



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

KADIN FUTBOLCULARDA KAS HASARININ SERUM İRİSİN SEVİYESİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba ONAT

Samsun
Aralık-2018



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

KADIN FUTBOLCULARDA KAS HASARININ SERUM İRİSİN SEVİYESİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba ONAT

Danışman
Prof. Dr. S. Ahmet AĞAOĞLU

Samsun
Aralık-2018

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Tuğba ONAT Prof. Dr. S. Ahmet AĞAOĞLU danışmanlığında hazırlanan “KADIN FUTBOLCULARDA KAS HASARININ SERUM İRİSİN SEVİYESİNE ETKİSİ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından /..... /..... tarihinde yapılan sınav ile Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

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

Üye : Doç.Dr. Bahattin AVCI
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Resul ÇEKİN
Amasya 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

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bana önderlik eden ve engin bilgileri beni yönlendiren, çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU'na;

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresinde bilimsel, akademik ve insani yönünden daima örnek aldığım, tez çalışmamın gerçekleşmesinde tüm aşamalar dahil bilgi ve tecrübeleriyle her zaman bana yol gösterici olan, canım hocam Öğr. Dr. Hamza KÜÇÜK'e;

Çalışmamın biyokimya sürecinde desteğini esirgemeyen çok kıymetli hocam Doç. Dr. Bahattin AVCI'ya;

'Biz sana her zaman güveniyoruz' diyerek beni her zaman yüreklendiren, ellerini her zaman omuzlarımda hissettiğim canım babam Vahdet ONAT'a;

Beni her daim destekleyip arkamda duran, varlıklarıyla bana huzur veren, yaşamımın her aşamasında desteklerini ve dualarını esirgemeyen, yanımda olan ve yoluma ışık tutan canım aileme;

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.YDS.1904.17.004 kodu ile Bilimsel Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

ÖZET

KADIN FUTBOLCULARDA KAS HASARININ SERUM İRİSİN SEVİYESİNE ETKİSİ

Amaç: Bu çalışmanın amacı kadın futbolcularda kas hasarının serum irisin seviyesine etkisini incelemektir.

Materyal ve Metot: Çalışmada Türkiye Futbol Federasyonundan lisanslı 26 kadın futbolcu yer almıştır. Kadın futbolcular 90 dakika olarak planlanan antrenman programına tabi tutulmuştur. Antrenman öncesi, antrenmanın bitiminde ve ilk ölçümden 24 saat sonra katılımcılardan 5 ml kan alınarak serum irisin, kreatin kinaz, Aspartat aminotransferaz (AST), Alanin aminotransferaz (ALT), C reaktif Protein (CRP), Troponin seviyeleri tespit edilmiştir. Biyokimyasal analizler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Biyokimya Laboratuvarında çalışılmıştır.

Bulgular: Kadın futbolcuların serum irisin seviyesinde ilk kan alımında ve antreman sonrası kan alımında rakamsal olarak bir değişim bulunmazken 24 saat sonrasındaki kan alımında rakamsal olarak fark tespit edilmiştir. Kreatin kinaz değerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Sonuç: Bu çalışma sonucunda irisin seviyesinde rakamsal olarak fark bulunmuş olsada bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yapılan çalışmada kas hasarı bileşenlerini içeren kreatin kinaz, aspartat aminotransferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), c reaktif protein (CRP), Troponin proteinlerin arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre irisinin antrenman sonrası zamana bağlı olarak artış gösterdiği ifade edilebilir. Kadın futbolcularda oluşan kas hasarı ise serum irisin seviyesini etkilememiştir. Bu çalışmanın bu alandaki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Alanin aminotransferaz; Aspartat aminotransferaz; C reaktif protein; İrisin; Kreatin kinaz; Troponin

**Tuğba ONAT, Yüksek Lisans Tezi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Samsun, Aralık - 2018**

ABSTRACT

THE EFFECT OF MUSCLE DAMAGE ON SERUM IRISIN LEVELS IN FEMALE FOOTBALLERS

Aim: The aim of this study is to find out the effects of muscle damage on serum irisin levels in female footballers.

Material and Method: 26 female footballers who were licensed players in Turkey Football Federation participated in the study. Female footballers were exposed to a training program planned as 90 minutes. 5 ml blood was taken from the participants before training, after training and 24 hours after the first measurement and their serum irisin, creatine kinase, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), C reactive Protein (CRP) and Troponin levels were found. Biochemical analyses were studied in Ondokuz Mayıs University Biochemistry Laboratory.

Results: While no numerical change was found in serum irisin levels of female footballers in the first blood samples and post-training blood samples, numerical difference was found in the blood samples taken 24 hours later. No statistically significant difference was found in creatine kinase value.

Conclusion: Although numerical difference was found in irisin levels as a result of the study, this difference was not found to be statistically significant. In the study, statistically significant difference was found between creatine kinase, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), C reactive Protein (CRP) and Troponin proteins which include muscle damage compounds. According to these results, it can be said that irisin increases depending on the time after training. Muscle damage in female footballers was not found to affect serum irisin level. It is thought that the present study will contribute to studies conducted in the field.

Keywords: Alanine aminotransferase; Aspartate aminotransferase; C reactive protein; Irisin; Creatine kinase; Troponin

Tuğba ONAT, Master Thesis
Ondokuz Mayıs University - Samsun, December - 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
1.GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Kas Sistemi	4
2.2. Egzersiz	5
2.2.1. Egzersizde Enerji Metabolizması	6
2.2.2. Egzersize Fizyolojik Uyum	7
2.2.3. Egzersizde Hormonal Sistem.....	9
2.3. Kas Hasarı.....	10
2.3.1. Kas Hasarı Oluşumu ve Mekanizması	11
2.3.2. Egzersizde Kas Hasarı.....	12
2.3.3. Kas Hasarı Belirteçleri	12
2.4. Egzersiz ve Enzimler Arasındaki İlişki	14
2.5. Kreatin Kinaz	14
2.6. Aspartat Aminotransferaz (AST)	16
2.7. Alanin Aminotransferaz (ALT)	16
2.8. C Reaktif Protein (CRP)	17
2.9. Troponin	18
2.10. İrisin.....	18
3.MATERYAL VE METOT	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Araştırma Grubu	21
3.2. Metot.....	21
3.2.1. Antrenman Programının Uygulanması.....	21
3.2.2. Kan Örneklerinin Alınması	21
3.2.3 Biyokimya Analizleri	22
3.2.4 İstatistik Analiz	22
4. BULGULAR	23
5. TARTIŞMA	29
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	37
KAYNAKLAR	39
EKLER	51
ÖZGEÇMİŞ.....	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

ALT: Alanin aminotransferaz

AST: Aspartat aminotransferaz

CK: Kreatin kinaz

CRP: C reaktif protein



1. GİRİŞ

Üst düzey performans gerektiren spor branşlarında yorgunluğun geç oluşması veya kısa sürede giderilmesi sporcu, antrenör ve spor bilimi açısından önemli bir durumdur. Egzersiz sonrası oluşan kas hasarı son dönemlerde klinik ve sportif açıdan önem kazanmaktadır. Egzersizden sonra oluşan kas hasarı tıbbi açıdan sportif bir yaralanma olmamasına rağmen performansı önemli derecede etkilemektedir.

Egzersizle kaslarda hücresel düzeyde bir hasar meydana gelmektedir. Bu hasar literatürde mikro travma, mikro yaralanma ve kas hasarı terimleriyle tanımlanmaktadır. Kas hasarı yoğun egzersiz sonucunda yorgunluk, işlev kaybı, güç ve kaslarda ağrı kaybına neden olan akut bir durumdur (Clarkson ve Hubal, 2002). Bu hasar temel olarak iki yolla açıklanmaktadır. Birincisi alışık olunmayan egzersiz, ikincisi ise tam olarak karakterize edilmemesine karşın kas iskemisinin de katkısıyla doku zedelenmesiyle bazı metabolik ve kimyasal olayların ortaya çıkmasıdır (Hazar, 2004). Kas hasarının tespitinde yaygın olarak görüntüleme teknikleri ve kas içi enzimlerinin plazmadaki miktarlarının tespit edilmesini içeren yöntemler kullanılmaktadır. Kas hasarıyla birlikte plazmada bulunan kasa özel enzim ve protein yapıları artmaktadır (Roth ve ark., 2000).

Yapılan araştırmada kas hasarının belirlenebilmesi için kan örnekleri alınarak serum irisin, kreatin kinaz (CK), aspartat aminotransferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), C reaktif protein (CRP) ve troponin değerleri incelenmiştir.

İrisin, Boston'daki Dana Farber Kanseri Enstitüsünde Bruce Spiegelman başkanlığında yapılan, sonuçları Nature dergisinde yayımlanan, PGC1-alpha proteininin rolünün araştırıldığı çalışmada tanımlanmıştır (Boström ve ark., 2012). 112 amino asitlik polipeptid yapılı bir miyokindir (Mentese ve ark., 2012). Bu miyokin bazal seviyede kanda bulunmakta olup, akut egzersiz (kısa ve yoğun egzersiz) ile iskelet kasından kana salınımının arttığı ve subkutan (derialtı) adipoz doku üzerindeki henüz tanımlanmamış reseptörüne bağlanarak, toplam vücut enerjisinin harcanmasında önemli artışa ve zayıflamaya sebep olduğu bildirilmiştir (Karaguzel ve ark., 2014; Alver ve ark., 2014). 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). İnsanlarda beyaz yağ dokusu ve kahverengi yağ dokusu olmak üzere iki tip yağ dokusu vardır. Beyaz yağ dokusu enerji depolarken, kahverengi yağ dokusu enerji harcanmasını ve termogenezi sağlar (Satterfield ve Wu, 2011). İrisinin kana salındıktan sonra esas olarak enerji depolayan beyaz yağ hücrelerinin enerji harcayan kahverengi yağ hücresi gibi davranmasına neden olduğu ileri sürülmüştür (Sanchis-Gomar ve ark., 2015). Ancak bu konuda tartışmalar halen sürmektedir.

Hormonların, enzimlerin veya metabolik süreçte etkileri olan diğer yapıların egzersiz ile olan ilişkisinin ifade edilmesi egzersizin reçetelendirilmesinde yeni bir bakış açısı sağlayabilecektir. Özellikle metabolik hastalıkların önlenmesinde olumlu etkileri olan hormonlar üzerinde yapılan çalışmalar bu kapsama girmektedir. 2012 yılında keşfedilen bir protein olmasından dolayı irisin ile ilgili çalışmalar sınırlıdır ve literatür incelendiğinde bu miyokinin ülkemizde kadın futbolcular üzerinde daha önce çalışılmamış olması çalışmanın önemini arttırmaktadır.

Kadın futbolcularda kas hasarının serum irisin seviyesi üzerine olan etkilerinin incelenmesi bu tez çalışmasının amacını oluşturmaktadır.

Tezin problem cümlesi; kadın futbolcularda kas hasarının serum irisin seviyesini nasıl etkileyeceğinin belirlenmesidir. Bununla birlikte sunulan çalışmanın hipotezleri şu şekilde tasarlanmıştır:

1. Kadın futbolcularda kas hasarının, serum irisin seviyesi üzerinde anlamlı etkisi vardır.
2. Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, serum irisin seviyesi üzerinde anlamlı etkisi vardır.
3. Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, kreatin kinaz (ck) seviyesi üzerinde anlamlı etkisi vardır.
4. Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, alanin aminotransferaz (alt) üzerinde anlamlı etkisi vardır.
5. Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, aspartat aminotransferaz (ast) üzerinde anlamlı etkisi vardır.
6. Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, c reaktif protein (crp) üzerinde anlamlı etkisi vardır.

7. Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, troponin üzerinde anlamlı etkisi vardır.
8. Kas hasarı belirteçlerinin, serum irisin seviyesi üzerinde anlamlı etkisi vardır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kas Sistemi

Kaslar, canlıya hareket yeteneği sağlayan ve kas sistemini oluşturan yapılardır. Vücut ağırlığının yarısına yakınına oluşturan bu yapılar, besinlerden temin edilen kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye çevirme ve kasılma özelliğine sahip olan özel kas hücrelerinden oluşmaktadır. Bu hücrelerin temel görevi tüm organizmanın hareket yeteneğini sağlamaktır (Hole, 1981). Kaslar, uyarılarına kasılarak yanıt verir. Kas dokusu, normal uzunluğunun ötesinde gerilebilir ve gerilme fonksiyonu ortadan kalkınca yeniden normal uzunluğuna döner. Bir hareketin oluşumu iskelet kaslarının kasılmasına bağlıdır. Kasların kasılması ile iskelet sisteminin hareketleri, kanın kalpten pompalanmasını, solunum ve sindirim gibi organik faaliyetleri gerçekleştirir. İskelet kasları özellikle egzersiz açısından ayrı bir önem taşır. Çünkü her türlü fiziksel ve spor aktiviteleri bu kaslar tarafından gerçekleştirilir (Günay ve ark., 2006). Vücutta düz kas, kalp kası ve iskelet kası olmak üzere üç tür kas vardır (Worrel ve ark., 1991).

İskelet Kası: İskelet kas hücresi fibril adı verilen kas hücrelerinden oluşmaktadır. Bu fibriller demet halindedir ve miyofibril ve miyoflament alt sınıfları mevcuttur (Akgün, 1996). İskelet kası çizgili kastır ve istemlidir, yani şahsın isteğine uyar. Yalnız sinir yoluyla aktiviteye sevk edilir. İskelet kaslarının sinirleri somatik sinirlerdir. Her kas lifi birkaç yüz ile birkaç bin arasında miyofibril içerir. Her miyofibrilde yaklaşık 1500 miyozin filamentleri (iplikçiği) ve yaklaşık 3000 aktin filamentleri vardır. Bunlar, kas kasılmasından sorumlu büyük polimerize proteinlerdir (Noyan, 2011).

Düz Kaslar: İstemsiz çalışırlar. Otonom sinir sistemince kontrol edilirler. Düz kaslar çizgisiz görünümde olup, silindir şeklinde ve her iki uçta sivrileşen, iskelet kasında görülen hücre boyundan daha kısa kas hücrelerine sahiptir. Vücutta en çok sindirim, dolaşım, solunum ve ürogenital sistemler gibi iç boşluklu sistemlerde bulunur. İskelete bağlı değildir. Onun yerine mide, barsak, safra kesesi vb. gibi organ ve yapıların duvarlarını döşer.

Kalp Kası: Sadece kalpte bulunur. Kalp kası hem iskelet kasının hem de düz kasın özelliklerini taşır; iskelet kası gibi çizgilidir ve hızlı kasılır, düz kas gibi istek dışı aktivite gösterir ve otonom sinirlerle aktivitesi düzenlenir (Noyan, 2011). Dakikada 72 kez kasıldığı göz önüne alınırsa ortalama olarak bir yetişkinde günde 100.000 den daha

fazla kasılır (Demirel ve Koşar, 2002).

Kasın kimyasal yapısı incelendiğinde %75'inin su geri kalan kısmın %20'si kas proteinleri, %5'lik kısmının ise inorganik tuzlar, fosfojenler, üre ve laktik asit gibi maddeler, kalsiyum, magnezyum ve fosfor gibi mineraller, çeşitli enzim ve pigmentler, sodyum, potasyum ve klor gibi iyonlar ile yağ ve karbonhidratlardan oluştuğu görülür (Akalm, 2013).

2.2. Egzersiz

Egzersiz, “bireyin sağlık durumunu geliştiren ve bu durumun devamını sağlayan hareketler bütünü” olarak tanımlanmaktadır (Zorba, 2011). Yaşam boyu uygulanan fiziksel aktivitelerin, sağlık açısından daha önemli olduğu bilinmektedir. Yapılan egzersizlerin tüm organizmadaki kas iskelet sistemi ve biyokimyasal fonksiyonların düzenli şekilde çalışmasına katkı sağladığı bildirilmiştir (Demir ve Filiz, 2004). İskelet sisteminde kemiklere yapışan kaslar, vücudun duvar yapısını oluşturur ve vücuda hareket yeteneği kazandırır. Egzersizlerin yapılabilmesi için kasların hareketine gereksinim vardır (Podrigalo ve ark., 2015). Egzersizler kas kasılmaları ile gerçekleştirilir. Fiziksel aktivite ve egzersiz birbirine benzer gibi görünse de farklı kavramlar olarak tanımlanmaktadır. Fiziksel aktivite, iskelet kası tarafından üretilen ve enerji harcamasına yol açan herhangi bir bedensel hareket olarak tanımlanabilir. Egzersiz, planlanmış, yapılandırılmış ve tekrarlayan fiziksel aktivitenin bir alt kümesidir ve fiziksel uygunluğun geliştirilmesi veya sürdürülmesi için hedefleri vardır (Natale ve ark., 2003).

