

PAPER DETAILS

TITLE: Sporcularda Kisa ve Uzun Süreli Egzersizlerde Immunglobulin G Alt Gruplarinin Plazma Degerleri

AUTHORS: Mehmet IRIADAM,Sitki ÖZBEK

PAGES: 82-86

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/33879>

Sporcularda Kısa ve Uzun Süreli Egzersizlerde Immunglobulin G Alt Gruplarının Plazma Değerleri

Mehmet İRİADAM¹

Sıtkı ÖZBEK²

¹ Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Şanlıurfa

² Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa

ÖZET: Bu çalışmada, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü öğrencileri tarafından yapılan kısa ve uzun süreli egzersizlerin immunglobulinlerin alt grupları üzerine etkileri araştırıldı. Araştırmamıza 18±2 yaşlarında 21 sağlıklı erkek sporcu katıldı. İki aylık egzersiz programında sporculara günlük ortalama olarak 45-60 dk.'lık egzersizler 400 m'lik koşu pistinde uygulanmıştır. Egzersiz öncesi (başlangıç), egzersizin birinci ayı (I grup) ile ikinci ay (II grup) larda alınan kan örneklerinden elde edilen plazmalardaki immunglobulin G alt grupları (IgG, IgG₁, IgG₂, IgG₃ ve IgG₄) parametrelerine Nefelometrik yöntemle bakıldı. Bu üç grup istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Egzersize başlamadan önceki değerler, egzersizin birinci ayı sonrasındaki (Kısa süreli egzersiz) değerlerle karşılaştırıldığında IgG, IgG₁, IgG₂, IgG₃ ve IgG₄ parametrelerinde bir artış görülmeyenken, egzersize başlamadan önceki değerler ile, egzersizin ikinci ayı sonrasındaki (uzun süreli egzersiz) değerler karşılaştırıldığında IgG, IgG₂, IgG₃ ve IgG₄ parametrelerinde önemli bir artış ($p<0,05$) olduğu ve sadece IgG₁ parametresinde bir artış olmadığı tespit edildi. Kısa süreli egzersizlerle uzun süreli egzersizler karşılaştırıldığında IgG, düzeylerde önem görülürken IgG₃ parametrelerinde bir artışın olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak, araştırmaya katılan sporcuların bağışıklık sistemlerinin bir göstergesi olan immunglobulin G alt gruplarının seviyesinde kısa süreli egzersizlerde bir değişiklik görülmedi. Ancak, araştırmada uzun süre egzersiz yapan sporcuların Immunglobulin G alt grupların plazma düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı artan değerler gözlenmiştir. Uzun süreli egzersiz yapanlarda oluşan bu artışın, egzersizlerin yapmış olduğu stresin, uzun süreli ve düzenli devam eden egzersizlerden sonra ortadan kalkmasına bağlı olabileceği şeklinde düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, bağışıklık, immunglobulin, spor

The Plazma Levels of Short And Long Termed Exercises Over Immunglobulin G Sub-Groups in Sportsmen

SUMMARY: This study aims to investigate the influence of short and long term exercises, performed by the physical education students, on the immune sub-groups. There were 21 healthy male students (18±2 years old) participated in the study. In the two-month exercise program, the students were asked to carry out exercises lasting, on the average, 45-60 minutes on a 400 m running track. The blood samples collected initially, and at the end of the first (Group I) and second months (Group II) of the program were analysed using the nefelometric method for immunglobulin G sub-groups (IgG, IgG₁, IgG₂, IgG₃ ve IgG₄) in the plasma and the three groups were statistically compared. Although there was no significant increase observed in IgG, IgG₁, IgG₂, IgG₃ and IgG₄ parameters of the short-term exercise (Group I), as compared with the pre-exercise parameters, there was a statistically significant increase ($p<0,05$) in the values of the long-term exercise (Group II), except the IgG₁ parameter. When the short-term exercises and the long term exercises were compared, a significant increase in IgG parameters was observed and there was no increase in IgG₃ parameters.

