

ODTÜ BEDEN EĞİTİMİ ve SPOR BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN YÜKSELTİDEN SONRA BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ

Erdal ZORBA* Gazanfer DOĞU** Yavuz TAŞKIRAN***
M.Akif ZİYAGİL* F. Hülya AŞÇI**** Alper AŞÇI*****

ÖZET

Bu çalışmanın amacı ODTÜ Beden Eğitimi ve Spor Bölümü'nden 21-25 yaşları arasındaki 15 erkek öğrenci üzerinde yükseltiden önce, yükseltide ve yükseltiden sonra kalp atım sayısı, kan basıncı, vital kapasite, hemoglobin ve VO₂max değerlerinde meydana gelen fizyolojik değişikliklerin belirlenmesidir. ANOVA sonuçlarına göre; yükseltiden önceki, yükseltideki, yükseltiden sonraki kalp atım sayısı ve vital kapasite değerleri arasında anlamlı fark vardır (p<0.05). T-testi sonuçları yükseltiden önceki ve sonraki hemoglobin ve VO₂max değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermiştir (p<0.05).

Anahtar Sözcükler: Yükselti, hemoglobin, fiziksel kapasite.

-
- * KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Bölümü
 - ** Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bölümü
 - *** Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu
 - **** ODTÜ Eğitim Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Bölümü
 - ***** Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu

SUMMARY

INVESTIGATION of the CHANGES in SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS of METU PHYSICAL EDUCATION and SPORTS UNIT STUDENTS AFTER HIGH ALTITUDE

The purpose of this study was to determine the physiological changes in heart rate, blood pressure, vital capacity, hemoglobin content and VO₂ max that occur before, during and after altitude in 15 METU Physical Education and Sports Department male students, aged 21-25. According to ANOVA results; there were significant differences in heart rate and vital capacity before, during and after altitude ($p < 0.05$). T-test results showed that there were significant differences in hemoglobin and VO₂ max results before and after altitude ($p < 0.05$).

Key Words: *High altitude, hemoglobin, physical capacity.*

GİRİŞ

Son yıllarda değişik atmosfer koşullarında yapılan bedensel etkinliklerin performans üzerine olan etkileri birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir. Yapılan çalışmalarda; değişik atmosfer koşullarının sportif performansa etkisi araştırılarak hem performansda hem de vücutta meydana gelen fizyolojik değişiklikler ortaya konmaya çalışılmıştır.

Değişik atmosfer koşullarından biri olan yükselti genel olarak 1000 metre ve üzeri olarak kabul edilmekte ve bu yüksekliklerin üzerine çıkıldığında organizmada farklı uyumlar gündeme gelmektedir (5, 12). Konu ile ilgili ilk araştırma 1894 yılında Angelo Mussa ve asistanları tarafından yapılmıştır (11).

Genelde düşük rakımdan yüksek rakıma çıkıldığında insan vücudunda baş dönmesi, uykusuzluk, baş ağrısı, nefes darlığı, hızlı kalp atımı gibi pek çok fizyolojik tepki oluşur. Bu gibi fizyolojik tepkilerin nedenleri olarak hava sıcaklığı ile birlikte barometrik basınç ve kısmi oksijen basıncının düşmesi gösterilebilir (10).

Kısmi oksijen basıncının düşmesi sonucu kanın oksijen ile doymuşluğu bozularak hipoksia durumu ortaya çıkar. İrtifa artışına bağlı olarak oluşan hipoksia hiperventilasyona, kalp atımının artmasına, alkali rezervlerinin azalmasına, plazma hacminin azalması sonucu hema-

tokrit yükselmesine ve hemoglobin konsantrasyonunun artmasına sebep olur (1, 6, 9, 10).

Buna ek olarak; yüksek irtifada kalış süresi uzadıkça aklimatizasyon olayı, yani yükseltiye kısa süreli uyum meydana gelir. Bununla beraber bozulan asid-baz dengesi ve hücre fonksiyonları normale döner ve hemoglobin ve eritrosit miktarında artış olur (5, 9).

