

Kronobioloji ve Fiziksel Performans

Chronobiology and Physical Performance: Review

Cem KURT^a

^aTrakya Üniversitesi
Kırkpınar Beden Eğitimi ve
Spor Yüksekokulu, Edirne

Geliş Tarihi/Received: 03.12.2009
Kabul Tarihi/Accepted: 29.01.2010

Yazışma Adresi/Correspondence:
Cem KURT
Trakya Üniversitesi
Kırkpınar Beden Eğitimi ve
Spor Yüksekokulu, Edirne,
TÜRKİYE/TURKEY
cemkurt35@gmail.com

ÖZET İnsan ve diğer memelilerin biyolojik yaşantısı çeşitli çevresel sinyaller tarafından düzenlenmektedir. Bu sinyallerden en önemlisi “zeitgebers” olarak adlandırılan karanlık ve ışık döngüsüdür. Karanlık ve ışık döngüsüne bağlı olarak insan metabolizmasında 24 saatlik zaman dilimi içinde gözlenen biyolojik ritmik aktivite sirkadiyen ritim olarak tanımlanmaktadır. Sirkadiyen ritim, Kronotipe bağlı olarak değişmektedir. Bu yüzden Kronobioloji çalışmalarında Kronotip’in tespit edilmesi son derece önemlidir. Kronotipolojik olarak kişiler, vücut ısısı sirkadiyen öğelerine göre; sabahçıl, sabahçıla yakın, ara tip, akşamcıla yakın ve akşamcıl tip olmak üzere beş tipte incelenirler. Kronobioloji çalışmalarında; sabahçıl tipler “tavuklar (lark)”, akşamcıl tipler ise “baykuşlar (owl)” olarak adlandırılmaktadır. Kişilerin sabahçıl ya da akşamcıl tip olmasında en etkili faktör, doğum esnasında karşılaşılan fotoperiyod süresidir. Düşük süreli fotoperiyoda maruz kalanlar sabahçıl, bu süreyi daha uzun süre yaşayanlar ise akşamcıl tipler olarak adlandırılmaktadır. İnsanlarda sirkadiyen ritmin en önemli göstergeleri; vücut ısısı sirkadiyen ritmi, kortizol ve melatonin hormonlarının sirkadiyen ritimleridir. Sabahçıl tip ve akşamcıl tip kişilerin vücut ısılarının akrofaz zamanları arasında sabahçıl tiplerin lehine yaklaşık 65 dakikalık bir fark vardır. Vücut ısısı genellikle öğleden sonraki saatlerde zirve değerine ulaşmaktadır. Biyolojik ritim ve performans çalışmalarında, sportif alanda elde edilen önemli başarıların öğleden sonraki saatlerde elde edildiği belirtilmektedir. Bu durum öğleden sonra zirve değerine ulaşan vücut ısısına bağlı olarak açıklanmaktadır. Bu derlemede, kronotip ve kronotip’e bağlı olarak oluşan sirkadiyen ritmin fiziksel performans üzerindeki etkisi ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kronobioloji; kronotip; sirkadiyen ritim; performans

ABSTRACT The biological life of human being and other mammals are set up by various environmental signals. The two most important signals are darkness and light cycles which are called “zeitgebers”. The observed biological rhythm activity in the 24-hour period of human metabolism related to the darkness and light cycle is described as Circadian Rhythm. Circadian Rhythm varies depending on the Chronotype. Thus, the detection of Chronotype in Chronobiology studies is very important. Chronotypically individuals are studied in five types according to the elements of body temperature Circadian; morningness, moderate morningness, intermediate type, moderate eveningness and eveningness types. In Chronobiology studies; morningness types are called as “larks”, eveningness types are called “owls”. The most effective factor in individuals’ being morningness or eveningness types is the photoperiod time being exposed during their birth. Those who are exposed to photoperiod for a short time are called morningness; those who are exposed to this for long are called eveningness types. The most important signs of Circadian rhythm in human beings are; body temperature Circadian rhythm and the rhythms of Cortisol and Melatonin hormones. There is a 65-minute difference in favor of morningness between the body temperature acrophase times of morningness and eveningness types. Body temperature generally peaks in the afternoon hours. In biological rhythm and performance studies, the significant successes in sports are shown to be achieved in the afternoon hours. This situation can be explained by the body temperature that peaks in the afternoon. In this study, the effect of Circadian rhythm, which occurs depending on the Chronotype, on the physical performance will be handled.