As a result, there was no changes observed in immunoglobulin G sub-group levels, indicators of immune systems of sportsmen, of the students participated in the short-term exercise group of our study. However, in the long-term exercises, the parameters of immunoglobulin G subgroups showed significant increases which can be attributed to the disappearance of the stress induced by the exercises in the long run.

Key Words : Exercise, immunity, immunglobulin, sports

GİRİŞ

Egzersiz, bireyin sağlık durumunu geliştiren, gelişmiş sağlık durumunu devam ettiren hareketlerdir. Egzersizin vücuda faydalı olabilmesi için fizyolojik temellere dayandırılması gerekmektedir. Egzersiz vücudun maruz kaldığı en büyük stres olarak tanımlanmaktadır (Adak, 1998). Vücut bu strese metabolik, hormonal ve immünolojik

sistemlerindeki bir takım fizyolojik değişimlerle cevap vermektedir (Adak, 1998).

Egzersizin immün sistemin çeşitli yönlerine nasıl etki ettiğini bilmek kadar, hangi aşamada bireye ne derecede yararlı yada zararlı olduğunu bilmekte o kadar önemlidir. Bireyleri egzersize yönlendirirken egzersiz tipinin belirlenmesi oldukça önem taşımaktadır. Düzenli

dayanıklılık sporları yapan insanlarda koroner arter bozuklukları, hipertansiyon ve diyabet gibi hastalıklar çok az görülmekte, çocukların gelişimi daha iyi olmakta ve yaşlılar kimseye muhtaç olmadan yaşamlarını daha rahat sürdürebilmektedir (Adak, 1998; Akgün, 1993; Astrand, 1988; Circon ve Alexandre, 1988).

İmmunoglobulinler serum ve doku sıvılarında bulunan glikoprotein yapısında maddelerdir. Yapılan çalışmalarda yüksek şiddetteki egzersizden sonra IgG ve IgA seviyelerinde %12-14 oranlarında artış tespit edilirken, sürat koşusu yapan sporcularda kısa mesafedeki (100 m) koşu sonrası bu oranın sadece IgG'de %7 oranında arttığı bildirilmektedir (Boyum ve ark., 1996, Kale, 1993, Shinkai ve ark., 1996). Uzun süreli egzersizlerden sonra IgA düzeyinin tükürük sıvısında azaldığı ve bu durumun sporcularda üst solunum yolu enfeksiyonunun artmasına yol açabileceği öne sürülmektedir (Ataman, 1995, William ve ark., 1991). Düzenli antrenmanın soğuk algınlığı riskini azalttığı, yüksek şiddetteki antrenman ve zorlanmaların ise bu riski arttırdığı da ifade edilmektedir (Ünal, 1998). İmmun sistemin fonksiyonlarının ağır egzersiz sonrası kortizol ve epinefrin gibi stres hormonlarının etkisine bağlı olarak baskılandığı ve bu tip ağır antrenman programı uygulanan kişilerde üst solunum yolu enfeksiyonuna sık rastlandığı, ancak orta yoğunlukta yapılan egzersizlerin immün sistemin fonksiyonlarını aktive ederek üst solunum yolu enfeksiyon riskini azalttığı bildirilmiştir (Brenner ve ark., 1994, Jootar ve ark., 1992, Katz, 1991, William ve ark., 1991). Nieman ve arkadaşları (1994) yoğun antrenman programı uygulanan sporcuların, düşük şiddette antrenman programı uygulanan sporculara oranla solunum yolu enfeksiyon riskinin iki kat daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yarışmaya katılanlarda sakatlık dışındaki nedenlerle yarışmaya katılmayanlara oranla enfeksiyon riskinin altı kat fazla olduğunu, yüksek şiddetteki egzersizlerin immünoglobulinler ile bağışıklık sistemini önemli ölçüde zayıflattığını ifade etmektedirler. Mackinnon (1996) akut ve kronik egzersizlerin toplam protein salgılarına oranla mukozal immünoglobulin konsantrasyonları üzerine (IgA, IgG, IgM) daha fazla etkisinin olduğunu bildirmektedir. Tyede ve arkadaşları (1994), immün sistemin fonksiyonlarını orta yoğunlukta bir egzersizin uyardığı ancak şiddetli ve uzun süren egzersizlerin baskıladığını öne sürmektedirler.

