



**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**AEROBİK VE ANAEROBİK EGZERSİZİN SİTOKİNLER,  
KAS HASARI VE TOPARLANMAYA ETKİSİ**

Doktora Tezi

**Tuğba ONAT**

Danışman  
**Prof. Dr. Tülin ATAN**

SAMSUN  
2023

**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**



**AEROBİK VE ANAEROBİK EGZERSİZİN SİTOKİNLER,  
KAS HASARI VE TOPARLANMAYA ETKİSİ**

Doktora Tezi

**Tuğba ONAT**

Danışman

**Prof. Dr. Tülin ATAN**

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.YDS.1904.22.001 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN  
2023

## TEZ KABUL VE ONAYI

**Tuğba ONAT** tarafından, **Prof. Dr. Tülin ATAN** danışmanlığında hazırlanan “**AEROBİK VE ANAEROBİK EGZERSİZİN SİTOKİNLER, KAS HASARI VE TOPARLANMAYA ETKİSİ**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 12.06.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

|               | Unvanı Adı Soyadı<br>Üniversitesi<br>Ana Bilim/Ana Sanat Dalı                                | Sonuç                                                                     |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Başkan</b> | Prof. Dr. Tülin ATAN<br>Ondokuz Mayıs Üniversitesi<br>Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı      | <input checked="" type="checkbox"/> Kabul<br><input type="checkbox"/> Ret |
| <b>Üye</b>    | Prof. Dr. Bahattin AVCI<br>Ondokuz Mayıs Üniversitesi<br>Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı   | <input checked="" type="checkbox"/> Kabul<br><input type="checkbox"/> Ret |
| <b>Üye</b>    | Dr.Öğr. Üyesi Şaban ÜNVER<br>Ondokuz Mayıs Üniversitesi<br>Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı | <input checked="" type="checkbox"/> Kabul<br><input type="checkbox"/> Ret |
| <b>Üye</b>    | Dr. Öğr. Üyesi Ekrem AKBUĞA<br>Giresun Üniversitesi<br>Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı  | <input checked="" type="checkbox"/> Kabul<br><input type="checkbox"/> Ret |
| <b>Üye</b>    | Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahim KAPLAN<br>Hitit Üniversitesi<br>Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı  | <input checked="" type="checkbox"/> Kabul<br><input type="checkbox"/> Ret |

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

Prof. Dr. Ahmet TABAK  
Enstitü Müdürü

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi?

Evet ☒

Hayır ☐

26 /05/ 2023  
Tuğba ONAT

## TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

**Tez Başlığı:** AEROBİK VE ANAEROBİK EGZERSİZİN SİTOKİNLER, KAS HASARI VE TOPARLANMAYA ETKİSİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 26/05/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 23

Tek kaynak oranı : % 5 çıkmıştır.

26 /05 / 2023  
Prof. Dr. Tülin ATAN

## ÖZET

### AEROBİK VE ANAEROBİK EGZERSİZİN SİTOKİNLER, KAS HASARI VE TOPARLANMAYA ETKİSİ

Tuğba ONAT

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Antrenörlük Eğitimi Ana Bilim Dalı

Doktora, Haziran/2023

Danışman: Prof. Dr. Tülin ATAN

**Amaç:** Bu çalışma, aerobik ve anaerobik egzersizler sonrası IL-1 $\beta$ , IL-4, YKL-40 ve ACTA-1 yanıtlarındaki değişimleri inceleyerek toparlanma sürecindeki hareketliliklerini analiz etmek amacıyla yapılmıştır.

**Materyal ve Metot:** Aerobik ve anaerobik egzersize, 20 gönüllü erkek sporcu katılım sağlamıştır. Sporculardan egzersiz öncesi (dinlenik), egzersizden hemen sonra, egzersiz bitiminden 60 dakika, 24 ve 48 saat sonra kan alımları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca LA yanıtları için egzersiz öncesi (dinlenik), egzersizden hemen sonra, egzersiz bitiminden 5, 10 ve 20 dakika sonra kan alınmıştır. Kalp atım hızları ise egzersizden önce (dinlenik) egzersiz bitiminde, ilk 20 dakika boyunca her bir dakikada, 30, 40, 50 ve 60. dakikalarda kaydedilmiştir.

**Bulgular:** Aerobik ve anaerobik egzersizler sonrası LA, CK, IL-4, YKL-40, ACTA-1, KAH ve AZD değerleri arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Aerobik egzersiz sonrası en yüksek LA değeri egzersizden hemen sonra ( $2,39 \pm 1$  mmol), anaerobik egzersiz sonrası en yüksek LA değeri ise egzersizden 5 dakika sonra ( $14,27 \pm 3,31$  mmol) görülmüştür. Aerobik ve anaerobik egzersiz sonrası en yüksek CK değerleri egzersizden 48 saat sonra tespit edilmiştir (sırasıyla  $278.35 \pm 126.96$  U/L ve  $570.65 \pm 390.22$  U/L). Aerobik ve anaerobik egzersizler sonrası en yüksek IL-4 değerleri egzersizden hemen sonra bulunmuştur (sırasıyla  $178.72 \pm 119.43$  ng/L ve  $178.76 \pm 157.21$  ng/L). Aerobik egzersiz sonrası en yüksek YKL-40 değeri egzersizden hemen sonra ( $148.98 \pm 80.82$  ng/mL), anaerobik egzersiz sonrası ise en yüksek YKL-40 değeri ise egzersizden 48 saat sonra ( $102.51 \pm 71.13$  ng/mL) görülmüştür. Aerobik egzersiz sonrası en yüksek ACTA-1 değeri egzersizden 24 saat sonra ( $28.79 \pm 16.86$  ng/mL), anaerobik egzersiz sonrası en yüksek ACTA-1 değeri ise egzersizden hemen sonra ( $30.65 \pm 16.31$  ng/mL) tespit edilmiştir.

**Sonuç:** Çalışmamız verilerine göre IL-4, YKL-40 ve ACTA-1 egzersiz sonrası toparlanmayı takipte kullanılabilir. Ayrıca aerobik egzersizler sonrası toparlanma sürecinin takibinde IL-4 ve YKL 40 daha uygun belirteçler olarak öne çıkmakta, anaerobik egzersizler sonrası ise ACTA-1 toparlanmanın takibinde daha iyi bir gösterge olarak görülmektedir. Söz konusu belirteçler ile sporcuların toparlanma verimliliği, yeteneği ve kapasitesi, daha geçerli bir şekilde analiz edilebilir ve literatür çalışmaları arttıkça güvenilirlik düzeyi yüksek olan parametreler, ileride bir sporcu değerlendirme kriteri olarak karşımıza çıkabilir.

**Anahtar Sözcükler:** Egzersiz, Sitokinler, Kas Hasarı, Toparlanma

## ABSTRACT

### THE EFFECTS OF AEROBIC AND ANAEROBIC EXERCISES ON CYTOKINES, MUSCLE DAMAGE AND RECOVERY

Tuğba ONAT

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Coaching Education

Ph.D., June/2023

Supervisor: Prof. Dr. Tülin ATAN

**Aim:** This study was carried out to analyze the variations of IL-1 $\beta$ , IL-4, YKL-40 and ACTA-1 responses throughout the recovery period after aerobic and anaerobic exercises.

**Material and Method:** 20 volunteer male football players participated in both aerobic and anaerobic exercises. Blood samples were collected from the athletes before the exercise (rest), immediately after the exercise, 60 minutes, 24 hours and 48 hours after the end of the exercise. In addition, blood samples were drawn for LA responses before exercise (rest), immediately after exercise, and 5, 10, and 20 minutes after exercise. Heart rates were recorded before the exercise (rest), at the end of the exercise, every minute throughout the first 20 minutes, at the 30th, 40th, 50th and 60th minutes.

