

**T.C
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜZME VE KOŞU EGZERSİZİNİN SIÇAN
KAS LİF TİPLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Tezi Hazırlayan
Gülhan GÜÇLÜ**

**Tezi Yöneten
Prof.Dr.Bekir ÇOKSEVİM**

**Fizyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Mart 2008
KAYSERİ**

**T.C
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜZME VE KOŞU EGZERSİZİNİN SIÇAN
KAS LİF TİPLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Tezi Hazırlayan
Gülhan GÜÇLÜ**

**Tezi Yöneten
Prof.Dr.Bekir ÇOKSEVİM**

**Fizyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından
SBT-06-17 nolu proje ile desteklenmiştir,**

**Mart 2008
KAYSERİ**

Prof. Dr. Bekir ÇOKSEVİM Danışmanlığında **Gülhan GÜÇLÜ** tarafından hazırlanan: **“Yüzme ve Koşu Egzersizinin Sıçan Kas Lif Tipleri Üzerine Etkisi “** adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Fizyoloji** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

21/03/2008

JÜRİ

İmza

Başkan : Prof.Dr.Sami AYDOĞAN

Üye : Prof.Dr.Bekir ÇOKSEVİM (Danışman)

Üye : Prof.Dr.K.Muzaffer ÜSTDAL

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulununtarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Meral AŞÇIOĞLU

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve eleştirileri ile katkıda bulunan hocam ve tez yöneticim,
Prof. Dr. Bekir Çoksevrim'e

Uyumlu bir çalışma ortamı sağlayarak destekte bulunan Prof. Dr. Sami Aydoğan'a, Prof.
Dr. Asuman Gölgeli'ye, Prof. Dr. Cem Süer'e, Prof. Dr. Nurcan Dursun'a, Prof. Dr. Nazan
Dolu'ya bölüm asistanları Arş. Gör. HandeYapışlar'a, Dr. Seda Artış'a

Çalışmalarımnda bilimsel yardımlarını esirgemeyen Hakan Çetinsaya Deneysel ve Klinik
Araştırma Merkezi personeline,

Bölüm olanaklarından faydalanmamızı sağlayan Histoloji Anabilim Dalı Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Saim Özdamar'a,

Likit nitrojen tankından faydalanmamızı sağlayan Mikrobiyoloji Anabilim Dalı öğretim
üyesi Doç. Dr. Selma Gökahmetoğlu ve Uzman Dr. Mustafa Özcan'a,

Kryotom cihazına ulaşmamızı sağlayan Patoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr.
Olgun Kontaş'a,

Çalışmamda bilgi, tecrübesi ve sabrıyla desteğini eksiltmeyen Beden Eğitimi Spor Meslek
Yüksekokulu öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Zuhal Hasköse Hamurcu'ya,

Manevi desteği, bilgi ve tecrübesiyle çalışmamın sonlanmasında büyük payı olan
saygıdeğer hocam Prof. Dr. Meral Aşçıoğlu'na,

Çalışmanın her aşamasında yanımda olan değerli arkadaşım Özgül Çiçek Koçyiğit'e,

Çalışmalarımnda maddi ve manevi desteğinden dolayı hayatımın her aşamasında sonsuz
sabrı ve yardımlarını esirgemeyen her koşulda bana inanan aileme teşekkürlerimi sunarım.

YÜZME VE KOŞU EGZERSİZİNİN SIÇAN KAS LİF TİPLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu araştırma yüzme ve koşu egzersizinin sıçan kas lif tiplerine etkisini belirlemek ve eritrositer parametreler üzerine etkisini ölçmek amacıyla yapıldı. Wistar Albino 12 aylık, altı aylık ve üç aylık 30'ar adet erkek sıçan kontrol, yüzme egzersizi ve koşu bandı egzersizi grupları oluşturmak üzere üç gruba ayrıldı. Egzersiz programları uygulanmadan önce kas lif tip tayini yapıldı ve eritrositer parametreler çalışıldı. Sıçanlar üç hafta süresince Morris su tankında bir saat yüzdürüldü ve koşu bandında 15 dk 25 cm/sn hızla koşturuldu. Üç hafta sonra m.vastus lateralis ve m.triceps brachii izole edilip sıvı nitrojende donduruldu; eritrositer parametreler çalışıldı. Kriostat kullanılarak - 20 °C'de 10 µm'lik kesitler alındı. Takiben kas liflerini tayin için histokimyasal analizler yapıldı. Verilerin değerlendirilmesinde tek yönlü ANOVA ve eşleştirilmiş t testi kullanıldı.

Gruplarda yüzme egzersizi sonrası lökosit, lenfosit, monosit ve eritrosit değerlerindeki azalma ile bazofil değerlerindeki artış anlamlı bulundu ($p<0.05$). 12 ve altı aylık sıçanlarda trombosit değerlerinde ki azalma anlamlı bulundu ($p<0.05$), üç aylık sıçanlarda anlamsız bulundu ($p>0.05$). Koşu bandı egzersizi sonrası gruplardaki sıçanların lenfosit değerlerindeki azalma anlamlı bulundu ($p<0.05$). 12 ve altı aylık sıçanların yüzme egzersizi sonrası m.vastus lateralis Tip I lif sayısındaki artış, koşu bandı egzersizi sonrası ve Tip II lif sayısındaki artış anlamsız bulundu ($p>0.05$). 12 ve altı aylık sıçanların koşu bandı egzersizi sonrası m.triceps brachii Tip II lif sayısındaki artış anlamlı bulundu ($p<0.05$). Üç aylık sıçanların yüzme egzersizi sonrası m.vastus lateralis ve triceps brachii Tip I lif sayısındaki artış; koşu bandı egzersizi sonrası ve Tip II liflerinde ki artış anlamlı bulundu ($p<0.05$).

Sonuç olarak, yüzme egzersizi Tip I lif sayısı ve bazofil değerlerini artırdı, lökosit, lenfosit, monosit ve eritrosit değerlerini azalttı. Koşu bandı egzersizi Tip II liflerini artırdı, lenfosit değerlerini azalttı.

Anahtar kelimeler: Yüzme egzersizi, koşu bandı egzersizi, iskelet kas lif tipi, histokimyasal analizler, eritrositer parametreler

THE EFFECT OF SWIMMING AND TREADMILL EXERCISES ON MUSCLE FIBER TYPE OF RAT

ABSTRACT

The aim of this search was to found out effects of swimming and treadmill exercises on muscle fiber types of rat and their erythrocyte parameters

Thirty male Wistar Albino Rats age of twelve months, six months and three months animals were divided into three groups as a control, swimming exercise and treadmill exercise. It was identify fiber types of the muscles and had studied erythrocyte parameters before exercise. The rats performed of three weeks in Morris Swim Tank swam an hour and in treadmill run of speed 25 cm/min fifteen minutes. Three weeks later, m. vastus lateralis and m. triceps brachii were isolated and the samples got immediately frozen using liquid nitrogen; erythrocyte parameters had studied. Muscle samples were allocated to slices of 10 μm by a cryostat at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ which was followed by histochemical analysis in order to identify fiber types of the muscles, to assess the data two tests were used one-way ANOVA and paired-samples t test. It was found meaningful decrease values of leukocyte, lymphocyte, monocyte and erythrocyte; increase to value of basophil after swimming exercise in groups ($p<0.05$). It was found meaningful decrease value of thrombocyte age of twelve months and six months rats ($p<0.05$); It wasn't found meaningful decrease value of thrombocyte age of three months ($p>0.05$). It was found meaningful decrease values of lymphocyte after treadmill exercise ($p<0.05$). It wasn't found increase to meaningful m. vastus lateralis Type I fibers after swimming exercise and Type II fibers after treadmill exercise on age of twelve months and six months ($p>0.05$). It was found increase to meaningful m. triceps brachii Type II fibers after treadmill exercise on age of twelve months and six months ($p<0.05$). It was found increase to meaningful m.vastus lateralis and m. triceps brachii Type I fibers after swimming exercise; m.vastus lateralis and m. triceps brachii Type II fibers after treadmill exercise on age of three months ($p>0.05$).

As result, swimming exercise Tip I muscle fibers and basophil values were increased, leukocyte, lymphocyte, monocyte and erythrocyte values were decreased. Treadmill exercise Tip II muscle fibers were increased, lymphocyte values were decreased.

Key words: Swimming exercise, treadmill exercise, skeletal muscle fiber type, histochemical analysis, erythrocyte parameter

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇ KAPAK	I
KABUL VE ONAY SAYFASI	II
TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ	VII
RESİM LİSTESİ	VIII
KISALTMALAR	IX
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1.EGZERSİZ.....	3
2.2. EGZERSİZ ÇEŞİTLERİ VE UYGULAMA YÖNTEMLERİ.....	3
2.3. EGZERSİZ VE KAS İSKELET SİSTEMİ.....	4
2.3.1. Kaslara İlişkin Genel Bilgiler	4
2.3.2. İskelet Kasları	4
2.3.2.1. İskelet Kaslarının Yapısı	5
2.3.2.2. İskelet Kas Lifi Tipleri	5
2.3.2.3. Kas Kasılması	7
2.3.2.4. Kas Kasılma Çeşitleri	8
2.3.2.4.1. İzotonik Kasılma	8
2.3.2.4.2. İzometrik Kasılma	8
2.3.2.4.3. İzokinetik Kasılma	8

	<u>Sayfa No</u>
2.4. EGZERSİZDE KULLANILAN ENERJİ KAYNAKLARI	9
2.5. YORGUNLUK	9
2.6. FİZYOLOJİK TOPARLANMA.....	10
2.7. İSKELET KASI KAN AKIMINI KONTROL EDEN FAKTÖRLER	10
2.8. EGZERSİZ VE KAN	10
2.8.1. Kanın Fizyolojik Özellikleri	10
2.8.1.1. Eritrositler	11
2.8.1.2. Lökositler	11
2.8.1.3. Trombositler	12
2.9. EGZERSİZİN KAN DOKUSU ÜZERİNE ETKİLERİ	13
2.10.HAREKETİN İSTEMLİ KONTROLÜ	14
2.10.1. Postürün Sürdürülmesi	14
2.10.2. Resiprok İnnervasyon	14
2.10.3. Reobaz	14
2.10.4. Kronaksi	14
2.11. KAS HASARLARI	15
2.11.1. Kas Hasarının Tespitinde Kullanılan Enzim Yapıları	15
2.11.2. Kas Hasarı ve Enzim Aktiviteleri	16
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	17
4. BULGULAR.....	24
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	34
6. KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 4.1. On iki aylık sıçanların yüzme egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması	24
Tablo 4.2. On iki aylık sıçanların koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması	25
Tablo 4.3. Altı aylık sıçanların yüzme egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması	26
Tablo 4.4. Altı aylık sıçanların koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması	26
Tablo 4.5. Üç aylık sıçanların yüzme egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması.....	27
Tablo 4.6. Üç aylık sıçanların koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması	28
Tablo 4.7. On iki aylık kontrol, yüzme ve koşu bandı grubu sıçanlarda m. vastus lateralis ve m. triceps brachii Tip I ve Tip II liflerinin yüzdelerinin karşılaştırılması	28
Tablo 4.8. Altı aylık kontrol, yüzme ve koşu bandı grubu sıçanlarda m. vastus lateralis ve m. triceps brachii Tip I ve Tip II liflerinin yüzdelerinin karşılaştırılması	30
Tablo 4.9. Üç aylık kontrol, yüzme ve koşu bandı grubu sıçanlarda m. vastus lateralis ve m. triceps brachii Tip I ve Tip II liflerinin yüzdelerinin karşılaştırılması	32
Şekil 3.1. Yüzme egzersizi	18
Şekil 3.2. Koşu bandı egzersizi	19
Şekil 3.3. Sıçanlardan tam kan sayımı için intrakardiyak kan alımı	20
Şekil 3.4. Kas lif tip tayini için m. vastus lateralis ve m. triceps brachii alınması	20
Şekil 3.5. Kas örneklerinin sıvı nitrojen tankında dondurulması.....	21
Resim 3.1. On iki aylık yüzme egzersizi grubu sıçanların m. triceps brachii lif tipleri	23
Resim 4.1. On iki aylık yüzme egzersizi grubu sıçanların m. vastus lateralis lif tipleri.....	29
Resim 4.2. On iki aylık koşu bandı egzersizi grubu sıçanların m. triceps brachii lif tipleri	30
Resim 4.3. Altı aylık kontrol grubu sıçanların m. vastus lateralis lif tipleri.....	31
Resim 4.4. Altı aylık koşu bandı egzersizi grubu sıçanların m. vastus lateralis lif tipleri.....	31
Resim 4.5. Üç aylık kontrol grubu sıçanların m. vastus lateralis lif tipleri	32
Resim 4.6. Üç aylık kontrol grubu sıçanların m. triceps brachii lif tipleri	33

KISALTMALAR

ANP	: Atrial natriüretik peptit
AST	: Aspartat aminotransferas
ATP	: Adenozin tri fosfat
BNP	: Brain natriüretik peptit
°C	: Santigrat derece
Ca	: Kalsiyum
CaCl ₂	: Kalsiyum klorür
CO ₂	: Karbondioksit
CBC	: Counter blood cell
CK	: Kreatin Kinaz
dk	: Dakika
EDL	: Extensor digitorum longus
EÖ	: Egzersiz öncesi
ES	: Egzersiz sonrası
g	: Gram
H ⁺	: Hidrojen iyonu
H ₂ O	: Su
kg	: Kilogram
L	: Litre
LDH	: Laktat dehidrojenaz
M	: Molar
m	: musculus
mg	: Miligram
ml	: Milimetre
MR	: Manyetik Rezonans

n	: Denek sayısı
N	: Newton
NaCl	: Sodyum klorür
NaOH	: Sodyum hidroksit
PCr	: Fosfokreatin- kreatin sistem
Ort	: Ortalama
SF	: Serum fizyolojik
sn	: Saniye
SS	: Standart sapma
Tip I	: Yavaş kasılan beyaz kas lifi
Tip II	: Hızlı kasılan kırmızı kas lifi
VO ₂ max	: Maksimum oksijen hacmi

1. GİRİŞ VE AMAÇ

İskelet kasları yavaş ve hızlı kasılan kas lifleri içerir. Farklı kas lif tipleri farklı düzeyde miyofibrillar ATP-az enzimi içerir ve bu özellikleri ile histokimyasal olarak sınıflandırılırlar. Genellikle hızlı kasılan kas lifleri (Tip II) yavaş kasılan kas lifleri (Tip I) ile karşılaştırıldığında çabukluk gerektiren kasılmalarda daha hızlı bir şekilde enerji sağlayabilme yeteneğine sahiptirler. Fakat yavaş kasılan liflerden daha çabuk yorulurlar. Hızlı kasılan liflerde sarkoplazmik retikulum daha iyi geliştiğinden kasılma için kalsiyum daha iyi taşınır, motor nöronları da daha büyüktür. Böylece hızlı kasılan Tip II lifleri daha çok kas lifini uyarma ve daha büyük güç oluşturma yeteneğine sahiptirler. Hızlı kasılan liflerden daha yavaş kasılmalarına ve daha düşük güç üretebilmelerine karşın yavaş kasılan lifler aerobik özelliklerindeki gelişmişlikten dolayı uzun süre güç oluşturabilme yani dayanıklılık yeteneğine sahiptirler. Hızlı kasılan lifler yukarıda saydığımız özelliklere ne oranda sahip oldukları göz önüne alınarak alt gruplara ayrılmışlardır. Yavaştan hızlı kasılma özelliğine doğru sınıfladığımızda hızlı kasılan lifler Tip IIC, IIA ve IIB sırası izlerler. Bu sınıflama da yer alan Tip IIC lifleri kas içinde düşük oranda bulduklarından genellikle göz ardı edilirler.

