

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

FARKLI ISI KOŞULLARINDA UYGULANAN MAKSİMAL AEROBİK
YÜKLENMENİN KAS HASARI VE PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİ

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN MURAT ERDOĞAN

TEZ YÖNETİCİSİ

YRD. DOÇ. DR. NEVİN ATALAY GÜZEL

ANKARA
Ekim 2009

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
Kabul ve Onay	I
İçindekiler	II
Grafikler Listesi	III
Tablolar Listesi	IV
Semboller ve Kısaltmalar	V
Önsöz	VI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Kas Hasarı	4
2.2. Kas Yapısı ve Hasar Mekanizması	5
2.3. Kas Hasarı Belirtileri	6
2.3.1. Biyokimyasal Parametreler	6
2.3.1.1. Kreatin Kinaz (CK)	7
2.3.1.2. Aspartat Aminotransferaz (AST)	8
2.3.1.3. Laktat Dehidrogenaz (LDH)	8
2.3.2. Ağrı	9
2.3.3. Histokimyasal Değerlendirmeler	10
2.3.4. Fonksiyon Kaybı	11
2.3.5. MRI ve MR Spektroskopisi	11

2.4. Egzersizin Oluşturduğu Kas Hasarı	11
2.5. Egzersizle Oluşan Kas Hasarının Önlenmesi	14
2.6. Enerji Sistemleri	15
2.6.1. Anaerobik Enerji Sistemi	15
2.6.2. Aerobik Enerji Sisitemi	17
2.6.3. Aerobik Enerji Sisteminin Ölçülmesi	19
2.7. Farklı Isı Koşulları ve Egzersiz	20
2.7.1. Soğuk Ortamda Egzersiz	20
2.7.2. Sıcak Ortamda Egzersiz	25
2.8. Egzersiz, Isı ve Kan Parametreleri	29
2.8.1. Lokosit (WBC)	29
2.8.2. Hematokrit (HCT)	30
2.8.3. Hemoglobin (HB)	30
3. GEREÇ VE YÖNTEM	31
3.1. Deneklerin Özellikleri	31
3.2. Deneysel Dizayn	31
3.3. Araştırmada Uygulanan Ölçümler ve Testler	32
3.3.1. Alan Testleri	32
3.3.1.1. Mekik Koşusu Testi	32
3.3.1.2. Ölçüm Araçları	32

3.3.1.3. Metot	32
3.3.2. Laboratuar Testleri	33
3.3.2.1. Boy Kilo Testi	33
3.3.2.2. Biyokimyasal Testler	33
3.4. İstatistiksel Analiz	34
4. BULGULAR	35
5. TARTIŞMA	46
6. SONUÇ	57
7. ÖZET	60
8. SUMMARY	62
9. KAYNAKLAR	64
10. EKLER	72
11. ÖZGEÇMİŞ	75

TEZ KONUSU	: Farklı Isı Koşullarında Uygulanan Dayanıklılık Çalışmasının Kas Hasarı Ve Performans Üzerine Etkileri.
ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI	: Murat ERDOĞAN
TEZ DANIŞMANIN ADI SOYADI	: Yrd:Doç.Dr.Nevin ATALAY GÜZEL
ANA BİLİM DALI	: Beden Eğitimi Ve Spor
YILI	: 2009
STATÜSÜ	: Doktora Tezi

Bu araştırmada soğuk ve sıcak ortamda, yapılan akut maksimal dayanıklılık tipi yüklenme egzersizlerinin, performans, kas hasarı ve bazı kan parametreleri üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmaya yaş ortalamaları $19,56 \pm 5,38$ olan 19 erkek gönüllü olarak katıldı.

Çalışma deniz seviyesinden yüksekliği 1218 metre olan Erzincan ilinde gerçekleştirildi. Araştırmaya katılan denekler rasgele ve gönüllü olarak sporcu geçmişi olmayan askerlerden oluşturuldu. Araştırmaya katılan deneklerin CK, AST, LDH, WBC, HCT, HB düzeylerinin belirlenmesi amacıyla shuttle run (mekik testi) testi öncesinde test öncesi durum (TÖD) ve test sonrası durum (TSD), test bitiminden 24 saat sonraki durum (24SA), test bitiminden 48 saat sonraki durum (48SA), olmak üzere 4 kez ön koldan venöz kan örnekleri alındı. Ayrıca egzersizin şiddetini belirlemek amacıyla egzersizden önce ve egzersizden hemen sonra laktik asit ölçümü yapıldı. Ölçümlerin birincisi Şubat ayında 0 °C' de %32 nem oranında ve 0 km/h şiddetindeki rüzgâr hızında alındı. İkinci ölçümler ise Temmuz ayında +30 °C' %45 nem oranında 0 km/h rüzgâr hızında ve deniz seviyesinde 1100 metre yükseklikte bulunan Erzincan ilinde alındı. Verilerin analizinde t testi ve varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. İkili karşılaştırmalar için post. Hoc Scheffe testi kullanılmıştır.

Araştırmanın sonucunda akut dayanıklılık tipi çalışmalarda; kas hasarını belirtisi olan CK, AST ve LDH parametreleri her iki ısıdada anlamlı derecede yükselmiştir. Kan parametrelerinden HB her iki ortam ısısında anlamlı derece yükselmiş ancak sıcak ortamda oluşan yükselme daha fazla tespit edilmiştir. 0 °C' de maksimum oksijen tüketiminin, 30°C'deki maksimum oksijen

tüketiminden anlamlı şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir. 30 derecede test sonunda oluşan WBC değerlerinin, test öncesi, 24 saat ve 48 saat sonraki değerlerden anlamlı biçimde yüksek olduğu gözlenmiştir. 0°C koşulundaki koşu öncesi LDH, değerlerinin 30°C koşulundaki koşu öncesi LDH değerlerinden, 0°C koşulundaki AST ve HCT ortalamasının 30°C koşulundaki AST ve HCT ortalamasından anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur.

Akut dayanıklılık tipi yüklenmenin her iki ortam ısısında da kas hasarına neden olduğu aerobik performans açısından 0°C koşulunun 30°C koşuluna göre daha avantajlı olduğu, mekik koşusunun LA, CK, LDH, WBC, HCT, AST değerlerini artırdığı sonucuna varılmıştır.

TEZ KONUSU	: The Effect of the Different Heat Conditions After Maximal Endurance Exercise on Muscle Damage and Performance.
ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI	: Murat ERDOĞAN
TEZ DANIŞMANIN ADI SOYADI	: Yrd:Doç.Dr.Nevin ATALAY GÜZEL
ANA BİLİM DALI	: Physical Education and Sport
YILI	: 2009
STATÜSÜ	: Doktora Tezi

This research has aimed the examine the effects of acute type endurance exercises on the damage of muscles, performance and some blood parameters in cold and hot environment 19 men aged 19,56±5,38 average have attended the research willingly.

The study was carried out in Erzincan (altitude level: 1218m). The subjects of experiment were choose at random and willingly from ones who hasn't got a sports background. In order to determine the level of CK, AST, LDH, WBC, HTC, HB of the subjects, before the test of shuttle run, the condition before the test, the condition after the test,Some blood samples were taken from front arm. Besides, in order to determine the level of the exercise, lactic acid measurement was aplyed before and immediately after the exercise. The first measurement was applied at 0⁰ C humidity of %32 and 0 km/h wind speed in February. The second one was applied +30⁰ C, humidity of %45 and 0 km/h not wind speed in July. Two hypothesis tests were used in order to examine the effects of the damage on muscles during maximal aerobic pressure in two different temperatures. On the observations where the dependent variable of LA and max VO₂, the exemplifications, were examined by using the t test. The affects fort he dependant variables were tested using variance analysis (ANOVA) The post Hoc Scheffe test was used for the double comparisons.

As a result of the research, the level of CK, AST and LDH which are the symptom of the damage on muscles during the acute type endurance exercises increased meaningfully. HB, one of the blood parameters, increased meaningfully in both temperature conditions; however the increase in hot temperature was established more. During both temperature conditions, the LA level taken before running, and the LA level taken at the very end of the exercises was found higher meaningfully. The HTC level which became higher soon after running at +30⁰ C wasn't found meaningful, however, this high level was found higher then the one found at the end of 48 hours. It is observed that the WBC level seen at the and of the test at +30⁰ C was higher meaningfully than the ones before the test, 24 and 48 hours after the test.

The evaluation of the results of shuttle run test was performed only two heat condition independent from 0⁰ C and +30⁰ C, the increase on the levels of LA, CK, LDH, WBC, HCT and AST is found meaningful statistically. Independent from shuttle run performed, on both heat conditions, the results of examining the effects of heat; It is observed that the maximum consumption of oxygen at 0⁰ C is meaningfully higher than the maximum consumption of oxygen at 30⁰ C. It is found out that the LDH level at 0⁰ C is meaningfully higher than the level at 30⁰ C before running; the average of AST and HCT level at 0⁰ C is meaningfully higher than the average at 30⁰ C.

1. GİRİŞ

Beden eğitimcilerin ve antrenörlerin amacı; sporcuların kuvvet, dayanıklılık, sürat gibi temel motorik özelliklerini amacına uygun programlar düzenleyerek bir sistematik içerisinde yarışmalara hazırlamaktır. Bunu gerçekleştirirken kasların yapısal özelliklerini ve hangi koşullara nasıl reaksiyon verdiklerini bilmek, performansı korumada ve artırmada önemli rol oynar. Farklı yüklenme şiddetlerinde egzersizlere kasların vereceği tepkilerde farklı olacaktır.

Egzersizin, biçimine ve şiddetine bağlı olarak farklı seviyelerde kas hasarı meydana getirdiği bilinmektedir. Özellikle, iskelet kaslarındaki hasarın tespitine yönelik pek çok çalışma mevcuttur¹.

Kas hasarı; şiddetli egzersizler sonrasında kaslarda tükenme, fonksiyon kaybı, güçsüzlük ve ağrı yaratan bir durumdur. Kastaki mikro travmalar sonucunda egzersize bağlı oluşan gecikmeli kas hasarı, ilk kez Hough tarafından 1902 yılında tanımlanmıştır. Egzersiz sonrasında serum enzim aktivitesinin yükselmesiyle ilgili ilk çalışmalar 1958 yılında rapor edilmiştir². 1970 ve 1980 yılları arasında insanlarda kas hasarı ile ilgili çok az sayıda çalışma yapılmıştır. 1981-1990 yılları arasında ise bu alanda yapılan çalışmalar eskiye nazaran artış göstermiştir. Yaklaşık son yirmi yılda egzersize bağlı kas hasarlarıyla ilgili araştırmalar hızla artmış ve bu alanda çok sayıda çalışma yayınlanmıştır.

Kas hasarının daha şiddetli gözlemlendiği kasılma şekli eksantrik kasılmalardır. Alışılmamış eksantrik kas kasılması sonucu hasar mekanizması mekanik ve kimyasal faktörler tarafından tetiklenir. Eksantrik kas kasılmalar kas boyunun uzadığı (merdiven inmek, tepe aşağı koşmak vb.) kasılmalardır. Eksantrik egzersizlerden hemen sonra hasarının ilk belirtileri, kuvvette azalma ve fonksiyon kaybıdır, ağrı bulgusu egzersizden sonraki 24-48 saatte pik yapar. Bundan dolayı bu durum gecikmeli kas ağrısı (GKA) olarak tanımlanır³.

İskelet kas hasarı egzersizin şiddeti ve hacmi ile ilgili olmakla birlikte daha çok alışılmamış bir egzersiz sonrasında daha belirgindir. Tek bir egzersiz protokolü bile daha sonra yapılan aynı şiddette veya daha ağır bir egzersiz sonrası oluşacak kas hasarına karşı koruyucu rol oynadığı tespit edilmiştir. Egzersiz kaynaklı kas hasarı sonrasında etkin yenileme süreci ve egzersizin koruyuculuğu göz önüne alındığında, kas hasarının antrenmana adaptasyon açısından kaçınılmaz olduğu söylenebilir. Bundan dolayı egzersize bağlı kas hasarları adapte mikro travma olarak da tanımlanmaktadır⁴.

Soğuk ve sıcak ortamda yapılan egzersizler esnasında organizma ortamda yapılan egzersiz şiddetiyle beraber ortam ısısına karşı direnç göstermek zorundadır.

Soğuk ortamda; kas tonusu artar, kas vizkozitesi artar, kas kasılma süresi uzar, antagonist kasların gevşeme süresi uzar, sinir iletimi yavaşlar, refleks cevap süresi uzar, beceri ve koordinasyon bozulur ve sporcuların performansları olumsuz etkilenebilir.

Sıcak ortamda ise hem egzersiz hem sıcak hava vücut ısısının artmasına neden olur. Buda kalp damar sisteminin üretilen ısının uzaklaştırılması için daha fazla çalışması demektir. Bu durum vücut üzerinde olumsuz etkilere yol açarak iç ısısının artmasına ve performansın olumsuz etkilenmesine neden olur.

Dayanıklılık çalışmalarında kaslarda gözle görülemeyen mikro düzeyde hasarlar oluşmaktadır. Bu tip aktivitelerdeki yumuşak doku yaralanmaları, bütün spor yaralanmaları içerisinde %35-65 ini oluşturmaktadır⁵. Oluşan hasarların düzeyi yapılan egzersizin tipine ve süresine bağlı olduğu kadar iklim ve çevre koşulları gibi faktörlerde bağlıdır. Soğuk ve sıcak ortamda uygulanan egzersizlerde de kas hasarı meydana gelmektedir.

Bu bilgiler ışığında bu araştırmada soğuk ve sıcak ortamda, yapılan dayanıklılık tipi maksimal yüklenme egzersizlerinin, kas hasarı, performans ve bazı kan parametreleri üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kas hasarı

Yüksek şiddetli ya da alışkın olunmayan tipte bir egzersizin ardından iskelet kası hasarı meydana gelir. Aslında bu tip kas hasarı oldukça yaygın bir fizyolojik fenomen olup günlük yaşantımızda gereksinim duyulan aktivitelerde bile ortaya çıkabilir¹.

Uzun süren periyotta, devam eden ya da aralıklı zorlu kasılmalarda, üç tip kas hasarı belirtisi bilinmektedir. Bunlardan birincisi ve en yaygın olarak gözleneni gecikmeli kas hasarı olarak bilinmektedir (delayed-onset muscle soreness) (DOMS) ve buna bağlı olarak kişiler egzersizden 12-48 saat sonrasında kaslarda başlayan zayıflık, yorgunluk ve hassasiyet hissiden şikâyet ederler⁶.

Bu rahatsız edici durum çoğu sporcunun inaktif dönemden tekrar spora döndükleri dönemde çok zorlu çalışmalarla başlaması sonucunda oluşmaktadır. Genellikle spora yeni başlayan sporcularda yaygın olarak gözlenmektedir. Bu olgu ilk defa 1902 yılında mikro yırtılmalar şeklinde izah edilmiştir. Başlangıçta bu hipotez yorucu egzersiz sonrasında oluşan atıklar tarafından (p elementi) oluşturulan kas spazmı şeklinde yorumlanmış, dolaylı olarak veya doğrudan bu maddenin varlığının devam etmesi (osmotik değişiklikler sayesinde) sonucunda ödem ya da yorgunluğun ortaya çıkmasını sağladığı ifade edilmiştir. Bu mekanizmanın yanında kas hasarının oluşmasında, üriner myoglobin ve hydroxyproline artmasıyla ilgili çok az şüphe vardır. Bu tip hasarlar genellikle ekzantrik çalışmalar sonrasında gözlenmektedir⁶.

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 başlar⁶.

Üçüncü tip kas hasarı belirtisi; ise ağrı ile ilgilidir. Yüksek hızda yapılan kasılmalarda tekrarlanan egzersizler sırasında kas çekmesine benzer ağrı şeklinde gözlenir⁶.

2.2. KAS YAPISI VE HASAR MEKANİZMASI

İki Z diski arasında bulunan ve yapısında kalın (miyozin) ve ince (aktin) olmak üzere kontraktıl filamentler bulunan kasın kasılabilen en küçük birimine sarkomer adı verilir. Kas hasarının somut belirtisi dokudan alınan örneklerde sarkomer yapısının bozulduğunun gözlenmesidir.

Sarkomer yapısında kontraktıl filamentler stabilize eden ve kas kasılması esnasında meydana gelen gerimin uzunlamasına ve lateral olarak aktarımını sağlayan yapısal proteinler de bulundurmaktadır. Konraktıl filamentler (miyozin ve aktin) yapısal proteinler aracılığı ile Z bandına tutunurlar. Bu yapısal proteinler titin, desmin, dystrophin, nebulin, valin ve synemindir. Titin miyozini, desmin ise aktini Z diskine bağlayan yapısal proteinlerdir⁷. Dystrophin sarkolemmada (kas zarı) yerleşmiş ve kas zarı bütünlüğünün korunmasında önemli rolü olan bir proteindir⁸. Kas yapısı içerisinde gözle görülemeyecek seviyede Z çizgilerinin ve myofibrillerin bozulması, oluşan kas hasarının kanıtıdır⁹.

2.3. KAS HASARI BELİRTİLERİ

2.3.1. Biyokimyasal Parametreler

Kas membranının bozulması sonucunda dolaşıma karışan bazı kas enzimlerinin kandaki seviyelerinin artması; kas hasarını ve derecesini gösteren biyokimyasal belirtilerdir.

Enzimlerin hücre içi lokalizasyonları hücre hasarının derecesini tayin etmede önemlidir. Sadece belli bir dokuda aktivite gösteren veya belli bir dokudaki aktivitesi çok daha yüksek olan enzime dominant enzim denir. Böyle bir enzimin artmış serum aktivitesi hasarlanmış dokuyu gösterir¹⁰.

Pratik olarak; egzersize yanıtının farklı kas ve kas liflerinde değişik düzeylerde oluşu, farklı kasların enzim ve protein belirteçlerini farklı konsantrasyonlarda içeriyor olması ve hasarın kasta homojen dağılmaması nedeniyle oluşan kas hasarının toplam miktarının tayin edilmesi oldukça zordur¹⁰.

Geniş kas yırtıklarında, kas dokusu harabiyetine işaret eden bazı enzim düzeylerinde artmalar görülür. İskelet kası hasarı kasa özel bileşenlerin memrandan kan dolaşımına sızmasına sebep olur. İskelet ve kalp kası hasarını tespiti yönelik çalışmalarda kullanılan yapılar; başta kreatin kinaz (CK) ve alt izoformları, myoglobin, aspartat aminotransferas (AST), laktat dehidrogenaz (LDH), beyin natriüretik peptit (BNP), atrial natriüretik peptit (ANP), karbonik anhidraz, troponin ve kas yapı proteinleri yaygın olarak kullanılan yapılardır. Bu yapılardan en önemlisi ve en çok kullanılanı CK'dır^{10,11,12}.

Özellikle kapalı yaralanmaların değerlendirilmesinde, lezyon derecesi hakkında bilgi verir¹¹.

2.3.1.1. Kreatin Kinaz (CK)

CK kalp, iskelet kası ve beyin dokusunda yüksek yoğunlukta bulunan bir enzimdir. Beyin içeriğindeki CK, nerdeyse hiçbir zaman kan beyin bariyerini aşarak dolaşıma geçemez. MM, MB, BB adı verilen üç izoenzimi vardır. MM (CK3) iskelet ve kalp kasında, BB (CK1) beyinde, MB (CK2) ise kalp kasında bulunur. Dolaşımda ölçülen CK düzeyinin kaynağı, iskelet ya da kalp kası ağırlıklıdır. İskelet ya da kalp kası travması ya da nekrozu bu enzimin dolaşım düzeyini yükseltir. Bu nedenle CK düzeyinde yükselme durumlarında, öncelikle iskelet ya da kalp kası harabiyeti aranmalıdır^{13,14,15,16,17}. Normal değerler: 95-140 U/L arasındadır¹³. CK'nın üst referans değerleri sporcularda sporcu olmayanlara göre iki kat daha fazladır. Bu durumu; Wu, Wong erkeklerde 350 U/L bayanlarda 200 U/L altında, Miller ve arkadaşları ile Schumann ve Klauke bu limitleri erkeklerde, 391 ve 398; bayanlarda, 240 ve 207 U/L, arasında olduğunu öne sürmüştür¹⁸.

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 görür¹⁰.