**Results:** Significant differences were found between LA, CK, IL-4, YKL-40, ACTA-1, HR and AZD values ( $p < 0.05$ ) of aerobic and anaerobic exercises. The highest LA value after aerobic exercise was observed immediately after exercise ( $2.39 \pm 1$  mmol), and the highest LA value after anaerobic exercise was observed 5 minutes after exercise ( $14.27 \pm 3.31$  mmol). The highest CK values after aerobic and anaerobic exercise were determined 48 hours after exercise ( $278.35 \pm 126.96$  U/L and  $570.65 \pm 390.22$  U/L, respectively). The highest IL-4 values after aerobic and anaerobic exercises were found immediately after exercise ( $178.72 \pm 119.43$  ng/L and  $178.76 \pm 157.21$  ng/L, respectively). The highest YKL-40 value after aerobic exercise was observed immediately after exercise ( $148.98 \pm 80.82$  ng/mL), and the highest YKL-40 value after anaerobic exercise was observed 48 hours after exercise ( $102.51 \pm 71.13$  ng/mL). The highest ACTA-1 value after aerobic exercise was determined 24 hours after exercise ( $28.79 \pm 16.86$  ng/mL), and the highest ACTA-1 value after anaerobic exercise was determined immediately after exercise ( $30.65 \pm 16.31$  ng/mL).

**Conclusion:** According to the data of our study, IL-4, YKL-40 and ACTA-1 could be a valid marker to monitor recovery period after exercise. In addition, IL-4 and YKL 40 stood out as more appropriate markers to analyze the recovery period after aerobic exercises and for anaerobic exercises ACTA-1 seemed to be a better marker. With these markers, the recovery efficiency, ability and capacity of the athletes could be analyzed more validly and as the literature studies increase, the parameters with a high level of reliability might appear as an athlete evaluation criterion in the future.

**Keywords:** Exercise, Cytokines, Muscle Damage, Recovery

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanması, araştırılması ve yürütülmesinde yardımlarını hiçesirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Tülin ATAN'a,

Tez çalışmamda tecrübe ve bilgisi ile bana yol gösteren, biyokimya aşamasında her türlü desteği sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Bahattin AVCI'ya,

Tez sürecim boyunca fikir ve düşüncelerinden faydalandığım, değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Şaban ÜNVER'e,

Tez sürecim boyunca yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, akademisyenliğini her zaman örnek aldığım değerli hocam Dr. Öncü Erinç KUZUCU'ya,

Doktora öğrenimim aşamasında desteklerini benden esirgemeyen, fikir ve düşüncülerinden yararlandığım değerli hocam Dr. Onur ÖZTÜRK'e,

Eğitim hayatımb boyunca her daim yanımda olan desteklerini benden esirgemeyen canım abim Aziz BİRİNCİ'ye,

Tez çalışmam boyunca beni her zaman destekleyen değerli dostum, Dr. Günay ÇERİT'e,

Çalışmaya gönüllü bir şekilde katılım sağlayan sporcu arkadaşlarıma,

Yaşamımın her aşamasında desteklerini ve dualarını esirgemeyen, yanımda olan ve yoluma ışık tutan canım aileme,

2022' de dünyaya gelişi ile ailemize şans getiren Mavi Nil FIRAT'a,

*En içten duygularıyla teşekkür ederim...*

Tuğba ONAT

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| TEZ KABUL VE ONAYI .....                                                           | i    |
| BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI .....                                               | ii   |
| TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI .....                                         | ii   |
| ÖZET .....                                                                         | iii  |
| ABSTRACT .....                                                                     | iv   |
| ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....                                                             | v    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                  | vi   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                                                      | viii |
| TABLolar DİZİNİ .....                                                              | x    |
| 1. GİRİŞ .....                                                                     | 1    |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                                             | 6    |
| 2.1. Egzersiz .....                                                                | 6    |
| 2.1.1. Aerobik Egzersiz.....                                                       | 6    |
| 2.1.2. Anaerobik Egzersiz.....                                                     | 7    |
| 2.2. Egzersizde Endokrin Sistem.....                                               | 7    |
| 2.3. Egzersiz ve Enzim Aktivitesi .....                                            | 8    |
| 2.4. Egzersizde Kas Hasarı.....                                                    | 9    |
| 2.5. Kas Hasarının Belirlenmesi.....                                               | 9    |
| 2.5.1. Kreatin Kinaz .....                                                         | 10   |
| 2.5.2. Laktat Dehidrogenaz .....                                                   | 11   |
| 2.6. Laktat ve Egzersiz .....                                                      | 11   |
| 2.7. Kalp Atım Sayısı ve Egzersiz.....                                             | 12   |
| 2.8. Toparlanma.....                                                               | 13   |
| 2.8.1. Toparlanma Hızına ve Sürecine Etki Eden Faktörler .....                     | 14   |
| 2.8.2. Toparlanma Yöntemleri .....                                                 | 15   |
| 2.9. Sitokinler .....                                                              | 15   |
| 2.9.1. İnterleukin 1-Beta .....                                                    | 17   |
| 2.9.2. İnterleukin 4 .....                                                         | 17   |
| 2.10. YKL-40 .....                                                                 | 18   |
| 2.11. ACTA-1 .....                                                                 | 18   |
| 3. MATERYAL VE METOT .....                                                         | 20   |
| 3.1. Katılımcılar.....                                                             | 20   |
| 3.2. Araştırmanın Deneysel Tasarımı .....                                          | 20   |
| 3.3. Çalışma Dizaynı .....                                                         | 20   |
| 3.4. Kalp Atım Hızı Ölçümü .....                                                   | 22   |
| 3.5. Laktik Asit Ölçümü .....                                                      | 22   |
| 3.6. Kan Alma İşlemi .....                                                         | 23   |
| 3.7. Kan Örneklerinin Konsantrasyonlarının Belirlenmesi .....                      | 23   |
| 3.7.1. Humanİnterleukin 1Beta Konsantrasyonlarının Belirlenmesi .....              | 23   |
| 3.7.2. Human İnterleukin 4 Konsantrasyonlarının Belirlenmesi.....                  | 24   |
| 3.7.3. Human Chitinase-3 Protein-1; YKL-40 Konsantrasyonlarının Belirlenmesi ..... | 25   |
| 3.7.4. Human Actin Alpha-1, SkletalMuscle Konsantrasyonlarının Belirlenmesi .....  | 26   |
| 3.7.5. HumanCreatineKinase Konsantrasyonlarının Belirlenmesi.....                  | 27   |
| 3.7.6. Human LaktateDehidrogenaseKonsantrasyonlarının Belirlenmesi .....           | 27   |
| 3.8. Treadmill’de Koşu Aerobik Egzersiz.....                                       | 27   |
| 3.9. Wingate Anaerobik Güç Testi (WAnT) .....                                      | 27   |
| 3.10. Algılanan Zorluk Derecesi .....                                              | 28   |
| 3.11. İstatistiksel Analiz .....                                                   | 28   |
| 4. BULGULAR.....                                                                   | 29   |
| 5. TARTIŞMA .....                                                                  | 48   |
| 5.1. Wingate Anaerobik Güç Testi Parametreleri .....                               | 48   |

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.2. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Algılanan Zorluk Derecesi .....     | 49        |
| 5.3. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Kalp Atım Hızı .....                | 50        |
| 5.4. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Laktik Asit Değerleri.....          | 52        |
| 5.5. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Kreatin Kinaz Değerleri .....       | 55        |
| 5.6. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Laktat Dehidrogenaz Değerleri ..... | 58        |
| 5.7. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Interleukin 1 Beta.....             | 60        |
| 5.8. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Interleukin 4 .....                 | 61        |
| 5.9. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde YKL-40 .....                        | 63        |
| 5.10. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde ACTA-1.....                        | 66        |
| <b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>                                         | <b>69</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                                                   | <b>71</b> |
| <b>EKLER .....</b>                                                       | <b>87</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                     | <b>88</b> |



