



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

AEROBİK VE ANAEROBİK KAPASİTENİN SERUM İRİSİN, LEPTİN, GHRELİN SEVİYELERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Hamza KÜÇÜK

Samsun
Temmuz-2018



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

AEROBİK VE ANAEROBİK KAPASİTENİN SERUM İRİSİN, LEPTİN, GHRELİN SEVİYELERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Hamza KÜÇÜK

Danışman
Prof. Dr. M. Yalçın TAŞMEKTEPLİGİL

Samsun
Temmuz-2018

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Hamza KÜÇÜK tarafından Prof. Dr. M. Yalçın TAŞMEKTEPLİGİL danışmanlığında hazırlanan "AEROBİK VE ANAEROBİK KAPASİTENİN SERUM İRİSİN, LEPTİN, GHRELİN SEVİYELERİNE ETKİSİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 09/07/2018 tarihinde yapılan sınav ile Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında DOKTORA Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. M. Yalçın TAŞMEKTEPLİGİL
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. S. Ahmet AĞAOĞLU
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Bahattin AVCI
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ercüment ERDOĞAN
Ordu Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Erdal ARI
Ordu Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

.... / /

Prof. Dr. Ahmet UZUN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŐEKKÜR

Akademik hayata başladığım ilk günden itibaren desteğini ve bilgisini esirgemeyen, olaylara farklı aıllardan bakmamı sağlayan değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. M. Yalçın TAŐMEKTEPLİĐİL'e teŐekkür borç bilirim. Çalışmamın biyokimya sürecinde desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Bahattin AVCI'ya, tez izleme sürecinde katkılarını esirgemeyen Prof. Dr. S. Ahmet AĞAOĞLU'na, deney grubumu oluşturan TFFHGD Samsun Őubesi hakemlerine, desteğini esirgemeyen eşim Dr. Canan KAYNARCA KÜÇÜK'e ve hayatımıza girdiği ilk günden itibaren bize Őans getiren oğlum Kuzey KÜÇÜK'e

TeŐekkür ederim.

Bu alışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisi tarafından PYO.YDS.1904.17.003 kodu ile Bilimsel Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

ÖZET

AEROBİK VE ANAEROBİK KAPASİTENİN SERUM İRİSİN, LEPTİN, GHRELİN SEVİYELERİNE ETKİSİ

Amaç: Bu çalışmanın amacı aerobik ve anaerobik kapasitenin serum irisin, leptin ve ghrelin seviyelerine etkisini araştırmaktır.

Materyal ve Metot: Çalışmaya 24 deney, 20 kontrol grubu olmak üzere toplam 44 kişi katılmıştır. Katılımcılar 16 hafta boyunca aerobik ve anaerobik kapasite gelişimine yönelik antrenman yapmışlardır. Katılımcılardan antrenmana başlamadan ve 16 hafta sonunda 5 ml kan alınmıştır. Alınan kanlar seruma ayrıştırılarak ELISA yöntemiyle çalışılmıştır. Antrenmanlara başlamadan ve antrenmanlar sonucunda deney grubunun aerobik ve anaerobik kapasiteleri ölçülmüştür. Aerobik kapasitenin tespiti için Yo-Yo testi, anaerobik kapasitenin ölçülebilmesi için de RAST testi uygulanmıştır.

Bulgular: Katılımcıların serum irisin son test seviyesi ön test seviyesinden yüksek bulunmuştur. Leptin seviyesi ise son test değerlerinde daha düşük bulunurken ghrelin seviyesinin antrenmanlara bağlı olarak değişmediği tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile deney grubunun ön test değerleri karşılaştırıldığında irisin değerleri deney grubunda yüksek bulunurken leptin ve ghrelin seviyeleri farklılık göstermemiştir.

Sonuç: Bu çalışma sonucunda irisin seviyesinin antrenmana bağlı olarak arttığı bulunmuştur. Leptin seviyelerinde ise antrenmanlar sonucu azalma bulunurken ghrelin seviyesinde fark bulunmamıştır. Deney grubu ile kontrol grubunun ön test değerleri karşılaştırıldığında irisin seviyesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre irisinin egzersize bağlı artış gösterdiği ifade edilebilir. Aerobik ve anaerobik kapasite ile irisin seviyesi arasında yüksek bir ilişki vardır. Leptin seviyesinde ise azalma tespit edilmiştir. İrisin ve leptin hormonlarının yapılan egzersize göre değişebileceği söylenebilir. Bu değişikliğin ortaya çıkmasında egzersizin süresi, şiddeti, kapsamı ve sıklığı gibi faktörlerin etki ettiği ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Aerobik kapasite; Anaerobik kapasite; Ghrelin; İrisin; Leptin.

Hamza KÜÇÜK, Doktora Tezi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Samsun, Temmuz-2018

ABSTRACT

THE EFFECTS OF AEROBIC AND ANAEROBIC CAPACITY ON SERUM IRISIN, LEPTIN, GHRELIN LEVELS

Aim: The aim of this study is to examine the effect of aerobic and anaerobic capacity on serum irisin, leptin and ghrelin levels.

Material and Method: A total of 44 individuals, 24 in the experimental group and 20 in the control group, participated in the study. The participants trained for 16 weeks to develop aerobic and anaerobic capacity. 5 ml blood was taken from the participants before trainings started and at the end of 16 weeks. The bloods taken were separated into serum and worked with ELISA method. Aerobic and anaerobic capacities of the experimental group were measured before trainings started and at the end of trainings. Yo-yo test was used to find out aerobic capacity, while RAST test was used to measure anaerobic capacity.

Results: Post-test serum irisin level of the experimental group was found to be higher than pre-test level. While leptin level was found to be lower in post-test, ghrelin level was not found to differ based on training. When the pre-test values of the control group and the experimental group were compared, irisin values were found to be high in the experimental group, while leptin and ghrelin levels were not found to differ.

Conclusion: The results of this study showed that irisin level increased based on training. While decrease was found in leptin levels as a result of trainings, no difference was found in ghrelin level. When the pre-test values of the control group and the experimental group were compared, irisin levels were found to be high. According to these results, it can be stated that irisin increased depending on exercise. There is a high correlation between aerobic and anaerobic capacity and irisin level. Decrease was found in leptin level. It can be said that irisin and leptin hormones can differ according to exercise performed. It can be stated that factors such as duration, range and frequency of exercise influence this change.

Keywords: Aerobic capacity; Anaerobic capacity, Ghrelin; Irisin; Leptin.

Hamza KÜÇÜK, Ph.D. Thesis
Ondokuz Mayıs University - Samsun, July-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Aerobik Kapasite	3
2.1.1. Egzersizde Aerobik Sistem.....	4
2.1.2. Aerobik Kapasitenin Ölçülmesi.....	5
2.2. Anaerobik Kapasite	6
2.2.1. Egzersizde Anaerobik Sistem.....	7
2.2.2. Anaerobik Kapasitenin Ölçülmesi.....	8
2.3. Endokrin Sistem.....	9
2.3.1. Hormonlar.....	9
2.3.2. Egzersizde Endokrin Sistem.....	11
2.3.2. İrisin.....	11
2.3.3. Leptin.....	13
2.3.4. Ghrelin	15
2.4. Antrenmana Adaptasyon	16
2.4.1. Antrenmanın Akut Etkileri	17
2.4.2. Antrenmanın Kronik Etkileri.....	18
3. MATERYAL VE METOT	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Araştırma Grubu	20
3.1.2. Test Protokolleri	20
3.1.3. Yo-Yo Testi	20
3.1.4. RAST (Running Anaerobic Sprint Test)	21
3.2. Metot.....	21
3.2.1. Antrenman Programının Uygulanması.....	21
3.2.2. Test Protokollerinin Uygulanması.....	21
3.2.3. Kan Örneklerinin Alınması	22
3.2.4. Biyokimya Analizleri	22
3.2.5. İstatistiki Analiz.....	24
4. BULGULAR	25
5. TARTIŞMA	28
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	37
KAYNAKLAR	39
EKLER	50
ÖZGEÇMİŞ	71

1. GİRİŞ

Egzersiz insan sağlığına olumlu etkileri olduğu çoğu araştırmacının konusu olmuştur. Bu olumlu etkinin ortaya çıkması insan vucudunun egzersize vermiş olduğu fizyolojik yanıtın sonucu ile ilişkilidir. Egzersize bağlı olarak insan vucudunu oluşturan bazı yapıtaşlarının, hormonların, kimyasal maddelerin salınımları değişmektedir. Son yıllarda hormonların metabolizmanın hastalık ve sağlık durumundanki etkisi yağ dokusu üzerine yapılan yoğun çalışmalar ile değişmiştir (Pedersen ve Febbraio, 2012). Günümüzde hormonların etki mekanizması tam olarak açıklanmış olsa da farklı araştırmalar yolu ile de yeni özellikleri tanımlanabilmektedir.

Sürekli egzersiz yapılabilmesi sürdürülebilir bir durum değildir. Egzersizin devamlılığının sağlanabilmesi için enerjinin yeniden üretilmesi gerekmektedir. Egzersizin tipi ve şiddeti kullanılan enerji türünü belirlemektedir. Kısa süreli ve yüksek şiddetli egzersizlerde kullanılan enerji sistemi ile uzun süreli düşük şiddetli egzersizlerde kullanılan enerji türü farklılık göstermektedir. Bu devamlılığın sağlanabilmesi enerjinin yeniden üretilmesi, kazanımı ile doğrudan ilişkilidir (Fox ve ark., 2012). Bununla birlikte enerjinin yeniden üretilmesi aerobik ve anaerobik kapasitenin sınırlarını da çizmektedir.

Egzersiz endokrin sistem üzerindeki etkileri hormonların salınımı veya üretilmesi ile ilişkili olmaktadır. Bu süreçte bazı hormonların salınımı artarken bazıları da azalma eğilimi içindedir.

Spor bilimleri alanında yapılan egzersiz ve endokrin sistem ile ilişkili çalışmalar incelendiğinde, egzersizin metabolik süreçler ile hormonlar üzerindeki etkilerinin araştırılması ile ilgili çalışmalar olduğu gözlemlenmiştir. Hormonlar farklı özelliklere sahip kimyasallardır. Salınım gösterdikleri terler farklılık göstermekle birlikte son yıllarda kas dokusunun da bir sekresyon organı olarak işlev gördüğü tespit edilmiştir. Egzersize bağlı olarak salgılanan bu maddeler miyokin adı ile adlandırılmış ve egzersiz ile ilişkilendirilmiştir. Son yıllarda yapılan alımlarda egzersize bağlı olarak salınımı artan irisin hormonu bu hormonların en yenisidir. Özellikle beyaz yağ dokusunu kahverengi yağ dokusuna çevirmesi özelliği ile metabolik süreçlerde etkili olduğu ifade edilmektedir (Boström ve ark., 2012). Bununla birlikte eski zamanlardan itibaren keşfedilen ghrelin ve leptin gibi hormonların da açlık tokluk, enerji tüketimi dengesinde egzersiz ile ilişkileri araştırılmıştır.

Egzersiz aerobik ve anaerobik kapasitenin geliştirilmesinde en önemli unsurlardan birisidir. Egzersiz yapımına bağı olarak kanda bulunan hormonların seviyesinde değişiklikler görülebilir. Bu değişiklik artış veya azalma eğilimi içinde olabilmektedir.

Günümüzün en önemli sorunlarından birisi hareketsizlik ve buna bağı ortaya çıkan sağık sorunlarıdır. Sedarer yaşam tarzı birçok kronik hastalık için yüksek riskle ilişkilendirilmiştir (Schnyder ve Handschin, 2015). Egzersiz ile hormonlar, egzersiz ile aerobik ve anaerobik kapasite arasındaki ilişkinin incelenmesi de bu bakımdan önemlidir. Hormonların, enzimlerin veya metabolik süreçte etkileri olan diğer yapıların egzersiz ile olan ilişkisinin ifade edilmesi eğersiz in reğetelendirilmesinde yeni bir bakış açısı sağlayabilecektir. Özellikle metabolik hastalıkların önlenmesinde olumlu etkileri olan hormonlar üzerinde yapılan çalışmalar bu kapsama girmektedir.

Bu bağlamda çalışmanın hipotezi; “Aerobik ve anaerobik kapasitenin serum irisin, leptin, ghrelin seviyesine etkisi vardır” olarak belirlenmiştir.

Aerobik ve anaerobik kapasitenin irisin, leptin ve ghrelin üzerine olan etkilerinin incelenmesi bu tez çalışmasının amacını oluşturmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

Sporcunun egzersiz, antrenman gibi fiziksel aktiviteleri uygularken yeterlilik kapasitesinin derecesi ve farklı antrenman modellerini yerine getirirken etkinlik derecesi maksimum performans olarak tanımlanır (Joyner ve Coyle, 2008). Maksimum performansı değerlendirirken en önemli etki enerjinin kullanılmasıdır. Bu enerji iskelet kaslarında aerobik ve anaerobik metabolizmayla açığa çıkan enerji miktarının değerlendirilmesidir (Yılmaz, 2012).

Aerobik sistem, besin maddelerinin mitokondrilerde enerji üretmek için oksidasyona uğraması demektir. Besinlerde bulunan glikoz, yağ asitleri ve amino asitler, kimyasal reaksiyonlardan sonra oksijenle birleşirler ve bunun sonucunda da büyük miktarda enerji serbestlenir (Hall ve Guyton, 2015).

Düzenli yapılan aerobik egzersizlerin ve fiziksel aktivitenin kardiyovasküler hastalıkları önlediği belirtilmiştir. Buna bağlı olarak kardiyovasküler morbilite ölüm oranlarında da azalma olduğu ispat edilmiştir (Manson ve ark., 2002). Aerobik egzersizleri içeren fiziksel aktiviteler bu sebeple kardiyovasküler hastalıkları önlemede birincil ve ikincil önlemede tavsiye edilmiştir (Ades, 2001; 2004; Ignarro ve ark., 2007).

2.1. Aerobik Kapasite

Sporcuların uzun süreli egzersiz süresince aerobik kapasiteleri ve oksijen ihtiyaçları büyük ölçüde başarının belirleyicisidir. Antrenman yapan bir sporcu ile antrenman yapmayan bir sporcu aynı miktarda oksijen almalarına rağmen antrenman yapan sporcu daha düşük aerobik kapasite kullanımı ile hareket eder (McArdle ve ark., 2011).

Aerobik egzersizlerin amacı kardiyovasküler fonksiyonlarla ilişkili maksimal oksijen tüketimini (MaxVO₂) ve dayanıklılık sporunda performansı geliştirmektir (Fleck ve Kraemer, 2014). Aerobik kapasite veya aerobik güç, kas dokusunun oksijen kullanabilme kapasitesi olarak da ifade edilebilir.

Orta ve yüksek aerobik kapasite, tip 2 diyabet, obezite, hipertansiyon ve kalp hastalıklarını içeren kardiyometabolik hastalıklara karşı koruma sağlar (Carnethon ve ark., 2009). Konuyla ilgili bazı çalışmalar genç ve yaşlı erişkinlerde orta ve yüksek şiddette aerobik egzersizlerin, hastalıkların önlenmesinde etkili olmasına bağlı olarak yapılmasını önermektedir (Nelson ve ark., 2007; Haskell ve ark., 2007).

Aerobik güç tanımı aerobik kapasitenin birim zamandaki değeri olarak ifade

edilir. Aerobik güç ilk tanımlanırken oksijenin dakikada kullanımı olarak tanımlanırken (oksijen L/dk), daha sonra toplam vücut ağırlığının kilogram başına mililitre oksijen değeri olarak (oksijen ml/kg/dk) ifade etmek daha güvenilir bir ifade olarak kabul edilmektedir (McArdle ve ark., 2011).

Pate ve Kriska (1984) bireyler arasındaki aerobik dayanıklılık performansını üç ana faktör içeren bir model ile açıklamışlardır; “maksimum oksijen tüketimi”, “anaerobik (laktat) eşiği”, “koşu ekonomisi”. Açıklanan model; dayanıklılık antrenmanında aerobik antrenmanın etkilerini kapsamlı bir şekilde açıklamaktadır. Aerobik kapasite ile ilgili daha iyi tanım yapılabilmesi için oksijenin doku düzeyinde kullanım hızını ve miktarını tayin eden faktörlerin bütünü bir arada değerlendirmek gerekir (Kurdak, 2012).

2.1.1. Egzersizde Aerobik Sistem

Aerobik sistemin kapasitesi bireysel farklılıklar gösterir. Aerobik enerji sistemi egzersize başlar başlamaz sisteme girmez. Vücudun kimyasal ve fizyolojik uyumu için belirli bir süre geçmesi gerekmektedir (Fox ve ark., 2012).

Egzersiz süresi ve şiddeti kullanılan enerjinin kaynağını da belirler. Egzersizin uzun süreli olması durumunda enerji kaynağı karbonhidrat ve yağlardır. Aerobik egzersizde oksijen kullanımı egzersizin ilk dakikalarında hızlı bir artış gösterir. Özellikle 3. ve 4. dakikalarda ise belirli bir durumda kalır plato oluşturur (kararlı denge-steady state) ve bu durum egzersizin sonuna kadar devam ettirilir. Bu şiddette egzersiz için gerekli ATP miktarı ile ATP yapımı için sağlanan aerobik enerji arasında denge oluşur (Günay ve ark., 2006).

Dayanıklılık antrenmanları maksimum aerobik kapasiteyi artırır (Laughlin ve Roseguini, 2008). Maksimum oksijen alımının %20 artması durumunda mitokondri enzim aktivitelerinin %35 oranından arttığı ifade edilmiştir (McArdle ve ark., 2011).

Egzersiz sırasında egzersizin şiddetine göre aerobik metabolizmanın üst düzeyde zorlanmaktadır. Bu zorlanma sırasında başarıyı belirleyen en önemli kriterlerden bir tanesi oksijen kullanabilme kapasitesidir. Bu kapasite iskelet kas mitokondrilerinin çalışabilme kapasitesini ifade etmektedir. Aerobik kapasitenin en belirgin göstergesi V_{O_2Max} 'ın yüksek olmasına bağlı olarak da sporcular homeostatik koşullarda daha uzun süreli egzersiz yapabilme kapasitesine sahip olurlar. Egzersiz süresince atmosfer havasında bulunan oksijenin, alveollerden, kullanıldığı iskelet kası mitokondrilerine taşınması ve ne kadarının kullanılabileceğinin belirlenmesinde 6 önemli aşama

bulunmaktadır (Wagner ve ark., 2008). Bunlar sırasıyla oksijenin:

1. Alveoler ventilasyonla akciğerlerin içine alınma
2. Alveolo-kapiller membranı difüzyonla geçme
3. Hemoglobin ile bağlanma
4. Arter kanıyla doku düzeyindeki kapillerlere ulaşma
5. Kapiller seviyede difüzyonla mitokondrilere geçmesi
6. Oksidatif fosforilasyonda kullanımı ve sonrasında ATP üretimidir.

Özellikle kardiyak debinin üst sınırına ulaştığı egzersiz şiddetlerinin üzerinde yapılan egzersizlerde, dokuya taşınan oksijen miktarının sabit kalabilmesi için, solunum sisteminin daha düşük egzersiz şiddetlerine oranla daha fazla zorlanması gerekir (Kurdak, 2012).