Akut myokart enfarktüsü, myokarditit, kalp ameliyatları, progresif müsküler distrofi, hipotermi, iskelet kası travması, aşırı egzersiz, malin hipotermi; reye sendromu, hipotiroidi, geniş beyin enfarktı, prostat, mesane ve sindirim sistemi maliniteleri CK düzeyinde yükselmelere neden olur. Hipertiroidi ve kas kütlesinin azaldığı durumlarda enzim aktivitesi düşer^{13,15,16,19}

Kreatin kinaz enzimi aracılığı ile ATP ve fosfokreatin arasındaki yüksek enerjili iki yönlü değişimi mümkün olmaktadır²⁰.

Serum Kreatin kinaz (CK) kas distrofisini görüntülemek amacıyla ilk defa 1959 yılında Ebashi ve arkadaşları tarafından kullanılmış ve o tarihten bu yana kas hasarını belirlemede en önemli gösterge olarak kabul edilmektedir²¹.

2.3.1.2. Aspartat Aminotransferaz (AST)

AST özellikle kalp karaciğer ve iskelet kasında bulunan bir enzimdir. Karaciğer hastalıklarında özellikle akut ve kronik hepatitte hücre yıkımı yüzünden AST yükselir ve bu enzim tayini ile hastalığın seyri izlenebilir. Kalp hastalıkları, karaciğer hastalıkları, travmatik kas ve sıcak çarpması durumlarında artar¹⁹.

Karaciğer hücre harabiyeti testidir. Viral hepatit, toksik hepatit, reye sendromu, enfeksiyöz mononükleoz, tıkanma sarılığı ve siroz gibi karaciğer hastalıklarında artar. Kalp ve iskelet kasında da yoğun bulunur. Bu nedenle akut miyokard enfarktüsü, sıcak çarpması, hepatik konjesyonla birlikte bulunan kalp yetmezliği, bazı perikardit ve miyokardit olgularında artışı gözlenir. Kalp kası hastalıkları dışında kas distrofisi, kas travması, intramüsküler enjeksiyonlarda da AST artışı söz konusudur^{13,14,23,24}. Normal değeri L/40'den azdır¹⁹.

2.3.1.3. Laktat Dehidrogenaz (LDH)

LDH birçok dokuda bulunan ve bu dokuların zarar görmesi halinde seruma geçen bir enzimdir. LDH'ın hangi dokudan kaynaklandığı izoenzimlerin tayini ile gösterilebilir. Normal değerleri 37 °C de çalışıldığı zaman 210-420 U/L'dir. Şok ve dolaşım yetmezliği, hipoksi, aşırı hipertermi, kalp yetmezliği, akut miyokart enfarktüsü, siroz, kolestaz, karaciğerin primer tümörleri, megaloblastik ve pernisiyöz anemi, hemolitik anemiler, akciğer hastalıkları, kas hastalıkları durumlarında artar.

İskelet kası travmalarında iltihabi veya dejeneratif kas hastalıklarında yükselir^{14,19,23}. Dolaşımda, LDH-1, 2, 3, 4 ve 5 olarak adlandırılan 5 izoenzimi bulunur. İzoenzimlerinin yaygın doku dağılımı nedeniyle, birçok doku ve organ hastalığında total LDH aktivitesi yükselir. Bu nedenle ayırıcı tanıda ek inceleme gereksinim duyulur^{19,23}.

2.3.2. Ağrı

Kas ağrısı ve kas sertliği egzersiz ya da alışılmadık hareketlerin çok iyi bilinen bir sonucudur. Artan kapiller filtrasyon basıncı damar dışına sıvı çıkmasına ve kas içi basıncın artmasına neden olur. Antrenmansızlık ya da fiziksel uygunluğun eksikliğinin belirtisidir²⁵.

Kas sakatlıkları ile ilgili iki genel tip ağrı söz konusudur. İlki akut ağrı, bu egzersiz esnasında veya egzersiz bittikten hemen sonra gerçekleşir. İkincisi ise gecikmiş kas ağrısı olarak bilinen (DOMS) ve egzersizden 12 saat veya daha sonra gelişen durumdur²⁶.

Akut kas ağrısı; egzersiz esnasında veya hemen sonra kimyasal atıkların birikerek, basit yorgunluk şeklindedir yansımasıdır. Kasa yeteri kadar kan gelmemesi yani asıl nedeni iskemidir. Bu durum genelde bir iki dakika dinlendikten sonra giderek azalacaktır. Ağrının etkileri azaldığında egzersize yeniden devam edilebilir. Egzersizin devamı esnasında bu olumsuz durum devam ederse egzersiz derhal durdurularak dinlenme periyoduna geçilmelidir^{26,27}.

Gecikmiş kas ağrısı; genelde alışmamış egzersizler yapıldığında egzersizin bitiminden itibaren iki-üç günü takip eden organizmanın uyumu olarak gerçekleşen ağrılardır. Bu durum istemli kas kasılmasını olumsuz etkiler ve kas kuvvetini azaltarak kapasitenin azalmasına sebep olur. Performanstaki bu azalma geçici bir durumdur. Plazma enzimlerinin, myoglobin ve anormal kas dokusunun ve

yapısının yükseldiğini gösteren birçok klinik çalışma mevcuttur. Bu tip kas ağrısının şiddeti, kas kontraksiyonun türüyle yakından ilgilidir^{26,27}.

Gecikmiş kas ağrısı, ister elit olsun isterse olmasın tüm sporcuların karşı karşıya kaldıkları bilinen bir durumdur. Egzersize bağlı kas hasarı, özellikle spor sezonunun başında sporcuların antrenmanlara yeni başladığı periyodu takip eden dönemde yaygın olarak gözlenir²⁸.

2.3.3. Histokimyasal Değerlendirmeler

Objektif değerlendirme dendiğine akla ilk gelen ve belki de tek objektif ölçüt ışık ya da elektron mikroskobu ile iskelet kası yapısındaki hasarın görsel olarak ortaya konduğu ve büyüklük olarak da tanımlanabildiği histokimyasal değerlendirmelerdir.

Kolay ve subjektif değerlendirme olan kas ağrısı ile objektif ama pratikte pek uygun olmayan histolojik değerlendirme arasında kas hasarını tanımlamak ve boyutlarını ortaya koymak için çeşitli diğer yollar vardır. Gerek fonksiyonel parametreler (ROM, ortaya konan kuvvet) ve gerekse biyokimyasal parametreler (bazı serum enzim ve proteinlerinin varlığı) özellikle histokimyasal verilerin alınamadığı durumlarda kas hasarı tayininde kullanılmaktadır²⁹.

Histokimyasal belirtiler Z bandı bütünlüğünün bozulması ile ilgilidir. Ekzantrik kas geriliminin akut evrelerin de miyofibrillerde oluşan mikroskobik lezyonlar mikro hasar olarak adlandırılır. Bu mikrohasarlar miyofibrillerin kontraktıl komponentlerini, Z bandını, sarkolemmayı ve sarkoplazmik retikulumu etkiler. İskelet kası mikrohasarının sonucu olarak fosfolipid membranında ve sarkolemmada olan subcellüler değişiklikler DOMS'un bulgu ve belirtilerini nitelendirebilir^{30,31}.

2.3.4. Fonksiyon Kaybı

Egzersiz sonucu oluşan bir kas hasarının ardından maksimal kas kuvvetinin %50 nin altına düşebileceği bildirilmiştir^{32,33}.

Kasın kasılma yeteneği fleksiyon açısı ile belirlenmektedir. Dirsek eklemi örneğinde eksantrik egzersiz sonrasında görülen açıda oluşacak olan fark, hareket genişliğinin ne kadar azaldığının göstergesi olacaktır. Bu açıdan görülen değişim ile egzersizden 10 gün sonra bile kas fonksiyonlarının başlangıç değerlerine dönemediği bildirilmiştir^{32,33}.

2.3.5. MRI ve MR Spektroskopi

Kas hasarının derecesini, yırtılmanın tam yerini ve büyüklüğünü saptayabilmek amacıyla bazı yardımcı tanı yöntemlerine başvurulabilir.

Son yıllarda çok popüler olmaya başlayan diagnostik ultrason tekniği sayesinde kas yırtıklarının kesin lokalizasyonu ve büyüklüğünü saptamak mümkündür¹¹. MRI, hücre ve hücre içi yapıları düzeyinde bir bilgi vermediği için kas hasarı mekanizmasına ilişkin sorgulamalarda diğer tekniklerle birlikte kullanılmalıdır¹¹.

2.4. Egzersizin Oluşturduğu Kas Hasarı

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^{34,35}.

Egzersizde çarpma ve burkulmalar sonucu oluşan yumuşak doku zedelenmeleri oldukça yaygındır. Bu zedelenmeler normal rehabilitasyon sonucu rehabilite edilebilen zedelenmelerdir. Fakat egzersizde bu yumuşak doku zedelenmeleriyle birlikte hücresel düzeyde de bir hasar meydana gelmektedir. Bu zedelenme türü

terminolojide tam tanımlanmamış olmakla birlikte (microtrauma) mikro travma, (microinjury) mikro yaralanma ve (muscle damage) kas hasarı terimleri yaygın olarak kullanılmaktadır³⁶.

Farklı türdeki egzersizler farklı boyutlarda kas hasarı meydana getirir. Ekzantrik tipteki aktivelere, örneğin; tepe aşağıya yapılan koşular, merdiven inme, ağırlığı aşağıya doğru bırakmalarda ve aşağı doğru inmelerin olduğu skuat ve şınav türü hareketlerde gözlenir. Sonunda normal kasılmaların gözlemlendiği ve kasılma sırasında kasın yüke karşı daha başarılı kasıldığı kasılmalara göre kas hücrelerinde hasar daha fazla gözlenmiştir. Hasar myofibrillere özgü yapının bozulmasına sebep olur. Özellikle Z bandındaki kopmalara miyofibril iskeletindeki kırılmalar eşlik eder^{37,38}.

Geç dönemde başlayan kas ağrısı (delayed onset of muscle soreness; DOMS) kasta duyarlılık artışı ve sertleşmeyi de içeren bir ağrıdır. Bu tip ağrı egzersizden sonraki 24-48 saat içerisinde oluşur ve 24-72 saat içerisinde pik yaparak 5-7 günde kaybolur, özellikle ekzantrik egzersizlerin neden olduğu bir ağrıdır²⁸.

Uzun süren kas kuvveti kaybı, eklem hareket açıklığının azalması, kaslarda hassasiyet ve kanda kas protein mekanizmasının artmasına sebep DOMS'un oluşmasında egzersizin yoğunluğu ve süresi önemli faktördür^{26,28,39,40}.

Yapılan çalışmalarda uygulanan egzersizin, türüne ve niteliğine göre kas yapısında bir hasar meydana getirirken myokartta da enfarktüse benzer zedelenmelere sebep olduğu ileri sürülmektedir^{34,35}.

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

çıkmasıdır⁴¹. Bu metabolik ve kimyasal olaylar sonucunda; sarkolemma potasyum, kreatin kinaz ve miyoglobin tutma yeteneğini kaybeder, bunları extrasellüler sıvı, plazma ve idrara bırakır. Extrasellüler sıvının osmolaritesinin artması hücreler tarafından potasyum salınışının fazlalaşmasına yol açar. Plazma osmolaritesindeki artış hücre membranındaki osmotik basınç gradientinin artmasına bağlı olarak intrasellüler sıvının hücreden ayrılmasına neden olur. İntrasellüler sıvı değişimi, hücre içi sıvı osmolaritesi hücre dışı sıvı osmolaritesine ulaşınca kadar devam eder. Bu durum plazma potasyum konsantrasyonunun artmasına da neden olmaktadır^{42,43}.

Gerçekten de ekzantrik egzersizde metabolik yük çok düşük iken, lif başına düşen mekanik yük yüksektir. Buna göre, kas lifinde meydana gelen mekanik gerim, hücre içi $[Ca^{2+}]$ da artışa yol açar. Hücre içi kalsiyumu calpain aktivasyonuna ve buna bağlı protein dejenerasyonuna neden olur. Özellikle desmin bunlardan birisidir. Böylece miyofibriler yapıda ortaya çıkan yıkım, kasta normal gerimin üretilmesini engeller¹.

Kasta hasarlar fibrillerin farklı bölümlerinde meydana gelebilir. Mitokondrial fibriller, myofibriller, T tübüler, Z çizgileri yapısal bağlarda, sarkolemma vb. ayrıca ağır egzersizlerde kanda laktat dehidrogenaz ve kreatin kinaz gibi enzimlerin yoğunluğunun artışı da kas ağırlarına neden olabilir. Egzersizin sonunda H^+ gibi ürünlerin birikmesi ve dokuda ödeme sebep olan kan plazma sıvısının dokuya doğru yer değiştirmesine neden olabilir⁵.

Günay ve arkadaşlarına göre de egzersize bağlı kas hasarının beş temel mekanizması;

1. Dokunun yırtılması,
2. Isının artışı
3. Ph düşüşü,

4. Laktat gibi metabolitlerin birikimi,
5. Süperoksit Anyon Radikallerin ve Hidrojen Peroksitin artışına bağlıdır⁴⁴.

2.5. Egzersizle Oluşan Kas Hasarının Önlenmesi

Hasarın önlenmesine ilişkin yaklaşımlar, hasar oluşumunda rol oynadığı düşünülen mekanizmalara yöneliktir. Bu bağlamda farmakolojik ajanlar olarak kalsiyum kanalı antagonistleri, vitamin E, coenzim Q 10, östrogen, tamoksifen, kortikosteroidler kas hasarının önlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Kalsiyum kanal antagonistlerinin koşu sonrası hasarı azalttığı bildirilmiştir⁴⁵. Vit E, coenzim Q10, östradiol ve tamoksifen de membran stabilizatörü olarak rol oynamaktadır⁴⁶.

Kasın önceden antrene edilmesi egzersizle hasar oluşumunu engelleyen bir diğer faktördür. Gerçekten de ister konsantrik isterse ekzantrik kaynaklı olsun, antrenman hasarı önleyici bir rol oynar. Tek bir kerelik şiddetli ekzantrik egzersizin, bir sonraki şiddetli ekzantrik egzersizin kasta yol açabileceği hasarı bir ay kadar koruduğu bildirilmiştir⁴⁷. Etki mekanizması tam olarak bilinmemekle beraber antrene kasta oluşan yapısal ve metabolik değişikliklerin rol oynadığı düşünülmektedir. Keza, egzersizden önce ısınma ve germe, egzersiz bitiminde ise masaj yapılması ile karakterize kombine uygulamanın kan CK ve Mb düzeylerindeki artışı engellediği, maksimal izotonik kuvvet ve eklemden ROM'u koruduğu, DOMS'u engellediği de yapılan çalışmalarda bildirilmiştir^{1,33}.

2.6. Enerji Sistemleri

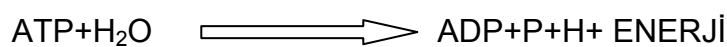
Tüm canlı varlıklarda olduğu gibi, insan vücudunun da yaşamın devamı için enerjiye gereksinimi vardır. Enerji iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanır⁴⁸. İstirahat sırasında yaşamsal fonksiyonların yapılabilmesi için oldukça düşük düzeyde olan enerji gereksinimi, egzersizle birlikte artar ve bazı spor dallarında çok yüksek değerlere kadar çıkar. Bedensel etkinlikler sırasında kasların kısa ve uzun zaman sürecindeki enerji ihtiyaçları artar ve bu enerjinin anında karşılanması zorunlu hale gelir²⁷.

Vücutta hücresel enerji ATP (Adenozin Tri Fosfat)'ye bağımlıdır. ATP'ler ise besinlerin aerobik ya da anaerobik yolla parçalanması sonucu ortaya çıkan enerjiden yararlanarak yenilenirler⁴⁹. Hücre içerisinde depolu olarak bulunan ATP'nin sınırlı olması nedeniyle enerji üretimi de sınırlıdır⁵⁰.

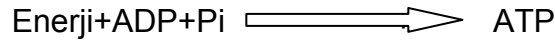
Enerji üretimi esas olarak karbonhidrat ve yağların metabolik tepkimeler sonucunda parçalanmasıyla oluşur. Karbonhidratlar krebs çemberi ve glikoliz yoluyla parçalanır. Yağlar da beta tepkimesi diye bilinen bir işlemle başlayan Krebs çemberi yoluyla parçalanır. Enerji üretimi aerobik ve anaerobik etkinlik gerektiren sürekli bir eylemdir⁵¹.

2. 6. 1. Anaerobik Enerji Sistemleri

Kas hücresi dâhil bütün hücrelerde acil enerji kaynağı ATP bileşimidir. ATP rezervleri kaslarda sınırlı olup bu madde kişinin günlük aktivitelerinin şiddetine ve süresine bağlı olarak devamlı yenilenmektedir⁵². Üç fosfat bağından biri bu bileşimden ayrıldığı zaman enerji açığa çıkar⁵³.

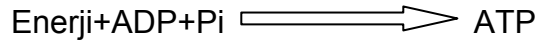
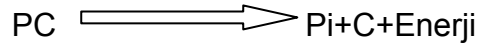


Bu bileşimden de bir fosfat grubu ayrıldığı zaman enerji açığa çıkar ve bu enerjide ADP yi tekrar ATP ye çevirir⁵³.



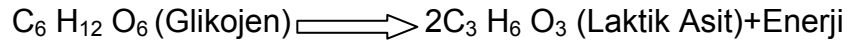
Bu reaksiyonda da oksijen kullanılmaz onun için her iki süreçte anaerobik süreçlerdir^{52,53}.

ATP'nin yenilenmesiyle ilgili olarak açıklanan metabolik sistemlerden ikisi ATP-PC sistem ile laktik asit sistem anaerobiktir. Fosfokreatin (aynı zamanda kreatin fosfatda denir CP) yüksek enerji bağı içeren bir başka kimyasal bileşiktir.(kreatin PO_3)⁵⁴. ATP gibi kas hücrelerinde depolanır. Bir fosfat bileşeni birleşikten koparıldığında büyük bir enerji açığa çıkar. Bu parçalanma sonucunda kreatin ve inorganik fosfat açığa çıkar, kolayca biyokimyasal tepkimeye girer. Kasların hareketiyle parçalanmış ATP yine depolanmış olarak bulunan PC'nin parçalanmasıyla açığa çıkan enerji yardımıyla sürekli olarak ADP ve Pi ile tepkimeye girerek yenilenir.



Kaslarda ATP'nin yenilenmesi için karbonhidratların parçalanarak laktik aside dönüştüğü sisteme anaerobik glikoliz denir. Bu sistemde glikojen anaerobik yolla oksijensiz ortamda parçalanır. Vücudumuzda bütün karbonhidratlar ya hemen kullanılabilen basit bir şeker olan glikoza dönüştürülür ya da daha sonra kullanılmak üzere kaslarda ve karaciğerde glikojen olarak depolanır⁵¹. Laktik asit kaslarda ve kanda yüksek bir yoğunluğa ulaşırsa yorgunluğa yol açmaktadır. İlk 1-2 sn içerisinde mevcut olan ATP daha sonra ki 18-20 sn içerisinde ATP-CP enerji sistemi kullanılır 20'nci sn den sonra laktik asit oluşumu hızlanarak 9-10 mmol/l'ye ulaşarak yorgunluk üst seviyelere ulaşmış demektir^{48,52,55}.

Asit ortam Ph'ı düşürmekte ve mitokondrilerdeki bazı enzimlerin aktivitesini engellemektedir. Bu ise karbonhidratların yıkım oranını (hızını) azaltmaktadır.



Glikojen-laktik asit sistemin bir başka niteliği de ATP moleküllerinin mitokondrideki oksidatif mekanizmaya göre 2,5 kat daha hızlı oluşturmalarıdır. Bu nedenle, kasların kısa ve orta süreli kasılmaları için büyük miktarda ATP gerektiğinde, anaerobik glikoliz mekanizması hızlı bir enerji kaynağı olarak kullanılır. Bu, fosfojen sistem kadar hızlı değildir; ancak yarısı kadar hızda işler. En uygun koşullarda glikojen-laktik asit sistemin sağladığı 8-10 saniyeye ek olarak 1,3-1,6 dakikalık en yüksek kas aktivitesini sağlarsa da kas gücü bir miktar azalır⁵⁴.

2. 6. 2. Aerobik Enerji Sistemi

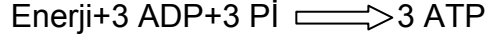
Aerobik yol oksijenin ortamda bulunmasıyla karbonhidrat ve yağların karbondioksit kadar parçalanması ile enerji elde edilmesini sağlamaktadır⁵². Daha az güçlü ama daha fazla kapasiteye sahiptir. Glikojen oksijen yardımıyla kimyasal yolla karbondioksit ve suya kadar parçalanır. Ortamda oksijenin oluşu kapasiteyi sınırsız yaparken sistemin sınırlarını yakıt depolarının doluluğu belirler⁴⁸.