Çalışmamızda, kısa ve uzun süreli egzersizlerin immünoglobulin alt gruplar üzerinde oluşturabileceği etkileri belirleyerek bağışıklık sisteminin egzersize karşı verdiği yanıtların belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, Beden Eğitimi ve Spor bölümü öğrencilerinde sağlıklı, 18±2 yaşlarında toplam 21 sporcu üzerinde yürütüldü. Egzersizler toplam sekiz hafta devam etti. Sporculara haziran ve temmuz aylarında sekiz hafta süresince koşu pistinde 45-60 dk.'lık egzersizler uygulandı. Egzersiz süresince her gün 15 dk. ısınma amaçlı düz koşu (max. % 40), 15 dk. Strechng (ısınma Amaçlı), 20 dk. kültür fizik hareketleri, 5 dk. Jokking ve 5 dk. Strechng (Soğuma Amaçlı) yapıldı. Egzersizlerin birinci ayı kısa süreli, ikinci ayı ise uzun süreli olarak değerlendirildi. Çalışma süresince 21 sporcudan üç kez kan örneği alındı (egzersiz öncesi, egzersizin birinci ay sonu, egzersizin ikinci ay sonu). Kanlar Egzersiz öncesi (Başlangıç), egzersizin birinci ay (I grup) ile ikinci ay (II grup) alındı. Alınan kanlar 10 mm lik Vakutainer-EDTA'lı tüplere alınarak 24 saat 4 °C buzdolabında bekletilip, santrifüje edilerek plazmalarının ayrılması sağlandı. Elde edilen plazma örneklerine Harran Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarında bulunan Beckman Coulter Image Marka Nefelometri cihazında, Beckman marka kitlerle Nefelometrik yöntem ile IgG, IgG₁, IgG₂, IgG₃ ve IgG₄ parametrelerine bakıldı.

Plazma örneklerinde belirlenen immünoglobulin düzeyleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak Wilcoxon Signed Rank test metodu uygulanarak belirlendi.

BULGULAR

Çalışmaya katılan sporcularda kısa ve uzun süreli egzersizlerin immünoglobulin G alt grupları üzerine etkileri ile ilgili elde edilen değerler ile bu değerlerin standart sapmaları Tablo 1'de sunulmuştur. Buna göre başlangıç, I. ve II. gruplarla karşılaştırıldığında IgG düzeyindeki artış farklılığının önemli olmadığı, ancak, başlangıç ile II. grup arasındaki artış farkının önemli (p<0,05) olmasıyla birlikte I. ile II. grup arasındaki artış farkının da önemli (p<0,01) olduğu saptanmıştır. IgG₁ düzeyinde ise, başlangıç ile I. ve II. gruplar arasındaki artış farkının önemli olmadığı, ancak I. ile II. grup arasındaki artışın önemli (p<0,05) olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca, IgG₂ düzeyinde başlangıç ile I. grup arasındaki artış farklılığı önem arz etmezken, başlangıç ile II. grup ve I. ile II. grup arasındaki artış farklarının önemli (p<0,05) olduğu tespit edilmiştir. IgG₃ düzeyinde de başlangıç ile I. ve II. gruplar karşılaştırıldığında başlangıç ile I. grup arasında önem tespit edilmezken, II. grup arasındaki artışın önemli (p<0,05) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Kısa ve uzun süreli egzersiz sonrası immun parametreler ve standart sapmaları.

	Egzersiz öncesi (Başlangıç)	Egzersiz I. Ayı (I. grup)	Egzersiz II. Ayı (II. grup)	
	X ± SE	X ± SE	X ± SE	n
IgG (mg/dl)	1230,238 ± 41,800 ^a	1186,429 ± 56,688 ^b	1531,429 ± 109,363 ^c	21
IgG ₁ (mg/dl)	779,429 ± 38,804	774,000 ± 41,585 ^d	915,286 ± 42,905 ^e	21
IgG ₂ (mg/dl)	390,381 ± 18,332 ^f	387,0,95 ± 24517 ^g	458,381 ± 18,332 ^h	21
IgG ₃ (mg/dl)	81,438 ± 4,589 ⁱ	87,648 ± 5,044	94,795 ± 3,980 ^j	21
IgG ₄ (mg/dl)	32,290 ± 5,224 ^j	28,239 ± 4,201 ^k	42,357 ± 4,925 ^l	21
a-c, d-e, f-h, g-h, i-j, j-k	p < 0,05	b-c, k-l	p < 0,01	