Yüksek şiddetle yapılan egzersizlerde kasların çalışmasına bağlı olarak kas kılcal damar yoğunluğu ve artar ve daha yüksek plazma hacmine ulaşılır. Bu sayede karbondioksit dokulardan uzaklaştırılır ve daha fazla oksijen üretimi sağlanır. Oksijenin dokulara bağlanmasıyla birlikte kardiyak çıktı ve akciğer fonksiyonlarını kalıcı olarak geliştirir (Brooks ve ark., 2005).

Düzenli yapılan egzersizin sonucunda oksidatif metabolik sistem dokulardaki oksidatif enzimlerin aktif hale gelmesiyle birlikte daha optimum hale gelir. Egzersiz sırasında ortaya çıkan enerjinin sağlanması için kullanılan substrat düzeylerinde yükselme olur, serbest yağ asitleri enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılar. Kas dokusuna glikozun girmesi de artar (Houmard ve ark., 1995). Ayrıca düzenli olarak yapılan egzersiz düşük vücut kitlesi, düşük serum trigliserit düzeyi ve artan lipoprotein düzeyiyle ilişkilidir (Miller ve ark., 1997). Aerobik egzersiz antrenmanı karaciğer insülin hassasiyeti ve artan kas kitlesi ile ilişkilidir (De Fronzo, 1987) ve bunun yanında insüline bağlı glikoz alımını artırır (Koivisto ve ark., 1986).

2.1.2. Aerobik Kapasitenin Ölçülmesi

Maksimum aerobik kapasitenin ölçülmesi egzersizin başlangıcında veya yükün artırılması gereken durumlarda, antrenman programlanması yapılırken önemlidir (Astrand, 1992).

Oksijen tüketimi ölçümleri egzersizdeki biyolojik etkinliği ve enerji kullanımını değerlendirmek için çoğunlukla kullanılır. “Oksijen” kelimesi aerobik ve anaerobik enerji transferlerinin bütün fazlarını değerlendirmek için kullanılır (Yıldız, 2012). Egzersizin

ilk başlarında anaerobik metabolizmadan elde edilen enerji kullanılır. Bu periyotta “oksijen yetersizliği” denilen durum meydana gelir. Egzersiz boyunca, ATP resentezi için kullanılan anaerobik metabolizmayla kazanılan enerji miktarı, egzersiz bitiminde “oksijen borcu” olarak ifade edilir (Scott, 2005).

Maksimum oksijen kapasitesi ($MaxV_{O_2}$) egzersiz sırasında ölçülen ve kişi tarafından kullanılan en yüksek oksijen kullanım kapasitesi olarak ifade edilir. Egzersiz sırasında büyük kas gruplarının kullanılması gereken oksijen miktarı olarak tanımlanır (Kayserilioğlu ve Çavuşoğlu, 2003).

$MaxV_{O_2}$ ölçüm yöntemleri sporcuya önceden belirlenen egzersiz test protokollerine bağlı olarak, testin yükünün tedricen artması yöntemiyle ölçülür. Ölçüm yöntemi direk ve endirekt yöntemler olarak uygulanır. Direk ölçüm yönteminde laboratuvar şartlarında ölçüm yapılır. Endirekt yöntemler arasında 20 metre mekik koşusu, Yo-Yo testi, Cooper testi, Bruce testi sıklıkla kullanılan testlerdir. Maksimal yüklenme sırasında, ekspirasyon havasındaki oksijen-karbondioksit miktarının gaz analizörleriyle ölçümüne göre ekspire edilen gazların metabolik değişimi esasına dayanır. Endirekt ölçümler ise, saha test protokolleri ile yapılır. Submaksimal yüklenme yöntemi ile kalp hızı, zaman, mesafe, yük gibi parametreler kullanılarak hesaplanır (McArdle ve ark., 2011).

Sporcuya egzersiz şiddetinin artırılması yöntemiyle yapılan testlerde oksijen kullanımını lineer bir artış gösterme eğilimindedir. Ve bu artış belli bir noktaya kadar gelir. Solunum ve dolaşım sistemi belirli bir sınırlamadan sonra sabit olarak kalır. İş yükü artmasına rağmen oksijen kullanımı sabit kalır. Bu durum sabit durum anlamına gelen “steady state” durumudur. Maksimum oksijen tüketiminin gerçekleştiği en yüksek seviyedir (McArdle ve ark., 2011).

2.2. Anaerobik Kapasite

Maksimum veya maksimumun üzerinde yapılan egzersiz sırasında iskelet kaslarının kullandığı enerji sistemi olarak tanımlanmaktadır. Anaerobik enerji sisteminin kullanılmasıyla ortaya çıkan iş kapasitesi de “anaerobik kapasite” olarak ifade edilir. Anaerobik kapasitenin birim zamandaki değeri kgm/san , kgm/dak , watt olarak belirtilerek “anaerobik güç” olarak tanımlanır. Anaerobik iş, patlayıcı kuvvetin kullanılması sırasında meydana gelen ve anaerobik eşik değer üzerinde iş yükü ile ifade edilen yorgunlukla karakterize edilen bir egzersiz türüdür (Yıldız, 2012).

Kısa süreli ve yüksek şiddet gerektiren egzersizde (8-10 saniye) baskın olarak fosfojen sistem aktivitesi bulunur. İskelet kasında kreatin fosfatın depo formları bulunmaktadır ve bu depo formalar yüksek miktarda adenosin trifosfat (ATP) barındırmaktadır. İskelet kasının sarkoplazmasında bulunan bu maddeler ilk ve acil enerji kullanımı esnasında kullanılırlar. Performans süresi uzadığında yıkılma süreleri değişmekle birlikte maksimal şiddetle yapılan egzersiz sırasında 8-10 saniye kadar aktif olarak kullanılırlar (Fox ve ark., 2012).

2.2.1. Egzersizde Anaerobik Sistem

Anaerobik egzersize uyum sağlanması sistemik düzeyden ziyade hücresel düzeyde gerçekleşir. Düzenli yapılan yüksek yoğunluklu egzersizler, kısa sürede vücudun anaerobik enerji ihtiyacını karşılamayarak anaerobik kapasitenin gelişime katkı sağlar. Yapılan antrenman ile kısa süre içerisinde yapılan yüksek güç gerektiren egzersizler için ana kaynak adenosin trifosfat ve fosfokreatin kas dokuda içinde çok fazla miktarda depolanır (Brooks ve ark., 2007). Bu sayede sporcu kısa sürede yüksek enerji gerektirecek durumlarda enerjisini devam ettirecek seviyeye gelir. Yüksek yoğunlukta yapılan egzersizlere ek uyumlar sonucunda, azaltılmış glikojenoliz, kasta daha az laktat birikimi, hidorjen iyonları azalır. Maksimum oksijen alımı ve oksidatif enzimlerin aktifliği artar

Egzersizin şiddetinin düşük yoğunlukta olduğu durumlarda enerji üretimi için geçerli olan ATP aerobik sistem tarafından karşılanmaktadır. Kasların piruvatı tam yıkmasına bağlı olarak laktat az miktarlarda üretilir. Diğer dokuların efektif yıkım yapması sebebiyle kandaki laktat seviyesi yükselmez. Şiddeti az olan egzersiz yükünde yorgunluk oluşmadan aktivite uzun süre devam ettirilir. Bu süreçte egzersize cevabın fizyolojik etkileri bir süre daha değişmez (Kayserilioğlu ve Çavuşoğlu, 2003).

Egzersizin şiddetinin artması durumunda enerji belirli bir seviyeye kadar aerobik metabolizma tarafından karşılanırken bir noktadan sonra aerobik metabolizma yetersiz kalır. Bu durumda devreye anaerobik metabolizma devreye girer. Anaerobik metabolizmanın devreye girdiği bu duruma anaerobik eşik denmektedir. Anaerobik eşik kavramı, aerobik metabolizmanın aerobik metabolizmayı desteklemesi olarak da ifade edilir. Anaerobik sistemin devreye girmesi ile birlikte kas ve kanda laktat artışı meydana gelir (Astrand, 1992).

Egzersiz şiddetinin yüksek olduğu durumlarda ATP oluşumu için aerobik ve anaerobik sistemin birlikte çalıştığı düşünülmektedir. Buna bağlı olarak kan laktat

seviyesinde artış meydana gelir. Bu sürecin sonunda egzersize tepki olarak fizyolojik değerlerin sabit kalmadığı, değişkenlik gösterdiği ifade edilmektedir (Kayserilioğlu ve Çavuşoğlu, 2003).

Egzersiz şiddetinin artması durumunda anaerobik metabolizması da devrede olacağından kanda laktik asit birikmeye başlar. Glikojenin fermantasyon için glikoz sağlayamamasına bağlı olarak laktik asit üst seviyeye çıkar. Bu asidozun yüksek olduğu ortamda kas kasılması yavaşlar. Depo glikojenin tüketilmesi kas için enerjinin sağlanamayacağı anlamına gelir. Metabolizma bu duruma uyum sağlayabilmek için şiddete yavaş tepki vermek amacıyla hareketi yavaşlatır. Bazen de egzersiz sonlandırılmak durumunda kalınabilir (Günay ve ark., 2006), Sporcularda üst düzey performans kriterine ulaşmak için anaerobik kapasitenin yüksek olması bu sebeple önemlidir. Sporcunun laktik asite toleransı şiddetli egzersizlere uyum sağlanabilmesi için önemli bir bileşendir.

2.2.2. Anaerobik Kapasitenin Ölçülmesi

Maksimum oksijen tüketimi aerobik kapasitenin ölçülmesi hakkında objektif bilgiler verebilmektedir. Aynı durumu anaerobik testler için söylemek pek mümkün değildir. Anaerobik aktiviteye uzun süreli devam edilemez. Bu durumda anaerobik kapasitenin tam anlamıyla ölçülmesinin mümkün olmadığı düşünülebilir (McArdle ve ark., 2011). Bununla birlikte anaerobik kapasiteyi non-invaziv olarak test eden yöntemlerde kan ve gaz parametrelerinin egzersize yanıtları arasında yüksek bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Vandewalle ve ark., 1987). Bu durum anaerobik kapasitenin bir göstergesi olarak kabul edildiğinden farklı testler araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır.

Anaerobik kapasiteyi ölçmek için kullanılan saha testleri;

- RAST (Running Anaerobic Sprint Test) (Draper ve Whyte,1997),
- Sürat koşu testleri,
- Margaria-Kalamen merdiven testi,
- Sprint testi (40-50-60 yard)
- Sıçrama testleri olarak uygulanabilir.

Anaerobik kapasiteyi ölçmek için kullanılan laboratuvar testleri;

- Wingate testi

- Katch testi
- Cunnigham testleri sayılabilir (Yıldız, 2012).

2.3. Endokrin Sistem

Hücresele reaksiyonların faaliyetlerini yürütebilmesi için endokrin hormonlara ihtiyaçları vardır. Endokrin hormonlar bezler veya özelleşmiş hücreler tarafından kana salgılanır ve vücudun başka bir bölgesindeki hücrelerin işlevlerini etkiler. Bu endokrin hormonlar dolaşım sistemi sayesinde vücuttaki bütün hücrelere taşınırlar. Burada da reseptörlerle bağlanarak çeşitli hücresele reaksiyonları başlatırlar (Guyton ve Hall, 2015).

Vücudun metabolik olaylara karşı bütün hücrelerin fonksiyonlarına göre ayarlamalar yapması gerekir. Bu ayarlama hücrelerin fonksiyonları, içeriklerine sıcaklığa ve hidrojen iyon konsantrasyonuna bağlıdır. Oldukça zor olan ayarlama hemeostatik mekanizmalar vasıtasıyla yapılır. Hemeostatik mekanizmaları kontrol eden iki sistemden biri sinir sistemi bir diğeri ise endokrin sistemdir (Fox ve ark., 2012).

Vücutta bulunan hormon sistemleri, gelişme ve büyüme, metabolizma, su ve elektrolit dengesi, üreme ve davranış gibi neredeyse bütün vücut işlevlerinin düzenlenmesinde etkindirler. İnsülin hormonunun olmaması diyabet hastalığını, büyüme hormonunun eksikliği durumunda da kişinin cüce kalması gibi durumlar görülebilir (Guyton ve Hall, 2015).

Egzersiz gereksinimleri oldukça çeşitlidir. Özellikle egzersiz ile ilişkili olan fiziksel şiddetin zorlukları metabolik olaylarda artışa sebep olabileceği gibi maksimum kas üretimi en üst limitlere çıkabilir (Kraemer ve ark., 2011).

2.3.1. Hormonlar

Hormonlar vücut sıvılarına endokrin organlar tarafından salınarak hedef organlarda etkilerini gösteren kimyasal maddelerdir. Hormon salınımında geri besleme (feedback) mekanizması yoluyla azalan hormonların salınımı artar, arttığında ise salınımında azalma olur (Ergen ve ark., 2007).

Hormonlar üç sınıfa ayrılırlar.

1. Polipeptit ve Protein Yapısındaki Hormonlar:

Vücuttaki hormonların büyük çoğunluğu bu yapıdadır. Büyüklükleri 3 aminoasit kadar küçük peptidlerden daha büyük yapıda aminoasitlere kadar değişebilir. Bu hormonlar suda çözülebilirler ve çok kolay vücut sıvısına geçebilirler.

2. Steroid hormonlar:

Bütün steroid hormonların yapısı kolestrole benzer ve büyük çoğunluğu kolestrolde üretilirler. Steroidler lipitte çözünürlüklerinin oldukça yüksek olması nedeniyle çözüldüklerinde kolaylıkla hücre zarından difüzyonla interstisiyel sıvıya, oradan da kana geçerler. Steroid hormonlar plazmada ve diğer vücut sıvılarında çok az çözülürler. Kandaki protein taşıyıcı moleküllere bağlanırlar.

3. Amin hormonlar:

Bir veya iki aminoasitten meydana gelirler. Tiroksin ve triyodotironin tiroid bezinden ve epinefrin ve norepinefrin de adrenal medulladan salgılanır (McArdle ve ark., 2011; Guyton ve Hall, 2015).

Hormonlar kan dolaşımı ile temasa girdiğinde kanın ulaştığı her yere gidebilirler. Ancak hormonlar belirli hormona özgü reseptörü olan hücrelere etki edebilirler. Protein, peptid ve aminler yağda çözünmedikleri için hücre membranını geçemezler. Bu tür hormonların reseptörleri hücre membran dışında bulunur. Hücre reseptörüne hormonun bağlanması ile hücre içinde ikincil haberciler denilen bileşik devreye girer (Koz ve ark., 2003).

Hormonların etki mekanizması, enzim sisteminin aktive olması, hücre zarının geçirgenliğinin artması, kas kasılması ve kasın gevşemesi, protein sentezinin uyarılması, hücre salgı fonksiyonlarının başlaması veya düzenlenmesi şekliyle olmaktadır (Ergen ve ark., 2007).

Egzersiz ile hormonların salınımı arasında bir ilişkinin olduğu açıktır. Örneğin egzersiz büyüme hormonunu stimule etmektedir. Bununla birlikte benzer hormonların da etkileşimi mümkündür. Mideden salgılanan ghrelin somatotroplara bağlanarak büyüme hormonu salınımı arttırabilir (Kraemer ve ark., 2011). Gün boyunca salınan büyüme hormonu uyku sırasında ise en üst seviyelere ulaşır (Nindl ve ark., 2001). Epinefrin ve norepinefrin maksimum oksijen tüketimi sırasında yaklaşık olarak %50 artar ve bu artış egzersizin devam etmesine bağlı olarak devam eder (Kraemer ve ark., 2011).

Egzersiz ile metabolik bir hastalık olan insülin ve insülin direncinde azalma görülür (Wojtaszewski ve ark., 2006). Kuvvet antrenmanının diyabetli hastalarda kas fonksiyonunu iyileştirdiği, insülin direncini azalttığı ifade edilmiştir (Pereira ve Lancha, 2004; Brooks ve ark., 2007). Akut aerobik ve dayanıklılık antrenmanlarının testosteron hormon seviyesini kanda arttırdığı bilinmektedir. Her ne kadar bu artış kadınlarda

minimum seviyede de olsa her iki cinsiyete de etki etmektedir (Kraemer ve Ratamess, 2005).

2.3.2. Egzersizde Endokrin Sistem

Egzersiz yapan kişilerde kalp atım hacminin ve maksimum oksijen tüketiminin arttığı kan laktat yoğunluğunun da azaldığı bilinmektedir. Bu etkilerin nedeni net olarak söylenemese de egzersize uyum olarak açıklanabilir.

Egzersiz sırasında hormonal tepkiler hakkındaki bilgiler sınırdır ve bilinenler hormonların kan ve idrardaki yoğunluğuna göre değişir. Egzersiz hormon salınımını etkilemekte ve dinlenik durumdaki seviyeye göre kanda azalma veya artma görülmektedir. Hormon miktarındaki artma veya azalma kadar önemli olan bir diğer konu da hormonların etki süresidir. Hormonların bazıları saniyeler içinde etkisini gösterirken bazıları ise saatler hatta günler sürebilmektedir (Ergen ve ark., 2007). Hormon miktarındaki artış veya azalma endokrin salgı bezlerinin ayarlaması ile olmaktadır. Bu değişiklik metabolik değişiklikleri de ifade etmektedir. Egzersiz sırasında salınan hormonlarda terleme ve su kaybindan dolayı plazma hacminde azalma görülür (Fox ve ark., 2012).

Hormonların sezonsal değişimlerinin olup olmadığı da tartışmalı bir konudur. Bu ilişkinin tanımlanması ise hormonlara etki eden farklı etkenlerden dolayı zordur. Egzersize bağlı adaptasyonun haricinde farklı çevresel koşullarda hormonlara etki edebilmektedir (Kraemer ve ark., 2011).

2.3.2. İrisin

İskelet kasının hormonal faktörleri içeren birtakım maddeleri salgıladığı fikri araştırmacılar tarafından eski yıllardan itibaren savunulmuş bir fikirdir. Özellikle son on yıl içerisinde iskelet kası bir endokrin organ olarak tanımlanmıştır (Pedersen ve Febbraio, 2012). Konuyla ilgili bilgilerin netleştirilemediği dönemlerde bu etki “çalışma uyarısı”, “çalışma faktörü” (Winocour ve ark., 1992) ve “egzersiz faktörü” (Pedersen ve ark., 2003) olarak adlandırılmıştır. Egzersiz ve kas fizyologları için bir başka zorluk ise kasın merkez ve perifer dokulara nasıl sinyal gönderdiğinin tanımlanması olmuştur (Winocour ve ark., 1992). Son zamanlarda egzersiz sonrasında salınan maddelerin iskelet kasında metabolik genlerin transkripsiyonuna neden olduğu tespit edilmiştir (Pilegaard ve ark., 2003). Kas dokusu tarafından salgılanan; otokrin, parakrin veya endokrin etkileri olan bu

sitokin ve diğer peptidler miyokin olarak adlandırılmıştır. Kas dokudan salınan miyokinlerin bir kısmı beyin, karaciğer, pankreas, adipoz doku gibi dokulara etki ederken bazı miyokinler ise kas dokunun kendisi üzerinde etkili olmaktadır. Miyostatin, leukemia inhibitory factor (LIF), Interlökin 6-7 (IL-6-7) kas hipertrofisi ve miyojenez üzerine etki ederken (Brain-derived Neurotrophic Factor) BDNF ve IL-6 Adenozin Monofosfat ile aktive olan Protein Kinaz (AMPK) aracılığı ile yağ oksidasyonuna etki ederler (Pedersen ve Febbraio, 2012). Bu miyokinlere ek olarak adiponektin, leptin, rezistin, omentin, TNF alfa, visfatin, retinol bağlayıcı protein, serum amiloid a, chmerin, apelin ve en son tanımlanan irisin sayılabilir. Bu moleküllerin etkileri araştırılırken metabolik olarak aktif durumdaki kas dokusu üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Egzersize bağlı olarak bu adipokinlerde farklılaşmalar ve değişimler olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple kas dokusunun da metabolizmayı regüle eden endokrin etkisi üzerine vurgu yapılmıştır. Ayrıca adinopektin hariç adipoz dokudan salınan çoğu molekülün proinflamatuvar etkinliği olduğu bulunmuştur. Bu etkinin potansiyel olarak obeziteye bağlı metabolik ve kardiovasküler hastalıkların gelişimine zemin hazırladıkları gösterilmiştir (Pedersen ve Febbraio, 2008; Scherer, 2008).

