

ANTRENMANLI ERKEK BİREYLERDE ANAEROBİK EŞİKTE YAPILAN EGZERSİZİN NESFATİN-1 HORMONU ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ
DETERMINATION OF EFFECTS OF EXERCISE AT ANAEROBIC THRESHOLD ON NESFATİN-1 HORMONE IN TRAINED MALE SUBJECTS

Çağrı ÖZDENK¹

¹Bayburt Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, Bayburt

ÖZ

Anaerobik eşikte yapılan egzersizin nesfatin-1 seviyeleri üzerine etkileri antrenmanlı erkek deneklerde araştırıldı. Toplam 30 erkek denek sabah saatlerinde 30 dakikalık aerobik koşma egzersizi gerçekleştirdi. Venöz kan örnekleri istirahat ve test sonunda alındı. Nesfatin-1 seviyesi ELISA metodu ile belirlendi. Nesfatin-1 değerleri istirahatte 102.8 ± 5.1 ng/ml olarak tespit edilmiş ve test sonunda 109.6 ± 6.2 ng/ml seviyesine yükselmiştir. Fakat bu yükselme istatistiksel olarak belirgin değildir ($P=0.3$). Nesfatin-1 seviyesi vücut ağırlığına standardize edildiğinde 1.695 ± 0.09 ng/ml/kg olarak bulunmuştur. Vücut ağırlığının nesfatin-1 seviyelerine oranı ile egzersiz sırasında nesfatin-1 seviyesi değişimi arasında bir korelasyon bulundu: $R=0.50858$ ($p=0.004$). Bu çalışmada nesfatin-1'in egzersiz kaynaklı bir hormon olmadığını fakat bireyden bireye artma veya azalma değişikliği gösterdiğini elde ettik. Bu nedenle değişik fitness seviyesindeki deneklerde ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Egzersiz, Anaerobik eşik, Nesfatin-1, Enerji, Fitness

GİRİŞ

Fiziksel aktivite veya egzersiz vücut organ ve sistemlerinin sağlamlık seviyelerinin korunması veya artırılması için önemli ve vazgeçilmez bir faktördür. Artan fiziksel aktivite veya yapılan düzenli egzersizin özellikle vücut kalp, akciğer, iskelet kas ve metabolik sistemler üzerine pozitif yönde düzenleyici etkileri yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (1-3).

Egzersiz sırasında artan kas aktivitesi; metabolik sistemlerin fonksiyonlarında ileri derecelerde aktivasyona ve enerji tüketiminin hızlanması ile enerji dengesinde hayati bir rol oynamaktadır. Egzersizin en önemli faydalarından birisi günümüz dünyasında sık görülen obezite ve diyabet gibi metabolizma bozukluğu olan hastalıklara karşı sağladığı enerji dengesini etkileyen sonuçlarıdır (4-6). Egzersiz, besin alım kontrolü ve enerji dengesi arasındaki ilişki ve bunların kilo kontrolündeki tedavi edici etkileri özellikle klinik bilimleri tarafından üzerinde durulan önemli bir konudur.

Makale Geliş Tarihi : 27.05.2017
Makale Kabul Tarihi: 26.07.2018

ABSTRACT

The effects of exercise at the anaerobic threshold on nesfatin-1 levels have been investigated in trained male subjects. A total of 30 males performed an aerobic running exercise for 30 min in mornings. Venous blood samples were taken at rest and at the end of the test. ELISA method was used to analyse nesfatin-1 levels. Nesfatin-1 levels were found to be 102.8 ± 5.1 ng/ml at rest and it increased to 109.6 ± 6.2 ng/ml at the end of the test. However, this increase was not statistically significant ($P=0.3$). The nesfatin-1 level was found to be 1.695 ± 0.09 ng/ml/kg when standardised to body weight. There was a correlation between body weight to nesfatin-1 levels and change of nesfatin-1 levels during exercise: $R=0.50858$ ($p=0.004$). We showed that nesfatin-1 is not exercise induced hormone but it may vary among the subjects either increasing or decreasing. Thus further studies should be performed in subjects with varying fitness status.