## SİMGELER VE KISALTMALAR

|                     |                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------|
| 24s                 | : 24 Saat                                     |
| 48s                 | : 48 Saat                                     |
| 60dk                | : 60 Dakika                                   |
| ACTA1               | : Aktin Alfa 1                                |
| AZD                 | : Algılanan Zorluk Derecesi                   |
| CK                  | : Kreatin Kinaz                               |
| CK-BB               | : Kreatin Kinaz – Brain Bandİzoenzimi         |
| CK-MB               | : Kreatin Kinaz – MiyokardiyalBandİzoenzimi   |
| CK-MM               | : Kreatin Kinaz –MiyokardiyalMuscleİzoenzimi  |
| EBKH                | : Egzersize Bağlı Kas Hasarı                  |
| HS                  | : Hemen Sonra                                 |
| IL-1beta            | : İnterleukin 1-beta                          |
| IL-4                | : İnterleukin 4                               |
| K                   | : Lizin                                       |
| KAH                 | : Kalp Atım Hızı                              |
| Kda                 | : Kilo Dalton                                 |
| L                   | : Lösin                                       |
| LA                  | : Laktat                                      |
| LDH                 | : Laktat Dehidrogenaz                         |
| ng/L                | : Nanogram/ Litre                             |
| ng/mL               | : Nanogram/ Mililitre                         |
| OG                  | : Ortalama Güç                                |
| pg/L                | : Pikogram/ Litre                             |
| SPSS                | : Statistical Package for the Social Sciences |
| SS                  | : Standart Sapma                              |
| TNF-a               | : Tümör Nekrozis Faktör Alfa                  |
| VO <sub>2</sub> max | : Maksimal Oksijen Tüketimi                   |
| W                   | :Watt                                         |
| WanT                | :Wingate Anaerobik Güç Testi                  |
| Y                   | : Trozin                                      |
| ZG                  | : Zirve Güç                                   |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1. Tez Çalışmasının Akış Şeması .....            | 21 |
| Şekil 4.1. Egzersiz Türüne Göre KAH Değerleri .....      | 32 |
| Şekil 4.2. Egzersiz Türüne Göre LA Değerleri.....        | 34 |
| Şekil 4.3. Egzersiz Türüne Göre CK Değerleri .....       | 37 |
| Şekil 4.4. Egzersiz Türüne Göre LDH Değerleri.....       | 39 |
| Şekil 4.5. Egzersiz Türüne Göre IL-1 Beta Değerleri..... | 41 |
| Şekil 4.6. Egzersiz Türüne Göre IL-4 Değerleri .....     | 43 |
| Şekil 4.7. Egzersiz Türüne Göre YKL 40 Değerleri.....    | 45 |
| Şekil 4.8. Egzersiz Türüne Göre ACTA-1 Değerleri.....    | 47 |



## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 4.1. Katılımcıların Wingate Anaerobik Egzersiz Güç Parametreleri.....     | 29 |
| Tablo 4.2. Egzersiz Türüne Göre AZD Değerlerinin Karşılaştırılması .....        | 29 |
| Tablo 4.3. Egzersiz Türüne Göre KAH Değerleri .....                             | 30 |
| Tablo 4.4. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre LA Değerleri.....             | 33 |
| Tablo 4.5. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre LA Değerleri.....           | 33 |
| Tablo 4.6. Egzersiz Türüne Göre LA Değerlerinin Karşılaştırılması .....         | 34 |
| Tablo 4.7. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre CK Değerleri .....            | 35 |
| Tablo 4.8. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre CK Değerleri.....           | 36 |
| Tablo 4.9. Egzersiz Türüne Göre CK Değerlerinin Karşılaştırılması .....         | 36 |
| Tablo 4.10. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre LDH Değerleri.....           | 37 |
| Tablo 4.11. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre LDH Değerleri.....         | 38 |
| Tablo 4.12. Egzersiz Türüne Göre LDH Değerlerinin Karşılaştırılması .....       | 38 |
| Tablo 4.13. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre IL-1 Beta Değerleri .....    | 39 |
| Tablo 4.14. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre IL-1 Beta Değerleri.....   | 40 |
| Tablo 4.15. Egzersiz Türüne Göre IL-1 Beta Değerlerinin Karşılaştırılması ..... | 40 |
| Tablo 4.16. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre IL-4 Değerleri.....          | 41 |
| Tablo 4.17. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre IL-4 Değerleri .....       | 42 |
| Tablo 4.18. Egzersiz Türüne Göre IL-4 Değerlerinin Karşılaştırılması .....      | 42 |
| Tablo 4.19. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre YKL-40 Değerleri .....       | 43 |
| Tablo 4.20. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre YKL-40 Değerleri.....      | 44 |
| Tablo 4.21. Egzersiz Türüne Göre YKL 40 Değerlerinin Karşılaştırılması .....    | 44 |
| Tablo 4.22. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre ACTA-1 Değerleri.....        | 45 |
| Tablo 4.23. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre ACTA-1 Değerleri.....      | 46 |
| Tablo 4.24. Egzersiz Türüne Göre ACTA-1 Değerlerinin Karşılaştırılması .....    | 46 |

## 1. GİRİŞ

Egzersiz kaslar, kalp-dolaşım ve solunum sistemleri üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir(Kraemer and Rogol, 2008). Egzersizin endokrin sistem üzerindeki etkileri ise egzersiz ile hormonların salınımı veya üretilmesi ile ilişkilidir. Bu süreçte bazı hormonların salınımı artarken bazılarının ise azalır (Arıkan ve Akın, 2019). Hormonlarda oluşan azalma ve artma, egzersizin süresine ve şiddetine bağlı olmakla beraber, aynı zamanda bireyin yaşına, cinsiyetine ve kondisyon düzeyine de bağlıdır (Koz vd.,2016).Aynı zamanda egzersiz yaparken iskelet kasları mikro hasarlara maruz kalabilir.Kaslardaki bu mikro hasarlara yanıt olarak, vücutta protein ve enzim yapısında birçok madde salgılanmaktadır. Bu maddelerin arasında kas hasarı belirteçleri ve sitokinler de bulunmaktadır (Otağ, 2011).

Sitokinler hücrel düzenleyici proteinlerdir (Güner vd., 1997; Mooren and Völker, 2005). Çeşitli uyaranlara karşı, cevap olarak özel hücreler tarafından salgılanırlar ve hedef hücrenin davranışını etkilerler (Febbraio and Pedersen, 2005; Moren and Völker, 2005; Pedersen and Febbraio, 2008). Ayrıca egzersiz kaynaklı doku hasarında ve inflamasyon sürecinde, lif sistemi hücreleri sitokinleri üretir ve salgılar (Abbas vd., 2007).

Sitokinler hücre büyümesi ve değişimi, doku tamiri ve yeniden yapılanması, immün cevabın düzenlenmesinde hücreler arasında kimyasal haberleşmeyi sağlarlar (Oberholzer et al., 2000). Sitokin ailesi geniş ve çeşitli olduğu için, her bir sitokinin spesifik işlevleri farklıdır. İşlevlerine ve etkilerine göre sitokinler genellikle proinflamatuvar ve antiinflamatuvar olarak iki gruba ayrılırlar(Borish and Steinke, 2003; Abbas vd., 2007).IL-1beta proinflamatuvar bir sitokin olmakla birlikte egzersize bağlı plazma değişikliklerinin başlatıcısı olduğu düşünülmektedir(Suziki et al.,2002). IL-4 ise egzersizde gözlemlenen genel antiinflamatuvar ortama katkıda bulunabilecek bir sitokindir (Moldoveanu et al.,2001).