İrisin, Boston'daki Dana Farber Kanser Enstitüsünde Bruce Spiegelman başkanlığında yapılan, sonuçları Nature dergisinde yayımlanan, PGC1-alpha proteininin rolünün araştırıldığı çalışmada tanımlanmıştır. İrisin, daha önce tanımlanmadığından ve kas dokudan diğer dokulara mesaj ilettiğinden dolayı Yunan Mesaj Tanrısı İris'ten adını almaktadır. İris, Yunan mitolojisinde Tahmus ve Electra'nın kızı ve Tanrı'dan insanlara güzel haberler veren gökkuşağı ile sembolize edilir (Grimal, 1986). Egzersiz sonrası fare ve insan iskelet kasında FNDC5 (fibronectin type III domain containing 5) arttığı bulunması ile birlikte bu artışın nasıl olduğunu anlamak isteyen araştırmacılar fare karaciğerine FNDC5 vermişler ve kahverengi yağ dokusunun arttığını belirtmişlerdir. İrisinin bu yağ yıkımı sürecinde ATP yerine termogenezi arttırdığını raporlamışlardır (Boström ve ark., 2012).

PGC-1 alfa (proliferator peroxisom activated receptor gama koaktivatör 1 alfa) enerji metabolizmasında biyolojik etkili transkripsiyonel koaktivatördür. Başlangıçta kahverengi yağ dokusunda uncoupling protein 1 (UCP-1) ve termogenezde etkili olan PPAR gamanın koaktivatörü olarak tanımlanmıştır. Çoğu hücre tipinde mitokondrial biyogenezi ve oksidatif metabolizmaları kontrol ettiği gösterilmiştir (Puigserver ve ark.,

1998). PGC-1 *a* egzersiz yolu ile kasta uyarılır ve egzersizin faydalı özelliklerinden olan yağ oksidasyonunu ve mitokondriyal biyogenezi artırır. Tip 2 diyabet ve sedanter yaşam tarzında ekspresyonu azalmış olan PGC-1 *a* özellikle kronik egzersizde kas dokusunda artış gösterir (Handschin ve Spiegelman, 2008). Artan PGC-1 *a* salınımı insülin direnci ve insülin sinyalizasyonu gibi parametreleri düzeltir (Wenz ve ark., 2009). Egzersize bağlı olarak kas hücresinde PGC-1 alfa ekspresyonunun artması durumunda FNDC5 (fibronectin type III domain containing 5) geni aktive olur, FNDC5 proteininin kas hücresinden bir hormon olarak kana salınır (Bosröm ve ark., 2012). FNDC 5 insan ve fare iskelet kaslarında bilinmeyen bir proteaz tarafından bağlanana ve ayrışmaya sebep olan bir proteindir. FNDC 5 farelerde üç kısımdan oluşmaktadır. Biri 29 amino asitlik bir sinyal peptid, bir diğeri 94 amino asitlik bir FNIII fibronektin domain, bir diğeri de C-terminal 32 kDa moleküler ağırlığa sahip transmembrandır. FNDC5 aracılığıyla salgılanan irisin, fare ve insanda %100 özdeştir. Bu benzerlik leptin için %83, glukagon için %90, insülin için %85'tir (Huh ve ark., 2012).

UCP-1 PPAR gama koaktivatörü olan PGC-1 alfa uyarısına bağlı olarak salgılanmaktadır. UCP-1 kahverengi yağ dokusunda ve çok sayıdaki hücre grubunda mitokondriyal biyogenez ve oksidatif metabolizmayı düzenler. FNDC5 kas dokusu ile yağ dokusu arasında iletişimi PGC-1 alfa uyarısı ile özellikle yağ dokudaki UCP-1 düzeylerinin artması ile düzenler. UCP-1 seviyesinde artış ile birlikte beyaz yağ hücreleri kahverengi yağ hücreleri gibi davranma özelliği kazanır (Komatsu ve ar., 2010). Kahverengi yağ dokusunun en önemli özelliği termogenez için enerji sağlayan doku olmasıdır. Bu sebeple kahverengi yağ dokusunda mitokondriyal yağ asit beta oksidasyon enzim seviyeleri yüksek miktarlarda bulunur (Lopez-Legarrea ve ark., 2014). Kahverengi yağ dokusunda artış ile birlikte enerji dengesinin korunması, kilo kontrolü ve beyaz yağ hücrelerinin proinflamatuvar özellikteki adipokin salınımında azalma meydana gelir. Bu durum da obeziteye bağlı gelişen kronik inflamasyonun baskılanmasına etki etmektedir (Aydın ve ark., 2013).

2.3.3. Leptin

Adipoz doku bireylerde vücut yağ dokusunun içeriğine bağlı olarak heterojen bir yapıdan oluşmaktadır (Trayhurn ve Beattie, 2001). Adipoz doku sistemik (endokrin) ve lokal (parakrin-otokrin) düzeyde işleme sahiptir. Adipositler olarak adlandırılan proteinlerin salınımından sorumludurlar (Kershaw ve Flier, 2004).

Leptin 1994 yılında Zhang ve arkadaşları tarafından keşfedilen, 167 aminoasit

içeren protein yapısında sitokinlere benzeyen bir hormondur (Zhang ve ark., 1994). Üç ekzon ve iki introndan oluşur, 16 kilodalton ağırlığındadır. İnsanda 7'inci kromozomun uzun kolunda bulunan (7q31) ob/ob geninde kodlanmıştır. Leptin insan vücudundan genellikle adipoz dokuda bulunur. Az miktarlarda da olsa iskelet kası, gastrik epitelyum, plasenta, hipofiz ve meme bezi tarafından da salgılandığı ifade edilmiştir. Kanda iki formu bulunan leptinin formlarından biri serbest bir diğeri de proteine bağlı olan formudur. Serbest formunun leptinin aktivitesinden sorumlu olduğu düşünülmektedir (Ogawa ve ark., 2004; Ragin ve ark., 2009).

Ob geninin bir hormonal ürünü olan leptin enerji tüketimi, gıda alımı ve vücut ağırlığının regülasyonunda önemli rol oynar. Plazmada bulunan leptin konsantrasyonları, vücut yağ miktarı ile korelasyon göstermektedir. Obezite durumunda artar, anoreksiya nevroza gibi durumlarda da azalır. Leptin, bazı hormonların (FSH, LH, ACTH, kortizol ve GH) sekresyonlarını da etkileyebilmektedir. Leptin yolağındaki meydana gelen mutasyonun obeziteye neden olduğu ifade edilmiştir (Clement ve ark., 1998; Semerci, 2004). Leptin enerji tüketimi veya alınmasını, nöroendokrin fonksiyonu regüle eden birkaç nörepeptidin etkisini değiştirmek için hipotalamustaki spesifik reseptörlere bağlanarak çalışır. Leptin iştahın güçlü bir stimülatörü olan hipotalamik nöropeptid Ynin sentezini engeller (Larter ve ark. 2010). Leptin birden fazla fonksiyona sahip bir hormon olarak bilinir ve vücut ağırlığı homeostazının düzenlenmesinde etkilidir. Bununla birlikte fertilitate, immün fonksiyon, nöroendokrin fonksiyon ve anjiogenesizde de etkili bir hormondur (Guilmeau ve ark., 2004).

Leptin düzeyi, egzersizde olduğu gibi, vücut hacmindeki değişime bağlı olarak farklılık gösterir. Normal ağırlıktaki ve obez kişiler incelendiğinde; obez kişilerin serum leptin konsantrasyonu, normal ağırlığa sahip kişiler ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Frederich ve ark., 1995). Serum leptin düzeyi, adipoz dokuda enerji rezervleri ile alakalıdır (Houseknecht ve ark., 1996).

Leptin düzeyinin yeterli olması, besin alımını kısıtlar büyüme ve üreme gibi süreçler için enerji tüketimine olanak sağlar. Leptin ekspresyonu; immün sistem, otonom sinir sistemi ve endokrin sistemin diğers unsurları tarafından düzenlenir (Louis ve Myers, 2007). Leptinin bir diğers önemli fizyolojik özelliklerinden biri açlık ile beslenme davranışlarına etki etmesidir. Leptin, yağ asidi ve trigliserit sentezini azaltarak direkt olarak lipid oksidasyonunu artırır ve bu durum intrasellüler lipid artışını engeller (Gao

ve ark., 2007).

Leptin salınımı insanlarda pulsatil bir sirkülasyon göstermektedir. Leptin konsantrasyonunun günlük bir ritme sahip olduğu bilinir (Scheer ve ark., 2009). Leptin uyku paternlerinden etkilenmektedir (Mullington ve ark., 2003). Öğleden sonra ve sabah saatlerinde en düşük seviyede iken gece yarısı ve sabahın erken saatleri arasında en yüksek düzeyde bulunur.

Vücut ağırlığının regülasyonunda etkili rolü olan leptin reseptörleri hipotalamusun arkuat nukleusundaki nöronlarda eksprese olur. Böylelikle leptinin vücut ağırlığı üzerindeki etkileri için gerekli ortama aracılık ederler. Leptin fosfotidilinositol 3-kinazı (PI3-kinaz) stimüle eder ve bu da bazı hipotalamik nöronlarda ATP'ye duyarlı potasyum kanallarının açılmasına sebep olmaktadır (Hans ve ark., 1999).

Leptin reseptörü, sitozolik transkripsiyon aktivatörü (STAT), gp130 sitokin reseptör ailesinin bir üyesidir ve bu proteinlerin aktivasyonu yoluyla gen transkripsiyonunu uyardığı bilinir (Tartaglia, 1997). Leptin reseptörü OB-Ra (kısa reseptör) ve OB-Rb (uzun reseptör) olarak 2 alternatif izoformunu içermektedir (Yiannakouris ve ark., 2001).

2.3.4. Ghrelin

Ghrelin ilk olarak rat midesinde 1999 yılında keşfedilmiştir. Lipoprotein yapıda bir hormon olan ghrelin 28 aminoasitten oluşur. Yapısal olarak motilin peptid ailesinin bir üyesidir (Kojima ve ark., 1999). Ghrelin temel olarak mide fundusunda üretilir. Ayrıca hipotalamus, hipofiz, santral sinir sistemi, pankreasın alfa, beta ve epsilon hücreleri, immün sistem tiroid bezi, ince barsak, tükrük bezi, böbrekler, kalp, akciğer, plasenta, gonadlar, meme ve dişlerde de sentezlenmektedir (Kojima ve Kangawa, 2005; Aydın ve ark., 2006; Kierson ve ark., 2006). Gastrointestinal sistemde duodenum, jejunum, ileum ve kolonda da düşük seviyede ghrelin sentezi olduğu gösterilmiştir (Lee ve ark., 2002). Bunların yanı sıra overler ve testisler de ghrelin hormonu üretebilmektedir (García ve ark., 2007).

Ghrelinin insan ve hayvanlarda büyüme hormonuna (Growth Hormone GH) olan benzer etkileri vardır. Kelime kökeni olarak Hint-Avrupa dillerinde kullanılan büyüme sözcüğünün kökeni olan “ghre” ile salınım anlamını ifade eden “relin” kelimelerinin birleşiminden meydana gelen ghrelin isminden türetilmiştir (Kojima ve ark., 1999).

Ghrelinin mide fundusunda oksintik glandlarda P/D1 hücreler olarak bilinen endokrin hücrelerde büyük miktarda üretilir. Ghrelinin içeren hücreler iki tiptir. Bu hücrelerden ilki direkt mide lümenine açılır. İkinci kapalı tip ise direkt lümenine açılmaz, kapiller sisteme açılır. Bu ikinci lokalizasyonda sentezlenen ghrelinin direkt vasküler sisteme verilir (Ariyasu ve ark., 2001).

Ghrelinin iştahı ve besin alımını arttırdığı yapılan çalışmalar ile ifade edilmiştir (Nakazato ve ark., 2001; Wren ve ark., 2001). Açlık durumunda plazma ghrelinin seviyeleri önemli ölçüde artmakta, besin alımından hemen sonra ise azalma eğilimindedir (Cummings ve ark., 2001). Bu yüzden ghrelinin “açlık hormonu” da denmektedir. Ghrelinin bu etkisini, kan-beyin bariyeri olmayan ön hipofize direkt olarak geçerek ve burada büyüme hormonu salgısını uyararak göstermesiyle meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalar, ghrelinin kan-beyin bariyerini de geçebildiğini göstermektedir (Banks ve ark., 2002).

Leptin ile ghrelinin arasında “Ying Yang” mekanizmasına benzer antagonist bir ilişki vardır. Leptinin ortamdaki varlığı mide ghrelinin mRNA’sını uyarmaktadır. Leptin genini kodlayan ob/ob fareler ile leptin reseptörü taşımayan fareler düşük ghrelinin seviyesine sahiptirler (Torsello ve ark., 2003). Serumda bulunan leptin seviyesi ile ghrelinin seviyesi arasında ters bir ilişki vardır (Kojima ve Kangawa, 2005).

2.4. Antrenmana Adaptasyon

Antrenmanın organizmada istenilen gelişimi sağlayabilmesi için antrenmana özgü yüklenme ölçütlerine göre yapılması gerekir. Antrenmanın yüklenme prensiplere bağlı olarak yapılması kalıcı ve hızlı etkiyi beraberinde getirecektir (McArdle ve ark., 2011; Kenney ve ark., 2015). İnsan organizmasının yapılan yüklenmeye tepkisi, yüklenmenin yapısına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Antrenman yüklenmesinin hacim ve kapsamını oluşturan miktarı, şiddeti, hareket ve antrenman sıklıkları antrenman yüklenmesinin süresi organizmanın antrenmana vereceği cevabı etkileyecektir (Açıkkada, 2018). Buradan hareketle antrenman yüklenmesinin iki önemli boyutunun olduğu ifade edilebilir. Birinci boyut, uygulanan antrenmanın bir dış antrenman olmasıdır. Antrenmanın belli bir şiddette olması, sıklıkta ve hacimde olması antrenmanın dış uyaranını ifade etmektedir (Kurz, 2001). İkinci boyutta ise karşımıza uygulanan dış antrenman yüklenmesine karşılık gelen organizmada bir değişimin yaşanmasıdır. Bu değişim organizmanın iç dengesinin (homeostasis) zorlanması ile

ortaya çıkmaktadır ve bir adaptasyon süreci oluşturmaktadır. Yapılan bir sürat çalışması sonucunda kasların çalışmasına bağlı olarak enzimatik ve yapısal protein yıkımı, fosfojen içeriğinin değişimi, glikojen depolarının azalması, kas içi sıcaklığın artması gibi organizmada değişiklikler olmaktadır. Bu değişim yorgunluk olarak ifade edilse de antrenman bilimi açısından iç yüklenmesinin sonucunda oluşmaktadır. Bu sebeple, sporcunun dış yüklenmeyle oluşan iç yüklenmeye cevabı homeostatik dengeyi bozan bir yorgunluk reaksiyonu olarak ortaya çıkar (Kurz, 2001).

Yapılan yüklenmeler sonucunda organizmada meydana gelen değişimleri gözlemleyebilmek mümkün olabilmektedir. Yapılan yüklenmede hareketin, türü, şiddeti, sıklığı, süresi ve miktarı gibi kavramlarla dış yüklenmenin miktarı açıklanabilir. Organizmaya yapılan yüklenmeye bağlı olarak, kalp atım hızında, solunumda, ventilasyon miktarında, oksijen tüketiminde, laktik asit üretimi gibi enzimsel aktiviteler iç yüklenmenin miktarını yansıtmaktadır (Açıkada, 2018).

Antrenmana bağlı olarak uyum sürecinde doku düzeyinde biyokimyasal değişimler, dolaşım ve solunum sisteminde değişimler, vücut kompozisyonu, kan kolestrol, trigliserit düzeyi, kan basıncı, ısı aklimatizasyonu değişimleri meydana gelir. Bu değişimlerin meydana gelmesi antrenmanın tipi, aerobik ve anaerobik oluşuna bağlı olarak değişiklik gösterir (Fox ve ark., 2012).

İç ve dış yüklenmelere bağlı olarak organizmada merkezi sinir sistemi ve kas aktivasyonunda metabolik değişimler meydana gelmektedir. Meyana gelen bu değişimlere fizyolojik olarak kısa süreli (akut) ve uzun süreli (kronik) uyumlar meydana gelmektedir (Lamb, 1978). Antrenman biliminde bu değişimler antrenmanın hızlı, gecikmeli ve birikim etkileri olarak adlandırılır (Açıkada, 2018).

2.4.1. Antrenmanın Akut Etkileri

Lamb (1978), akut antrenmana uyumu “Negatif Feedback Teorisi” ile açıklamaktadır. İnterval koşular, sprint koşu, engel atlama gibi her antrenman yüklenmesinde kasın çalışması ve sinir sisteminin tepki göstermesi gibi organizmanın çalışması ve buna bağlı olarak da değişik ölçülerde çalışmasını zorunlu kılar. Fiziksel ve kimyasal ortamda; artan ısı, laktik asit birikimi, karbondioksit salınımı, protein içeriklerinin değişimi meydana gelir. Bu değişiklik anlı yorgunluk olarak karşımıza çıkar. İnsan organizması bu değişime çok duyarlıdır. Bu değişim tekrar normale dönebilmesi ve vücudun antrenmandan önceki duruma gelebilmesi ve homesostatik dengenin sağlanması

için bir dizi reaksiyonlar meydana gelir (Açıkada, 2018). Meydana gelen değişimlerin normalleşebilmesi için sorumlu organların çalışması farklılık gösterir. Çalışmayla azalan kan glikoz düzeyinin algılanması, pankreas hücreleri tarafından sağlanır. Kan glikozunun dengelenebilmesi için kana glukagon salgılanır. Glukagon karaciğer hücrelerinde algılanır ve kana glikoz salgılanır (Lamb, 1978). Bu durumun tersi durumda ise karbonhidrat içerikli besinlerin alınmasına bağlı olarak kanda glikoz miktarı artar ve bu sefer de pankreas hücreleri kana insülin hormonu salgılar. Egzersiz esnasında enerji tüketimi için bir dizi ve karmaşık reaksiyon meydana gelir (Guyton, 2015). Organizmanın enerjisi sağlayabilmesi için enerjini açığa çıkması gerekir. Bu durumda kas fosfojenleri parçalanır. Artan ısı, fosfojen depolarının azalması, kas hücrelerinde meydana gelen değişimler yorgunluk olarak algılanır. Bu süreçte hedef organlar, kasın çalışması ve buna bağlı olarak artan ısının normale dönmesi, eksilen oksijenin yenilenmesi, kan dolaşımının artması, laktatın uzaklaştırılması süreçleri için çalışmaya zorlanır (Lamb, 1978).