Bütün spor branşlarında sporcuların antrenmanları farklılıklar göstermektedir. Bundan dolayı her branşta en üst performansa ulaşmak için antrenman özelliklerinin farklı düzeyde geliştirilmesi ve antrenmanların organizmada oluşturduğu etkilerinin iyi bilinmesi gerektiği ifade edilmiştir (Sevim, 2002). Son yıllarda egzersiz tedavi amaçlı olarak sürekli kullanılmaya başlanmıştır. İşletmeler bünyesinde istihdam ettikleri bireylerin bedensel ve ruhsal açıdan dinamik, dirençli kişiler haline gelmeleri için sağlıklı yaşam için egzersiz ve spor prensibini ilke edinmişlerdir. Egzersizin stres faktörlerini ortadan kaldırdığı normal hayatta insanların maruz kaldıkları strese karşı direnç sağladığı bedensel ve ruhsal açıdan rahatlama ve hızlı geri dönüşüm sağladığı gözlemlenmiştir (Zorba, 2011).

2.2.1. Egzersizde Enerji Metabolizması

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).

Metabolizma, hücrelerin yaşam fonksiyonlarını sürdürebilmeleri açısından ihtiyaç duyulan kimyasal süreçler olarak tanımlanır. Metabolik reaksiyonların çoğu fizyolojik sistemler açısından gereken enerjinin besinler yoluyla ortaya çıkmasıyla açıklanmaktadır. Karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin hücrede parçalanmasıyla bireyin vücuduna büyük miktarda enerji açığa çıkmasını sağlamaktadır (Koz ve ark., 2010). İnsan kasında meydana gelen enerji oluşumu antrenman veya müsabaka sırasında her türlü bedensel yüklenmelerde, önemi tartışılmayacak kadar büyüktür. Kimyasal enerji mekanik enerjiye kasların çalışması yoluyla çevrilmektedir. Çünkü; kas kasılması, kasın dokusundaki enerji dönüşümlerine bağlıdır. Bu enerji dönüşümlerinin en önemli şartı kaslardaki kasılmalardır (Sevim, 2002).

Fiziksel egzersizlerin ortaya konması için enerjinin oluşması gerekmektedir. Sprint, koşu, bisiklet, yüzme gibi spor branşları çok daha fazla enerji ihtiyacı gerektiren egzersizlerdir. Örneğin, maraton koşusunda enerji harcanması, istirahatın 20-30 katı gibi bir değere sahiptir. ATP üretimi, egzersiz sırasında aerobik ve anaerobik enerji metabolizmalarıyla yapılmakta ve enerji kaynağı olarak karbonhidratlar ve yağlardan faydalanmaktadır. Sporcuların tükettiği besin kaynağı, yapmış olduğu egzersizin türüyle çok yakından ilişkilidir (Günay ve Cicioğlu, 2001).

Besinlerin aerobik sistem tarafından parçalanmasıyla kullanılan oksijenin ısı (kalori) değerleri birbiriyle yakından ilişkilidir. Anaerobik türdeki egzersizlerin enerji ve oksijen ihtiyacını ölçmek için, dinlenme ve aktif dinlenme (dinlenme oksijeni) esnasında kullanılan oksijeni ölçmek gerekmektedir. Yalnız, aerobik türdeki egzersizlerde sadece antrenman ve dinlenme esnasındaki kullanılan oksijeni ölçmek yeterlidir (Fox, 2011). İstirahatte vücudun enerji ihtiyacı ATP'nin (Adenozin Trifosfat) parçalanmasıyla karşılanır. ATP enerji verici maddelerin oksidasyonu (aerobik metabolizma) ile devamlı olarak yenilenir. Egzersiz esnasında enerji ihtiyacı istirahatte olduğu gibi, ATP'den karşılanır. Eğer egzersiz yoğun değilse ATP aerobik metabolizma ile elde edilir ve oksijen kullanımında artış meydana gelir. Aerobik yoldan yeterli

miktarda ATP sentezlenemezse gerekli enerjinin bir kısmı anaerobik metabolizma karşılanır. Bu durumda anaerobik metabolizma sonucu teşekkül eden pirüvik asit, laktik aside dönüşür. Bu tip egzersizde oksijen kullanımı egzersizin sonunda yavaş yavaş normale döner (Morehouse ve Miller, 1973).

2.2.2. Egzersize Fizyolojik Uyum

Egzersiz, türü, şiddeti, yoğunluğu ve kapsamı gibi özellikleri içinde bulundurmaktadır. Egzersizin kardiyak metabolizma üzerine olan etkileri egzersizin tipi, yoğunluğu, süresi ile birlikte sporcunun cinsiyeti, genetik yapısı, hormonal dengesi, vücut yüzey alanı gibi birçok faktörle doğrudan ilişkilidir (Prakken ve ark., 2010).

Aerobik ve anaerobik egzersiz terimleri egzersize neden olan kas metabolizmasının tipine bağlı sonuçlar ile ilişkilidir. Dinamik ve statik egzersiz terimleri egzersize neden olan büyük ya da küçük kas gruplarının mekanik etkilerine bağlı sonuçları tanımlar. Dinamik egzersiz; büyük kas gruplarında eklem hareketlerinde ve kasın uzunluğunda değişikliğe yol açan egzersiz tipi olarak ifade edilebilir. Bununla birlikte kasın geriliminde değişikliğe neden olmayan, tekrarlayıcı konsantrik kas aktivitelerinden oluşan egzersiz tipidir. Statik egzersiz ise küçük kas gruplarında kasılmalarla kasın geriliminde değişikliğe yol açan egzersiz türü olarak ifade edilebilir. Bununla beraber kasın uzunluğunda ve eklem hareketlerinde değişikliğe neden olmayan izometrik kas aktivitelerinden oluşan egzersiz tipi olarak da karşımıza çıkmaktadır (Asmussen, 1981). Yapılan her egzersizin dinamik ve statik komponentleri olmakla birlikte branşlar genellikle ve çoğunlukla içerdiği komponente göre ifade edilebilir. Koşu branşında dinamik, halter branşında statik egzersiz olarak örneklendirme yapılabilir.

Egzersize bağlı hücresel düzeyde değişiklikler görülmektedir. Egzersize yanıt olarak adaptasyon süreci başlamaktadır. Kas kontraksiyonunu devamlılığını sağlamak ve bu kontraksiyonu desteklemek amacıyla ATP üretimine ihtiyaç olur. Bu ATP ihtiyacının karşılanması için oksijen desteği gereklidir. Bununla birlikte artan hücresel solunumun ürünü olan karbondioksitin de ortamdaki uzaklaştırılması gerekmektedir. Buna bağlı olarak kardiyak output artar, kalbin hızı ve kontraksiyon gücü de artış gösterir. Ayrıca kan damarları çalışan kaslara ve aktif olmayan bölgelere kan desteği sağlamak için çaplarında değişiklikler olur. Bu kas hücreleri nöral (sempatik sinir sistemi), hormonal, lokal, kimyasal (nitrik oksit) ve mekanik stimuluslara yanıtlardan

sorumludurlar. Kardiyovasküler sistem artan oksijen ihtiyacını karşılamak ve meydana çıkan artık metabolitlerin uzaklaştırılmasına ilaveten, karşılaşılabileceği bir başka uyarana karşı homeostazisi sürdürmek için egzersize uyum sağlar. Dolaşımdaki lökositlerin artırılması, ısı değişimleri, koagülasyon ve fibrinolitik potansiyelin iyileştirilmesi bu süreçlerin sonunda görülmektedir (Pedersen ve Febbraio, 2012).

Egzersiz hücresel düzeydeki etkileri ve yararları yapılan egzersizin şiddeti, süresi ve tipine göre farklılık göstermektedir. Bisiklet, atletizm, yüzme gibi dinamik egzersizlere verilen kardiyak cevaplar farklılık gösterirken, germe gibi izometrik egzersizlere verilen yanıtlar değişiklik gösterir. Dinamik egzersizler kalbin sempatik-parasempatik sinyalizasyon fonksiyonunu etkilerken (Tsuchimochi ve ark., 2002; Carter ve ark., 2003), izometrik egzersizler kalbi ve iskelet kaslarını dolaşım sisteminden en az yararlandırıp organizmanın daha fazla iş yapabilme düzeyini, kapasitesini artırmaktadır (Bernardo ve ark., 2010).

Kas kasılması için gerekli olan ATP desteği miyositlerde anaerobik ATP üretimi ile gerçekleşir. Kontraktilite ve kalp hızı ve arttıkça ATP ve oksijen ihtiyacı da artmaktadır. Dolayısıyla miyositler aerobik metabolizmanın devamlılığını sağlamak ve oksijen ihtiyacını karşılamak amacıyla yüksek mitokondrial yoğunluğa (hücre volümünün %30-35' ini kaplayacak şekilde) sahiptirler (Pedersen ve Febbraio, 2012).

Egzersiz, metabolik hastalıklardan korunmada önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle kardiyovasküler fonksiyonlarda olduğu gibi, kan lipid ve glukoz seviyelerini düzelterek birçok metabolik hastalığın tedavisinde de kilit bir rolü vardır. Kronik egzersiz kas kitle ve kapasitesine olumlu etki yaparken, akut egzersiz kas kontraksiyonu için tüketilen glukoz ve lipid mobilizasyonu üzerinde olumlu etkiler yapmaktadır (Colberg ve ark., 2010; Egan ve Zierath, 2013). Akut egzersizden plazma membranı ve transvers tübüllerle ilişkili glikoz taşıyıcıların sayısı glikoz alımındaki artış ile orantılı olarak egzersizi takiben artmaktadır (Roy ve Marette, 1996).

Egzersiz glikoz metabolizması üzerine biyokimyasal etkileri karaciğerdeki insülin duyarlılığı ile karakterizedir. Glikozun emilim sonrası büyük bir kısmı karaciğerde depolanmaktadır (Ferrannini ve ark., 1980). Egzersizi takiben glikoz kasın glikojen deposuna iletilir ve deponun devamlılığı sağlanmış olur (Maehlum ve ark., 1978). Glikojenin oluşumundaki hız kısıtlayıcı aşama, glikozu, UDP glikozundan, glikojene dönüştüren glikojen sentaz enziminin olduğu aşama olarak karşımıza çıkar.

Sonuç olarak bu enzim egzersizin insülin duyarlılığını artırmasında önemli bir görev üstlenmiştir. namaktadır. Glikojen sentaz aktivitesinin egzersiz sonrası arttığı görülmüştür (Devlin ve ark., 1987).

Egzersiz diyabet, obezite ve metabolik birçok hastalık gibi kronik metabolik hastalıklardan korunmada ve tedavide önemli bir yere sahiptir (Colberg ve ark., 2010). Düzenli olarak yapılan egzersiz ile birlikte kardiyovasküler sistemde olumlu değişim, lipid profilinde değişiklikler, obezite değerlerinde azalma, kalp atım hızının regüle edilmesi, dinlenik nabızda azalma ve kan hemodinamisinde gelişmeler olarak ifade edilebilir (Vuori ve ark., 2013).

Egzersiz metabolizma üzerine olumlu etkilerinin ortaya çıkması hem iskelet kasının metabolik ve moleküler olarak yeniden yapılanması ile hem de kaslardan salınan miyokinler vasıtasıyla olmaktadır (Egan ve Zierath, 2013; Pedersen ve Febbraio, 2012).

2.2.3. Egzersizde Hormonal Sistem

Hormonlar vücut sıvılarına endokrin organlar tarafından salınarak hedef organlarda etkilerini gösteren kimyasal maddelerdir (Ergen ve ark., 2007). 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).

Egzersiz sırasında hormonal tepkiler hakkındaki bilgiler yeteri kadar net değildir ve sınırlıdır. Hormonlar hakkında bilinenler kan ve idrardaki yoğunluk ile ilgilidir. Egzersiz ile hormon sistemi arasındaki ilişki net olarak ifade edilemese de egzersiz yapımına bağlı olarak hormon salınımını etkilenmekte 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 gösterebilir. Bununla beraber bazı hormonlar ise saatler hatta günler süren etkiler gösterebilir (Ergen ve ark., 2007). Hormon miktarındaki artışı veya azalmayı endokrin salgı bezleri kontrol etmektedir. Bu değişim metabolik değişiklikleri de ifade etmektedir. Egzersiz sırasında salınan hormonlarda terleme ve su kaybından dolayı plazma hacminde azalma görülür (Fox ve

ark., 2012).

Hormonların farklı zamanlarda değişim gösterip göstermediği tartışmalı bir konudur. Bu ilişkinin tanımlanması ise hormonlara etki eden farklı değişkenlerden dolayı zordur. Egzersize bağlı adaptasyonun haricinde farklı çevresel koşullarda hormonlara etki edebilmektedir (Kraemer ve ark., 2014).

2.3. Kas Hasarı

Sportif performansa ulaşabilmek için belirli bir sistem içerisinde, performans bileşenlerini geliştirmeye yönelik çalışmalar antrenmanı oluşturur. Bilinen tanımıyla antrenman yüklenmeler sonucu organizmada bir değişikliğin meydana gelmesi ve sonuçta verim artışına neden olmasıdır. İskelet kası kendilerine gelen sinir uyarıları ve bu uyarıların sebep olduğu birtakım biyokimyasal olay sonucu bağlı bulunduğu eklem veya eklem gurubunu hareket ettirir ya da sabit bir şekilde durmasını sağlar (Günay ve Yüce, 2001).

Egzersizle kaslarda hücresel düzeyde bir hasar meydana gelmektedir. Bu hasar literatürde mikro travma, mikro yaralanma ve kas hasarı terimleriyle tanımlanmaktadır. İskelet kas dokusunda oluşan kas hasarı, olayın şiddetine göre süratte, izometrik kas kuvvetinde ve esneklikte azalmaya neden olabilir (Simith ve Miles, 2000). Kas hasarı, yoğun egzersiz sonucunda, yorgunluk, işlev kaybı, güç ve kaslarda ağrı kaybına neden olan akut bir durumdur (Clarkson ve Hubal, 2002). Kas hasarı fonksiyon kaybı, kas yapısındaki mikroskobik değişiklikler, hücre içi protein seviyelerinde artış olarak karakterize edilebilir. Kaslar travma veya uzun ve yorucu egzersizler sonunda hasara uğrayarak ağrı oluşturur ve fonksiyonunu tam olarak gerçekleştiremezler (Tiidus, 2008). Uzun süren periyotta, devam eden ya da aralıklı zorlu kasılmalarda, üç tip kas hasarı belirtisi bilinmektedir. Bunlardan birincisi ve en yaygın olarak gözlenen DOMS (delayed-onset muscle soreness) gecikmeli kas hasarı olarak bilinmektedir. Buna bağlı olarak kişiler egzersizden 12-48 saat sonrasında kaslarda başlayan zayıflık, yorgunluk ve hassasiyet hissiden şikâyet ederler. İkinci tip kas hasarı belirtisi; egzersizden hemen sonra oluşan yorgunluktur. Egzersiz esnasında veya egzersiz bittikten sonra kaybolur. Hem deneyimli hem de yeni başlayan sporcularda gözlenir. İzometrik kasılmalarda iskemiye sebep olarak anaerobik metabolizma sonucunda laktik asit üretilir ve laktik asitin kasta birikmesi sonucunda yorgunluk oluşmaya başlar. Üçüncü tip kas hasarı belirtisi ise ağrı ile ilgilidir. Yüksek hızda yapılan kasılmalarda tekrarlanan egzersizler

sırasında kas çekmesine benzer ağrı şeklinde gözlenir (Christopher ve ark.,2004). Egzersizin sebep olduğu, kastaki doku hasarı özellikle sağlık için spor yapanların, çeşitli rahatsızlıklar nedeniyle fizik tedavi alanların, kalp problemlerinden dolayı egzersiz yapanların ve egzersiz programı uzmanlarının yakından ilgilendiği bir konudur. Yapılan çalışmalarda uygulanan egzersizin, türüne ve niteliğine göre kas yapısında bir hasar meydana getirirken myokartta da enfarktüse benzer zedelenmelere sebep olduğu bilinmektedir. Egzersizin sebep olduğu kas hasarı son yıllarda bilim adamlarının ilgisini çekmekte ve konuyla ilgili olarak çok yönlü çalışmalar yapılmaktadır (Nielsen ve ark., 1984).