Vücudumuzdaki kasların yaptıkları görev ve fonksiyonlar göz önüne alındığında bu farklılıklar net olarak ortaya çıkar. Hızlı kasılan kaslara büyük oranda hızlı kasılan kas lifi içeren göz kaslarını, yavaş kasılan kaslara postürümüzü sağlayan bel kaslarını örnek verebiliriz. Egzersiz sırasında egzersizin şiddeti ile orantılı olarak kas lifleri devreye girer. Hafif şiddetliden yüksek şiddetli aktiviteye doğru incelediğimizde harekete kas grubu içindeki sırası ile yavaş kasılan Tip I lifleri takiben Tip IIA ve Tip IIB kas lifleri katılırlar.

Yapılan egzersizin tipine göre kas liflerinde değişimler olur. Dayanıklılık antrenmanı yapanlarda Tip I lifler yoğunlukta iken sprint türü aktivite yapanlarda Tip II lifleri yoğunluktadır. Dünya şampiyonu maratoncuların m.gastroknemius % 93- 99 yavaş kasılan kas lifine sahipken dünya şampiyonu olan sprinterler için bu oran %25'dir. Elit sporcularda tespit edilen bu oranların yaptıkları antrenmanın bir sonucu mu olduğu yoksa kas yapı özelliklerinden dolayı daha başarılı oldukları için bu alanlara yöneldikleri tartışmalıdır. Kas lif tip dağılımı atletik başarı için önemli bir parametre olmakla birlikte tek başına belirleyici değildir. Kalp-dolaşım, solunum, hormonal sistem gibi birçok sistem başarı için önemli bir etkiye sahiptir.

Yüzme ve koşu egzersizlerinin iskelet kası lif tipleri üzerine etkisi atletik performansın belirlenmesi bakımından önemlidir. Farklı egzersizlerin farklı kas lif tipleri ve tam kan sayım değerleri üzerine etkisini tespit etmek amacıyla bu çalışma yapıldı.

Üniversitemizde iskelet kas lif tip tayini yapılmıyor olması da ayrıca çalışmanın önemini attırdı. Çalışmamız sonucunda "Kas Lif Tip Tayini" için metot oluşturmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.EGZERSİZ

Fiziksel aktivite, iskelet kasları tarafından oluşturulan ve enerji tüketimine yol açan herhangi bir vücut hareketidir (1). Egzersiz, fizik aktivitenin, iskelet kaslarının kasılması sonucunda üretilen, bazal düzeyin üzerinde enerji harcamayı gerektiren bedensel hareketlerdir. Egzersiz fizik aktivitenin alt sınıfı olarak kabul edilir. Egzersizin amacı, oksijen dağılımını ve metabolik süreçleri yola koymak, kuvveti, dayanıklılığı geliştirmek, vücut yağını azaltmak, kas ve eklem hareketlerini iyileştirmektir. Bununla beraber egzersizin canlı sistemler üzerine etkisi çok fazladır. Yalnız egzersiz yaparken programlı bir şekilde yapılması gerekir. Sağlık açısından egzersizin etkileri düşünüldüğünde kasları çalıştırması, kalbin pompalama yeteneğini dengede tutması, kalp atım sayısının düzenlenmesi ve kan basıncının düzenlenmesidir.

2.2. EGZERSİZ ÇEŞİTLERİ VE UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Aerobik egzersizi, geniş kas gruplarını kullanarak, düşük şiddetli uzun süreli aktivite olarak düşünebiliriz (maksimal kalp atım sayısının %60-80 arası). Örneğin; yürüyüş, bisiklet, jogging, aerobik dans, yüzme gibi aktiviteleri içerir (1, 2).

Anaerobik aktivite kısa süreli yüksek şiddetli çalışmalardır; tenis, ağırlık kaldırma, kısa süreli hızlı koşular, futbol, basketbol, hentbol gibi aktivitelerde anaerobik süreçler hakimdir (1, 2).

2.3. EGZERSİZ VE KAS İSKELET SİSTEMİ

2.3.1. Kaslara İlişkin Genel Bilgiler

Kas dokusu insan vücut ağırlığının % 40-50 'sini oluşturan özel bir dokudur (2-5). Kas; eksitabilite, kontraktibilite, ekstansibilite ve elastisite özelliklerine sahiptir. Eksitabilite uyarıları alabilme ve yanıt verebilme olup normal koşullarda uyarılar sinir sistemince sağlanır. Kontraktibilite, kasın uyarılar karşısında şekil değiştirmesi olup genellikle kısalmır ve kalınlaşır. Ekstansibilite, normal uzunluğunun ötesinde gerilebilmeyi, elastisite de gerilme fonksiyonu ortadan kalkınca normal uzunluğa dönmeyi ifade eder (2-5).

İnsan vücudunda bütün hareketler kas kontraksiyonu ile gerçekleşir (2). Yürüme, yiyeceklerin alınması ve soluma gibi birleşik hareketler direk olarak kassal kontraksiyona bağlı iken, disk atma, koşma, sıyrıla atlama, futbol gibi bazı önemli kompleks performanslar çok sayıda kasa ve kompleks nöromusküler koordinasyona, diğer bir deyişle sinir kas eşgüdümüne bağlıdır (3).

İnsan vücudun da iskelet, kalp ve düz kas olmak üzere üç farklı kas dokusu bulunur (5).

2.3.2. İskelet Kasları

Hareket sistemimizin aktif unsurlarını oluştururlar. İskelet kaslarının kasılmasıyla yürüme, koşma, sıçrama, atlama, bir cisim tutma ya da atma eylemlerini gerçekleştirebiliriz. Antrenmanlar yoluyla dayanıklılık ve koordinasyonu artırılabilir ya da boyutları geliştirebilir (2, 4).

İnsan vücudunda toplam olarak 600'den fazla kas bulunur. Bunların yaklaşık 430'u sağlı sollu yani çift olarak bulunan iskelet kaslarıdır. Ancak, önemli motor hareketlerin yapılması 80 çift civarındaki iskelet kasları ile gerçekleştirilir. İskelet kasları çizgili kaslar olup merkezi sinir sistemince iletilen uyarılarla sistemli olarak çalışırlar. Solunum kasları örneğinde olduğu gibi, bazı iskelet kasları istemsiz olarak da kasılabilir (6).

2.3.2.1. İskelet Kaslarının Yapısı

Kasların büyüklükleri ve şekli oldukça farklıdır. Yetişkinlerde 2 cm' den 61 cm' e kadar uzunluklar alabilir ve silindirik, yuvarlak, düz veya yelpaze vb. şekillerinde olabilirler. Kasın kemiğe tutunma yerlerindeki sabit noktaya (genellikle) orijin (başlangıç), hareketli noktaya ise insertio (sonlanmış) denir (6).

2.3.2.2. İskelet Kas Lifi Tipleri

İskelet kasları farklı metabolik ve fonksiyonel özellikler sahip kas liflerinin bir araya gelmesinden oluşmuştur. İskelet kas lifleri gelişimi 5. ayında histokimyasal olarak farklılaşmaya başlar. Gebeliğin 15. ne 20. haftaları arasında bütün miyotüpler ve miyofibriller yüksek adenozin trifosfataz (ATP-az) ve oksidatif enzim aktivitesine sahiptir. Gebeliğin 20. haftasından itibaren liflerin yaklaşık %10'u daha geniş çaptadır, ayrıca yüksek oksidatif enzim aktivitesine ve azalmış ATP-az aktivitesine sahiptir. Hematoksilin ve Eozin ile bazofilik boyayan bu lifler, Wohlfort B lifleri olarak adlandırılır ve gelişen kasta Tip I'in erken örneği olarak ayırt edilirler. Liflerin geri kalan %90'ı (Wohlfort Tip A) yüksek ATP-az aktivitesine sahiptir ve Tip II olarak adlandırılır. Tip IIA ve Tip IIB lifleri doğuma kadar görülmezler. Ancak birkaç Tip IIC lifi hem asit hem de alkali şartlarda koyu boyanmalarından ve ATP-az reaksiyonu göstermelerden dolayı ayırt edilebilirler. Bu lifler; hem hızlı, hem de yavaş miyosin'e karşı antikorlar ile tipik boyanırlar. Doğumda kasların histokimyasal özellikleri, olgun ve yetişkin kasın histokimyasal özelliğine benzer. Liflerin yaklaşık %80'i Tip I ve Tip II olarak ayırt edilebilir. Geri kalan %20'si farklılaşmamıştır ve oksidatif enzim aktivitesine sahiptir, hemde rutin ATP-az reaksiyonları ile koyu boyanır. Kasların histokimyasal görünüşünde ki asıl düzenleme doğumdan sonra oluşur (22,35).

İskelet kas lifleri morfolojik, fizyolojik ve histokimyasal özelliklerine göre birbirlerinden ayrılır. Morfolojik olarak kas lifleri çap ve renk bakımından farklılıklar gösterir. Beyaz kas lifleri kalın, kırmızılar ise, ince çaplıdır (23,27-28, 35, 45).

Lif tipleri miyogloblin ve mitokondri içeriğine göre de farklılık gösterir. Kırmızı lifler çok miktarda miyogloblin, sitokrom ve mitokondrion içeren küçük liflerdir. Beyaz lifler daha az miyogloblin, sitokrom ve mitokondrion içeren büyük liflerdir. Orta tip lifler ise pigment içeriği ve mitokondrion miktarı bakımından bu iki lif tipinin arasında olan orta boyuttaki liflerdir (5, 38,43).

Damar zenginliği bakımından da iskelet kası lifleri birbirinden farklıdır. Beyaz kas liflerinin etrafında az sayıda kapiller damar bulunmasına karşılık, kırmızı kas lifleri kapillerden çok zengindir. Enine kesitlerde, her bir beyaz kas lifinin etrafında sadece 1-2 adet, kırmızı kas liflerinin etrafında ise 3 veya 5 adet kapiller damar bulunduğu görülür. Kas lifleri arasında farklılıklardan birisi de Z bandı yapısıdır. Z bandı, kırmızı kas liflerinde, daha kalın ve daha düzensizdir (24).

Fizyolojik olarak kas lifleri, twitch lifler ve tonik lifler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Twitch özellikteki bir kas lifine tek bir uyarı geldiğinde kas lifinde aksiyon potansiyel şekillenir ve lif kontraksiyon yapar. Tonik liflerin kontraksiyon yapabilmeleri için peş peşe seri halde uyarı gelmesi gerekir, kontraksiyonları da twitch liflere göre daha uzun zaman alır. Tonik kas lifleri memelilerde ender olarak bulunur. Twitch lifler kontraksiyon hızına göre; slow-twitch ve fast-twitch olmak üzere iki gruba ayrılır. Kırmızı lifler, slow-twitch motor üniteler yaparlar. Kırmızı liflerde bulunan çok miktardaki mitokondrion güçlü süksinik dehidro genaz ve nikotinamid adenin dinucleotid tetrazolium (NADH-TR) histokimyasal boyama reaksiyonları ile ilişkilidir. Enerji için daha çok lipitler kullanırlar ve enerji üretimi aerobik yolla olur. Lipitler sarkoplazmadan mitokondrionlara yağ asidi düzeyinde girerek, enzimler tarafından aerobik yolla parçalanırlar. Bu tip kaslar, yorulmaksızın uzun süre kısalıp gevşeyebilirler. Memeli ekstremite kasları, insanların uzun sırt kasları (25) ve göçmen kuşların göğüs kasları kırmızı lif tipindedir. Beyaz lifler, fast-twitch motor üniteler yaparlar. Yüksek oranda miyogloblin içerirler, az miktarda sitokrom içerirler ve bu nedenle az sayıda mitokondriona sahiptirler. Bunlar enerjii, daha çok sitozolde glikojeni aerobik yolla piruvata, piruvatı da anaerobik yolla laktata parçalayarak elde ederler. Beyaz kaslar, güçlü fakat kısa süreli kontraksiyonlar yaparlar. Tavuğun göğüs kasları ve insan gözünün ekstraoküler kasları beyaz liflerden oluşmuştur (40).

Kasların özelliklerini histokimyasal tekniklerle tanımlanması mümkündür. Lif tiplemesi rutin hematoksilen-eozin boyaması ile yapılamaz, ancak frozen kesitlerde (-22 C) histoenzimatik reaksiyonlarla yapılabilir. Lif tiplerini ayırt etmede iki histokimyasal prosedür uygulanır. Bunlardan en güvenilir olanı miyofibriler ATP-az reaksiyonudur. Prosedür esnasında pH değeri değiştirilerek boyama reaksiyonunun spektrumu genişletilebilir. Standart ve ya alkali ATP-az reaksiyonunda (pH 9,4) 2 lif tipi ayırt edilir. Tip II (beyaz) liflerde çok sayıda mitokondri ve lipit bulunduğu için koyu

boyanır, Tip I (kırmızı) lifler ise bunların azlığından dolayı açık boyanır. Eğer inkübasyon solüsyonunun pH' ı asidik seviyelere çekilirse (pH 4,6) Tip II' nin de 2 alt tipi ayırt edilir. Tip II A lifleri hemen hemen hiç boyanmaz iken, Tip II B orta seviyede Tip I lifler ise koyu olarak boyanır (28).

Lif tipleri ayırımı sadece ATP-az reaksiyonuna göre değil, aynı zamanda oksidatif enzim reaksiyonuna bakılarak da yapılabilir. Laboratuarlarda oksidatif enzim reaksiyonlarının hepsi (NADH-TR gibi) kullanılabilir. Koyu boyanan lifler, oksidatif Tip I (kırmızı) lifler olarak, açık boyananlar ise Tip II (beyaz) lifler olarak ayırt edilir. Oksidatif enzim reaksiyonları sonucunda Tip II lifleri de ikiye ayrılır. Tip II B lifler, Tip II A ya göre zayıf boyanır. Boyama yoğunluğu orta olanlar Tip I ve Tip II B arasındadır. Bütün kas lif tipleri glikojen ve fosforilaz enzim içermektedir, ancak Tip II liflerde daha boldur. Ancak bu teknikler kas lifi tiplerini ayırt etmede pek güvenilir değildir (28).