2.4.2. Antrenmanın Kronik Etkileri

Antrenmanların düzenli şekilde her gün, her hafta, her ay yapılmasına bağlı olarak organizmada birtakım değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişimler organizmanın uyum süreci ile karakterize edilir ve antrenman sürecine bağlı olarak kasta ve hedef dokularda değişimler görülür. Yüklenme periyodunun sonucunda meydana gelmiş olan yorgunluk özelliğindedir. Yüklenmeye bağlı meydana gelen yorgunluklarda hedef organlarda antrenman etkisi olarak fonksiyonel bir değişim meydana çıkar. Bu değişim günlük kullanımda veya sporda “kondisyonlanma” olarak tanımlanır (Açıkada, 2018). Yorgunluk, bir antrenman ünitesi veya günlük antrenmanlarla ortaya çıkabilir. Zorlanma, günlük ve haftalık yapılarla kendini gösterir. Aşırı zorlanma bir mikrosiklus veya mezosiklus olarak ortaya çıkar. Antrenman uyumu olarak genellikle yorgunluk ve zorlanma antrenmanda istenen gelişimin bir parçası olarak kabul edilir (Kuipers ve Keizer, 1988).

Kısa ve uzun süreli yüklemelerde kas ve karaciğer depoları yenilenmektedir. Bu yenilenme sürecinde fazla tamlamanın etkisi büyüktür (Poole ve ark., 2010; Maughan ve Gleeson, 2010). Her ne kadar kas glikojen depolarının dolduğu bilinse de optimal fazla tamlama süresi ile ilgili konular araştırılması gereken konulardır. Glikojen depolarının fazla tamlada olduğu gibi protein metabolizmasının da fazla tamlama sergilediği ifade edilmektedir (Virus, 2002; Rowlands ve ark., 2007). Sürekli veya aralıklı yapılan

çalışmalar ile kuvvet antrenmanlarına gösterilen uyumlarla, farklı aerobik ve anaerobik antrenmanlara verilen enzimatik protein ve yapısal protein cevapları da uyum sürecinin içerisinde yer almaktadır (Maughan ve Gleeson, 2010).

Antrenmana bağlı tepki veren se fazla tamlama etkisi gösteren yapılardan birisinin “enzim aktivitesi” olduğu belirtilmiştir. Enzimlerin en önemli görevlerinden birisi hücrelerin faaliyetlerinin düzenlenmesidir. Buna bağlı olarak da yüksek miktarda enzim düzeyi daha hızlı enerji üretimi sağlamaktadır. Hücrelerde daha düşük düzeylerde substrat olduğu zamanlarda antrenman düzeyine bağlı olarak yüksek miktarda enzim bulunanlarda daha optimal çalışma görülür (Gollnick ve Saltin, 1982). Bu durum özellikle glikojen kullanımı sırasında kendisini gösterir Antrenmana bağlı olarak kasın yapısında, hücrede veya mitokondrial yapılarda değişiklikler olmaktadır ve bu değişimler antrenmana spesifiktir (Virus ve Virus, 2001).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmanın Evreni

Yapılan Power Analizi neticesinde Alfa 0,05 (anlamlılık), Beta (test gücü) 0,95 olarak alındığında katılımcı sayısı 22 kişi tespit edilmiştir. Test gücünü arttırmak ve olası hataları azaltmak için örneklem grubu 24 kişi olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubu ise 20 kişi olarak kararlaştırılmıştır.

3.1.2. Araştırma Grubu

Çalışmaya Samsun Bölgesi Klasman Hakemlerinden 24 kişi, spor yapmayan kişilerden oluşturulmuş 20 kişi dahil edilmiştir.

Çalışmaya başlamadan önce Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2016/376 karar numarası ile izin alınmıştır. Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.YDS.1904.17.003 kodu ile Bilimsel Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

3.1.3. Test Protokolleri

Katılımcılardan çalışma öncesi ve 16 hafta süren antrenman programından sonra 5 ml kan örneği alınmıştır.

Katılımcıların aerobik kapasitelerinin tespit edilebilmesi için Yo-Yo Seviye 1 (Krustrup ve ark., 2006), anaerobik kapasitenin belirlenebilmesi için de RAST (Running Anaerobic Sprint Test) uygulanmıştır (Draper ve Whyte, 1997).

3.1.4. Yo-Yo Testi

Krustrup ve ark. (2006), tarafından geliştirilen Yo-Yo testi iki seviyeden oluşmaktadır. Yo-Yo Test 1 başlangıcında saatte 8 km hızla koşulması gerekirken Yo-Yo Test 2'de ise 11,5 km hızla koşulması gerekmektedir. Testin her kademesinde 0.5 km hız artmaktadır. Test alanı 20 metre gidiş ve 20 metre dönüş olmak üzere 40 metredir. Katılımcının başlangıç noktasında gelmesi ile birlikte $5 \times 2 = 10$ metrelik yürüme (dinlenme) mesafesi bulunmaktadır. Katılımcılar başlangıç noktasına geldiğinde sinyal sesiyle tekrar koşuya başlarlar. Katılımcının 2 defa sinyal sesinde başlangıç veya bitiş noktasında olmaması durumunda test sonlandırılır. Katılımcının aerobik kapasitesi testi sonlandırdığı (koşmuş olduğu mesafe) kademeye göre hesaplanır.

3.1.5. RAST (Running Anaerobic Sprint Test)

Draper ve Whyte (1997) tarafından geliştirilen RAST 35 metre mesafeli ve 6 tekrardan oluşan anaerobik kapasitenin ölçülmesini sağlayan bir testtir. Her 35 metrelik koşudan sonra 10 saniyelik toparlanma süresi bulunmaktadır. Test sonucunda Maksimum Güç, Ortalama Güç ve Minimum Güç değerleri elde edilmektedir. Maksimum gücün elde edilmesinde; $Vücut\ Kitle\ İndeksi * Mesafe^2 / Zaman^3$ formülü kullanılır. Minimum Güç en düşük değer ile ifade edilirken Ortalama Güç bütün değerlerin 6 sayısına bölünmesi ile elde edilir.

3.2. Metot

3.2.1. Antrenman Programının Uygulanması

Çalışma gurubunun antrenman programı alanında uzman antrenman sorumlusu tarafından katılımcıların aerobik ve anaerobik kapasitelerinin geliştirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmanın ilk 8 haftalık siklusunda haftada 4 birim olan antrenman sayısı, 8 hafta sonrasında haftada 3 birim şeklinde devam ettirilmiştir.

Antrenmanların içerikleri 1 birim antrenmanda; 10-15 dakikalık kuvvet antrenmanlarını içeren Core egzersizleri ve pliometrik çalışmaları kapsamaktadır. Çalışma prensibi; yapılan hareket süresi kadar dinlenme süresini içerir. Her hareket değişiminde ise hareketin iki katı kadar dinlenme verilmiştir. Aerobik kapasitenin geliştirilebilmesi için her birim antrenmanda maksimum kalp atım hızının %50-70 şiddetinde 15 dakikalık koşular uygulanmıştır. Katılımcıların kalp atım hızları nabız atım moniterleri ile düzenlenmiştir. Anaerobik kapasitenin geliştirilmesi için, yüksek şiddetli tekrarlı sprint koşuları uygulanmıştır. Dinleme süresi 30 saniye olan 12-20 tekrarlı koşular yapılmıştır.

3.2.2. Test Protokollerinin Uygulanması

Katılımcıların antrenman periyodu başlamadan önce serum irisin, leptin, ghrelin seviyelerinin tespit edilebilmesi için 5 ml kan örnekleri alınmıştır. Aerobik kapasitelerinin tespit edilebilmesi için Yo-Yo testi, anaerobik kapasitenin tespit edilebilmesi amacıyla ise 2 gün sonra RAST testleri uygulanmıştır. Katılımcılardan 16 haftalık antrenman programının sonunda 5 ml kan örnekleri tekrar alınmış, aerobik kapasitelerinin tespit edilebilmesi için Yo-Yo testi, anaerobik kapasitelerinin tespit edilebilmesi için de RAST testleri uygulanmıştır.

3.2.3. Kan Örneklerinin Alınması

Çalışmada uzman hemşire tarafından ön kol venöz damardan 5 ml kan örnekleri alınmıştır. Alınan kanlar jelli biyokimya tüpleri ile alınarak, kan örnekleri 3000 rpm hızında 5 dakika süre santrifüj edilerek serum kısımları ayrıştırılmış ve ependorf tüplerde -80 derecede saklanmıştır.

3.2.4. Biyokimya Analizleri

Human İrisin Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Serum İrisin konsantrasyonları Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında ticari olarak piyasada bulunan Human İrisin ELISA kit (Sun-Red Bio Company, Cat No. 201-12-5328, Shanghai, China) ile double-antibody sandwich method enzim immunoassay yöntemi ile çalışıldı. Tüm çalışma çözeltileri taze olarak hazırlandı ve kullanmadan önce oda ısısında (25 °C) bekletildi.

Human İrisin standartı kullanılarak seri dilüsyon yöntemiyle, 5 adet standart (S1-2 ng/mL, S2-4 ng/mL, S3-8 ng/mL, S4-16 ng/mL, ve S5-32 ng/mL) hazırlandı. ELISA plate üzerinde blank, standartlar ve örnekler için kuyucuklar belirlendi. Blank kuyucuğuna Chromogen A, Chromogen B ve stop çözeltisi dışında herhangi bir şey eklenmedi. Standartlara örnekler ile aynı prosedürü uygulandı. Her bir kuyucuğa 50µL standart (S1-S5) pipetlendi ve her bir örnekten 40 µL + 10 µL İrisin-antikoru pipetlendi. Daha sonra standartlar ve örneklere 50 µL Streptavidin-Horse Radish Peroksidaz eklenerek 37°C' de 60 dk. inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında plate otomatik yıkayıcı yardımıyla 5 kez 350 µL yıkama solusyonu ile yıkandı. Tüm kuyucuklara 50 µL Chromogen A ve 50 µL Chromogen B ilave edilerek 37°C' de 10 dk. inkübasyona bırakıldı. Sonrasında 50 µL stop solusyonu pipetlenerek reaksiyon durduruldu. Çalışma sonunda TECAN marka Micro plate reader kullanılarak 450 nm. dalga boyunda absorbanlar okundu.

Numune Human İrisin konsantrasyonları standart değerleri kullanılarak oluşturulan standart eğriye göre hesaplandı ve elde edilen konsantrasyonlar ng/mL olarak ifade edildi. İntra-assay CV < % 10, inter-assay CV <%12, sensitivity 0.157 ng/mL idi. Yüksek konsantrasyonlu örnekler iki kez çalışılarak doğrulandı.

Human Leptin (LEP) Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Serum Leptin konsantrasyonları Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi

Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında ticari olarak piyasada bulunan Human LEP ELISA kit (Sun-Red Bio Company, Cat No. 201-12-1560, Shanghai, China) ile double-antibody sandwich method enzim immunoassay yöntemi ile çalışıldı. Tüm çalışma çözeltileri taze olarak hazırlandı ve kullanmadan önce oda ısısında (25 °C) bekletildi.

Human Leptin standartı kullanılarak seri dilüsyon yöntemiyle, 5 adet standart (S1-2 ng/mL, S2-4 ng/mL, S3-8 ng/mL, S4-16 ng/mL, ve S5-32 ng/mL) hazırlandı. ELISA plate üzerinde blank, standartlar ve örnekler için kuyucuklar belirlendi. Blank kuyucuğuna Chromogen A, Chromogen B ve stop çözeltisi dışında herhangi bir şey eklenmedi. Standartlara örnekler ile aynı prosedür uygulandı. Her bir kuyucuğa 50µL standart (S1-S5) pipetlendi ve her bir örnekten 40 µL + 10 µL LEP-antikoru pipetlendi. Daha sonra standartlar ve örneklere 50 µL Streptavidin-Horse Radish Peroksidaz eklenerek 37°C' de 60 dk. inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında plate otomatik yıkayıcı yardımıyla 5 kez 350 µL yıkama solusyonu ile yıkandı. Tüm kuyucuklara 50 µL Chromogen A ve 50 µL Chromogen B ilave edilerek 37°C' de 10 dk. gün ışığından izole ortamda inkübasyona bırakıldı. Sonrasında 50 µL stop solusyonu pipetlenerek reaksiyon durduruldu. Çalışma sonunda TECAN marka Micro plate reader kullanılarak 450 nm. dalga boyunda absorbanlar okundu.

Numune Human Leptin konsantrasyonları standart değerleri kullanılarak oluşturulan standart eğriye göre hesaplandı ve elde edilen konsantrasyonlar ng/mL olarak ifade edildi. Sensitivity 0.153 ng/mL idi. Yüksek konsantrasyonlu örnekler iki kez çalışılarak doğrulandı.

Human GHRP-Ghrelin Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Serum Leptin konsantrasyonları Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında ticari olarak piyasada bulunan Human LEP ELISA kit (Sun-Red Bio Company, Cat No. 201-12-0973, Shanghai, China) ile double-antibody sandwich method enzim immunoassay yöntemi ile çalışıldı. Tüm çalışma çözeltileri taze olarak hazırlandı ve kullanmadan önce oda ısısında (25 °C) bekletildi.

Human Ghrelin standartı kullanılarak seri dilüsyon yöntemiyle, 5 adet standart (S1-10 ng/L, S2-20 ng/L, S3-40 ng/L, S4-80 ng/L, ve S5-160 ng/L) hazırlandı. ELISA plate üzerinde blank, standartlar ve örnekler için kuyucuklar belirlendi. Blank

kuyucuğuna Chromogen A, Chromogen B ve stop çözeltisi dışında herhangi bir şey eklenmedi. Standartlara örnekler ile aynı prosedür uygulandı. Her bir kuyucuğa 50µL standart (S1-S5) pipetlendi ve her bir örnekten 40 µL + 10 µL GHRP-antikoruna pipetlendi. Daha sonra standartlar ve örneklere 50 µL Streptavidin-Horse Radish Peroksidaz eklenerek 37⁰C’ de 60 dk. inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında plate otomatik yıkayıcı yardımıyla 5 kez 350 µL yıkama solusyonu ile yıkandı. Tüm kuyucuklara 50 µL Chromogen A ve 50 µL Chromogen B ilave edilerek 37⁰C’ de 10 dk. gün ışığından izole ortamda inkübasyona bırakıldı. Sonrasında 50 µL stop solusyonu pipetlenerek reaksiyon durduruldu. Çalışma sonunda TECAN marka Micro plate reader kullanılarak 450 nm. dalga boyunda absorbanlar okundu.

Numune Human Ghrelin konsantrasyonları standart değerleri kullanılarak oluşturulan standart eğriye göre hesaplandı ve elde edilen konsantrasyonlar ng/L olarak ifade edildi. İnter-assay CV < % 10, intra-assay CV < % 12, sensitivity 0.902 ng/L idi. Yüksek konsantrasyonlu örnekler iki kez çalışılarak doğrulandı.

3.2.5. İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilere analize başlamadan normallik varsayımı ve homojenlik testleri uygulanmış, yapılan Shapiro Wilk ve Levene testleri sonucunda verilerin normal dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir (p>0,05). Deney ve kontrol gruplarının karşılaştırılmasında Bağımsız Gruplarda t testi uygulanırken, ön test ve son test değerlerinin karşılaştırılmasında Bağımlı Gruplarda t testi yapılmıştır. Aerobik ve anaerobik kapasite ile serum irisin, leptin, ghrelin seviyeleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile hesaplanmıştır. Deney ve kontrol grubunun grup içi ve zamana karşı değişiminin analizi için Tekrarlayan Ölçümlerde ANOVA kullanılmıştır. Araştırma bulguları n, ortalama, standart sapma ile ifade edilmiş anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır. Tüm istatistiksel hesaplamalar SPSS 21 istatistik paket programı ile yapılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmada elde edilen verilere ait tanımlayıcı istatistikler ve analiz sonuçları tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo 1. Deney ve kontrol grubunun yaş, vücut uzunluğuna ait tanımlayıcı istatistikler

		n	\bar{x}	Min.	Maks.	S.S.
Yaş	Deney Grubu	24	25,04	20,21	29,80	2,19
	Kontrol Grubu	20	24,25	22,14	28,71	1,68
Vücut Uzunluğu	Deney Grubu	24	178,50	1,72	1,93	5,15
	Kontrol Grubu	20	177,70	1,68	1,87	4,64

Tablo 1 incelendiğinde deney grubu yaş ortalaması 25,04 olarak bulunurken, kontrol grubunun yaş ortalaması 24,25 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2. Deney ve kontrol grubunun vücut ağırlıklarının ön test son test karşılaştırılması

		n	\bar{x}	S.S.	t	p
Deney Grubu	Vücut Ağırlığı Ön test	24	72,52	5,55	9,316	<0,001
	Vücut Ağırlığı Son test		71,04	5,53		
Kontrol Grubu	Vücut Ağırlığı Ön test	20	73,91	3,17	0,695	0,495
	Vücut Ağırlığı Son test		73,72	2,76		

Tablo 2 incelendiğinde deney grubunun son test değerleri öntest değerlerine göre istatistiki olarak azalırken ($p<0,001$), kontrol grubunda farklılık tespit edilmemiştir ($p=0,495$).

Tablo 3. Deney ve kontrol grubunun irisin, leptin, ghrelin konsantrasyonlarının ön test ve son test değerlerinin karşılaştırılması

		n	\bar{x}	S.S.	t	p	
Deney Grubu	İrisin	Ön test	24	28,59	21,38	-6,493	<0,001
		Son test	24	32,14	21,65		
	Leptin	Ön test	24	14,41	8,15	4,054	<0,001
		Son test	24	9,49	5,47		
	Ghrelin	Ön test	24	91,64	115,78	-0,423	0,676
		Son test	24	93,39	111,26		
Kontrol Grubu	İrisin	Ön test	20	12,75	5,44	-1,041	0,311
		Son test	20	13,78	4,48		
	Leptin	Ön test	20	20,55	17,26	0,462	0,649
		Son test	20	19,55	15,04		
	Ghrelin	Ön test	20	87,18	108,36	-0,618	0,544
		Son test	20	90,74	109,59		

Tablo 3 incelendiğinde deney grubunun irisin konsantrasyonları son test değerleri yüksek bulunmuştur ($p<0,001$). Leptin konsantrasyonlarında ise son test değerlerinde deney grubu kontrol grubundan daha düşük değerlere sahip bulunurken ($p<0,001$), ghrelin konsantrasyonlarında ön test ve son test değerleri arasında fark yoktur ($p=0,676$). Kontrol grubunun ön test ve son test değerleri arasında fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4. Deney ve kontrol grubunun ön test ve son test irisin, leptin, ghrelin konsantrasyonlarının karşılaştırılması

			n	\bar{x}	S.S.	t	p
İrisin	Deney Grubu	Ön test	24	28,59	21,38	3,223	0,002
	Kontrol Grubu	Ön test	20	12,75	5,44		
	Deney Grubu	Son test	24	32,14	21,65	3,722	0,001
	Kontrol Grubu	Son test	20	13,78	4,48		
Leptin	Deney Grubu	Ön test	24	14,41	8,15	-1,551	0,128
	Kontrol Grubu	Ön test	20	20,55	17,26		
	Deney Grubu	Son test	24	9,49	5,47	-3,052	0,004
	Kontrol Grubu	Son test	20	19,55	15,04		
Ghrelin	Deney Grubu	Ön test	24	91,64	115,78	0,131	0,896
	Kontrol Grubu	Ön test	20	87,18	108,36		
	Deney Grubu	Son test	24	93,39	111,26	0,079	0,937
	Kontrol Grubu	Son test	20	90,74	109,59		

Tablo 4 incelendiğinde ön test ve son test sonuçlarına göre deney grubunun irisin konsantrasyonları kontrol grubundan yüksek bulunmuştur ($p=0,002$ ve $p=0,001$). Leptin konsantrasyonları karşılaştırıldığında ön test değerlerinde fark bulunmazken ($p=0,128$) son test değerlerinde deney grubunun leptin konsantrasyonları düşük bulunmuştur ($p=0,004$). Ghrelin konsantrasyonları karşılaştırıldığında ön test ve son test değerleri arasında fark yoktur ($p=0,896$ ve $p=0,937$).

