkalosis Upon Capacity for Work. Journal of Clinical Investigation, 9, 609.
9. Donalton, S.K., Hermansen, L., Bolles, L. (1978): Differential Direct Effects of H<sup>+</sup> on Ca<sup>++</sup> Activated Force of Skinned Fibers From The Soleus, Cardiac and Adductor Magnus Muscle of Rabbits; Plugers Archive European Journal of Physiology, 376, s. 55-65.
10. Fabiata, A., Fabiata, F. (1978): Effects of pH on the Myoflaments and Sarcoplasmic Reticulum of Skinned Cells From Cardiac and Skeletal Muscles. Journal of Physiology., 276, s. 233-235.
11. Fox, E.L., Bowers, R.W., Foss, M.L. (198 ): The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, 4th Ed., Saunders College Publishing, New York.

12. Goldfinch, J., Mc Maughton, L., Davies, P. (1988): Induced Metabolic Alkalosis on Endurance Running on Intensive Corresponding to 4 nM Blood Lactate, *Ergonomics*, 31 (11), s. 1639-1645.
13. Guyton, A.C. ( 1986 ): Textbook of Medical Physiology. 7.th ed. W.B. Saunders Co. Çeviren, Gökhan, N., Çavuşoğlu, H., Nobek Tıp Kitabevi, İstanbul, 1986, s. 629-647.
14. Hermansen, L. ( 1981 ): "Muscular Fatigue During Maximal Exercise of Short Duration." *Medicine and Sport*, içinde. Ed. By Jokl, E., Basel, S., Karger, s. 45-52.
15. Hermansen, L., Osnes, J.B. (1972): Blood and Muscle pH After Maximal Exercise in Man. *J. Appl. Physiology*. 32 (3), s. 304-308.
16. Hirche, H., Hembach, V., Langher, H.D., Wacker, U. (1972): Lactic Acid Permeation Rate in Working Skeletal Muscle During Alkalosis and Acidosis. *Pflügers Arch.*, 332, R73.
17. Jones, N.L., Sutton, J.R., Taylor, R., Towes, C.J. (1977): Effect of pH on Cardiorespiratory and Metabolic Responses to Exercise. *Journal of Applied Physiology*, 43, 959-964.
18. Karaküçük, İ., Üstdal, M., Karakeş, E.S. (1994): The Effects of Sodium Bicarbonate Ingestion on Plasma Lactate and Exercise Performance, *Tr. J. Medical Science*, (20), ss. 105-108.
19. Karlsson, J., Saltin, B. (1970) : Lactate, ATP and CP in Working Muscle During Exhaustive Exercise in Man. *J. Appl. Physiol.* 29, p.p. 598-602.
20. Kinderman, W., Keul, J., Huber, G. (1977): Physical Exercise After Induced Alkalosis (Bicarbonate of Tris-Buffer ). *Eur. J. Appl. Physiol.*, 37 (3), s. 197-204.
21. Leger, L.A., Lambert, J. (1982): A Maximal Multistage 20 m Shuttle Run Test to Predict VO<sub>2</sub> Max. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 49, s. 1-12.
22. Mainwood, G.W., Warsley-Brown, P. (1975): The Effects of Extracellular pH and Buffer Concentration on The Efflux of Lactate From Frog Sartorius Muscle. *Journal of Physiology (London)*, 250, 1-22.
23. Margaria, R., Afhemo, P., Sassi, G. (1971): Effect of Alkalosis on Performance and Lactate Formation in Supramaximal Exercise. *Internationale Zeitschrift Für Angewandte Physiologie*, 29, 215-223.
24. McCartney, N., Heigenhauser, G.J.F., Jones, N.L. (1983): Effects of pH on Maximal Power Output and Fatigue During Short-Term Dynamic Exercise. *Journal of Applied Physiology*, 55, 225-229.
25. McKenzie, D.C., Coutts, K.D., Stirlgn, D.R., Hoeben, H.H., Kuzara, G. (1986): Maximal Work Production Following Two Levels of Artificially Induced Metabolic Alkalosis. *J. Sport Sci.*, 4 (1), s. 8-35.
26. Osnes, J.B., Hermansen, C. (1972): Acid-Base Balance After Maximal Exercise of Short Duration. *J. Appl. Physiol.*, 32, s. 59-63.
27. Poulus, A.J., Docter, H.J., Westra, H.G. (1974) : Acid-Base Balance And Subjective Feelings of Fatigue During Physical Exercise, *Eorupen Journal of Applied Physiology*. 33, 207-213.
28. Sahlin, K., Alvestrand, A., Brandt, R., Hultman, E. (1978): Acit-Base Balance in Blood During Exhaustive Bicycle Exercise and Following Recovery Period. *Acta Physiol. Scand.* 104, s. 370-372.
29. Tamer, K. (1995): Sporda Fiziksel-Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi, *Türkerler Kitabevi*, Ankara, ss. 110-112.
30. Tiryaki, G. (1990): The Effects of Sodium Bicarbonate and Citrate on 600 n Running Performans of Trained Females. Unpublished Doctoral Dissertation, The University of New Mexico.
31. Verbitsky, O., Mizrahi, J., Levin, M., Isakov, E. (1997): Effect of Ingested Sodium Bicarbonate on Muscle Force, Fatigue and Recovery, *J. Appl. Physiol.* Aug. 83 (2): 333-337.
32. Wilkes, D., Gledhill, N., Smyht, R., Tomlinson, J. (1983): The Effect of Acute Induced Metabolic Alkalosis on 800 m Racing Time. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15 (4), 277-280.