Frozen kesitlerde, ATP-az gibi, histokimyasal boyalar kas lifi tiplerini ayırt etmede kullanılırken, son yıllarda lif ayırımı, Tip II ve yavaş Tip I miyozillere karşı antikolar kullanılarak da yapabilmekte ve Tip I ve Tip II lifler tespit edilmiş dokularda ayırt edilebilmektedir. Ayrıca Tip II liflerde; Tip II A ve Tip II B olarak ayırt edilebilirler (28).

2.3.2.3. Kas Kasılması

Kas lifi uyarıldığında kasılır. Gerekli uyarı motor siniri ile gelir, kas elektrik akımı gibi bir uyarıya cevap verir. Kasa bir uyarı uygulandıktan sonra bir zaman gecikmesi (latent dönem) ile önce kasılma ve bundan sonra bir gevşeme oluşur. Kimyasal olarak kasın kasılması kısaca şöyle özetlenebilir: Kas aktif duruma geçtiğinde glikojen depoları boşalır, oksijen kullanımı ile CO₂ meydana çıkar. Kas glikojeni prüvik aside parçalanırken yüksek enerjili ATP moleküllerinde depolu enerji açığa çıkar. Prüvik asidin tekrar oksitlenmesi ile sitrik asit çevriminde CO₂ ve H₂O ile yeni ATP molekülleri oluşur. Oksijen yetersizliği durumunda ise prüvik asitten anaerobik reaksiyonla laktik asit üretilir ve yeni enerji açığa çıkar. Motor sinirden motor uç plakalarına bilgi geldiğinde asetilkolin salgılanarak kas uyarılır. Bazı düz kaslar ise noradrenalin kullanır (3,5-7). Kalp kasları enerjilerini yağdan sağlar (26).

2.3.2.4. Kas Kasılma Çeşitleri

Kas, kasılma yeteneğinde olan bir dokudur ve bu kasılma bir seri sinir uyarısı ile oluşur. Kas tamamen veya kısmen kasılabilir ve buna göre de maksimum ya da daha az kuvvet oluşturabilir. Kas çeşitli şekillerde kontraksiyon oluşturabilir.

2.3.2.4.1. İzotonik Kasılma

Sözcük anlamı olarak gerimin değişmediği bir kasılmayı tanımlar. İzotonik kasılma dinamik bir kasılma şeklidir. Çoğu kez konsantrik kasılma ile eş anlamlı kullanılmakla beraber, konsantrik ve eksantrik olarak sınıflandırılabilir (4).

a) Konsantrik Kasılma: Kısalarak oluşan bir kasılmadır ve bir hareket söz konusudur, mekanik bir iş yapılır. Elimize aldığımız bir ağırlıkla dirsek eklemimizi fleksiyona getirdiğimiz sırada dirsek bölgesini önden kat eden m.biceps brachii konsantrik kasılmaktadır. Kasın boyunda bir kısalma olmuş, aynı zamanda da ön kol üst kola doğru hareket etmiştir (4).

b) Eksantrik Kasılma: Konsantrik kasılmanın tersine kas boyunda uzamanın olduğu bir kasılma şeklidir. Burada kastedilen uzama, daha önce kısalmış bir kasın uzamasıdır. Negatif bir mekanik iş söz konusudur (4).

2.3.2.4.2. İzometrik Kasılma

Statik bir kasılmadır. Kasın boyunda bir değişiklik olmaksızın gerimin de artış vardır. Herhangi bir hareket söz konusu değildir (4).

2.3.2.4.3. İzokinetik Kasılma

Yukarıdaki kasılma türlerine ek olarak 1960 yılında Amerikalı biyomekanikçi Perine ve arkadaşları tarafından İzokinetik kasılma tanımlanmıştır. İzokinetik kasılmada tüm hareket genişliği içinde sabit bir hız ve en üst gerilme sağlanır (4).

2.4. EGZERSİZDE KULLANILAN ENERJİ KAYNAKLARI

Hücrede ATP 3 yolla elde edilir:

- 1) ATP-PCr sistemi
- 2) Glikolitik sistem ve
- 3) Oksidatif sistem (4).

Yüksek şiddetli sprint tarzı aktivitelerde ATP ve PCr depolarından kasların enerji elde edebilmeleri 3-15 saniyelik bir süreç ile sınırlıdır (4). Eğer egzersiz devam ediyorsa ATP gereksinimi glikolitik ve oksidatif sistemler tarafından karşılanır. 1-2 dakikalık sprint tarzı aktivitelerde ATP-PCr sistemi glikolitik sistemle takviye edilir. Fakat takiben kan laktik asit düzeyi dinilenim düzeyinin 20-25 katı bir düzeye ulaşır. Laktik asitin artması ve pH ın düşmesi glikolitik enzimlerin aktivasyonunu azaltır (3). Bu da glikojen yıkımının inhibe olmasına neden olur. Ayrıca asidice liflerde Ca- bağlama kapasitesini dolayısıyla kasılmayı da zayıflatır (5). Egzersiz süresinin bir kaç dakikanın üzerine çıkmasına paralel göreceli olarak devreye oksidatif sistemler girer ki bu maraton tarzı bir aktivitede % 95-98 düzeylerindedir. Proteinlerin (amino asitlerin) toplam enerjiye katkısı % 5-10 civarındadır ve egzersizin şiddet ve süresi ile ilişkilidir (2). Yağlar gram başına karbonhidratlardan daha fazla kalori sağlamasına karşın daha fazla oksijen tüketimine neden olurlar (2). Oksidatif yolla enerji elde ediniminde kasın içerdiği mitokondri sayısı, oksidatif enzim miktarı, kapiller sayısı, miyoglobulin miktarı önemli faktörlerdir. Antrenmanla mitokondri sayısı, kapiller sayısı, miyoglobulin miktarı, oksidatif enzim miktarı, yavaş kasılan lif alanı artar (3-4). Bu da en üst oksijen tüketebilme (VO₂ max) kapasitesini artırır (8).

2.5. YORGUNLUK

Kasın uzun süre ve kuvvetli kasılmasının kas yorgunluğu durumuna neden olur. Atletlerde yapılan çalışmalar göstermiştir ki, kas yorgunluğu doğrudan kas glikojeninin tükenme hızı ile orantılıdır. Dolayısıyla kas yorgunluğunun, kas liflerinin kontraktıl ve metabolik işlevlerinin aynı iş verimini sürdürmemesinden kaynaklanması olasıdır. Araştırmalar uzun süreli motor aktiviteden sonra sinir-kas kavşağından sinir sinyallerinin iletimini azaldığını, bunun da kas kasılmasının zayıflattığını göstermiştir (3).

Kasılan kastan geçen kan akımının kesilmesi de, özellikle oksijensizlik ve besin sağlanamaması, bir kaç dakika içinde tam kas yorgunluğuna neden olur (5).

2.6. FİZYOLOJİK TOPARLANMA

Ağır bir egzersizden sonra, depo olarak tutulan oksijenin tümü bir dakika veya biraz daha fazla bir zaman içinde aerobik metabolizma için kullanılır. Egzersizden sonra normal ihtiyaçtan daha fazla oksijen solunum yoluyla alınarak oksijen depoları yenilenir. İlave olarak, yaklaşık dokuz litreden fazla oksijen, laktik asit ve fosfatjen sistemin yeniden yapımı için sarf edilir. Bütün bu fazladan vücuda ödenmesi gereken yaklaşık 11,5 litrelik oksijene ‘oksijen açığı’ denir. Oksijen açığının erken fazına alaktik oksijen açığı adı verilir ve bu miktar yaklaşık 3,5 litredir. Daha sonraki kısmına laktasit oksijen açığı denir. Bu da yaklaşık 8 litredir (3, 8-9, 38).

2.7. İSKELET KASI KAN AKIMINI KONTROL EDEN FAKTÖRLER

Kaslar dinilenim halinde 100 g doku bağına 4-7 mL/dk, egzersizde ise 50-75 mL kan akımına sahiptir. Akım kesintilidir ve açık bulunan kapillerler vasıtasıylaadır. Dinilenim halinde tüm kapillerin % 12-20’si açıktır, egzersiz sırasında tüm kapillerler açılır. Kan akımı bağlıca kırmızı liflerden oluğmuğ kaslarda, beyaz liflerden oluğmuğ kaslara göre daha fazladır. Kan akımının yerel kontrolü, hipoksinin neden olduğu vazodilatör maddeler üzerinden yapılır. Sinirsel kontrol ise kan akımını azaltan sempatik vazokontraksiyon lifler (zellikle egzersizin bağlangıcından olmak üzere) kan akımını arttıran sempatik vazodilatör lifler ile sağlanır (10).

2.8. EGZERSİZ VE KAN

2.8.1. Kanın Fizyolojik zellikleri

Kan, ekstrasellüler bir sıvı ortamdan ve bu ortam içinde bulunan zelleğmiğ hücrelerden oluğmuğtur. Hücreler arası maddesi sıvı olan özel bir bağ doku tipidir. Dolağım sisteminin ana maddesi olan kan vücut kitlesinin %7 ile %10 unu oluğturur (5).

Kanın % 60’ı plazma denilen sıvıdan %40 ı ise kan hücrelerinden oluğmuğtur. Kan hücreleri genelde kanın şekilli elemanları olup, eritrositler, lökositler, trombositler olmak üzere e ayrılırlar (5).

2.8.1.1. Eritrositler

İçerdikleri hemoglobin sayesinde oksijen taşımak üzere özelleşmiş hücrelerdir. Eritrositler bikonkav disk şeklinde hücrelerdir. Çapları 4-7 mikrometreye kadar değişebilir. Eritrositler damarlardan geçerken şekilleri önemli oranlarda değişebilir ve oldukça esnektiler. Kandaki eritrosit konsantrasyonunda normal bir insanda kanda ortalama eritrosit sayısı milimetre küp 4.7 milyon ile 5.5 milyon arasında olup genelde eritrosit sayısı cins ve yaşa göre değişebilir. Hemoglobin, renksiz bir protein olup globülin ile 4 hem molekülünden yapılmıştır (11).

Embriyonik yaşamın ilk birkaç haftasında primitif, çekirdekli alyuvarlar vitellüs kesesinde üretilir. Gebeliğin ikinci trimesteri sırasında dalak ve lenf düğümlerinde önemli miktarda alyuvar yapımı olmakla birlikte alyuvarların üretildiği esas organ karaciğerdir. Gebeliğin son ayında ve doğumdan sonra ise alyuvarlar tümüyle kemik iliğinde yapılır. Alyuvarlar vücudun çeşitli kesimlerinde karaciğerde (kupffer hücreleri), dalakta ve kemik iliğinde makrofajlar tarafından fagosite edilir (3). Eritrositlerin yaşam süresi 120 gündür. Eritrositlerin yapımı için amino asit, lipit, karbonhidrat gibi olağan besin maddelerinin yanı sıra, ek olarak demir, folik asit ve B 12 vitamini şarttır (5).

2.8.1.2. Lökositler

Lökositler vücudun savunma sisteminin hareketli birimleridir. Beyaz kan hücreleri vücuttaki normal hücrelere benzemezler bağımsız tek hücreli organizmalar gibi davranırlar, hareket ederler ve yabancı parçacıkları yakarlar. Beyaz kan hücreleri hareket tarzı olarak amiplere benzerler ve yabancı hücreleri fagositoz ederler (11).

Erişkin insanda milimetre küp kanda 4000- 7000 lökosit vardır. Granülositler ve monositler yalnız kemik iliğinde oluşur. Lenfositler ve plazma hücreleri esas olarak lenfosit dokularında lenf bezleri, dalak, timüs, tonsiller vücudun çeşitli yerlerindeki lenfoid dokularında özellikle kemik iliğinde ve bağırsak duvarı epitelyumu altında uzanan Peyer plaklarında üretilirler. Granülositlerin yaşam süreleri kanda 4-8 saat, dokularında ise 4-6 gün kadardır. Lökositler granülositler ve agranülositler olmak üzere ikiye ayrılırlar (3, 5, 11).

1. Agranüositler
 - a) Lenfositler
 - b) Monositler
2. Granüositler
 - a) Nötrofiller
 - b) Bazofiller
 - c) Eozinofiller

Granüositler, lökositlerin %50-60'ını oluştururlar. Granüositler isimlerini taşıdıkları granüllerden alırlar. Bu granüller hücre tipine bağlı olarak farklı tipteki kimyasalları içerirler. Lenfositler; lökositlerin %30-40'ını oluştururlar. Lenfositlerde kendi arasında iki gruba ayrılırlar; Monositler; lökositlerin yaklaşık % 7'sini oluştururlar (11).

Kan dolaşımındaki nötrofiller kılcal damarların duvarlarından dokulara geçiş yapabilirler. Eozinofiller derideki ve akciğerdeki parazitlere odaklanmışlardır. Bazofiller ise histamin taşırlar ve bu nedenle inflamasyonun meydana gelmesinde önemlidir. Makrofajlar; en büyük kan hücreleridir. Monositler kemik iliğinden salgılanırlar, kan dolaşımında bulunurlar dokulara girerler ve makrofajlara dönüşürler. Pek çok sinir dokusu kendi makrofajına sahiptir (3).

Farklı tipteki lökositlerin yüzde oranları aşağıdaki gibidir:

Nötrofiller	%62
Eozinofiller	%2.3
Bazofiller	%0.4
Lenfositler	%30
Monositler	%5.3

2.8.1.3. Trombositler

Trombositler çok sayıda granül içeren renksiz hücre parçalarıdır. Megakaryosit denilen kemik iliğinin büyük hücrelerinin parçalarından oluşur. Bu megakaryosit parçalara sistematik dolaşıma girince trombosit adını alırlar. Hemostazın sağlanmasında yani kanamanın durdurulmasında önemlidir. Vücudun herhangi bir yerinde kanama olursa sırayla şu şekilde mekanizma gerçekleşir (5).

1. Vasküler spazm,
2. Trombosit tıkaçı oluşumu
3. Kan pıhtılaşması,
4. Pıhtı içindeki fibröz büyüme ile damardaki açıklığın kapanmasıdır (10).

Trombositler, en küçük hücre grubu olup çekirdeksizdirler. 2-4 μ çapında, yuvarlak ve küçük disklerdir. Trombositlerin kandaki yoğunlaşması milimetre küpte 150000 ile 450000 arasındadır. Trombositler oldukça kontraktil aktiviteye sahiptir (5).