Ayrıca, IgG₄ parametresi karşılaştırıldığında başlangıç ile I. grup arasındaki artış farklılığının önemli olmadığı ve başlangıç ile II. grup arasındaki artış farkının önemli (P<0,05)olmasının yanı sıra, egzersizin I. grup ile ikinci II. grup arasında p<0,01 düzeyinde bir artış farklılığı tespit edilmiştir.

TARTIŞMA

Bağışıklık sistemi ile nöroendokrin sistem arasında biyokimyasal anlamda çift yönlü bir etkileşme bulunduğu saptanmıştır (Kajiura ve ark., 1995). Her iki sistem sistem içi ve dışı haberleşme ile düzeni sağlamada görevli hormonlar, lenfokinler ve monokinler gibi aynı sinyal moleküllerini üreterek bunları kullanırlar. Dalak ve lenf düğümleri gibi lenfoid organların iç yapılarında otonom sinir sistemine ait öğeler bulunmakta olup lenfositler çeşitli stres hormonlarını algılayan reseptörlere sahiptirler (Fox, 1988). Hücrel ve humoral bağışıklıkta sorumlu lenfosit alt grupları (B ve T lenfositleri) ve çözünbilir faktörler (immunglobulinler ve interlekinler) sürekli birbirleriyle etkileşim içinde bulunmaktadır (Kajiura ve ark., 1995). Plazmasitler Immunglobulinler salgılayarak humoral bağışıklıkta aktif rol alırken, İnterlekin-2 aracılığı ile uyarılan T_{SİTOTOKSİK/SBASKILAYICI} lenfositlerde mikroorganizmaların fagositozuna yardımcı olarak hücrel bağışıklıkta görev almaktadırlar. Ayrıca NK hücreleri de mikroorganizmaların ve virüslerin fagositozunda aktif rol oynamaktadırlar (Baron, 1995, Danacı ve Özel, 1993, Fox, 1988, Guyton ve Hall, 1996, William et al., 1991). Humoral ve hücrel bağışıklıkta rol oynayan lenfosit alt gruplarından egzersize en duyarlı olanı NK hücreleridir. Nieman ve arkadaşları (1994) hızlı tempolu egzersizden hemen sonra ortaya çıkan lenfositozdan NK hücrelerinin %150-300 oranında artmasının sorumlu olduğunu bildirmektedirler. T_{SİTOTOKSİK/SBASKILAYICI} hücrelerin de dikkate değer biçimde (%50-100) arttığı, oysa T_{HELP/İND.} ve B hücrelerinin öncekilere kıyasla durumdan etkilenmediğinden söz etmektedirler (Mackinnon, 1996, William et

al., 1991). Hack ve arkadaşları sedanterlerde sekiz haftalık aerobik ve anaerobik egzersizler yaptırmış, egzersiz aerobik ve anaerobik grupta, istirahat halinde alınan kanda lökosit ve lenfosit alt gruplarında anlamlı değişiklikler tespit edemezken, akut egzersiz sonrası anaerobik grupta CD₄ 'lerde azalma, CD₈ 'lerde ve NK hücrelerinde artış tespit ettiklerini bildirmektedirler (Hoffman, 1995). Uzun süre antrenman yapanlarda lökosit ve lenfosit miktarlarının istirahat halinde sedanterlerden farklı olmadığı, fakat maksimal egzersizlerin hem antrenmanlı, hem de sedanterlerde lökositoz ve lenfositoz'a neden olduğu, submaksimal egzersizlerin antrenmanlılarda herhangi bir değişiklik oluşturmazken sedanterlerde lökositoz ve lenfositoz'a neden olduğu rapor edilmektedir (Moorty ve Zimmerman, 1987, Nieman ve Nehlsen, 1994). Buna karşılık IgG ve IgA parametrelerinde maksimal egzersiz sonrası % 12-14 oranlarında artış olduğu, ancak 100 m koşu sonrası yalnızca IgG parametresinde % 7 oranında artış olduğu tespit edilmiştir (Boyum ve ark., 1996, Mackinnon, 1996, Shinkai et al., 1996). Bu bildirimler çalışmamızdaki kısa süreli egzersizler sonrasındaki IgG parametrelerinin artışı ile paralellik göstermektedir.