Kas hasarı,mikro travma veya mikro yaralanma terimleri, egzersiz sonrası iskelet kaslarında meydana gelen hücrel düzeyde geçici hasarı ifade etmek için kullanılır (Simith and Miles, 2000).Kas hasarı sonucunda organizmada çeşitli etkiler ortaya çıkabilir. Bunlar kas protein düzeylerinde yükseliş, inflamasyon, iltihaplanma, kas ağrısı ve kas kuvvetinde azalma olarak ortaya çıkmaktadır (Proske and Morgan, 2001; Byrne et al., 2004; Howatson and Van Someren, 2008).Kas hasarında, kas

ağrıları, hareket kısıtlılığı ile beraber kas kuvvetinde gözle görülür azalmalar meydana gelir. Bu ağrılar, hasar oluşturan egzersizler sonrasında 8 ile 24 saat arasında gözlemlenir ardından 24 ile 48 saat sonra maksimum dereceye çıkar ve bir haftaya kadar sürebilir (Eston et al., 2003). Hasarın düzeyi ve adaptasyon süresi, antrenmanda yüklenmenin ağırlığına oranla değişiklik göstermektedir (Allen, 2001; Friden and Lieber, 2001; Stupka et al., 2001; Lastayo et al., 2003; Nosaka et al., 2003). Bu etkiler, kas hasarının doğal bir yanıtıdır ve vücudun iyileşme sürecini başlatması için gereklidir. Ancak, aşırı hasar veya yetersiz iyileşme durumunda, bu etkiler daha uzun sürebilir veya daha ciddi olabilir. Bu nedenle, kas hasarı durumunda uygun antrenman, dinlenme, beslenme ve rehabilitasyon önlemlerine dikkat etmek önemlidir.

Kas hasarı doğrudan ve dolaylı yöntemlerle değerlendirilmektedir (Roth et al., 2000). Doğrudan değerlendirme yöntemleri oldukça zor ve masraflı olabilmektedir, örneğin biyopsi tekniğinde küçük bir örnekten alınan değerler ile tüm kas bölgesinin tahmin edilmesi yanıltıcı olabileceğinden dolayı daha az tercih edilmektedir (Korkmaz, 2010). Dolaylı yöntem ise, kasta bulunan enzimlerin plazmadaki miktarlarının belirlenmesini içerir. Bu enzim ve proteinler kas hasarıyla birlikte artış gösterirler. Özellikle egzersiz kaynaklı kas hasarını belirlemek için bu yöntem yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Clarkson and Hubal, 2002; Hazar, 2004).

CK, kas dokusu hasarının en iyi dolaylı belirteci olarak tanımlanır (Clarkson and Hubal, 2002). Fiziksel egzersiz veya yorucu spor aktiviteleri, CK düzeylerini artırabilir (Kindermann, 2016). Egzersize bağlı oluşan kas hasarı ve yıkımı sonucunda CK'nın kandaki yoğunluğunun yükseldiği birçok çalışma tarafından gösterilmektedir (Rebalka and Hawke, 2014; Kephart et al., 2016; Waldron et al., 2017). Bu artış egzersizden sonraki 24. ve 48. saatler arasında belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır (Jackman et al., 2010; Howatson et al., 2012; Raet et al., 2013; Foure and Bendahan, 2017; Waldron et al., 2017). Cinsiyet, yaş, aktivitenin şiddeti ve çeşidi CK miktarını etkileyebilir (Schumann et al., 2003).

Laktat Dehidrogenaz (LDH), kas hasarı ya da yıkımı gibi durumlarda hücrelerden salınarak kan dolaşımına karışması sebebiyle kas hasarının bir belirteci olarak yararlanılan ve kanda tespit edilebilen bir enzimdir (Tiidus, 2008). LDH, kas hasarının belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Kas hasarı durumunda, hasarlı kas hücreleri LDH enzimini serbest bırakır ve kan dolaşımına geçer. Bu nedenle, kan

LDH seviyelerinde bir artış görülür. Özellikle yoğun egzersiz veya kas travması sonucu oluşan hasar durumlarında, LDH seviyelerinde yükseliş gözlemlenebilir. Bu yükseliş, kas hücrelerinin hasarına bağlı olarak LDH'nin serbest bırakıldığını gösterir. (Jamurtas et al., 2005; Paschalis et al., 2005).

Kas hasarı belirleyicilerinden olan CK ve LDH, kas hasarı esnasında plazmadaki oranı artar (Clarkson and Hubal 2002). CK ve LDH'nin serumdaki seviyelerini birlikte gözlemek, kasın durumu ve fiziksel yüklenmenin oluşturduğu adaptasyon hakkında ek bilgiler sağlayabilir. Özellikle yoğun egzersiz veya antrenman programlarının takibi sırasında, bu belirteçlerin düzeyleri izlenebilir. Yüksek CK ve LDH seviyeleri, yoğun egzersiz veya kas hasarı durumlarında kasların üzerindeki yükün arttığını ve hücre hasarının meydana geldiğini gösterebilir. Düşük seviyeler ise kasların adaptasyon sürecinde olduğunu veya yeterli iyileşmenin gerçekleştiğini gösterebilir (Coombes and McNaughton, 2000).

Laktik asidin vücuttan uzaklaştırılma süresi, egzersizin yoğunluğuna, süresine, kişinin kondisyon düzeyine ve birçok diğer faktöre bağlı olarak değişebilir. Kan ve kaslardaki laktik asidin tamamen uzaklaştırılması için süreler kişiden kişiye farklılık gösterebilir. Genel olarak, pasif dinlenmeyle kan ve kaslardaki laktik asidin azalması yaklaşık 1-2 saat kadar sürebilir (Ural, 1972; Fox et al., 1988).

Egzersiz yapmanın hastalıkları önleyici etkilerinin yanında, hastaların rehabilitasyon süreçlerine olan katkıları vazgeçilmezdir. Farklı egzersiz çeşitlerinden hangi tip egzersizin (aerobik mi anaerobik mi) organizmada daha etkin ve yararlı olacağı net olarak bilinmemektedir. Bu açıdan bakıldığında egzersizin inflamatuvar süreçlerdeki proinflamatuvar/antiinflamatuvar dengedeki etkisi ilgi uyandırmaktadır.

Egzersize yanıt olarak hem proinflamatuvar hem de antiinflamatuvar süreçlerin izlenmesi, literatüre önemli katkılar sağlayabilir ve egzersiz fizyolojisi alanında daha ileri çalışmalara yol açabilir.

Bu çalışma, aerobik ve anaerobik egzersizler sonrası IL-1 $\beta$ , IL-4, YKL-40 ve ACTA-1 yanıtlarındaki değişimleri inceleyerek toparlanma sürecindeki hareketliliklerini analiz etmek amacıyla yapılmıştır.

Gerek sağlık için gerek performansı arttırmak için egzersiz yapılmaktadır. Egzersizin vücudumuzdaki birçok mekanizma üzerinde etkisinin olduğu aşıkardır. Ancak hangi tip egzersizin (aerobik mi? anaerobik mi?) sitokinler üzerinde olumlu

etki yarattığı merak edilmektedir. Literatürde sitokinlerin toparlanmaya ve kas hasarına etkisi konusunda çalışmalar yapılmış ancak farklı şiddetlerde yaptırılan egzersizlerin sitokinler üzerindeki etkisini gösteren çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmada farklı zaman aralıklarında aynı katılımcılar hem aerobik egzersiz hem de anaerobik egzersiz yapmışlardır. Araştırmamızın hem alan yazına katkı sağlaması hem de bu konuda çalışacak araştırmacılara model nitelikte olması düşünülmüştür.

**Araştırma Problemi:** Aerobik ve anaerobik egzersizin sitokinler, kas hasarı ve toparlanmaya etkisi var mıdır?

**Alt Problemler:**

- 1- Aerobik ve anaerobik egzersizin IL-1 beta değerlerine farklı etkisi var mıdır?
- 2- Aerobik ve anaerobik egzersizin IL-4 değerlerine farklı etkisi var mıdır?
- 3- Aerobik ve anaerobik egzersizin YKL-40 değerlerine farklı etkisi var mıdır?
- 4- Aerobik ve anaerobik egzersizin ACTA-1 değerlerine farklı etkisi var mıdır?
- 5- Aerobik ve anaerobik egzersizin CK değerlerine farklı etkisi var mıdır?
- 6- Aerobik ve anaerobik egzersizin LDH değerlerine farklı etkisi var mıdır?
- 7- Aerobik ve anaerobik egzersizin sporcuların toparlanma laktik asit değerlerine farklı etkisi var mıdır?
- 8- Aerobik ve anaerobik egzersizin sporcuların toparlanma kalp atım hızı değerleri arasında farklılık var mıdır?
- 9- Aerobik ve anaerobik egzersizin sporcuların algılanan zorluk derecesi değerleri arasında farklılık var mıdır?