Anaerobik sistemde olduğu gibi oksijenli sistemde tepkimeler kas hücrelerinde gerçekleşir. Ancak aralarındaki fark, ikincisinde tepkimeler hücrenin daha gelişmiş bölümleri olan mitokondride gerçekleşir. Bu bölümler, kristal denilen içeri doğru birçok çatlak ve eğrililerden oluşmuş özel bir doku sistemiyle oluşturulmuştur.

Aerobik sistemdeki tepkimeler üç ana gruba ayrılabilir.

1. Aerobik Glikoliz
2. Krebs Dönüşümü
3. Elektron Taşıma Sistemi

Glikojenin CO₂ ve H₂O ya dönüştüğü aerobik sistemin ilk tepkimelerine glikoliz denir. Anaerobik glikolizden farkı bu sistemde laktik asit birikmesi olmaz. Oksijen bunu ATP yenilendikten sonra prüvik asitin çoğunu laktik aside dönüştürerek yapar. Böylece aerobik glikoliz sırasında 1 mol glikojen 3 mol ATP; yenilenmeye yetecek enerji ve 2 mol prüvik aside dönüştür.



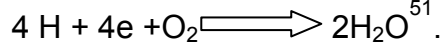
Krebs dönüşümü sırasında önemli olaylar olur bunlar;

1. CO₂ oluşur,
2. Yükseltgenme (oksidasyon) ve indirgenme olur,
3. ATP açığa çıkar,

CO₂ ayrışınca üçlü karbon bileşiği olan prüvik asit hemen ikili karbon bileşiği olan bir asetil gruba dönüşür. Bu asetil grubu bir koenzim A ile birleşerek asetil koenzim A enzimini oluşturur. Krebs çemberinde CO₂ de oluşur. Oluşan CO₂ hemen kana karışarak akciğerlere taşınır ve dışarıya atılır. Prüvik asit karbon (C) hidrojen (H) ve oksijenden (O) oluşur. H koparıldığında sadece C ve O yani karbondioksit bileşenleri kalır. Böylece krebs dönüşümünde prüvik asit, CO₂ oluşturarak indirgenir.

Son olarak soluduğumuz oksijen yardımıyla Krebs dönüşümünde koparılan hidrojen iyonları ve elektronları birleşerek su oluştururken glikojenin parçalanması sürer. Bu tepkime dizisine de Elektron Taşıma Sistemi (ETS) veya solunum zinciri denir. Burada 4 hidrojen iyonu 4 elektron ve bir mol oksijenle birleşerek iki mol su oluşturur. Elektronlar solunum zinciri aracılığı ile taşınırken enerji açığa çıktığı gibi eşleşen tepkimeler ile de ATP yenilenir.

Sonuçta 1 mol glikojenden 12 çift elektron kopartılarak 36 mol ATP açığa çıkartılır. Böylece aerobik metabolizma sırasında suyunda olduğu ETS evresinde 39 mol ATP nin çoğu yenilenmiş olur.



2. 6. 3. Aerobik Enerji Sisteminin Ölçülmesi

Kişinin maksimal aerobik gücünün ölçülmesinde en iyi yol, maksimal oksijen tüketim "maks VO₂ " testidir. Kişinin bir ünite de kullanabildiği oksijen (O₂) miktarı ne kadar çok ise o kişinin aerobik kapasitesi de o oranda yüksek demektir. Aerobik kapasiteyi belirlemenin en önemli kriteri "maks VO₂" ölçmektir. Aerobik kapasite direkt olarak maksimal bir efor sırasında ölçülebildiği gibi submaksimal bir efor yaptırılarak hesaplamalar sonucu indirekt olarak ölçülebilir⁵⁶.

"Maks VO₂ " kriterlerini aşağıda belirtilen hususlar etkiler;

1. Efor artsa bile oksijen kullanımı daha fazla artmaması, belirli bir düzeyde devam etmesi.
2. Yorgunluk oluşması.
- 3..Kandaki laktik asit miktarı 100 mg/ 100 cc'nin üzerine çıkması.
4. Maksimal oksijen tüketimi; yaşa, cinsiyete, vücut ölçülerine veya kompozisyona, kondisyon düzeyine, bazı ırkî çevresel ve patolojik faktörlere bağlıdır⁵⁷.

"Maks VO₂ " doğumdan sonra yaş ilerledikçe artmakta ve en yüksek noktasına 18-20 yaşlarında erişmektedir. Cinsiyetler arasında farklılık 12 yaşlarında görülmeye başlar ve bayanlarda erkeklere oranla %25-30 oranında daha düşüktür.⁵⁸

2.7. Farklı Isı Koşulları ve Egzersiz

İnsan çevre sıcaklığı değiştiği halde vücut sıcaklığı sabit kalan varlıktır. Tabii ki bu yalnızca vücut boşlukları için doğrudur (iç sıcaklık 37 °C). Deri ve ekstremitelerin sıcaklığı değişkendir. Normal vücut sıcaklığı herhangi bir termal strese maruz kalmamış kişinin vücut ısıdır. İnsanların normal vücut ısıları 36-38°C arasındadır⁴⁴.

Isı düzenlemesi beyinde hipotalamustaki termoregulator merkezle olur. Buda derideki termal reseptörler ya da hipotalamusa ulaşan kan damarlarındaki kanın sıcaklığı değerlendirilerek sağlanır^{52,59}.

2.7.1. Soğuk Ortamda Egzersiz

Soğuk ortamda yapılan egzersizler esnasında vücutta fizyolojik ve davranışsal olarak bir takım değişiklikler oluşur. Deri damarları ısı kaybını azaltmak için fizyolojik olarak vazokonstriksiyona uğrar. Vücut kasları istemsiz olarak titreme ile ısı oluşumunu artırır. Terlemenin azalması ve derideki piloerektör kasların kasılması da ısı kaybını azaltır. Ayrıca kahverengi yağ dokusu da ısı oluşumuna katkıda bulunur (nonshivering termogeneze). Isı oluşumunun artırılması ve ısı kaybının azaltılmasına yönelik bu fizyolojik değişikliklerin yanı sıra ortama uygun giyinme, kapalı ve sıcak ortamda bulunma ve istemli kas hareketleri yaparak vücut ısını artırma gibi bir takım davranışsal cevaplar da görülür^{53,59,60,61}.

Bu fizyolojik ve davranışsal değişikliklerin yanı sıra vücutta soğuk ortama adaptasyon gelişir. Vücutta izolasyon artırıcı tüyler artar ve soğuğa tolerans gelişir. Soğuk ortamda yapılan egzersizlerin getireceği en büyük problemler hipotermi ile başlar. Aktivitenin yapıldığı ortamın ısının düşük, rutubetinin yüksek ve havanın rüzgarlı oluşu hipodermi riskini artırır⁶².

Soğuk ortamda yapılan egzersizlerde yukarıda bahsedilen fizyolojik ve davranışsal adaptasyonlar devreye girer. Aktivitenin yapıldığı ortamın ısısı, nemi ve rüzgarın hızı vücut kor ısının korunmasında önemlidir. Roberts W.O.'nun (1998) belirttiği gibi soğuk ortamda yapılan egzersizlerde sporcular vücut kor ılarının sabit kalmasını sağlayamazlarsa performanslarında azalma olur. Kor ısısındaki 1⁰C'lik azalma aerobik kapasiteyi %5-6 azaltır. Egzersiz esnasında adaptasyon mekanizmaları sonucu meydana gelen değişiklikler yeterli olmazsa sporcuda el ve ayaklarda üşüme, uyuşma ve karıncalanma, burun ve kulaklarda üşüme ve yanma hissi, ortamda daha uzun süre kalınırsa el, ayak, burun ve kulak gibi uç organlarda ağrı hissedilir. Ortamda kalış süresinin artması ile donmalar görülebilir. Kor ısının daha da düşmesi sonucu soğuk bitkinliği ve hipotermi semptomları görülür. Kas krampları, vücutta uyuşukluk hissi, bitkinlik, yorgunluk, uykuya meyil, koordinasyon kaybı, oryantasyon bozukluğu, yarı koma, koma, ventriküler fibrilasyon ve ölüm görülür^{53,60,61,63}.

Soğuk ortamda yapılan egzersizlerde dikkat edilmesi gereken noktalar egzersizin yapıldığı alana göre değişmektedir. Soğuk ortamda yapılan sportif aktiviteleri;

1. Sportif aktiviteye uygun alanlarda yapılan egzersizler,
2. Kırdan, arazide yapılan egzersizler olarak ikiye ayrılır.

Soğuk ortamda sportif aktivite için ayrılan alanlarda yapılan aktivitelerde, kış sporlarına dahil olmak üzere hipotermiye bağlı problemler çok fazla görülmez⁶¹. Arazide şartlarında yapılan traking, dağcılık, kır koşusu, buzda balık avlama, dalgıcılık ve dağda kayak esnasında soğuk yaralanmaları oldukça büyük risk taşırlar ve hatta ölüm bile bildirilmiştir⁶².

Soğuk ortamda yapılan aktiviteler esnasında giyilen kıyafetlerde önemlidir ve uygun giysi çoğu zaman yeterli yalıtımı sağlamaktadır⁶⁴. Vücuttan ısı kaybını önleyici malzemeler

kullanılmalıdır. Rüzgârlı havalarda konveksiyonla ısı kaybı fazla olacağından rüzgârlık kullanımı önemlidir. Soğuk ve yağmurlu havalarda yağmurluk kullanımı da aynı şekilde ısı kaybını önlemede yararlı olur⁶².

Soğuk ortamda yapılan egzersizlerde üşümek için çok kalın ve hava geçirmez malzemeler ve başlıklar kullanılması vücut iç ısının artmasına neden olabilir. Egzersiz esnasında baştan ısı kaybı % 25-30 civarındadır. Sadece başın açık olması bile ısı çarpmasına bağlı problemlerin görülmesini engelleyebilir. Aynı şekilde çok soğuk suda ısı kaybı, karada yapılan egzersizlere göre 25 kat daha fazladır⁵¹.

Ayrıca yüksek nem oranı ve rüzgâr da hipotermi riskini artırır. Soğuk suda (18°C) yapılan bir yüzme, daha yüksek ısıda (26°C) yapılan aynı hızdaki yüzmeye oranla daha fazla O₂ sarfına neden olur. Vücut kor ısısı daha düşüktür. 23°C'lik bir suda dalgıç korumasız bir şekilde dalarsa, fazla ısı kaybından rahatsız olur ve kısa bir süre sonra iç ısıyı artırmak için titremeye başlar, verimi azalır. 6°C'lik bir ortamda korunaksız dalanlarda 30 dakika sonra kollaps, kalpte ritim bozuklukları gelişir ve bir saat içinde ölüm görülebilir⁶².

Hipotermide Semptomlar

<u>Rektal ısı</u>	<u>Semptomlar</u>
37°C	deride vazokonstriksiyon, soğuk deri, soğukluk hissi
36°C	ürperme, yer yer titreme
35°C	titreme, yorgunluk, gerginlik, çok üşüme, uyuşukluk
34°C	mental konfüzyon, koordinasyon kaybı, hafıza kaybı, konuşma bozukluğu, sertlik
33°C	halüsünasyonlar, şuur bozukluğu
32°C	kalpte ritim bozuklukları, oryantasyon bozukluğu
30°C	yarı koma(stupor), koma
28°C	ventriküler fibrilasyon, ölüm

İnsan organizması soğukla karşı karşıya geldiğinde, vücut ısını belli bir süre koruduğu ancak deride meydana gelen aktif soğuma ile iç ısısında düştüğü gözlenmiştir.

Birçok spor dalında sporcunun hipotermi koşullarına maruz kalma olasılığı vardır. Bu durum, hem sakatlık için uygun zemin hazırlar hem de soğukun etkisiyle değişik sorunlar ortaya çıkar. Metabolik ısı arttıkça soğuk az hissedilir. Böylece; çalışmakta olan vücut enerji üretmek suretiyle ısı üretir ve meydana gelen fazla ısı vücudun üşmesini önler. Diğer taraftan, sıcak çevrede olduğu gibi, fazla ısının çevreye atılmasında sorun değildir. Fazla ısı soğuk havaya kolaylıkla atılabilir ve vücut rahat bir sıcaklıkta korunabilir.

Dayanıklılık temeline dayalı sporlar aşırı soğuk olmayan ortamda daha iyi performans elde edilmesine yardımcı olur. Bunun nedeni, sıcak havanın dolaşım sistemi üzerine yaptığı olumsuz etkilerin, soğuk havada meydana gelmeyişiştir. Organizma soğuk ortama uyum göstermede, sıcağa orandan daha avantajlıdır⁴⁹. Ancak soğuk ortama alışmak ve soğuktan aşırı etkilenmemek sıcak ortama göre daha zordur. Özellikle rüzgârlı havalarda soğuğa adapte olmak daha da zorlaşır. Bedeni çevreleyen hava kitlesi sürekli yer değiştirdiğinden, rüzgâr çok düşük olmayan sıcaklık derecelerinde dahi üşümeye neden olabilir. Solunan havanın soğuk olması solunum sistemi için önemli bir sorun değildir. Zira hava alveollere giden yolda 27-32 dereceye kadar ısınabilir.

Bu ısınma ile birlikte havanın nemlenmesi amacıyla su harcaması artığından, özellikle şiddetli egzersizler sırasında önemli miktarda su kaybı ortaya çıkabilir²⁷.

Soğuk ve kuru hava broşlarda spazma sebep olabilir, soğukta egzersiz yapan atletlerin astıma yakalanması sıklıkla gözlenmektedir. Çok soğuk havada yapılan egzersizler normal atletlerde broncospazma neden olur. Egzersizin sebep olduğu bronş spazmı ilaçlarla tedavi edilebilir ancak ilaç tedavisine yarışmalar sebebiyle ara

verilmemelidir. Atletler soğuk havada egzersiz yaparken de terlemeye devam ederler, hidrasyon optimum performansı sağlamada ve sakatlıkların azalmasında kritik faktördür. Soğukla ilgili sakatlanmaların çoğu rekreatif spor başlarında gözlenirken hipotermi uzun süren soğuk sularda yapılan yüzme aktivitelerinde gözlenmektedir⁶⁵.

Soğuk hava şartlarında deri ve merkezi sinir sistemi sensörleri; vücut ısını korumak amacıyla damarlarda vazokonstriksiyon ve kaslarda titreme oluşturarak ısı üretir. Donma noktasına ulaşana kadar vücut dokularının soğuması hücre metabolizmasını yavaşlatır.

Soğukla ilgili rahatsızlıklar deriden başlayarak derinlere doğru ilerler genellikle eklemli organların kaybedilmesiyle sonuçlanır⁶⁵.

Soğukta egzersiz sırasında ısı vücuttan aynı sıcak ortamda olduğu gibi evaporasyon, kondikasyon, radyasyon ve konveksiyon yollarını izleyerek uzaklaştırılır⁵⁹. Soğuk bitkinliği tespit edilmiş olan bir sporcunun tedavisinde;

Sporcu ılık ortama alınır, üzerindeki ıslak giysiler çıkarılır, kuru giysi ve battaniye örtülür, ılık içecekler verilir, donan bölgelere kesinlikle masaj yapılmaz,

Sporcudaki hipotermi bulguları mevcutsa, rektal ısı 35 ° C ve altında ise tedavi mutlaka hastane ortamında yapılmalıdır.

Soğuk ortamda yapılan egzersizlerde hipotermi riski;

1. Sporculara hipotermi belirtileri iyi anlatılarak,
2. Yapılan aktiviteye uygun giysi kullanımı sağlanarak,
3. Hasta ve nekahet döneminde aktivitelere katılım önlenerek,
4. Düşük ısı, yüksek nem ve rüzgârın fazla olduğu ortamlarda egzersiz yapmanın limitlerini sporculara öğretmek ortadan kaldırılabilir.

2.7.2. Sıcak Ortamda Egzersiz

Sıcak havalarda egzersiz yapmak vücudun kalp damar sistemine ekstra stres bindirir. Hem egzersiz hem sıcak hava vücut ısısının artmasına neden olur. Soğumayı sağlayabilmek için kan perifere ve özellikle deriye yollanır. Sonuçta kaslara giden kan miktarında azalma meydana gelir. Bu açığı kapatabilmek için kalp atım hızını arttırır, bu da serin günlere oranla egzersiz sırasında kalp damar sistemine daha fazla yük binmesi anlamına gelir. Eğer nem oranı da yüksekse ter kolayca buharlaşamayacağından, vücut ısı giderek artacaktır⁶⁶.

Kan oksijen ve besin maddelerini çalışan kaslara taşımanın yanında, kasta meydana gelen artık maddelerden özellikle laktik asit ve fazla ısıyı alır; başka dokulara ileterek ısının vücuda yayılmasını sağlar. Bu şekilde belli bir bölgede meydana gelen çalışma sonucunda oluşan fazla ısı, kan yoluyla vücuda yayıldığı gibi buradan derinin çevre hava teması sonucu fazla ısının çevreye yayılmasıyla vücut soğutulmaya çalışılır. Normal şartlarda çalışma sırasında vücut meydana gelen fazla ısının bu mekanizma ile atarak vücut sıcaklığının artmasını ve organizmanın zarar görmesini engeller. Ancak çevre sıcaklığı fazla olduğu zaman, organizma çevreye fazla ısıyı atmakta güçlük çeker. Burada ter olarak dışarıya attığımız sıvı, damarlarımızda dolaşan kanın plazma kısmıdır. Bu nedenle, kaybedilen ter, kanın azalmasına neden olur. Terleme sonucunda kan daha yoğun bir sıvı haline gelir. Akışkanlığı azaldığı için üç sorun ortaya çıkar.

1. Çalışan kasa daha az kan gitmesi sonucu, oksijen ve besin maddesi azalır. Böylece kasın çalışma kapasitesi, özellikle dayanıklılığı azalır.

2. Deri altı kılcal damarlarla fazla ısıyı taşımak için daha çok kan yollandığından, çalışan kasa giden kan miktarı azalacak, dolayısıyla daha az oksijen ve besin maddesinin iletilmesine neden olacak bu durum, yukarıdaki sorunun boyutlarını büyütecektir.

3. Daha az kan daha az atık ısının taşınmasını yaratacak ve böylece vücut sıcaklığı yükselerek daha çok terlemeye dolaşımı daha fazla olumsuz yönde etkileyerek olumsuz faktörlerin boyutunu artıracaktır^{49,65,67}.

Organizmada başlıca ısı kaynağı kassal faaliyettir. Yalnızca titreme şeklindeki kısıtlı ve küçük boyutlu kassal aktivitelerde dahi önemli oranda ısı oluşur. Şiddetli egzersiz durumlarında ise aşırı miktarda ısı meydana gelir ve metabolik oran 20-25 kat artar, beden ısı da 4-5 derece artabilir. Sıcak ortamda dehidratasyon geliştikçe plazma hacmi daralır. Terleme azalır ve termoregulasyon giderek güçleşir. Bunun sonucu olarak beden ısı yükselmeye başlar²⁷.

Sıcak ortamda yapılan egzersiz süresince soğuk ortamda hareketsiz kalmaya göre 20 kata kadar daha fazla kan deriye akım olacaktır. Böylece deriye yakın damarların vazodilate olma özeliğinden dolayı aşırı ısınmanın önüne geçilmiş olur. Buharlaşmanın az olduğu nemli havalarda deri ısı sürekli olarak artabilir⁶⁸.

Özelikle egzersizde ısı üretiminin artışı ve enerjinin %15-40'ı mekanik enerjiye dönüşürken geri kalanın ısıya dönüşmesi, artan ısının uzaklaştırılması ve ısı dengesinin sağlanmasını zorunlu kılmaktadır^{44,51,52}.

Sıcakta terleme ve uygun evaporatif soğuma ile 0,5-2/lt su tuz ve diğer elektrolitler kaybedilir⁵². Eğer terleme ile kayıp çok fazla ise organizma kompensasyon mekanizmaları devreye girer bunun sonucunda kan hacmi yeterince ciddiye terleme ve evaporatif soğuma durur. Bunu dolaşımsal kollaps, vücut ısısının aşırı yükselmesi ve ölüm takip eder. Isı krampları, ısı senkopu (bayılması)ısı bitkinliği ve ısı çarpması sporcularda sıcak ortamda rastlanan problemlerdir⁵².