2.3.1. Kas Hasarı Oluşumu ve Mekanizması

Araştırmalar egzersize bağlı kas hasarlarının en önemli nedeninin mekaniksel faktörler olduğunu belirtmektedir. Bunu destekleyen farklı bir görüş ise, ekzentrik kasılma sonrasında, konsantrik kasılmaya göre kas hasarının daha şiddetli olmasıdır. Ekzentrik egzersiz esnasında fibril başına düşen mekaniksel stres, konsantrik egzersizden daha yüksektir. Ekzentrik çalışma sonrası kontraktıl elemanlardaki hasar, kas kuvveti ve hareket genliğinde azalmalara yol açmaktadır (Ebbeling ve Clarkson, 1998). Kasın kasılabilen en küçük birimi olan sarkomerin yapısında miyozin ve aktin gibi kontraktıl proteinlerin yanı sıra, kontraktıl proteinleri stabilize eden ve gerimin uzunlamasına ve yanlamasına aktarımını sağlayan bazı yapısal proteinler bulunmaktadır. (Friden ve ark., 1983; Friden ve ark., 1988; Friden ve Lieber, 1992). Egzersizin şiddeti sarkomerin fizyolojik gerilme sınırını aşarsa bu proteinlerde kısmi hasarlar veya tamamen ayrılmalar meydana gelmektedir. Bu yapısal bozulmalar sonucu oluşan ağrı, fonksiyon kaybı, sertlik, şişlik ve bazı kas enzimlerinin dolaşım seviyelerinin artması ile oluşan durum, ekzentrik egzersiz kaynaklı kas hasarı olarak tanımlanır (Friden ve ark., 1988; MacIntyre ve ark., 1996; Ebbeling ve Clarkson, 1998 ; Dannacker ve ark., 2005;).

Kasta oluşan başlıca hasar, kas proteinlerinin açığa çıkması ve sarkolemanın yırtılması olarak görülür; bunun sonucunda desmin kaybı meydana gelir ve liflerin içindeki hücre içi protein dışarı çıkar (Lieber ve Friden, 1993; Lieber ve ark.,1996).

2.3.2. Egzersizde Kas Hasarı

Kas hasarı tanımlanırken iki şekilde ifade edilmektedir. Birincisi alışık olunmayan türde yapılan egzersizler sonucu oluşurken ikincisi ise tam olarak ifade edilmemesine rağmen kas iskemisinin de katkısıyla oluşan doku zedelenmesiyle bazı metabolik ve kimyasal olayların meydana gelmesinden dolayı kas hasarının oluşması şeklinde ifade edilmektedir. Egzersiz sonrasında başlayan kas ağrısı egzersizi takiben iskelet kaslarındaki travmaya bağlı olarak gelişen ve travma şartlarında geçici olarak ortaya çıkan ağrıdır. Geç dönemde başlayan kas ağrısı kasta duyarlılık artışı ve beraberinde sertleşmeyle karakterize bir ağrı olarak da ifade edilmektedir (Smit, 1991; Camus ve ark., 1994).

İskelet kas dokusunda oluşan kas hasarı, olayın şiddetine göre süratte, izometrik kas kuvvetinde ve esneklikte azalmaya neden olabilir. Özellikle sezon başında yoğun yüklemeler yapan sporcularda, ağırlık çalışmalarında, çok tekrarlı eksantrik çalışmaların uygulandığı antrenmanlarda, değişik antrenman programlarının uygulanmaya başladığı durumlarda ve formda olmayan sedanter bireylerde kas hasarının ortaya çıktığı görülmektedir. Oluşan kas hasarının seviyesi ve adaptasyon süreci, yüklenmenin şiddetine göre değişiklik göstermektedir (Jones ve ark., 1989).

Egzersize bağlı oluşan kas hasarı, tıbbi açıdan bir spor yaralanması durumu değildir. Fakat sporcu performansını önemli ölçüde olumsuz etkileyen bir durumdur. (Brown ve ark., 1999). Bununla birlikte kas hasarının tespit edilmesinde kullanılan iki temel yöntem vardır. Birincisi görüntüleme teknikleridir (Friden ve ark, 1983). İkincisi ise kasa özel bazı enzim aktivitelerinin serumdaki seviyelerinin belirlenmesine dayalı olan metottur. İzoenzimlerin serumdaki seviyelerinin artması, ilgili dokudaki hasarı ve hasarın derecesinin tespit edilmesinde belirleyici rol oynar (Roth ve ark., 2000).

2.3.3. Kas Hasarı Belirteçleri

Üç tip kas hasarı belirtisi olduğu bilinmektedir. Bunlardan birincisi ve en yaygın olarak gözlemlenen gecikmeli kas hasarı (GKA/delayed-onset muscle soreness DOMS) olarak tanımlanmaktadır. Kişilerde egzersizden 12-48 saat sonrasında, kaslarda zayıflık, yorgunluk ve hassasiyet hissi meydana gelmektedir. Bu tip hasarlar genellikle eksantrik kasılma içeren egzersizlerin sonrasında gözlemlenmektedir. İkinci tip kas hasarı belirtisi; egzersizden hemen sonra oluşan yorgunluk şeklinde ifade edilmektedir. Düzenli antrenman yapanlarda ve spora yeni başlayanlarda görülebilmektedir. İzometrik

kasılmalarda iskemiye sebep olarak anaerobik metabolizma sonucunda laktik asit üretilmektedir. Ve buna bağlı olarak kasta laktik asitin birikmesiyle yorgunluk oluşmaya başlar. Üçüncü tip kas hasarı belirtisi ise; tekrarlanan egzersizler sırasında, yüksek hızda yapılan kasılmalarda, kas çekmesine benzer bir şekilde meydana gelen ağrı, şeklinde tanımlanmaktadır (Camus ve ark., 1994). Kas hasarının belirtileri fonksiyonel, biyokimyasal ve histokimyasal belirtiler olarak sınıflandırılabilir. Ağrı, şişlik, hareket yeteneğinde azalma tespit edilmesi kolay olan fonksiyonel belirtileridir. Egzersiz yoğun, beklenmedik ve tekrarlı ekzantrik aktiviteyi içeriyorsa kas aktivitesinde egzersizden hemen sonra güç kaybı görülür (Allen, 2001). Çeşitli indirekt belirteçler egzersizle oluşan kas hasarını belirlemede yardımcı olur. Bunlar, manyetik rezonans görüntüleme (MRI) T2 sinyal yoğunluğu artışı, elektriksel uyarımlı (özellikle alçak frekanslı uyarımlar) ve istemli kasılmalar sırasında uzamış ve zayıflamış kuvvet üretimi, yaralanmış kasta ve kanda inflamatuvar belirteçlerde artış ve kanda kas proteinlerinin artışıdır (Clarkson ve Hubal, 2002).

Kas hasarının oluşmasında ilk basamağın, kasın mekanik yapısından kaynaklanan yapısal proteinlerdeki bozulma olduğu düşünülürken, hasar sürecinin sonraki basamaklarında kalsiyum dengesindeki bozulmalar ve inflamasyon mekanizmasının etkili rol oynadığı bilinmektedir. Aşırı gerilen sarkomerde sarkoplazmik retikulum veya kas membranındaki hasar, sarkoplazmik retikulumun kalsiyumu geri almasını engelleyerek intrasellüler kalsiyum miktarını artırır ve kalsiyuma duyarlı yıkıcı mekanizmaları aktive eder. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda ekzantrik egzersiz sonrası sarkoplazmik retikulümden kalsiyum salınımının azaldığı görülmüştür (Hill ve ark., 2001). İnflamatuvar cevap ise sitokinlerin salınımı, monositmakrofaj migrasyonu, prostoglandin, histaminler ve benzerlerinin neden olduğu lokal ödem, kan akımında ve doku geçirgenliğinde artışın başlaması ile sonuçlanmaktadır (Lenn ve ark., 2002). Kas hasarı sonucunda inflamatuvar hücrelerin kasa girişi hızlı ve ardışık şekilde artar. Bu hücrelerin girişi kasın iyileşme, yenilenme ve büyüme sürecinde günler ve haftalar boyu devam edebilir. Kas tamiri ve yenilenmesi ile inflamasyon arasındaki bu ilişkinin yararlı olabileceği gibi yaklaşımlar mevcutken, inflamasyonun kas hasarını artırdığı ve kasın yeniden yapılandırılmasında yararlı olmadığına dair görüşler de mevcuttur (Tidball, 2005).

2.4. Egzersiz ve Enzimler Arasındaki İlişki

Egzersizlerden sonra kandaki enzim düzeylerinin değişmesine neden olan çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bu enzim düzeylerindeki ani artışların, özellikle hastaya uygulanacak tedaviye karar verilirken dikkate alınması gerekmektedir. Egzersiz, hücrel adenozin trifosfatı azaltır ve bu azalmada hücrel geçirgenliği artırır. Artan hücrel geçirgenlik, CK, LDH, AST ve aldolaz gibi, iskelet kası kaynaklı enzimlerin serumdaki seviyelerinde hafif artışa neden olur. Beş dakika kadar yapılacak olan kısa süreli yürüyüş bile bu enzimlerin plazmadaki düzeylerini artırabilmektedir. Yapılacak olan ağır egzersizlerin etkileri, orta yoğunluktaki egzersizlere göre daha şiddetli olarak ortaya çıkabilmektedir (Aslan, 2005). Fiziksel egzersizler sırasında meydana gelen çeşitli tiplerdeki kas kasılmaları iskelet kaslarında incinmeye neden olabilmektedir. İskelet kaslarında meydana gelen zedelenme ile kasta ağrı, CK, LDH, miyogloblin benzeri kas proteinlerinin kan dolaşımındaki artışı gibi birtakım belirtileri vardır (Clarkson ve ark., 2006). İskelet kası enzimlerinin serum değerleri, kas dokusunun fonksiyonel bir göstergesi olmakla beraber; patolojik ve fizyolojik durumlarda değişim gösterebilmektedir. Dolayısı ile enzimlerde meydana gelen herhangi bir artış sonrasında akut ve kronik kas zedelenmesiyle hücrelerin doku zedelenmesini veya ölümünü ifade edebilmektedir (Garry ve McShane, 2000; Hood ve ark., 1991; Wolf ve ark., 1987). Serumda bulunan kasla ilgili olan enzimlerin ve izoenzimlerin seviyelerindeki değişiklikler, yoğun egzersiz yapmış atletlerde ve normal bireylerde de görülebilmektedir. Kas dokusundan kana karışan enzim miktarında, fiziksel hareketlilik etkili olabileceği gibi, bu değişikliğe sebep olan genetik farklılıklar da dikkate alınmalıdır.

2.5. Kreatin Kinaz

Kreatin kinaz, kas kasılmasını sağlamakla beraber, aynı zamanda taşıma sistemlerindeki adenozin trifosfatın da (ATP) yenilenmesini (rejenerasyonu) sağlayan bir enzimdir (Kılıç, 2010). Kreatin kinaz enzimi (CK), eski adıyla kreatin fosfat kinaz (CPK), adenozin trifosfat aracılığı ile kreatinin reverzibl fosforilasyonunu katalize etmektedir. CK iki alt üiteden oluşan aktif bir dimerdir. İki alt üit, monomerler B (brain) ve M (muscle) harfleri ile tanımlanmaktadır. Monomerler üç farklı şekilde bağlanarak farklı CK izoenzimlerini oluşturmaktadırlar. Bu izoenzimler CK-BB (CK-1), CK-MB (CK-3), CK-MM (CK-M3)'dir. CK-1 beyin, prostat, kalın barsak, akciğer,

mesane, uterus, plesenta ve tiroid bezinde fazla miktarda bulunmaktadır. CK-3 daha çok iskelet ve kalp kaslarında bulunurken CK-2 ise kalp kası ve iskelet kasında bulunmaktadır (Ercan ve ark.,2003).

Kreatin kinazın vücutta en yüksek seviyede bulunduğu dokular kas ve beyindir. Beyinde bulunan CK enziminin, kan beyin bariyerini aşarak dolaşıma geçmesi çok zordur. Bu sebepten dolayı dolaşımda ölçülen CK enzimi miktarının kaynağı, iskelet kası ya da kalp kası ağırlıklıdır. Bu enzimin dolaşım düzeyindeki seviyesinin yükselmesinin sebebi iskelet kası ile kalp kasında meydana gelen travma yada nekrozudur. Dolayısı ile CK enzim miktarındaki artışın nedeni öncelikle iskelet kası ya da kalp kası harabiyetinden kaynaklanabilmektedir (Erdoğan, 2009). Serum CK aktivitesinin arttığı durumlar, özet olarak aşağıdadır:

- Miyokard infarktüsü,
- Şok ve dolaşım yetmezliği
- Rabdomiyoliz
- Cerrahi girişim sonrası
- İskelet kası travması
- Şiddetli egzersizler
- Miyozit
- Fizyolojik
- Kas içi zedelenmelerden sonra
- Alkolizm (olasılıkla kısmen alkol miyozitine bağlı olarak)
- Musküler distrofi (Özgünen ve Üstdal, 1997).

Sağlıklı bir insanda bulunması gereken normal serum CK düzeyi 45-171 U/L arasında olması gerekmektedir (Schumann ve Klauke 2003). Kanda normal seviyenin üzerinde bulunan serum CK aktivasyonunun tam olarak nedeni bilinmezken; yaş, cinsiyet ve ırk gibi faktörlerin bu durumu etkileyebileceği düşünülmektedir (Nosaka ve Clarkson, 1996). Normalin üzerindeki serum CK seviyesi sinir-kas sistemi hastalıklarının önemli göstergelerinden biridir (Lilleng ve ark., 2011). Kreatin kinaz aktivitesi çizgili kas, beyin ve kalp dokusunda da fazladır. Böbrek ve diyafram gibi diğer dokular çok az enzim aktivitesi içerirler. Karaciğer ve eritrositlerde hemen hemen hiç enzim aktivitesi yoktur (Ercan ve ark., 2003).

2.6. Aspartat Aminotransferaz (AST)

AST özellikle kalp karaciğer ve iskelet kasında bulunan bir enzim olarak tanımlanır. Karaciğer hastalıklarında özellikle akut ve kronik hepatitte hücre yıkımı yüzünden AST enzimi yükselir. Kalp hastalıkları, karaciğer hastalıkları, travmatik kas ve sıcak çarpması durumlarında AST enzimi artar (Erdoğan, 2009). Bir başka tanıma göre AST, sitoplazmik ve mitokondrial membranın birlikte hasarlandığı birçok durumda artış gösteren bir plazma enzimidir. Hepatik ve iskelet kas hastalıklarında, şokta yükselir. Normal değeri 1-32 U/L'dir. CK/AST oranı iskelet kas hasarında 10 civarındadır (Adam, 2000). Karaciğer hücrelerinde, beyinde, pankreasta, akciğerlerde, böbreklerde, kırmızı kan hücrelerinde ve kalp iskelet kasının yapısında bulunur (Ersoy, 2012).

Aspartat aminotransferaz, akut miyokard infarktüsü tanısında ilk kullanılan biyokimyasal bir parametredir. Bu enzim karaciğerden sonra en fazla, miyokard hücresinde bulunur. Dolayısı ile bu dokuların hasarında bu enzimin serum düzeyleri erkenden yükselir. AST düzeyindeki artış vücuttaki hücre hasarının düzeyi ile orantılıdır ve bu nedenle, hasarın ilerlemesi veya iyileşme sürecinin takibinde önemli bir serum izleme belirteçidir. Miyokard infarktüsünü takiben 6-8 saat içinde serum AST düzeylerinde belirgin artış olur ve 48-60 saat içinde en yüksek düzeylerine ulaşır (Karaçalıoğlu ve ark., 2006).