Yükseklik hipoksia'sının organizmada meydana getirdiği bu fizyolojik uyumlardan sportif performansda istifade edilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu alanda ilk ciddi çalışmalar 1968 Mexico Olimpiyatları'nda ele alınmıştır. Daha sonra da yüksek irtifada yaşayan atletlerin yüksekte yapılan dayanıklılık sporu yarışmalarında çok iyi performans sergilemeleri araştırmacıların dikkatini bu konu üzerine çekmiştir (1).

Bu konu ile yapılan araştırmaların birinde Goddard (1967) yükseltide yapılan antrenmanın deniz seviyesinde aynı miktarda yapılan antrenmandan daha verimli olduğunu bulmuştur (2). Buskirk ve arkadaşları (1967) yaptıkları araştırma sonucunda deniz seviyesinde kalan bir insanın 4000 metrede 4-5 hafta kaldıktan sonra, orada yaşayan biri ile aynı derecede futbol maçı oynayabileceğini belirtmişlerdir (15). Buna ek olarak Mellerowitz ve arkadaşları fiziksel ve performans özellikleri benzer iki gruptan birini deniz seviyesinde, diğer grubu da 2000 m'de aynı antrenman tipi, süresi ve ortam koşullarına tabi tutmuşlar ve yükseltide antrenman yapan grubun VO_2 max'larının deniz seviyesindeki gruptan daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (1). Bunun yanısıra; Adams ve arkadaşları (1975) 12 orta mesafe koşucusunu iki ayrı gruba ayırarak 2300 m yüksekliğin 2 mil koşusu ve maksimum aerobik kapasite üzerine etkisini araştırmışlar ve yükseltide ilk 3 gün içerisinde hem VO_2 max'ın hem de 2 mil performansının düştüğünü bulmuşlardır. Ayrıca adaptasyonun 18. ile 20. gününde VO_2 max ve 2 mil performansında %2'lik bir artış olduğu ve deniz seviyesine döndükten sonra performansın ilk değerlerden farklı olduğu bulunmuştur (6).

Özetle; yükseltiye ilk çıkışta, yükseltiye adaptasyon süresince ve yükseltiden sonra insan vücudunda meydana gelen metabolik ve fizyolojik uyumları gözlemek mümkündür. Bu sebeple; araştırmada yükseltiden önce, yükseltide ve yükseltiden sonra 15 ODTÜ Beden Eğitimi ve Spor Bölümü öğrencisinin hemoglobin (Hb), kalp atım sayısı (KAS), kan

basıncı (KB), vital kapasite (VK) ve aerobik kapasitesinde meydana gelen değişikliklerin araştırılması amaç edinilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Denekler: Bu çalışmanın deneklerini 1990-1991 yılı güz döneminde 12 günlük kayak eğitimine katılan ODTÜ Beden Eğitimi ve Spor Bölümü'nden gönüllü 15 erkek öğrenci oluşturmuştur.

Yöntem: Deneklerin değişik fizyolojik parametreleri ile ilgili ilk ölçüm ODTÜ'de kampa gitmeden 1 gün önce, ikinci ölçüm kampın 7.gününde, son ölçümler ise 12 günlük kampın bitiminden 1 gün sonra ODTÜ kampüsünde yapılmıştır.

Testler şu şekilde uygulanmıştır: Hemoglobün analizi ODTÜ Mediko Sosyal Laboratuvarı'nda parmaktan alınan kan örnekleri ile yapılmıştır. Kalp atım sayısı stetoskop ile denek oturur vaziyette iken alınmıştır. Kan basıncı denek oturur vaziyette iken sol kolundan mekanik kan basıncı aleti ile ölçümler alınmıştır. Vital kapasite oturur pozisyonda taşınabilir spirometre ile 2 defa ölçümler alınmış ve en iyi değer kaydedilmiştir. Aerobik kapasite deneklerin VO₂ max'ları 12 dakikalık Cooper testinde elde edilen metre değerlerinin Balke'nin geliştirdiği aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$VO_2 \text{ max (ml/kg/dk)} = 33.3 + (X-150) 0.178$$

$$X = 1 \text{ dakikada alınan mesafe (14).}$$

İstatistik Yöntem: Bu araştırmanın verileri MICROSTAT paket programında bağımlı örneklerde t-test ve bağımlı örneklerde ANOVA (Repeated Measure ANOVA) kullanılarak yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmaya katılan 15 deneğin yaş, kilo ve boy ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Deneklerin fiziksel karakterleri (N= 15).