Key Words: Chronobiology; chronotypes; circadian rhythm; performance

Diş faktörlerin; canlı biyolojik ritminde önemli değişimlere neden olduğu uzun zamandan beri bilinmektedir.¹⁻³ Bu faktörlerden en önemlisi “zeitgebers” olarak adlandırılan karanlık ve ışık gibi çevresel sinyallerdir.⁴⁻⁶

İnsan ve memeli hayvanlarda biyolojik ritmik olaylar; anterior hipotalamusta bulunan Suprakiazmatik nukleus tarafından, retinohipotalamik-pineal eksen yoluyla düzenlenir.⁷⁻¹⁰

Karanlık ve ısıya bağlı olarak insan metabolizmasında 24 saatlik zaman dilimi içinde gözlenen biyolojik ritmik aktivite sirkadiyen ritim olarak adlandırılmaktadır.¹¹⁻¹³

Vücut ısısının sirkadiyen ritim özelliği gösterdiğinin tespit edildiği 1778 yılından itibaren spor bilimciler araştırmalarında, sporcu başarısında rol oynayan kondisyonel ve koordinatif yeti-lerle çeşitli fizyolojik ve süreçlerin sirkadiyen ritim özelliği gösterip göstermediğine yoğunlaşmışlardır.¹⁴

KRONOBİYOLOJİ

Biyoloji biliminin alt dallarından birisidir. Biyolojik olaylardaki, ritmik öğeleri bireysel özellikler çerçevesinde inceleyen bir bilim dalıdır.¹⁵

KRONOTİP

Kronotip, Kronobiyojolojiye konu olan insanın; fizyolojik ve genetik özelliklerine göre; sabahçıl ya da akşamcıl tipler şeklinde sınıflandırılarak incelenmesidir.¹⁵ Kronotipolojik olarak kişiler, vücut ısısının sirkadiyen öğelerine göre; sabahçıl, sabahçıla yakın, ara tip, akşamcıla yakın ve akşamcıl tip olmak üzere beş tipte incelenir.¹⁶

SABAHCIL VE AKŞAMCIL TIPLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

SABAHCIL TIPLER

Akşam erken yatıp, sabah erken kalkan ve günün ilk periyodu olan sabah saatlerinde kafein gibi herhangi bir uyarıcı madde almaksızın kendilerini daha enerjik hisseden tiplerdir. Sabahçıl tiplerin; gerek fiziksel gerekse bilişsel performansları sabah saatlerinde daha yüksektir. Bu tiplerin sabah saatlerinde uyarılmışlık durumları maksimaldir; ancak

akşam saatlerine doğru bu özelliklerin yerini yorgunluğa bıraktığı gözlenmektedir.¹⁷⁻²⁰

AKŞAMCIL TIPLER

Gece geç saatlerde yatıp, sabah güçlükle uyanabilen ve öğleden sonra ki saatlerde uyarılmışlık düzeyleri maksimale ulaşan, dolayısıyla öğleden sonra ve akşam saatlerinde daha iyi performans gösteren tiplerdir.¹⁷⁻²⁰

Kronobiyojoloji çalışmalarında; sabahçıl tipler “tavuklar (lark)”, akşamcıl tipler ise “baykuşlar (owl)” olarak adlandırılmaktadır.^{20,21}

KRONOTİPİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kronotipi belirleyen en önemli olay çevresel ışık-karanlık döngüsüdür. Doğum esnasında düşük süreli fotoperiyoda maruz kalanlar sabahçıl, doğumla birlikte fotoperiyod süresini daha uzun süre yaşayanlar ise akşamcıl tipler olarak karşımıza çıkar. Bu açıdan bakıldığında mart ve nisan aylarında doğanlar genellikle akşamcıl tip iken eylül ve ekim aylarında doğanlar daha çok sabahçıl tiplerdir.¹⁷

Bu veriler ışığında sabahçıl ya da akşamcıl kişilik özellikleri ve kronotip’in; endojen ve eksojen faktörlerden etkilendiği bilinmektedir.