Yüksek ısıya bağlı görülen problemler;

1. ısı döküntüleri (miliaria rubra)
2. ısı ödemi,
3. ısı krampları,
4. ısı yorgunluğu,
5. ısı bitkinliği,
6. ısı çarpması şeklinde sıralanabilir

a. ısı döküntüleri (miliaria rubra);

Özellikle nemli ve tozlu ortamlarda yapılan egzersizlerde deri üzerinde yaygın, küçük döküntüler görülür. Eklem büküm yerlerinde daha fazla görülür. Ilık su ile banyo yapılması ve ince kıyafetler giymesi önerilir.

b. ısı ödemi;

Sıcak ortamda yapılan egzersizlerde uzun süre ayakta durmaya bağlı gelişir. Ayak sırtı ve tibia ön yüzde hafif şişlikler görülür. Serin bir ortamda yatırılarak ayakları hafifçe yukarıya kaldırılır. Diz altına kadar ayakları içine alacak kontrast banyolar yararlıdır.

c. ısı Krampları;

Genellikle sıvı elektrolit dengesi bozulmasına bağlı olarak yoğun ve uzun süreli egzersizlerden sonra görülen istemsiz kas kontraksiyonlarıdır. Daha çok aklimatize olmamış sporcularda görülür. Egzersiz süresince sıvı ve mineral alımıyla ısı krampları engellenebilir.

ç. ısı Yorgunluğu;

Yorgunluk, bitkinlik, hipotansiyon, yüzde kızarıklık, deri ve rektal ısıda artış, bulanık görme ve bayılma ile kendini gösterir. Tedavi için serin ortama alınır ve bol sıvı verilir. Aktivitelere bir-iki gün ara verilir.

d. Isı Bitkinliği:

Henüz ısıya uyum sağlamamış bireylerde, genellikle ilk antrenman sırasında sıvı azalmasına veya tuz azalmasına bağlı olarak görülebilir.

e. Isı Çarpması:

Isı problemleri içindeki en ciddi tablodur. Acil müdahale gerektirir. Terleme durmuştur, taşikardi, zayıf nabız, kuru ve sıcak deri, davranış bozuklukları, kor ısı artmıştır, histerik ağlamalar, istem dışı organ hareketleri, sfinkter kontrolünü kaybetme, kas fasikülasyonları, halüsünasyonlar, kusma, bilinç kaybı, ishal, ölüm, koma, halleri gözlenebilir. Tedavisinde ise istirahat, sporcu serin ortama alınır ve üzerindeki elbiseler çıkarılır, sıvı ve elektrolit replasmanı, rektal ısı takibi, 14-15⁰C'lik su ile deri silinir, vantilatör ile hava hareketi sağlanarak konveksiyonla ısı kaybı artırılır. Soğuk su ile banyo önerilmez, rektal ısı bir saat içerisinde 43⁰C'lerden 38,9⁰C'lere düşürülmelidir.

Isı çarpması genellikle; yüksek düzeyde motive olmuş, yarışma sporcularında, sıcak ortamda fizyolojik dozun üzerinde antrenman yapanlarda, ölümsüzlük hissi olanlarda, buharlaşma ile ısı kaybını önleyecek şekilde giyinenlerde, sıvı alımı kısıtlananlarda, sezon başı hazırlık kamplarına yoğun egzersiz ile başlayanlarda sık görülür^{61,69,70}.

Genellikle sporcuların aşırı sıcağa aklimatize olmaları gerekir. 5-10 günlük süreyi içine alır. Laboratuvar koşullarında ya da doğal ortamlarda yapılabilir. Doğal ortamlar tercih edilmelidir. İlk gün sadece bölgede bulunmak, ortamı dolaşmak, güneşlenmek yeterlidir. Uyku süresinin yeterli olmasına dikkat edilmelidir. 2'nci ve 3'üncü günler hafif tempoda düz koşular, istasyon çalışmaları yapılabilir. 4'üncü günden itibaren süresi ve yoğunluğu gittikçe artan bir şekilde antrenmanlara geçilir. Normal antrenman süre ve yoğunluğuna

ulaşmak bir haftayı bulmalıdır. Aklimatizasyona vücut bir kez alıştıktan sonra bunu yıllarca muhafaza edebilir. Aklimatizasyon süresince gelişen en önemli fizyolojik değişmeler terleme hızının artması, plazma hacminin artması, ter ve idrarla tuz kaybının azalmasıdır. Aklimatizasyonla zaman içinde rektal ısı ve kalp hızı azalırken terle sıvı kaybı artmaktadır. Isıya tolerans ter üretimi ile ilişkilidir. Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi uyum sağlandıkça terle kaybedilen sıvı miktarı artmakta, buna karşın kaybedilen tuz miktarı azalmaktadır. Kaybedilen sıvı miktarının artışıyla birlikte vücuttan ısı kaybı da artmaktadır⁵³.

	<u>Normal</u>	<u>Aklimatizasyon Sonrası</u>
Ter	1L /saat	2-3 L/saat
Tuz	15-30 gr/gün	3-5 gr/gün

Sıcağa bağlı rahatsızlıklar; sıcağa aklimatizasyonla, aerobik kondisyonu artırmakla, yeterli sıvı replasmanı, yeterli ve dengeli beslenme, egzersize uygun giysi giymekle, hasta veya nekahet döneminde fiziksel aktivitelere katılmama, ısı ve nemin yüksek olduğu ortamda egzersiz süresi ve yoğunluğu ayarlanarak önlenabilir^{61,62,70}.

2.8. Egzersiz, Isı ve Kan Parametreleri

2.8.1. Lokosit (WBC)

Lokositler çoğunluğu kemik iliği lenf bezi ve dalakta yapılan ve en önemli görevi vücudun enfeksiyonlara ve dış etkenlere karşı korunmasını sağlamak olan renksiz çekirdekli hücrelerdir. Lokosit formülü: perifer kan yaymasında nötrofil, eozinofil, bazofil, lenfosit ve monositler sayılarak yapılır. Ortalama 7000 en az 4000 en çok 10000 kadardır. Lökositlerin akut myokart infarktı, yanık, kanama, dehidratasyon, travma durumlar artar¹⁹. Egzersiz nasıl olursa olsun, gerek kısa süreli gerekse uzun süreli dayanıklılık eforlarında kanda akyuvarlarında süratli bir artmaya neden olur⁵³.

2.8.2. Hematokrit (HCT)

Eritrosit hacminin tüm kan hacmine oranına yüzde olarak ifadesidir. %1 HCT %0.34 gr hemoglobin ve 107 000 eritrosite tekabül eder. Normal değerleri erişkin erkek %42-52 kadın %36-46 arasında tüm kan sıvısına oranını yüzde cinsinden gösterir. Kan içerisinde en çok bulunan hücre eritrosit olduğundan düzeyi hemoglobin düzeyi ve eritrosit sayısı ile paralellik gösterir Eritrosit, HB ve HCT'nin yüksek yerlerde yaşama, siyanozlu kalp hastalıkları, sıvı kaybı durumlarında artarken, akut kan kayıpları, yapım bozuklukları, eritrosit yıkımının arttığı anemilerde ve plazma hacminin arttığı durumlarda düşük saptanır^{13,14,19,54}.

2.8.3. Hemoglobin (HB)

Hemoglobin, kan solunum organından dokulara oksijen, dokulardan solunum organına ise karbondioksit ve proton taşıyan proteindir. Eritrositlerin içerisinde bulunur. ve oksijeni +2 değerlikli demir içeren heme molekülleri ile bağlar. Başlıca sentez yeri eritrosit üretimi sırasında kemik iliğidir. Yaş, cinsiyet ve türe göre küçük farklılıklarla da olsa kanda belli bir değerin altında bulunmasına anemi, yüksek miktarda bulunmasına ise polistemi denir. Hemoglobinin prostetik grubu hem, protein kısmı ise globulindir¹⁴. Hemoglobinin normal değerleri 14-18 g/dL (erkek); 12-16 g/dL (kadın) arasındadır. Bir gr HB 100 cc kan ile 20-21 cc kadar oksijen taşınır⁵³.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Deneklerin Özellikleri

Bu araştırmaya (yaş ortalamaları $19,56 \pm 5,38$, boy ortalamaları $173 \pm 1,36$ cm, vücut ağırlıkları $78,8 \pm 2,56$ kg olan 19 denek gönüllü olarak katıldı. Başlangıçta 25 olan denek sayısı çeşitli sınırlılıklar nedeniyle 19 deneğe uygulanabilmiştir. Deneklerin tamamının çalışmaya gönüllü ve maksimum performanslarını göstererek katıldıklarını gösterir aydınlanmış onayları alınmıştır.

3.2. Deneysel Dizayn

Çalışma rakımı 1218 metre olan Erzincan'da gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılan denekler rasgele ve gönüllü olarak sporcu geçmişi olmayanlardan oluşturulmuştur. Araştırmaya katılan deneklerin CK, AST, LDH, WBC, HCT, HB düzeylerinin belirlenmesi amacıyla shuttle run (mekik testi) testi öncesinde test öncesi durum (TÖD) ve test sonrası durum (TSD), test bitiminden 24 saat sonraki durum (24SA), test bitiminden 48 saat sonraki durum (48SA), olmak üzere 4 kez ön koldan venöz kan örnekleri alınmıştır. Ayrıca egzersizin şiddetini belirlemek amacıyla egzersizden önce ve egzersizden hemen sonra laktik asit ölçümü yapıldı. Ölçümlerin birincisi Şubat ayında 0°C ' de %32 nem oranında ve 0 km/h şiddetindeki rüzgâr hızında ve saat 10.00-12.00 saatleri arasında alınmıştır. İkinci ölçümler ise Temmuz ayında $+30^{\circ}\text{C}$ ' %45 nem oranında 0 km/h rüzgâr hızında ve 10.00-12.00 alınmıştır. Yerel meteoroloji istasyonundan belirtilen tarihlerde bir hafta süre ile hava raporları alınarak uygun günler belirlenerek testler gerçekleştirilmiştir.

3.3 Araştırmada Uygulanan Ölçümler ve Testler

3.3.1. Alan Testleri

3.3.1.1. Mekik Koşusu Testi

Leger ve Lambet (1982) tarafından geliştirilen bu test tahmini maksimal oksijen kullanımının belirlenmesinde kullanılabilecek en iyi testlerden biridir. Test sporun doğasına özgü olduğu için özellikle sporcular için uygun ve kullanışlı bir testtir^{52,71}.

Bu testin amacı 20 metrelik parkuru gittikçe hızlanan bir tempoda koşmaya başlamak ve maksimum gücü kullanarak en uzun mesafeyi kat etmekten ibarettir²⁷.

Testte başlamadan önce denekler, yüksek verim alabilmek için motive edilmelidirler. Kişilerin test başlamadan önce ısınmalarına gerek yoktur, çünkü 20 metre mekik testi çok aşamalı bir test olup ilk aşamaları ısınma temposundadır.

3.3.1.2. Ölçüm Araçları:

- 1- 20 metre uzunlukta bir kulvar yada salon,
- 2- Kulvar ve dönüş çizgileri için yapışkan şerit,
- 3- Kaset çalar,
- 4- Protokolün önceden kaydedildiği bir kaset,
- 5- Kademe ve tekrarlar için takip tablosu.

3.3.1.3. Metot:

Denek 20 metrelik mesafeyi gidiş dönüş olarak koşar. Koşu hızı belli aralıklarla sinyal sesi veren bir kasetçalarla denetlenir. Denek ilk sinyal sesinde koşusuna başlar ve ikinci sinyal sesine kadar diğer çizgiye ulaşmak zorundadır (bir ayak çizgiyi geçmelidir). İkinci sinyal sesi duyulduğunda ise tekrar geri dönerek başlangıç çizgisine döner ve bu koşu sinyallerle devam eder. Ritim başlangıç hızı 8,5 km/saat ve

her seviye için 0,50 km/saat artan hızla 21 seviye için devam eder. Kasetteki tek bip sesi 20 metrenin sonunu ve 3 bip sesi ise yeni seviyenin başladığını, hızın (0.5 km/ saat) arttığını belirtir^{1,52,71}.

Denek sinyali duyduğunda ikinci sinyalde pistin diğer ucunda olacak şekilde temposunu kendini ayarlar. Başta yavaş olan hız her 10 saniyede bir giderek artar. Denek bir sinyal sesini kaçırıp ikincisine yetişir ise teste devam eder. Eğer denek iki sinyali üst üste kaçırırsa test sona erer.

Testte sporcunun değerlendirilmesi için seviye formu bulunmaktadır. Her 20 metrelik çizgi geçildiğinde, form üzerine işaret konur.

Testin sonunda sporcunun aldığı işaretler hesaplanır ve değerlendirme tablosundan denneğin maksimal VO₂ değeri ml/kg/dk cinsinden tahmini olarak bulunur^{44,52,57}.

3.3.2.Laboratuar Testleri

3.3.2.1. Boy Kilo Ölçümü

Deneklerin kilo ölçümleri, doğruluğu önceden kontrol edilmiş 0.01 hassasiyetli ecza tipi Baster MLC marka baskül kullanarak deneklerin üzerlerinde sadece şort ve tişört olacak şekilde ve ayakkabısız olarak ölçülmüştür. Boyları ise Baster MLC marka boy ölçer üzerinde sabit olan 0,01 cm hassasiyetindeki metal çubuk yardımıyla denekler baş dik, ayaklar çıplak ve tabanları baskülün üzerinde dizler gergin topuklar bitişik vücudun dik pozisyonda olmasına dikkat edilerek ölçülmüştür.

3.3.2.2. Biokimyasal Testler

Alınan kanlar bekletilmeden labratuvar ortamına nakledilmiştir. Bu kanlar 5000 devir/dakikada santrifüj edilerek elde edilen serumlarda AST, CK, WBC, HCT ve HB; MS4 kuru kit oto analizöründe tam kan sayım cihazında, LDH parametresi ise RA-1000 marka sulu sistem oto analizörü ile spektrofotometrik olarak ölçüldü.

Laktat seviyeleri ise Accutrend Laktat Analizörü ile tespit edilmiştir.

3.4.İstatistiksel Analiz

Farklı ısı koşullarında yapılan maksimal aerobik yüklenmenin kas hasarı üzerindeki etkilerini incelemek için iki türlü hipotez testi kullanılmıştır. Bağımlı değişkenin LA ve Maks VO2 olduğu gözlemlerde örneklem t testi kullanılarak incelenmiştir. Bunların dışında kalan bağımlı değişkenler için ise etkiler varyans analizi (ANOVA) kullanılarak test edilmiştir. İkili karşılaştırmalar için post. Hoc Scheffe testi kullanılmıştır.

Yirmi metre mekik koşusunun ve ısının kas enzimleri ve üzerindeki etkilerini incelemek için ayrı ayrı varyans analizleri yapılmıştır. Analizler tekrarlandığı için, 1'inci tip hata yapma olasılığını azaltmak amacıyla, Bonferroni uyarlaması yapılarak anlamlılık düzeyi $0.05 / 8 = .006$ olarak belirlenmiştir.

N= 19	Yaş (yıl)	Boy (cm)	Vücut Ağırlığı (kg)	Vücut Kitle Endeksi (kg/cm²)
X ±SS	19,56 ± 5,38	173,42 ± 6,42	78,47 ± 4,42	25,1 ± 5,22

4. BULGULAR

Tablo 1: Deneklerin Antropometrik Özellikleri

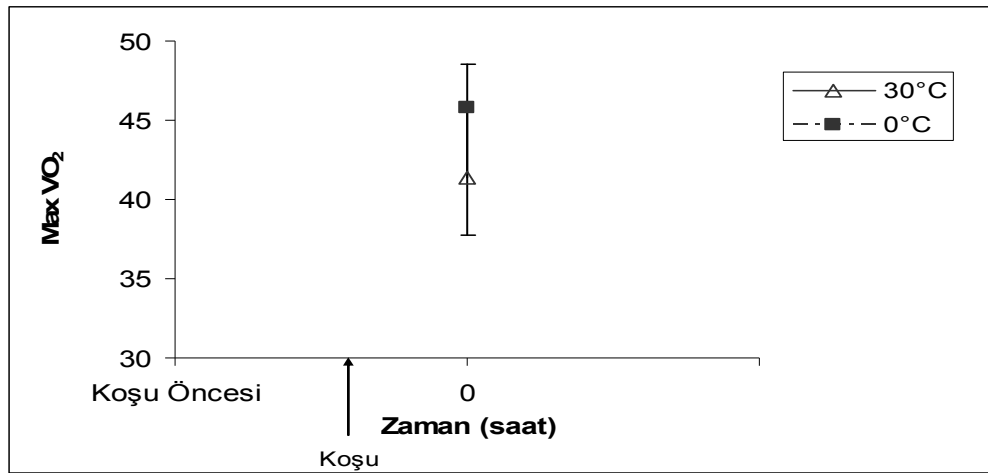
x

Tablo 1'e bakıldığında deneklerin yaş ortalamaları: 19,56±5,38 yıl, boy ortalamaları 173.42±6,42 cm, vücut ağırlıkları ortalamaları 78,47±4,42 ve vücut kitle endeksleri ortalamaları 25,1±5,22 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2: Deneklere Uygulanan Testler ve Bulguları.

	Isı	Koşu Öncesi	Koşu Sonrası	24 Saat Sonrası	48 saat Sonrası
MAKS.VO₂ (ml/kg/dk)	0 °C	-	45,81±2,16		
	30°C	-	41,41±2,32		
LA (mmol/L)	0 °C	2,06±300	10,76±2,76	-	-
	30°C	2,13±,32	11,35±2,19	-	-
CK (U/L)	0 °C	112,6±54,2	171,42±76,75	172,47±63,25	133,68±59,47
	30°C	117,73±53,93	172,00±87,12	164,89±60,63	131,15±60,03
LDH (U/L)	0 °C	253,97±7,15	258,05±57	240,31±7,10	254,73±37,45
	30°C	133,89±36,89	243,57±55,15	206,94±44,00	205,84±60,83
AST (L)	0 °C	22,25±1,06	45,31±10,43	23,26±5,27	22,84±4,91
	30°C	25,47±5,91	26,63±5,53	23,05±4,75	24,94±4,80
HB (g/dL)	0 °C	14,79±1,13	15,91±1,23	15,25±,77	15,05±,98
	30°C	14,97±,80	15,61±,80	14,98±,65	14,93±,55
HCT (%)	0 °C	46,97±2,16	48,33±4,62	46,70±2,71	46,16±2,22
	30°C	43,41±2,02	45,73±4,29	43,33±2,50	43,86±2,23
WBC (L)	0 °C	7,55±93	10,42±3,51	9,41±1,18	7,07±13,09
	30°C	8,62±1,81	11,34±2,35	7,45±,80	7,82±1,21

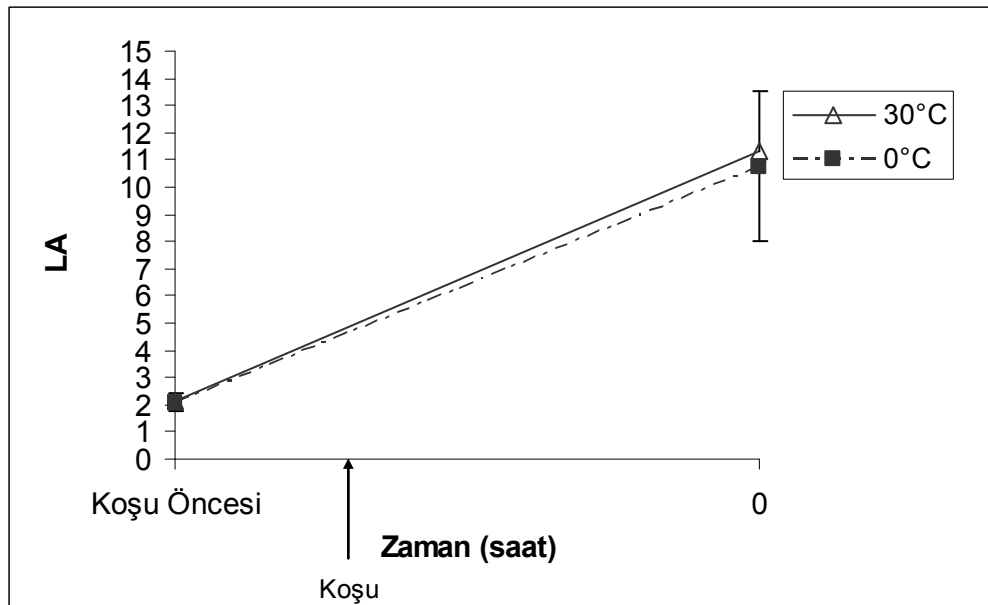
4.1. Maksimum Oksijen Tüketimi Bulguları:



Grafik 1: Maksimum Oksijen Tüketimi Bulguları Grafiği.