**Hipotezler:**

- 1- Aerobik ve anaerobik egzersizin IL-1 beta değerlerine farklı etkisi vardır.
- 2- Aerobik ve anaerobik egzersizin IL-4 değerlerine farklı etkisi vardır.
- 3- Aerobik ve anaerobik egzersizin YKL-40 değerlerine farklı etkisi vardır.
- 4- Aerobik ve anaerobik egzersizin ACTA-1 değerlerine farklı etkisi vardır.
- 5- Aerobik ve anaerobik egzersizin CK değerlerine farklı etkisi vardır.
- 6- Aerobik ve anaerobik egzersizin LDH değerlerine farklı etkisi vardır.
- 7- Aerobik ve anaerobik egzersizin sporcuların toparlanma laktik asit değerlerine farklı etkisi vardır.
- 8- Aerobik ve anaerobik egzersizin sporcuların toparlanma kalp atım hızı değerlerine farklı etkisi vardır.

- 9- Aerobik ve anaerobik egzersizin sporcuların algılanan zorluk derecesi değerlerine farklı etkisi vardır.

**Sınırlılıklar:**

- 1- Bu çalışmaya amatör sporcu geçmişi olan ve düzenli antrenman yapan sporcular katılım göstermiştir.
- 2- Çalışmaya katılan sporcular erkek bireylerle sınırlıdır.
- 3- Çalışmaya katılan katılımcıların yaşları 18-23 yaş aralığı ile sınırlıdır.
- 4- Bu çalışmada yer alan sportif performans testleri aerobik egzersiz (treadmillde koşu) ve anaerobik egzersiz (wingate anaerobik güç testi) ile sınırlıdır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Egzersiz**

Egzersiz; genellikle fiziksel zindeliği, fiziksel performansı veya sağlığı iyileştirmek veya sürdürmek amacıyla boş zamanlarda gerçekleştirilen fiziksel aktiviteyi ifade eder (Durusoy ve Mutuş, 2021). Başka bir tanıma göre egzersiz; düzenli, programlı, tekrarlı aralıklarla planlanan temel vücut hareketlerini içeren, kaslar ve eklemlerle birlikte gerçekleştirilen, hafif, orta ve yüksek yoğunluktaolabilen aktivitelerdir (Çelik, 2018).

Egzersizin; dayanıklılığı, esnekliği, kuvvetin geliştirilmesi, vücut formunun koruma, kalp damar hastalıkları riskinin azaltılması ve vücut yağ oranının düşürülmesi gibi birçok olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir (Lee et al., 2012). Egzersizin türü, sıklığı, yoğunluğu, süresi ve progresyonu kişiye özgü faktörlere bağlı olarak düzenlenmelidir. Her bireyin fiziksel kondisyon düzeyi, hedefleri, sağlık durumu ve kişisel tercihleri farklı olduğundan, egzersiz programının kişiye özgü olarak planlanması önemlidir.

Hangi tür egzersizin, ne sıklıkta, ne şiddette ve sürede maksimal yarar sağlayacağı konusunda testlemeler yapıp kişinin fizyolojik yanıtları alınmadankesin bir yanıt vermek zordur(Yeltepe, 2011).

Egzersizin kas kuvvetini, dayanıklılığını, esnekliğini artırma, kiloyu azaltma ve koruma, psikolojik durumu ve uyku kalitesini düzeltme, depresyon ve kaygıyı azaltma gibi birçok olumlu etkileri vardır (Yeltepe, 2011; Lee et al., 2012). Egzersiz ile fiziksel uygunluk hedeflenmektedir ve bu fiziksel uygunluğun devamlılığını sağlamak için bedensel aktivitelerin planlı olarak sürdürülmesi gerekmektedir(Wilmore and Knuttgen, 2003).

Tüm egzersizleri katılım oranları değişkenlik gösterse de aerobik ve anaerobik egzersiz çatısı altında toplamak mümkündür.

#### **2.1.1. Aerobik Egzersiz**

İnsan vücudunda bulunan büyük kas gruplarının katılımı ile yapılan ve kalp hızını artıran aktiviteler aerobik egzersizler olarak tanımlanmaktadır. Aerobik egzersizler temel olarak üç bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; şiddet, sıklık ve süre şeklindedir (Beltz et al., 2016). Aerobik egzersizler, oksijen sisteminin gelişimine

katkıda bulunur. Bu egzersizler, kalp ve akciğerlerin daha fazla çalışmasına neden olarak kardiyovasküler dayanıklılığı artırır. Bu tür egzersizler, aerobik yollardan enerji üretme kapasitesini ve oksijen kullanım verimliliğini artırır. Aerobik egzersizler, uzun süreli ve düşük ila orta yoğunluklu aktiviteleri içerir (Günay ve Cicioglu, 2001).Yürüme, koşma, merdiven çıkma, bisiklete binme, dans etme ve yüzme gibi aktiviteler, maksimum oksijen tüketimini artıran tipik aerobik egzersizlerdir (Hoffman, 2006).

### **2.1.2. Anaerobik Egzersiz**

Anaerobik egzersizler, kısa süre içinde yüksek yoğunlukta fiziksel aktiviteleri ifade eder. Bu egzersizler maksimal veya supramaksimal (maksimal üstü) seviyede yapılmaktadır. Egzersiz sırasında, kişinin oksijen seviyesi yetersiz gelmekte ve kastaki anaerobik enerji sistemleri devreye girmektedir. Anaerobik egzersiz sırasında, kaslarda anaerobik enerji sistemleri kullanılmaktadır (McCardle and Jackson 2000). Anaerobik egzersizler tipik olarak yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz, sürat koşusu ve ağırlık kaldırma gibi türleri içermektedir. Bu tür egzersizler için ihtiyaç olan enerji anaerobik yolla sağlanırken, glikozun parçalanması sonucu laktik asit meydana gelmektedir (Patel et al., 2017).

Aerobik egzersizler havadaki oksijene bağımlı enerji üretimine dayanırken, anaerobik egzersizler kaslardaki depolanmış enerjiye dayanır.Kardiyovasküler verimlilik açısından aerobik egzersizler daha etkilidir, ancak anaerobik egzersizler kas gücü, kas kütlesi ve kas dayanıklılığını artırma konusunda faydalıdır (De Vos et al., 2005).

### **2.2. Egzersizde Endokrin Sistem**

Endokrin sistemin insan vücudundaki görevi; vücut sıvılarındaki kimyasal maddelerin konsantrasyonunu, lipid, karbonhidrat ve protein metabolizmalarını düzenlemek, sinir sistemi ile birlikte hareket ederek insan vücudunun birtakım stres durumlarına karşı direnç gösterebilmesine yardımcı olmak, büyüme ve gelişmeyi düzenlenmektir. Egzersizde endokrin sistemin üstlendiği görev ise; metabolizmayı ve kardiyovasküler sistemleri düzenlemektir (Şahin, 2015; Koz vd., 2016).

Endokrin sistem kana hormon salgılamak, sinir sistemi ise nörotransmitter maddelerini kullanarak bir sinirden diğerine veya bir sinirden bir dokuya bilgi-haber

aktarırlar. Hormonlar, hedef hücrelerde yer alan reseptörleri uyararak fizyolojik ve metabolik fonksiyonları koordine eden uyarıcı moleküllerdir (Günay vd., 2006).