Suprakiazmatik Nukleus aktivitesi (SCN); vücut ısısı, kortizol ve melatonin hormonu endojen faktörlerden iken yaşlanma süreci, cinsiyet, sosyo-ekonomik durum, kafein tüketimi, yaşanan coğrafya, iklim koşulları ve gece vardiyasında çalışma gibi faktörler eksojen faktörlerdendir.^{11,17}

SABAHCIL VE AKŞAMCIL TIPLERDE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLER

Sabahçıl tip ve akşamcıl tip kişilerin vücut ısılarının akrofaz zamanları arasında sabahçıl tiplerin lehine yaklaşık 65 dakikalık bir fark vardır; ayrıca sabahçıl tipler, sabah saatlerinde akşamcıl tiplere oranla daha fazla adrenalin hormonu salgırlarlar.¹⁵

Sabahçıl tiplerde serum kortizol düzeyinin, akşamcıl tiplerden 55 dakika önce akrofaz zamanına ulaştığı bilinmektedir.² Natale ve Alzani vücut ısısının sabahçıl tiplerde akşamcılara oranla 1-3 saat arasında daha erken akrofaza ulaştığını göstermiştir.¹⁷ Heitkemper, Federenko ve Wust’a

göre; sabahçıl tiplerde Kortizol ve Melatonin hormonu, akşamcıl tiplere göre daha erken akrofaza ulaşır.¹⁷

SABAHÇIL VE AKŞAMCIL TİPLERDE PSİKOLOJİK VE YAŞAM TARZI ÖZELLİKLERİ

Sabahçıl tiplerler; akşamcıl tiplere göre daha güvenilir, daha dürüst ve duygusal yönden daha istikrarlı bir kişiliğe sahiptirler. Akşamcıl tipler ise, sabahçıl tiplere göre daha sosyaldirler. Kişilik anksiyetesinden bağımsız olan sabahçıl tipler, akşamcıl tiplere göre daha düzenli ve sağlıklı yaşayan ısrarcı kişilerdir.¹¹

Akşamcıl tiplerin; sabahçıl tiplere oranla daha çok nikotin, kola ve alkol tükettiği tespit edilmiştir. Uyarıcı nitelikteki içeceklerin özellikle kola ve kafein tüketiminin kronotipi önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir.¹⁹

KRONOTİP TESPİTİ

Kronobiyolojik çalışmalarda, Kronotipin tespiti amacıyla tüm dünyada, "İnsan Sirkadiyen Ritminde Sabahçıl-Akşamcıl Tipleri Belirlemede Kendi Kendini Değerlendirme Formu (Horne and Ostberg 1976)" kullanılmaktadır.¹²

SİRKADİYEN RİTİM VE DÜZENLEME MEKANİZMASI

Sirkadiyen kelimesi Latince'den gelmektedir (circa diem) ve yaklaşık 24 saat anlamına gelmektedir.¹⁵ Bu anlamda Sirkadiyen ritim; karanlık ve ısıya bağlı olarak insan metabolizmasında 24 saatlik zaman dilimi içinde gözlenen biyolojik ritmik aktiviteyi tanımlar.¹¹⁻¹³ Sirkadiyen ritim; noktürnal ve diurnal ritim olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Noktürnal ritim; geceye ait biyolojik ritim değişimlerini tanımlarken, Diurnal ritim ise gün içinde meydana gelen biyolojik ritimleri ifade etmektedir.

Sirkadiyen ritimler; zaman ve çevre koşulları değişmediği sürece her gün/her gece ritmik bir döngü şeklinde değişmeksizin devam ederler.¹⁵

İnsanlarda ve memeli hayvanlarda sirkadiyen ritmin düzenleme merkezi anterior hipotalamusta-

ki suprakiazmatik nükleus (SCN) ve orta beyindeki pineal bez dir. İnsan ve memelilerde, sirkadiyen ritmin düzenlenmesi; retinohipotalamik-pineal eksen yoluyla gerçekleşmektedir.⁸⁻¹⁰

Vücut ısısı sirkadiyen ritmi, kortizol ve melatonin hormonu sirkadiyen ritmi ile uyku uyanıklık döngüsü, insan sirkadiyen ritminin en önemli göstergeleridir.²³

SUPRAKIAZMATİK NUKLEUS (SCN)