2.9. EGZERSİZİN KAN DOKUSU ÜZERİNE ETKİLERİ

Toplam vücut ağırlığının %40'ını oluşturan iskelet kası istirahat halinde kardiyak ürünün %15-20'sini almaktadır (12). Egzersiz sırasında çalışmakta olan kas grubunun kan akımı artmakta ve kardiyak ürünün %90'a yakını iskelet kasına gitmektedir. Egzersizle iskelet kası kan akımının artışı egzersiz hiperemisi fenomeni olarak tanımlanır. Bu fenomende ön planda plazmada pH düşmesi, CO₂ yükselmesi, hipoksemi, osmolalite artışı, histamin ve K⁺ iyonu gibi yerel faktörler rol oynamaktadır. Bu lokal faktörler, doğrudan etkilerinin yanında endotelden nitrik oksit (NO) salgısını artırarak da etkili olurlar (13, 14). Nitrik oksidin egzersiz hiperemisi fenomeninde oynadığı rol tartışmalıdır. Lokal faktörlerin, hiperemi oluşumunda ve devamında daha fazla rol oynadığını savunan görüşlerin (15, 16) yanında, NO' nun daha etkili olduğunu savunan görüşler de vardır (17). Hangi yolla olursa olsun, egzersiz hiperemisinin sağlanabilmesi için, sağlam ve normal çalışan bir endotel varlığı en önemli şart gibi görünmektedir. Otonomik regülasyon, bu bağlamda geri planda rol oynamaktadır. Egzersiz sırasında kasılan kasların pompalama etkisiyle, arter ve vena arasında basınç gradiyenti oluşur ve kapillerler de kan akımı sağlanır (21). İstirahat halinde ise aynı basınç gradiyenti endotelin-1 gibi vazokonstriksiyon yapan maddelerle sağlanır (18). İstirahat halinde, damar tonusunun gevşeme yönündeki en önemli uyararı ise NO' dur (19). Kan ve vasküler düz kas hücreleri arasında yerleşen endotel hücreleri sürekli olarak shear stres, hidrostatik basınç ve pulsatil stres gibi birçok etkiye maruz kalmakta ve bu etkilerle her bir endotel hücrelerinin şekli bozulmakta, bazal NO salgısı sağlanmaktadır. Egzersizle artan shear stres ayrıca prostasiklin salgısını da artırmaktadır. Kısa dönemde kendisini vazodilatasyon şeklinde gösteren bu etkiler, uzun vadede, düzenli egzersiz yaptırılan deney hayvanlarında olduğu gibi, endotel fonksiyonunun düzelmesine ve anjiyogenez artışına neden olmaktadır (20).

2. 10. HAREKETİN İSTEMLİ KONTROLÜ

Kaslar genel olarak koordineli bir şekilde çalışırlar. Bir hareket oluşturulurken agonist kaslar (birincil ve yardımcı=sinerjist) kasılırken antagonistler gevşer (6). Bu arada bazı kaslar statik olarak kasılarak stabilizör işlev görürler. Kasılmaların bir kısmı da keza, istenmeyen hareketlerin etkisiz edilmesine yöneliktir (3).

Birbirini izleyen kompleks sportif hareketlerde kaslar çeşitli roller üstlenirler. Bir yüksek atlayıcının ya da kebek yüzücüsünün eylemi, birçok farklı kasın üstlendikleri değişik rolleri koordineli olarak yerine getirmeleriyle gerçekleşir (4).

Kaslara uyanlar sinir sistemince iletildiğine göre bu koordinasyon sinir sisteminin denetimindedir. Buna nöromüsküler koordinasyon denir. Eğer motor sinir agonist kasa emir iletirse, antagonist kaslara da kasılmayı engelleyici iletiler gider. Böylece istenmeyen hareketler engellenmiş olur. Eğer hareketin çok hızlı ve güçlü yapılması isteniyorsa antagonist kaslarda tam bir engelleme istenir. Hareket kontrollü yapılıyor ve daha düşük hız ve güç isteniyorsa, antagonist kasların bir parça direnç göstermesi istenebilir. Agonist-antagonist kaslardaki koordinasyonsuzluk, kas sakatlanmalarına neden olur (3,4).

2.10.1. Postürün Sürdürülmesi

Başlıca postürün sürdürülmesi yani vücudun dik durma durumunun bozulmaması için kasılan kaslar postür kasları olarak adlandırılır. Bu kaslar, bacak, sırt ve boyunun ekstansör kaslarıdır. Çok sayıda diğer kaslar da, daha az önemli olarak postürün sürdürülmesine katkıda bulunur (3,4).

2.10.2. Resiprok İnnervasyon

Bir grup kasın uyarılması başka bir grup kasın inhibisyonuyla birlikte olur. Bu olaya resiprok inhibisyon ve bu resiprok ilişkiye neden olan nöron devresine de resiprok innervasyon denir (3).

2.10.3. Reobaz

Uyarılabilen en küçük akım şiddetine reobaz denir (26).

2.10.4. Kronaksi

Reobazın iki misli şiddetindeki akımın hücreyi uyarması için gerekli süreye kronaksi denir (26).

2.11. KAS HASARLARI

Egzersiz sebep olduğu kas 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 miyokartta da enfarktüse benzer zedelenmelere sebep olduğu ileri sürülmektedir (31).

Farklı türdeki egzersizler farklı boyutlarda kas hasarı meydana getirir. Bunun yanında eksantrik kasılma diğer kasılma türlerine göre daha fazla kas hasarı meydana getirmektedir (29). Alışık olunmayan eksantrik kasılmanın yol açtığı hasar miyofibrillere özgü yapının bozulmasına sebep olur. Özellikle Z bandındaki kopmalara miyofibril iskeletindeki kırılmalar eşlik eder (30).

Kas hasarının tespitinde yaygın olarak iki metot kullanılır. Birincisi direkt yöntem olan görüntüleme teknikleridir. Bu yöntem hem pahalı hem alana uygulanabilirliği zor yöntemlerdir (MR spektroskopisi, mikrografi, elektron mikroskobu). Bunun yanında biyopsi tekniklerinden kaynaklanan farklılıklar sonuçları etkileyebilmektedir. İkinci yöntem ise kas içi enzimlerinin plazmadaki miktarlarının tespit edilmesini içeren yöntemdir. Kas hasarıyla birlikte plazmada bulunan kasa özel enzim ve protein yapıları artar. Temelde bu mekanizmadan faydalanılarak egzersizde kas hasarının boyutu tespit edilir. Araştırmalarda yaygın olarak bu yöntem kullanılmaktadır (36).

2.11.1. Kas Hasarının Tespitinde Kullanılan Enzim Yapıları

İskelet ve kalp kası hasarını tespite yönelik çalışmalarda kullanılan yapılar; başta Kreatin kinaz (CK) ve alt izoformları, miyogloblin, aspartat aminotransferaz (AST), laktat dehidrogenaz (LDH), beyin natriüretik peptid (BNP), atrial natriüretik peptid (ANP), karbonik anhidraz, laktat dehidrogenaz, troponin ve kas yapı proteinleri yaygın olarak kullanılan yapılardır. Bu yapılardan en önemlisi ve en çok kullanılanı CK dır (40, 65).

CK kasılma veya taşıma sistemlerindeki ATP yenilenmesini sağlayan bir enzimdir. CK kas hücresinde fizyolojik bakımdan fonksiyonel hale gelir. Kasın her kontraksiyon döngüsünde kreatin fosfat kullanılarak ATP oluşur. Bu sonuç kasın ATP düzeyini sabit tutar. Geri dönüşlü olan bu reaksiyonda CK katalizör görevi görür (29).

2.11.2. Kas Hasarı ve Enzim Aktiviteleri

Plazma CK aktivitesi kas yaralanmalarında, akut miyokart enfarktüsü sonrasında ve proteinlerin enerji metabolizması olarak kullanıldığında artmaktadır. Bunların yanında egzersize bağılı kas hasarı olduğunda plazma ve serumda hücre içi enzim olan CK' nın aktivitesi artar (32). CK' nın en aktif olduğu yer iskelet kasıdır. Egzersizin sebep olduğu kas hasarında CK aktivitesi cinsiyet, yaş, egzersizin tipi gibi değişkenlerden etkilenirken farklı ırklara mensup kişilerde farklı miktarda ortaya çıktığı bilinmektedir. Egzersizden sonra artan CK' nın pik zamanı egzersizin türüne, şiddetine ve süresine bağılı olarak değişmektedir. Düşük ve orta seviyedeki egzersizin 24 saatte enzim seviyesinde değişiklik yapmadığı, ağır seviyedeki egzersizde ise yüksek seviyede tespit edildiği bildirilmektedir (31,37).

Bunun yanında CK' nın Tip II liflerinde Tip I liflerine oranla daha fazla aktivasyon gösterebileceği bildirilmektedir (32,37). Nitekim sarkomerlerin birbirine bağlantı özellikleri bakımından Tip I ve Tip II lifleri farklılıklar göstermektedir. Tip I lifleri 5 kat M bandına sahipken Tip IIB 3 güçlü M bandı bağlantısına, Tip IIA3 güçlü M bandı bağlantısına ve her iki tarafa zayıf bir bağlantıya sahiptir. Tip IIC ve Tip II ise tek M bandı bağlantısına sahiptirler. Bu oranlar Z bandıyla ilişkilidir (33). Egzersizdeki kas hasarının da Z bandındaki kopmalardan ileri geldiği düşünülürse kas lif tipleriyle egzersize yüksek CK enzimi cevabının bir ilişkisi olduğu söylenebilir (31).

Hasarın derecesinin aynı egzersizde kişiden kişiye değişmesinin, kimilerinde çok yüksek, kimilerinde ise düşük hasar meydana gelmesinin tatmin edici bir açıklaması yoktur, ancak kas lif tipi oranı ile ilişkisi olduğu düşünülebilir. Kas lif tiplerinin M bağlantılarında farklılık olduğu, M bağlantısının da Z bandıyla ilişkili olduğu hasarın da Z bandındaki kopmalardan meydana geldiği düşünülürse aynı türdeki egzersizin kas lif tiplerinde farklı boyutlarda hasar meydana getirmesinin lif tiplerinin morfolojik yapısından kaynaklandığı ileri sürülebilir (31).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma Fizyoloji Anabilim Dalı'nda yapıldı. Hayvanların temini, egzersiz programlarının uygulanması ve örnek alma yöntemleri için TC Erciyes Üniversitesi'nde bulunan Hakan Çetinsaya Deneysel ve Klinik Araştırma Merkezi (DEKAM) laboratuvarları, tam kan sayımı için alınan kan örneklerinin incelenmesi TC Erciyes Üniversitesi Gevher Nesibe Hastanesi Merkez Laboratuvarı, kas lif tip tayini için kas örneklerinin kesitlerinin alınmasında Patoloji Anabilim Dalı laboratuvarı, kas örneklerinin boyanmasında Histoloji Anabilim Dalı laboratuvarları kullanıldı.

3.1. DENEY HAYVANLARININ SEÇİMİ VE GRUPLANDIRILMASI

TC Erciyes Üniversitesi'nde bulunan Hakan Çetinsaya Deneysel ve Klinik Araştırma Merkezi (DEKAM)'den on iki aylık 30 adet Wistar Albino cinsi erkek sıçan, altı aylık 30 adet Wistar Albino cinsi erkek sıçan, üç aylık 30 adet Wistar Albino cinsi erkek sıçan alındı. Yüzme ve koşu bandı egzersizi öncesi on iki aylık yaş grubundan 3 adet sıçan, altı aylık yaş grubundan 1 adet sıçan, üç aylık yaş grubundan 3 adet sıçan tam kan sayımı için kan numunesi alımı sonrası öldü. Gruplar on iki aylık sıçanlar için kontrol 5 adet, yüzme egzersizi 11 adet, koşu bandı egzersizi 11 adet; altı aylık sıçanlar için kontrol 5 adet, yüzme egzersizi 12 adet, koşu bandı egzersizi 12 adet ; üç aylık sıçanlar için kontrol 5 adet, yüzme egzersizi 10 adet, koşu bandı egzersizi 12 adet olmak üzere

her bir yaş grubu için 3'er grup oluşturuldu. Çalışmada toplam 15 adet kontrol grubu, 33 adet yüzme grubu, 35 adet koşu bandı grubu olmak üzere toplam 83 adet erkek sıçan kullanıldı.

Hayvanlar ortam nemi %40- 45, ortam ısısı 28-29 °C, 12 saat karanlık, 12 saat aydınlık ortamda tutuldu. Hayvanların deney boyunca beslenmeleri standart pellet yem ve musluk suyu ile yapıldı (32).

3.2.EGZERSİZ PROGRAMLARI

3.2.1. Yüzme Egzersizi

Yüzme egzersizi grubundaki sıçanlara Morris su tankında üç hafta süre ile yüzme egzersizi yaptırıldı (32). Morris su tankı sıcaklığı 25 °C olan su ile doldurulup bir saat süreyle dinlendirildi. Su sıcaklığının ortalama 22-25 °C olması sağlandı. On iki aylık yaş grubundaki sıçanlar saat 10:00 – 11:00 arası; altı aylık yaş grubundaki sıçanlar saat 11:00 – 12:00 arası; üç aylık yaş grubundaki sıçanlar saat 12:00 – 13:00 arası yüzdürüldü (Resim 3.1). 10-15dk ara ile Morris su tankında dalgalar oluşturuldu. Yüzme egzersizi sonrası sıçanlar Morris su tankından çıkarıldı kağıt havlu ve saç kurutma makinesi ile kurutuldu.



Şekil 3.1. Yüzme egzersizi

3.2.2. Koşu Bandı Egzersizi

Koşu grubundaki sıçanlar T.C Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik – Elektronik bölümünde yapılan kemirgenler için özel koşu bandında üç hafta süre ile koşturuldu. Egzersizlere başlamadan önce 2 hafta sıçanların koşu bandına alışmaları için koşu bandında en düşük hızla koşturuldu. Üç hafta süresince sıçanlar 15 dk süre ile eğim açısı 17^0 de ortalama 25cm/sn hızla koşturuldu (34). Sıçanların sürekli koşmalarını sağlamak amacıyla 10 sn arayla 100 mili volt elektrik verildi (Resim 3.2).



Şekil 3.2. Koşu bandı egzersizi

3.3. ÖRNEK ALMA YÖNTEMLERİ

3.3.1. Tam Kan Sayımı İçin Kan Örneklerinin Alınması

Yüzme ve koşu egzersizleri öncesi ve üç haftalık yüzme ve koşu egzersizleri sonrasında sıçanların tam kan sayımları yapıldı. Her bir gruptaki hayvanların grup numaralarına göre vücut ağırlıkları teraziyle tartılıp vücut ağırlığı ölçümü yapıldı. Vücut ağırlıkları oranında ortalama 3 cc ketamin ve 1 cc ksilazin birlikte 5 ml'lik steril enjektör ile intraperitoneal enjekte verilerek anestezi edildi. 0,1cc heparin içeren 1ml lik steril enjektör kullanılarak intrakardiak yöntemle her bir hayvandan 0,5cc kan alındı (Resim 3.5). Alınan kanlar bekletilmeden 0,5 cc'lik steril pediatrik CBC tüplerine boşaltıldı. Tüpler barkotlandı. Sıçanların grup numaralarına göre barkot numaraları verilerek kaydedildi. Egzersiz öncesi tam kan sayımı için intrakardiak alınan kan miktarının iki

katı (1cc) serum fizyolojik (SF) intraperitoneal enjekte edildi. Sıçanlar temiz bir kafese alındı. Uyanmaları beklendi.