Grafik 1’de görüldüğü gibi analiz sonucunda maksimum oksijen tüketiminin 0 °C’ de (Ort. = 45,81) 30°C’den (Ort.=41,41) istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu gözlenmiştir ($t(18) = 2,368, p < 0,005$).

4.2.LA Bulguları:

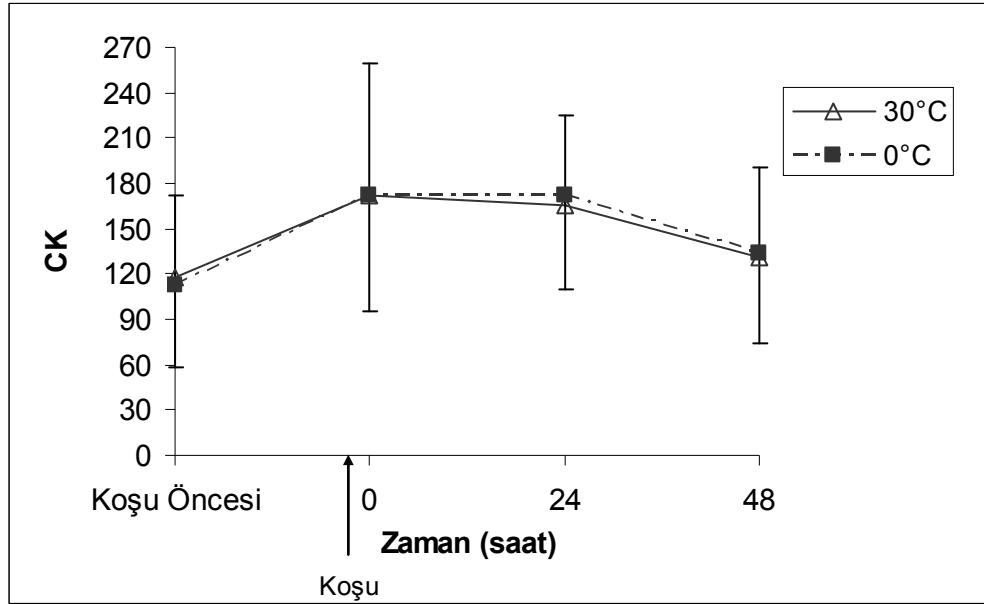


Grafik 2: Laktik Asit Bulguları Grafiği.

Grafik 2’de görüldüğü gibi ısının LA değerleri üzerindeki ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir. ($F(1,36) = 0.633, p = .432$) Koşunun ise LA değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel

olarak anlamlı bulunmuştur, ($F(1,36) = 493.596$, $p < .001$). Koşu sonrasındaki LA değerleri ortalaması (Ort. = 11.06), koşu öncesi LA değerleri ortalamasından (Ort.= 2.10) anlamlı derecede yüksektir ($p < .005$).. Isının ve koşunun etkileşim etkisi ise anlamlı bulunmamıştır. ($F(1,36) = 0.434$)

4.3. CK Bulguları:



Grafik 3: Kreatin Kinaz Bulguları Grafiği.

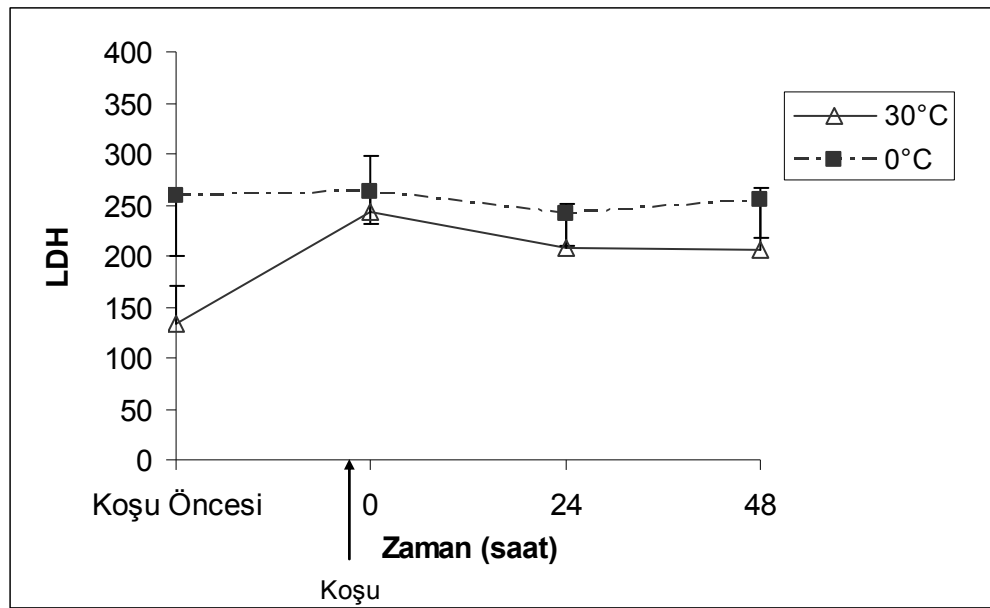
Isının CK değerleri üzerindeki ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir ($F(1,36) = 0.003$, $p = .955$). Koşunun ise CK değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($F(3,108) = 34.145$, $p < .001$). İkili karşılaştırmalar, koşudan hemen sonraki CK değerleri ortalaması (Ort. = 171.71) ile koşudan 24 saat sonraki CK değerleri ortalaması (Ort. = 168.68) koşu öncesi CK ortalamasından (Ort. = 115.18) anlamlı şekilde yüksektir ($p < .001$).. Koşudan 48 saat sonraki CK ölçümleri ise (Ort. = 132.42) koşudan hemen ve 24 saat sonraki ölçümlerden anlamlı biçimde düşüktür. Bunun dışında anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir.

Grafik 3'te görüldüğü gibi 0 °C'de CK değerleri karşılaştırıldığında; istirahat durumunda alınan CK örnekleri ile koşudan hemen sonra, 24 saat sonra ve 48 saat sonra alınan CK

değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P < 0.005$). Egzersizden hemen sonra alınan CK ölçümleri, egzersizden 48 saat sonra alınan örneklerden istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksektir ($P < 0.005$). Benzer şekilde, egzersizden 24 saat sonra alınan CK ölçümleri, egzersizden 48 saat sonra alınan örneklerden istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksektir. ($P < 0.005$)

Grafik 3'te görüldüğü gibi 30 °C'de CK değerleri karşılaştırıldığında ise 0 °C'de alınan örneklerdekine benzer bir durum gözlenmiştir. Egzersizden hemen sonra alınan CK ölçümleri, egzersizden 48 saat sonra alınan örneklerden istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksektir ($P < 0.005$). Benzer şekilde, egzersizden 24 saat sonra alınan CK ölçümleri, egzersizden 48 saat sonra alınan örneklerden istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksektir ($P < 0.005$).

4.4. LDH Bulguları



Grafik 4: Laktat Dehidrogenaz Bulguları Grafiği.

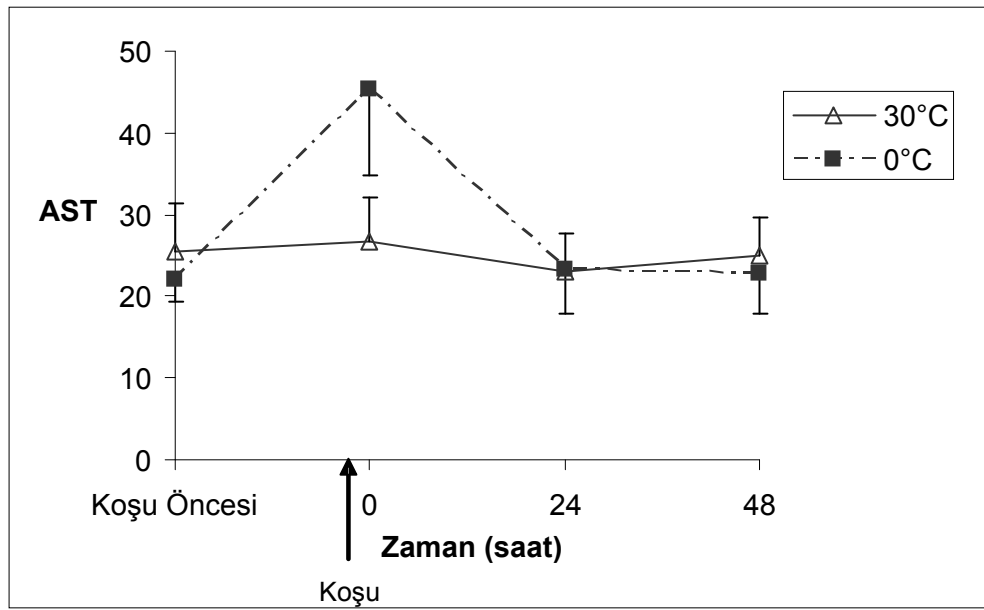
Isının LDH değerleri üzerindeki ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir. ($F(1,36) = 20.022$, $p < .001$).

İkili karşılaştırmalar sonucunda, 0°C koşulundaki LDH değerlerinin (Ort. = 253.97) 30°C koşulundaki LDH değerlerinden (Ort. = 133.89) anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur. Koşunun LDH değerleri üzerindeki etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($F(3,108) = 14.999$, $p < 0.001$). İkili karşılaştırmalar sonucunda ise koşudan hemen önceki ölçümlerin (Ort. = 195.97), koşudan hemen sonraki (Ort. = 253.18), 24 saat sonraki (Ort. = 223.63) ve 48 saat sonraki (Ort. = 230.29) ölçümlerden anlamlı biçimde düşük olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, koşudan hemen sonraki LDH ölçümleri de koşudan 24 saat sonraki LDH ölçümlerinden anlamlı biçimde yüksektir.

Son olarak, ısının ve koşunun etkileşim etkisi de anlamlıdır ($F(3,108) = 14.782$, $p < 0.001$).

0°C'de yapılan LDH ölçümlerinde, sadece koşudan hemen sonraki değerlerin, koşudan 24 saat sonraki değerlerden yüksek olduğu gözlenmiştir. 30°C'deki ölçümlerde ise, istirahat durumundaki değerlerin koşudan hemen sonraki, 24 saat ve 48 saat sonraki değerlerden anlamlı biçimde düşük olduğu; koşudan hemen sonraki değerlerin ise 24 ve 48 saat sonraki değerlerden anlamlı biçimde yüksek olduğu gözlenmiştir.

4.5. Aspartat Aminotransferaz Bulguları (AST)



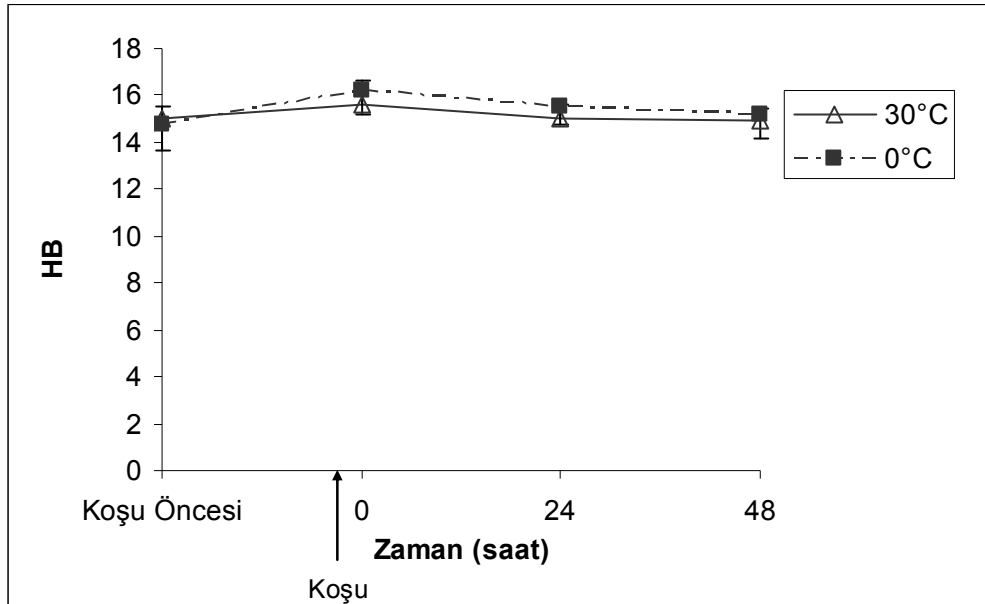
Grafik 5: Aspartat Aminotransferaz Bulguları Grafiği.

Grafik 5'te görüldüğü gibi Isının AST değerleri üzerindeki ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir ($F(1,36) = 5.992$, $p = 0.019$). Koşunun ise AST değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($F(3,108) = 64.135$, $p < 0.001$). İkili karşılaştırmalar, koşu sonrası AST değerleri ortalaması (Ort. = 35.97) koşu öncesi AST ortalamasından (Ort. = 23.82) anlamlı şekilde yüksektir. Koşudan 24 saat (Ort. = 23.16) ve 48 saat (Ort. = 23.89) sonraki AST ölçümleri ise koşu sonrası ölçümlerden anlamlı biçimde düşüktür. Bunun dışında anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir. Isının ve koşunun etkileşim etkisi de anlamlıdır. ($F(3,108) = 44.605$, $p < 0.001$). AST ortalamaları, koşu öncesinde 0°C (Ort. = 22.2 ± 1.06) ve 30°C (Ort. = 25.5 ± 1.06) koşullarında farklı değildir. Koşudan hemen sonra ise, 0°C koşulundaki AST ortalaması (Ort. = 45.3 ± 10.43) 30°C koşulundaki AST ortalamasından (Ort. = 26.6 ± 5.53) anlamlı şekilde yüksek çıkmıştır.

Koşudan 24 saat sonraki AST ölçümleri ise, 0°C koşulunda anlamlı bir düşüş gösterirken (Ort. = 23.3), 30°C koşulunda anlamlı bir değişim gözlenmemiştir (Ort. = 23.1).

Farklı zamanlarda yapılan AST ölçümleri 0°C’de farklılıklar göstermiştir. İstirahat durumunda alınan AST ölçümleri, egzersizden hemen sonra alınan ölçümlerden anlamlı biçimde düşüktür. Egzersizden hemen sonra alınan ölçümler ise hem 24 saat hem de 48 saat sonra alınan ölçümlerden anlamlı biçimde yüksektir. 30°C’de yapılan ölçümlerde ise, sadece iki anlamlı fark bulunmuştur. Koşu sonrası AST değerleri, 24 saat sonraki değerlerden anlamlı biçimde yüksektir. Ayrıca, 24 saat sonraki ölçümlerinde 48 saat sonraki ölçümlerden anlamlı biçimde düşük olduğu tespit edilmiştir.

4.6. Hemoglobin Bulguları (HB):



Grafik 6: Hemoglobin Bulguları Grafiği.

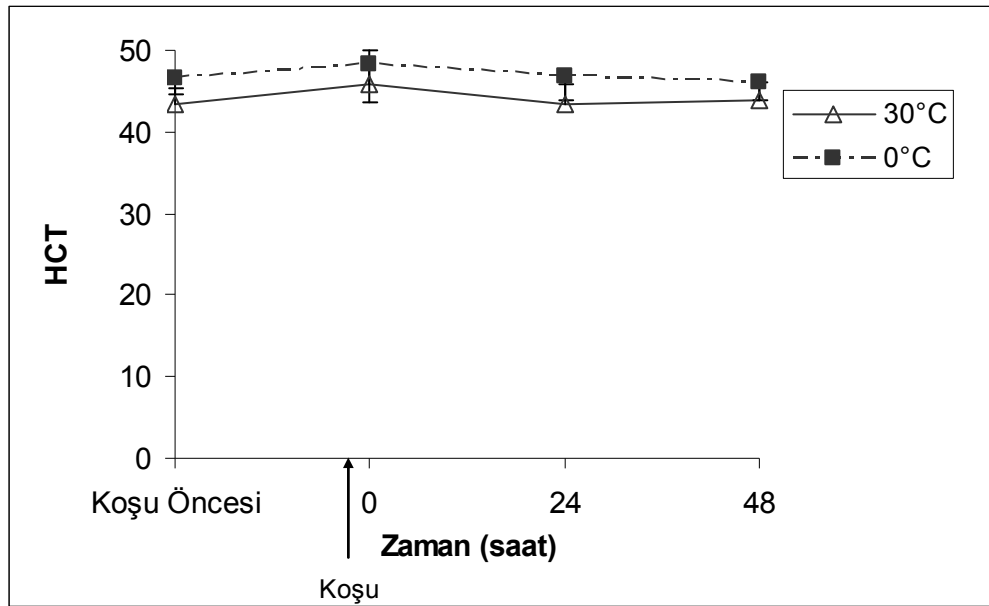
Isının HB değerleri üzerindeki ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir ($F(1,36) = 1.506$, $p = 0.228$). İkili karşılaştırmalar sonunda, Grafik 6’da görüldüğü gibi istirahat durumunda yapılan HB ölçümlerinin (Ort. = 14,88) koşudan hemen sonraki (Ort. = 15,91) ve 24 saat sonraki (Ort. = 15,25) ölçümlerden anlamlı biçimde düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, koşudan hemen sonraki ölçümler de 24 saat ve 48 saat (Ort. = 15,05) sonraki ölçümlerden anlamlı biçimde büyüktür. Son olarak, 24 saat sonraki ölçümler, 48 saat sonraki ölçümlerden anlamlı biçimde büyüktür. Isının

ve koşunun etkileşim etkisi ise anlamlıdır($F(3,108) = 5,197$, $p < 0.002$). İkili karşılaştırmalar sonucunda, koşudan hemen sonra 0°C’de yapılan HB ölçümlerinin (Ort. = 16,21) 30°C’deki ölçümlerden (Ort. = 15,61) anlamlı biçimde yüksek olduğu gözlenmiştir. Başka anlamlı fark gözlenmemiştir.

0°C derecede istirahat durumunda alınan HB ölçümleri, koşudan hemen sonra ve 24 saat sonra alınan HB ölçümlerinden anlamlı biçimde farklıdır. Koşudan hemen sonra gözlenen HB değerleri ise hem 24 saat hem de 48 saat sonra gözlenen değerlerden anlamlı biçimde yüksektir. Son olarak, koşudan 24 saat sonraki ölçümler de 48 saat sonraki ölçümlerden istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksek bulunduğu Grafik 6’da gösterilmektedir.

30°C’de ise istirahat durumundaki ölçümler koşudan hemen sonraki ölçümlerden anlamlı biçimde düşükken, koşudan hemen sonra gözlenen HB değerleri 24 ve 48 saat sonraki değerlerden yüksektir.

4.7. Hematokrit (HCT) Bulguları

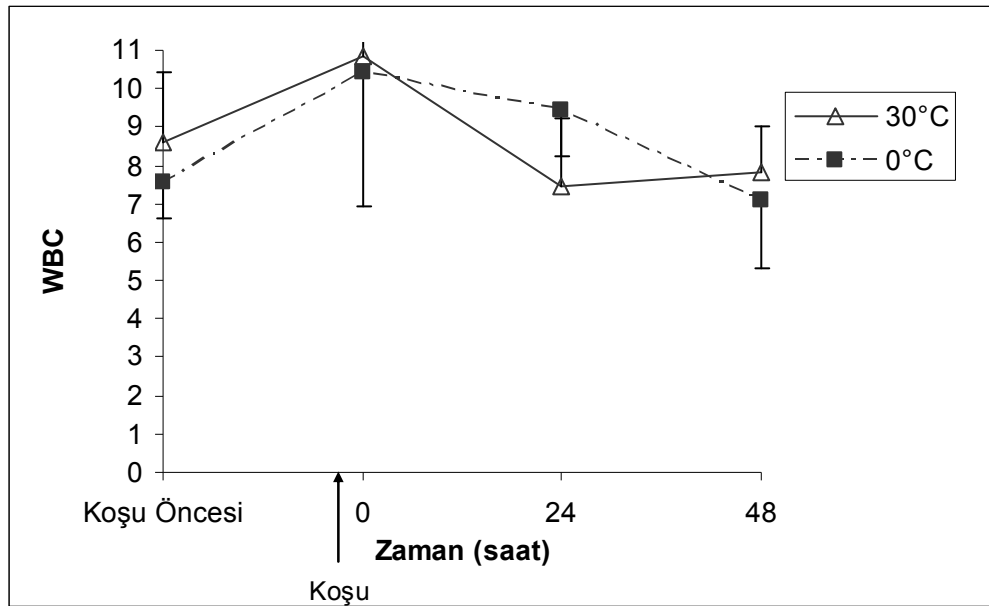


Grafik 7: Hematokrit (HCT) Bulguları Grafiği.