İnsanlarda ve diğer memelilerde; ventral hipotalamusta, optik kiazmanın hemen ardında, 3. ventrikülün her iki yanında uzanan 10.000 nöron SCN' yi oluşturur.^{9,24} SCN; sirkadiyen ritmin ve Adrenokortikal kortizol sekresyonu'nun düzenleme merkezidir.² Bu merkezin, travma ya da tümör nedeniyle zarar görmesi durumunda canlılığın biyolojik ritmi bozulmaktadır. SCN reterasyonu ya da transplantasyonu ile biyolojik ritimlerin tekrar düzenlenmesi mümkündür.²⁴ SCN aktivasyonu; fotoperiyod (ışık-karanlık) tarafından düzenlenir. Fotoperiyod, endojen ritimlerin düzenlenmesi için temel sinyaldir.⁹ SCN; efferent bağlantılar ile lokomotor etkinlik, yiyecek alımı, su alımı, cinsel davranış, derin vücut sıcaklığı, ACTH salınımı, prolaktin salınımı ve melatonin salınımında etkilidir.¹

ZEİTGEBERS

Organizmanın biyolojik döngüsünün düzenlenmesine yardım eden karanlık ve ışık gibi çevresel sinyallerin varlığı "zeitgebers" olarak adlandırılır. Gerçek yaşamda sirkadiyen ritimler "zeitgebers" tarafından senkronize edilir. İnsan ve memelilerde en önemli zeitgebers gün ışığıdır.⁴⁻⁶

VÜCUT ISISI

Vücut ısısının sirkadiyen ritmi, insan biyolojik ritminin en önemli göstergesi olarak uzun yıllar araştırılmıştır.²⁵⁻²⁷ Vücut ısısının sirkadiyen ritmi, SCN tarafından düzenlenmektedir.^{2,12} Sabahçıl tiplerde vücut ısısının, akşamcıl tiplere oranla yaklaşık 68 dakika kadar önce akrofaza ulaştığı bilinmektedir.²²

Genellikle öğleden sonraki saatlerde zirve değerine ulaşan vücut ısısı, yavaş dalga uykusunda

(SWS) en düşük düzeyine iner. Vücut ısısının saat 18.00 da en yüksek değerine ulaştığı buna karşın en düşük değerinin ise saat 6.00 olduğu tespit edilmiştir.²⁸

Vücut ısısı 24 saatlik zaman dilimi içerisinde yaklaşık 1-2 °C değişim gösterir. Vücut ısısındaki bu 1-2 °C'lik değişimler; sporcu performansı üzerinde önemli etkisi bulunan, sempatik sinir sistemi aktivitesinde dolayısıyla da kalp atım sayısında ve katekolamin miktarında artışa neden olmaktadır.^{13,21,27} Vücut ısısının sirkadiyen ritmi, ısı üretiminden çok ısı kayıp mekanizmalarındaki değişimlerden kaynaklanmaktadır.^{13,15} Vücut ısısının sabaha saatlerine göre öğleden sonraki saatlerde daha yüksek olması, uyarılma teorisine göre metabolizmayı uyardığı dolayısıyla da performans ve ruh halinin öğleden sonra daha iyi düzeye ulaştığı araştırmacılar tarafından açıklanmıştır.¹²

Vücut ısısının gün içinde 1-2 °C artması; metabolik ve nöromusküler sistemin fonksiyonlarının artışına neden olmaktadır. Bu duruma bağlı olarak artan; glikoliz ve glikojenoliz hızı, sinir ileti hızı, kas kuvveti ve eklem hareketliliği performansı olumlu yönde etkilemektedir.²⁹

■ VÜCUT ISISI VE FİZİKSEL PERFORMANS İLİŞKİSİ

İnsan sirkadiyen ritminin en önemli göstergelerinden biri olan vücut ısısının genellikle öğleden sonraki saatlerde zirve değerine ulaştığı uzun zamandan beri bilinmektedir.^{22,30} Vücut ısısındaki artışın fiziksel performansı artırdığı bilinmekle birlikte birçok kondisyonel ve koordinatif özelliğin öğleden sonraki saatlerde zirve değerine ulaştığı tespit edilmiştir.