Şekil 3.3. Sıçanlardan tam kan sayımı için intrakardiak kan alımı

3.3.2. Kas Lif Tip Tayini İçin Kas Örneklerinin Alınması ve Boyanması

Tam kan sayımı için intrakardiak yöntemle kan alımı yapıldıktan sonra sıçanların kalpleri kanatılarak öldürüldü. Bir saat sonra m. vastus lateralis ve m. triceps brachii izole edilerek alındı %2'lik Nobel Agar bulunan cryo vial tüpleri içerisine kaslar gömüldü. Bloklar elde edildi. Bloklar Hakan Çetinsaya Deneysel ve Klinik Araştırma Merkezi (DEKAM)'nde bulunan sıvı nitrojen tankında (Resim 3.4). -196°C de dondurularak saklandı (42).



Şekil 3.4. Kas lif tip tayini için m. vastus lateralis ve m. triceps brachii alınması



Şekil 3.5. Kas örneklerinin sıvı nitrojen tankında dondurulması

Sıçanlardan izole edilerek alınan ve sıvı nitrojen tankında dondurulan m. vastus lateralis ve m. triceps brachii soğuk zincir ihmal edilmeden T.C Erciyes Üniversitesi Patoloji Anabilim Dalı'na getirildi. Shandon Marka frozen ile kesitleri yapıldı. Bloklar -20°C 'ye ayarlanmış kriyostat haznesine konularak blok derecesinin -20°C 'ye inmesi için bir süre bekletildi en uygun kesitin 10μ olduğu belirlendi ve 10μ 'luk seri kesitler alındı. (43).

3.3.2.1. Deney Solüsyonları

a. İnkübasyon solusyonu

0.1 M glisin buffer (glisin 0.75g NaCl 0.585g ve 100ml distile su)hazırlandı.

0.1 M glisin buffer 50 ml üzerine 0.75 M CaCl_2 (11.03 g x distile H_2O) ilave edildi. 22 ml 0.1 M NaOH bu solüsyona damla damla ilave edilip pH 9.8 ayarlandı (28).

İnkübasyon solüsyonuna 5mg ATP eklendi pH 9,8'e ayarlanmak için 0,1 M NaOH gerektiği kadar eklendi (28).

b. % 2'lik Kobalt Klorür Solüsyonu

2 gram kobalt klorür tartıldı, distile su ile 100 ml'ye tamamlandı (28).

c. 1:10 Amonyum Sülfat Solüsyonu

10 ml amonyum sülfat üzerine 90 ml distile su ilave edildi (28).

Alınan kesitler immünohistokimyasal ATP-az boyama yöntemi ile boyandı. Bu amaçla tespit edilmemiş kesitlere değişik alkali preinkübasyonlar uygulandı ve alkali pH 9,8'in en iyi çalışan pH olduğu saptandı.

3.3.2.2. Method pH 9,4

1. İnkübasyon solüsyonunda 45 dk 37°C lik etüvde kesitler bekletildi.
2. Distile su ile iyice yıkandı.
3. %2'lik kobalt klorürde 5 dk bekletildi.
4. 3 kez distile su ile çalkalandı.
5. 1:10 oranında amonyum sülfat solüsyonunda 30 sn bekletildi.
6. Musluk suyunda iyice yıkandı.
7. Gliserin jell ile kapatıldı.

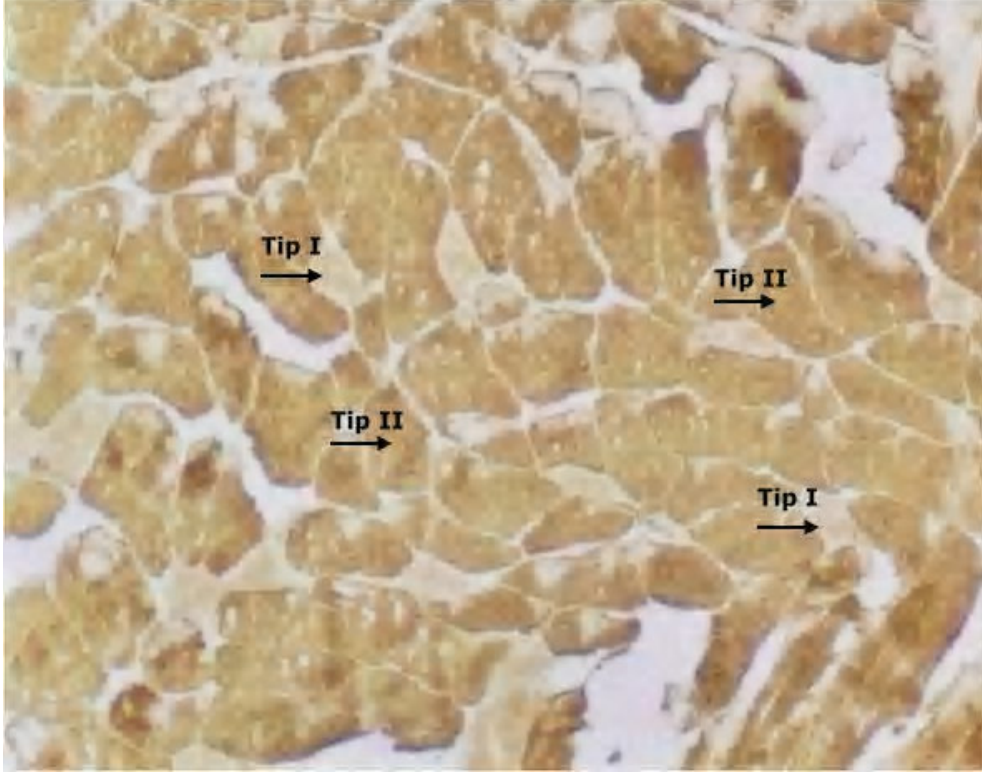
3.4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

3.4.1. Tam Kan Sayımı

Alınan kanlar T.C Erciyes Üniversitesi Merkez laboratuvarında SysmexXT2000i kan sayım cihazı ile kan lökosit, nötrofil, lenfosit, monosit, eozinofil, bazofil, eritrosit ve trombosit değerleri çalışıldı.

3.4.2. Kas Lif Tip Tayini

ATP-az boyama yöntemi ile boyanan kesitler Olympus BH-2 marka foto mikroskopla incelendi ve fotoğraflandı. Değişik alanlardan 100 hücre sayıldı (47). Koyu renkli hücreler Tip II, açık renkli hücreler Tip I olarak değerlendirildi (Resim 3.1).



Resim 3.1. On iki aylık yüzme egzersizi grubu sıçanların m. triceps brachii lif tipleri (X10)

3.5. İSTATİKSEL DEĞERLENDİRMELER

Tam kan sayımları için eşleştirilmiş t testi, kas lif tip tayini için tek-yönlü ANOVA istatistik testleri uygulandı. Anlamlılık düzeyi 0.05 olarak alındı.

4. BULGULAR

Bu bölümde her bir yaş grubundaki sıçanların yüzme ve koşu bandı egzersizinin tam kan sayım değerlerine etkisini gösteren ve tanımlayan tablolar ile m.vastus lateralis ve m.triceps brachii lif tip dağılımını tanımlayan ve egzersiz programlarının kas lif tipleri dağılımına etkisini gösteren tablolar yer almıştır.

Tablo 4.1. On iki aylık sıçanların yüzme egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması

Grup	Yüzme (EÖ) (n=11) (Ort±SS)	Yüzme (ES) (n=11) (Ort±SS)	t	p
Lökosit (1×10^3 hücre/ μ L)	7.2±1.3	2.57±2.19	5.928	<0.001
Nötrofil (1×10^3 hücre/ μ L)	2.4±0.5	0.8±0.6	7.598	<0.001
Lenfosit (1×10^3 hücre/ μ L)	3.9±0.8	1.5±1.7	5.770	<0.001
Monosit (1×10^3 hücre/ μ L)	0.4±0.3	0.1±0.2	3.159	<0.010
Eozinofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.1±0.0	0.1±0.2	0.311	A.D
Bazofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.0±0.0	0.1±0.1	1.260	A.D
Eritrosit (1×10^6 hücre/ μ L)	8.5±0.5	5.6±2.0	4.340	<0.001
Trombosit (1×10^3 hücre/ μ L)	815.5±106.6	335.6±329.2	4.872	<0.001

A.D: Anlamlı değil

On iki aylık sıçanların yüzme egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırıldığı Tablo 4.1 incelendiğinde lökosit, nötrofil, lenfosit, monosit, eritrosit ve trombosit değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0.05$). Yüzme egzersizi öncesi ve sonrası eozinofil, bazofil arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0.05$).

Tablo 4.2. On iki aylık sıçanların koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması

Grup	Koşu (EÖ) (n=11) (Ort±SS)	Koşu (ES) (n=11) (Ort±SS)	t	p
Lökosit (1×10^3 hücre/ μ L)	7.9±2.4	7.04±3.1	1.959	A.D
Nötrofil (1×10^3 hücre/ μ L)	1.6±0.3	1.42±0.2	1.165	A.D
Lenfosit (1×10^3 hücre/ μ L)	4.6±1.2	2.6±0.1	5.067	<0.001
Monosit (1×10^3 hücre/ μ L)	0.6±0.3	0.5±0.3	0.641	A.D
Eozinofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.1±0.1	0.0±0.0	3.167	<0.010
Bazofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.04±0.1	0.2±0.1	0.496	A.D
Eritrosit (1×10^6 hücre/ μ L)	7.8±0.7	8.5±0.1	1.575	A.D
Trombosit (1×10^3 hücre/ μ L)	789.1±103.7	751.0±176.6	764	A.D

A.D: Anlamlı değil

On iki aylık sıçanların koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırıldığı Tablo 4.2 incelendiğinde lenfosit, eozinofil değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0.05$). Koşu bandı egzersizinin öncesi ve sonrası lökosit, nötrofil, monosit, bazofil, eritrosit ve trombosit değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0.05$).

Tablo 4.3. Altı aylık sıçanların yüzme egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması

Grup	Yüzme (EÖ) (n=11) (Ort±SS)	Yüzme (ES) (n=11) (Ort±SS)	t	p
Lökosit (1×10^3 hücre/ μ L)	7.9±3.0	2.4±2.1	6.724	<0.001
Nötrofil (1×10^3 hücre/ μ L)	1.6±0.7	0.9±0.3	2.667	<0.024
Lenfosit (1×10^3 hücre/ μ L)	5.0±2.6	0.3±0.1	6.046	<0.001
Monosit (1×10^3 hücre/ μ L)	0.4±0.3	0.1±0.2	3.159	<0.010
Eozinofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.1±0.1	0.2±0.3	1.161	A.D
Bazofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.0±0.1	0.1±0.2	0.602	A.D
Eritrosit (1×10^6 hücre/ μ L)	6.9±2.7	4.3±1.8	2.439	<0.035
Trombosit (1×10^3 hücre/ μ L)	618.1±317.4	221.8±298.9	6.724	<0.001

A.D: Anlamli değil

Altı aylık sıçanların yüzme egzersizi öncesi ve sonrası Tam Kan Sayım değerlerinin karşılaştırıldığı Tablo 4.3 incelendiğinde yüzme egzersizi öncesi ve sonrası lökosit, nötrofil, lenfosit, monosit, eritrosit ve trombosit değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p < 0.05$). Yüzme egzersizi öncesi ve sonrası eozinofil ve bazofil değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Tablo 4.4. Altı aylık sıçanların koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması

Grup	Koşu (EÖ) (n=11) (Ort±SS)	Koşu (ES) (n=11) (Ort±SS)	t	p
Lökosit (1×10^3 hücre/ μ L)	8.9±3.3	6.3±2.6	2.060	A.D
Nötrofil (1×10^3 hücre/ μ L)	1.6±0.5	1.7±0.6	0.539	A.D
Lenfosit (1×10^3 hücre/ μ L)	4.6±1.8	4.2±1.9	0.494	A.D
Monosit (1×10^3 hücre/ μ L)	0.6±0.3	0.5±0.3	0.641	A.D
Eozinofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.1±0.0	0.1±0.0	0.058	A.D
Bazofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.0±0.1	0.0±0.1	0.220	A.D
Eritrosit (1×10^6 hücre/ μ L)	7.4±1.5	8.7±0.9	2626	<0.025
Trombosit (1×10^3 hücre/ μ L)	711.6±247.8	828.1±137.3	1.478	A.D

A.D: Anlamli değil

Altı aylık sıçanların koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası Tam Kan Sayım değerlerinin karşılaştırıldığı Tablo 4.4 incelendiğinde koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası lökosit, nötrofil, lenfosit, monosit, eozinofil, bazofil ve trombosit değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0.05$). Koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası eritrosit değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0.05$).

Tablo 4.5. Üç aylık sıçanların yüzme egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması

Grup	Yüzme (EÖ) (n=11) (Ort±SS)	Yüzme (ES) (n=11) (Ort±SS)	t	p
Lökosit (1×10^3 hücre/ μ L)	9.2±2.2	3.7±2.1	5.138	<0.001
Nötrofil (1×10^3 hücre/ μ L)	1.4±0.3	1.2±0.7	0.832	A.D
Lenfosit (1×10^3 hücre/ μ L)	8.0±1.7	1.5±1.6	8.148	<0.001
Monosit (1×10^3 hücre/ μ L)	0.5±0.4	0.1±0.1	3.316	<0.009
Eozinofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.1±0.0	0.1±0.1	0.777	A.D
Bazofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.0±0.0	0.2±0.3	1.646	A.D
Eritrosit (1×10^6 hücre/ μ L)	7.7±0.8	7.4±1.3	0.576	A.D
Trombosit (1×10^3 hücre/ μ L)	589.3±211.7	670.4±231.4	0.797	A.D

A.D: Anlamlı değil

Üç aylık sıçanların yüzme egzersizi öncesi ve sonrası Tam Kan Sayım değerlerinin karşılaştırıldığı Tablo 4.5 incelendiğinde lökosit, lenfosit ve monosit değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p<0.05$). Yüzme egzersizi öncesi ve sonrası nötrofil, eozinofil, bazofil, eritrosit ve trombosit değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p>0.05$).