Isının HCT değerleri üzerindeki ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ($F(1,36) = 20.022$, $p < 0.001$). İkili karşılaştırmalar sonucunda, 0°C koşulundaki HCT değerlerinin (Ort. = 46.97) 30°C koşulundaki HCT değerlerinden (Ort. = 44.09) anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur. Koşunun HCT değerleri üzerindeki etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F(3,108) = 5.652$, $p < .001$). İkili karşılaştırmalar sonucunda ise önce ve sonra ölçümler arasında anlamlı farklılıklar olmadığı tespit edilmiştir. Isının ve koşunun etkileşim etkisi ise anlamlı bulunmamıştır.

0°C'de yapılan HCT ölçümleri incelendiğinde, sadece koşudan hemen sonraki değerlerle 48 saat sonraki değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğu Grafik 7'de gösterilmektedir.. 30°C'de ise hiçbir anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

4.8. WBC Bulguları



Grafik 7: WBC Bulguları Grafiği.

Koşunun WBC değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($F(3,108) = 10,041$ $p < .001$). Koşudan hemen sonraki WBC ölçümleri de (Ort. =9.07) koşudan 24 saat ve 48 saat sonraki WBC ölçümlerinden anlamlı biçimde yüksektir.

Isının ve koşunun etkileşim etkisi de anlamlı bulunamamıştır. ($p < 0.001$).

Grafik 7’de görüldüğü gibi 0°C’de farklı zamanlarda yapılan WBC ölçümlerinin birbirinden istatistiksel olarak anlamlı biçimde farklı olmadığı gözlenmiştir. 30°C’deki ölçümlerde ise, koşudan hemen sonraki WBC değerlerinin, koşu öncesi, 24 saat ve 48 saat sonraki değerlerden anlamlı biçimde yüksek olduğu gözlenmiştir.

5. TARTIŞMA

İskelet kasındaki hasar, kasa özgü bileşenlerin membran yırtıklarından kan dolaşımına geçmesine sebep olur. Kaslarda en çok kaybedildiği bilinen bileşen kreatin kinazdır. Kas hasarını belirleyen diğer göstergeler serumda artmış laktat dehidrogenaz (LDH) ve yapısal kas proteini düzeyidir¹².

CK enzimi antrenörlere kan laktik asit düzeyi gibi parametrelerle beraber kullanıldığı zaman antrenmanın uygunluğu hakkında bilgi verebilir¹⁸. Yapılan çalışmalar, eksantrik egzersiz esnasında kan laktat seviyelerinin 6–10 kat arttığını göstermiştir¹². Prensipte antrenörlere CK seviyesinin yüksek oluşu antrenman uyumu ve performansın yüksek oluşu anlamına gelmekle beraber aşırı yüklenme ya da sakatlığın işareti olabilir¹⁸.

Enzimlerin serum aktiviteleri özellikle kasta bulunan kreatin kinaz enziminin egzersizden 24 saat sonra zirveye ulaşmaktadır. Ana etki egzersizin süresidir, bundan dolayı egzersiz sonrasında özellikle uzun süren egzersizlerde maraton, triatlon branşları gibi dayanıklılık sporlarında CK aktivitesinin yüksek düzeyde bulunduğu Noakes tarafından bildirilmiştir².

Ji-Guo Yu, 2003 yılında yaptığı araştırmasında DOMS'un kas hücrelerinde meydana gelen hasardan kaynaklanmadığını fakat kasların zorlanmasından kaynaklanan bir durum olduğunu savunmuştur. Kaslar kendilerini önceki kasılmaların üzerinde zorlayan antrenmanlarda, yeni sarkomerler ekleyerek buna cevap verirler. Bu zorlama ile hücrelerde, ödem oluşumunun sinir ve arterler üzerinde baskı oluşturarak DOMS'a neden olduğu ifade edilmiştir⁹.

Kim J. tarafından; plazma kreatin fosokinaz (CPK), laktat dehydrogenase (LDH), değerleri 200 km koşu öncesinde, ortasında ve yarışmanın hemen sonunda alınarak incelenmiş ve CPK oranının 100 km sonunda 19 iken, bu oranın 200 km sonunda 90 a yükseldiği gösterilmiştir. LDH ise 100 km de 2.2 iken 200 km sonunda 3.7 yükseldiği bildirilmiştir⁷².

24 erkek ve 6 bayan üzerinde yapılan bir başka araştırmada denekler 30 dakika sürekli olarak submaksimal şiddette koşu bandında koşturulmuş ve kreatin kinaz düzeylerinde 0,01 düzeyinde anlamlı artışlar olduğu tespit edilmiştir⁷³.

Yapılan bir çalışmada da; 15 erkek rekreatif atletten, egzersizden önce, hemen sonra ve bir seri birbirini izleyen sürelerde kan örnekleri şekilde alınarak incelenmiş. LDH aktivitesi yarış sonrasında anlamlı olarak iki katına kmış, sonra azaldığı tespit edilmiştir. CK aktivitesi koşudan 24 saat sonra 15 kat artarak zirveye ulaşmıştır ve bir hafta sonra başlangıçtaki seviyesine dönmüştür. Kas hücreleri içerisindeki intertisiyel sıvının eksikliğinden meydana gelen hasar enzimin mekanik olarak artış biçiminde yansıdığı ve bunun yanında kas hasarının da; bir hafta ya da daha uzun bir süre enzim aktivitelerini olumsuz etkilediği açıkça bildirilmiştir⁷⁴.

Gleeson, Blannin, Zhu, Brooks, Cave, eksantrik egzersizler sonrasında bacak kası üzerinde yaptıkları araştırma sonucunda serum kreatin kinaz aktivitesinde ve plazma kortisol konsantrasyonunda anlamlı artışlar bulmuşlardır⁷⁵.

200 km.lik maraton sonucunda kas hasarını belirleyen kan biomarkırları artmıştır bu artış özelikle ikinci 100 km sonunda gerekleşmiştir¹⁸.

Eksantrik kas hareketlerinin; hareketi takip eden birkaç gün içerisinde gecikmiş kas ağrısı ve kaslarda zayıflamaya neden olabileceği bilinmektedir. Eksantrik egzersizler yapan grupta egzersiz sonrası AST ve LDH değerleri egzersiz öncesi değerlere göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (sırası ile, $p=0.011$ ve $p=0.001$). İskemi grubunda ise egzersiz sonrası AST değerleri egzersiz öncesi değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir⁷⁵.

Maratoncularda serum CK miktarı koşu sonrasında öncekine oranla 21 kat daha yüksek bulunmuş ve koşudan 4 gün sonra normal seyrine dönmüştür. CK seviyesi erkeklerde kadınlardan daha yüksek seviyede gözlenmiştir⁴.

11 deneğin katıldığı araştırmada deneklerin bir bacağı çalıştırılırken diğer bacakları kontrol altında tutularak, egzersiz sonrasında 24, 48 ve 72 saat sonrasında, gastrocnemius kasından hacim ve deri ısı her iki bacakta da EMG ile ölçülmüş ve deney yapılan bacakta egzersiz sonrasında hacimde 24, 48 ve 72 saat sonunda anlamlı artışlar bulunmuştur ($p < 0.05$). Hacimce artış, baktaki ödeme bağlı bulunarak, bu ödemin yorgunluğa sebep olduğu ileri sürülmüştür²⁹.

Kas hasarı ve plazma aktiviteleri CPK ve LDH değerleri düz zeminde ve %10 eğimli zeminde 45 dakika koşu sonrasında araştırılarak koşudan hemen sonra 24, 48 ve 72 saat sonra değerler tespit edilmiştir. Aşağı doğru yapılan koşu sonucunda plazma CPK seviyesinde anlamlı artış gözlenirken LDH düzeyinde bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Bunun yanında düz zeminde yapılan koşu sonrasında CPK ve LDH değerlerindeki artış istatistikî olarak anlamlı bulunmamıştır⁷⁶.

Kasta CK düzeyinin yüksek oluşu kas sakatlıklarında güvenilir markır olarak kullanılmaktadır. 15 maratoncuda Boston maratonundan yarım saat önce, hemen sonra, 24 saat sonra alınan kan örneklerinde CK anlamlı derece yüksek bulunarak maratону daha erken bitiren 10 maratoncunun değeri yavaş olanlara göre daha yüksek tespit edilmiştir⁷⁷.

Ultra maratonun biyokimyasal ve hematolojik etkilerinin 11 katılımcı üzerinde araştırıldığı çalışmanın sonunda aspartate aminotransferase, laktat dehidrogenaz istatistiksel olarak artmıştır. ($p<0.05$). Eritrosit, hemoglobin ve hematokrit değerleri ise anlamlı olarak azalmıştır ($p<0.05$)⁷⁸.

Aşağı doğru eğimde yapılan koşular esnasında kaslar temel olarak eksantrik kasılırlar bu düz zeminde yapılan ve konsantrik ve ekzantrik kasılmaların olduğu koşulara göre daha büyük oranda kas hasarına, plazma enzim aktivitesinin yükselmesine neden olur. Kas hasarı ve plazma aktiviteleri CPK ve LDH yedi denek üzerinde önce düz zeminde daha sonra %10 eğimli zeminde koşturulduktan sonra 45 dakika, 24, 48 ve 72 saat sonra değerlendirilmiş ve tepe aşağıya doğru yapılan koşu sonunda gluteal, quadiceps, anterior leg ve posterior leg kaslarında ve CPK aktivitelerindeki artış anlamlı bulunmuştur (%35 24 saat sonunda) LDH daki yükselme anlamlı bulunmamıştır⁷⁷.

MRSpektroskopi (P-MRS), ekzantrik egzersizden bir saat sonra CPK oranında artış olduğunu ve bunun 72 saat kadar yüksek düzeyde seyrettiğini göstermiştir³³.

Bizim araştırmamız sonunda mekik koşusunun CK üzerinde etkileri incelendiğinde CK'nın koşunun hemen bitiminde koşu öncesi değerlere göre her iki ısıda da istatistikî yönden yükseldiği bulunmuştur ($p<0.05$). Bu da 0 derecede ve 30 derecede uygulanan mekik koşusunun CK enzimini; arttırdığının göstergesi olarak kabul edilebilir.

Yine CK enzimi gibi LDH bulguları da koşunun hemen sonrasında her iki ısı koşulunda da anlamlı derecede yükselmiştir. ($p<0.05$)

LDH değerleri incelendiğinde; 30°C de yapılan koşudan hemen sonra alınan değerlerin, 24 ve 48 saat sonunda alınan değerlere göre anlamlı derece yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Buda yüksek sıcaklığın LDH üzerine yaptığı etkinin daha fazla olduğunu göstermektedir.

Koşunun hemen sonunda alınan AST değerleri istirahat koşullarında alınan AST değerlerinden her iki ısıda da anlamlı derecede yüksektir. Ancak ısının AST ile etkileşimi incelendiğinde anlamlı bir fark gözlenmemiştir. AST değerlerinin 24 saat sonunda normal değerlere yaklaştığı bulunmuştur.

Maks.VO₂ dayanıklılık sporlarında aerobik performans kapasitenin belirleyici bir kriteri olarak kabul edilir^{79,80}. Çoğu kişi maksimal aerobik güce 15-17 yaşı civarında erişir ve bu güç insanların çoğunda 30 yaşından itibaren düşmeye başlar^{44,57}.

Bisiklet ergometresinde üniversite erkek öğrenciler için ölçülen ortalama maksimal VO₂ 3.0-3,5 litre veya kilogram/dakika başına 41-48 ml'dir^{44,57}. Araştırmalar genelde sıcak havada yapılan aerobik egzersizler esnasında fizyolojik gerginlikten dolayı dayanıklılık tipi egzersizlerde başarının azaldığını gösterir⁸¹. Bununla beraber terlemenin dayanıklılık üzerinde faydalı olduğuna dair bir kanıt yoktur⁸².

Normal hava şartlarında enerji rezervlerinin %80'ini kullanabilen sporcu, sıcak ortamda egzersiz yaptığında bu kullanım düzeyine gelemeyen bitkinleşir ya da bu kullanım düzeyine daha az iş düzeyinde ulaşır⁸³. Sıcak havada buhar basıncının artışı, evaporasyon sırasında deri ile hava akımı arasındaki ilişkiyi bozmaktadır. Buda evaporasyonun azalmasına neden olur ki böylece ısı kaybı zorlaşır⁴⁴.

Bizim alışmamızda 30 °C yapılan egzersizlerdeki maksimum oksijen tüketimi 0 °C yapılan dayanıklılık çalışmasına göre anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur. Bir başka ifade ile 0 °C de maksimum oksijen tüketimi istatistikî olarak daha yüksektir. Buda sıcak havada yapılan dayanıklılık çalışmalarında performansın soğuk ortama göre daha sınırlı olduğu görüşü ile paralellik göstermektedir.

Laktik asit değerleri sadece koşudan etkilenmiştir, ortamın sıcak ya da soğuk oluşu LA değerlerini etkilememiştir.

Tükenme egzersizlerinde vücutta oluşan ısı nedeniyle, vücut sıcaklığı geçici olarak 38,3 °C ile 40 °C a kadar yükselebilir. Öte yandan vücut soğuşa maruz kaldığı zaman aşırı soğuk ortamda 35,6 °C den aşağı değerlere düşebilir. Vücutta üretilen ısı oranı, kaybedilen ısı oranından daha fazla olduğu zaman, organizmada ısı artışı gözlenir, vücutta ısı birikir ve vücut sıcaklığı yükselir⁵⁴.

Egzersiz ve soğuk çevre arasındaki etkileşim daha azdır bunun nedeni çalışmakta olan vücut, enerji üretmek suretiyle ısı üretir ve meydana gelen fazla ısı vücudun üşümesini önler, ayrıca soğuk ortamda yapılan egzersizlerde ısının kaybedilmesi gerekiyorsa, fazla ısı soğuk hava ile kolayca uzaklaştırılır ve ısı dengesi sağlanır.

Wilmore 1994 yılında yaptığı araştırmasında istirahat halindeki kalp atım hızını 21 °C de 60 atm/dk bulurken bu değeri 35 C de 70 atm/dk olarak tespit etmiştir. Bu oran 14 km saat hızda koşuda 165-195 atm/dakika olarak bulunmuştur⁸⁴.

Sıcağı aklimatizasyon süresince gerçekleşen en önemli fizyolojik değişimlerden biriside plazma hacminin artmasıdır⁵⁴.

Patlar ve arkadaşları, araştırmalarında kan akışkanlığı ile aerobik performans arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu ifade etmişlerdir. Plazma viskozitesi ve fibrinojen konsantrasyonundaki azalma egzersiz yapan kişi için bir avantaj sağlayarak, çalışan kaslara daha fazla oksijen ulaştırabileceğini belirtmiştir⁸⁵.

Ercan ve arkadaşları, deneklere 10 km. lik koşu parkurunu 38.38 dk da tamamlattıkları akut egzersiz sonucunda, deneklerin alyuvar sayılarında anlamlı ($p<0.05$), artış bulmuşlardır⁸⁶. Başka çalışmalarda uygulanan orta şiddetteki ve submaksimal egzersizin WBC, RBC, HGB, HCT ve PLT düzeyleri üzerine önemli ($p<0.05$) bir etkisinin olduğu, MCV, MCH ve MCHC düzeylerinde ise önemli bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir^{87,88}.

Zergeroğlu ve ark., (1999) yetişkin sedanterlere uyguladığı basamak testi sonucunda, Özdengil (1998) 28 yaş sedanter erkeklere % 60 maks. VO_2 ile 60 dk yaptırdığı akut egzersiz sonrasında, Ünal (1998) 30 dk aerobik egzersiz sonrası ölçümlerde eritrosit sayılarında anlamlı ($p<0.05$) artışlar bulmuşlardır⁸⁹.

Yine yapılan birçok araştırmada, akut submaksimal bir egzersizin hemen sonrasında eritrosit parametrelerinde önemli ($p<0.05$) artışlar olduğu ileri sürülmektedir^{90,91}.

Terin ve kanın kimyasal maddelerinin yoğunlukları incelendiğinde görülmüştür ki, ter kana kıyasla daha az yoğundur. Ter suyu kandan ve hücre-dışı ortamın sıvısından kaynaklanır. Kan ve hücre dışı ortam suları da hücre içi suyu ile sıkı (dinamik) ilişki içerisinde.

Gren ve Ark, (2003) 33 yaş iyi antrene olmuş erkek sporcularda (10 km yarışı 36 dk bitirenler) saatteki hızı 14. km olan 30 ve 60 dakikalık her iki dayanıklılık koşusu sonunda lökosit sayılarında anlamlı ($p<0.05$) artışlar bulmuşlardır⁹².

Genç erkekler üzerinde soğuk ortamda negatif termal stresin, dinlenme, submaksimal ve maksimal egzersiz esnasındaki hematolojik etkilerinin (0°C ve 20°C) araştırıldığı çalışmada 0°C derecede yapılan ölçümlerde hematolojik değişkenlerden RBC, HB ve HCT'in anlamlı derecede arttığı bulunmuş, ($p<0,05$), ayrıca dinlenik duruma göre plazma hacminin azaldığı gösterilmiştir. Düşük ısıda oluşan termal stresin; bölgesel plazma sıvısını, damar içerisinden dış kompartmanlara doğru yer değiştirmesini sağlaması, kan hacminin azalmasına neden olduğu öne sürülmüştür. Soğuk ortamda WBC deki artışlar önemsiz bulunmuştur. Bu artış hem hemokonsantrasyonla hem de soğuk havanın akciğerlerde neden olduğu hiperventilasyonla ilişkilendirilmiştir⁹³.

Maksimal tükenme egzersizi sonunda, her iki ısıda da RBC, HB, HCT, ve WBC'de artış bulunurken, plazma hacmi azalmış, diğer taraftan soğuk havada yapılan egzersizler farklı kan değişkenleri üzerinde önemsiz derecede yükselmelere neden olmuştur. Submaksimal egzersizlerde her iki hava şartlarında benzer şekilde anlamlı olmayan yükselmeler bulunmuştur⁹³.

Yapılan bir çalışmada ortam ısısı -25.5°C , $+6.5^{\circ}\text{C}$ ve $+25^{\circ}\text{C}$ olan ortamlarda egzersiz yaptırılan sporcuların bronşlarından inspirasyon havasının ısısı ölçülmüş; -25.5°C 'deki çevre ısısında egzersiz yapan sporcuların bronşlarındaki inspirasyon havasının ısısı 25.5°C , $+6.5^{\circ}\text{C}$ 'deki çevre ısısında egzersiz yapan sporcuların bronşlarındaki inspirasyon havasının ısısı 30°C ve $+25^{\circ}\text{C}$ 'deki çevre ısısında egzersiz yapan sporcuların bronşlarındaki inspirasyon havasının ısısı 32°C olarak tespit edilmiştir. Bu sporcuların ekspirasyon havalının ısısına bakıldığında; -25.5°C $+25^{\circ}\text{C}$,

+6.5°C'de +30°C ve +25°C'de +32°C olarak tespit edilmiştir. Ortam ısısındaki çok büyük değişikliklere rağmen inspirasyon havası vücut ısısına yaklaştırılmaktadır⁶⁰.

Bursa bölgesinde lisanslı sporcular ve sedanterler üzerinde yapılan çalışmada, sporcularda ortalama HCT değerleri %41, HB değerleri 12,3 gr/dl olarak tespit edilmiştir. Sedanterlerin HCT değerleri %41,1 HB değerleri 12,9 gr/dl olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak HB ve HCT değerlerinin sporcularda sedanterlere oranla düşük olduğu tespit edilmiştir⁹⁴.

17 erkek denek üzerinde yapılan bir başka çalışmada egzersiz sonrasında kan hücrelerinin artışı, ancak akyuvarlardaki artışın önemli olmadığı, bununla birlikte alyuvar ve trombositteki artışın önemli düzeylerde olduğu gösterilmiştir⁸⁷.