2.7. Alanin Aminotransferaz (ALT)

Alanin aminotransferaz, karaciğere spesifik bir enzimdir ve büyük çoğunluğu sitoplazmada lokalize olmuştur. Ayrıca iskelet kası, kalp ve böbrekte de düşük düzeylerde bulunmaktadır (Akın ve ark., 1992; Perk ve Mengi, 1993). ALT enzimi sitoplazmik bir enzimdir. Serum ALT seviyesinin yükselmesi hepatosellüler nekroz sonucu hücre içindeki enzimin seruma geçmesi şeklinde olabildiği gibi nekrozla sonlanmayan düzeydeki bir hücre hasarında membran geçirgenliğinin artmasından da kaynaklanabilir (Lok ve McMahon, 2009).

Alanin aminotransferaz düzeylerini etkileyen karaciğer hastalığı dışındaki hastalıklar ve faktörlerle ilgili yapılan birçok çalışmada cinsiyet, VKİ, anormal karbonhidrat ve lipid metabolizmasının da yüksek ALT seviyesi ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur (Wejstal ve ark., 1988).

ALT enzimi böbrekte de önemli miktarda bulunduğu açıklanmıştır (Henry,

1991). Alanin aminotransferaz yoğunlukla karaciğerde ve karaciğer hastalıklarında (siroz ve hepatit gibi) artar ve bu hayati organın bütünlüğünün göstergesidir. Serum aminotransferaz konsantrasyonları sporcuların karaciğere zarar veren anabolik androjenik steroidler kulaklarında artar. Sonuç olarak, aminotransferazlar kaslarda mevcut olduğundan, serum konsantrasyonları ağır bir egzersizden sonra kas lifi tahribatından dolayı artar (Çoban, 2011).

2.8. C Reaktif Protein (CRP)

CRP bir β -globülinidir. Globuler yapısına bakıldığında, birbirine kovalent olmayan şekilde bağlı beş alt bölümden meydana gelmiş, elektron mikroskobunda disk şeklinde görülen, siklik, glikolize olmayan bir yapıdan oluşmuştur. İnsan CRP geni kromozom 1 üzerinde lokalizedir. Her bir alt ünitesi 206 aminoasit dizisinden oluşmaktadır. Moleküler ağırlığı 23 kDa'dır. Sağlıklı insanlarda serum CRP konsantrasyonu 1 mg/dl'den azdır. (Ay ve Gürbilek, 1998). Plazma yarı ömrü kısa (yaklaşık olarak 19 saat) olmakla birlikte tüm koşullarda aynıdır ve bu nedenle CRP'nin plazma konsantrasyonunu belirleyen tek şey onun sentez hızıdır. Yakın zamanda CRP'nin vasküler hücrelerdeki rolüyle ilgili yapılan çalışmalarda, CRP'nin damar duvarındaki düz kas hücrelerinde de üretilebileceğine dair kanıtlar bulunmuştur. Sitokinlerin aksine uzun bir yarılanma ömrü olup, sirkadiyen değişikliğin izlenmediği kararlı serum seviyeleri sergiler. Ayrıca ölçümü kolaydır (Uyemura ve ark., 1996; Szabo ve ark., 2003).

CRP insanlarda, enfeksiyon ve doku zedelenmesine yanıt olarak akut ve hızlı yükselen majör bir akut faz reaktanıdır. Ayrıca kardiyovasküler riski belirlemede ek bir yöntem olarak kullanılmasına başlanmıştır ve CRP, kronik kararlı koroner kalp hastalığı ve akut koroner sendromu bulunan hastalarda inflamasyonun duyarlı bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (Hansson, 2001). Enfeksiyon, doku zedelenmesi ve inflamasyonun çeşitli şekillerinde hepatik yapımı tetiklenmektedir (Shah ve Newby, 2003). Egzersizle oluşan CRP, akut faz proteinlerinin inflamatuvar kontrolünde rol oynamaktadır ve egzersizden 24 saat sonra en üst seviyesine çıkar. (Cox ve ark., 2009)

2.9. Troponin

Troponin kasın kasılmasıyla birlikte iskelet kasından ve kalp kasından salgılanan düzenleyici bir proteindir (Mooren ve Völker, 2005). Başka bir tanıma göre ise kalp kas hasarını gösteren diğer bir parametre troponindir, ayrıca egzersizde kalp kası hasarını gösterir ve egzersizden sonra miktarı artar (Koller, 2009). Aynı zamanda akut kalp problemlerinde plazma seviyesinde artış meydana gelir (Tsai ve ark., 2008).

Troponin (Tn) çizgili kasın ince filamanlarının düzenleyici proteindir ve TnC (18kDa), TnI (24 kDa) ve TnT (37 kDa) olmak üzere üç alt gruptan meydana gelir. Troponinler kana T, I, C kompleksleri (cTnT-I-C üçlü kompleksi ve cTnI-C ikili kompleksi) şeklinde ve serbest alt gruplar olarak salınırlar. Troponin T ve I çizgili kasta kasılma işleminin önemli bileşenleri olarak beraber görev alırlar. Çizgili kaslarda troponin kompleksi benzer şekilde yer alırsa da troponin T ve I'nın izoformları kardiyak kasta farklıdır, çünkü proteinler bu dokuda farklı genler tarafından kodlanırlar. Kardiyak izoformlara karşı spesifik antikolar, hassas cTnT ve cTnI testleri için esas oluşturur (Elmalı ve ark.,2005). Middleton ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada koşu bandı egzersizinden sonra cTnT artmıştır. Aktif sporcularda artıştaki değer daha da yüksektir (Ho-Park ve ark., 2008; Koller, 2009). Şimdiye kadar egzersiz sonrası troponin salgılanmasının nedeni açık değildir. Koller (2009), egzersizle oluşan kardiyak troponin artışı, kalp kasında oluşan geri dönüşümlü hasarı ifade ettiğini belirtmiştir.

2.10. İrisin

İrisin, Boston'daki Dana Farber Kanseri Enstitüsünde Bruce Spiegelman başkanlığında yapılan, sonuçları Nature dergisinde yayımlanan, PGC1-alpha proteininin rolünün araştırıldığı çalışmada tanımlanmıştır. İrisin beyaz adipoz dokuyu kahverengi adipoz dokuya çevirerek enerji harcanmasına neden olan termojenik bir proteindir (Boström ve ark., 2012). İrisin düzenli egzersiz yapıldığında bireyleri metabolik hastalıklardan koruyan ve iskelet kasından salınan bir miyokin olarak tanımlanabilir (Aydın, 2014).

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. Egzersiz sonucu kas hücrelerinde FNDC5 geninin aktive olduğunu; bu genin ürünü olan FNDC5 proteininin proteolizi sonucu irisin oluştuğunu ve dolaşıma salgılandığını saptamışlardır. FNDC5, iki fibronektin, bir hidrofobik C-terminal alanını içeren üç parçadan oluşur. İrisin, FNDC5'ten bir sinyal peptidi ve bir hidrofobik bölgenin proteolitik işlemler sonucu ayrılması ile oluşur. İrisin, 12 kDa ağırlığında ve 112 aminoasitten oluşan glukoprotein yapılı bir proteindir (Boström ve ark., 2012). Yaklaşık olarak irisinin %72' si kas dokusundan gelir geri kalan %28'i adipoz dokuda bulunur. Buna göre plazma irisinin ana kaynağı iskelet kasıdır (Roca-Rivada ve ark., 2013).

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, 2008). Son zamanlarda egzersiz sonrasında salınan maddelerin iskelet kasında metabolik genlerin transkripsiyonuna neden olduğu tespit edilmiştir (Pilegaard ve ark., 2003). İnsanlarda beyaz yağ dokusu ve kahverengi yağ dokusu olmak üzere iki tip yağ dokusu vardır. Beyaz yağ dokusu enerji depolarken, kahverengi yağ dokusu enerji harcanmasını ve termogenezi sağlar (Satterfield ve Wu, 2011). İrisinin kana salındıktan sonra esas olarak enerji depolayan beyaz yağ hücrelerinin enerji harcayan kahverengi yağ hücresi gibi davranmasına neden olduğu ileri sürülmüştür (Sanchis-Gomar ve ark., 2015). Ancak bu konuda tartışmalar halen sürmektedir. Bostrom ve ark (2012)'nin irisinin ana kaynağı iskelet kasları olduğunu bildirmelerine karşın, sonradan yapılan çalışmalarda kalp kaslarından daha fazla irisin salgılandığı gösterilmektedir (Aydın ve ark., 2014). İrisinin sentezi pankreasta ve periferal dokular arasındaki yağ bezlerindedir. İrisin sentezinin büyük bir kısmının iskelet kas dokusunda gerçekleştiği düşünülmektedir (Boström ve ark.,2012). Farelerde yapılan bir çalışmada ise irisinin doku başına düşen miktarı, kalp kasında ve iskelet kasında hesaplanmış ve kalp kas dokusunda daha fazla irisin sentez edildiği belirlenmiştir (Aydın ve ark.,2014). Böbrekler, ovaryum, testis, rektum, kalp, intrakraniyal arterler, dil, optik sinir, mide ve nöral hücrelerde irisinin immunoreaktivitesi bulunmuştur (Erickson, 2013)

İrisin miyokin sınıfındaki en büyük hormondur (Vamvini ve ark.,2013). Miyokinlerin keşfine kadar kas dokusunun; gevşeme, hareketlerin desteklenmesi ve organizmaya şeklini verdiği bilinmekteydi (Lutz ve Lieber, 1999). Ancak, son çalışmalar irisin hormonunun, miyonektin, angiopoietin-like protein 4 (ANGPTL4), beyin-türevli nörotrofik faktör (brain-derived neurotrophic factor: BDNF), fibroblast growth factor (FGF)21, VEGF β , follistatin-like 1 (FSTL-1), IL-6,IL-7, IL-15 ve miyostatin gibi pek çok molekülün kas dokusunda sentez edildiğini göstermiştir. Bu durum, kas dokusunun çeşitli fizyolojik olayların düzenlenmesinde ve metabolik olaylarda önemli bir endokrin organ görevi görmesini sağlamaktır (Pedersen, 2013). İrisin prekürsörü olan FNDC5'in mRNA'sı en yüksek seviyeden en düşüğe doğru olmak üzere; kas, rektum, perikardium, intrakraniyel arter, kalp, dil, optik sinir, beyin, ovaryum, ovidukt, hipofiz, seminal veziküller, adrenal bez, özafagus, vena kava, böbrekler, penis, retina, testis, üretra, sidik kesesi, spinal kord, karaciğer, ince bağırsaklar, tonsiller, tiroid ve vajina dokularında olduğu tespit edilmiş ve irisin salgılanmasının buralardan olabileceği ortaya ortaya koyulmuştur (Huh ve ark., 2012). İrisin adipoz dokulardan da salgılanır (Roca-Rivada ve ark., 2013). İrisin prekürsörü olan FNDC5'in aşırı salınımı; oksijen kullanımını, karbondioksit ve ısı üretimini artırır. İrisin, enerji harcanmasını ve ısı çıkışını artırmak için hücre içinde iki yol izler. Bunlardan birincisi; irisin hormonu reseptörüne bağlandığında, yağ yıkımını sağlayan siklik adenosin mono fosfat (cAMP), protein kinaz A(PKA) ve hormon sensitiv lipaz (HSL)/perilipin yolağı ile aktive edilir. Hücre membranında ilk önce adenilat siklaz enzimi aktive olur ve hücre içinde cAMP artışı gerçekleşir, cAMP düzeyinin artışı protein kinazı aktive ederek hormon sensitiv lipazın aktivitesini sağlar. Hormon sensitiv lipazın aktive olması yağ yıkımını ve enerji harcamasını artırır. İkinci yol ise; FNDC5 irisin, çekirdeği henüz bilinmeyen bir yol ile uyarır ve UCP1 ekspresyonunu artırarak elektron transport sisteminde ATP üretimini bloke ederek ısı üretimini artırır. UCP1 ekspresyonunun artışıyla artan ısı üretimi, insülin direnci olan kişilerde ve obezlerde glukoz/yağ metabolizması açısından enerji harcamasını artırır (Xiong ve ark., 2015).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Grubu

Çalışmaya Türkiye Futbol Federasyonunun birinci (1.) ve üçüncü (3.) liginde oynayan lisanslı 26 kadın futbolcu katılmıştır. Kadın futbolcular aynı özelliklere sahiptir ve son beş hafta içinde hiçbir non steroid anti inflamatuvar ilaç kullanmamış, kas içine enjeksiyon yaptırmamıştır. Ayrıca kadın futbolcuların, menstural dönemde olmamasına dikkat edilmiştir.

Çalışmaya başlamadan önce Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 08.06.2017 tarihli 2017/242 karar numarası ile izin alınmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Antrenman Programının Uygulanması

Çalışmaya 26 kadın futbolcu katılmıştır. Katılımcılar 15 dakikalık ısınmanın ardından 8 temel core kuvvet egzersizi (plank, yan plank, ters köprü, mekik, şınav, yüksek köprü, spiderman, squat) yapmışlardır. Hareketler 2 tekrarlı olup 30 saniye süreyle yapılmıştır. Tekrarlar arası 45 saniye hareketler arasında 1 dakika dinlenme verilmiştir. Antrenman devamında katılımcılar 30 saniye dinlenmeli 12 x 20 metre tekrarlı sprint koşusu yapmışlardır. Tekrarlı sprint koşuları setler arası 4 dakika dinlenmeli 2 set olarak yapılmıştır. Katılımcılara son aşamada maksimum kalp atım hızının % 80-85 temposunda 4 x 1200 metre koşu uygulanmıştır. Setler arası 3 dakika dinlenme verilmiştir.

3.2.2. Kan Örneklerinin Alınması

Çalışmada uzman hemşire tarafından ön kol venöz damardan antrenmana başlamadan kadın futbolculardan 5 ml kan alınmıştır. Uygulanan antrenman sonrasında da aynı şekilde 5 ml kan alınmıştır ve aynı şekilde antrenmandan 24 saat sonra 5 ml kan alınmıştır. Alınan kanlar jelli biyokimya tüpleri ile alınarak, kan örnekleri 3000 rpm hızında 5 dakika süre santrifüj edilerek serum kısımları ayrıştırılmış ve ependorf tüplerinde -80 °C saklanmıştır.

3.2.3 Biyokimya Analizleri

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 50 µL 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. İnter-assay CV < % 10, intra-assay CV<%12, sensitivity 0.902 ng/L idi. Yüksek konsantrasyonlu örnekler iki kez çalışıldı.

3.2.4 İstatistik Analiz

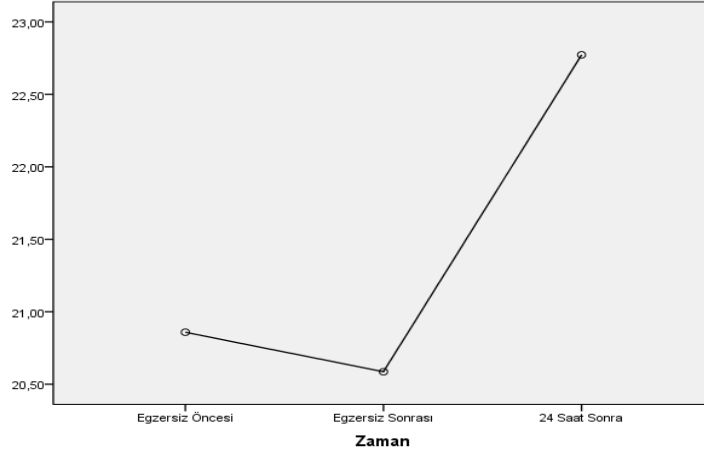
Egzersiz grubunun zamana bağlı değişiminin karşılaştırılması için tekrarlayan ölçümlerde ANOVA yapılmıştır. Farklılık olduğu durumlarda farkın kimin lehine olduğunu belirlemek için Bonferoni testi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmış, elde edilen bulgular ortalama, standart sapma olarak sunulmuştur.