Tablo 5. Deney grubunun aerobik ve anaerobik kapasitelerinin ön test ve son test değerlerinin karşılaştırılması

		n	\bar{x}	S.S.	t	p
Aerobik Kapasite	Ön test	51,91	1,18	-8,925	<0,001	
	Son test	55,24	2,64			
Anaerobik Kapasite Maksimum Güç	Ön test	497,85	30,27	-13,537	<0,001	
	Son test	508,14	29,97			
Anaerobik Kapasite Ortalama Güç	Ön test	351,21	42,55	-3,272	0,003	
	Son test	365,35	44,39			
Anaerobik Kapasite Minimum Güç	Ön test	296,14	44,87	-6,327	<0,001	
	Son test	308,03	47,68			

Tablo 5 incelendiğinde deney grubunun son test aerobik ve anaerobik kapasite değerlerinde anlamlı olarak farklılık vardır ($p<0,001$ ve $p=0,003$).

Tablo 6. Deney grubunun irisin, leptin, ghrelin ön test değerleri ile aerobik ve anaerobik kapasiteleri arasındaki ilişki

		Maxvo2	Peak Power	Avarage Power	Minumum Power
İrisin	r	0,613	0,626	0,662	0,568
	p	0,001	0,001	<0,001	0,004
	n	24	24	24	24
Leptin	r	0,208	0,122	0,300	0,119
	p	0,328	0,570	0,154	0,579
	n	24	24	24	24
Ghrelin	r	0,033	-0,005	0,159	0,002
	p	0,878	0,982	0,459	0,994
	n	24	24	24	24

Tablo 6 incelendiğinde ön test irisin değerleri ile aerobik kapasite (Maxvo2) ve anaerobik kapasite değerleri (Peak power, Avarage power, Minumum power) arasında anlamlı ilişki vardır ($p<0,001$). Leptin ve ghrelin değerlerinin anaerobik ve anaerobik kapasite ile ilişkisi yoktur ($p>0,05$).

Tablo 7. Deney grubunun irisin, leptin, ghrelin son test değerleri ile aerobik ve anaerobik kapasiteleri arasındaki ilişki

		Maxvo2	Peak Power	Avarage Power	Minumum Power
İrisin	r	0,860	0,605	0,717	0,516
	p	<0,001	0,002	<0,001	0,010
	n	24	24	24	24
Leptin	r	0,122	0,003	0,006	0,018
	p	0,571	0,989	0,979	0,933
	n	24	24	24	24
Ghrelin	r	0,203	-0,026	0,069	0,037
	p	0,342	0,904	0,748	0,864
	n	24	24	24	24

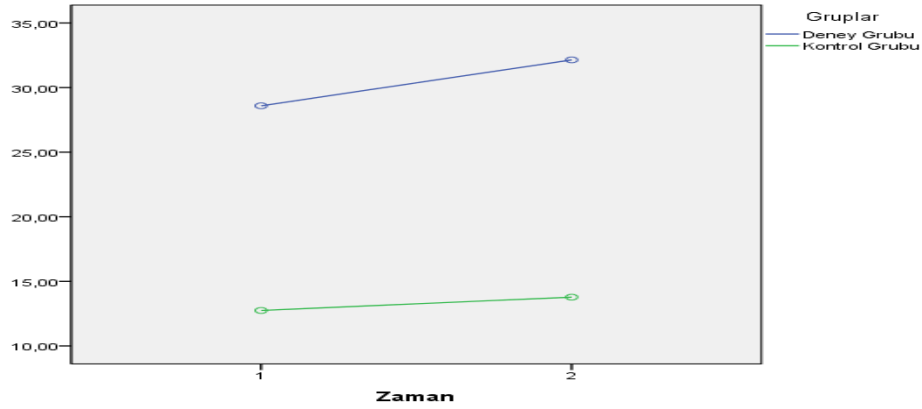
Deney grubunun son test irisin seviyeleri incelendiğinde (Tablo 7) aerobik ve anaerobik kapasite değerleri arasında yüksek ve pozitif bir ilişki vardır ($p<0,01$). Leptin ve ghrelin değerleri arasında ilişki tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 8. İrisin konsantrasyonları tekrarlayan ölçüm sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplararası	41530,02	114,576	17,910	<0,001
Zaman x Gruplar	6383,81	34,746	5,431	0,025

Tablo 8 incelendiğinde irisin ön test ve son test değerleri arasında gruplar arasında zamana bağlı farklılık vardır ($p<0,001$).

Şekil 1. İrisin konsantrasyonlarının zamana bağlı değişim grafiği

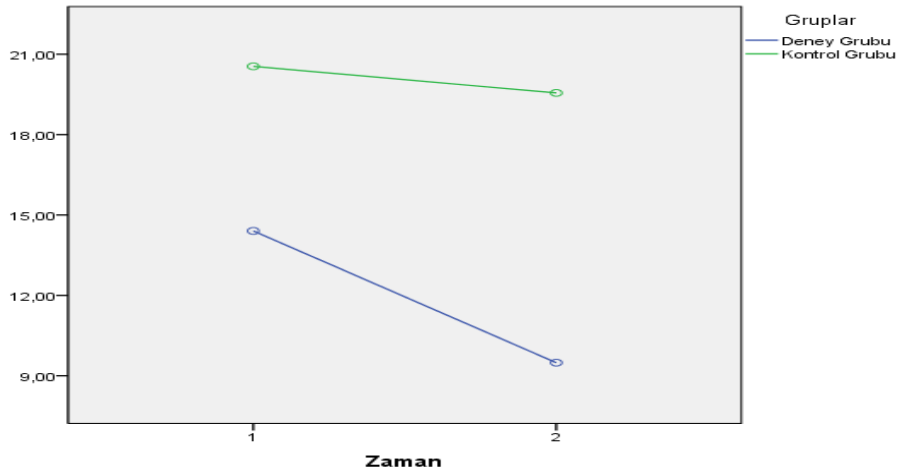


Tablo 9. Leptin konsantrasyonları tekrarlayan ölçüm sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplararası	22338,71	190,53	6,241	0,016
Zaman x Gruplar	1433,09	84,04	2,753	0,105

Tablo 9 incelendiğinde leptin değerleri ön test değerlerinde gruplararası farklılık vardır ($p=0,016$).

Şekil 2. Leptin konsantrasyonlarının zamana bağlı değişim grafiği

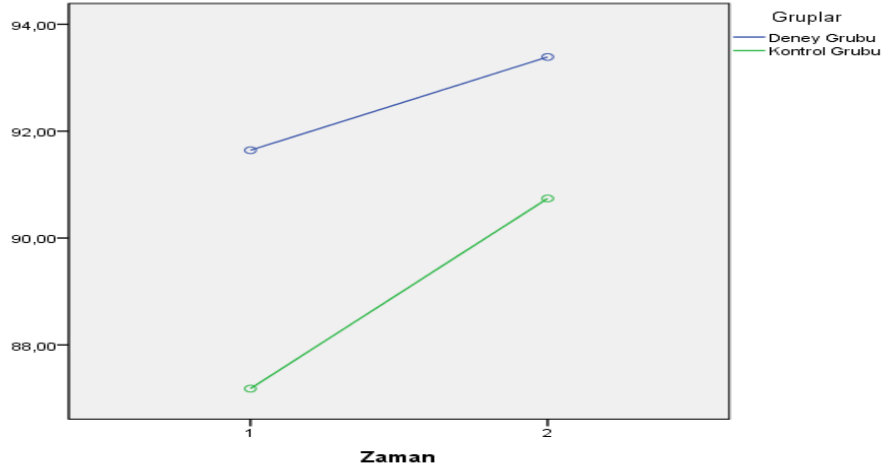


Tablo 10. Ghrelin konsantrasyonları tekrarlayan ölçüm sonuçları

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplararası	718552,45	153,431	0,586	0,448
Zaman x Gruplar	275,63	17,909	0,068	0,795

Tablo 10 incelendiğinde ghrelin değerlerinde değişimde zamana bağlı farklılık yoktur ($p>0,05$).

Şekil 3. Ghrelin konsantrasyonlarının zamana bağlı değişim grafiği



5. TARTIŞMA

Aerobik ve anaerobik kapasitenin serum irisin, leptin, ghrelin seviyelerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada deney grubunun aerobik ve anaerobik kapasitelerinin istatistiki olarak arttığı tespit edilmiştir. Bu sonuca göre aerobik ve anaerobik kapasitenin gelişimine bağlı olarak irisin, leptin, ghrelin hormonlarının da etkilenip etkilenmediklerinin ifade edilmesi mümkün olabilecektir.

Uygulanan antrenman programına bağlı olarak çalışma grubunda serum irisin konsantrasyonlarında istatistiki yönden anlamlı artış bulunmuştur (Tablo 3). Kontrol grubunda ise istatistiki olarak bir değişim görülmemiştir. Egzersize bağlı olarak insan vücudunda hücresel düzeyde değişiklikler olmakta ve bu değişimler sırasında 1000'den fazla genin aktif olduğu ifade edilmektedir (Timmons ve ark., 2005; Melov ve ark., 2007; Keller ve ark., 2010). Son yıllarda keşfedilen İrisin FNDC5'in fibronektin tip III alanında tekrar içeren gen ailesinin bir üyesidir ve egzersize bağlı olarak artış gösterdiği belirtilmektedir (Böström, 2012). İrisin seviyesinin egzersize bağlı olarak değişiminin araştırıldığı 10 haftalık çalışmada dayanıklılık antrenmanının serum irisin seviyesini iki kat arttırdığı ifade edilmiştir (Böström, 2012). Bizim çalışmamızda irisin miktarındaki artış %12,5 olarak bulunmuştur (Tablo 3). Çalışmada elde ettiğimiz bu artış istatistiki olarak anlamlı olmakla birlikte Böström'un çalışmasında elde ettiği artışın altındadır. Çalışma grubumuzun spor yapan kişilerden oluşması bu duruma etki etmiş olabilir. Bununla birlikte çalışma başlangıcında deney grubunun irisin seviyesinin kontrol grubundan yüksek olması da egzersiz yapanlarda irisin seviyesinin yüksek olması ile açıklanabilir. Daskalopoulou ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada 3 farklı MaksVo2 şiddetindeki yüklenmenin antrenman öncesi ve sonrası 24 saatlik sürede irisin seviyelerini etkilediğini belirtmiştir. Jedrychowski ve ark. (2015), aerobik egzersizin irisin seviyesine etkisini araştırdıkları çalışmada 12 hafta süre ile haftada 3 gün yapılan aerobik antrenmanın serum irisin seviyesini arttırdığı ifade etmişlerdir. Benzer sonuçlara Kraemer ve ark (2014), yaptıkları çalışmada ulaşmış, akut egzersizin irisin seviyesini anlamlı şekilde arttırdığını ifade etmişlerdir. İrisin seviyesindeki artışın nedeni tam olarak açıklanamasa da FNDC5'in egzersize yanıt olarak arttığı veya depo halde bulunan FNDC5'in kasın artan ihtiyaçları doğrultusunda salınımına girdiği şeklinde açıklanabilir (Daskalopoulou ve ark., 2014). Literatür çalışmalarıyla benzerlik gösteren deney grubunda elde ettiğimiz irisin seviyesindeki artışın egzersize bağlı olduğu olarak

meydana geldiği söylenebilir.

Serum irisin miktarının sporculardan farklı sedanterlerde de egzersiz yolu ile arttığına yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Kim ve Kim (2018) 16 haftalık suda yapılan egzersiz programının serum irisin seviyesinde artış meydana getirdiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Lee ve So (2014) 15 haftalık kalp atım hızının %40-60 temposunda yapılan yürüyüş egzersizinin irisin seviyesini arttırdığını belirtmişlerdir.

Literatür çalışmaları incelendiğinde egzersizin irisin seviyesine etki etmediğine ilişkin çalışmalar da bulunmaktadır. Pekkala ve ark. (2013), yapmış oldukları çalışmada egzersiz ile irisin seviyesi arasında bir ilişki bulamamışlardır. Farklılığın oluşmamasında PGC-1 α ve FNDC5 salınımı etkileyen genlerin transkripsiyonuna etki eden farklı mekanizmaların olabileceğini ifade etmişlerdir. Özellikle FNDC5'in salınımının aerobik ve dayanıklılık egzersizine bağlı olarak gelişen oksidatif mekanizma yolu ile olduğunu, dayanıklılık antrenmanına bağlı olarak gelişen kas kitlesinin bu salınımı arttırabileceğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde Kurdiova ve ark. (2014), egzersizin irisin seviyesine etki etmediğini belirtmiş olmalarına rağmen irisin miktarının kas tipine, kas dayanıklılığına ve kuvvet ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ellefsen ve ark. (2014), FNDC5 salınımının kas fibril tipleri ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. İrisin seviyesini etkileyen farklı değişkenlerin olduğu söylenebilir. Çalışmamızda elde ettiğimiz deney grubunun kontrol grubundan daha fazla irisin seviyesine sahip olması uzun süreli yapılan egzersiz ile ilişkili olabilir (Tablo 4). Ayrıca deney grubunda meydana gelen ön test ve son test sonuçlarındaki irisin seviyesinin artmış olması fakat kontrol grubunda bir değişiklik görülmemesi de uzun süreli egzersiz içeriğinin etkisi olarak ifade edilebilir. İrisin seviyesinin artması ile ilgili çalışmalar incelendiğinde bu artışın nedenleri tam olarak tanımlanamamaktadır. Deney grubuna uygulanan antrenman programının aerobik ve anaerobik kapasiteyi geliştirmesine bağlı olarak katılımcılarda farklı özelliklerin gelişmesi ve bu gelişen özellikler ile birlikte de irisin seviyesinde artış meydana gelmiş olabilir.

İrisin her ne kadar miyokin olarak tanımlansa da son yapılan çalışmalarda irisinin bir miyokin olduğu kadar adipoz dokudan salınan adipokin olduğu ifade edilmektedir (Roca-Rivada ve ark., 2013; Moreno-Navarrete, 2013). Adipoz doku enerji kullanımı ve ihtiyacına bağlı olarak hacimsel olarak kütleli farklılık gösterir. Enerjiyi depo edebilme özelliğinin yanı sıra sitokin, enzim, büyüme faktörü ve hormonların

salınımı sağlayarak enerji metabolizmasının düzenlenmesinde rol oynar. Endokrin sistemde metabolik süreçlerin dengelenmesini sağlayan birçok maddenin salgılanmasını sağlar (Coelho ve ark., 2013). Düzenli yapılan egzersizin mitokondrial proteinleri arttırarak beyaz yağ dokusunun lipid içeriklerini azalttığı belirtilmiştir. Egzersize bağlı olarak mitokondrial fonksiyonlarda iyileşme ve bu iyileşmenin sonucu olarak adipokinlerin düzenlenmesi sağlanır. Bu metabolik süreç egzersiz antrenmanına spesifik yanıtlar olarak ifade edilir (Stanford ve ark., 2015). İrisin ve leptin benzeri kimyasal yapıların egzersiz ile olan değişimi bu açıdan önemlidir. Çalışmada elde edilen deney grubunun kontrol grubundan yüksek irisin seviyesine sahip olması ve bu seviyenin antrenman sonucunda artması da irisinin egzersize olan yanıtının tanımlanmasını sağlamaktadır. Kas dokusu FNDC5, IL-15, vascular endothelial growth factor (VEGF β), Lrg1, ve TIMP4 olmak üzere beş farklı protein içermektedir. Bu proteinler PGC1 α salgınımı ve sekresyonu ile ilişkilidir (Bösröm, 2012). Mandic ve ark. (2012), aerobik egzersizlerin kardiyak fonksiyonları iyileştirdiğini, kas kitlesini geliştirdiğini, arteriyal yeniden modelleme için de uygun bir antrenman yöntemi olduğunu belirtmiştir. Lecker ve ark. (2012), aerobik kapasitesi yüksek olan kişilerde FNDC5 ve PGC1 α seviyelerinin yüksek olduğunu ifade etmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz deney grubunun aerobik seviyesinin artması, irisin salgınımını etkileyen FNDC5 ve PGC1 α faktörlerini de olumlu yönde etkilemiş olabilir. Ayrıca deney grubunun yapmış olduğu antrenman içeriğine bağlı olarak katılımcılarda anaerobik kapasitenin geliştiği de görülmüştür. Hem aerobik hem de anaerobik kapasitenin gelişimine bağlı olarak kas yapısında hücresel düzeyde değişimlerin olması muhtemeldir. Kas dokusunu oluşturan bu proteinlerin gelişimi irisin seviyesindeki artışa etki etmiş olabilir.

İrisin hormonu gün içerisinde dalgalı bir seyir göstermektedir. En yüksek seviyenin ne zaman olacağına dair kesin bir literatür bilgisine rastlanmamıştır. Avcı (2015), yaptığı çalışmada irisin hormonunun gün içindeki değişimlerini incelemiş, gün içinde irisin seviyesinde değişimler olduğunu fakat bu değişimin istatistiki olmadığını belirtmiştir. Anastasilakis ve ark. (2012), da benzer şekilde irisin hormonunun gün içerisindeki değişimini incelemiş gece ve gündüz arasında %29 oranında değişim olduğunu ifade etmişlerdir. Deney ve kontrol grubunun ön test ve son test kan örnekleri öğleden önce 11:00 saatinde alınarak, farklı zamanlarda meydana gelebilecek dalgalanmaların önlenmesi bu sayede de ölçümlerin standardizasyonunu amaçlanmıştır.

Fiziksel aktivitenin tip 2 diyabetin gelişimini, kardiyovasküler hastalıktan mortalite riskini, depresyon, demans, meme kanseri gibi hastalıklardan koruma gibi etkileri olduğu bilinmektedir. Egzersizin bu koruyucu etkileri iskelet kasından salınan miyokinler yolu ile olmaktadır. Bu salınım iskelet kasının endokrin organ olarak tanımlanmasını sağlamaktadır (Pederson ve ark., 2012). Miyokin grubunun en yeni hormonlarından olan irisinin salınımının etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte yaş, cinsiyet, antrenmanın şiddeti, içeriği, aerobik kapasite, anaerobik kapasite, egzersizin akut ve kronik etkilerine göre değişiklik gösterdiği düşünülmektedir. Çalışmada elde ettiğimiz irisin seviyesindeki artış, egzersizin irisin üzerine olumlu etkileri olması bakımından önem taşımaktadır.