	X	SD	MİN	MAKS
Yaş, yıl	22.7	1.3	21	25
Ağırlık, kg	63.5	7.6	62	95
Boy, cm	176.0	8.0	154	185

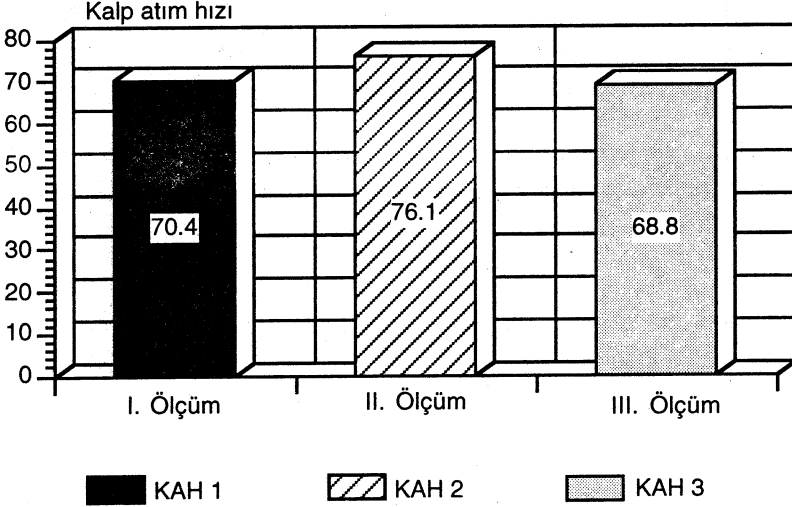
Tablo 2'de deneklerin yükseltiden önceki, yükseltideki ve yükselti sonrasında ölçülen fizyolojik parametreleri ile ilgili tanımlayıcı istatistik sonuçları verilmiştir.

Tablo 2. Deneklerin fizyolojik parametrelerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları (n= 15).

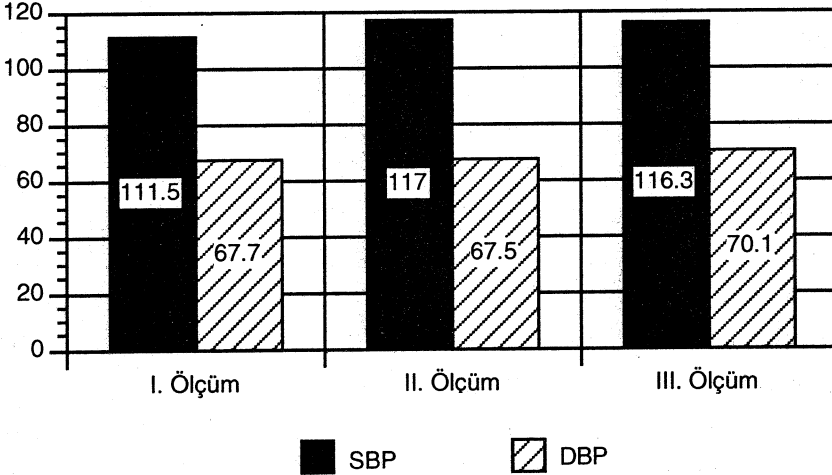
Fizyolojik Parametre	X	SD	MİN	MAKS
KAS 1	70.4	8.9	60	88
KAS 2	76.1	8.6	64	96
KAS 3	68.8	7.8	56	82
Sistolik 1 (mm Hg)	111.5	6.7	100	120
Sistolik 2 "	117.0	5.0	103	123
Sistolik 3 "	116.3	7.5	104	130
Diastolik 1 "	67.7	10.9	45	80
Diastolik 2 "	67.5	10.0	50	84
Diastolik 3 "	70.1	8.8	52	82
Vital Kapasite 1 (l)	5.08	0.82	4.10	6.80
Vital Kapasite 2 "	4.78	0.71	3.90	6.00
Vital Kapasite 3 "	4.92	0.83	3.60	6.00
Hemoglobin 1 (g/l)	104.7	4.6	98	111
Hemoglobin 3 "	108.7	7.7	95	120
Aerobik K1 (ml/dk/kg)	48.1	2.2	45.2	51.1
Aerobik K3 "	49.9	2.4	45.2	53.3

Not: 1: Yükseltiden önce, 2: Yükseltide, 3: Yükseltiden sonra.