4. BULGULAR

Serum irisin seviyesinin kas hasarına etkisininin araştırıldığı bu çalışmada, egzersiz öncesi serum irisin seviyesi 20,86 μL , egzersiz sonrası 20,59 μL , 24 saat sonra ise 22,77 μL olarak bulunmuştur (Tablo 1). Egzersiz öncesi, sonrası ve 24 saat sonra irisin değerleri karşılaştırıldığında irisin seviyesinde zamana bağlı (Şekil 1) istatistiki değişim bulunmamıştır ($p=0,53$).

Tablo 1. Serum irisin seviyesinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra karşılaştırılması

	n	Ort.	S.S.	Kareler Ort.	Kareler Top.	F	p
Egzersiz Öncesi		20,86	23,52				
Egzersiz Sonrası	26	20,59	23,87	55,12	73,83	0,51	0,53
24 Saat Sonra		22,77	25,50				

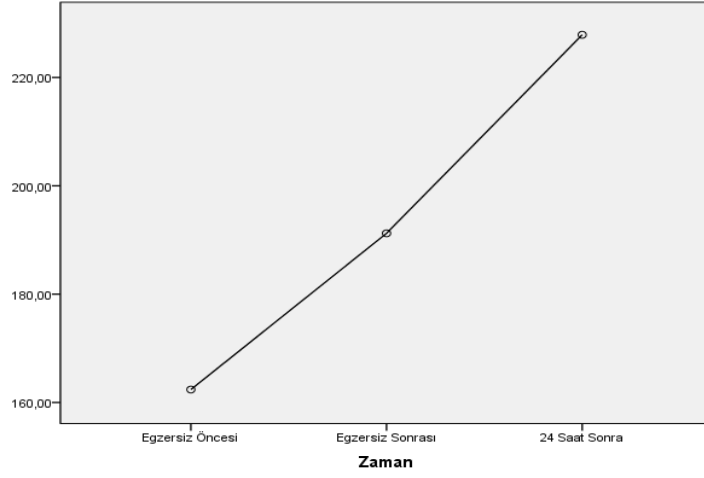


Şekil 1. Serum irisin seviyesinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra grafik değeri

Araştırmada egzersiz öncesi kreatin kinaz değeri 162, 38 μL , egzersiz sonrası 191,23 μL ve 24 saat sonra 227,88 μL olarak bulunmuştur (Tablo 1). Egzersiz önce ve sonrası ile 24 saat sonra kreatin kinaz değerlerinde bütün zamanlar arasında fark vardır ($p<0,001$). Egzersizden 24 saat sonra kreatin kinaz değeri en yüksek seviyede tespit edilmiştir (Şekil 2).

Tablo 2. Kreatin kinaz seviyesinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra karşılaştırılması

	n	Ort.	S.S.	Kareler Ort.	Kareler Top.	F	p
Egzersiz Öncesi		162,38 ^c	6,53				
Egzersiz Sonrası	26	191,23 ^b	6,96	56037,41	28018,70	554,62	<0,001
24 Saat Sonra		227,88 ^a	9,37				

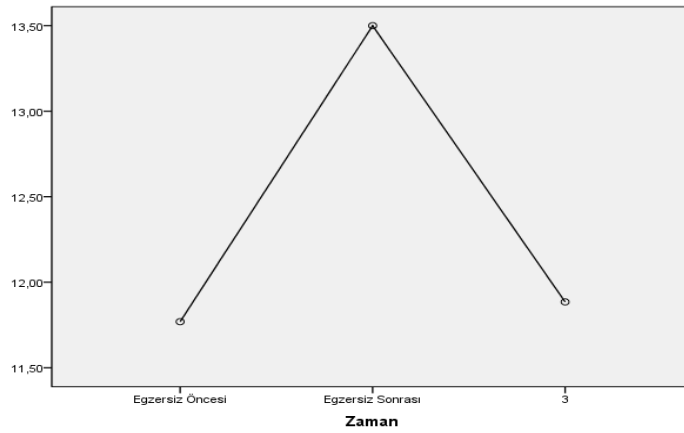


Şekil 2. Kreatin kinaz değerinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra grafik değeri

Kas hasarı belirteçlerinden olan ALT değeri egzersiz öncesi 11,76 μ L, egzersiz sonrası 13,50 μ L ve 24 saat sonra 11,88 μ L olarak bulunmuştur (Tablo 3). Yapılan analiz sonucunda ALT seviyesinde egzersiz öncesi ve sonrası arasında istatistiki olarak fark vardır ($p=0,018$). ALT seviyesinde zamana bağlı değişim vardır (Şekil 3).

Tablo 3. ALT seviyesinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra karşılaştırılması

	n	Ort.	S.S.	Kareler Ort.	Kareler Top.	F	p
Egzersiz Öncesi		11,76 ^b	2,51				
Egzersiz Sonrası	26	13,50 ^a	3,52	30,26	48,692	4,857	0,018
24 Saat Sonra		11,88 ^{ab}	3,19				

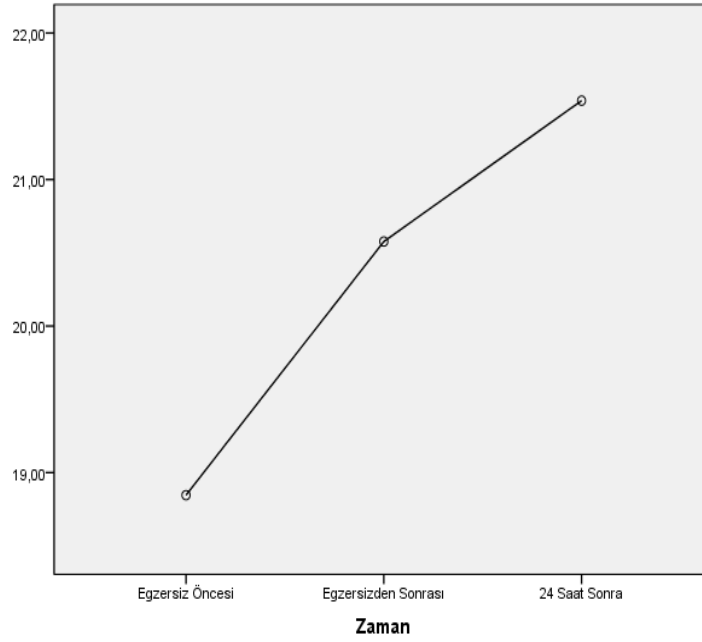


Şekil 3. ALT seviyesinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra grafik değeri

Bu çalışmada egzersiz öncesi AST değeri 18,84 μ L, egzersiz sonrası 20,57 μ L ve 24 saat sonra 21,53 μ L olarak bulunmuştur (Tablo 4). AST değeri egzersiz öncesi, egzersiz sonrası değerlerinde zamanlar arasında fark vardır ($p=0,041$). AST değeri egzersiz sonrası yüksek olarak tespit edilmiştir (Şekil 4). Egzersiz öncesi ve 24 saat sonrası değerlerinde fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4. AST seviyesinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra karşılaştırılması

	n	Ort.	S.S.	Kareler Ort.	Kareler Top.	F	p
Egzersiz Öncesi		18,84 ^b	3,50				
Egzersiz Sonrası	26	20,57 ^a	3,77	96,79	70,10	4,007	0,041
24 Saat Sonra		21,53 ^{ab}	5,08				

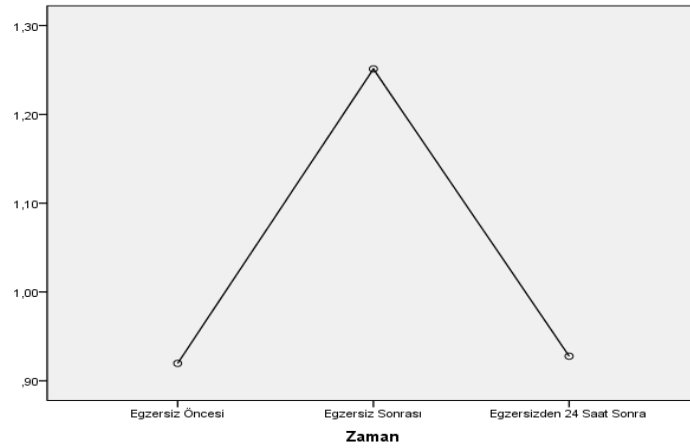


Şekil 4. AST değerinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra grafik değeri

Tablo 5 incelendiğinde egzersiz öncesi CRP değeri 0,91 μL , egzersiz sonrası 1,25 μL ve 24 saat sonra 0,92 μL olarak bulunmuştur. Yapılan analiz sonucunda CRP seviyesinde egzersiz öncesi ve sonrası, egzersiz sonrası ve 24 saat sonra arasında istatistiki olarak fark vardır ($p=0,006$). Egzersiz sonrası CRP değeri en yüksek seviyeye ulaşmış, egzersiz öncesi ve sonrası gruplar arası fark yoktur ($p>0,05$). CRP değerlerinde zamana bağlı değişim tespit edilmiştir (Şekil 5).

Tablo 5. CRP seviyesinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra karşılaştırılması

	n	Ort.	S.S.	Kareler Ort.	Kareler Top.	F	p
Egzersiz Öncesi		0,91 ^b	0,17				
Egzersiz Sonrası	26	1,25 ^a	0,48	1,43	1,86	11,346	0,006
24 Saat Sonra		0,92 ^b	0,13				

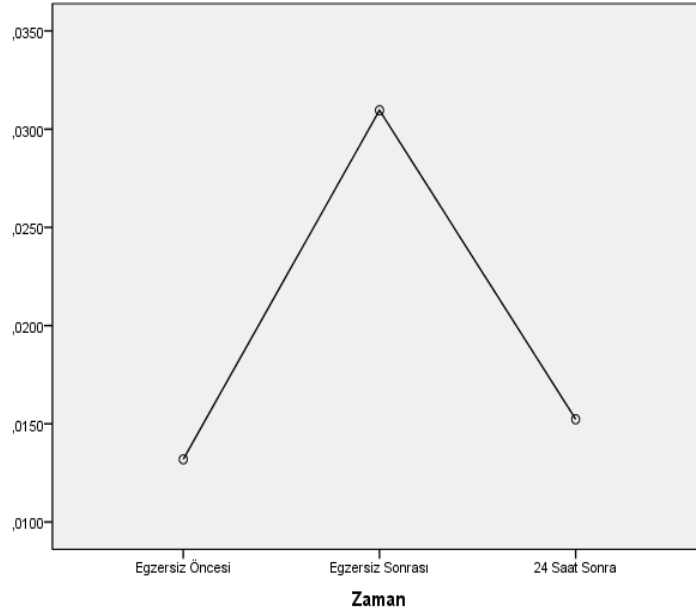


Şekil 5. CRP seviyesinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra grafik değeri

Araştırmada egzersiz öncesi troponin değeri 0,01 μL , egzersiz sonrası 0,003 μL ve 24 saat sonra 0,01 μL olarak bulunmuştur (Tablo 6). Yapılan analiz sonucunda troponin seviyesinde egzersiz öncesi ve sonrası ve 24 saat sonra arasında istatistiki olarak fark vardır ($p=0,001$). Troponin seviyesinde zamana bağlı değişim vardır (Şekil 6).

Tablo 6. Troponin seviyesinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra karşılaştırılması

	n	Ort.	S.S.	Kareler Ort.	Kareler Top.	F	p
Egzersiz Öncesi		0,01 ^b	0,001				
Egzersiz Sonrası	26	0,03 ^a	0,002	0,003	0,005	8,447	0,001
24 Saat Sonra		0,01 ^b	0,001				



Şekil 6. Troponin seviyesinin egzersiz öncesi, egzersiz sonra ve 24 saat sonra grafik değeri

Tablo 7 incelendiğinde, çalışmada irisin değerleri ile kas hasarı belirteçlerinden kreatin kinaz ve ALT değerleri arasında ilişki tespit edilmemiştir ($P>0,05$). Egzersiz öncesi ve 24 saat sonraki irisin değerleri ile egzersiz sonrası ALT değerleri arasında pozitif yönde ilişki vardır ($p=0,007$ ve $p=0,014$).

Tablo 7. İrisin değerleri ile kreatin kinaz ve ALT değerleri arasındaki ilişki

		Kreatin kinaz			ALT			
		Egzersiz öncesi	Egzersiz sonrası	24 Saat sonra	Egzersiz öncesi	Egzersiz sonrası	24 Saat sonra	
İrisin	Egzersiz öncesi	r	,012	,042	,105	,320	,515**	,184
		p	,955	,838	,608	,111	,007	,369
	Egzersiz sonrası	r	-,051	,200	-,005	,163	,372	,039
		p	,806	,327	,980	,427	,061	,851
	24 Saat sonra	r	-,096	-,088	-,024	,365	,477*	,062
		p	,641	,669	,906	,067	,014	,765

Çalışmada irisin seviyesi ile AST ve CRP arasındaki ilişki Tablo 8’de verilmiştir. Tablo 8 incelendiğinde irisin değerleri ile egzersiz öncesi, sonrası ve 24 saat sonra AST ve CRP değerleri arasında zamana bağlı bir ilişki yoktur ($p>0,05$).

Tablo 8. İrisin değerleri ile AST ve CRP değerleri arasındaki ilişki

		AST			ALT			
		Egzersiz öncesi	Egzersiz sonrası	24 Saat sonra	Egzersiz öncesi	Egzersiz sonrası	24 Saat sonra	
İrisin	Egzersiz öncesi	r	,234	,173	-,171	,255	-,028	,154
		p	,250	,399	,404	,209	,891	,454
	Egzersiz sonrası	r	,113	,122	-,236	,252	,071	,142
		p	,583	,552	,245	,215	,729	,490
	24 Saat sonra	r	,228	,128	-,128	,149	-,054	,141
		p	,264	,534	,532	,467	,793	,493

Araştırmada irisin değerleri ile troponin değerleri arasındaki ilişki Tablo 9’da sunulmuştur. Egzersiz öncesi, sonrası ve 24 saat sonra Troponin değerleri ile serum irisin seviyesi arasında ilişki tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 9. İrisin değerleri ile Troponin değerleri arasındaki ilişki

		Troponin			
		Egzersiz öncesi	Egzersiz sonrası	24 Saat sonra	
İrisin	Egzersiz öncesi		,185	-,092	-,258
			,365	,654	,204
	Egzersiz sonrası		,155	-,060	-,219
			,451	,773	,283
	24 Saat sonra		,203	-,157	-,191
			,319	,444	,351

5. TARTIŞMA

Kadın futbolcularda kas hasarının serum irisin seviyesine etkilerinin araştırıldığı çalışmada kadın sporcularda serum irisin seviyesinde istatistiksel bir artış görülmemesine rağmen rakamsal olarak bir artış olduğu tespit edilmiştir. Kreatin kinaz değeri ise istatistiksel olarak artış göstermiştir. Kreatin kinaz seviyesinin istatistiksel olarak artması kadın futbolcularda kas hasarınının oluştuğunun göstergesi olarak ifade edilebilir. Bu sonuçla birlikte kas hasarının etkisine bağlı olarak, troponin, C reaktif protein, aspartat aminotransferaz ve alanin aminotransferazın etkilendiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre kas hasarı parametreleri ile irisin seviyesi arasındaki ilişkinin ifade edilmesi mümkün olabilecektir.