Bu durum şu şekilde açıklanmaktadır;

Sabah saatlerindeki düşük performans genellikle akşam saatlerine göre daha düşük olan vücut ısısına bağlanmaktadır.^{13,31} Sabah saatlerindeki düşük fizyolojik ve psikolojik fonksiyonlar nedeniyle bu saatlerde yapılan antrenman ve yarışmalarda oluşan yüklenme stresinin sporcular tarafından tolere edilmesinde zorluklar yaşandığı bilinmektedir.³¹

Kas ısısındaki 1°C artışın; özellikle intra-mitochondrial enzimlerin aktivitesindeki artışla beraber metabolik reaksiyonları %13 arttırdığı tespit edilmiştir.³²

Öğleden sonra zirve değerine ulaşan vücut ısısına bağlı olarak, adrenajik aktivite artışı, glikoliz enzimlerindeki artışa bağlı olarak glikoliz'in hızlanması öğleden sonraki saatlerde performansın neden daha iyi olduğunu açıklamaktadır.^{21,27,33,30,34}

■ SİRKADİYEN RİTİM ÖZELLİĞİ GÖSTEREN PERFORMANS ÖGELERİ

Performans üzerinde etkili olduğu bilinen; ağırlık taşıma, kuvvet, maksimal aerobik ve anerobik güç, reaksiyon zamanı, kan basıncı, kalp atım sayısı ve toplam çalışma süresi gibi daha birçok özelliğin sirkadiyen ritim özelliği gösterdiği bilinmektedir.¹⁴ Bu özelliklerin doruk zamanları Tablo 1'de gösterilmektedir (Tablo 1).

TABLO 1: Sirkadiyen Ritim Özelliği Gösteren Bazı Performans Ögeleri ve Doruk Zamanları¹⁴

Değişken	Doruk Zamanı (saat)
Basit Reaksiyon Zamanı	15.00–18.00
El-Göz Koordinasyonu	14.30
Kalp Atım Hızı	15.45–17.00
Vücut Isısı-İstirahat O ₂ Tüketimi	15.00–18.40
MaxVO ₂	15.00–20.00
Peak Power	15.00
Mean Power	15.00–21.00
Anaerobik Kapasite	16.00–22.00
Maksimal Quadriceps Kuvveti	11.44–15.36
Quadriceps Kas Gücü	12.04–13.52
Kavrama Kuvveti	14.00–15.16
Maksimal Egzersiz Zamanı	16.00–17.30
Diz Eklemi İzokinetik Peak Torque Değeri (flexion-extension)	18.00–19.30
RER (Respiratory Exchange Rate)	21.00
Metabolik Hız	12.00
Plazma Kortizol Seviyesi	09.12–09.20
Beta Endorfin Seviyesi	05.44–07.32
Katekolamin Seviyesi	16.24–17.12
Kognitif Bilgi İşlem Süreci	14.00–21.00

MAKSİMAL EGZERSİZ TESTİ VE KRONOTİP İLİŞKİSİ

Bu alanda yeterli veriye ulaşılamamasına rağmen; ulaşılabilen tek çalışma; maksimal egzersiz testi ile kronotip arasında ilişki olmadığını göstermektedir.³⁵

KAN LAKTATI VE SİRKADİYEN RİTİM

Kan laktatının gerek istirahatta gerekse egzersize cevapta sirkadiyen ritim özelliği gösterdiğini belirten sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar çelişkilidir.^{19,28,31,33,34,36,37} Buna karşın; eğer egzersize kan laktat cevabında sirkadiyen ritim özelliği varsa bu şu şekilde açıklanabilir.^{13,15,31-33}

Egzersize; Katekolamin ve laktat cevabı benzer özelliklerde olmaktadır. Özellikle adrenalin öğle saatlerinde akrofaza ulaşmaktadır. Adrenalin'in en düşük düzeyi ise gece saatlerinde ölçülmüştür. Katekolamin miktarındaki artış glikojenolizis'i arttırarak performans üzerinde olumlu etki yapmaktadır.

Vücut ısısındaki artış, anaerobik glikolizde önemli rol oynayan PFK ve LDH enzim aktivitelelerini arttırdığından egzersize laktat cevabı sirkadiyen ritim özelliği gösterebilir.

Egzersize metabolik cevap, sabah saatleriyle karşılaştırıldığında akşam saatlerinde önemli derecede yüksektir.