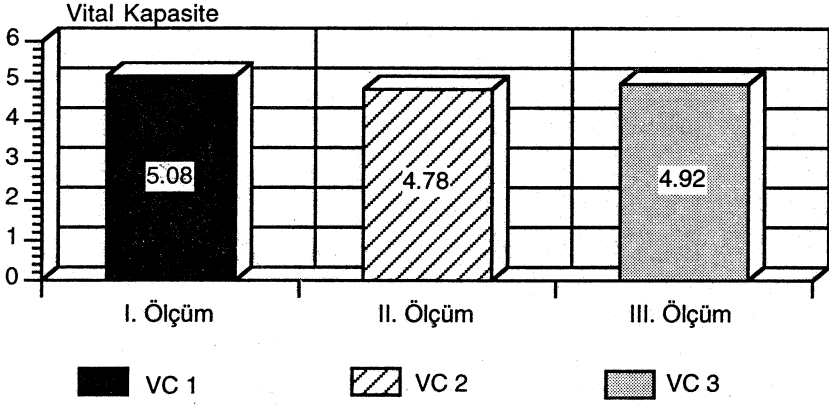
Grafik 1'de yükseltiden önce, yükseltide ve yükseltiden sonraki kalp atım sayıları; Grafik 2'de sistolik ve diastolik kan basıncı değerleri; Grafik 3'de vital kapasite değerleri; Grafik 4'de VO₂ max değerleri; Grafik 5'de hemoglobın değerleri sunulmuştur.



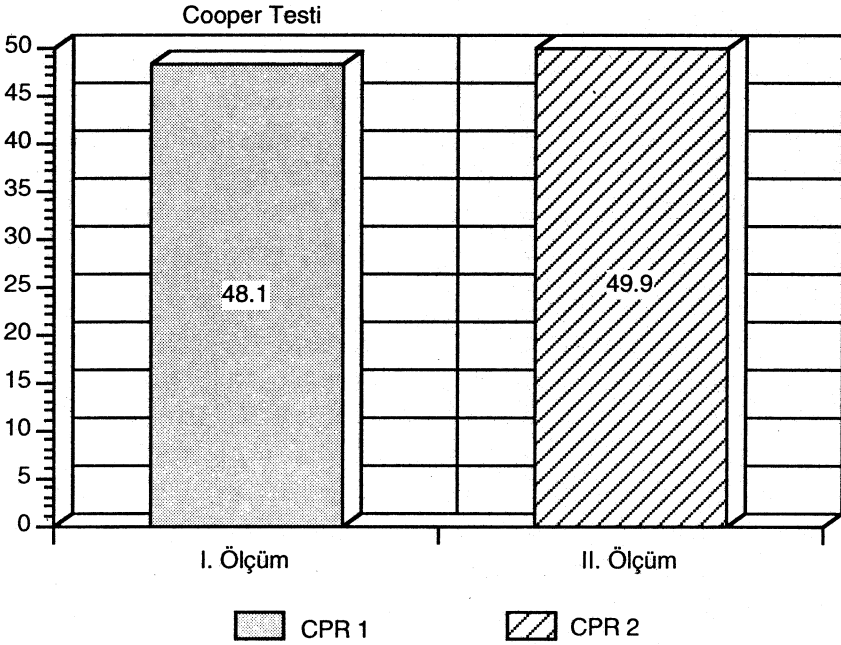
Grafik 1. Yükseltiden önce, yükseltide ve yükseltiden sonra ölçülen kalp atım sayısı.