Uygulanan antrenmandan sonra zamana bağlı olarak kadın futbolcularda serum irisin konsantrasyonlarında istatistiki yönden anlamlı bir artış bulunmamasına rağmen rakamsal olarak bir artış bulunmuştur (Tablo1). Son yıllarda keşfedilen İrisin FNDC5'in fibronektin tip III alanında tekrar içeren gen ailesinin bir üyesidir ve egzersize bağlı olarak artış gösterdiği belirtilmektedir (Boström ve ark., 2012). Huh ve ark. egzersize bağlı irisin seviyesindeki artışla birlikte CK seviyesinde de artış olduğunu gözlemlemiştir (Huh ve Mantzoros, 2015; Huh ve ark., 2015) Nygaard ve ark. antrene bireylerle farklı günlerde gerçekleştirdikleri akut 60 dakikalık yoğun endurans ve yoğun rezistans egzersizi sonrasında egzersiz öncesi döneme göre kanda geçici bir FNDC5 protein konsantrasyon artış olduğunu belirtmişlerdir (Nygaard ve ark., 2015). Başka bir çalışmada ise akut ve 6 haftalık egzersiz programından sonra irisin konsantrasyonları ölçülmüştür. Bir birim vibrasyon egzersizinden sonra irisin seviyesi anlamlı olarak artış göstermiştir. Ancak 6 haftalık vibrasyon egzersizinin serum irisin konsantrasyonu üzerine etkisi olmamıştır (Huh ve ark., 2014). Daskalopoulou ve ark. (2014), sağlıklı bireylerin tükenme seviyesine kadar yaptıkları endurans egzersizinde egzersiz sonrası plazma FNDC5 protein seviyelerinde dinlenme durumuna göre anlamlı bir artış bulunmuştur. Boström (2012), irisin seviyesinin egzersize bağlı olarak değişimini araştırdığı çalışmada 10 haftalık dayanıklılık antrenmanının serum irisin seviyesini iki kat arttırdığını ifade etmiştir. Kraemer ve ark. (2014), irisin hormonu üzerine yaptıkları çalışmada akut egzersizin irisin seviyesini anlamlı şekilde arttırdığını ifade etmişlerdir.

Araştırmacılar tarafından irisin seviyesindeki artışın nedeni tam olarak açıklanmasa da FNDC5'in egzersizle birlikte arttığı veya depo halde bulunan

FNDC5'in kasın ihtiyaçları doğrultusunda salınma girdiği şeklinde açıklanabilir (Daskalopoulou ve ark.,2014). Küçük (2018), aerobik ve anaerobik kapasitenin serum irisin, leptin, ghrelin seviyelerine etkisini araştırdığı çalışmada serum irisin seviyesinde anlamlı farklılıklar gözlemlemiştir. Polyzos ve ark. (2014), sağlıklı bireylerde yaptıkları 30 dakikalık akut endurans egzersizinden hemen sonra alınan kan örneğinde plazma FNDC5 protein seviyelerinde kontrollere göre anlamlı bir artış gözlemlemişlerdir. Kraemer ve ark. (2014), sağlıklı bireylerde yaptıkları endurans egzersizi sonrasında kan örneklerindeki FNDC5 protein seviyelerinde egzersiz öncesine göre genç erkeklerde %20.4, genç kadınlarda %20.3 artış olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda egzersize bağlı olarak kadın futbolcularda irisin seviyesinde rakamsal , kreatin kinaz, troponin, C reaktif protein, aspartat aminotransferaz ve alanin aminotransferazda ise istatistiksel olarak değişimler bulunmuştur. Boström ve ark., Polyzos ve ark., Daskalopoulou ve ark., Kraemer ve ark. ve Löffler ve ark.'nın endurans egzersizi sonrası ölçtükleri kontrollere göre plazma FNDC5 protein seviyesindeki artışlar ile uyumlu bulunmuştur. Kadın futbolcularda irisin seviyesinde meydana gelen artışın egzersiz sonrası zamana bağlı olduğu söylenebilir.

Literatür alışmaları incelendiğinde egzersizin irisin seviyesine etki etmediğine ilişkin çalışmalarda bulunmaktadır. 12 haftalık dayanıklılık ve kuvvet antrenman programının kombine edildiği bir çalışmada erkek sporculardaki serum irisin konsantrasyonlarında herhangi bir değişiklik gözlemlememiştir (Norheim ve ark.,2014). Hofmann ve ark. (2014) , egzersiz ve irisin arasındaki bağlantıyı acıklamaya çalışmışlardır. Anoreksiya nervozalı erişkinler üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, egzersizle irisin düzeyleri arasında korelasyon olmadığını belirlemişlerdir. Pekkala ve ark. (2013) gönüllülerle yaptıkları çalışmada akut 1 saatlik düşük yoğunlukta aerobik egzersiz (AE), akut fazla yoğunlukta rezistans egzersizi (RE), 21 haftalık endurans egzersizi (EE), kombine endurans ve rezistans egzersizi (EE+RE) şeklinde gruplarla yaptıkları çalışmada AE, EE ve EE+RE gruplarında kas PGC-1 α ve FNDC5 mRNA' sında ve serum FNDC5 mRNA seviyelerinde egzersiz öncesi döneme göre anlamlı bir değişiklik saptamamıştır. Fakat RE' de PGC-1 α mRNA ifadesi egzersiz öncesi döneme göre genç katılımcılarda 4, yaşlı katılımcılarda 2 kat; FNDC5 mRNA ifadesi genç katılımcılarda 1,4 kat artmıştır. Kurdiova ve ark. (2014), ise egzersizin irisin seviyesine etki etmediğini belirtmiş olmalarına rağmen irisin seviyesinin kuvvet, kas tipi ve kas

dayanıklılığıyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ellefsen ve ark. (2014), FNDC5 salınımının kas fibril tipleri ile ilişkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Norheim ve ark. (2014), sağlıklı kontrollerle yaptıkları çalışmada plazma FNDC5 protein seviyesi hem akut hem de kronik egzersizden hemen sonra alınan örnekte egzersiz öncesi döneme göre 1,2 kat artmışken, 2 saat sonra alınan örnekte egzersiz öncesi döneme göre bazal seviyelerine inmiştir. Benzer etki prediyabetik grupta akut egzersizde görülmüştür fakat 12 haftalık egzersiz sonrasında plazma FNDC5 protein seviyesindeki artış egzersiz bitiminden hemen sonraki ölçümde (1,2 kat) egzersiz öncesi döneme göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur fakat egzersiz sonrası 2. saatte yapılan ölçümde normal değerler egzersiz öncesi dönemin altına düşmüştür. İrisin seviyesini etkileyen farklı değişkenlerin olduğu ifade edilebilir. Çalışmamızda antrenmandan 24 saat sonra alınan kanlardaki irisin seviyesindeki artışın antrenman öncesinde ve antrenman sonrasında gözlemlediğimiz irisin seviyesinden yüksek bulunmuş olması egzersiz sonrası geçen zaman ile ilişkili olabilir. İrisin seviyesinin artmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda irisin seviyesindeki artışın nedeni tam olarak ifade edilememiştir. İrisin hormonun diğer parametrelerle olan ilişki karşılaştırıldığında; irisin değerleri ile kreatin kinaz değerleri arasında (Tablo 7) ilişki tespit edilmemiştir ($P>0,05$). Egzersiz öncesi ve 24 saat sonraki irisin değerleri ile egzersiz sonrası ALT değerleri arasında ise (Tablo 7) pozitif yönde ilişki vardır ($p=0,007$ ve $p=0,014$). İrisin değerleri ile AST ve CRP değerleri arasında (Tablo 8) anlamlı bir ilişki yoktur ($p>0,05$). İrisin değerleri ile Troponin değerleri arasında (Tablo 9) ilişki tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Kadın futbolculara uygulanan antrenmandan sonra sporcularda kas hasarı anlamlı derecede artmasına rağmen bu durum irisin seviyesini etkilememiştir.

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. (2017), da benzer şekilde irisin hormonunun gün içerisindeki değişimini incelemiş gece ve gündüz arasında %29 oranında değişim olduğunu ifade etmişlerdir. Fox ve ark. (2017), sağlıklı erişkinlerle yapılan çalışmalardan hazırladıkları meta-analizde egzersizden hemen sonra alınan kan örneklerinde FNDC5 konsantrasyonlarının egzersiz öncesi döneme göre nasıl

değiştirdiğini, çalışma dizaynına göre irisin konsantrasyonunda nasıl değişiklikler meydana geldiğini göstermişler ve pik değerler için en uygun zamanın egzersiz bitiminde hemen sonra olması gerektiğine değinmişlerdir. Hecksteden ve ark. (2013), düzenledikleri randomize kontrollü egzersiz çalışmasının sonuçlarına göre irisin kısa ömürlü bir moleküldür ve parçalanma hızı yüksektir. Dolayısıyla egzersiz bitiminden sonra örnek alım zamanı uzadıkça anlamlı sonuç elde etme oranı azalmaktadır. Kadın futbolcularda kan örnekleri öğleden önce 11:00 saatinde ve antrenmanın bitiminden hemen sonra alınarak farklı zamanlarda meydana gelebilecek dalgalanmaların önlenmesi ve bu sayede de ölçümlerin standardizasyonunu amaçlanmıştır.

Kadın futbolcuların kreatin kinaz seviyeleri incelendiğinde (Tablo 2) egzersiz öncesi, egzersiz sonrası ve 24 saat sonra kreatin kinaz değerlerinde bütün zamanlar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Kreatin kinaz kas hasarını gösteren önemli bir enzimdir. Güçlü egzersizler iskelet kas hücrelerinin yapısında, sarkolemmada ve Z disklerinde hasara yol açar. Bunun sonucunda total CK yükselir (Brancaccio ve ark., 2007). Kas hasarını belirlemede kullanılan CK, kontraktıl veya taşıyıcı sistemlerdeki ATP yenilenmesini sağlayan baskın bir enzimdir ve iskelet kası (%95), kalp kası ve beyinde bulunur (Brancaccio ve ark., 2010). Plazmada artış gösteren CK seviyesi egzersizin tipine, şiddetine, ve süresine bağlı olarak, değişir. Kreatin kinaz değerleri güçlü egzersizlerden sonra iki kat artar ve sekiz saat boyunca yüksek kalır. Sporcularda dinlenme sırasında gözlemlenen kreatin kinaz seviyeleri sedanterlere göre daha yüksektir (Brancaccio ve ark, 2007). Zembron-Lacny ve ark. (2010), egzersizden sonra CK seviyesinde önemli derecede artış olduğunu belirtmişlerdir. Bayanlarda egzersiz sonrası üst limit CK referans değerlerinin sporcu olmayan bayanlarda 141 ile 345 U/L aralığında, sporcu bayanlarda ise 404 ile 836 U/L aralığında (Mougios, 2007).

Bizim çalışmamızda kadın futbolcularda kreatin kinaz değerleri (Tablo2) egzersiz sonrası ve 24 saat sonrası yapılan ölçümler egzersiz öncesi yapılan ölçüme göre anlamlı derecede artmıştır. Bu artış antrenmanın şiddetiyle ve süresiyle ilişkili olabilir. Kreatin kinaz aktivitesini egzersizle ve uzun süreli antrenmanla ilişkilendiren bir çalışmada, Vincent ve Vincent (1997); direnç egzersizlerinin serum kreatin kinaz, kas ağrısı ve kas fonksiyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. 10 vücut geliştirmeci ve 10 sedantere, bir ağırlık programı ve biyokimyasal testler uygulamışlardır. Çalışmalarında, serum kreatin kinaz seviyesi, sedanterler ve vücut geliştirmeciler

arasında $p < 0,01$ düzeyinde farklılık göstermiş; vücut geliştirmecilerin CK değerleri oldukça yüksek çıkmıştır. Vücut geliştirmeciler, sedanterlerden daha fazla kas ağrısı deneyimlerken, serum CK seviyelerinin sedanterlerden daha az olduğu tespit edilmiştir. Houmard (1991), aerobik sporlarda kreatin kinaz aktivitelerini araştırdığı çalışmada erkek mesafe koşucularının antrenman sırasında testosteron, kortizol ve kreatin kinaz düzeylerini araştırmıştır. 10 mesafe koşucusunu, 4 hafta boyunca takip etmiş ve sonuç olarak, kreatin kinaz aktivitesinin, egzersize bağlı göreceli bir duyarlılığı olduğunu belirtmiştir. Farklı bir çalışma olarak, Hazar ve ark. (2006), kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının, kas hasarıyla ilişkisinin araştırmışlar ve bu amaçla (yaş 28.636 ± 2.73 yıl, boy 179.09 ± 7.66 cm, ağırlık 78.27 ± 5.39 kg, vücut kitle indeksleri 24.440 ± 1.67 kg/m^2) 11 sedanter erkeği denek olarak çalışmalarına dahil etmişlerdir. Deneklerin maksimal kuvvetlerini baz alarak, alt ve üst ekstremitelere yönelik aletlerle, piramidal metoda göre antrenman programı hazırlamışlardır. Antrenmandan önce, hemen sonra, 6 saat sonra, 24 saat sonra, 48 ve 72 saat sonra kan örnekleri alınarak CK değerlerini tespit etmişlerdir. Plazmada CK, antrenman sonrası artmaya başlayarak, antrenmandan 24 saat sonra pik yaptığı, 48. saatte düşmeye başladığı ve 72. saatte antrenmandan hemen sonraki seviyeye yaklaştığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda (Şekil 2) kreatin kinaz seviyesi antrenmandan hemen sonra ve 24 saat sonra sürekli olarak artış göstermiştir.

Araştırmamızda ve literatürde yapılan araştırmalarda; kas hasarına bağlı olarak kreatin kinaz enzim aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir.

Kadın futbolcularda troponin seviyeleri incelendiğinde (Tablo 6) egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası troponin seviyesinde anlamlı bir fark bulunmuştur. Egzersizden sonra artış gösteren troponin seviyesi egzersizden 24 saat sonra normal seviyesine dönmüştür. Kalp kas hasarını gösteren diğer bir parametre troponindir. Troponin özellikle egzersizde kalp kası hasarını gösterir ve egzersizden sonra miktarı artar (Koller, 2009). Troponin kasılan iskelet kasından ve kalp kasından salgılanan düzenleyici bir proteindir (Mooren ve Völker, 2005). Aynı zamanda akut kalp problemlerinde plazma seviyesi yükselir (Tsai ve ark., 2008). Şimdiye kadar egzersiz sonrası troponin salgılanmasının nedeni açık değildir. Ancak geri dönüşümlü olarak oluşan kas hasarına bağlı salgılandığı düşünülüyordu (Koller, 2003).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde araştırmacılar elit sporcularda troponin

değerlerindeki artışı daha yüksek bulmuşlardır (Koller, 2009; Ho-Park ve ark, 2008). Middleton ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada koşu bandı egzersizinden sonra troponin değerleri artmıştır. Otağ (2011), ısınma egzersizlerinin amatör erkek sporcular ve sedanterlerde por-inflamatuar, anti-inflamatuar sitokinler ile kas hasarı belirteçleri üzerine olan etkilerini araştırdığı çalışmasında sporcu ve sedanterlerde egzersiz sonrası hiçbir aşamada troponin değerlerinde değişiklik bulmamıştır.

Bizim çalışmamızda ise, kadın futbolcularda egzersizden sonra artış gösteren troponin seviyesi egzersizden 24 saat sonra düşüş gösterip egzersiz öncesi seviyesine dönmüştür (Şekil 6). Bu açıdan çalışmamızın kas hasarı oluşturacak kadar güçlü olduğunu söyleyebiliriz.

Kadın futbolcularda alt değerleri incelendiğinde (Tablo 3) egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası alanin aminotransferaz seviyesinde anlamlı bir fark bulunmuştur. Egzersizden sonra artış gösteren alanin aminotransferaz seviyesi egzersizden 24 saat sonra normal seviyesine dönmüştür. Aminotransferazlar hücre içindeki kimyasal reaksiyonları katalizleyen karaciğer enzimlerindedir. Ayrıca iskelet kası, kalp ve böbrekte de düşük düzeylerde bulunmaktadır (Akın ve ark., 1992; Perk ve Mengi, 1993). Aminotransferazlar kaslarda mevcut olduğundan serum konsantrasyonları ağır bir egzersizden sonra kas lifi tahribatından dolayı artmaktadır (Şentürk ve ark.,2004). Alanin aminotransferazların kaslarda meydana gelen dejenerasyonlarıyla birlikte kandaki düzeyleri artabilmektedir (John ve Henry, 2001).

Literatür çalışmalarını incelediğimizde araştırmacılar egzersizin şiddeti ve süresindeki artışın, ALT düzeyi arttırdığı, aşırı egzersiz sırasında, normalin birkaç katına çıktığı belirtilmiştir (Rosmarin ve ark.,1993; Saha ve Maity, 2002). Ayrıca uzun mesafe koşucuları, ağırlık kaldırma gibi yüksek şiddetteki egzersizlerde karaciğer enzim düzeylerinde yükselme görülmektedir. (Günay ve ark., 2006). Manetta ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada erkek sporculara 7 gün fiziksel aktivite uyguladıktan sonra halter antrenmanı yaptırmışlardır. Çalışma sonucunda AST ve ALT düzeylerinde anlamlı artış olduğunu bildirmişlerdir. Mena ve ark. (1996), yaptıkları çalışmada ise profesyonel bisikletçilerde 234 km yarış yaptırmışlardır ve yarışın sonrasında plazma ALT düzeyinde anlamlı artış bulmuşlardır.