Yapılan bir çalışmada da sedanter bireylerde kısa süreli tek bir egzersiz uygulamasının plazma fibrinojen düzeyleri ve kan hücreleri üzerindeki etkileri araştırılmış, hematokrit ve hemoglobin düzeylerinde anlamlı artışlar rapor edilmiştir⁹⁴.

Schumacher ve arkadaşları; 169 erkek bisiklet sporcusunda kış sezonunda yapılan çalışmada hemoglobin değerini 15,38 g/dl, HCT değerini % 44.98 olarak tespit etmişlerdir. Yaz sezonunda yapılan çalışmada kış sezonuna göre ise hemoglobin değerini % 3,3 ve HCT değerinin %2,7 düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bunu yaz aylarında ısının artmasıyla ilgili olabileceğini ifade etmişlerdir⁹⁵.

Eritrosit kanın vizkozitesini belirler bu durum antrenmana bir adaptasyon olarak değerlendirilir çünkü HCT azalması kanın küçük damarlarda bile rahat akımını sağlar. Bu şekilde aktif kaslara daha fazla oksijen götürülebilir⁵⁴.

İnsanda normal kanın plazma ozmalitesi 280-295 (m Osm/kg H₂O)'dir. Ter ise hipotonik bir sıvıdır osmolalitesi 80-185 mOsm/L arasında değişir. Bütün bunlara bağlı olarak, terle fazla su kaybı durumunda hücre dışı sıvısı ve kan sıvısı yoğunlaşır. Yoğunlaşan bu ortamı normale döndürmek hücre içi sıvının geçişi ile sağlanmaya çalışılır⁹⁶.

Mekik koşusu sonunda tam kan sayımı, hematokrit değeri, hemoglobin konsantrasyonu ve eritrosit sayısında önemli artışlar olmaktadır. Yapılan egzersizin şiddeti artıkça hemoreolojik değişikliklerin büyüklükleride artmaktadır⁹⁷.

Egzersiz esnasında bir kısım sıvı damarları terk ederek dokular arasına çıkar. Bu durumda kanda eritrosit, hemoglobin ve plazma proteinleri yoğunluğu artar, bir hemokonsantrasyon husule gelir⁵³.

Bizim yaptığımız çalışmanın sonunda ısının HB üzerindeki etkisi anlamsızdır. Koşudan hemen sonraki dönemde alınan HB değerleri koşu öncesi değerlere göre her iki koşulda da yüksek bulunmuştur. Koşunun bitiminden hemen sonra alınan değerler koşudan 24 ve 48 sonra alınan değerlerden her iki koşulda da yüksektir. HCT değerleri incelendiğinde ısının bu parametre üzerindeki etkisi anlamlı olarak bulunmuştur. 0 °C HCT değeri 30 °C HCT değerine göre anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur. 0 °C ve 30°C yapılan HCT ölçümleri incelendiğinde koşunun bitimde HCT değerinin yükseldiği ancak farkın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. WBC değerlerinde ise 0 °C koşulundaki WBC değerinin 30°C deki WBC değerinden anlamlı derecede düşük olduğu bulunmuştur (p<0.05). Ayrıca koşudan hemen sonraki WBC ölçümleri koşudan 24 ve 48 saat sonraki ölçümlerden anlamlı şekilde yüksektir. 0°C de farklı zamanlarda yapılan WBC ölçümlerinin birbirinden istatistiksel olarak anlamlı biçimde farklı olmadığı gözlenmiştir. 30 °C yapılan ölçümlerde

ise koşudan hemen sonraki değerlerin 24 ve 48 saate göre anlamlı derecede yüksek olduğu gözlenmiştir($p<0.05$).

şiddetli egzersizlerde sıvı çıkışı belirgin şekilde artar. Bu çıkışın başlıca nedeni egzersizde kan basıncının bilhassa sistolik kan basıncının artması ve böylece kılcal damarların arteriyel tarafından dokular arasına sıvı filtrasyonunun çoğalmasıdır. Bir diğer nedende egzersizle artan metabolizma sonucu dokular arası sıvıda metabolizma ürünlerinin artması ve bununda bu sıvıda ozmotik basıncı artırması ve böylece suyun dokular arasına çekilmesi ve tutulması, desteklenmesidir⁵³.

Kısa süreli eforların başında plazma hacmi azalır, uzun süreli egzersizlerde ise artabilir. Bu durumda alyuvar sayısı aynı kaldığından nispi olarak hematokrit sayısı anemik düzeye dřebilir⁵³.

Ağır egzersizlerde vücutta aşırı miktarda ısı oluştuğu zaman, vücut sıcaklığı geçici olarak 38,3 °C ile 40 °C a kadar yükselebilir. Öte yandan vücut soğuğa maruz kaldığı zaman vücut çoğu kez 35,6 °C den aşağı değerlere düşebilir. Vücutta üretilen ısı oranı, kaybedilen ısı oranından daha fazla olduğu zaman vücutta ısı birikir ve vücut sıcaklığı ykselir⁵⁴.

Soğuk ve sıcak ortamda yapılan akut dayanıklılık tipi egzersizlerin performans ve bazı kan parametreleri üzerinde etkileri incelererek organizma üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Bunun sonucunda soğuk ortamda tıpkı sıcak ortamda olduğu gibi dayanıklılık türü egzersizlerin yapılabilereği, hatta performansın üretilen ısının kolay uzaklaştırılması nedeniyle daha iyi olabileceği değerlendirilmektedir.

Dayanıklılık tipi egzersizlerin her iki ortam ısısında da kas hasarına neden olduğu tespit edilmiştir. Hasarın azaltılmasında ve normale dönme sürecinin kısaltılmasında her iki ortam koşulunda birtakım tedbirler uygulanmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

6. SONUÇ

30 derecede yapılan mekik koşusu sonucunda;

Egzersiz öncesinde alınan La değerlerinden egzersizin hemen bitiminde alınan La değerleri anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < .001$).

Koşu öncesi ile hemen koşu sonrası ve 24 saat sonrası CK değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmuş, istirahat halinde tespit edilen LDH değerleri koşudan hemen sonra, 24 saat sonra ve 48 saat sonraki değerlerden anlamlı derecede düşüktür ($p < .001$). Koşu bitiminde ölçülen değerler ise hem 24 hem de 48 saat sonunda ölçülen değerlerden anlamlı derece yüksektir ($p < .001$).

Koşudan hemen sonra alınan AST değerleri 24 saat sonunda alınan değerlere göre anlamlı derece yüksektir ($p < .001$). Ayrıca 24 saat sonundaki değerler 48 saate göre anlamlı derece düşüktür ($p < .0,01$).

İstirahat halinde alınan HB değerlerine göre koşudan hemen sonra alınan değerlerdeki artış anlamlı bulunmuştur ($p < .001$). Koşudan hemen sonra alınan bu değerler aynı zamanda 24 saat ve 48 saat sonra alınan değerlere göre anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < .001$).

Koşudan hemen sonraki WBC değerlerinin, koşu öncesi, 24 saat ve 48 saat sonraki değerlerden anlamlı biçimde yüksek olduğu gözlenmiştir ($p < .001$).

0 derecede yapılan mekik koşusu sonucunda;

Egzersiz öncesinde alınan La değerlerinden egzersizin hemen bitiminde alınan La değerleri anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < .001$).

Koşu öncesi ile koşu sonrası ve 24 saat sonrası CK değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. ($p < .005$)

Koşudan hemen sonra ölçülen LDH değerleri koşudan 24 saat sonraki değerlerden anlamlı derece yüksektir($p < .005$).

Koşu öncesi ile koşudan hemen sonra alınan AST değerlerdeki yükselme anlamlı bulunmuştur. Koşudan sonraki değerler hem 24 saat hem de 48 saate göre anlamlı derece yüksektir($p < .005$).

İstirahat halinde alınan HB değerlerinden koşudan hemen sonra alınan değerler ve 24 saat sonra alınan değerlerin anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir($p < .001$).

Koşudan hemen sonra yükselen HCT değerleri anlamlı bulunmamış ancak bu yükseliş 48 saat sonunda bulunan değerden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur($p < .001$).

Isıdan bağımsız olarak sadece mekik koşusunun sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda; LA, CK, LDH, WBC, HCT ve AST değerlerinde meydana gelen artışların istatistiki olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < .001$).

Her iki ısıda uygulanan mekik koşusundan bağımsız olarak ısıнын etkilerinin incelenmesi sonucunda;

0 °C' de maksimum oksijen tüketiminin, ($p < 0,005$), 30°C'deki maksimum oksijen tüketiminden anlamlı şekilde yüksek olduğu gözlenmiştir ($p < 0,005$).

0°C koşulundaki koşu öncesi LDH değerlerinin 30°C koşulundaki koşu öncesi LDH değerlerinden, 0°C koşulundaki AST ve HCT ortalamasının, 30°C koşulundaki AST ve HCT ortalamasından anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur.

Bu sonuçlar bize 0 °C' de egzersizde meydana gelen ısı oluşumunun dış ortama iletilerek daha kolay uzaklaştırılması ve oksijen kullanım kapasitesi ile plazma hemokonsantrasyonun (hemoglobinin plazmadaki oranı) seviyesinin daha yüksek olmasından dolayı performansın daha iyi olabileceğini, göstermektedir.

ÖNERİLER:

Günümüzün şartları gereği çevre koşullarının insan üzerindeki olumsuz etkileri azalmasına rağmen insanlar sıcak ve soğuk ortamlara maruz kalmaya devam edecektir. Bu tip ortamlarda günlük yaşamda daha verimli hareket edebilmek ve performansın artması için gerekli bilimsel araştırmaların çoğaltılması gerekmektedir.

Bu amaçla;

Anaerobik ortamda gerçekleşen sporlarda da benzer çalışmaların yapılması, daha düşük (-15) ve daha yüksek (+45) gibi hava sıcaklıklarında yapılacak çalışmalar ile ağız yoluyla alınarak midede absorbe olan ve vucut kor ısını ölçmeye yarayan hapların kullanılarak kor ısı ve deri ısının karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmalarının sonuçlarının değerlendirilmesinin, soğuk ve sıcak havada yapılacak egzersizde giyilecek kıyafetin ısı dengesinde nasıl bir rol üstleneceği, farklı yüksekliklerde yapılacak çalışmaların hem sporcuların performansının artırılması hem de bu koşullara maruz kalabilecek insanlarda meydana gelebilecek olumsuz etkileri en aza indirebilmesi amacıyla faydalı olacağı öngörülmektedir.

7. ÖZET

FARKLI ISI KOŞULLARINDA UYGULANAN DAYANIKLILIK ÇALIŞMASININ KAS HASARI ve PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİ

Anahtar Kelimeler: Farklı Isı Ortamı, Dayanıklılık Çalışması, Kas Hasarı.

Bu araştırmada soğuk ve sıcak ortamda, yapılan akut maksimal dayanıklılık tipi yüklenme egzersizlerinin, performans, kas hasarı ve bazı kan parametreleri üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmaya yaş ortalamaları $19,56 \pm 5,38$ olan 19 erkek gönüllü olarak katıldı.

Çalışma rakımı 1218 metre olan Erzincan ilinde gerçekleştirildi. Araştırmaya katılan denekler rasgele ve gönüllü olarak sporcu geçmişi olmayan askerlerden oluşturuldu. Araştırmaya katılan deneklerin CK, AST, LDH, WBC, HCT, HB düzeylerinin belirlenmesi amacıyla shuttle run (mekik testi) testi öncesinde test öncesi durum (TÖD) ve test sonrası durum (TSD), test bitiminden 24 saat sonraki durum (24SA), test bitiminden 48 saat sonraki durum (48SA), olmak üzere 4 kez ön koldan venöz kan örnekleri alındı. Ayrıca egzersizin şiddetini belirlemek amacıyla egzersizden önce ve egzersizden hemen sonra laktik asit ölçümü yapıldı.

Ölçümlerin birincisi Şubat ayında 0 °C' de %32 nem oranında ve 0 km/h şiddetindeki rüzgâr hızında alındı. İkinci ölçümler ise Temmuz ayında +30 °C' %45 nem oranında 0 km/h rüzgâr hızında alındı.

Verilerin analizinde t testi ve varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. İkili karşılaştırmalar için post. Hoc Scheffe testi kullanılmıştır.

Araştırmanın sonucunda akut dayanıklılık tipi çalışmalarda; kas hasarını belirtisi olan CK, AST ve LDH parametreleri her iki ısıda da anlamlı derecede yükselmiştir. Kan parametrelerinden HB her iki ortam ısısında anlamlı derece yükselmiş ancak sıcak ortamda oluşan yükselme daha fazla tespit edilmiştir. 0 °C’ de maksimum oksijen tüketiminin, 30°C’deki maksimum oksijen tüketiminden anlamlı şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

30 derecede test sonunda oluşan WBC değerlerinin, test öncesi, 24 saat ve 48 saat sonraki değerlerden anlamlı biçimde yüksek olduğu gözlenmiştir.

0°C koşulundaki koşu öncesi LDH, değerlerinin 30°C koşulundaki koşu öncesi LDH değerlerinden, 0°C koşulundaki AST ve HCT ortalamasının 30°C koşulundaki AST ve HCT ortalamasından anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur.

Akut dayanıklılık tipi yüklenmenin her iki ortam ısısında da kas hasarına neden olduğu aerobik performans açısından 0°C koşulunun 30°C koşuluna göre daha avantajlı olduğu, mekik koşusunun LA, CK, LDH, WBC, HCT, AST değerlerini artırdığı sonucuna varılmıştır.

8. SUMMARY

THE EFFECT OF THE DIFFERENT HEAT CONDITIONS AFTER MAXIMAL ENDURANCE EXERCISE ON MUSCLE DAMAGE AND PERFORMANCE

Key Words: Different heat atmosphere, Endurance exercise, performance, damage on muscles.

This research has aimed to examine the effects of acute type endurance exercises on the damage of muscles, performance and some blood parameters in cold and hot environment. 19 men aged $19,56 \pm 5,38$ average have attended the research willingly.

The study was carried out in altitude 1218 m in Erzincan. The subjects of experiment were chosen at random and willingly from ones who haven't got a sports background. In order to determine the level of CK, AST, LDH, WBC, HTC, HB of the subjects, before the test of shuttle run, the condition before the test, the condition after the test, some blood samples were taken from front arm. Besides, in order to determine the level of the exercise, lactic acid measurement was applied before and immediately after the exercise. The first measurement was applied at 0°C humidity of %32 and 0 km/h wind speed in February. The second one was applied $+30^{\circ}\text{C}$, humidity of %45 and 0 km/h not wind speed in July. Two hypothesis tests were used in order to examine the effects of the damage on muscles during maximal aerobic pressure in two different temperatures. On the observations where the dependent variable of LA and max VO_2 , the exemplifications, were examined by using the t test. The affects for the dependant variables were tested using Yaryans analysis (ANOVA) The post Hoc Scheffe test was used for the double comparisons.

As a result of the research, the level of CK, AST and LDH which are the symptom of the damage on muscles during the acute

type endurance exercises increased meaningfully. HB, one of the blood parameters, increased meaningfully in both temperature conditions; however the increase in hot temperature was established more. During both temperature conditions, the LA level taken before running, and the LA level taken at the very end of the exercises was found higher meaningfully. The HTC level which became higher soon after running at $+30^{\circ}\text{C}$ wasn't found meaningful, however, this high level was found higher than the one found at the end of 48 hours. It is observed that the WBC level seen at the end of the test at $+30^{\circ}\text{C}$ was higher meaningfully than the ones before the test, 24 and 48 hours after the test.

The evaluation of the results of shuttle run test was performed only two heat conditions independent from 0°C and $+30^{\circ}\text{C}$, the increase on the levels of LA, CK, LDH, WBC, HCT and AST is found meaningful statistically. Independent from shuttle run performed, on both heat conditions, the results of examining the effects of heat; It is observed that the maximum consumption of oxygen at 0°C is meaningfully higher than the maximum consumption of oxygen at 30°C . It is found out that the LDH level at 0°C is meaningfully higher than the level at 30°C before running; the average of AST and HCT level at 0°C is meaningfully higher than the average at 30°C .

9. KAYNAKLAR

1. Demirel H. Egzersizle Oluşan Kas Hasarı. 7. Uluslararası Spor Bilimleri Kongre Kitabı. Antalya: 2002; 291–295.
2. Noakes TD. Effects of Exercise on Serum Enzyme Activities in Humans. Sports Medicine 1987;4:245–267.
3. Friden J. Liyeber RL. Eccentric Exercise Induced Injuries Tocontractile and Citoskeletal Muscle Fibre Components. Acta Physiol 2001;171(3): 321-326.
4. Smith LL, Miles MP. Exercise Induced Muscle Injury and Inflammation. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2000.
5. Drews CM. Physiology of Sport and Exercise Study Guide. Human Kinetics.1997.
6. Christopher T. Daley W. Editors: R. William O. Bull's Handbook Of Sports Injuries. 2'nd edition. Mc Graw Hill Comp; 2004.
7. Allen DG. Eccentric Muscle Damage: Mechanisms of Early Eduction of Force. Acta Physiol.Scand. 2001;171 (3): 311–319.
8. Talbot JA. Morgan DL. The Effects of Stretch Parameters on Eccentric exercise-Induced Damage to Skeletal Muscle. Journal of Muscle Resarch and Cell Motility 1998. Vol.(3):19.
9. Ji-Guo Y. Malm C, Thornell LE. Eccentric Contractions Leading to Doms do not Cause Loss of Desmin nor Fibre Necrosis in Human Muscle. Histochemistry and Cell Biology Journal 2002;118 (1):29–34
10. Murray RK. Granner DK. Mayes PA. Rodwel VW. Harper'in Biyokimyası. 24.Baskı. İstanbul: Barış Kitabevi; 1998.
11. Aydın T. Yıldız Y. Kalyon TA. Spor Yaralanmaları. Ankara: GATA Basımevi; 2000.
12. Wals B. Tonkonogı M. Malm C. Effect Of Eccetric Exercise On Muscle Oxidative Metabolism In Humans. Medicine And Science In Sports And Exercise. 2000;33(3):1067–72.
13. Lawrence A. Kaplan A. Pesce J. Clinical Chemistry Third ed. Theory Analysis and Correlation:1996.

14. Wallach A. Interpretation of Diagnostic Tests. Seventh Edition:2000.
15. Burtis CA. Ashwood ER. Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 3rd ed.: London; 1999.
16. Duman C. Erden F. Birinci Basamak Sağlık Hizmetlerine Yönelik Biyokimyasal Laboratuvar Verilerinin Kısa Yorumu. Sted 2004; Cilt 13 (7):256
17. Günay M. Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi. Ankara: Gazi Kitapevi; 2001.
18. Vassilis M. Reference Intervals for Serum Creatine Kinase in Athletes. BJSM 2007; 41:674–78.
19. Vural S. Çetin E. Tuzlacı U. Klinik Teşhiste Laboratuvar. İstanbul: Uycan Basım Sanayi; 1986.
20. Kurdak S. Sporda Doping ve İlaç Kullanımı. Ankara: Bağırğan Yayımevi;1998.
21. Archana P. Lal AK. Negi S. Serum Creatine Kinase Activity in Thyroid Disorders. JK Science 2007; Vol. 9 (1):14-19
22. Black H. Quallich B. Gareleck C. Racial Differences In Creatine Kinase and Isomerase Activity with Exercise Duration. Eur J Appl Physiol 1978;39:191,201.
23. Bernard JH. Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods. 20th Ed.W.B. Saunders Company;2001.
24. Silva JF. Pannall PR. Tanı ve Tedavide Klinik Biyokimya. Çev: Tuncay Özgönen. İkinci Baskı;1987.
25. Ergen E. Sporda Sağlık Sorunları ve Sakatlıklar. Milli Eğitim Basım Evi Yayın No 29:Ankara;1986.
26. Ross M. Delayed-Onset Muscle Soreness Work Out Now, Pay Later? The Physician An D Sportsmedicine 1999; Vol 27; (1) : 9,13.
27. Kalyon AT. Spor Hekimliği. 5.Bsk Ankara: GATA Basımevi; 2000.
28. Cheung K. Hume P. Maxwell L. Delayed Onset Muscle Soreness. Treatment Strategies and Performance Factors Sports Med. 2003;33(2):145–64.