ANAEROBİK KAPASİTE VE SİRKADİYEN RİTİM

Anaerobik kapasitenin; sirkadiyen ritim özelliği üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar, anaerobik kapasitenin sirkadiyen ritminin olduğu yönündedir; ancak bu çalışmalarda dikkati çeken nokta her birinin Wingate Testi, Force-Velocity Test, Stair Run ve Broad Jump testlerinin kullanılmış olmasıdır. Söz konusu testlerin Anaerobik kapasiteyi değil anaerobik gücü ölçtüğü düşünülmektedir.^{27,34,38-41}

SONUÇ

Büyük spor organizasyonlarında sporcularla yapılan röportajlar esnasında, sporcuların sabah saatlerindeki seanslarda daha çok zorlandıklarını ifade ettikleri ve dolayısıyla sabah saatlerinde elde edilen derecelerin akşam saatlerine oranla daha kötü olduğu dikkati çekmektedir. Gerek epidemiyolojik gerekse laboratuvar çalışmalarından elde edilen sonuçlar; Sirkadiyen ritmin sporcu performansı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle Sirkadiyen ritmin tespitinde önemli rol oynayan; sabahçıl ve akşamcıl kişilik tiplerinin belirlenerek, antrenman programlarının, sportif performans testleri ile yarışma saatlerinin bu özelliklere göre belirlenmesi, büyük ilgi çeken spor olgusunun daha büyük başarılarla sahne olabileceğini akla getirmektedir.

KAYNAKLAR

1. Çalıyurt O. [Mood disorder and biological rhythms]. *Turkish Psychiatry Index* 2001;(5): 209-14.
2. Kudielka MB, Federenko S, Hellhammer HD, Wust S. Morningness and eveningness: the free cortisol rise after awakening in "Earl Birds" and "Night Owls". *Biol Psycho* 2006;72(2):141-6.
3. Morgan E. Ecological significance of biological clocks. *Biol Rhythm Res* 2004;20(4):3-12.
4. Roenneberg T, Kuehnle T, Juda M, Kantermann T, Allebrandt K, Gordijn M, et al. Epidemiology of the human circadian clock. *Sleep Med Rev* 2007;11(6):429-38.
5. Roenneberg T, Daan S, Mellow M. The art of entrainment. *J Biol Rhythms* 2003;18(3):183-94.
6. Sharma KV, Chandrashekar MK. Zeitgebers (time cues) for biological clocks. *Curr Sci* 2005;89(7):1136-46.
7. Reilly T, Waterhouse J. Sports performance: is there evidence that the body clock plays a role? *Eur J Appl Physiol* 2009;106(3):321-32.
8. Duffy JF, Wright KP Jr. Entrainment of the human circadian system by light. *J Biol Rhythms* 2005;20(4):326-38.
9. Johnston JD. Measuring seasonal time within the circadian system: regulation of the suprachiasmatic nuclei by photoperiod. *J Neuroendocrinol* 2005;17(7):459-65.
10. Khammanivong A, Nelson DE. Light pulses suppress responsiveness within the mouse photic entrainment pathway. *J Biol Rhythms* 2000;15(5):393-405.
11. Morales-Diaz FJ. Morning and evening-types: Exploring their personality styles. *Pers Individ Dif* 2007;43(4):769-78.
12. Pündük Z, Gür H, Ercan İ. [A reliability study of the version of the morningness-eveningness questionnaire]. *Turk Psikiyatri Derg* 2005;16(1):40-5.
13. Reilly T, Garret R. Investigation of diurnal variation in sustained exercise performance. *Ergonomics* 1998; 41(8):1085-94.
14. Cappaert A.T. Review: Time of day effect on athletic performance: A update. *J Strength Cond Res* 1999;13(4):412-21.
15. Manfredini R, Manfredini F, Fersini C, Conconi F. Circadian rhythms, athletic performance and jet lag. *Br J Sports Med* 1998;32(2):101-6.