Keywords: Exercise, Anaerobic threshold, Nesfatin-1, Energy, Fitness

Diğer önemli bir nokta ise besin alımı ve enerji dengesinin düzenlenmesinde rol oynayan hormonların vücuttaki farklı organ veya dokulardan salınarak etkilerini göstermesidir. Bunlardan bir tanesi de 2006 yılında Oh ve ark tarafından tanımlanan nesfatin-1 hormonudur (7). Nesfatin-1 nükleobindin2 (NUCB2) geninden kaynaklanan 82 aminoasitten oluşan 9.7 kilodalton molekül ağırlığına sahip bir tokluk molekülü olarak literatüre girmiştir (7). Nesfatin-1 hormonu, hipotalamus da bulunan bir tokluk molekülü olmasına rağmen ilerleyen yıllarda yapılan çalışmalarda periferel dokularda da özellikle beyin yağ dokusu mide pankreas adacıkları ve karaciğer gibi birçok yerde göstermiştir (8-10). Nesfatin-1'in en önemli etkileri vücut kan ve doku seviyelerindeki artış sonucunda yiyecek alımını baskılayarak enerji alımını azaltmış olması ve böylece vücut enerji dengesini dü-

Corresponding Author: Dr. Öğr. Üyesi Çağrı ÖZDENK
Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Merkez/Bayburt
Tel: 0 553 535 36 42
e-mail: ozdenkcaagri@hotmail.com

zenleyici etki göstermesidir (11). Nesfatin-1 ısı değişimini etkileyerek enerji tüketimini artırıcı etkileri olduğu da gösterilmiştir (12).

Nesfatin-1 besin alımını baskılayıcı etkilerini leptin hormonundan bağımsız olarak melanokortin $\frac{3}{4}$ reseptörleri aracılığıyla yaptığı gösterilmiştir (13,14). Nesfatin-1'in iştahı baskılayarak besin alımını azaltıcı etkisine ilave olarak glikoz metabolizması (15), kardiyovasküler sistem (16) ve depresyon gibi psikiyatrik (17) durumlarda da olan etkileri olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (18). Nesfatin-1'in özellikle obezite ve diyabet gibi çağımızın tehlikeli hastalıklarına karşı enerji alımını azaltması, negatif enerji dengesiyle vücut yağlarını azaltıcı ve karbonhidrat metabolizmasını düzenleyici etkileriyle umut verici bir tedavi edici ajan olarak kullanılabileceği ileri sürülmüştür (7,19,20).

Vücut enerji alımı ve glikoz dengesi üzerine önemli düzenleyici etkileri nedeniyle nesfatin-1 seviyelerinin egzersiz sırasında artıp egzersizin mekanik etkisine ilave olarak ekstra etkileri olup olmadığının araştırılması önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Egzersize bağlı nesfatin-1 artışı egzersizin enerji tüketimi üzerine artırıcı etkisine bağlı olarak iştahı azaltıcı etkisi nedeniyle obezlerde önemli bir tedavi edici etken olarak karşımıza çıkabileceğini düşündürmektedir (19,21). Literatürde egzersizin nesfatin-1 üzerine olan etkileri çeşitli çalışmalarda araştırılmış fakat araştırmaların sonuçları arasında nesfatin-1'in egzersiz sırasında artıp veya azaldığını bildiren görüş birliği bulunmamaktadır. Bu nedenle, performans durumlarının benzer metabolik yoğunluğa denk geldiği iş gücünde yapılan egzersiz sırasında nesfatin-1 cevabının belirlenmesi bize bilimsel olarak geçerli sonuçlar verebilecektir. Bu konuda en önemli egzersiz noktası ise metabolizmanın aerobikten anaerobiğe geçtiği bölgeyi tanımlayan anaerobik eşik noktasıdır (22). Anaerobik eşik de yapılan egzersizlerin vücut metabolik sistem üzerine olan olumlu etkileri obez bireylerde yapılan egzersizlerde gösterilmiştir (23).