Yapılan bir diğer çalışmada düzenli antrenmanın soğuk algınlığı riskini azalttığı, yüksek şiddetteki antrenman ve zorlanmaların ise bu riski arttırdığı bildirilmiştir (Ünal, 1998). Epidemiyolojik ve klinik verilerin her ikisi de immun fonksiyonların ağır egzersiz sonrası kortizol ve epinefrin gibi stres hormonlarının etkisine bağlı olarak baskılandığı ve bu tip ağır antrenman programı uygulanan kişilerde üst solunum yolu enfeksiyonuna sık rastlandığı ancak orta yoğunlukta yapılan egzersizlerin immun fonksiyonlarını aktive ederek üst solunum yolu enfeksiyon riskini azalttığı öne sürülmüştür (Brenner ve ark., 1994, Jootar ve ark., 1992, Katz, 1991, William et al., 1991).

Mackinnon (1996) yaptığı bir çalışmada akut ve kronik egzersizlerin toplam protein salgılarına oranla mukozal immunglobulin konsantrasyonları üzerine (IgA, IgG, IgM) daha

fazla etkisinin olduğunu bildirmişlerdir (Hoffman, 1995). Egzersiz stresi diğer streslerden farklı olarak (trafik kazası, kalp krizi vs.) kortizol ve katekolamin deşarjının yanı sıra endojen opioidlerden olan endorfin salınımına da neden olmaktadır. Bu nedenle kişi egzersizden sonra kendini iyi hissetmektedir.

Nieman ve arkadaşları (1994) yüksek şiddetteki egzersizlerin immun parametrelerini ve bağışıklık sistemini belirgin oranlarda zayıflatıkları konusundaki ifadeleri bulgularımızı desteklemektedir. Katz ve arkadaşları (1991) çalışmamızı orta yoğunlukta ve uzun süre devam eden egzersizlerin immun fonksiyonları harekete geçirerek bağışıklık sistemini güçlendirdiği şeklindeki bildirimleri çalışmamız sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Çalışmamız sonuçları, Tyede ve arkadaşlarının (1994) orta derecedeki egzersizlerde immun sistemin uyarıldığı, şiddetli ve uzun süren egzersizlerde ise immun sistemi baskıladığı yönündeki bidirimleri ile uyum göstermektedir. Mackinnon (1996) yaptığı çalışmada akut ve kronik egzersizlerin toplam protein salgılarına oranla immunglobulin konsantrasyonları üzerine (IgA, IgG ve IgM) daha fazla etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Çalışmamız sonrasında kısa süreli egzersizlerde (Başlangıç –I. grup) IgG, IgG₁, IgG₂, IgG₃, IgG₄ parametrelerinin artış göstermediği, uzun süreli egzersizlerde (başlangıç – II. grup) ise IgG, IgG₂, IgG₃, IgG₄ parametrelerinde önemli (p<0,05) olduğu ancak IgG₁ parametrelerinde artış olmadığı belirlenmiştir. Devam eden egzersizlerin kısa süredeki (I. grup - II. grup etkilerinde IgG, IgG₄ parametrelerinde çok önemli (p<0,01) artış olduğu, IgG₁ ve IgG₂ parametrelerinde de önemli (p<0,05) artış olduğu ancak IgG₃ parametrelerinde bir artış olmadığı bulunmuştur.