Deney grubunun leptin seviyeleri ön test ve son test sonuçları incelendiğinde (Tablo 5) leptin seviyesinde anlamlı bir azalma bulunmuştur. Gomez-Merino ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada 26 erkek askeri 3 haftalık egzersize tabi tutmuşlardır. Haftada 5 gün süren eğitim sonunda serum leptin seviyesinin azaldığını belirtmişlerdir. Çalışma sonucuna katekolaminlerin ve insülinin bu duruma etki edebileceğini ifade etmişlerdir. Voss ve ark. (2016), dayanıklılık antrenmanının leptin seviyesine etkisi araştırdıkları çalışmada 11 bisikletçi ve 4 triatlon sporcusuna 12 gün süre ile bisiklet antrenmanı uygulamışlardır. İlk 3 günlük sürede alışma, 9 gün süre ile yarışma periyodunu son olarak da 3 gün dinlenme periyodundan oluşturdukları çalışma dizaynı sonucunda leptin seviyesinde azalma olduğunu ifade etmişlerdir. Bu azalmanın enerji tüketimine bağlı olduğunu vurgulamışlar. Leptin konsantrasyonlarının yarışma fazından sonraki 48-72 saat içerisinde yeniden bazal seviyeye geldiğini belirtmişlerdir. Desgorces ve ark. (2004), 36 hafta süre 90 dakika %70-75 maxvo₂ oranında yapılan dayanıklılık antrenmanın kürekçilerde leptin seviyesini azalttığını ifade etmişlerdir.

Zoladz ve ark. (2005), giderek artan Maxvo₂ test sonuçlarına göre leptin seviyelerinin değişimini incelemiş, 8 sağlıklı bireyde leptin konsantrasyonlarında değişim olmadığını ifade etmişlerdir. Leptin hormonu egzersize bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Weltman ve ark. (2000), leptinin egzersize bağlı olarak değişimini araştırmış, 30 dakikalık egzersiz sonucunda 7 sağlıklı katılımcının kalori yakabildiği fakat leptin seviyesinde azalma olmadığını belirtmişlerdir. Akut egzersizlerde leptin seviyesinin etkilenmediği uzun süreli egzersizlerde ise leptin seviyesini azalttığı ifade edilebilir. Çalışmada elde ettiğimiz deney grubu ile kontrol grubu arasındaki farklılığın

olmaması fakat deney grubunun antrenmanlar sonrası leptin seviyesinde azalma olması uzun süreli egzersizin etkisi ile açıklanabilir. Deney grubunda antrenmanlara bağlı olarak vücut ağırlığında azalma meydana gelmiştir (Tablo 2). Vücut ağırlığında meydana gelen bu azalmanın leptin seviyesini azalttığı söylenebilir. Bu durumun ortaya çıkmasının nedeni vücudun egzersize adaptasyon sürecinde egzersiz sırasında harcanan enerjiyi karşılamak için daha fazla enerji ihtiyacı olarak ifade edilebilir (Polak ve ark., 2006).

Çalışmada kontrol ve deney grubunun serum ghrelin seviyeleri karşılaştırıldığında gruplar arasında farka rastlanmamıştır (Tablo 3). Busboom ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada, üç farklı oda sıcaklığında (33 derece, 7 derece ve oda sıcaklığı olan 20 derece) 1 saatlik %60 kalp atım hızında yapılan bisiklet ergometresi testinin ghrelin seviyesini etkilemediğini belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda katılımcıların dinlenme periyoduna almışlar ısı değişikliğinin de ghrelin seviyesini etkilemediğini vurgulamışlardır. King ve ark. (2017), egzersizin ghelin hormonunun salınımı baskıladığını belirtmişlerdir. Ghrelin serum konsantrasyonları gün içerisinde değişiklik gösterebilmektedir. Açlık halinde artarken tokluk anında ise azalma eğilimindedir. Bununla birlikte ghrelin salınımı gece 2 ile 4 arasında en yüksek seviyeye çıkmaktadır (Chan ve ark., 2004). Ghrelin hormonu açlık ve tokluk dengesine göre değişiklik gösterebilmektedir. Bununla birlikte farklı gruplarda yapılan egzersizin türü, şiddeti, deney grubunun özellikleri gibi değişkenlerde ghrelin hormonuna özgü değişimlerin olmasına etki edebilir. Martins ve ark. (2010), aşırı obez kadın ve erkeklerle 12 hafta süresince hafta 5 gün maksimal kalp atım hızının %75 temposunda 500 kalorilik yürüyüş egzersizi yaptırmışlardır. Bu süre içerisinde katılımcılar besin alımlarında rutinlerinin dışına çıkmamışlardır. Çalışma sonucunda vücut ağırlıklarında azalma meydana gelirken ghrelin seviyelerinin ise arttığını ifade etmişlerdir. Ghrelin seviyesindeki bu değişimin sebebinin ifade edilebilmesi tam olarak bilinmese de cinsiyet ve enerji dengesinin etkisinin olduğu söylenebilir. Sartorio ve ark. (2008), kadınlardaki ghrelin seviyesinin erkeklerden daha fazla olduğunu, erkek ve kadınlara uygulanan aynı antrenmanın erkeklerde ghrelin seviyesini arttırdığını kadınlarda ise değişime neden olmadığını belirtmişlerdir. Literaür çalışmaları incelendiğinde egzersize bağımlı olarak ghrelin hormonunun artmasına özgü bir durumdan söz edilmesi mümkün olamayabilir. Deney ve kontrol grubunun ghrelin seviyeleri incelendiğinde, iki grup arasında farklılık olmaması egzersizin çalışma grubumuz için etkili bir faktör olmaması ile açıklanabilir.

Egzersiz her ne kadar bizim çalışmamızda ghrelin seviyesini için etkisi olmasa da farklı şekilde egzersizin ghrelin seviyelerini arttırdığına yönelik çalışmalar da bulunmaktadır. Maestu ve ark. (2008), vücut geliştirme sporuyla uğraşan 7 sporcunun 3 gün, 5 hafta ve 11 hafta sürelerde ghrelin ve leptin seviyelerini araştırmışlardır. Antrenmanın şiddetinin arttığı ve kalori alımının kısıtlandığı durumlarda ghrelin seviyesinde anlamlı bir artış olduğunu, leptin seviyesinde ise azalma olduğunu belirtmişlerdir. Leptinin adipoz dokudan salınmasına bağlı olarak, leptin adipoz dokunun anahtar faktörü olduğu ileri sürülmüştür. Ghrelin ise tokluk faktörü olarak değerlendirilerek akut değişiklikler gösterebilmektedir. Leptin konsantrasyonlarının yemeklerle düzenlenmesinden ziyade yağ kütleindeki değişim ile ilişkisi olabilmektedir (Horvath ve ark., 2001). Ghrelinin hipotalamik düzeyde leptin salınımına antagonist etkileri olduğu da ifade edilmektedir (Shintani ve ark., 2001). Enerji dengesi ve vücut kitlesi arasındaki ilişki ghrelin ve leptin seviyelerine etki edebilir. Bu durumun ortaya çıkmasında ise egzersizin etkisi olduğu söylenebilir. Bununla birlikte bu etkinin ortaya çıkabilmesi egzersizin türü, şiddeti, süresi ve sıklığı ile ilişkilendirilebilir.

Serum ghrelin konsantrasyonları kontrol ve deney grubunda karşılaştırıldığında gruplar arasında fark yoktur (Tablo 4). Düzenli egzersiz yapılmasına bağlı olarak metabolik hastalıklara etki edebilecek süreçlerde farklılıklar görülebilmektedir. Kang ve ark. (2018), 12 haftalık dairesel egzersiz programının obez kadınlarda leptin, ghrelin konsantrasyonları ile insülin direncine etkilerini araştırmışlardır. Haftada 5 gün/50 dakika süre ile yapılan aerobik ve dayanıklılık egzersizlerinin ghrelin seviyesini arttırdığı, leptin seviyesini ise azalttığını bulmuşlardır. Aynı çalışmada insülin direncinde de azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. Egzersiz glikoz alımını arttırarak insülin direncinde önemli rol oynamaktadır. Hem kardio hem de dayanıklılık antrenmanının insülin direnci üzerine olumlu etkileri vardır (Holten ve ark., 2004; El-Kader, 2011). Çalışma grubumuza uygulanan antrenmanların sonucunda serum leptin konsantrasyonlarındaki azalmanın antrenmana bağlı olduğu söylenebilir. Antrenmanın sporcularda leptin seviyesine etki ettiği fakat ghrelin konsantrasyonuna ise etki etmediği ifade edilebilir.

Aerobik ve anaerobik kapasitenin gelişimine paralel irisin miktarında artış, leptin miktarında azalma tespit edilirken ghrelin seviyelerinde farklılık tespit edilmemiştir. Egzersizin uzun süreli etkileri bu farklılıkları açıklamakla birlikte aerobik ve anaerobik kapasitenin bu hormonlarla ilişkisinin açıklanması da mümkün olabilir.

Deney grubunun ön test irisin konsantrasyonları ile aerobik ve anaerobik kapasite arasında ilişki bulunmuştur (Tablo 6). Bu yüksek ilişki son test sonuçlarında da ortaya çıkmaktadır (Tablo 7). Ön test değerlerinde yüksek olan ilişki oranı hem aerobik hem de anaerobik bileşenlerin son test değerlerinde daha yüksek ilişki de çıkmaktadır. Bu ilişkinin yüksek olması, irisin hormonunun egzersiz yapımına bağlı olarak artmasını göstermesi açısından önemlidir. Tablo 6 ve Tablo 7 incelendiğinde leptin ve ghrelin seviyelerinin aerobik ve anaerobik kapasite değerleri ile ilişkili olmadığı tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda irisin hormonunun egzersiz yapımına bağlı olarak değişebildiği ve bu değişimin artı yönde olduğu söylenebilir. Fakat leptin ve ghrelin arasında egzersize bağlı benzer ilişkinin olmadığı ifade edilebilir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aerobik ve anaerobik kapasitenin serum irisin, leptin ve ghrelin konsantrasyonlarına etkisinin incelendiği çalışmada 16 hafta süre ile yapılan aerobik ve anaerobik antrenmanlar sonucunda katılımcıların aerobik ve anaerobik kapasiteleri gelişmiştir. Bu gelişime bağlı olarak irisin, leptin ve ghrelin konsantrasyonlarının değişiminden bahsetmek mümkün olacaktır.

Deney ve kontrol grubunun irisin seviyeleri karşılaştırıldığında deney grubu ön test ve son test değerleri kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur. Yapılan 16 haftalık antrenmanın son test değerlerinde de deney grubunun irisin seviyelerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunun ön test ve son test değerleri arasında farka rastlanmamıştır. Bu durum egzersizin irisin seviyesi ile ilişkili olduğunu ifade edilebilir. Özellikle deney grubunun ön test değerlerinin kontrol grubundan yüksek olması ve yine benzer şekilde antrenmanlar sonrası da irisin seviyesinin deney grubunda artmış olması egzersizin irisin seviyesini arttırdığını göstermektedir.

Kontrol ve deney gruplarının leptin seviyeleri incelendiğinde ön test değerlerinde gruplar arasında farka rastlanmazken son test değerlerinde leptin seviyesinde azalma meydana gelmiştir. Bu durumun ortaya çıkmasında egzersizin adipoz doku üzerine etkilerinin olması ile ifade edilebilir. Ghrelin seviyelerinin kontrol ve deney grubu üzerine etkileri incelendiğinde gruplar arasında ön test ve son test arasında farka rastlanmamıştır. Literatür çalışmalarında ghrelin salınımı ile egzersiz arasında net bir ilişkiden bahsetmek mümkün değildir. Farklılığın ortaya çıkmaması egzersizin türü, şiddeti, sıklığı ve kapsamı ile ilişkili olabilir.

İrisin, leptin ve ghrelin metabolik süreçlerde etkili olan hormonlardır. Bu hormonlarının salınımının aerobik ve anaerobik kapasite ile ilişkilerinin araştırıldığı bu çalışma üç hormonun değişimlerinin açıklanmasında önem arz etmektedir.

İrisin hormonunu egzersiz yapanlarda yüksek olarak bulunmuş ve aerobik, anaerobik kapasitenin gelişimine paralel artış göstermiştir. Leptin hormonu ise antrenmanların sonunda azalma eğilimindedir. İrisin artışına bağlı olarak leptin seviyesinde azalma durumundan bahsedilebilir.

Beyaz yağ dokusunu kahverengi yağ dokusuna çeviren ve termogenezde etkili olan irisin hormonu egzersiz ile birlikte artış gösterirken leptin azalmaktadır. Bu azalmanın termogenezle ilişkisi olduğu iddia edilebilirse de yeni araştırmaların konusu

olabilir. Aynı şekilde adinopektin ile irisin hormonu arasındaki ilişkiler de yeni araştırmaların konusu olarak karşımıza çıkabilir.

Egzersizın türü, kapsamı, şiddeti ve süresi de irisin, leptin, ghrelin salınımını etkileyen faktörlerdendir. Bu sebeple yapılacak yeni çalışmalarda egzersizin farklı süre, şiddet ve kapsam ile uygulanması ve bu uygulamaların da araştırılması bu etkiyi ortaya çıkartmak açısından önemli olabilir.



KAYNAKLAR

- Açıkada C. Antrenman Bilimi. Spor Yayınevi ve Kitapevi, Ankara 2018.
- Ades PA. Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. *N Engl J Med* 2001;345:892–902.
- Anastasilakis AD, Polyzos SA, Saridakis ZG, Kynigopoulos G, Skouvaklidou EC, Molyvas D. Circulating irisin in healthy, young individuals: Day-night rhythm, effects of food intake and exercise, and associations with gender, physical activity, diet and body composition. *J Clin Endocrinol Metab* 2012;99:3247-3255.
- Ariyasu H, Takaya K, Tagami T, Ogawa Y, Hosoda K, Akamizu T, Suda M, Koh T, Natsui K, Toyooka S, Shirakami G, Usui T, Shimatsu A, Doi K, Hosoda H, Kojima M, Kangawa K, Nakao K. Stomach is a major source of circulating ghrelin, and feeding state determines plasma ghrelin-like immunoreactivity levels in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86(10):4753-4758.
- Åstrand PO. Physical activity and fitness. *Am J Clin Nutr* 1992; 55:1231-1236.
- Avcı B. Sağlıklı genç erişkin bireylerde sistemik dolaşım irisin düzeyleri. Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı, Edirne, Yüksek Lisans Tezi, 2015.
- Aydın S, Kuloglu T, Aydın S, Eren MN, Celik A, Yilmaz Mi Kalaycı M, Sahin İ, Gungor O, Gurel A, Ogetruk M, Dabak O. Cardiac, skeletal muscle and serum irisin responses to with or without water exercise in young and old male rats: cardiac muscle produces more irisin than skeletal muscle. *Peptides* 2013;52:68–73.
- Aydın S, Özkan Y, Caylak E, Aydın S. Ghrelin ve Biyokimyasal Fonksiyonları. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2006;26(3):272-83.
- Banks WA, Tschop M, Robinson SM, Heiman ML. Extent and direction of ghrelin transport across the blood-brain barrier is determined by its unique primary structure. *J Pharmacol Exp Ther* 2002;(302):822-827.
- Barnett C, Carey M, Proietto J, Cerin E, Febbraio MA, Jenkins D. Muscle metabolism during sprint exercise in man: influence of sprint training. *J Sci Med Sport* 2004;7(3):314-22.
- Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, Rasbach KA, Boström EA, Choi JH, Long JZ, Kajimura S, Zingaretti MC, Vind BF, Tu H, Cinti S, Højlund K, Gygi SP, Spiegelman BM. A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* 2012;481(7382):463-468.

- Brooks G, Fahey T, Baldwin K. Exercise Physiology: Human Bioenergetics and its Applications. 4th Edition ed. New York, McGraw-Hill, 2005.
- Brooks N, Layne JE, Gordon PL. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *Int J Med Sci* 2007;4:19–27.
- Busboom M, Laursen T, Shute R, Zak R, Heesch M, Dinan N, Slivka D. Leptin, adiponectin, and ghrelin responses to different temperature conditions with endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2017;49(5S):286.
- Carnethon MR, Sternfeld B, Schreiner PJ, Jacobs DR, Lewis CE, Liu K, Sidney S. Association of 20-year changes in cardiorespiratory fitness with incident type 2 diabetes. *Diabetes care* 2009; 32(7):1284-1288.
- Chan JL, Bullen J, Lee JH, Yiannakouris N, Mantzoros CS. Ghrelin levels are not regulated by recombinant leptin administration and/or three days of fasting in healthy subjects. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2004;89(1):335-343.
- Coelho M, Oliveira T, Fernandes R. Biochemistry of adipose tissue: An endocrine organ. *Arch Med Sci* 2013;9:191-200.
- Clement K, Vaisse C, Lahlou N. A mutation in the human leptin receptor gene causes obesity and pituitary dysfunction. *Nature* 1998;392:398-401.
- Cummings DE, Purnell JQ, Frayo RS, Schmidova K, Wisse BE, Weigle DS. A preprandial rise in plasma ghrelin levels suggests a role in meal initiation in humans. *Diabetes* 2001;50(8):1714-1719.
- Daskalopoulou SS, Cooke AB, Gomez YH, Mutter AF, Filippaios A, Mesfum ET, Mantzoros CS. Plasma irisin levels progressively increase in response to increasing exercise workloads in young, healthy, active subjects. *Eur J Endocrinol* 2014;171(3):343-352.
- DeFronzo RA, Sherwin RS, Kraemer N. Effect of physical training on insulin action in obesity. *Diabetes* 1987;36(12):1379-1385.
- Desgorces FD, Chennaoui M, Gomez-Merino D, Drogou C, Bonneau D, Guezennec CY. Leptin, catecholamines and free fatty acids related to reduced recovery delays after training. *Eur J Appl Physiol* 2004;93(1-2):153-158.
- Draper N, Whyte G. Here's a new running based test of anaerobic performance for which you need only a stopwatch and a calculator. *Peak Performance* 1997;96:3-5.
- El-Kader SMA. Aerobic versus resistance exercise training in modulation of insulin resistance, adipocytokines and inflammatory cytokine levels in obese type 2 diabetic patients. *J Adv Res* 2011;2(2):179-183.