Bu çalışmadaki amacımız; antrenmanlı sağlıklı genç erkek deneklerde anaerobik eşik seviyesine denk gelen iş gücünde akut aerobik koşu egzersizinin nesfatin-1 seviyeleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya toplam 30 sporcu erkek denek katılmıştır. Deneklerin ortalama (\pm SE): vücut ağırlığı 61.7 \pm 1.4 kg, boyları 175 \pm 1.7 cm, vücut yağ miktarı 6.52 \pm 0.4 kg, vücut kitle indeksleri 20.1 \pm 0.4 kg/m² olarak bulundu. Deneklerden çalışmaya katılmadan önce lokal etik kurul tarafından onaylanan bilgilendirilmiş gönüllü onay formu imzalanarak alınmıştır. Bu çalışmaya katılan denekler için katılım kriterleri arasında egzersizi etkileyecek herhangi bir kronik veya akut hastalığının olmaması göz önünde bulundurulmuştur. Günlük hayatlarında sigara, alkol veya ilaç kullanımları çalışmaya alınmamıştır. Deneklere çalışma öncesinde bir hafta öncesine kadar herhangi bir vitamin veya farklı türde ilaç almaması tavsiye edildi. Çalışmadan önce aşırı yağlı veya karbonhidrat içeren gıdalar almamaları önerildi. Egzersize katılmadan 24 saat öncesine kadar herhangi bir yorucu faaliyet de bulunmaması tavsiye edildi. Deneklerin vücut kompozisyon analizleri biyoelektrik impedans analiz yöntemiyle ölçülerek değerlendirildi

(24) (Tanita, Body Composition Analyser, TBF-300 M). Denekler en az 3 yıl sporcu geçmişi olan lokal amatör takımlarda sporculuk yapan bireylerden seçildi. Bireylerin düzenli olarak haftada en az üç gün antrenman yapmış olması şart olarak konuldu.

Deneklerin egzersiz iş güçleri Amerikan spor hekimliği derneği tarafından önerildiği üzerine maksimal kalp atım seviyelerinin yüzde 64-76 seviyelerine denk gelecek şekilde ayarlandı (25). Bu seviyeleri kalp atım hızının anaerobik eşığe denk gelmektedir. Denekler sabah 8'de akşam açlığını takiben 30 dakikalık koşu egzersizine tabi tutulmuşlardır. Deneklerin kalp atım değerleri polar kalp atım saatiyle değerlendirilmiştir. Deneklerin egzersizden önce ve 30 dk'lık koşu egzersizinin hemen bitiminde 5 ml venöz kan örnekleri aprotininin içerene tüplere alınmıştır. Alınan kanlar artı 4 derece de 5000 rpm de santrifüj edilerek serumlarına ayrılmıştır ve serumlar -20 derecede analiz yapıncaya kadar saklanmıştır.

Nesfatin-1 düzeylerindeki değişimlerin analizinde enzyem linked-immunosorbent assay (ELISA) yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen egzersiz öncesi ve sonrası değerlerin karşılaştırılmasında paired-t testi kullanılmıştır. Pearson korelasyon analizi ile değerlerin karşılaştırılması yapıldı. P<0.005 anlamlı olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

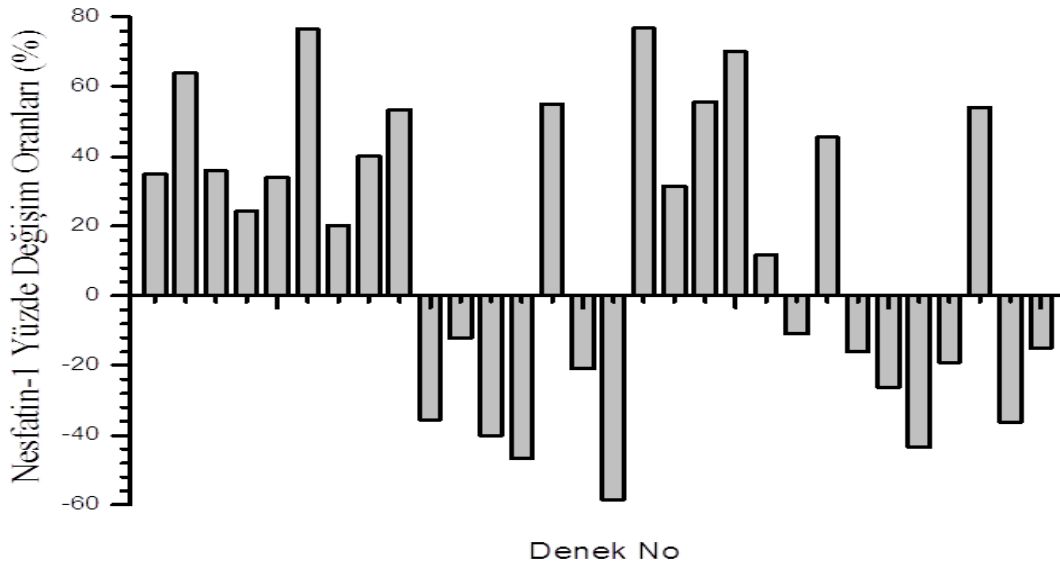
Anaerobik eşik de yapılan akut koşu egzersizi sırasında serum nesfatin-1 düzeyleri bazalde 102.8 \pm 5.1 ng/ml olup egzersiz sonunda ise 109.6 \pm 6.2 ng/ml değerine yükselmiştir. Bu iki değer arasındaki %6.6 lık artış ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p=0.3).