Bizim çalışmamızda ise (Şekil 3) kadın futbolcularda egzersizden sonra artış gösteren alanin aminotransferaz seviyesi egzersizden 24 saat sonra düşüş gösterip

egzersiz öncesi seviyesine dönmüştür (Şekil 3). Bu açıdan çalışmamızda da egzersiz sonrasında alanin aminotransferaz artışının egzersiz sonrası kadın futbolcularda iskelet kas hasarı oluşturmuştur.

Kadın futbolcularda aspartat aminotransferaz seviyeleri incelendiğinde (Tablo 4) egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası ast değerlerinde zamana bağlı olarak fark bulunmuştur. Egzersizden sonra artış gösteren ast seviyesi egzersizden 24 saat sonra da artış göstermiştir. Biyokimyasal testlerden AST değerlendirilmesi karaciğer hücre harabiyeti testi olarak bilinir. Ancak akut myokard infarktüsü, kalp yetmezliği, perikardit, ve myokarditte yükselir. Kas distrofisi, kas yaralanması, kas içi enjeksiyonlarda yükselir (Duman ve Erden, 2004). Şentürk ve ark. (2004), yaptığı çalışmada ast' nin 24 ile 72 saatler arasında ise pik değerlerine ulaştığını ve bunu takiben 2 ile 5 gün arasında da yüksek seviyeleri koruduğunu belirtmiştir. Harbili ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada, maksimal egzentrik egzersiz sonrası, AST değerlerinde artış bulunmuştur. CK/AST oranı iskelet kas hasarında 10 civarındadır (Adam, 2000). Bu bilgiye göre, çalışmamızda egzersiz sonrası kadın futbolcularda iskelet kas hasarı oluşturduğu düşünülmektedir (Tablo 4).

Kadın futbolcuların c reaktif protein seviyeleri incelendiğinde (Tablo 5) egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası C reaktif protein seviyelerinde anlamlı bir fark bulunmuştur. Egzersizden sonra artış gösteren C reaktif protein seviyesi egzersizden 24 saat sonra normal seviyesine dönmüştür. Literatür incelendiğinde inflamasyon arttığında kandaki C reaktif protein miktarında da artış olduğu belirtilmiştir. Bir futbol maçından 30 dk. ve 24 saat sonra CRP seviyesi artmış ve 48 saat sonra başlangıç seviyesine döndüğü görülmüştür (Ascensao ve ark., 2011). Miliias ve ark. (2005), kısa süreli eksantrik çalışmalardan çok dayanıklılığın ön planda olduğu branşlarda CRP seviyelerindeki artışın anlamlı sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Nicklas ve ark. (2008), 424 yaşlı insanda 12 hafta boyunca yaptıkları, orta şiddetli egzersizden sonra CRP açısından egzersiz yapılmayan grupla bir fark bulamamışlardır. Donges ve ark. (2010), ise on haftalık dirençli egzersizden sonra, CRP değerlerinin düştüğünü belirtmişlerdir. Andersson ve ark. (2010), CRP'nin iki haftalık egzersizden sonra arttığını söylemişlerdir. Cox ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada, egzersizden sonra CRP değerlerinde artış olmadığını söylemişlerdir.

Kadın futbolcularda C reaktif protein değerlerinin 24 saat sonra dūşüęe göstermiş olması (şekil 6) literatür çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İrisin seviyesi egzersiz öncesi ve sonrası değişiklik göstermezken 24 saat sonrasında rakamsal olarak artış göstermiştir.

Kreatin kinaz seviyesi egzersiz öncesi, egzersiz sonrası ve 24 saat sonra kreatin kinaz değerlerinde bütün zamanlar arasında istatistiksel olarak artış vardır.

Alanin aminotransferaz seviyesinde egzersiz öncesi ve sonrası arasında istatistiki olarak anlamlı fark vardır.

Aspartat aminotransferaz değeri egzersiz öncesi, egzersiz sonrası değerlerinde zamanlar arasında fark vardır.

CRP seviyesinde egzersiz öncesi ve sonrası, egzersiz sonrası ve 24 saat sonra arasında istatistiki olarak fark vardır

Troponin seviyesinde egzersiz öncesi ve sonrası, egzersiz sonrası ve 24 saat sonra arasında istatistiki olarak fark vardır.

İrisin seviyesi ile kas hasarı arasında etkileşim tespit edilmemiştir.

Egzersiz öncesi ve 24 saat sonraki irisin değerleri ile egzersiz sonrası ALT değerleri arasında pozitif yönde ilişki vardır.

İrisin değerleri ile kreatin kinaz, AST, CRP, Troponin değerleri arasında ise bir ilişki tespit edilmemiştir.

İrisin hormonunun salınımı etkileyen değişik faktörler olabileceği ifade edilmektedir. Meatabolik süreçlerde olumlu etkileri olan bu hormonun salınımı ile ilgili yapılacak çalışmalar bu anlamda önemlidir.

Yapılacak yeni çalışmalarda farklı antrenman protokolleri uygulanarak irisin salınımı ile kas hasarı arasındaki ilişki incelenebilir.

Uzun süreli egzersiz uygulanan benzer gruplarda ön test ve son test olarak kas hasarı ile irisin seviyesi arasındaki ilişki araştırılabilir.

Çalışma sonrası farklı saat dilimlerinde de kan örnekleri alınarak irisin ve kas hasarı arasındaki ilişki incelenebilir.

Kadın sporcularda folikül, ovulasyon, korpus luteum ve mensturasyon evrelerinde irisin hormonunun salınımı araştırılabilir.

Sonuç olarak irisin hormonunun yaş, cinsiyet, spor yapma durumu, uygulanan antrenman içeriği gibi farklı durumlardan etkilenebileceği ifade edilebilir.

- Kadın futbolcularda kas hasarının, serum irisin seviyesi üzerinde anlamlı etkisi vardır (H_1 hipotezi reddedildi).
- Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, serum irisin seviyesi üzerinde anlamlı etkisi vardır (H_1 hipotezi reddedildi).
- Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, kreatin kinaz (ck) seviyesi üzerinde anlamlı etkisi vardır (H_1 hipotezi kabul edildi).
- Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, alanin aminotransferaz (alt) üzerinde anlamlı etkisi vardır (H_1 hipotezi kabul edildi).
- Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, aspartat aminotransferaz (ast) üzerinde anlamlı etkisi vardır (H_1 hipotezi kabul edildi).
- Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, c reaktif protein (crp) üzerinde anlamlı etkisi vardır (H_1 hipotezi kabul edildi).
- Kadın futbolcularda uygulanan egzersizin, troponin üzerinde anlamlı etkisi vardır (H_1 hipotezi kabul edildi).
- Kas hasarı belirteçlerinin, serum irisin seviyesi üzerinde anlamlı etkisi vardır (H_1 hipotezi reddedildi).

KAYNAKLAR

- Adam B. Klinik biyokimya, Nobel yayın dağıtım, Ankara, 2000;48-76.
- Akalm TC. Elit sporcularda anjiyotesin dönüştürücü enzim ve iskelet kas geni alfa-aktinin 3 gen polimorfizminin incelenmesi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü , Ankara, Doktora Tezi, 2013;45.
- Akgün N. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi 6. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi. 1996;15-19.
- Akın G, Pekgöz E, Gökhun İH. Karaciğer, Yapısı, Metabolik Fonksiyonları, Fizyopatolojisi, Patobiyokimyası. 2.baskı, İstanbul, Tertip Matbaası. 1992;1-125.
- Allen DG. Eccentric muscle damage: mechanisms of early reduction of force. Acta Physiol Scand 2001;171:311-319.
- Alver A, Mentеше A, Mentеше U, Sumer A, Ucar F, Us Altay D. A Study of Anti-Carbonic Anhydrase Antibodies and Ghrelin in End Stage Renal Disease Patients. Med Princ Pract 2014;23(4):331-5.
- Anastasilakis AD, Koulaxis D, Kefala N, Polyzos SA, Upadhyay J, Pagkalidou E, Mantzoros CS. Circulating irisin levels are lower in patients with either stable coronary artery disease (CAD) or myocardial infarction (MI) versus healthy controls, whereas follistatin and activin A levels are higher and can discriminate MI from CAD with similar to CK-MB accuracy. Metabolism 2017;73:1-8.
- Andersson J, Jansson JH, Hellsten G, Nilsson T K, Hallmans G, Boman K. Effects of heavy endurance physical exercise on inflammatory markers in non-athletes, Artherosclerosis 2010;209(2):601-615.
- Ascensao A, Leite M, Rebelo AN, Magalhaes S, Magalhaes J, Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match, J Sports Sci 2011;293:217-225.
- Aslan, D. Klinik kimyada temel ilkeler. Palme Yayıncılık Ltd. Sti. Ankara, 2005;44-159.
- Asmussen E. Similarities and dissimilarities between static and dynamic exercise. Circulation Research 1981;48:13.
- Avcı B. Sağlıklı genç erişkin bireylerde sistemik dolaşım irisin düzeyleri. Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2015;26-27.
- Ay M, Gürbilek M, Vatansev H. Akut faz proteinleri. Genel Tıp Dergisi 1998;8(3):125-32.

- Aydin S. Three new players in energy regulation: preptin, adropin and irisin. *Peptides*, 2014; 56: 94-110.
- Aydin S, Kuloglu T, Aydin S, Eren MN, Celik A, Yilmaz M, Kalayci M, Sahin I, Gungor O, Gurel A, Ogeturk 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* 2014;52:68-73.
- Bernardo BC, Weeks KL, Pretorius L, McMullen JR. Molecular distinction between physiological and pathological cardiac hypertrophy: experimental findings and therapeutic strategies. *Pharmacology & Therapeutics* 2010;128: 191–227.
- 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 brownfat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* 2012;481(7382):463-468.
- Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 2010;48(6):757-767.
- Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine, *British Medical Bulletin* 2007;81-82:209-230.
- Brown S, Day S, Donnelly A. Indirect evidence of human skeletal muscle damage and collagen breakdown after eccentric muscle actions. *Journal of sports sciences* 1999;17(5):397-402.
- Camus G, Deby-Dupont G, Duchateau J, Deby C, Pincemail J, Lamy M. Are similar inflammatory factors involved in strenuous exercise and sepsis? *Intensive Care Med* 1994; 20: 602-610.
- Carter JB, Banister EW, Blaber AP. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports Medicine* 2003; 33: 33–46.
- Clarkson P, Kearns K.A, Rouzler P, Rubin R, Thompson D.P. Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(4): 623-627.
- Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81(11):S52-S69.
- Christopher T, Daley W, Editors R, William O. *Bull's handbook of sports injuries*. 2nd edition. Mc Graw Hill Comp; 2004.

- Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, Chasan-Taber L, Albright AL, Braun B. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care* 2010;33:147–167.
- Çoban O. Güreşçilere Uygulanan Koenzim Q 10 Takviyesinin Kas Hasarı ile Eser Elementler Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- Cox AJ, Pyne DB, Gleeson M. Relationship between C-reactive protein concentration and cytokine responses to exercise in healthy and illness-prone runners, *Eur J Appl Physiol* 2009;107(5):611-614.
- Dannacker E, Heather H, Kaminski T, Robinson M. Sex differences in delayed onset muscle pain. *Clin J Pain* 2005;21:120–126.
- 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.
- Demir M, Filiz K, Spor egzersizlerinin insan organizması üzerindeki etkileri. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi* 2004;5(2):110-113.
- Demirel HA, Koşar NŞ. İnsan Anatomisi ve Kinesiyoloji: Nobel Yayın Dağıtım. 2002.
- Devlin JT, Hirshman M, Horton ED, Horton ES. Enhanced peripheral and splanchnic insulin sensitivity in NIDDM men after single bout of exercise. *Diabetes* 1987;36:434–439.
- Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition, *Eur J Appl Physiol* 2010;42(2):304-313.
- Duman C, Erden F. Birinci basamak sağlık hizmetlerine yönelik biyokimyasal laboratora verilerinin kısa yorumu, *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi* 2004;13(7):256-262.
- Ebbeling C.B, Clarkson P.M. Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports Med* 1998;1:201-234
- Egan B, Zierath JR. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell Metabolism* 2013,17:162– 184.
- 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.

- Elmalı E, Karaeren Z, Özdöl Ç, Akan ÖA. Akut koroner sendrom şüpheli hastalarda kardiyak troponin T ve Tn-I'nın karşılaştırılması. Turk Biyokim Derg 2005; 30:212-215.,
- Ercan B, Tamer L, Atik U. Kreatin Kinaz İzoenzimleri ve klinik önemleri. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2003;3:236-245.
- Erdoğan M. Farklı Isı Koşullarında Uygulanan Dayanıklılık Çalışmasının Kas Hasarı ve Performans Üzerine Etkileri., Gazi Üniversitesi, Ankara. Doktora Tezi, 2009.
- 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.
- Erickson HP. Irisin and FNDC5 in retrospect: An exercise hormone or a transmembrane receptor? Adipocyte 2013;2(4):289-293.
- Ersoy O. Karaciğer enzim yüksekliğinin değerlendirilmesi. Ankara Medical Journal 2012; 12(3), 129-135.
- Ferrannini E, Wahren J, Felig P, DeFronzo RA. The role of fractional glucose extraction in the regulation of splanchnic glucose metabolism in normal and diabetic man. Metabolism 1980;29: 28–35.
- Fox FB. Beden eğitimi ve sporun fizyolojik temelleri. Spor yayınevi ve Kitap yayınevi. Ankara. 2011;8-49.
- Fox J, Rioux, BV, Goulet EDB, Johanssen NM, Swift DL, Bouchard DR, Loewen H, Senechal M. Effect of an acute exercise bout on immediate post-exercise irisin concentration in adults: An meta-analysis. Scand J Med Sci Sports 2017;28(1):16-28.
- 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.
- Friden J, Seger J, Ekblom B. Sublethal muscle fibre injuries after hightension anaerobic exercise. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1988; 51:360-368.
- Friden J, Lieber R.L. Structural and mechanical basis of exercise-induced muscle injury. Med Sci Sports Exerc 1992; 24:521-530
- Friden J, Sjostrom M, Ekblom B. Myofibrillar damage falloving intense eccentric exercise in man. İnt. Sports Med 1983;4:170-176.

- Garry J.P, McShane J.M. Postcompetition elevation of muscle enzyme levels in professional football players. *MedGenMed* 2000; 2: 4.
- Grimal P. *The Dictionary of Classical Mythology*. AR Maxwell-Hyslop, New York. 1986.
- Günay M, Cicioğlu İ, Kara E. Egzersize metabolik ve ısı adaptasyonu. Ankara, Baran Ofset Baskı Gazi Kitabevi, 2006; 93-113.
- Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor fizyolojisi ve performans ölçümü. Ankara, Gazi Kitabevi, 2006
- Günay M, Cicioğlu İ. Spor fizyolojisi. 1.Baskı. Ankara, Gazi Kitapevi. 2001;45-85.
- Günay M, Yüce A, Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri, 2. Baskı, Baron Ofset. 2001;45-64.
- Hansson GK. Immune mechanisms in atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2001;21(12):1876-1890.
- Harbili S, Gencer E, Ersöz G, Demirel HA. Orta Şiddetli ekzentrik egzersiz diğer hasar belirteçlerini etkilemeksizin plazma kreatin kinaz düzeyini artırır, Selçuk Üniversitesi Besyo Bilim Dergisi 2008;10 (1):21-31.
- Hazar S, Erol E, Gökdemir K. Kuvvet Antrenmanı Sonrası Oluşan Kas Ağrısının Kas Hasarıyla İlişkisi. *Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2006;6(3):49-58.
- Hazar S. Egzersize bağlı iskelet ve kalp kası hasarı. *Spormetre* 2004;2(3):119-126.
- Hecksteden A, Wegmann M, Steffen A, Kraushaar J, Morsch A, Ruppenthal S, Kaestner L, Meyer T. Irisin and exercise training in humans - results from a randomized controlled training trial. *BMC Medicine* 2013;11:235.
- Hill CA, Thompson MW, Ruell PA, Thom JM, White MJ. Sarcoplasmic reticulum function and muscle contractile character following fatiguing exercise in humans. *Journal of Physiology*. 2001; 531, 871-878
- Henry BJ. *Clinical Diagnosis Management By Laboratory Methods*. 18th Edition, W.B. Saunders Company. 1991:230-265
- Hofmann T, Elbelt U, Ahnis A, Kobelt P, Rose M, Stengel A. Irisin levels are not affected by physical activity in patients with anorexia nervosa. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2014;4:202.
- Hole FD. Effects of animals on soil. *Geoderma* 1981;25(1-2):75-112.