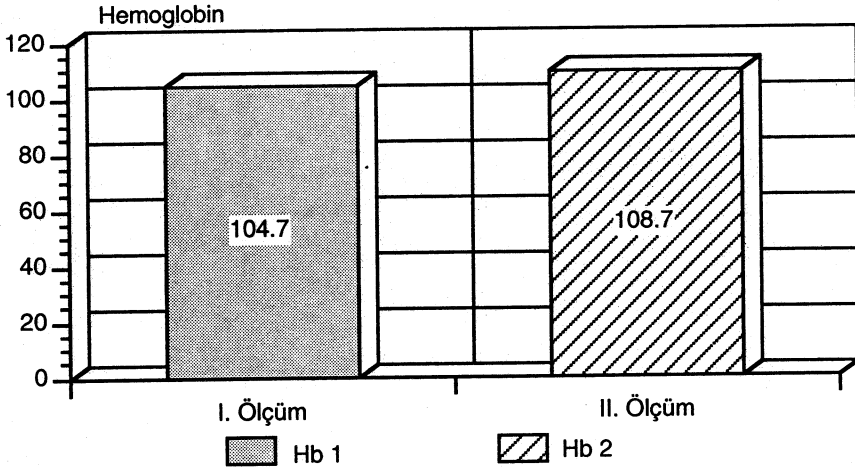
Grafik 2. Yükseltiden önce, yükseltide ve yükseltiden sonra ölçülen sistolik ve diastolik kan basıncı.



Grafik 3. Yükseltiden önce, yükseltide ve yükseltiden sonra ölçülen vital kapasite değerleri.



Grafik 4. Yükseltiden önce ve yükseltiden sonra ölçülen VO_2 max değerleri.



Grafik 5. Yükseltiden önce ve yükseltiden sonra ölçülen hemoglobin değerleri.

TARTIŐMA

Yükseltiden önce kalp atım sayısı ortalamasının 70.4 ± 8.9 iken; yükseltide 76.1 ± 8.6 'ya çıkması ve yükseltiden sonra 68.8 ± 7.8 'e düşmesinin en önemli sebeplerinden biri O_2 basıncının rakım yükseldikçe azalmasıdır. Rohn 1966'da 5500 metrede pO_2 'nin 70 mmHg'ye düştüğünü tesbit etmiş ve vücudun O_2 ihtiyacını karşılamak için hemostasise uygun olarak ventilasyonda yükselme ve kalp atım sayısında artış olduğunu gözlemiőtir (3).

Dill ve arkadaşları 1989'daki çalışmalarında 1900 m yükseklikte kalp atımlarında anlamlı bir artış gözlemiőken Moresh ve arkadaşları (1983) 1830 m ile 2200 m yükseklikte 19-25 yaşlarındaki erkek deneklerin maksimal kalp atımlarını 196.6 bulmuşlardır (8). Frisancho ve arkadaşları (1973) Peru ve Amerika'daki yüksek rakımlara göre düşük rakımlarda kalp atım sayısı değerlerinin daha az olduğunu; bazı araőtırmacılar ise; yükseklikte dakika kalp atımında %50'lik artış olduğunu tesbit etmişlerdir (10). Yükseltiden sonra bulunan kalp atım sayısındaki düşüőün ise Hb sayısındaki artışa, antrenmanın etkisine ve O_2 yüzdesinin artmasına bağlı olabileceği savunulmuştur (8).

Bu çalışmada; yükseltiden önce, yükseltide ve yükseltiden sonra yapılan ANOVA testi sonucuna göre (Tablo 3) kalp atım sayısında an-

lamli fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Elde edilen sonuçlar daha önceki çalışmaları destekler niteliktedir.

Tablo 3. VK, DKB, SKB ve KAS'na ait randomized ANOVA sonuçları.