Akut egzersiz sırasında deneklerin egzersiz sırasındaki nesfatin-1 değişimleri bireysel olarak Şekil 1 de verilmiştir. Deneklerin %43 ünde (n=13) nesfatin-1 seviyesinde azalma gözlenirken %57 sinde ise (n=17) artış gözlendi (Şekil-1). Nesfatin-1 düzeyindeki azalmalar denekler arasında % -10 ile -58 arasında değişiklik gösterirken artış göstermekte olanlarda ise %11 ile 76 arasında değişiklik göstermektedir (Şekil-1).

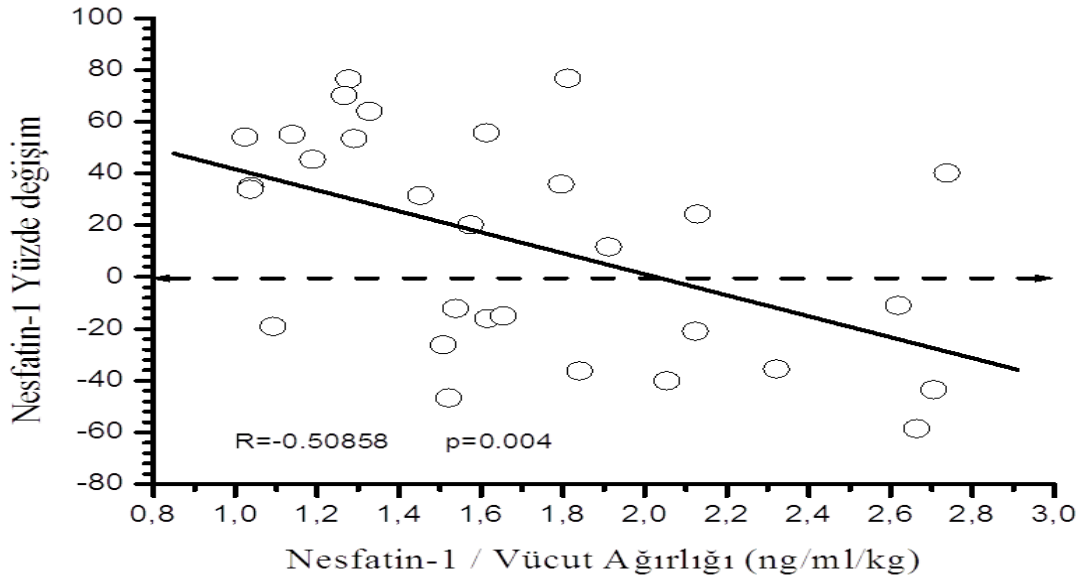
Bu çalışmada deneklerin her bir kg vücut ağırlığı için bazal nesfatin-1 değeri ortalama (\pm SE) olarak 1.695 \pm 0.09 ng/ml/kg olarak bulunmuştur. İlave olarak vücut ağırlığı başına nesfatin-1 değeri ile egzersiz sırasında ki değişim oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde korelasyon bulunmuştur (Şekil 1). Denekleri vücut kitle indeksi, yağ ve vücut ağırlığı ile nesfatin-1 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır.