Tablo 4.6. Üç aylık sıçanların koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerlerinin karşılaştırılması

Grup	Koşu (EÖ) (n=12) (Ort±SS)	Koşu (ES) (n=12) (Ort±SS)	t	p
Lökosit (1×10^3 hücre/ μ L)	9.0±2.5	6.3±1.1	4.029	<0.002
Nötrofil (1×10^3 hücre/ μ L)	1.5±0.4	1.6±0.4	0.567	A.D
Lenfosit (1×10^3 hücre/ μ L)	6.7±2.1	3.3±1.4	5.267	<0.001
Monosit (1×10^3 hücre/ μ L)	0.7±0.3	0.4±0.2	3.938	<0.002
Eozinofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.1±0.0	0.1±0.0	1.304	A.D
Bazofil (1×10^3 hücre/ μ L)	0.0±0.0	0.1±0.1	1.382	A.D
Eritrosit (1×10^6 hücre/ μ L)	7.8±0.8	8.9±0.7	4.066	<0.002
Trombosit (1×10^3 hücre/ μ L)	640.2±186.5	892.5±127.8	4.189	<0.002

A.D: Anlamli değil

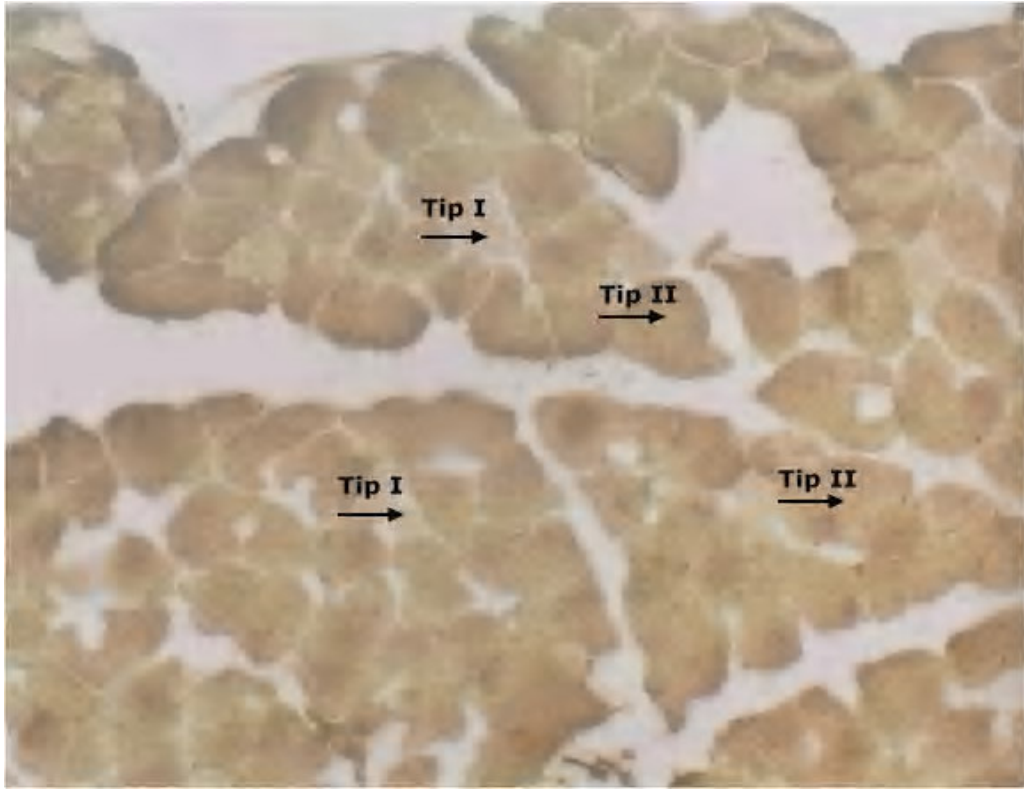
Üç aylık erkek sıçanların koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası tam kan sayım değerleri karşılaştırıldığı Tablo 4.6 incelendiğinde lökosit, Lenfosit, monosit, eritrosit ve trombosit değerleri arasındaki fark anlamlıdır ($p < 0.05$). Koşu bandı egzersizi öncesi ve sonrası nötrofil, eozinofil, bazofil değerleri arasındaki fark anlamlı değildir ($p > 0.05$)

Tablo 4.7. On iki aylık kontrol, yüzme ve koşu bandı grubu sıçanlarda m. vastus lateralis ve m. triceps brachii Tip I ve Tip II liflerinin yüzdelerinin karşılaştırılması

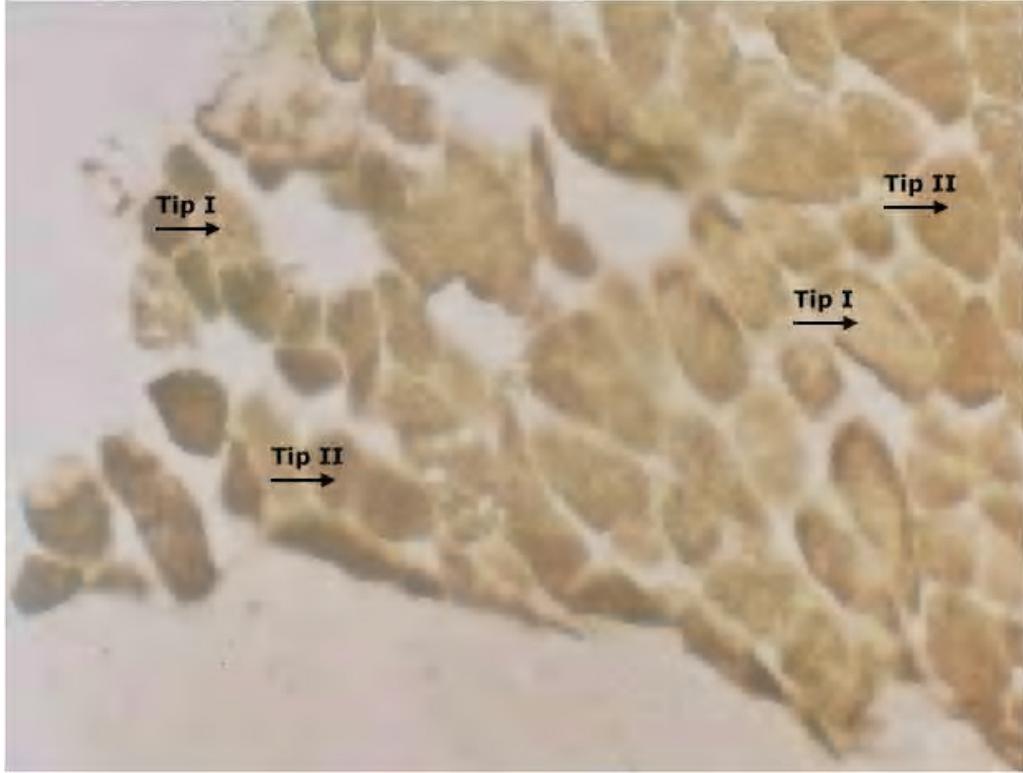
Grup	m. vastus lateralis (Tip I) (Ort±SS)	m. vastus lateralis (Tip II) (Ort±SS)	m. triceps brachii (Tip I) (Ort±SS)	m. triceps brachii (Tip II) (Ort±SS)
Kontrol (n=5)	49.8±6.2 ^a	50.2±6.9 ^a	50.0±4.4 ^a	49.0±3.4 ^a
Yüzme (n=11)	45.7±19.9 ^a	53.9±19.4 ^a	56.2±6.7 ^a	43.8±6.7 ^a
Koşu (n=11)	35.6±9.0 ^a	64.4±9.0 ^a	34.8±8.4 ^b	65.2±8.4 ^b
F	2.179	2.333	25.146	26.176
p	A.D	A.D	<0.001	<0.001

Çoklu karşılaştırma testine (Tukey) göre a: Aynı harfi taşıyan sütundaki gruplar arasında fark yoktur. $p > 0.05$ a-b: Farklı harf taşıyan sütundaki gruplar ise farkı göstermektedir. A.D: Anlamli değil $p < 0.001$

On iki aylık kontrol, yüzme ve koşu bandı grubu sıçan kas lif tiplerinin karşılaştırılmasının incelendiği Tablo 4.7’de m.vastus lateralis’de (Resim 4.2) sabit değişken kontrol, yüzme egzersizi ve koşu bandı egzersizi olmak kaydıyla yapılan post hoc testlerde Tip I ve Tip II lifleri anlamlı değildir ($p>0.05$). m. triceps brachii’ de (Resim 4.3) sabit değişken kontrol ve yüzme egzersizi olmak kaydıyla yapılan post hoc testlerde Tip I ve Tip II lifleri anlamlı değildir ($p>0.05$). m. triceps brachii’ de sabit değişken kontrol, yüzme egzersizi ve koşu bandı egzersizi olmak kaydıyla yapılan post hoc testlerde koşu bandı egzersizi Tip I ve Tip II lifleri anlamlıdır ($p<0.05$).



Resim 4.1. On iki aylık yüzme egzersizi grubu sıçanların m. vastus lateralis lif tipleri (x10)



Resim 4.2. On iki aylık koşu bandı egzersizsiz grubu sıçanların m. triceps brachii lif tipleri (x20)

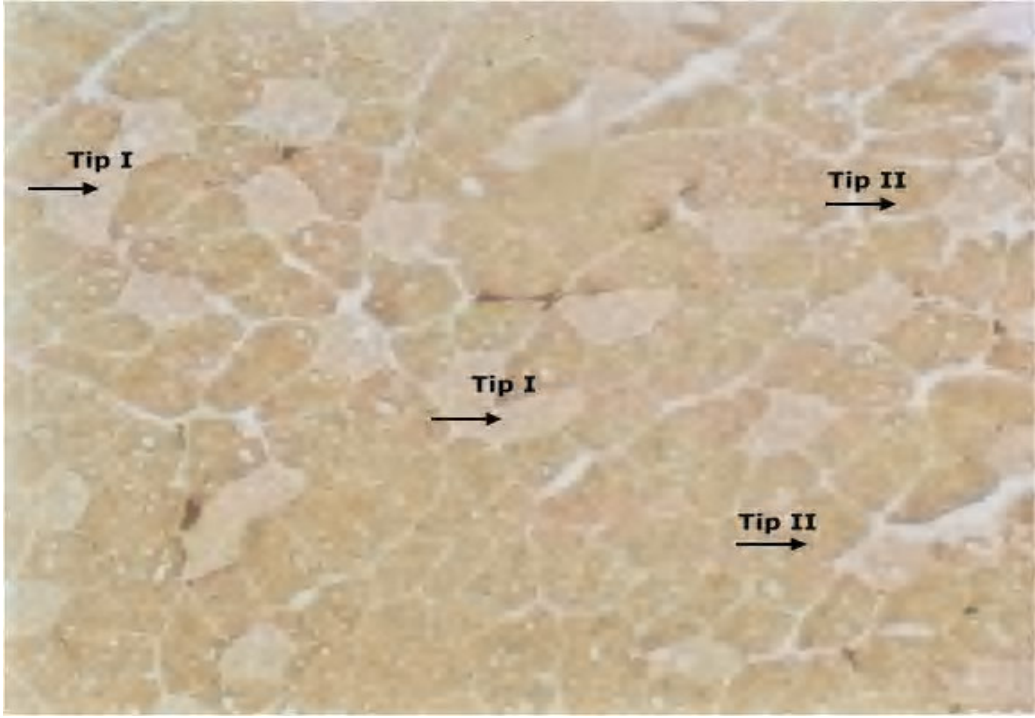
Tablo 4.8. Altı aylık kontrol, yüzme ve koşu bandı grubu sıçanlarda m. vastus lateralis ve m. triceps brachii Tip I ve Tip II liflerinin yüzdelerinin karşılaştırılması

Grup	m. vastus lateralis (Tip I) (Ort±SS)	m. vastus lateralis (Tip II) (Ort±SS)	m. triceps brachii (Tip I) (Ort±SS)	m. triceps brachii (Tip II) (Ort±SS)
Kontrol (n=5)	51.5±5.0 ^a	48.2±5.0 ^a	48.4±11.0 ^a	51.6±11.0 ^a
Yüzme (n=12)	55.1±11.5 ^a	44.9±11.5 ^a	57.5±7.1 ^a	42.5±7.1 ^a
Koşu (n=12)	45.8±14.9 ^a	53.4±13.7 ^a	42.8±9.3 ^{ab}	57.3±9.3 ^{ab}
F	1.736	1.566	8.667	8.723
p	A.D	A.D	<0.001	<0.001

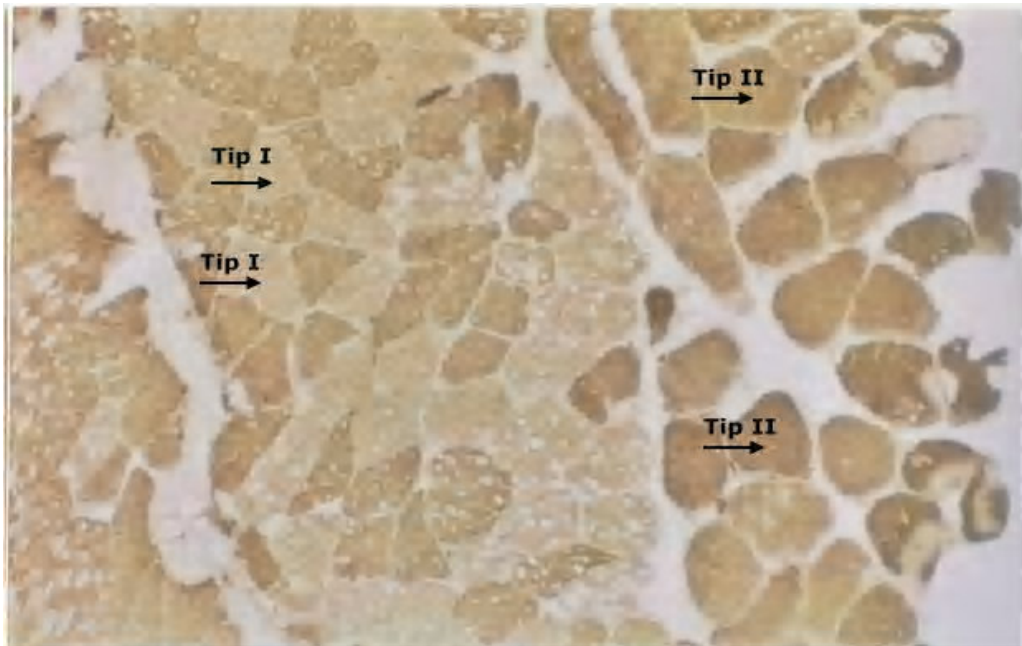
Çoklu karşılaştırma testine (Tukey) göre a: Aynı harfi taşıyan sütundaki gruplar arasında fark yoktur. p>0.05 a-b: Farklı harf taşıyan sütundaki gruplar ise farkı göstermektedir. A.D: Anlamli değil p<0.001

Altı aylık kontrol, yüzme ve koşu bandı grubu sıçan kas lif tiplerinin karşılaştırılmasının incelendiği Tablo 4.8’de m. vastus lateralis’ de (Resim 4.3-4.6) sabit değişken kontrol, yüzme egzersizsiz ve koşu bandı egzersizsiz olmak kaydıyla yapılan post hoc testlerde Tip I ve Tip II lifleri anlamlı değildir (p>0.05). m. triceps brachii’ de sabit değişken kontrol,

yüzme egzersizi ve koşu bandı egzersizi olmak kaydıyla yapılan post hoc testlerde Tip I ve Tip II lifleri anlamlı değildir ($p>0.05$). m. triceps brachii' de sabit değişken yüzme egzersizi ve koşu bandı egzersizi olmak kaydıyla yapılan post hoc testlerde yüzme ve koşu bandı grubu sıçan kas lif tipleri arasındaki fark Tip I ve Tip II lifleri açısından anlamlıdır ($p<0.05$).