16. Öztürk L, Vardar AS, Bulut E, Kurt C, Yaprak M. [The association between body temperature and level of sleepiness in total and partial sleep deprivation]. *Medical Journal of Trakya University* 2006;23(2):88-94.
17. Cavallera GM, Giudici S. Morningness and eveningness personality: A survey in literature from 1995 up till 2006. *Pers Individ Dif* 2008;44(1):3-21.
18. Hidalgo MP, Camozzato A, Cardoso L, Preussler C, Nunes CE, Tavares R, et al. Evaluation of behavioral states among morning and evening active healthy individuals. *Braz J Med Biol Res* 2002;35(7):837-42.
19. McEnany G, Lee KA. Owls, larks and the significance of morningness/eveningness rhythm propensity in psychiatric-mental health nursing. *Issues Ment Health Nurs* 2000;21(2):203-16.
20. Porto R, Duarte L, Barreto ML. Circadian variation of mood comparison between different chronotyp. *Biol Rhythm Res* 2006;37(5):425-31.
21. Gaina A, Sekine M, Kanayama H, Takashi Y, Hu L, Sengoku K, et al. Morning-evening preference: sleep pattern spectrum and lifestyle habits among Japanese junior high school pupils. *Chronobiol Int* 2006;23(3):607-21.
22. Bailey LS, Heitkemper MM. Circadian rhythmicity of cortisol and body temperature: Morningness-eveningness effects. *Chronobiol Int* 2001;18(2):249-61.
23. Izac MSM. Basic anatomy and physiology of sleep. *Am J End Technol* 2006;46(1):18-38.
24. Hastings M. The brain, circadian rhythms and clock genes. *BMJ* 1998;317(1):19-26.
25. Gubin GD, Gubin DG, Waterhouse J, Weinert D. The circadian body temperature rhythm in the elderly: Effect of single daily melatonin dosing. *Chronobiol Int* 2006;23(3): 639-58.
26. Hanneman KS. Measuring circadian temperature rhythm. *Biol Res Nurs* 2001;2(4):236-48.
27. Waterhouse J, Atkinson G, Reilly T, Jones H, Edwards B. Chronophysiology of the cardiovascular system. *Biol Rhythm Res* 2007; 38(3):181-94.
28. Forsyth JJ, Reilly T. Circadian rhythms in blood lactate concentration during incremental ergometer rowing. *Eur J Appl Physiol* 2004;92(1-2):69-74.
29. Bessot N, Nicolas A, Moussay S, Gauthier A, Sesboüé B, Davenne D. The effect of pedal rate and time of day on the time to exhaustion from high-intensity exercise. *Chronobiol Int* 2006;23(5):1009-24.
30. Giacomoni M, Bernard T, Gavarry O, Altare S, Falgairette G. Diurnal variations in ventilatory and cardiorespiratory responses to submaximal treadmill exercise in females. *Eur J Appl Physiol* 1999;80(6):591-7.
31. Martin L, Daggart LA, Whyte PG. Comparison of physiological responses to morning and evening submaximal running. *J Sports Sci* 2001;19(12):969-76.
32. Briswalter J, Bieuzen F, Giacomoni M, Tricot V, Falgairette G. Morning to evening differences in oxygen uptake kinetics in short-duration cycling exercise. *Chronobiol Int* 2007;24(3):495-506.
33. Deschenes MR, Sharma JV, Brittingham KT, Casa DJ, Armstrong LE, Maresh CM. Chronobiological effects on exercise performance and selected physiological responses. *Eur J Appl Physiol* 1998;77: 249-56.
34. İşler KA. Time -of-day effects in maximal anaerobic performance and blood lactate concentration during and after a supramaximal exercise. *Isokinet Exerc Sci* 2006;14(4):335-40.
35. Burgoon WP, Holland JG, Loy FS, Vincent JW. A comparison of morning and evening "types" during maximum exercise. *J Strength Cond Res* 1992;6(2):115-9.
36. Martin L, Thompson K. Reproducibility of diurnal variation in submaximal swimming. *Int J Sports Med* 2000;21(6):387-92.
37. Nizar S, Bessot N, Chamari K, Gauthier A, Sesboüé B, Davenne D. Effect of time of day on anaerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. *Chronobiol Int* 2007;24(4):739-48.
38. Bernard T, Giacomoni M, Gavarry O, Seymat M, Falgairette G. Time-of- day effects in maximal anaerobic leg exercise. *Eur J Appl Physiol* 1998;77(1-2):133-8.
39. Hill DW, Borden DO, Dernaby KM, Hendricks DN, Hill CM. Effect of time of day on anaerobic and responses to high-intensity exercise. *Can J Sport Sci* 1992;17(4):316-9.
40. Mart PD, Woods RR, Hill DW. Influence of time of day on anaerobic capacity. *Percept Mot Skills* 1992;17(4):316-9.
41. Reilly T, Down A. Investigation of circadian rhythms in anaerobic power and capacity of the legs. *J Sports Med Phys Fitness* 1992;32(4):343-7.