TARTIŞMA

Nesfatin-1'in vücudun farklı organ sistemleri üzerine etkileri geniş olarak araştırılma konusudur. Elde edilen temel sonuç nesfatin-1'in iştah ile alakalı olduğu buna ilave olarak vücutun birçok sistemini etkileyen biyolojik bir sinyal olarak etkileyebileceği de bildirilmiştir (7,26). Nesfatin-1 stres cevabı olarak salgılanan bir hormon olarak tanımlanmıştır (27,28). Bu çalışma da tüm deneklerden elde edilen egzersiz başı ve sonu ortalama değerlerine göre nesfatin-1'in egzersiz ile alakalı bir hormon olmadığı gözlenmiştir. Egzersiz sırasında artan metabolik aktivite bazal ve egzersiz sonu değerleri arasında % 6.6 lık oranda artış gösterse de istatistiksel



Şekil 1: Nesfatin-1 değerinin bireysel olarak egzersiz sırasında yüzde değişim oranları



Şekil 2: Nesfatin-1 değerinin kilogram vücut ağırlığı değeri ile egzersiz sırasındaki yüzde değişim oranları arasındaki korelasyon.

olarak anlamlı bir sonuç bulunmamıştır. Bu sonuç literatürde aerobik ve anaerobik egzersiz testlerinde değişmeyen nesfatin-1 bulguları ile uyum içindedir (15,29). Bu çalışmada elde edilen bulgulara zıt olarak ise bazı çalışmalarda egzersiz sırasında nesfatin-1 seviyesinin anlamlı olarak azaldığı (30) ve bazı çalışmalarda ise nesfatin-1 seviyesinin arttığı bildirilmiştir (31). Yapılan bazı çalışmalarda ise nesfatin-1'in artmadığı fakat denekler arasında farklı nesfatin-1 cevapları olduğu gösterilmiştir (32).

Egzersiz sırasında bireysel olarak nesfatin-1 değişimlerine bakıldığında egzersizin artırıcı veya azaltıcı yönde

etkileri olduğu ortaya konulmaktadır (Şekil 1). Deneklerin bir kısmında artış yönünde cevapların olması diğer bir kısmında ise azalma yönünde cevapların olması önemli konuların başında gelmektedir. Akut veya kronik egzersizin tüm bireylerde kilo kaybına yol açmadığı hatta bazı bireylerde besin alımını artırdığı çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (33,34). Bu bireyler arasında iştah kontrolüne neden olan hormonlar ile bir ilişkisi olup olmadığı ileri çalışmalara ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışmada vücut kitle indeksi normal değerler sınırındaki antrenmanlı deneklerde yapılmıştır. Fakat obez bireylerde yüksek yoğunluklu yapılan çalışmalarda

nesfatin-1 düzeyinde anlamlı artışlar olduğu bildirilmiştir (35). Nesfatin-1 bireylerin beslenme durumu ve aldıkları gıdaların içeriğiyle de etkilenebilen bir hormon olduğunu göstermiştir. Özellikle yağ içeriği yüksek olan gıdaların nesfatin-1 de artışa neden olduğu bildirilmiştir (36) buna ilave olarak nesfatin-1 mental strese de artış gösteren bir hormondur (17,37). Nesfatin-1 diyabet durumlarındaki metabolik strese dolaylı da azalma gösterdiği bildirilmiştir. Özellikle tip 2 diyabetlilerde insülin direnci yüksek olan bireylerde nesfatin-1 de çok önemli azalmalar olduğu bildirilmiştir (38).