Resim 4.3. Altı aylık kontrol grubu sıçanların m. vastus lateralis lif tipleri (x10)



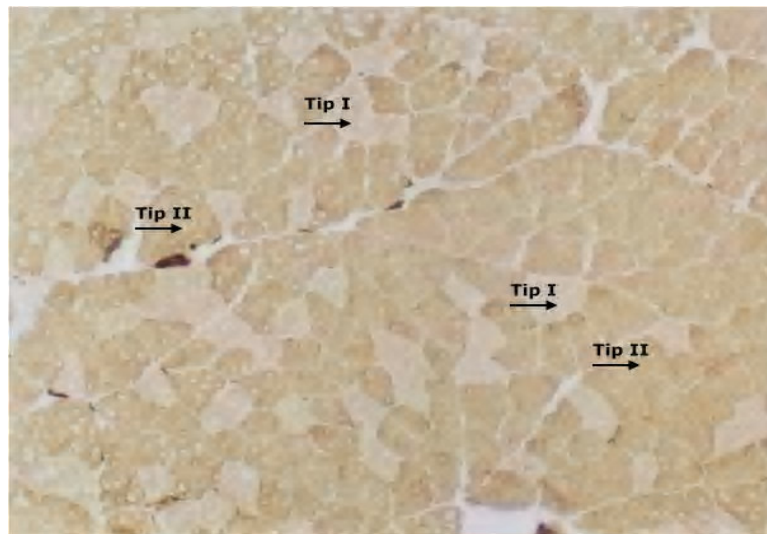
Resim 4.4. Altı aylık koşu bandı egzersizi grubu sıçanların m. vastus lateralis lif tipleri (x10)

Tablo 4.9. Üç aylık kontrol, yüzme ve koşu bandı grubu sıçanlarda m. vastus lateralis ve m. triceps brachii Tip I ve Tip II liflerinin yüzdelerinin karşılaştırılması

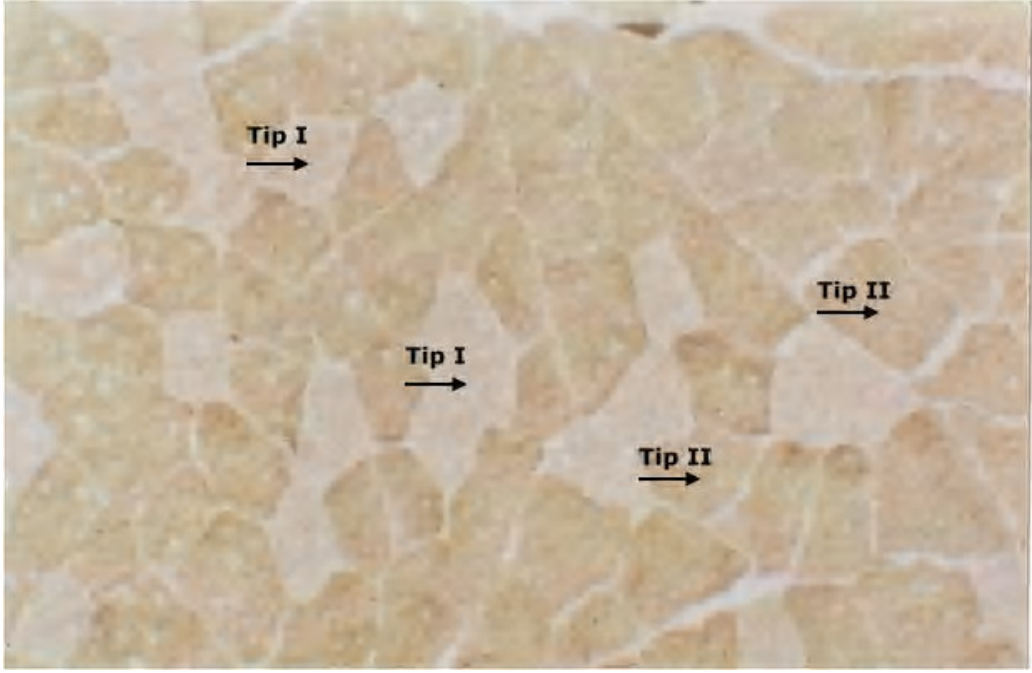
Grup	m. vastus lateralis (Tip I) (Ort±SS)	m. vastus lateralis (Tip II) (Ort±SS)	m. triceps brachii (Tip I) (Ort±SS)	m. triceps brachii (Tip II) (Ort±SS)
Kontrol (n=5)	46.6±11.2 ^a	53.4±11.2 ^a	51.8±5.0 ^a	48.2±5.0 ^a
Yüzme (n=10)	60.6±5.2 ^b	39.4±5.2 ^b	57.1±8.2 ^a	42.9±8.2 ^a
Koşu (n=12)	33.0±6.6 ^c	67.0±6.6 ^c	41.3±12.8 ^{ab}	58.8±12.8 ^{ab}
F	41.062	41.062	6.764	6.764
p	<0.001	<0.001	<0.005	<0.005

Çoklu karşılaştırma testine (Tukey) göre a: Aynı harfi taşıyan sütundaki gruplar arasında fark yoktur. p>0.05 a-c: Farklı harf taşıyan sütundaki gruplar ise farkı göstermektedir. A.D: Anlamli değil p<0.001

Üç aylık kontrol, yüzme ve koşu bandı grubu sıçan kas lif tiplerinin karşılaştırılmasının incelendiği Tablo 4.9'da m. vastus lateralis' de (Resim 4.5) sabit değişken kontrol, yüzme egzersizi ve koşu bandı egzersizi olmak kaydıyla yapılan post hoc testlerde Tip I ve Tip II lifleri anlamlıdır (p<0.05). m. triceps brachii'de (Resim 4.6) ise sabit değişken kontrol, yüzme egzersizi ve koşu bandı egzersizi olmak kaydıyla yapılan post hoc testlerde Tip I ve Tip II lifleri anlamlı değildir (p>0.05). m. triceps brachii' de sabit değişken yüzme egzersizi ve koşu bandı egzersizi olmak kaydıyla yapılan post hoc testlerde yüzme ve koşu bandı grubu sıçan kas lif tipleri arasındaki fark Tip I ve Tip II lifleri açısından anlamlıdır (p<0.05).



Resim 4.5. Üç aylık kontrol grubu sıçanların m. vastus lateralis lif tipleri (x10).



Resim 4.6. Üç aylık kontrol grubu sıçanların m. triceps brachii lif tipleri (x20)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda her bir yaş grubunun egzersiz programları öncesi ve sonrası tam kan sayımları yapılmıştır. Düzenli egzersizin, eritrosit, lökosit, trombosit üzerine olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir (39). Egzersizin, trombosit aktivitesini arttırarak, trombotik sürece katkıda bulunduğu, ayrıca koroner kalp hastalıklarını arttırdığı da ileri sürülmektedir. Ancak uzun süreli egzersiz programları ile trombosit sayısında etkilenme bildirilmemiştir (39). Trombosit sayısında meydana gelen artış literatürde ki çalışmalarla paralellik göstermektedir (57-58). Kennerman ve arkadaşları atlarla yaptıkları çalışmada yoğun egzersizin eritrosit ve trombosit değerlerini düşürdüğünü; lökosit, nötrofil değerlerini arttırdığını gözlemlemişlerdir (41). Atlı ve arkadaşları çalışmalarında egzersizin lenfosit ve trombosit sayılarının arttırdığını; monosit ve eozinofil değerlerinin düştüğünü gözlemlemişlerdir (39).

Tam kan sayımının literatürde kas lif tipleri üzerine etkisini inceleyen çalışmalar mevcut değildir. Çalışmamızın bu yöndeki eksiğe katkısı olabileceğini düşünmekteyiz.

Histokimyasal ve immünohistokimyasal teknikler kullanılarak belirlenen iskelet kas lifi tipi oranlarının iskelet kas türüne, cinsiyetine, yaşına, fiziksel aktivasyona, genetik

özelliklerine ve çeşitli hormonsal değişikliklere bağlı olarak farklılık gösterdiğini araştıran çok sayıda çalışma mevcuttur (32, 48-56, 58-61).

Çalışmamızda yüzme egzersizi grubu sıçanlar 25⁰C'de yüzdürülmüştür; koşu bandı egzersizi grubu sıçanlar ise 28-29 ⁰C koşturulmuştur. Çalışmamızda ortam sıcaklığı sabit tutularak morfolojik adaptasyonlara neden olmamak amaçlanmıştır. Sıçan mitokondrilerinde süksinik dehidrogenaz aktivitesi soğukla artmakta ve sitokrom oksidaz aktivitesini farklı şekillerde etkilemektedir. Geyikoğlu ve arkadaşları Spraque-Dawley sıçanlarla yaptıkları deneylerde çevre sıcaklığını 20⁰C'den 5⁰C'ye düşürmüşler m. extensor digitorum longus Tip II liflerinde atrofi gözlemlemişlerdir. Normal sıcaklığa döndüğünde ise kontrol değerler tekrar kazanılmıştır (46).

Anatomik yerleşimi ve fonksiyonuna bağlı olarak kaslarda Tip I ve Tip II liflerin oranı değişiktir (48). Genel olarak kaslar %60-65 Tip II, %35-40 Tip I içerirler. Literatürde Tip I ve Tip II alanlarının oranları arasında farklılık olduğunu gösteren çalışmalarda mevcuttur (44). Thomson ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada m. soleus Tip I ve Tip II lifleri arasında farklılık olmadığını (51); Tanaka ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada m. vastus lateralis Tip II liflerinin çok az miktarda Tip I liflerinden fazla olduğunu gözlemlemişlerdir (45).

İskelet kasları aşırı egzersize önemli derecede adaptasyon gösterir. Bu uyum esnasında kas lif tipi kompozisyonunda ve enine kesit alanında önemli değişiklikler meydana gelir. Örneğin ağırlık kaldırma programında kas lif tiplerinin enine kesit alanları artar. Kasın gerilmesi halinde kas lif boyutu değişmez ya da azalır. Egzersiz ve antrenman kas lifi çaplarında artışa neden olur. Uzun süreli koşucularda Tip I lifler daha çok büyür. Birçok araştırmacı ağırlık kaldırma gibi güç gerektiren egzersizlerden sonra Tip I liflerde genişleme gözlemlemişlerdir. Kısa mesafe koşucularında ise uzun mesafe koşucularının tersine Tip II liflerin miktarı kontrollere göre daha fazladır. Bununla beraber yüzme egzersizi sonrası Tip I liflerde ise hipertrofi olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (53).

Bloomer ve arkadaşları farklı egzersiz programları uyguladıkları deneklerin kas lif tiplerinde değişiklik gözlemlemişlerdir (54). Olsen ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada ise egzersizin sağlıklı ve hasta kişilerin kas lif tip dağılımını etkilemediğini gözlemlemişlerdir (61). Çalışmamız on iki, altı ve üç aylık erkek sıçanların m. triceps brachii lif tipi oranını yüzme egzersizinin etkilemediği; koşu bandı egzersizinin ise lif

tip oranında farklılıklar oluşturduğunu özellikle Tip II liflerde hipertrofiye neden olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çalışmamızda yüzme egzersizi ve koşu bandı egzersizinin on iki ve altı aylık erkek sıçanların m. vastus lateralis lif tip dağılımını etkili olmaz iken; üç aylık erkek sıçanların m. vastus lateralis lif tip dağılımına hem yüzme egzersizi hem de koşu bandı egzersizinin etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışmamızda yüzme egzersizinin m. vastus lateralis Tip I liflerinde hipertrofi oluşturduğu; koşu bandı egzersizinin ise Tip II liflerinde hipertrofi oluşturduğunu ortaya çıkarmıştır. Çalışmamız koşu bandı egzersizinin on iki, altı ve üç aylık erkek sıçanların m. triceps brachii Tip II liflerinin oranına arttırması açısından Bloomer ve arkadaşlarının çalışmasıyla uyumlu iken Olsen ve arkadaşlarının çalışmalarıyla uyumlu değildir (54, 61). On iki ve altı aylık erkek sıçanların hem yüzme hem de koşu bandı egzersizinin m. vastus lateralis lif tip oranında değişiklik oluşturmamasından dolayı Bloomer ve arkadaşlarının çalışmalarıyla uyumlu değildir, Olsen ve arkadaşlarının çalışmalarıyla uyumludur. Üç aylık erkek sıçanların m.vastus lateralis lif tiplerini yüzme ve koşu bandı egzersizlerinin farklı etkilemesi literatürdeki birçok çalışmayla uyumludur (48-56, 57-61).

Trappe ve arkadaşları çalışmalarında yüzme egzersizinin m. posterior deltoid Tip I liflerinin etkilemediği, Tip II liflerinde ise hipertrofiye neden olduğunu gözlemlemişlerdir (53). Moura ve arkadaşlarının deneklere kreatin vererek yaptığı çalışmada yüzme egzersizinin Tip I liflerini etkilemediğini gözlemlemişlerdir (32). Çalışmamız yüzme egzersizinin on iki aylık erkek sıçanların ve altı aylık erkek sıçanların m. vastus lateralis ve m. triceps brachii Tip I ve Tip II oranını değiştirmedeğini ortaya çıkarmıştır. Çalışmamız on iki aylık ve altı aylık erkek sıçanların m. vastus lateralis ve m.triceps brachii Tip I lif oranında değişiklik oluşturmaması yönünden Trappe ve arkadaşları ile Moura ve arkadaşlarının çalışmalarıyla uyumludur. On iki ve altı aylık erkek sıçanların m. vastus lateralis ve m. triceps brachii Tip II lifleri oranında değişik meydana gelmesi yönünden Trappe ve arkadaşlarının çalışmalarıyla uyumlu değildir. Üç aylık erkek sıçanların m. vastus lateralis lif tip dağılımına yüzme egzersizinin etkili olduğunu, m.triceps brachii lif tip dağılımına etkisiz olduğunu ortaya çıkarmıştır. Yüzme egzersizi m. vastus lateralis kasındaki Tip I liflerinde hipertrofi meydana getirmiştir. Çalışmamız üç aylık erkek sıçanların m. triceps brachii lif tip dağılımının Trappe ve arkadaşları ile Moura ve arkadaşlarının çalışmalarıyla uyumludur, m. vastus lateralis lif dağılımı ise bu çalışmalarla uyumlu değildir (32,53).