Endokrin sistemde, insan vücudunun dokuları üzerinde parakrin, otokrin ve endokrin etkiler sergileyen çeşitli faaliyetler için hormon bezleri bulunmaktadır. Fizyolojik açıdan bu bezler üreme, büyüme ve gelişme, metabolizma, kardiyovasküler düzenlemeler vb. çok sayıda düzenleyici etkiye sahiptirler (Çabuk vd., 2020). Aktivite sırasında ortaya çıkan egzersiz kaynaklı stresin vücuttan uzaklaştırılmasının desteklenmesi/homeostazisin sağlanabilmesi, enerji üretiminin sürdürülebilmesi, vücut ısı düzeyinin kontrol edilebilmesi, vücutta elektrolit kaybının artırılması, asit-baz değişimleri, kalp-dolaşım sistemi fonksiyonlarındaki değişimler, vb. faaliyetler hormonal aktivitenin artması ile düzenlenebilmektedir (Koz vd., 2016). Egzersizlerin planlı, programlı ve uygun formatta yapıldığı takdirde endokrin sistemi etkilediği bildirilmiştir (Hackney and Viru, 2016). Egzersiz ve fiziksel aktivite esnasında organizmada oluşan stres durumunun etkisiyle bazal metabolizmaya göre bazı hormon düzeylerinde artış görülürken bazı hormon düzeylerinde azalma meydana gelir. Hormon düzeyinde oluşan bu artış ya da düşüşler, hormonu salgılayan endokrin bezin salgısındaki değişimleri yansıtmaktadır (Çakmakçı, 2013; Bilici, 2018).

### **2.3. Egzersiz ve Enzim Aktivitesi**

Egzersiz sonrası kan enzim seviyelerinin değişiklik göstermesinde hücre zarında oluşan hasarın boyutu etkin faktörlerden biridir (Hazar, 2004). Normal durumda hücre enzim molekülleri sınırlı oranda plazma zarından geçebilirler. Hücre zarında bir hasar oluşursa sınırlı geçirgenlik özelliği zarar görür. Hasarın derecesine göre ilk başta hücre zarı yüzeyinde yer alan enzimler seruma karışırlar. Daha sonra sitozolik miktar ve molekül boyutlarına göre seruma sızarlar. Hücrede bulunan hasar çok şiddetli ise mitokondri de bundan kaynaklı olarak zarar göreceğinden mitokondrial enzimler de seruma karışırlar. Hasara uğrayan dokuların miktarı ne kadar fazla ise enzim aktivitesinin yüksekliği de o kadar fazla olur. Enzim seviyeleri karaciğer ve iskelet kasının hasarını belirtirler (Hazar, 2004; Ünver, 2019).

İskelet kası enzimleri, kas dokusunun fonksiyonel durumunu yansıtan önemli göstergelerdir. Kas hasarı durumunda, bu enzimlerin serum seviyelerinde artış gözlemlenebilir. Bu artış, akut veya kronik kas zedelenmelerinin hücresel hasarını

yansıtabilir. Ancak, her bireyin kas enzimlerinin farklı tepkiler gösterebileceği unutulmamalıdır. Bireyler arasında genetik farklılıklar, bazı kişilerin daha yüksek veya daha düşük kas enzimi seviyelerine sahip olmasına neden olabilir. Bu nedenle, kas enzimlerinin değerlendirilmesinde genetik faktörlerin de dikkate alınması önemlidir (Wolf et al., 1987; Hood et al., 1991; Garry and McShane, 2000).

Egzersiz, hücrel ATP seviyelerinin azalmasına ve hücrel geçirgenliğin artmasına neden olabilir. Bu durum, iskelet kasından salınan CK ve LDH enzimlerinin serum düzeylerinde artışa yol açabilir (Nie et al., 2011; Işık ve Cicioğlu, 2016). Söz konusu mekanizmadan yararlanarak, egzersiz kaynaklı kas hasarının boyutu değerlendirilebildiğinden, araştırmalarda ilgili yöntemlerin kabul gördüğünü söyleyebiliriz (Roth et al., 2000). CK ve LDH, iskelet kaslarında oluşan doku hasarlarının tespitinde yaygın bir şekilde kullanılan enzimlerdir (Hazar, 2004; Nie et al., 2011; Işık ve Cicioğlu, 2016).

#### **2.4. Egzersizde Kas Hasarı**

Düzenli egzersiz genellikle kaslarımızın yorgunluğa karşı daha güçlü ve dirençli olmasını sağlar. Ancak, yoğun egzersizler esnasında kaslarımız geçici olarak yorulur veya zayıflar. Eğer egzersiz alışılmadık veya çok yoğun bir egzersiz ise çalışan kaslarımız hasar görebilir ve egzersiz öncesindeki halini alması günler alabilir. Bu tip kas hasarları egzersize bağlı kas hasarı olarak tanımlanmaktadır (Clarkson and Hubal, 2002; Paulsen et al., 2012). Egzersize bağlı kas hasarı, kas gücü üretiminde geçici bir azalmaya, pasif gerilimde, kas ağrısında, şişmesinde ve kandaki kas içi proteinlerde bir artışa neden olur (Howatson and Somers, 2008).

Egzersizle ilişkili kas hasarı, özellikle alışılmadık veya yoğun egzersizler sonrasında daha belirgin olabilir. Egzersiz şiddeti, süresi ve türü, kas hasarının boyutunu etkileyebilir (Schoenfeld, 2012). Egzersiz kaynaklı gelişen kas hasarı nedeniyle enzimlerin kanda yüksek düzeyde seyrettiği, gecikmeli olarak ortaya çıkan kas ağrıları ve geçici güç kayıpları görülür (Deyhle, 2016). Özellikle insanlarda kas hasarı göstergesi olan CK ve LDH değerlerinde artış şeklinde gözlenir (Lott and Stang, 1980).

#### **2.5. Kas Hasarının Belirlenmesi**

Kas hasarının tespiti için genellikle görüntüleme yöntemleri ve kas içi enzimlerin plazma miktarının tespit edilmesi gibi iki farklı yöntem kullanılır.

Görüntüleme yöntemleri, kas hasarının tespiti için kullanılan birçok farklı teknik içermektedir. Bu yöntemler genellikle maliyetli ve uygulanabilirlik açısından zor olabilir. Kas içi enzimlerin plazma miktarının tespit edilmesi ise düşük maliyetli ve erişilebilir olması nedeniyle daha yaygın kullanılan bir yöntemdir. Kas hasarı sonrasında, hasarlı kas dokusundan salınan enzimlerle proteinler, kas hasarının boyutunu ve şiddetini yansıtabilir. Kan örnekleri alınarak plazma seviyeleri ölçülür ve hasarın boyutu belirlenmeye çalışılır. Bu yöntem, görüntüleme yöntemlerine kıyasla daha kolay uygulanabilir ve daha ekonomiktir (Roth et al., 2000; Stupka et al., 2001; Clarkson and Hubal, 2002).

Birçok çalışmada egzersize bağlı kas hasarı oluşması durumunda CK ve LDH değerlerinin kandaki seviyelerinin artmış olduğu tespit edilmiştir (Schwane et al., 2000; Walsh et al., 2001).

#### **2.5.1. Kreatin Kinaz**

Kreatin Kinaz (CK), iskelet kaslarında ortaya çıkan doku hasarlarının tespitinde yaygın şekilde kullanılan bir enzimdir (Nie et al., 2011). İnsan dokularında üç farklı izoenzim şeklinde bulunan CK, CK-MM, CK-MB ve CK-BB olarak adlandırılır. CK-MM izoenzimi, iskelet kaslarında bulunan CK'nın %99'unu oluşturur. Bu nedenle, kas dokusunda meydana gelen hasar veya zedelenme sonucunda CK-MM izoenzimi kana salınır ve kandaki total CK seviyelerini artırır (Montgomery et al., 2000; Ercan vd., 2003).

Sağlıklı bir bireyde normal serum CK düzeyleri bireyin cinsiyetine, yaşına ve laboratuvarın referans aralıklarına bağlı olarak değişebilir. Ancak kabul gören referans aralıklarında, erkekler kadınlardan biraz daha yüksek CK düzeylerine sahiptir. Genel olarak kabul edilen normal değerlerin erkeklerde 45-171 U/L (ünite başına litre) ve kadınlarda biraz daha düşük olan 30-135 U/L arasında olduğunu söyleyebiliriz (Simith and Miles, 2000; Schumann and Klauke, 2003).