Fizyolojik Parametre	F Değeri	P Değeri
Vital Kapasite	5.548	0.0093
Diastolik	0.828	0.4471
Sistolik	3.310	0.0512
Kalp Atım Sayısı	7.980	0.0018

Akgün (1) yükseltiye çıkıldığında hipertansiyonda artma olacağını savunurken; Astrand (2) ise bu artışın çıkılan yükseklik ve kişisel faktörlere de bağlı olacağını belirtmiştir. Hipoksik pulmoner damarlarda büzülme, sistemik damarlarda dilatasyon olması, pulmoner arter hipertansiyonu, kanın akciğerlerin üst lobuna dağılımını kolaylaştırmıştır (1).

Bu çalışmadaki sistolik ve diastolik değerler için Tablo 3'de verilen ANOVA sonucuna göre ($p > 0.05$) anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak sonucun bu şekilde çıkmasının rakım farkının fazla olmaması, kalınan sürenin kısa olmasından kaynaklanabileceğini söyleyebiliriz.

Yüksek rakımda vital kapasitede meydana gelen değişikliklerle ilgili yeterli kaynağa ulaşamamamıza rağmen farkın olmasındaki en önemli sebeplerden birinin PO_2 'deki değişimden kaynaklandığını söyleyebiliriz. Vital kapasite genellikle dayanıklılık sporlarında ya değişmez ya da çok az artar. Vital kapasitedeki değişimler yaş, cinsiyet, vücut yapısına bağlı olmakla birlikte, parsiyel basınçtaki azalma zorunlu ekspirasyonun düşmesine ve rezidüel volümün artmasına sebep olacaktır. Bu da vital kapasitenin yüksek rakımda azalmasına etki eden sebeplerden birisidir (1).

Sautter (4) bir grup lise öğrencisi üzerinde yaptığı çalışmalarda rakıma bağlı olarak vital kapasitede azalma görüldüğünü, ancak bunun deniz seviyesine inildiğinde tekrar normale döneceğini savunmuştur (7). Catherine ve ark. (4) yükseklikte pulmoner ventilasyonda artış

olduğunu, barometrik basıncın ve PO_2 düşmesi neticesinde vital kapasitede azalma gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ANOVA testi sonucunda yükseltiden önceki ve yükseltideki vital kapasite değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.

Uluslararası Olimpik Komite'nin araştırmasına göre; performansı düşük olanlarda hipoksik antrenman ile yüksek rakımdan sonra performansda bir artış vardır (8). Roskom ve arkadaşlarının 3 gruba deniz seviyesi, 2250 m ve 3450 m yüksekliklerde yaptırdığı antrenmanlar sonucu deniz seviyesinde deneklerin VO_2 max değerleri ölçüldü. Neticede yüksek rakımda antrenman yapmış sporcuların değerleri deniz seviyesindekilere göre yüksek çıkmıştır. Ronkilo ve Rusko 2600 m'de 2 hafta kaldıktan sonra deniz seviyesinde bulunan kontrol grubu ile VO_2 max değerleri karşılaştırıldığında çok az da olsa yüksek rakımdakilerin değerlerinin daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (13).

Boutellier ve arkadaşları ise; 1983'de 8 gönüllü üzerinde Himalayalar'da 8398 m'de 5 hafta kalmadan önce ve sonra VO_2 ölçümü yapmışlardır. Bu çalışmaya göre iklime uyumdan sonra VO_2 max değerleri değişmemiş, hematokritin artışı O_2 taşınmasını desteklerken viskoziteyi ise arttırdığından, sonuçta bu parametreyi dengelediği savunulmuştur (4).

Yapılan t-testi sonuçlarında (Tablo 4) yükseltiden önce ve yükseltiden sonraki max VO_2 sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu da orta seviyedeki yükseltilerden sonra düşük rakımda kısa süre için max VO_2 'de bir artış olacağı görüşünü destekler niteliktedir.

Tablo 4. Hemoglobinin ve aerobik kapasiteye ait t-test sonuçları.

Parametre	T değeri	P değeri
Hemoglobin	-2.146	0.0259
Aerobik Kapasite	-3.983	0.0001

Bilim adamları ve antrenörler yüksek rakımdan fiziksel değerler üzerine en çok verimi kandaki Hb artışında beklerler: 1 g Hb, 1.34 cc O_2 taşır; 100 cc kanda Hb 2 g arttırılırsa 1 litre kanın taşıdığı O_2 miktarı 2.5

cc kadar artacaktır. Bu artım kalbin dakika volümünü 24 cc'ye çıkaran bir egzersiz esnasında dokulara 300 cc daha fazla O₂ taşınması ve max VO₂ değerinin yükselmesi demektir (1).