Sonuç olarak, nesfatin-1 egzersiz ilişkisi net olarak artma veya azalma yönünde olmayıp bireyler arasında farklı cevaplar vermiştir. Bireylerin vücut ağırlığı için standart hale getirilen nesfatin-1 değerleri de farklılıklar göstermiştir (Şekil 2). Fakat vücut ağırlığı başına artan nesfatin-1 değeri ile egzersiz sırasında artan nesfatin-1 yüzde değeri arasında negatif yönde fakat anlamlı korelasyon bulunmuştur (Şekil 2). Bazalde, nesfatin-1 standart değeri (kilogram vücut ağırlığı başına) yüksek olan deneklerin egzersiz sırasında serum nesfatin-1 düzey artışları azalma göstermiştir. Özellikle artan nesfatin-1'in iştahı baskılayıcı durumu ve azalan nesfatin-1 seviyesinin iştahı artırıcı etkileri göz önüne alındığında egzersiz sonu yeme olayları ile nesfatin-1 değişimleri arasında bir ilişki olup olmadığını akla getirmektedir. Egzersizin enerji tüketimi artırıcı etkisine ilave olarak nesfatin-1'i seviyesini de artırarak iştahı baskılayıcı etkisi olabileceği gösterilememiştir. İleri çalışmalarda farklı denek gruplarında daha uzun süreli aerobik egzersizlerin nesfatin-1 üzerine etkilerinin araştırılması daha uygun bilgilere ulaşılmasına neden olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Kujala UM. Evidence on the effects of exercise therapy in the treatment of chronic disease. *Br J Sports Med* 2009; 43:550-555.
2. Smart N, Marwick TH. Exercise training for patients with heart failure: a systematic review of factors that improve mortality and morbidity. *Am J Med* 2004; 116:693-706.
3. Warburton DER., Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal* 2006; 174:801-809.
4. Hazell TJ, Islam H, Townsend LK, et al. Effects of exercise intensity on plasma concentrations of appetite-regulating hormones: Potential mechanisms. *Appetite* 2016; 98:80-88.
5. Hopkins M, King NA, Blundell JE. Acute and long-term effects of exercise on appetite control: is there any benefit for weight control? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2010; 13:635-640.
6. Ozcelik O, Celik H, Ayar A, et al. Investigation of the influence of training status on the relationship between the acute exercise and serum leptin levels in obese females. *Neuroendocrinology Letters* 2004; 25:381-385.
7. Oh-I S, Shimizu H, Satoh T, et al. Identification of nesfatin-1 as a satiety molecule in the hypothalamus. *Nature* 2006; 443:709-712.
8. Ramanjaneya M, Chen J, Brown JE, et al. Identification of nesfatin-1 in human and murine adipose tissue: a novel depot-specific adipokine with increased levels in obesity. *Endocrinology* 2010; 151:3169-3180.
9. Stengel A, Goebel M, Yakubov I, et al. Identification and characterization of nesfatin-1 immunoreactivity in endocrine cell types of the rat gastric oxyntic mucosa. *Endocrinology* 2009; 150:232-238.
10. Zhang AQ, Li XL, Jiang CY, et al. Expression of nesfatin-1/NUCB2 in rodent digestive system. *World J Gastroenterol* 2010; 16:1735-1741.
11. Wernecke K, Lamprecht I, Jöhren O, et al. Nesfatin-1 increases energy expenditure and reduces food intake in rats. *Obesity (Silver Spring)* 2014; 22:1662-1668.
12. Könczöl K, Pinter O, Ferenczi S, et al. Nesfatin-1 exerts long-term effect on food intake and body temperature. *Int J Obes (Lond)* 2012; 36:1514-1521.
13. Maejima Y, Sedbazar U, Suyama S, et al. Nesfatin-1-regulated oxytocinergic signaling in the paraventricular nucleus causes anorexia through a leptin-independent melanocortin pathway. *Cell Metab* 2009; 10:355-365.
14. Shimizu H, Inoue K, Mori M. The leptin-dependent and-independent melanocortin signaling system: Regulation of feeding and energy expenditure. *J Endocrinol* 2007; 193: 1-9.
15. Algul S, Ozcelik O. Determination of the effects of acute aerobic exercise on nesfatin-1 levels. *Firat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi* 2016; 30:5-8.
16. Yosten GL, Samson WK. Cardiovascular and antidipsogenic effects of nesfatin-1. *Curr Pharm Des* 2013; 19:6973-6975
17. Algul S, Ozcelik O. Evaluating the levels of nesfatin-1 and ghrelin hormones in patients with moderate and severe major depressive disorders. *Psychiatry Investig* 2018; 15:214-218.
18. Palasz A, Krzystanek M, Worthington J, et al. Nesfatin-1 a unique regulatory neuropeptide of the brain. *Neuropeptides* 2012; 46:105-112.
19. Algul S, Ozcelik O. A new promising peptide for obesity treatment: Nesfatin-1. *Firat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi* 2012; 26:143-148.
20. Chen X, Dong J, Jiang ZY. Nesfatin-1 influences the excitability of glucosensing neurons in the hypothalamic nuclei and inhibits the food intake. *Regul Pept* 2012; 177:21-26.
21. Shimizu H, Oh-I S, Okada S, et al. Nesfatin-1: an overview and future clinical application. *Endocr J* 2009; 56:537-543.
22. Wasserman, K, Hansen JE, Sue DY, et al. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications. 5th ed., Lippincott Williams & Wilkins, New York, NY, USA 2012.
23. Ozcelik O, Ozkan Y, Algul S, et al. Beneficial effects of training at the anaerobic threshold in addition to pharmacotherapy on weight loss, body composition, and exercise performance in women with obesity. *Patient Prefer Adherence* 2015; 9:999-1004.