- 29.** Bobbert MF. Hollander AP. Huijing, PA. Factors in Delayed Onset Muscular Soreness of Man. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1986; 18(1):75–81.
- 30.** Dudley G. *Muscle Pain Prophylaxis*. Birkhäuser Basel Publisher 1999; Volume 7, (3):12–13
- 31.** Browns JC. Days RB. Donnelly AE Exercise-Induced Skeletal Muscle Damage And Adaptation Following Repeated Bouts Of Eccentric Muscle Contractions. *Journal of Sports Sciences* 1997; Volume 15, Issue 2: 215 – 222
- 32.** Clarkson, Priscilla, Nosaka, Kazunori; Braun, Barry Muscle Function After Exercise Induced Muscle Damage and Rapid Adaptation. *ACSM* 1992; Volume 24 - Issue 5:13–19
- 33.** Rodenburg j. Bar PR. De Boer RW. Relations Between Muscle Soreness and Biochemical and Functional Outcomes of Eccentric Exercise. *J Appl Physiol* 1993;74: 76–83.
- 34.** König D. Schumacher Y. Heinrich L. Schmid A. Berg A. Myocardial Stress After Competitive Exercise in Professional Road Cyclist. *Med Sci Sports Exercise* 2003; 35 (10):1678–83,
- 35.** Ohba H. Takada H. Effects of Prolonged Strenuous Exercise on Plasma Levels of Atrial Natriuretic Peptide and Brain Natriuretic Peptide in Healthy Men. *American Heart Journal* 2001; 141(5):751–758
- 36.** Smith LL. Cytokine Hypothesis of Overtraining: a Physiological Adaptation to Excessive Stress? *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000; Vol. 32, No. 2: 317–331.
- 37.** Friden J. Sjöström M. Ekblom B. “Myofibrillar Damage Following Intense Eccentric Exercise in Man”. *Int. Sports Med.* 1983; 4:170-176.
- 38.** Roth S. [Why Does Lactic Acid Build up in Muscles? And Why Does it Cause Soreness?](http://www.ScientificAmerica.com) Retrieved On July 24 Available from URL:[http //www.ScientificAmerica.com](http://www.ScientificAmerica.com).
- 39.** Brassine E. Poortmans J. Effect of Eccentric Hamstring Contractions at Short and Long Length on DOMS. *Isokinetics and Exercise Science* 2003;11:59-60.

- 40.** Guo JY. Evaluation of Exercise-Induced Muscle Soreness. Unpublished Doctoral Dissertation, Umea Universitet, Sweden. Isbn 91-7305-503-4.
- 41.** Hazar S. Egzersize Bağlı İskelet ve Kalp Kası Hasarı. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 2004; Cilt:2 Sayı 3: 119-124.
- 42.** Morgan DL. Proske U. Muscle Damage from Eccentric Exercise: Mechanism, Mechanical Signs, Adaptation and Clinical Applications. The Journal of Physiology 2001; 537: 333-345.
- 43.** Newham DJ, Jones DA, Ghosh G, Aurora P. Muscle Fatigue and Pain After Eccentric Contractions at Long and Short Length. Clinical Science 1988; 74: 553-557.
- 44.** Günay M. Tamer K. Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. Ankara: Gazi Kitapevi; 2006.
- 45.** Amelink GJ. Kamp HH. Bar PR. Creatin Kinase Isoenzyme Profiles After Exercise in the Rat: Sex Linked Differences in Leakage of CK-MM. Pfugers Arch. 1988; 412(4):21.
- 46.** Amelink GJ. Wal WA. Wokke JH. Asbeck BS. Exercise Induced Muscle Damage in the Rat: the Effect of Vitamin E Deficiency. Pfugers Arch 1991; 419(3-4):304.
- 47.** Balnave CD. Thompson MW. Effect of Training on Eccentric Exercise Induced Muscle Damage. J.Appl.Physiol;.1993.75(4) :1545-51.
- 48.** Prendergast K. Energy Systemsand Duration on Exercise. Middle Distances. Tafnews Pres;1997.
- 49.** Açıkada C. Ergen E. Bilim ve Spor. Ankara: Büro Tek Ofset Matbaacılık;1990.
- 50.** Günay M. Yüce A. Futbol Antrenmanın Bilimsel Temelleri. Ankara: Gazi Kitapevi; 2003.
- 51.** Fox EL. Bowers RW. Foss ML. (Çev.Cerit M.)Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri. Ankara: Bağırhan Yayınevi;1999.
- 52.** Ergen E. ve Ark. Egzersiz Fizyolojisi. Ankara: Nobel Yayınevi; 2002.

- 53.** Akgün N. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Ankara: Gökçe Ofset Matbaacılık;1989.
- 54.** Guyton Hall Tıbbi Fizyoloji İstanbul: Nobel Kitapları Ltd.Şti. Alemdar Ofset;1996.
- 55.** Lamtd R, Williams M. Ergogenics Enhancement of Performance in Exercise on Sport, Perspectives in Exercise and Sports Medicine 1994; 4: 213–242.
- 56.** Fox EL. Bowers RW. Foss ML . The Physiological Basis of Physical Education and Athletics. Four edition.New York: W.B.Sounders Co.;1988.
- 57.** Tamer K. Sporda Fiziksel-Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. Ankara: Türkerler Kitapevi;1995.
- 58.** Astrand PO. Rodahl K.Textbook of Work Physiology. New York: McGraw-Hill Book; 1986.
- 59.** USARIEM. Textbooks of Military Medicine. Medical Aspects Of Harsh Environments Office of The Surgeon General. United States Army; 2001.
- 60.** Günay M. Cicioğlu İ. Kara E. Egzersize Metabolik ve Isı Adaptasyonu. Ankara: Gazi Kitapevi; 2006.
- 61.** Gersoff WK. Exercise in The Cold and Cold İnjuries, Exercise İn The Heat And Heat İnjuries, Ed. Safran Rm. Mc Keag Bd. Manuel Of Sport Medicine 1988;105–110.
- 62.** Ünal M. Sıcak ve Soğuk Ortamda Egzersiz (II). İst. Tıp Fak. Mecmuası 2002;4.65.
- 63.** Blue B. Safe Exercise in the Cold and Cold İnjuries, 2. Ed. Philadelphia: Mellion B.M. Sports Medicine Secrets;1999.
- 64.** Ergen E. Değişik Ortam Koşullarında Egzersiz. Türk Tabipler Birliği Merkez Konseyi Spor Hek.Yay.1992;1;46-52.
- 65.** William O. Roberts, Editors: Roberts, William O. Bull's Handbook Of Sports İnjuries, 2nd Edition: Mcgraw-Hill;2004.
- 66.** Sıcak ortamda egzersiz [online]. 2009. Available from URL: [http:// www.denge.tıp](http://www.denge.tıp).

- 67.** Sharkey B.J. Physiology and Physical Activity. Harper and Row Publishers. New York; 1975.
- 68.** Ethan R. Heat Exchange in Hot and Cold Enviroments. Endurance In Sport. Volume 2.: Encylclopedia Of Sport Medicine; 169-175.
- 69.** Cobb HC. Henderson Mj. Heat İnjuries. 2. Ed. Philadelphia: Mellion Bm Sports Medicine Secrets; 1999.
- 70.** Moriarity J. Exercise İn The Heat and Heat İnjuries Manuael Of Sport Medicine. Ed. Safran RM. Keag BD.: Philadelphia: Von Camp Ps ; 1998.
- 71.** Kamar A. Sporda Yetenek Beceri ve Performans Testleri. Ankara: Nobel Yayıncılık; 2003.
- 72.** Kim Hj. Lee Yh. Kim CK. Biomarkers of Muscle and Cartilage Damage and Inflammation During A 200 km Run. Eur J Appl Physiol. 2007; 99(4):443–7.
- 73.** Marcora SM. Bosio A. Effect of Exercise Induce Muscle Damage on Endurance Running Performance in Humans. Scand J Med Sci Sports. 2007; Dec; 17(6):662–71.
- 74.** Kobayashi Y. Takeuchi T. Hosoi T. Yoshizaki H. Loeppky Ja Effect Of A Marathon Run on Serum Lipoproteins, Creatine Kinase, and Lactate Dehydrogenase in Recreational Runners. Scand J Med Sci Sports. 2005; Dec; 17(4):450–5
- 75.** Gleeson M. Blannin A. Zhu B. Brooks S. Cave R. Cardiorespiratory, Hormonal and Haematological Responses to Submaximal Cycling Performed 2 Days After Eccentric or Concentric Exercise Bouts. 1999. 13(6):191.
- 76.** Schwane JA. Johnson SR. Vandenakker CB. Armstrong RB. Delayed-Onset Muscular Soreness and Plasma Cpk and Ldh Activities After Downhill Running. Med. Sci. Sports Exercise. 1983; 15(1):51–6
- 77.** Siegel A. Silverman L. Lopez R. Creatine Kinase Elevations in Marathon Runners. Relationship to Training and Competition. Yale J Biol Med. 1980. 53(4); 275–9.

- 78.** Zwu HJ. Chen KT. Shee BW. Chang HC. Huang YJ. Yang RS. Effects of 24 H Ultra-Marathon on Biochemical and Hematological Parameters. World J Gastroenterol. 2004 Sep 15;10(18); 2711–4
- 79.** Bompa TO. Theory and Methodology of Training. Iowa: Kendall/Hunt Pub. Comp; 1986.
- 80.** Dündar U. Antrenman Teorisi. İzmir: Onlar Ajans; 1994.
- 81.** Amstrong LE. Pandolf KB. Physical Training Cardiorespiratory Physical Fitness and Exercise Heat Tolerance. Human Kinetics;1988.
- 82.** Gisolfi CV. Lamb DR. Fluid Hemostasis During Exercise. Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine; Vol.3.38
- 83.** Lav, T. Sıcak Ortamda Antrenman. Futbol Bil. ve Tek. Derg. 1996: Sayı3;3–6.
- 84.** Wilmore J.Costill D.L. Physiology of Sport and Exercise: USA ;1994.
- 85.** Patlar S. Keskin E. Düzenli Egzersiz Yapan Sporcularda ve Sedanterlerde Gliserol Takviyesinin Bazı Hematolojik Parametreler Üzerine Etkisi. Egzersiz 2007:Sayı 1(1):1-14
- 86.** Ercan M. Bayıroğlu F. Kale R. Adak B. Tuncer İ. Tekeoğlu İ. Uzun Süreli Dayanıklılık Koşusu Kategorisinde Gerçekleştirilen Bir Egzersizin Bazı Kan Parametrelerine Etkisi. Spor Hek. Der.1996: 31;73–80.
- 87.** Erdemir İ. Zorba E. Tek Doz Polen Yüklemesinin Dayanıklılık Sporcularında Maksimal Oksijen Tüketim ve Kan Parametrelerine Etkisi. F.Ü. Sağ. Bil. Der. 2005 (3);19
- 88.** Bucci L. Nutrients As Ergogenic Aids For Sports And Exercise. Boca Raton Fl: Crc Pres;1993.
- 89.** Zergeroğlu A. Ersöz G. Yavuzer S. Sedanter Erkeklerde Supramaksimal ve Basamaklı Egzersizlerde Eritrosit Antioksidan Enzim Aktivitesi. Spor Hek. Der.1999.34; 65–71.

90. Özyener F. Gür H. Özlük K. Sedanter Erkeklerde Yorgunluğa Kadar Yapılan Kısa Süreli Maksimal Bir Egzersizi Takiben Kan Hücrelerinde Gözlenen Değişiklikler. Spor Bilimleri Dergisi 1994; (6):27- 37.

91. Beydağı H. Çoksevim B. Temoçin S. Spor Yapan ve Yapmayan Gruplarda Bazı Eritrositer Parametrelere Egzersizin Etkisi. Gaziantep Üniversitesi Tıp Fak Derg.1994; 5: 21 – 28.

92. Gren K.J. Acute exercise and T-lymphocyte Expression of the Early Activation Marker Med Sci Sports Exerc. 2003 ;35(4):582-83

93. Vogelaere P. Brasseur M. Quirion A. Leclercq R.Laurencelle L. Bekaert S.Hematological Variations at Rest and During Maximal and Submaximal Exercise in a Cold (0 Degree C) Environment. Int J Biometeorol. 1990; 34(1):1–14.

94. Arabacı R. Sporcuların Hematokrit ve Hemoglobin Değerlerinin İncelenmesi. Atatürk Üni. BES Bilimleri Dergisi 2005. Cilt.7,4:1.

95. Schumacher YO. Jankovits R. Bultermann D. Schmid A. Berg A. Hematological Indices in Elite Cyclists. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 2002;. 12(5):301–308.

96. Üstal M. Köker M. Sporda Yüksek Performans Nasıl Kazanılır. Kayseri: Nobel Kitapevi;1998.

97. Yapıcı A. Mekik Koşusu Testinin Hemoreolojik Parametreler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üni. SBT:2006.

10. EKLER

EK-1 : 30 ve 0 derecede yapılan dayanıklılık koşusu sonuçları tabloları.

Tablo 3: 30 derecede yapılan dayanıklılık koşusu sonuçları.

	KÖ	HS	24S	48S
LA		KÖ * ↑		
HCT				
CK		KÖ * ↑	KÖ * ↑	KÖ,24S ** ↓
LDH		KÖ * ↑	↑	↑
AST				
WBC		KÖ * ↑		
HB		KÖ * ↑	KS ↓	KS ↓

Tablo 4: 0 derecede yapılan dayanıklılık koşusu sonuçları.

	KÖ	HS	24S	48S
LA		KÖ * ↑		
HCT				
CK		KÖ ** ↑	KÖ ** ↑	KS** ↓
LDH				
AST		KÖ * ↑	KS* ↓	KS* ↓
WBC		KÖ * ↑		
HB		KÖ * ↑	KS* ↓	KS* ↓

*p<0,05 -** p<0,01

**EK-3: Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve spor Yüksekokulu
Gönüllüler Üzerinde İlaç ile Yapılacak klinik Araştırmalar için
“Bilgilendirilmiş Gönüllü İmza Formları”.**

“Farklı ısı koşullarında uygulanan maksimal Aerobik Yüklenmenin Kas Hasarı Üzerine Etkisi” konulu bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktayım. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapıldığını, benimle ilgili bilgilerin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neler içerdiğini, olası yararlarını, risklerini ve rahatsızlıklarını bilerek bu çalışmaya gönüllü katılacağım.

Tarih :
Adı Soyadı :
İmza :

EK-4: TEŞEKKÜR

Farklı ısı koşullarında uygulanan maksimal Aerobik Yüklemenin Kas Hasarı Üzerine Etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmaya her türlü imkân ve desteği sağlayan Kara Kuvvetleri Komutanlığına, Tez konusunun belirlenmesinde ve çalışmalarımın planlanması sırasında fikirlerini, zamanını ve desteğini esirgemeyen doktora tez danışmanım Sayın Yrd.Doç.Dr. Nevin ATALAY GÜZEL'e şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım esnasında laboratuvar aşamalarının gerçekleştirilmesinde büyük emeği olan Sağ.Bçvş. Metin ÇETİN'e, istatistik çözümlemelerini gerçekleştiren KHO İstatistik Öğretim görevlisi Öğ.Yzb. Serkan ERDOĞMUŞ'a ve Dr.Kürşat DEMİRUTKU'ya doktora eğitimim sırasında her türlü desteği ve motivasyonu sağlayan başta rahmetli Prof.Dr.Yaşar SEVİM'e, Sayın Prof.Dr.Mehmet Günay'a, Sayın Yrd.Doç.Dr.Metin KAYA'ya, Sayın Yrd.Doç.Dr.Mergül ÇOLAK'a ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sekreteri Sayın Nurhan ACAR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Doktora eğitimim ve tez aşaması sırasında fedakârca destek olan Uluslararası Askerî Sporlar Konseyi Türkiye Delegasyon Başkanı Dr.Öğ.Yb.Mesut CERİT'e ve eşim Ayça ve oğlum Hasan Mete'ye içtenlikle teşekkür ederim.

11. ÖZGEÇMİŞ

Adı : Murat

Soyadı : ERDOĞAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Karabük 21.07.1975

Eğitimi : 1999 Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu.

1996 Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu.

1992 Keçiören Lisesi

1989 Kalaba İlköğretim Okulu

Yabancı Dil : İngilizce

Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar: Uluslararası Askerî Sporlar Konseyi (CISM) Kara Kuvvetleri Delegatesi.

Bilimsel Etkinlikleri :

1999 “Havuzda ve Spor Salonunda Yapılan Çabuk Kuvvet Çalışmaların 15-17 Yaş Grubu Erkekler Üzerinde Etkilerinin Araştırılması” konulu yüksek lisans tezi. Ankara.

2000 “Orta Dereceli Askerî Okullarda Beden Eğitimi Derslerinin Planlanması, İşlenmesi ve Değerlendirmesi” konulu stajyer öğretmen tezi. İzmir.

2004 “Çocuklarda Dayanıklılık” Voleybol Bilim ve Teknoloji Dergisi.

2006 “Effect of ACE Gene on Exercise” Eur.J.Appl.Physiol.98-461-465.Springer.

2007 “Kardiyovasküler Risk Faktörleri ve Egzersiz” Kara Kuvvetleri Dergisi. Yıl 6 Sayı19.s.76

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1.	Maksimum Oksijen Tüketimi Bulguları Grafiği	37
Grafik 2.	Laktik Asit Bulguları Grafiği.	37
Grafik 3.	Kreatin Kinaz Bulguları Grafiği	38
Grafik 4.	Laktat Dehidrogenaz Bulguları Grafiği	39
Grafik 5.	Aspartat Aminotransferaz Bulguları Grafiği	41
Grafik 6.	Hemoglobin Bulguları Grafiği	42
Grafik 7.	Hematokrit Bulguları Grafiği	44
Grafik 8.	WBC Bulguları Grafiği	45

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1	: Deneklerin Antropometrik Özellikleri	35
Tablo 2	: Deneklere Uygulanan Testler ve Bulguları	36
Tablo 3	: 30 derecede yapılan dayanıklılık koşusu sonuçları tabloları	72
Tablo 4	: 0 derecede yapılan dayanıklılık koşusu sonuçları tabloları	72

SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ

Maks. VO₂	Maksimum Oksijen Tüketimi
LA	Laktik Asit
CK	Kreatin Kinaz
LDH	Laktat Dehidrogenaz Bulguları
AST	Aspartat Aminotransferaz
HB	Hemoglobin
HCT	Hematokrit
WBC	Lokosit
P	Anlamlılık Derecesi
ATP	Adenozin Tri Fosfat
°C	Santigrad Derece
GKA	Gecikmeli Kas Ağrısı
DOMS	Gecikmiş Kas Ağrısı (Delayed Onset Muscle Soreness)
ANP	Atrial Natriüretik Peptit
TÖD	Test Öncesi Durum
TSD	Test Sonrası Durum
24SA	Test Bitiminden 24 Saat Sonraki Durum
48SA	Test Bitiminden 48 Saat Sonraki Durum

ÖNSÖZ

Çağımızın gelişmiş toplumlarında sporun önemi giderek artmaktadır. Her geçen gün spor yapan insanların sayısı çoğalmaktadır. Bu durum olumlu olumsuz çevre koşullarında yapılacak egzersizlerin insan organizması üzerine etkilerinin araştırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Spor aynı zamanda şanlı Türk Ordusunun barış ve savaş ortamında görevini en iyi şekilde yapabilmesi için gerekli temel vazifeleri arasında önemli bir yer tutmaktadır.

İnsan organizmasının egzersiz kadar zorlayan çok az faaliyet vardır. Türk Silahlı Kuvvetlerinde görev yapan personelin ruhen ve bedenen zorlu şartlara her daim hazır olması gerekmektedir. Değişik iklim şartlarında uygulanacak zorlu sportif aktivitelerin yapılması, personelin zorlu şartlara hazırlanmasını kolaylaştırılacaktır. Farklı ısı koşullarında uygulanan maksimal aerobik yüklenmenin kas hasarı ve performans üzerine etkileri konulu araştırma ile askerlik mesleğinin fiziksel vazgeçilmez özelliklerinden biri olan dayanıklılık çalışmalarının, sıcak ve soğuk ortamda performans ve organizma üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamız sonuçlarının zorlu koşullarda görev yapan TSK personeline ve değişik ortam şartlarında spor yapmak durumunda olan sporcu, antrenör vb. personele rehberlik edeceğini değerlendirerek spor bilimine yararlı olmasını diliyorum.

Murat ERDOĞAN

Ankara-2009