- Hood D, Van L.F, Estes M. Serum enzyme alteration in chronic muscledisease. A biopsy based diagnostic assessment. *Am J Clin Pathol* 1991;95: 402-7.
- Ho-Park CH, Park TG, Kim TU, Kwak YS. Change of immunological markers in elite and amateur triathletes, *International Sport Medicine Journal* 2008;9(3):116-130.
- Houmard JA. Impact of reduced training on performance in endurance athletes. *Sports Medicine* 1991;12.6:380-393.
- Huh JY, Mantzoros CS. Irisin physiology, oxidative stress, and thyroid dysfunction: What next?. *Metabolism-Clinical and Experimental* 2015;64(7):765-767.
- Huh JY, Mougios V, Kabasakalis A, Fatouros I, Siopi A, Douroudos II, Mantzoros CS. Exercise-induced irisin secretion is independent of age or fitness level and increased irisin may directly modulate muscle metabolism through AMPK activation. *J Clin Endocrinol Metab* 2014;99(11):E2154-E2161.
- Huh JY, Panagiotou G, Mougios V, Brinkoetter M, Vamvini MT, Schneider BE, Mantzoros CS. 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: Clinical And Experimental* 2012;61,12:1725-38.
- Huh JY, Siopi A, Mougios V, Park KH, Mantzoros CS. Irisin in response to exercise in humans with and without metabolic syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 2015;100(3):453-E457.
- John B, Henry JB . *Clinical diagnosis and management by laboratory methods*. 20th Ed., W.B. Saunders Company. 2001.
- Joness DA, Newham DJ, Torgan C. Mechanical influences on long-lasting human muscle fatigue and delayed-onset pain. *J Physiol* 1989;412(1):415-427.
- Karaçalıoğlu AÖ, Kılıç S, Çelik T, Arslan Z, Yaman H, Ilgan S, Özgüven MA. Geri dönüşümlü iskeminin miyokard hasarı ile ilgili biyokimyasal belirteçlerin serum düzeyleri üzerine olan etkisinin araştırılması, *Gülhane Tıp Dergisi* 2006;48:87-93.
- Karaguzel E, Sivrikaya A, Mentese A, Yulug E, Turkmen S, Kutlu O, Gule Y, Us D, Turedi S, Alver A, Kazaz IO. Investigation of tyrphostin AG556 for testicular torsion-induced ischemia reperfusion injury in rat. *J Pediatr Urol* 2014;10(2): 223-229.
- Kılıç T. *Basketbol Turnuvasının Kas Hasarı ve Toparlanma Süresine Etkileri*. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, Gazi Üniversitesi, 2010.

- Koller A. Exercise-Induced Increases in Cardiac Troponins and Prothrombotic Markers, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2003;35(3):444-448.
- Koller A. Post exercise release of cardiac troponins, *J Am Coll Cardiol* 2009;53(15):1341.
- Koz M, Ersöz G, Gelir E. *Fizyoloji Ders Kitabı*. Nobel Yayın Dağıtım, 1. Baskı. Ankara, 2003.
- Koz M, Gelir E, Ersöz G. *Fizyoloji ders kitabı*. Ankara, Ankara: (2), p. 158-186
- McLaughlin DP, Stamford JA, White DA, 2010. *Human physiology - İnsan fizyolojisi*, Nobel Yayın Dağıtım. 2010;9-27.
- Kraemer RR, Shockett P, Webb ND, Shah U, Casraccane VD. A transient elevated irisin blood concentration in response to prolonged, moderate aerobic exercise in young men and women. *Horm Metab Res* 2014;46:150-154.
- Küçük H. Aerobik ve anaerobik kapasitenin serum irisin, leptin, ghrelin seviyelerine etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Doktora Tezi, 2018;38.
- 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.
- Lenn J, Uhl T, Mattacola C, Boissonneault G, Yates J, İbrahim W, Bruckner G. The effects of fish oil and isoflavones on delayed onset muscle soreness. *Med Sci Sports* 2002; 1605-1613
- Lieber R.L, Friden J. Muscle damage is not a function of muscle force but active strain. *J Appl Physiol* 1993;74:520-526.
- Lieber R.L, Thornell L.E, Friden J. Muscle cytoskeletal disruption occurs within the first 15 min of cyclic eccentric contraction. *J Appl Physiol* 1996;80(1):278-84,.
- Lilleng H, Abeler K, Johnsen SH, Stensland E, Seth S, Jorde R, Figenschau R, Lindal S, Wilsgaard T, Bekkelund SI. Variation of serum creatine kinase (CK) levels and prevalence of persistent hyperckemia in a Norwegian normal population. *Neuromuscular Disorders* 2011;21:494–500.
- Lok A, McMahon BJ. Chronic Hepatitis B: Update 2009 AASLD practice guidelines update. *Hepatology* 2009; 50 (3): 1-36
- Lutz GJ, Lieber RL. 3 Skeletal muscle myosin II structure and function. *Exerc Sport Sci Rev* 1999;27(1): 63-78.

- MacIntyre D.L, Reid W.D, Lyster D.M, Szasz I.J, McKenzie D.C. Presence of WBC, decreased strength, and delayed soreness in muscle after eccentric exercise. *J Appl Physiol.*, 1996;80(3):1006-13
- Maehlum S, Felig P, Wahren J. Splanchnic glucose and muscle glycogen metabolism after glucose feeding during postexercise recovery. *American Journal of Physiology* 1978;235:255–260.
- Manetta J, Brun JF, Fedou C, Maimoun L, Prefaut C, Mercier J. Serum levels of insulin-like growth factor-I (IGF-I), and IGF-binding proteins-1 and -3 in middle-70 aged and young athletes versus sedentary men: relationship with glucose disposal, *Metabolism* 2003;52:821-826.
- Mena P, Maynar M, Campillo JE. Changes in plasma enzyme activities in professional racing cyclists, *Br J Sports Med* 1996;30:122-124.
- Mentese A, Fidan E, Sumer AU, Karahan SC, Sonmez M, Altay DU, Kavgaci H, Alver A. Is Scube 1 a new biomarker for gastric cancer? *Cancer Biomark* 2012;11(5): 191-195.
- Middleton SR, George KP, Atkinson GREG, Hart EMMAN, Whyte G, Collinson PO. Exercise-induced cardiac troponin T release: a meta-analysis. *Europa PMC* 2007.
- Milias GA, Nomikos T, Fragopoulou E, Athanasopoulos S, Antonopoulou S, Effects of eccentric exercise-induced muscle injury on blood levels of platelet activating factor (PAF) and other inflammatory markers *Eur J Appl Physiol* 2005;95:504–513.
- Mooren F C, Völker K. *Molecular and cellular Exercise Physiology, Human Kinetics Champaign.* 2005.
- Morehouse E. Miller T. *Egzersiz Fiziyojisi 6. Baskı, Bornova, Ege üniversitesi Matbaası.* 1973.
- Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sports Med* 2007;41(10):674-678.
- Natale VM, Brenner IK, Moldoveanu AI, Vasiliou P, Shek P, Shephard RJ. Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. *Sao Paulo Med J*, 2003;121(1), 09-14
- Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkley TJ, Church T, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Pahor M. Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly people, *Journal of American Geriatrics Society* 2008;56:2045-2052.
- Nielsen B, Sjogaard G, Bonde-Petersen F. Cardiovascular, hormonal, and body fluid changes during prolonged exercise. *Eur J Appl Physiol* 1984;53:63-71.

- Norheim F, Langleite TM, Hjorth M, Holen T, Kielland A, Stadheim HK, Drevon CA. The effects of acute and chronic exercise on PGC-1 α , irisin and browning of subcutaneous adipose tissue in humans. *The FEBS Journal* 2014;281(3):739-749.
- Nosaka K, Clarkson PM. Variability in serum creatine kinase response after eccentric exercise of the elbow flexors. *Int J Sports Med* 1996;17:120–127.
- Noyan A. Yaşamda ve hekimlikte fizyoloji. Ankara, Palme Yayıncılık, 2011.
- Nygaard H, Slettaløkken G, Vegge G, Hollan I, Whist JE, Strand T, Rønnestad BR, Ellefsen S. Irisin in Blood Increases Transiently after Single Sessions of Intense Endurance Exercise and Heavy Strength Training. *PLoS ONE* 2015;10(3):0121367.
- Otağ A. Isınma egzersizlerinin amatör erkek sporcular ve sedanterlerde pro-inflamatuar, anti-inflamatuar sitokinler ile kas hasarı belirteçleri üzerine olan etkileri. Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas, Doktora Tezi, 2011; 46.
- Özgünen T, Üstdal M. Hekimlikte Biyokimya: Hangi Test İstenmeli?, Ankara, Barış Kitabevi. 1997;191.
- 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. *Nat Rev Endocrinol* 2012;8(8):457-465.
- Pedersen BK . Muscle as a secretory organ. *Comp Physiol*, 2013; 3(3): 1337–62
- 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.
- Perk M, Mengi A. Sığırlarda karaciğer hücreleri ile serumda GOT, GPT enzimlerinin saptanması. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakülte Dergisi* 1993;2
- Pilegaard H, Saltin B, Neufer PD. Exercise induces transient transcriptional activation of the PGC-1 α gene in human skeletal muscle. *J Physiol* 2003;(546)3:851-858.
- Podrigalo LV, Iermakov SS, Nosko MO, Galashko MN, Galashko NI. Study and analysis of armwrestlers' forearm muscles' strength. *JPES* 2015;15(3), 531-7
- Polyzos SA, Kountouras J, Anastasilakis, AD, Geladari EV, Mantzoros CS. Irisin in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Metabolism* 2014;63(2): 207-217.

- Prakken NH, Velthuis BK, Teske AJ, Mosterd A, Mali WP, Cramer MJ. Cardiac MRI reference values for athletes and nonathletes corrected for body surface area, training hours/week and sex. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation* 2010;17:198-203.
- Roca-Rivada A, Castela C, Senin LL, Landrove MO, Baltar J, Belen Crujeiras A, Seoane LM, Casanueva FF, Pardo M. FNDC5/irisin is not only a myokine but also an adipokine. *PloS One* 2013;8,4:e60563.
- Rosmarin MN, Beard MJ, Robbins SW. Serum Enzyme Activities in individuals With Different Levels Of Physical Fitness. *J Sports Med Phys Fitness* 1993;33(3):252-257.
- Roth Sm, Martel Gf, Ivey Fm, Lemmer Jt, Metter Ej, Hurley Bf, Rogers Ma. High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. *J Appl. Physiol* 2000;88:1112-1118.
- Roy D, Marette A. Exercise induces the translocation of GLUT4 to transverse tubules from an intracellular pool in rat skeletal muscle. *Biochem Biophys Res Commun* 1996;223:147–152.
- Saha B, Maity C. Alteration of serum enzymes in primary hypothyroidism. *Clin Chem Lab Med* 2002;40(6):609-611.
- Sanchis-Gomar F, Alis R, Lippi G. Circulating irisin detection: Does it really work? *Trends Endocrinol Metab* 2015;26:335-336.
- Satterfield MC, Wu G. Brown adipose tissue growth and development: significance and nutritional regulation. *Front Biosci* 2011;16:1589–608.
- Schumann G, Klauke R. New IFCC reference procedures for the determination of catalytic activity concentrations of five enzymes in serum: preliminary upper reference limits obtained in hospitalized subjects. *Clinica Chimica Acta* 2003;327(1):69-79.
- Sevim Y. Antrenman Bilgisi. Ankara, Nobel Yayınevi. 2002;21-233.
- Smith LJ, Miles MP. Exercise Induced Muscle Injury and Inflammation, Exercise and Sport Science (William E., Garrett, J.R., ed.). 2000;163-173.
- Shah SH, Newby LK . C-reactive protein: Anovel marker of cardiovascular risk. *Cardiology in Review* 2003;11(4):169-179.
- Smith LL. Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:542-551.

- Szabo SJ, Sullivan BM, Peng SL, Glimcher LH . Molecular mechanisms regulating Th1 immune responses. *Annu Rev Immunol* 2003;21:713-758.
- Şentürk H, Canbakan B, Hatemi İ. Karaciğer Enzim Yüksekliklerine Klinik Yaklaşım Gastroenterolojide Klinik Yaklaşım Sempozyum Dizisi 2004;38:9-13.
- Tidball JG. İnflammatory processes in muscle injury and repair. *J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2005; 288, 345-353.
- Tiidus P.M. Skeletal muscle damage and repair. *Human Kinetics*, 2008.
- Tsai SH, Chu SJ, Hsu WC, Cheng SM, Yang SP. Use and interpretation of cardiac troponins in the ED, *Am J Emerg Med* 2008;26:331-341.
- Tsuchimochi H, Matsukawa K, Komine H, Murata J. Direct measurement of cardiac sympathetic efferent nerve activity during dynamic exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2002;283, 1896–1906.
- Uyemura K, Demer LL, Castle SC. Cross-regulatory roles of IL-12 and IL-10 in atherosclerosis. *J Clin Invest* 1996;97(9):2130-2138.
- Vamvini MT, Aronis KN, Panagiotou G, Huh JY, Chamberland JP, Brinkoetter MT. Irisin mRNA and circulating levels in relation to other myokines in healthy and morbidly obese humans. *Eur J Endocrinol.* 2013;169(6): 829-34.
- Vincent HK, Vincent KR. The effect of training status on the serum creatine kinase response, soreness and muscle function following resistance exercise. *Int J Sports Med* 1997;28(06):431-437.
- Vuori IM, Lavie CJ, Blair SN. Physical activity promotion in the health care system. *Mayo Clinic Proceedings* 2013;88:1446–1461.
- Wejstal R, Hansson G, Lindholm A ve ark. Persistent alanine aminotransferase elevation in healthy Swedish blood donors-mainly caused by obesity. *Vox Sang.* 1988;55:152-156
- Wolf P.L, Lott J.A, Nitti G.J. Changes in serum enzymes, lactate and haptoglobin following acute physical stress in international-class athletes. *ClinBiochem* 1987;20:73-7.
- Worrell TW, Perrin DH, Gansneder BM, Gieck JH. Comparison of isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and noninjured athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991;13(3):118-125.

Xiong XQ, Chen D, Sun HJ, Ding L, Wang JJ, Chen Q. FNDC5 overexpression and irisin ameliorate glucose/lipid metabolic derangements and enhance lipolysis in obesity. *Biochim Biophys Acta* 2015;1852(9): 1867-75.

Zembron-Lacny A, Slowinska M, Ziemia A. Integration of the thiol redox status with cytokine response to physical training in Professional basketball players. *Physiological Research* 2010;59:239-245

Zorba E. Fiziksel uygunluk. Muğla, Gazi Kitapevi, 2011;3-160.



EKLER



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU


Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/1004-1042

23 .06.2017

Sayın Prof. Dr. S. Ahmet AĞAOĞLU

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Kadın Futbolcularda Kas Hasarının Serum İrisin Seviyesine Etkisi** başlıklı OMÜ KAEK 2017/242 Karar nolu Biyokimya çalışması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik kurulu yönergesine göre 08.06.2017 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırma bütçesinin maddi desteği henüz sağlanamadığından 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

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Tuğba ONAT

Doğum Yeri: İSTANBUL

Doğum Tarihi: 26.05.1994

Medeni Hali: Bekar

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu: Lisans

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Özel Mektebi Cihan İlkokulu 2017-2018

E-posta: tuba-onat@hotmail.com