Rakım yükseldikçe O₂ satürasyonunun azalmasına bağlı olarak Hb'de artma olduğu, yükseltiye ani ve hızlı cevap olarak Hb'deki hızlı değişimin birkaç hafta içerisinde gerçekleştiği belirtilmiştir (4).

Her ne kadar çalışmada geçen süre yüksek rakım çalışmaları için çok anlamlı değilse de yükseltiden önce ve sonraki Hb ölçümleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0.05). Bu süre zarfında yükseltide Hb artışındaki bu anlamlı artışın bulunması sporcuların anemi sorunlarını çözme ve aerobik kapasitelerindeki artış açısından önemli gözükmektedir.

Sonuç olarak; 15 ODTÜ Beden Eğitimi ve Spor Bölümü öğrencisi üzerinde yapılan bu çalışmada; yükseltiden önce, yükseltide ve yükseltiden sonra alınan fizyolojik değerlerde (kalp atımı, vital kapasite) ANOVA testine göre anlamlı fark bulunurken sistolik ve diastolik kan basıncında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Deneklerin yükseltiden önce ve sonra bulunan hemoglobinin (Hb) ve aerobik kapasite (VO₂) değerlerine uygulanan t-testi sonuçlarına göre, Hb ve VO₂'de anlamlı fark bulunmuştur (p< 0.05).

Buna göre; aerobik çalışmanın önemli olduğu sporlarda sporcuların performansının veya anemi durumu olan sporcuların aerobik kapasitelerinin geliştirilmesi amaç edinildiğinde, orta seviyedeki yükseltilerin Hb ve VO₂ parametrelerine pozitif etkisi sebebi ile bu rakımlarda kısa süreli çalışma yapmanın yararlı olabileceğini söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

1. Akgün N: *Egzersiz Fizyolojisi*. II. cilt, 3.baskı, İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi, 1989.
2. Astrand PO, Rodahl K: *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise*. 2nd ed., New York, McGraw Hill Book Company, 1977.
3. Astrand PO, Rodahl K: *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise*. Toronto, McGraw Hill Book Company, 1986.

4. Catherine G et al.: Altitude training in human performance. *Sports Medicine* 16: 279-84, 1988.
5. Ergen E: Değişik ortam koşullarında egzersiz. In: *Spor Hekimliđi*, Ankara, Maya Matbaacılık, 1992, s. 46-8.
6. Fox E et al.: *Physiological Basis of Physical Education and Athletics*. Philadelphia, Saunders College Publishers, 1988.
7. Ingjer F, Myhre K: Physiological effects of altitude training on elite male cross-country skiers. *Sports Sci* 10: 37-47, 1992.
8. International Olympic Committee (IOC): *Sport Medicine Manual*, Canadian Cataloguing Publication, 1990.
9. Kalyon AT: *Spor Hekimliđi: Sporcu Sağlığı ve Spor Sakatlıkları*.
10. McArdle W, Katch FI, Katch VL: *Exercise Physiology*. Philadelphia, Lea and Febiger, 1981.
11. Noble BJ: *Physiology of Exercise and Sport*. Philadelphia, Saunders College Publishing, 1986.
12. Smith HM et al.: Altitude Training: Who Benefits? *Physician Sports Med* 12 (4): 48-59, 1984.
13. Squires RW, Buskirk ER: Aerobic capacity during acute exposure to simulated altitude, 914-2286 m. *Med Sci Sports Exerc* 14: 36-40, 1982.
14. Tamer K: *Fiziksel Performansın Ölçülmesi ve Deđerlendirilmesi*. Ankara, Gökçe Matbaası, 1991.
15. Tiryaki G: Yüksek rakımda egzersiz ile ilgili son yaklaşımlar. I. Yüksek İrtifa ve Spor Bilimleri Kongresi, 1991, s. 71-8.