Sonuç olarak; çalışmamıza katılan sporcuların bağışıklık sistemlerinin kısa süredeki egzersizlere anlamlı herhangi bir yanıt vermediği, ancak devam eden egzersizlere çok daha anlamlı ve bağışık sisteminin artıran cevaplar alınmıştır. Uzun süre yapılan egzersizlerin bağışıklık sistemini aktive edebileceği ve/veya vücudu enfeksiyonlara koruyabileceği şeklinde düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adak B.(1998). Kısa ve Uzun süreli Egzersizlerin Kan parametreleri Üzerine etkileri Y.Yıl. Sağ.Bil. Ens.Derg.Y.Lisans tezi. sayfa 1-2.
- Akgün N. (1993). Egzersiz Fizyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir. I.Cilt. sayfa 175
- Astrand P.O. (1988). From Exercise Physiology to Preventive Medicine. An. Clin. Res. 20: 10-17.
- Ataman Ş. (1995). Egzersiz ve İmmun Sistem I. Klinik Spor Hekimliği Sempozyum Kitabı 148-158 Ankara.
- Baron N. (1995). Klinik Biyokimya ve İmmunoloji. I. Bölüm :34-119. İstanbul.
- Boyum A. et al. (1996). The effect strenuous exercise, calorie deficiency and sleep deprivation on white blood cells, plasma immunoglobulins and cytokines. Scand. J. Immunol. 43 (2): 228-35.
- Busse W.W. et al. (1980). The effect of exercise on the granulocyte response to isoproterenol in the trained athlete and unconditioned individual. J. Allergy. Clin. Immunol. 65: 358-64.
- Brenner I.K, Shek P.N, Shephard R.J. (1994). Infection in athletes. Sports-Med. 17(2):86-107.
- Cirron C.D, Alexandre J. (1988). Physiology and Therapeutics of Exercise in Rehabilitation Medicine. 3rd Edition p. 42-46 .
- Danacı M ve Özel M. (1993). İmmunolojide Temel Kavramlar Sendrom. 24-32. İstanbul
- Fox B. (1988). Physiological Effects of Physiological Training in the Physiological Basis of Education and Athletics. Philadelphia. Saunders College Publishing. 274-323.
- Guyton C.A, and Hall J.E. (1996). Textbook of Medical physiology. Çeviri 9. Basım. İstanbul.
- Hoffman G.L. (1995). Effect of acute treadmill exercise on LFA-1 antigen expression in murine splenocytes. Anticancer. Res. 15 5B: 1981-1984.
- Jootar S , Chaisripoomkere W, and Taikla O. (1992). Effect of running exercise on hematological changes, hemopoietic progenitor cells (CFU-GM) and fibrinolytic system in humans. J. Med. Assoc. Thai. 75: 94-98.
- Kajiura J.S. et al. (1995). Immune response to changes in training intensity and volume in runners. Med- Sci-Sports-Exerc. 27 (8) 1111-7.
- Kale R. (1993). Sporda Dayanıklılık: Sağlık, Antrenman ve Biyofizyolojik Temeller. Alaş Ofset Ltd. İstanbul.
- Katz P. (1991). Exercise and the immune response. Baillieres. Clin. Rheumatol. 8 (1): 53-61.
- Kılıçturgay M. (1994). İmmunolojiye giriş. 3. Baskı İstanbul.
- Mackinnon L.T. (1996). Immunoglobulin antibody and exercise. Exercise Immunol. Rev. 2: 1-35.
- Moorthy A.V, Zimmerman S.W. (1987). Human leucocyte response to an endurance race. Eur. J. Appl. Physiol. 38: 271-276.

- Nieman D.C, Nehlsen L.S. (1994). The İmmun respons to exercise seminars in hematology 31.2.
- Shinkai S., Watanabe S., Asai H., Shek P.N. (1996). Cortisol response to exercise and post-exercise suppression oof blood lymphocyte subset counts. Int-J-Sports-Exerc. 17 (8): 597-603.
- Tyede N. et al. (1994). Evidence that the effect of bicycle exercise on blood mononuclear cell proliferative responses and subsets is mediated by epinephrine Int. J. Sports..Med. 15 (2) : 100-104.
- Ünal M. (1998). Aerobik ve Anaerobik Akut / Kronik Egzersizlerin İmmun Parametreler Üzerindeki Etkileri. İstanbul Üniv. Sağ. Bil. Ens . Istanbul.
- William D et al. (1991). Exercise Physiology. Edition. Philadelphia/London.