CK konsantrasyonları, egzersizin şiddetine, süresine ve türüne bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Yoğun veya uzun süreli egzersizler, kas hasarına ve buna bağlı olarak CK seviyelerinde artışa neden olabilir (Clarkson and Hubal, 2002). Kas hasarının en iyi bilinen ve önemli kan belirteçlerinden biri ve kas zarı geçirgenliğinin göstergelerinden biri olan CK serum konsantrasyonları genellikle 24-48 saat sonra yükselişe geçer (Totsuka et al., 2002; Pedersen and Fischer, 2007).

### **2.5.2. Laktat Dehidrogenaz**

LDH, kas hasarı ya da yıkımı gibi durumlarda hücrelerden salınarak kan dolaşımına karışması sebebiyle kas hasarının bir belirteci olarak yararlanılan ve kanda tespit edilebilen bir enzimdir. Vücudumuzun hemen hemen her hücresinde bulunmaktadır (Tiidus, 2008; Rebalka and Hawke, 2014). LDH serum konsantrasyonları normalde düşük seviyededir. Yoğun ve ağır egzersizler ardından kandaki düzeyi belirgin olarak artış gösterir (Brancaccio et al., 2006).

LDH seviyeleri, yapılan antrenmanlar sonrası vücudun metabolik uyum düzeyini göstermektedir. Bundan dolayı LDH seviyesi kas hasarı değerlendirilmesinde önemli bilgiler vermektedir. Antrenman sonrası ortaya çıkan kas hasarında, serum LDH seviyesi en yüksek değerine ilk 6 saatte ulaşır ve egzersizden önceki bazal seviyesine 48-72 saat sonra geri döner (Knitter et al., 2000; Astrand et al., 2003; Lavender and Nosaka, 2006).

LDH kas hasarının belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Kas hasarıyla birlikte, hasar gören kas hücrelerinden kaynaklanan LDH'nin serum düzeylerinde anlamlı bir artış gözlemlenebilir (Jamurtas et al., 2005; Paschalis et al., 2005).

### **2.6. Laktat ve Egzersiz**

Laktat, glikoliz sırasında oluşan pirüvatın bir yan ürünüdür. Yüksek yoğunluklu veya sürekli egzersizler sırasında enerji talebi artar ve kas hücreleri daha hızlı bir şekilde glukozu parçalamaya başlar. Bu süreçte daha fazla laktat üretilir ve kan dolaşımına salınır (Beneke et al., 2003). Laktat eşiği, kan laktat konsantrasyonunda ani bir artış meydana getiren egzersiz yoğunluğu olarak tanımlanır (Facey et al., 2013).

Laktat üretimi, glikojenin hızlı yıkılması, yani glukozun hızla parçalanması sonucunda artar. Bu genellikle yüksek yoğunluklu egzersizler veya kısa süreli, yoğun egzersizler sırasında gerçekleşir. Bu tür egzersizlerde, enerji talebi aniden artar ve kas hücreleri glukozu daha hızlı parçalamaya başlar. Bu süreçte daha fazla laktat üretilir. (Brooks, 1985; Gollnick et al., 1986; Moxnes and Sandbakk, 2012).

Dinlenme sırasında kaslar, yavaş bir şekilde kana LA salarlar. Bu, normal metabolik süreçlerin bir parçasıdır. Ancak, egzersiz sırasında durum farklılık gösterir. Laktik asit, hızlı bir şekilde salınabilen bir madde olduğu için, kaslardan kana geçer ve sistemik dolaşıma karışır. Bu süreç, yüksek yoğunluklu egzersizler

sırasında enerji üretiminin anaerobik yollarla gerçekleştiği durumlarda daha belirgindir. Düşük yoğunluklu aerobik egzersizlerde ise laktik asit üretimi daha düşük seviyelerde gerçekleşir ve laktik asidin temizlenmesi daha etkili olur (Brooks, 1985; Gladden, 2000).

Yoğun egzersizin başlangıcında solunum-dolaşım sisteminin kasların oksijen ihtiyacını karşılayamadığı safhada, kanda LA artar(Akgün, 1986). Hafif-orta yoğunluklu uzun süreli egzersizlerde, başlangıçta kaslardan net laktat çıkışı görülebilir (Brooks, 1985; Gladden, 2000).

Genellikle 4 mmol/L laktat konsantrasyonu, anaerobik eşiğin bir göstergesi olarak kabul edilir ve performansın anaerobik enerji sistemine bağımlı olduğunu gösterir. Aerobik eşik ise genellikle 2 mmol/L laktat konsantrasyonunda belirlenir ve bu nokta, vücudun aerobik enerji üretim kapasitesini gösterir. Aerobik eşiğin üzerindeki egzersizlerde laktat üretimi artar ve anaerobik enerji sistemine daha fazla bağımlı hale gelir. Söz konusu eşik limitleri, bireyin aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin kullanımını ve performansını belirlemede yardımcı olur. Aerobik eşik, dayanıklılık performansının bir göstergesi olarak kullanılabilirken, anaerobik eşik, yüksek yoğunluklu aktivitelerde performansın sürdürülebilirliğini göstermek için önemlidir (Akgün, 1986; Troup, 1986; Loat and Rhodes, 1993; Alpar, 1998).

Sporcular, daha iyi antrenman düzeyine sahip olmaları, aerobik kapasitelerinin daha yüksek olması ve anaerobik eşiklerinin daha ileri seviyede olması durumunda daha yüksek kan laktat seviyelerine ulaşabilirler. Bu durumda, kan laktat seviyeleri 11,4 mmol/L gibi daha yüksek değerlere çıkabilir (Markovic et al., 2008).

## **2.7. Kalp Atım Sayısı ve Egzersiz**

Kalp atım hızı (KAH), bir dakika içerisinde kalbin kaç kez attığını ifade eder(Ergen vd., 2011).Kalp atım hızı, egzersizin şiddetini ve enerji gereksinimini belirlemek için kullanılan önemli bir gösterge olarak kabul edilir. Egzersiz sırasında kalp atım hızının artması, kaslara yeterli oksijen ve besin maddelerinin taşınmasını sağlar ve vücudun enerji ihtiyacını karşılamasına yardımcı olur(Sönmez, 2002).

Antrenman aracı olarak kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) kullanımı ise, antrenman sürecinden sonra aşırı antrenman ve toparlanma olası durumlarını izlemek için dikkat çekici bir şekilde artmıştır (Morales et al., 2014).

Kalp atım hızı dinlenik durumda kişiden kişiye ve aynı kişide farklı zamanlarda değişebilir. Ancak genel olarak dinlenik durumda kalp atım hızı yaklaşık olarak 72 atım/dakika olarak kabul edilir(Fox et al., 1988).Sporcuların dinlenik kalp atım hızı genellikle daha düşüktür. Düzenli antrenman yapan sporcuların kalp kasları daha güçlü olduğu için dinlenik durumda daha az sayıda atışla kanı vücuda pompalayabilirler. Bu da dinlenik kalp atım hızının düşük olmasına neden olur. Spor yapmayan bireylerde ise egzersiz sırasında kalp atım hızı daha belirgin bir şekilde yükselir. Bu, kalbin daha fazla kanı pompalamak için daha sık atması gerektiği anlamına gelir (Günay ve Cicioğlu, 2001).

Egzersiz sırasında ve sonrasında kalp atım hızının izlenmesi spor fizyolojisi açısından önemlidir. Bu bilgiler, egzersiz programlarının etkinliğini değerlendirmek, egzersiz sınırlarını belirlemek ve bireyin kardiyovasküler sağlığını takip etmek için kullanılabilir. Dinlenik kalp atım hızını etkileyen bazı faktörler:

- Yaş.
- Cinsiyet.
- Fiziksel kondisyon.
- Vücut kompozisyonu.
- Stres düzeyi.
- İklim ve ortam koşulları (Günay ve Cicioğlu, 2001).