- Ellefsen S, Vikmoen O, Slettaløkken G, Whist JE, Nygård H, Hollan I, Rønnestad BR. Irisin and FNDC5: effects of 12-week strength training, and relations to muscle phenotype and body mass composition in untrained women. *Eur J Appl Physiol* 2014;114(9):1875-1888.
- Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnagöl H, Başoğlu S, Zergeroğlu AM, Ülkar B, Hazır T. *Egzersiz Fizyolojisi*. Nobel Yayın Dağıtım. 2. Baskı, Ankara. 2007.
- Fleck SJ, Kraemer W. *Designing Resistance Training Programs*, 4E. Human Kinetics, 2014.
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML. *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*. *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. Çev: Cerit M, 4. Baskı, Spor Yayınevi ve Kitabevi, Ankara. 2012; 26-290.
- Frederich RC, Lollmann B, Hamann, Anderson S, Löllmann B, Lowell BB, Flier SJ. Leptin levels reflect body lipid content in mice: evidence for diet-induced resistance to Leptin action. *Nature medicine* 1995;1(12):1311-1314.
- Gao S, Kinzig KP, Aja S, Scott KA, Keung W, Kelly S, Strynadka K, Chohann S, Smith WW, Tamashiro K, Ladenheim EE, Ronnett GV, Yajun Tu, Birnbaum MJ, Lopaschuk GD, Moran TH. Leptin activates hypothalamic acetyl-CoA carboxylase to inhibit food intake. *Proc Natl Acad Sci* 2007;104(44):17358-63.
- García MC, López M, Alvarez CV, Casanueva F, Tena-Sempere M, Diéguez C. Role of ghrelin in reproduction. *Reproduction* 2007;133(3):531-540.
- Guilmeau S, Buyse M, Bado A. Gastric Leptin: a new manager of gastrointestinal function. *Curr Opin Pharmacol* 2004;4(6):561-566.
- Gollnick PD, Saltin B. Significance of skeletal muscle oxidative enzyme enhancement with endurance training. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 1982;2(1):1-12.
- Gomez - Merino D, Chennaoui M, Drogou C, Bonneau D, Guezennec CY. Decrease in serum leptin after prolonged physical activity in men. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1594-1599.
- Guyton AC, Hall JE. *Textbook of Medical Physiology*. Philadelphia, Elsevier Health Sciences. 2015.
- Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*. Gazi Kitabevi, Ankara. 2006;66-67.
- Grimal P. *The Dictionary of Classical Mythology*. AR Maxwell-Hyslop, New York. 1986.

- Harmer AR, McKenna MJ, Sutton JR, Snow RJ, Ruell PA, Booth J, et al. Skeletal muscle metabolic and ionic adaptations during intense exercise following sprint training in humans. *J Appl Physiol* 2000;89(5):1793-803.
- Handschin C, Spiegelman BM. The role of exercise and PGC1alpha in inflammation and chronic disease. *Nature* 2008;454:463-469.
- Hans VH, Kossmann T, Joller H, Otto V, Morganti-Kossmann MC. Interleukin-6 and its soluble receptor in serum and cerebrospinal fluid after cerebral trauma *Neuroreport*. 1999;5:10(2):409-412.
- Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powel KE, Blair SN. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation. Med Sci Sports Exerc*, 2007;39(8): 1423-1434.
- Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JF, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes* 2004;53(2):294-305.
- Horvath TL, Diano S, Sotonyi P, Heiman M, Tschöp M. Minireview: ghrelin and the regulation of energy balance—a hypothalamic perspective. *Endocrinology* 2001;142(10):4163-4169.
- Houmard JA, Hickey MS, Tyndall GL, Gavigan KE, Dohm GL. Seven days of exercise increase GLUT-4 protein content in human skeletal muscle. *J Appl Physiol* 1995;79(6):1936-1938.
- Houseknecht KL, Mantzoros CS, Kuliawat R, Hadro E, Flier JS & Kahn BB. Evidence for leptin binding to proteins in serum of rodents and humans: modulation with obesity. *Diabetes* 1996;45(11):1638-1643.
- Huh JY, Panagiotou G, Mougios V, Brinkoetter M, Vamvini MT, Schneider BE. FNDC5 and irisin in humans. I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism* 2012;61:1725-1738.
- Ignarro LJ, Balestrieri ML, Napoli C. Nutrition, physical activity, and cardiovascular disease: an update. *Cardiovasc Res* 2007;15;73(2):326-340.
- Jedrychowski MP, Wrann CD, Paulo JA, Gerber KK, Szpyt J, Robinson MM, Nair KS, Gygi SP, Spiegelman BM. Detection and quantitation of circulating human irisin by tandem mass spectrometry. *Cell Metab* 2015;22:734–740
- Joyner MJ, Coyle EF. Endurance exercise performance: the physiology of champions. *J Physiol* 2008;586(1):35-44.

- Kang SJ, Kim JH, Gang Z, Yook YS, Yoon JR, Ha GC, Ko KJ. (2018). Effects of 12-week circuit exercise program on obesity index, appetite regulating hormones, and insulin resistance in middle-aged obese females. *J Phys Ther Sci* 2018;30(1):169-173.
- Kaysirilioğlu A, Çavuşoğlu H, çeviri ed.; Coper CB, Storer TW ed. Egzersiz testleri ve yorumu: Pratik Yaklaşım. Yüce Yayınları, İstanbul 2003;96-143.
- Keller P, Vollaard NB, Gustafsson T, Gallagher IJ, Sundberg CJ, Rankinen T, Timmons JA. A transcriptional map of the impact of endurance exercise training on skeletal muscle phenotype. *J Appl Physiol* 2011;110(1):46-59.
- Kenney W, Wilmore LJ, Costill D. *Physiology of sport and exercise* 6th edition. Human kinetics 2015.
- Kershaw EE, Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89(6):2548-2556.
- Kiersen JA, Dimatteo DM, Locke RG, Mackley AB, Spear ML. Ghrelin and cholecystokinin in term and preterm human breast milk. *Acta Paediatr* 2006;95:991-995.
- Kim JH, Kim DY. Aquarobic exercises improve the serum blood irisin and brain-derived neurotrophic factor levels in elderly women. *Exp Gerontol* 2018;104:60-65.
- King JA, Deighton K, Broom D, Wasse LK, Douglas JA, Burns SF, Thackray AE. Individual variation in hunger, energy intake and ghrelin responses to acute exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2017;49(6):1219-1228.
- Koivisto VA, Yki-Jarvinen H, DeFronzo RA. Physical training and insulin sensitivity. *Diabetes Metab Rev* 1986;1(4):445-481.
- Kojima M, Hosoda H, Date Y, Nakazato M, Matsuo H, Kangawa K. Ghrelin is a growth-hormone-releasing acylated peptide from stomach. *Nature* 1999;402(6762), 656-660.
- Kojima M, Kangawa K. Ghrelin: structure and function. *Physiol Rev* 2005;85:495-522.
- Komatsu M, Tong Y, Li Y, Nakajima T, Li G, Hu R, Sugiyama E, Kamijo Y, Tanaka N, Hara A, Aoyama T. Multiple roles of PPAR α in brown adipose tissue under constitutive and cold conditions. *Genes to Cells* 2010;15(2):91-100.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med* 2005;35:339–361.

- Kraemer RR, Shockett PE, Webb ND, Shah U, Castracane VD. A transient elevated irisin blood concentration in response to prolonged, moderate aerobic exercise in young men and women. *Med Sci Sports Exerc* 2014;46(5S):404.
- Kraemer, William J., Steven J. Fleck, and Michael R. Deschenes. *Exercise physiology: integrating theory and application*. Lippincott Williams & Wilkins, 2011.
- Krustrup P, Mohr M, Nybo L, Jensen JM, Nielsen JJ, Bangsbo J. The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(9):1666-1673.
- Kuipers H, Keizer HA. Overtraining in elite athletes. *Sports Med* 1988;6(2):79-92.
- Kurdak SS. Solunum sistemi maksimal egzersiz kapasitesini sınırlar mı? *Solunum*, 2012;14:12-20.
- Kurdiova T, Balaz M, Vician M, Maderova D, Vlcek M, Valkovic L, Jelok I. Effects of obesity, diabetes and exercise on Fndc5 gene expression and irisin release in human skeletal muscle and adipose tissue: in vivo and in vitro studies. *J Physiol* 2014;592(5):1091-1107.
- Kurz T. *Science of sports training*. Stadion 2001.
- Koz M, Ersöz G, Gelir E. *Fizyoloji Ders Kitabı*. Nobel Yayın Dağıtım, 1. Baskı. Ankara, 2003.
- Lamb DR. *Physiology of exercise: responses and adaptations*. Mac Millan Publishing, New York 1978.
- Larter CZ, Chitturi S, Heydet D, Farrell GC. A fresh look at NASH pathogenesis. Part 1: The metabolic movers. *J Gastroenterol Hepatol* 2010;25(4):672-690.
- Laughlin MH, Roseguini B. Mechanisms for exercise training- induced increases in skeletal muscle blood flow capacity: Differences with interval sprint training versus aerobic endurance training. *J Physiol and Pharmacol* 2008;59(7):71-88.
- Lecker SH, Zavin A, Cao P, Arena R, Allsup K, Daniels KM, Forman DE. Expression of the irisin precursor FNDC5 in skeletal muscle correlates with aerobic exercise performance in patients with heart failure. *Circulation: Heart Failure* 2012;5:812-818.
- Lee H, Wang G, Englander EW, Kojima M, Greeley GHJ. Ghrelin, a new gastrointestinal endocrine peptide that stimulates insulin secretion: enteric distribution, ontogeny, influence of endocrine, and dietary manipulations. *Endocrinolog* 2002;143(1):185-190.

- Lee SS, Y.S. So The effects of endurance exercise on and cognitive function, irisin and BDNF in elderly women. *J Korean Alliance Health Phys Educ Recreation Dance* 2014;23 (6):417-427
- Lopez-Legarrea P, De la Iglesia R, Crujeiras AB, Pardo M, Casanueva FF, Zulet MA. Higher baseline irisin concentrations are associated with greater reductions in glycemia and insulinemia after weight loss in obese subjects. *Nutr Diabetes* 2014;4:110.
- Louis GW, Myers MG. The role of Leptin in the regulation of neuroendocrine function and CNS development. *Rev Endocr Metab Disord* 2007;8(2):85-94.
- Mandic S, Myers J, Selig SE, Levinger I. Resistance versus aerobic exercise training in chronic heart failure. *Current heart failure reports*,2012;9(1):57-64.
- Manson JE, Greenland P, LaCroix AZ, Stefanick ML, Mouton CP, Oberman A, Peri MG, Sheps DS, Pettinger MB, Siscovick DS. Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med* 2002;347(10): 716-725.
- Martins C, Kulseng B, King NA, Holst JJ, Blundell JE. The effects of exercise-induced weight loss on appetite-related peptides and motivation to eat. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95(4):1609-1616.
- Maughan RJ, Gleeson M. *The biochemical basis of sports performance*. Oxford University Press 2010.
- Mäestu J, Jürimäe J, Valter I, Jürimäe T. Increases in ghrelin and decreases in leptin without altering adiponectin during extreme weight loss in male competitive bodybuilders. *Metabolism* 2008;57(2):221-225.
- Melov S, Tarnopolsky MA, Beckman K, Felkey K, Hubbard A. Resistance exercise reverses aging in human skeletal muscle. *PLoS ONE* 2007;465(2):1-9
- McArdle WD, Katch VL, Katch FI. *Essentials of Exercise Physiology*. USA: Lippincott Williams & Wilkins. 2011.
- Miller TD, Balady GJ, Fletcher GF. Exercise and its role in the prevention and rehabilitation of cardiovascular disease. *Ann Behav Med* 1997;19(3):220-9.
- Moreno-Navarrete JM, Ortega F, Serrano M. Irisin is expressed and produced by human muscle and adipose tissue in association with obesity and insulin resistance. *J Clin Endocrinol Metab* 2013;98(4):769–78.
- Mullington JM, Chan JL, Van Dongen HP, Szuba MP, Samaras J, Price NJ, Meier-Ewert HK, Dinges DF, Mantzoros CS. Sleep loss reduces diurnal rhythm amplitude of Leptin in healthy men. *J Neuroendocrinol* 2003; 15(9): 851-854

- Nakazato M, Murakami N, Date Y, Kojima M, Matsuo H, Kangawa K, Matsukura S. A role for ghrelin in the central regulation of feeding. *Nature* 2001;409(6817):194-198.
- Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, Macera CA, Scepca, CC. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007;116(9):1094-1195.
- Nindl BC, Hymer WC, Deaver DR. Growth hormone pulsatility profile characteristics following acute heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* 2001;91:163–172.
- Ogawa T, Hirose H, Yamamoto Y, Nishikai K, Miyashita K, Nakamura H. Relationships between serum soluble leptin receptor level and serum leptin and adiponectin levels, insulin resistance index, lipid profile, and leptin receptor gene polymorphisms in the Japanese population. *Metabolism* 2004;53(7):879-85.
- Pate RR, Kriska A. Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Med*, 1984;2:87-89.
- Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C, Keller C, Keller P, Plomgaard P, Febbraio M, Saltin, B. Searching for the exercise factor: is IL-6 a candidate?. *J Muscle Res Cell Motil* 2003;24(2-3):113-119.
- Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiol Rev* 2008;88:1379-1406.
- Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology* 2012;8(8):457-465.
- Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi JJ, Ahtiainen JP, Horttanainen M, Pöllänen E, Alén M. Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health?. *J Physiol* 2013;591(21):5393-5400.
- Pereira LO, Lancha AH Jr. Effect of insulin and contraction up on glucose transport in skeletal muscle. *Prog Biophys Mol Biol* 2004;84:1–27.
- Pilegaard H, Saltin B, Neufer PD. Exercise induces transient transcriptional activation of the PGC-1 α gene in human skeletal muscle. *The Journal of physiology* 2003;(546)3:851-858.
- Polak J, Klimcakova E, Moro C, Viguerie N, Berlan M, Hejnova J, et al. Effect of aerobic training on plasma levels and subcutaneous abdominal adipose tissue gene expression of adiponectin, leptin, interleukin 6, and tumor necrosis factor alpha in obese women. *Metabolism* 2006;55:1375-1381.

- Poole C, Wilborn C, Taylor L, Kerksick C. (2010). The role of post-exercise nutrient administration on muscle protein synthesis and glycogen synthesis. *J Sports Sci Med* 2010;9(3):354-363.
- Puigserver P, Puigserver P, Wu Z, Park CW, Graves R, Wright M, Spiegelman BM. A cold-inducible coactivator of nuclear receptors linked to adaptive thermogenesis. *Cell*. 1998; 92:829–839.
- Ragin CC, Dallal C, Okobia M, Modugno F, Chen J, Garte S, ve ark. Leptin levels and leptin receptor polymorphism frequency in healthy populations. *Infect Agent Cancer*. 2009;4:1-6.
- Roca-Rivada A, Castelao C, Senin LL, Landrove MO, Baltar J, Crujeiras AB, Pardo M. FND5/irisin is not only a myokine but also an adipokine. *PloS one*, 2013;8(4):1-6.
- Rowlands DS, Rössler K, Thorp RM, Graham DF, Timmons BW, Stannard SR, Tarnopolsky MA. Effect of dietary protein content during recovery from high-intensity cycling on subsequent performance and markers of stress, inflammation, and muscle damage in well-trained men. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007;33(1):39-51.
- Sartorio A, Morpurgo P, Cappiello V, Agosti F, Marazzi N, Giordani C, Spada A. Exercise-induced effects on growth hormone levels are associated with ghrelin changes only in presence of prolonged exercise bouts in male athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 2008;48(1):97-101.
- Semerci CN. Obezite ve Genetik, *Gülhane Tıp Dergisi* 2004;46(4):353-359.
- Scherer PE. Adipose tissue: from lipid storage compartment to endocrine organ. *Diabetes* 2008;55:1537-1545.
- Scheer FA, Hilton MF, Mantzoros CS, Shea SA. Adverse metabolic and cardiovascular consequences of circadian misalignment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2009;106(11):4453-4458.
- Schnyder S, Handschin C. Skeletal muscle as an endocrine organ: PGC-1 α , myokines and exercise. *Bone* 2015;80:115-125.
- Scott C. Misconceptions about aerobic and anaerobic energy expenditure. *J Int Soc Sports Nutr* 2005;2:32-37.
- Shintani M, Ogawa Y, Ebihara K, Aizawa-Abe M, Miyanaga F, Takaya K, Kangawa K. Ghrelin, an endogenous growth hormone secretagogue, is a novel orexigenic peptide that antagonizes leptin action through the activation of hypothalamic neuro peptide Y/Y1 receptor pathway. *Diabetes* 2001;50(2):227-232.

- Stanford KI, Middelbeek, Roeland JW, Goodyear LJ. Exercise effects on white adipose tissue: being and metabolic adaptations. *Diabetes*, 2015;64(7):2361-2368.
- Tartaglia LA. The leptin receptor. *J Biol Chem* 1997;272(10):6093-6096.
- Timmons JA, James A, Timmons OL, Jansson E, Fischer H, Gustafsson T, Paul L, Greenhaff, Ridden J, Rachman J, Peyrard-Janvid M, Wahlestedt C. Human muscle gene expression responses to endurance training provide a novel perspective on Duchenne muscular dystrophy. *J FASEB* 2005;19:750-760.
- Torsello A, Scibona B, Leo G, Bresciani E, Avallone R, Bulgarelli I, Locatelli V. Ontogeny and tissue-specific regulation of ghrelin mRNA expression suggest that ghrelin is primarily involved in the control of extraendocrine functions in the rat. *Neuroendocrinology* 2003;77(2):91-99.
- Trayhurn P, Beattie JH. Physiological role of adipose tissue: white adipose tissue as an endocrine and secretory organ. In *Proceedings-Nutrition Society of London* 2001; 60(3): 329-339.
- Voss SC, Nikolovski Z, Bourdon PC, Alsayrafi M, Schumacher YO. The effect of cumulative endurance exercise on leptin and adiponectin and their role as markers to monitor training load. *Biology of Sport* 2016;33(1):23-28.
- Wagner PD, Taylor N, Secher N. Maximal exercise: is it limited centrally or peripherally?. In *Physiological Bases of Human Performance During Work and Exercise*. Groeller H & McLennan PL 2008;169-176.
- Weltman A, Pritzlaff CJ, Wideman L, Considine RV, Fryburg DA, Gutgesell ME, Veldhuis J D. Intensity of acute exercise does not affect serum leptin concentrations in young men. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9):1556-1561.
- Wenz T, Rossi SG, Rotundo RL, Spiegelman BM, Moraes CT. Increased muscle PGC-1alpha expression protects from sarcopenia and metabolic disease during aging. *Proc Natl Acad Sci* 2009;106:20405-20410.
- Winocour PH, Durrington PN, Bhatnagar D, Mbewu AD, Ishola M, Mackness M, Arrol S. A cross-sectional evaluation of cardiovascular risk factors in coronary heart disease associated with type 1 (insulin-dependent) diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract* 1992;18:173-184.
- Wojtaszewski JF, Richter EA. Effects of acute exercise and training on insulin action and sensitivity: focus on molecular mechanisms in muscle. *Essays Biochem* 2006;42:31-46.
- Wren AM, Seal LJ, Cohen MA, Brynes AE, Frost GS, Murphy KG, Dhillo WS, Ghatei MA, Bloom SR. Ghrelin enhances appetite and increases food intake in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86(12): 5992-5998.

- Vandewalle H, Peres G, Monod H. Standard Anaerobic Exercise Tests. *Sports Med* 1987;4(4):268-89.
- Viru A, Viru M. Biochemical monitoring of sport training. *Human Kinetics* 2001.
- Viru A. Early contributions of Russian stress and exercise physiologists. *J Appl Physiol* 2002;92(4):1378-1382.
- Yılmaz SA. Aerobik ve Anaerobik Kapasitenin Anlamı Nedir? *Solunum Dergisi* 2012;14(1), 1-8.
- Yiannakouris N, Yannakoulia M, Melistas L, Chan JL, Klimis-Zacas D, Mantzoros CS. The Q223R polymorphism of the leptin receptor gene is significantly associated with obesity and predicts a small percentage of body weight and body composition variability. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86(9):4434-4439.
- Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature*. 1994;372(6505):425-432.
- Zoladz JA, Konturek SJ, Duda K, Majerczak J, Sliwowski Z, Grandys M, Bielanski W. Effect of moderate incremental exercise, performed. *J Physiol Pharmacol*. 2005;56(1):63-85.