24. Kaya H, Ozcelik O. Tıp öğrencilerinde bir yılda vücut kompozisyonlarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi 2005; 10:164-168.
25. American College of Sports Medicine (ACSM). Guidelines for Exercise Testing and Prescription (9th ed.). Baltimore, MD: Lippincott, Williams and Wilkins, 2014.
26. Foo KS, Brismar H, Broberger C. Distribution and coexistence of nociceptin-1 receptor mRNA/nesfatin-like immunoreactivity in the rat CNS. Neuroscience 2008; 156:563-579.
27. Algül S. Psychiatric disorders and nesfatin-1 psikiyatrik hastalıklar ve nesfatin-1. Journal of Human Sciences 2015; 12:1397-1407.
28. Xu YY, Ge JF, Qin G, et al. Acute, but not chronic, stress increased the plasma concentration and hypothalamic mRNA expression of NUCB2/nesfatin-1 in rats. Neuropeptides 2015; 54:47-53.
29. Ghanbari-Niaki A, Kraemer RR, Soltani R. Plasma nesfatin-1 and glucoregulatory hormone responses to two different anaerobic exercise sessions. Eur J Appl Physiol 2010; 110:863-868.
30. Yazıcı AG. Relationship and interaction between anaerobic sports branches and serum nesfatin-1. Turk J Phys Med Rehab/Turk Fiz Tıp Rehab Derg 2015; 61:234-240.
31. Mohebhi H, Nourshahi M, Ghasemikaram M, et al. Effects of exercise at individual anaerobic threshold and maximal fat oxidation intensities on plasma levels of nesfatin-1 and metabolic health biomarkers. J Physiol Biochem 2015; 71:79-88.
32. Algül S, Ozdenk C, Ozcelik O. Variations in leptin, nesfatin-1 and irisin levels induced by aerobic exercise in young trained and untrained male subjects. Biol Sport 2017; 34:339-344.
33. Martins C, Stensvold D, Finlayson G, et al. Effect of moderate- and high-intensity acute exercise on appetite in obese individuals. Med Sci Sports Exerc 2015; 47:40-48.
34. Schubert MM, Sabapathy S, Leveritt M, et al. Acute exercise and hormones related to appetite regulation: a meta-analysis. Sports Med 2014; 44:387-403.
35. Ahmadizad S, Avansar AS, Ebrahim K, et al. The effects of short-term high-intensity interval training vs. moderate intensity continuous training on plasma levels of nesfatin-1 and inflammatory markers. Horm Mol Biol Clin Investig 2015; 21:165-173.
36. Chaolu H, Asakawa A, Ushikai M, et al. Effect of exercise and high-fat diet on plasma adiponectin and nesfatin levels in mice. Exp Ther Med 2011; 2:369-373.
37. Hofmann T, Ahnis A, Elbelt U, et al. NUCB2/nesfatin-1 is associated with elevated levels of anxiety in anorexia nervosa. PLoS One 2015; 10:1-15.
38. Algül S, Ozkan Y, Ozcelik O. Serum nesfatin-1 levels in patients with different glucose tolerance levels. Physiol Res 2016; 65:979-985.