Yaşa bağılı olarak da iskelet kas lifi kompozisyonunda değişiklikler meydana gelmektedir. Yaşlı kadın ve erkeklerde fiziksel aktivite Tip I ve Tip II liflerinde hipertrofi meydana getirirken sinir sisteminde adaptasyonlar oluşturmaktadır (52). Suzuki ve arkadaşları yaptıkları çalışmada m. lateral thyroarytenoid ve m. lateral cricoarytenoid lif tip dağılımının yaşlanma ile beraber Tip II B oranın azalttığını ve Tip II A nın arttırdığını bildirmişlerdir (56). Kujawska ve arkadaşları yaptıkları çalışmada yaşlı bireylerde Tip I liflerinin oranının fazla olduğunu genç bireylerde ise Tip II oranının m. quadriceps femoris' de fazla olduğunu gözlemlemişlerdir (50). Thomson ve arkadaşları yaşlı bireylerin m. soleus' da Tip I oranının fazla olduğunu gözlemlemişlerdir (51). Çalışmamız uygulanan egzersiz programlarının sıçan kas lif tiplerine etkisinin en yoğun üç aylık erkek sıçanlar üzerine olduğunu ortaya çıkarmıştır. Koşu bandı egzersizi m. vastus lateralis ve triceps brachi Tip II liflerinde hipertrofi yapmıştır. Yüzme egzersizi m. vastus lateralis ve m. triceps brachi Tip I liflerinde hipertrofi yapmıştır. Çalışmamız Kujawska ve arkadaşlarının çalışmalarıyla üç aylık erkek sıçanların koşu bandı egzersizinin Tip II lif oranına etkili olması yönünden uyumlu, yüzme egzersizinin Tip I lif oranına etkili olması yönünden uyumsuzdur (50).

Pae ve arkadaşları Yeni Zelanda beyaz tavşanlarının m. genioglossus ile yaptıkları çalışmada deneklere kısa süreli elektrik vermişlerdir ve deneklerin Tip II kaslarında artış meydana geldiğini gözlemlemişlerdir (55). Çalışmamızda koşu bandı egzersizleri yapan gruplara sürekli koşmalarını sağlamak amacıyla 10 sn aralıklarla 100 mili volt elektrik verdik. On iki aylık koşu bandı egzersizi grubu erkek sıçanların m. triceps brachii kasında Tip II liflerinde kontrol grubu ve yüzme egzersizi gruplarından farklı olarak hipertrofi meydana getirdi. Altı aylık koşu bandı egzersizi grubu erkek sıçanların m. triceps brachii kasında Tip II liflerinde yüzme egzersizi grubundan farklı olarak hipertrofi meydana getirdi. Üç aylık koşu bandı egzersizi grubu sıçanların ise kontrol grubu ve yüzme egzersizi gruplarından farklı olarak m. vastus lateralis' de; yüzme egzersizi grubundan farklı olarak m. triceps brachii Tip II liflerinde hipertrofi meydana getirmiştir. Çalışmamız Pae ve arkadaşlarının çalışmalarıyla paralel sonuçlar göstermektedir (55).

Sonuç olarak çalışmamızda;

- Her bir yaş grubundaki sıçanların yüzme ve koşu bandı egzersizi sonrası kan lökosit, lenfosit, monosit değerleri düşerken; bazofil değerleri artmıştır.

- Eritrosit değerleri yüzme egzersizinde düşerken koşu bandı egzersizinde yükselmiştir.
- Trombosit değerleri on iki aylık sıçanlarda yüzme ve koşu bandı egzersizi, altı aylık sıçanlarda yüzme egzersizi sonrası düşerken; altı aylık sıçanlarda koşu bandı egzersizi, üç aylık sıçanlarda yüzme ve koşu bandı egzersizi sonrası artmıştır.
- On iki aylık sıçanların m. triceps brachii lif tip dağılımına koşu bandı egzersizi yüzme egzersizinden farklı olarak etkili olmuştur. Koşu bandı egzersizi Tip II liflerinin sayısını arttırmıştır.
- Altı aylık sıçanların m. triceps brachii lif tip dağılımına koşu bandı egzersizi yüzme egzersizinden farklı olarak etkili olmuştur. Koşu bandı egzersizi Tip II lif sayısını arttırmıştır.
- Üç aylık sıçanların m. vastus lateralis lif tip dağılımına yüzme ve koşu bandı egzersizi etkili olmuştur. Yüzme egzersizi Tip I liflerini, koşu bandı egzersizi Tip II liflerini arttırmıştır. Üç aylık sıçanların m. triceps brachii lif tip dağılımına koşu bandı egzersizi yüzme egzersizinden farklı olarak etkili olmuştur. Koşu bandı egzersizi Tip II lif sayısını arttırdığı tespit edilmiştir.

6. KAYNAKLAR

1. Kozanoğlu ME. Adölesan ve egzersiz. Çukurova Ün. Tıp Faköltesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon anabilim Dalı Ders Notları 2007
2. Sporda Performans Bilgileri (1 nd ed). Üstdal M and Başkol, Ankara 2005;40-45,111-113
3. Text book of Medical Physiology (10 nd ed). Guyton and Hall, Missisipi 2001;67-85, 223-224,382-400, 630, 968-973
4. Egzersiz Fizyolojisi (1 nd ed) Ergen E,Ankara 2002;1-23,25-35,36-50,51-71
5. Genel Histoloji Ders Notları (1 nd ed). Yakan B and Özdamar S, Kayseri 2001;40-45, 111-113
6. Anatomi (1nd ed). Unur E and Ülger H, Kayseri 2002;64-66
7. Endo M. Calcium ion and troponin-Professor S. Eboskş's epoch-making achievement. Biochem Biophys Ras Commun 2008-02-19
8. Rump F, Verstappen F, Gevrer WJM. Body composition and cardiorespiratory fitness indicators in prepubescent boys and girls. Int J Sports Med 2002;23: 50-54

9. Ryotaro K, Joohee IM, Mosher D, et al. Reduced heterogeneity of muscle deoxygenation during heavy bicycle exercise. . Med. Sci. Sports Exerc 2004
10. Sistemler Fizyolojisi (1 nd ed) Süer C and Dursun N, Kayseri 2002: 123
11. Temel Ö. Bitim oluşturan yüzme egzersizinin(volanter egzersiz) ve L-Karnitinin uygulamasının farelerin kan parametreleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi.Erciyes üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kayseri 2005
12. Caru B, Colombo E, Santoro F, et al F. Regional flow responses to exercise. Chest 1992; 101:223-5.
13. Taddei S, Mattei P, Viridis A, et al. Effect of potassium on vasodilation to acetylcholine in essential hypertension. Hypertension 1994;23: 485-90.
14. Pohl U, Busse R. Hypoxia stimulates release of endothelium-derived relaxant factor. Am J Physiol 1989;256: 1595-600.
15. Endo T, Imaizumi T, Tawaga T, et al Role of nitric oxide in exercise-induced vasodilation of the forearm. Circulation 1994; 90:2886-90.
16. Buckwalter JB, Clifford PS. Autonomic control of skeletal muscle blood flow at the onset of exercise. Am J Physiol 1999;277:1872-7.
17. Gillian DM, Panza JA, Kilcoyne CM, et al. Contribution of endothelium-derived nitric oxide to exercise-induced vasodilation. Circulation 1994;90:2853-8.
18. Maeda S, Miyauchi T, Sakane M, et al. Does endothelin-1 participate in the exercise-induced changes of blood flow distribution of muscles in humans? J Appl Physiol 1997;82:1107-11.
19. Vallance P, Collier J, Moncada S. Effects of endothelium-derived nitric oxide on peripheral arteriolar tone in man. Lancet 1989;2:997-1000.
20. White FC, Bloor CM, McKirnan MD, et al Exercise training in swine promotes growth of arteriolar bed and capillary angiogenesis in heart. J Appl Physiol 1998;85:1160-8.
21. Bitigen A, Türkyılmaz E, Özdemir N. Egzersiz testine kan basıncı yanıtı. Türk Kardiyoloji Dergisi 2006; 34: 376-381
22. Öner J, Öner H. İskelet kas lif tipleri. Türkiye Klinikleri J Med Sci 2004;24: 503-507
23. Dahl HA, Roald L. How unequivocal is the muscle fibre type concept? Anat Emryol 1991;184: 269-273
24. Sağlam M. Aştı RN. Özer A. Genel Histoloji Kas dokusu. Ankara 2001;245-267

25. Sokoloff AJ, Yang B, Li H, et al. Immunohistochemical ccharacterization of slow and fat myosin heavy chain composition of muscle fibres in the styloglossus muscle of the human and macaque. Arch of Oral Biology 2007;10
26. Çağan Y. Sinir ve kas sistemi Medikal Teknoloji Biyomedikal 2006;1-8
27. Deshpande BR, Kallapur VL, Ventetesh K. Metabolic differentiation of homologous leg muscles of two aquatic birds at the level of enzymatic organization. Arch int Physiol Biochem. 1992; 65-72
28. Stevens A. Enzyme histochemistry: Diagnostic applications in: Bancroft JD, Stevens A, Turner DR, Theory and Praticce of Histological Techniques, New York, 1990: 401-411
29. Kanig D, Schumacher YO, Heinrich L, et al. Myocardial stres after competitiv exercise in professional road cyclist. Med. Sci. Sports Exerc 2003; 35: 1678-1683
30. Frielen J, Sjostrom M, Ekblom B. Miyofibrilar damage following intense accentric exercise in man. Int Sports med 1983; 4:170-176
31. Hazar S. Egzersize bağlı iskelet ve kalp kası hasarı. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 2004; 2:119-126
32. Moura IMW, Santos FFD, Moura JAA, et al. Creatine supplementation induces alteration in cross-sectional area in skeletal muscle fibers of wistar rats after swimming training. J of Sports Sci. and Med. 2002;1:87-95
33. Staron SR, Hikita S. Muscular responses to exercise and training exercise and sport. Sci 2000:163-173
34. Düzova H, Emre MH, Karakoç Y, ve ark. Orta ve yüksek düzeyde treadmill egzersizinin sıçanların kas ve eritrosit oksidan/antioksidan sistemine etkisi. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2006; 13:1-5
35. Johnson UY. How the principles of exercise physiology influence pelvic flor muscle training. Jwoon 2001;28: 150-155
36. Roth SM, Martel GF, Ivey FM, et al. High-volume, heavey-resistance strength training and muscle damage in young and older women. J App Physiol 2000; 88:1112-1118
37. Overgaard K, Fredsted A, Hyldal A, et al. Effects of running distance and training on Ca² content and damage in human muscle. Med. Sci. Sports Exerc 2004; 36: 821-829
38. Febbrairo MA, Pederson B. Contraction-induced production and release: Is skelatal muscle an endocrine organ? Med. Sci. Sports Exerc 2004;35:421-434

39. Atlı M, Temur A, Bay A, ve ark. Düzenli egzersiz ve sigaranın lenfosit alt grupları üzerine etkisi. Van Tıp Dergisi 2006; 3: 97-102
40. Wicke W, Wasicky R, Brugger PC, et al. Histochemical and immunohistochemical study on muscle fibers in human extraocular muscle spindles. Experimental Eye Research 2007;1-10
41. Kennerman E, Kaya G. Egzersize bağlı akciğer kanaması (EIPH) olan atlarda klinik, tracheabronkoskopik, hematolojik bulgular ve koagülasyon profilinin değerlendirilmesi. Veteriner Cerrahi Dergisi 2005; 1-2-3-4: 36-40
42. Geyikoğlu F, Özkartal A. Gökkuşuğu Alabalığı'nda pektoral yüzgecin ekstansör kası üzerinde histolojik ve histokimyasal çalışmalar. Turk J Zool 2000;24: 37-40
43. Ebreski MG, Helwig BG, Mitchell KE, et al. Effects of cylosporine-A on rat soleus muscle fiber size and phenotype. Med. Sci. Sports Exerc 2006; 38: 833-839
44. Liljedahl ME, Sundberg J, Norman B, et al. Metabolic response in type I type II muscle fibers during a 30-s cycle sprint in men and women. American Physiological Society 1999; 1326-1332
45. Tanaka S, Hachisuka K, Nara S, et al. Effect of activities of daily living on fiber type atrophy of the vastus lateralis muscle in patients with joint disorders. Med. Sci. Sports Exerc 2005
46. Geyikoğlu F, Temelli A, Özkartal A. Morphological adaptation of rat skeletal muscle to a cold environment. Turk J Vet Anim Science 2002; 26: 1121-1126
47. Fairchild TJ, Fournier PA. Glycogen determination using periodic acid-schiff:Artifact of muscle preparation. Med. Sci. Sports Exerc 2004; 36(12):2053-2058
48. Guderley H, Joannisse DR, Mokas S, et al. Altered fibre types in gastrocnemius muscle of high Wheel-running selected mice with mini-muscle phenotypes. Comparative Biochemistry and Physiology 2008; Part B 149: 490-500
49. Wei-Ping Z, Kawaguchi Y, Matsui H, et al. Histochemistry and morphology of the multifidus muscle in lumbar disc herniation. Spine 2000; 25: 2191-2199
50. Kujawska JZ, Lachowicz K, Sobczak M, et al. Effects of massaging on hardness, rheological properties and structure of four wildboar muscles of different fibre type content and age. Meat Science 2007; 75: 595-602

51. Thomson DM, Gordon SE. Diminished overload-induced hypertrophy in aged fast-twitch skeletal muscle is associated with AMPK hyperphosphorylation. *J Appl Physiol* 2005; 98:557-564
52. Lexell, Jan MD. Strength training and muscle hypertrophy in older men and woman *Med. Sci. Sports Exerc.*2004;31:384-396
53. Trappe S, Costill D, Thomas R. Effect of swim taper on whole muscle and single muscle fiber contractile properties. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 32, No. 12, 2000, pp. 48-56.
54. Bloomer RJ, Faluor MJ, Fry AC, et al. Oxidative stress response in trained men following repeated squats or sprints. *Med. Sci. Sports Exerc* 2006;1436-1142
55. Pae EK, Hyatt JPK, Wu J, et al. Short-term electrical stimulation alters tongue muscle fibre type composition. *Arch of Oral Biology* 2007: 1-8
56. Suzuki T, Conner NP, Lee K, et.al. Age-related alterations in myosin chain isoforms in rat intrinsic laryngeal muscles. *Ann Otol Rhinol laryngol* 2002;111:962-967
57. Wang JS, Chow SE. Effects of exercise training and training on oxidized low density lipoprotein potential platelet function in men. *Arc. Phys. Med. Rehabil* 2004;85: 1531-1537
58. Herceg M, Weiner D, Agamanolis D, et al. Histologic and histochemical analysis of muscle specimens in idiopathic talipes equinovarus. *Med. Sci. Sports Exerc* 2004;45:947-958
59. Weber CL, Chia M, Inbar O. Gender differences in anaerobic power of the arms and legs-A scaling issue. *Biodynamics* 2005
60. Fournier PA, Raja GK, Brau L. Lactate availability post-active recovery does not limit muscle glycogen accumulation in the absence of food intake: 1603 Board#58 11:00 AM-12:30 PM 2004
61. Olsen DB, Qrngrreen MC, Vissing J. Aerobic training improves exercise performance in facioscapulohumeral muscular dystrophy. *Brief Communications* 2004;12:85-97

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Kayseri’de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kayseri ilinin Pınarbaşı ilçesinde tamamladı. 1998 yılında TC Erciyes Üniversitesi Yozgat Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazandı. 2002 yılında mezun oldu. Aynı yıl TC Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisansa başladı. 2003 yılında TC İnönü Üniversitesi Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı Biyoloji Öğretmenliği Bölümünü kazandı. 2005 yılında mezun oldu. 2005 yılında tekrar TC Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programına kayıt oldu. Halen aynı bölümün yüksek lisans öğrencisidir.