EKLER



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU


Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/585

09.12.2016

Sayın Doç. Dr. M. Yalçın TAŞMEKTEPLİGİL

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Aerobik ve anaerobik kapasitenin serum irisin, leptin, ghrelin seviyelerine etkisi** başlıklı OMÜ KA EK 2016/376 Karar nolu Biyokimya çalışması çalışması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik kurulu yönergesine göre 08.12.2016 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırma bütçesinin maddi desteği henüz sağlanmadığından projeye bütçe desteği sağlanıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra başlanmasına oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.


Prof. Dr. Dursun AYGÜN
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

ANTRENMAN PROGRAMLARININ İÇERİKLERİ

Antrenman içerikleri 1. Mikrosiklus (hafta) 4 birim antrenmandan oluşmaktadır.

1. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (1 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel Core Kuvveti egzersizleri: 6 farklı Bench, Köprü, Yan Bacak Kaldırma, Mekik, Hamstring, Lunge egzersizi (2x20 saniye).

30 dakika HRmax %65 koşu, yaklaşık 4800 metre.

10 Dakika kapsamlı germe egzersizi.

1. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (1 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel Core Kuvveti egzersizleri: 6 farklı Bench, Köprü, Yan Bacak Kaldırma, Mekik, Hamstring, Lunge egzersizi (2x20 saniye).

10 dakika koşu 140-145 % HRmax şiddetinde (1800 m.).

2 dakika 150-155 % HRmax arasında (400 m.).

10 dakika koşu 140-145 % HRmax şiddetinde (1800 m.).

2 dakika 150-155 % HRmax arasında (400 m.).

10 dakika koşu 140-145 % HRmax şiddetinde (1800 m.).

2 dakika 150-155 % HRmax arasında (400 m.).

Koşu sürelerinin tamamı; 36 dakika.

10 Dakika kapsamlı germe egzersizi.

1. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (1 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

20 dakika; Temel kuvvet= 6 farklı core egzersizi (Plank; yüzü koyun, yan=2x20 saniye. Ters- Düz mekik=30 saniye. Lunge=30 saniye. Şınav= 30 saniye. 2 set).

Maksimum kalp atım hızının %65-70 oranında 40 dakika koşu (7.5 km).

10 dakika kapsamlı germe egzersizleri.

1. Mikrosiklus (hafta) 4. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (1 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Circuit (dairesel) kuvvet çalışması: 8 farklı istasyon. İstasyonlar arası 30 saniye dinlenme, setler arası 5 dakika dinlenme.

15 dakika orta şiddette koşu (2400 metre). Devamında 4 dakika yürüme ve jog (400 metre).

10 dakika orta şiddetli koşu (1600 metre) Devamında 3 dakika yürüme ve jog (300 metre).

5 dakika orta şiddetli koşu (1200 metre) Devamında 2 dakika yürüme ve jog (200 metre).

Toplam kat edilen koşu mesafesi= 5200 metre, yürüme mesafesi=900 metre.

Koşu süresi yaklaşık 40 dakika.

10 dakika kapsamlı germe egzersizleri.

2. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (1 km).

20 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri: Mekik 4x30, 30 saniye dinlenme. Şınav: 4x20, 30 saniye dinlenme. Oblik mekikleri: 4x25, 30 saniye dinlenme. Derinlik sıçramalı koşular: 30 saniye koşu, 45 saniye dinlenme, 20 derinlik koşusu.

Maksimum kalp atım hızının %70-75 temposunda 30 dakika koşu.

2. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet antrenmanı (20 dakika).

Süratte devamlılık koşuları: 35 saniye (75 metre) + 10 saniye (90 metre) + 15 saniye (50 metre) + 60 saniye yürüme. Bu koşular 4 dakika dinlenme ile 5 tekrar. Toplam süre=30 dakika.

12 dakika 2000 metre koşu.

10 dakika kapsamlı germe egzersizi.

2. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (1 km).

20 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri: 20 dakika.

Orta ve yüksek şiddette yapılan koşular:

Maksimum kalp atım hızının %80-85 temposunda;

6 dakika koşu, 3 dakika yavaş koşu.

5 dakika koşu, 3 dakika yavaş koşu.

4 dakika koşu, 2 dakika yavaş koşu.

3 dakika koşu, 1.30 dakika yavaş koşu.

2 dakika koşu, 1 dakika yavaş koşu.

1 dakika koşu, 30 saniye yavaş koşu. Toplam 32 dakika.

10 dakika kapsamlı germe egzersizi.

2. Mikrosiklus (hafta) 4. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Maksimum kalp atım hızının %80 temposunda 20 dakika koşu + 5 dakika yürüme + 20 dakika koşu.

5 dakika yavaş koşu.

10 dakika kapsamlı germe egzersizi.

3. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (1 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

Yüksek şiddetli koşu: Kalp atım hızının %85-90 aralığında 8 dakika koşu-4 dakika yavaş koşu. 3 set.

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

3. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Sürat antrenmanı:

4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,

7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,

10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,

2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,

7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,
4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,
2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

Temel kuvvet hareketleri (6 core egzersizi: 30 saniye uygulama -45 saniye dinlenme).

10 dakika orta şiddette koşu (Kalp atım hızının %80 temposu).

5 dakika yavaş koşu ve yürüyüş, ardından 10 dakika kapsamlı germe egzersizleri.

3. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (Pliometrik çalışmalar: Uygulama 30 saniye – Dinlenme 60 saniye, 6 farklı pliometrik egzersiz).

Değişken tempo koşular:

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu= 90 saniye

3 dakika dinlenme.

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu= 90 saniye

3 dakika dinlenme.

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu= 90 saniye

3 dakika dinlenme.

5 dakika yavaş koşu ve yürüyüş, ardından 10 dakika kapsamlı germe egzersizleri.

3. Mikrosiklus (hafta) 4. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şınav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

Yüksek şiddetli koşu: Kalp atım hızının %85-90 aralığında 8 dakika koşu-4 dakika yavaş koşu. 3 set.

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

4. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

8 farklı kuvvet egzersizi: 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

5 dakika %80 HRmax, ardından 2,5 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

3 dakika %80 HRmax, ardından 1,5 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

2 dakika %80 HRmax, ardından 1 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

4. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şınav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

4. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

2000 metre koşu yaklaşık 10 dakika

Süratte devamlılık koşuları: 30 saniye (65 metre) + 10 saniye (90 metre) + 15 saniye (50 metre) + 60 saniye yürüme. Bu koşular 4 dakika dinlenme ile 3 tekrar. Toplam süre=30 dakika.,

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şınav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

4. Mikrosiklus (hafta) 4. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

8 farklı kuvvet egzersizi: 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

4 dakika kalp atım hızının (HRmax) %85 tempous ile koşu.

2 dakika yürüme.

4 dakika kalp atım hızının (HRmax) %85 tempous ile koşu.

2 dakika yürüme.

4 dakika kalp atım hızının (HRmax) %85 tempous ile koşu.

2 dakika yürüme.

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

5. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şınav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

5x20 metre sürat çalışması, 15 saniye dinlenme.

1,5 dakika dinlenme.

5x40 metre sürat çalışması, 30 saniye dinlenme.

1,5 dakika dinlenme.

5x80 metre sürat çalışması, 60 saniye dinlenme.

1,5 dakika dinlenme.

5x120 metre sürat çalışması, 90 saniye dinlenme.

1,5 dakika dinlenme.

10 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

5. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şınav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10 dakika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

5. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

10 dakika temel ısınma hareketleri.

5x10 metre sürat çalışması, 10 saniye dinlenme.

1 dakika dinlenme.

5x20 metre sürat çalışması, 20 saniye dinlenme.

1 dakika dinlenme.

5x40 metre sürat çalışması, 40 saniye dinlenme.

1 dakika dinlenme.

5x80 metre sürat çalışması, 80 saniye dinlenme.

1 dakika dinlenme.

5x100 metre sürat çalışması, 100 saniye dinlenme.

10 dakika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

6. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

15 dakika orta şiddette koşu (2400 metre). Devamında 4 dakika yürüme ve jog (400 metre).

10 dakika orta şiddetli koşu (1600 metre) Devamında 3 dakika yürüme ve jog (300 metre).

5 dakika orta şiddetli koşu (1200 metre) Devamında 2 dakika yürüme ve jog (200 metre).

10 dakika germe egzersizleri.

6. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 10 dakika yavaş koşu (2 km). 10 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

3 dakika %80 HRmax, ardından 1,5 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

2 dakika %80 HRmax, ardından 1 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

3 dakika %80 HRmax, ardından 1,5 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

2 dakika %80 HRmax, ardından 1 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

5 dakika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

6. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 10 dakika yavaş koşu (2 km). 15 dakika temel ısınma hareketleri.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10 dakika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

7. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

2000 metre koşu yaklaşık 10 dakika

Süratte devamlılık koşuları: 30 saniye (65 metre) + 10 saniye (90 metre) + 15 saniye (50 metre) + 60 saniye yürüme. Bu koşular 4 dakika dinlenme ile 3 tekrar. Toplam süre=30 dakika.,

10 daika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri

7. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

Sürat antrenmanı:

4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,

7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,

10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,

2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,

7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,

4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,

2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

10 daika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri

7. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

15 dakika orta şiddette koşu (2400 metre). Devamında 4 dakika yürüme ve jog (400 metre).

10 dakika orta şiddetli koşu (1600 metre) Devamında 3 dakika yürüme ve jog (300 metre).

5 dakika orta şiddetli koşu (1200 metre) Devamında 2 dakika yürüme ve jog (200 metre).

10 daika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri

8. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

2000 metre koşu yaklaşık 10 dakika

Süratte devamlılık koşuları: 30 saniye (65 metre) + 10 saniye (90 metre) + 15 saniye (50 metre) + 60 saniye yürüme. Bu koşular 4 dakika dinlenme ile 3 tekrar. Toplam süre=30 dakika.,

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şınav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

8. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

Sürat antrenmanı:

4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,
7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,
10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,
2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,
7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,
4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,
2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

10 daika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri

8. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

6 dakika koşu, 3 dakika yavaş koşu.

5 dakika koşu, 3 dakika yavaş koşu.

4 dakika koşu, 2 dakika yavaş koşu.

3 dakika koşu, 1.30 dakika yavaş koşu.

2 dakika koşu, 1 dakika yavaş koşu.

1 dakika koşu, 30 saniye yavaş koşu. Toplam 32 dakika.

10 dakika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri

9. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (1 km).
20 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri: Mekik 4x30, 30 saniye dinlenme. Şınav: 4x20, 30 saniye dinlenme. Oblik mekikleri: 4x25, 30 saniye dinlenme. Derinlik sıçramalı koşular: 30 saniye koşu, 45 saniye dinlenme, 20 derinlik koşusu.

Maksimum kalp atım hızının %70-75 temposunda 30 dakika koşu.

9. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet antrenmanı (20 dakika).

Süratte devamlılık koşuları: 35 saniye (75 metre) + 10 saniye (90 metre) + 15 saniye (50 metre) + 60 saniye yürüme. Bu koşular 4 dakika dinlenme ile 5 tekrar. Toplam süre=30 dakika.

12 dakika 2000 metre koşu.

10 dakika kapsamlı germe egzersizi.

9. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (1 km).
20 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri: 20 dakika.

Orta ve yüksek şiddette yapılan koşular:

Maksimum kalp atım hızının %80-85 termposunda;

6 dakika koşu, 3 dakika yavaş koşu.

5 dakika koşu, 3 dakika yavaş koşu.

4 dakika koşu, 2 dakika yavaş koşu.

3 dakika koşu, 1.30 dakika yavaş koşu.

2 dakika koşu, 1 dakika yavaş koşu.

1 dakika koşu, 30 saniye yavaş koşu. Toplam 32 dakika.

10 dakika kapsamlı germe egzersizi.

10. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Maksimum kalp atım hızının %80 temposunda 20 dakika koşu + 5 dakika yürüme + 20 dakika koşu.

5 dakika yavaş koşu.

10 dakika kapsamlı germe egzersizi.

Toplam antrenman süresi 85 dakika.

10. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (1 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

Yüksek şiddetli koşu: Kalp atım hızının %85-90 aralığında 8 dakika koşu-4 dakika yavaş koşu. 3 set.

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

10. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Sürat antrenmanı:

4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,

7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,

10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,

2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,

7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,

4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,

2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

Temel kuvvet hareketleri (6 core egzersizi: 30 saniye uygulama -45 saniye dinlenme).

10 dakika orta şiddette koşu (Kalp atım hızının %80 temposu).

5 dakika yavaş koşu ve yürüyüş, ardından 10 dakika kapsamlı germe egzersizleri.

11. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (Pliometrik çalışmalar: Uygulama 30 saniye – Dinlenme 60 saniye, 6 farklı pliometrik egzersiz).

Değişken tempo koşular:

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu= 90 saniye

3 dakika dinlenme.

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu= 90 saniye

3 dakika dinlenme.

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu = 90 saniye

300 metre koşu = 70 saniye

300 metre koşu= 90 saniye

3 dakika dinlenme.

5 dakika yavaş koşu ve yürüyüş, ardından 10 dakika kapsamlı germe egzersizleri.

11. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şınav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

Yüksek şiddetli koşu: Kalp atım hızının %85-90 aralığında 8 dakika koşu-4 dakika yavaş koşu. 3 set.

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

11. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

8 farklı kuvvet egzersizi: 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

5 dakika %80 HRmax, ardından 2,5 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

3 dakika %80 HRmax, ardından 1,5 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

2 dakika %80 HRmax, ardından 1 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

12. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şınav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

12. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

2000 metre koşu yaklaşık 10 dakika

Süratte devamlılık koşuları: 30 saniye (65 metre) + 10 saniye (90 metre) + 15 saniye (50 metre) + 60 saniye yürüme. Bu koşular 4 dakika dinlenme ile 3 tekrar. Toplam süre=30 dakika.,

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şınav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

12. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

8 farklı kuvvet egzersizi: 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

4 dakika kalp atım hızının (HRmax) %85 tempous ile koşu.

2 dakika yürüme.

4 dakika kalp atım hızının (HRmax) %85 tempous ile koşu.

2 dakika yürüme.

4 dakika kalp atım hızının (HRmax) %85 tempous ile koşu.

2 dakika yürüme.

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

13. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şınav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

5x20 metre sürat çalışması, 15 saniye dinlenme.

1,5 dakika dinlenme.

5x40 metre sürat çalışması, 30 saniye dinlenme.

1,5 dakika dinlenme.

5x80 metre sürat çalışması, 60 saniye dinlenme.

1,5 dakika dinlenme.

5x120 metre sürat çalışması, 90 saniye dinlenme.

1,5 dakika dinlenme.

10 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

13. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şnav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10 dakika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

13. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

10 dakika temel ısınma hareketleri.

5x10 metre sürat çalışması, 10 saniye dinlenme.

1 dakika dinlenme.

5x20 metre sürat çalışması, 20 saniye dinlenme.

1 dakika dinlenme.

5x40 metre sürat çalışması, 40 saniye dinlenme.

1 dakika dinlenme.

5x80 metre sürat çalışması, 80 saniye dinlenme.

1 dakika dinlenme.

5x100 metre sürat çalışması, 100 saniye dinlenme.

10 dakika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

14. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

15 dakika orta şiddette koşu (2400 metre). Devamında 4 dakika yürüme ve jog (400 metre).

10 dakika orta şiddetli koşu (1600 metre) Devamında 3 dakika yürüme ve jog (300 metre).

5 dakika orta şiddetli koşu (1200 metre) Devamında 2 dakika yürüme ve jog (200 metre).

10 dakika germe egzersizleri.

14. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).
10 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

4 dakika %80 HRmax, ardından 2 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

3 dakika %80 HRmax, ardından 1,5 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

2 dakika %80 HRmax, ardından 1 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

3 dakika %80 HRmax, ardından 1,5 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

2 dakika %80 HRmax, ardından 1 dakika aktif toparlanma (yavaş koşu).

5 dakika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

14. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10x15 saniye koşu, 15 saniye dinleme

2 dakika dinlenme.

10 dakika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

15. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

2000 metre koşu yaklaşık 10 dakika

Süratte devamlılık koşuları: 30 saniye (65 metre) + 10 saniye (90 metre) + 15 saniye (50 metre) + 60 saniye yürüme. Bu koşular 4 dakika dinlenme ile 3 tekrar. Toplam süre=30 dakika.,

10 daika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri

15. Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

Sürat antrenmanı:

4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,
7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,
10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,
2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,
7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,
4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,
2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

10 daika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri

15. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

15 dakika orta şiddette koşu (2400 metre). Devamında 4 dakika yürüme ve jog (400 metre).

10 dakika orta şiddetli koşu (1600 metre) Devamında 3 dakika yürüme ve jog (300 metre).

5 dakika orta şiddetli koşu (1200 metre) Devamında 2 dakika yürüme ve jog (200 metre).

10 daika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri

16. Mikrosiklus (hafta) 1. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 ile 10 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

2000 metre koşu yaklaşık 10 dakika

Süratte devamlılık koşuları: 30 saniye (65 metre) + 10 saniye (90 metre) + 15 saniye (50 metre) + 60 saniye yürüme. Bu koşular 4 dakika dinlenme ile 3 tekrar. Toplam süre=30 dakika.,

6 farklı kuvvet egzersizi (Bench, Lunge, Şınav, Mekik, Ters Mekik, Lunge): 30 saniye uygulama – 30 saniye dinlenme. Hareketler arası 1 dakika dinlenme.

5 dakika yavaş tempo koşu. 10 dakika germe egzersizleri.

16 Mikrosiklus (hafta) 2. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).

15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

Sürat antrenmanı:

4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,

7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,

10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,

2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

10 saniye sürede 2 maksimal 75 metrelik sprint- 75 saniye aktif dinlenme,

7 saniye sürede 4 maksimal 50 metrelik sprint- 50 saniye aktif dinlenme,

4 saniye sürede 6 maksimal 25 metrelik sprint- 25 saniye aktif dinlenme,

2 dakika 30 saniye yavaş tempo koşu.

10 dakika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri

16. Mikrosiklus (hafta) 3. Birim Antrenmanı

Maksimum kalp atım hızının (HRmax) 130-135 temposu ile 5 dakika yavaş koşu (2 km).
15 dakika temel ısınma hareketleri.

Temel kuvvet egzersizleri (8 core egzersizi, her egzersiz 30 saniye süre- 45 saniye dinlenme. Hareketler arası 2 dakika dinlenme).

6 dakika koşu, 3 dakika yavaş koşu.

5 dakika koşu, 3 dakika yavaş koşu.

4 dakika koşu, 2 dakika yavaş koşu.

3 dakika koşu, 1.30 dakika yavaş koşu.

2 dakika koşu, 1 dakika yavaş koşu.

1 dakika koşu, 30 saniye yavaş koşu. Toplam 32 dakika.

10 dakika %50 HRmax ile koşu. 10 dakika germe egzersizleri

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Hamza KÜÇÜK

Doğum Yeri: Samsun

Doğum Tarihi: 29.11.1980

Medeni Hali: Evli

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu: Yüksek Lisans

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2010-.....

E-posta: hamza.kucuk@omu.edu.tr