## **2.8. Toparlanma**

Toparlanma, aktivite sonrası sporcuların aktivite öncesindeki durumlarına dönmesidir (Köseoğlu ve Kin, 2008). Sporcular tekrarlı ve yüksek şiddette aktiviteler içeren antrenman birimlerini haftanın birçok gününde uygulamakta ve bu dönemde müsabakalarda da yer almaktadırlar. Futbol ve benzeri aralıklı oyun yapısına sahip branşlarda, antrenman ve maçlarda orta ve yüksek hızlarda birçok hızlanma, yavaşlama, patlayıcı sıçramalar ile eksantrik kasılmalardan ve darbelerden kaynaklı travmalar meydana gelmektedir (Reilly et al., 2008).

Yoğun antrenman ve maç temposu, kısa süreli toparlanma periyotları ile birlikte; kas-iskelet, sinir, bağışıklık ve metabolik sistemlerde büyük fizyolojik ihtiyaçlara neden olurken, arka arkaya uygulanan tüketici performanslarda da negatif etkilere yol açmakta ve bazı sporcuların da aşırı yüklenmeye bağlı sakatlık yaşamasına sebep olmaktadır (Reilly and Ekblom, 2005; Barnett, 2006).

Toparlanma, antrenmanlar arasındaki süreçte vücudun yenilenme ve iyileşme sürecine girmesini sağlar. Antrenman sonrası uygun bir toparlanma süreci, sporcuların performanslarını artırmak, yorgunluğu azaltmak ve sakatlanma riskini en aza indirmek için önemlidir. Egzersiz sonrası toparlanmanın amacı, organizmayı dinlendirmek veya egzersizden önceki şartlara yeniden hazırlanmaktır (Fox, 1988; Fox et al., 1989). Laktik asit yorgunluğa neden olan en önemli faktörlerden birisi olduğundan, toparlanma veya dinlenme, vücuttaki laktik asidin azalmasıyla başlar (Fox et al., 1989). Kandan laktatın uzaklaştırılması, toparlanma sürecinin önemli bir yönüdür ve tekrarlanan egzersiz aktivitelerinin istendik düzeyde yapılabilmesi için çok önemlidir (Micklewright et al., 2006).

Toparlanma, vücuttaki laktik asidin azalmasıyla başlar. Maksimal bir egzersizden sonra kan ve kasta oluşan laktik asidin uzaklaştırılması, pasif dinlenme ile yaklaşık 2 saat, aktif dinlenmede ise 1 saat kadar sürer (Ural, 1972; Fox et al., 1989). Toparlanma kalp atım sayısı ise antrenmanın sağladığı yararların bir göstergesi olarak kullanılır (Roberts, 2002).

### **2.8.1. Toparlanma Hızına ve Sürecine Etki Eden Faktörler**

Egzersiz sırasında ve sonrası toparlanma hızı ve süreci birçok faktörden etkilenebilir. İşte bu faktörlerden bazıları:

- **Egzersizin Yoğunluğu ve Süresi:** Yüksek yoğunluklu ve uzun süreli egzersizlerde daha fazla kas hasarına neden olabilir ve toparlanma süresini uzatabilir.
- **Beslenme:** Doğru beslenme, egzersiz sonrası toparlanma sürecinde büyük önem taşır. Protein, karbonhidrat ve sağlıklı yağların uygun miktarlarda alınması, kas onarımını ve yeniden yapılanmayı destekler.
- **Hidrasyon Durumu:** Egzersiz sırasında kaybedilen sıvıların yerine konması, toparlanmayı destekler. İyi bir hidrasyon durumu, kasların daha hızlı iyileşmesini sağlar ve performansı artırır.
- **Dinlenme ve Uyku:** Yeterli dinlenme ve uyku, kasların onarımı ve yeniden yapılanması için önemlidir. Egzersiz sonrasında yeterli uyku almak, toparlanma sürecini hızlandırır.
- **Aktif Dinlenme:** Egzersiz sonrasında düşük yoğunluklu aktiviteler yapmak, kan dolaşımını artırır ve toksinlerin uzaklaştırılmasını hızlandırır. Aktif

dinlenme, hafif yürüyüş, esneme egzersizleri veya düşük yoğunluklu aerobik aktiviteler gibi aktiviteleri içerir.

- Genetik Faktörler: Her bireyin toparlanma süreci farklıdır ve genetik faktörler bu sürece etki eder. Bazı kişiler doğal olarak daha hızlı toparlanabilirken, diğerleri daha uzun sürelere ihtiyaç duyabilir.

Bu faktörler, egzersiz sonrası toparlanma ve iyileşme süresini etkileyebilir. Bireysel farklılıklar göz önüne alınarak, uygun toparlanma stratejileri ve yöntemleri kullanılmalıdır(Coffey et al., 2004; Tessitore et al., 2007; Karatosun, 2010; Akgül ve Çakmakçı, 2013).

### **2.8.2. Toparlanma Yöntemleri**

Yapılan araştırmalara göre toparlanma için önemli rol oynayan etkenler aşağıda verilmiştir.

- Aktif Toparlanma: Hafif koşu-jogging-streching
- Pasif Toparlanma:Hareketsiz dinlenme
- Soğuk/Sıcak tedavi: Soğuk kompresler (buz uygulaması) kas iltihabını azaltır ve ağrıyı hafifletir.
- Masaj ve Yumuşatma teknikleri: Kaslara masaj yapmak, kan dolaşımını artırır, kas spazmlarını hafifletir ve iyileşmeyi hızlandırır.
- Doğal Antiinflamatuvarlar: Bazı besinler doğal antiinflamatuvar özelliklere sahiptir ve kas iltihabını azaltmaya yardımcı olabilir.

Yaşam koşullarının daha iyi hale getirilmesi (Coffey et al., 2004; Tessitore et al., 2007).

### **2.9. Sitokinler**

Sitokinler hücrel düzenleyici proteinlerdir (Güner vd., 1997; Mooren and Völker, 2005). Çeşitli uyaranlara karşı, cevap olarak özel hücreler tarafından salgılanırlar ve hedef hücrenin davranışını etkilerler (Febbraio and Pedersen, 2005; Moren and Völker, 2005; Pedersen and Febbraio, 2008). Başka bir tanıma göre; egzersiz kaynaklı doku hasarı ve inflamasyon durumunda, vücut bazı savunma mekanizmalarını devreye sokar. Bu süreçte sitokin adı verilen bazı hücreler üretilir ve salgılanır(Abbas vd., 2007).Ayrıca sitokinler hücre büyümesi ve değişimi, doku

tamiri ve yeniden yapılanması, immün cevabın düzenlenmesinde hücreler arasında kimyasal haberleşmeyi sağlarlar (Oberholzer et al., 2000).

Sitokinler genel etkileri bakımından proinflamatuvar ve antiinflamatuvar sitokinler olarak iki ana başlıkta ele alınabilir. İnflamatuvar cevabı başlatmak için gerekli uyarıyı sağlayanlara proinflamatuvar, inflamasyon sonucunda doku hasarını engelleyenlere de antiinflamatuvar denilmektedir (Borish and Steinke, 2003; Abbas et al., 2014; Akdoğan ve Yöntem, 2018).

İnflamasyon sürecinde, proinflamatuvar ve antiinflamatuvar sitokinlerin dengeli bir şekilde salınması önemlidir. Proinflamatuvar sitokinler, inflamasyonun başlangıcında ve ilk safhalarında salınır. Antiinflamatuvar sitokinler ise inflamasyonun daha sonraki evrelerinde salınır ve inflamatuvar yanıtın kontrolünü sağlarlar (Alkharfy et al., 2000; Casey, 2000).

Yoğun egzersiz sonrasında proinflamatuvar sitokinlerin salınımı genellikle artar ve pik seviyelerine ulaşır. Bu genellikle egzersizden sonra ilk 2-4 saat içinde gerçekleşir. Akut olarak salınan antiinflamatuvar sitokinlerin ise proinflamatuvar sitokinlerin salınımını azaltabileceği belirtilmektedir (Suzuki et al., 2002). Bu, inflamasyonun aşırı veya kronik hale gelmesini önleyebilir ve toparlanma sürecini destekleyebilir.

İnsan vücudundaki en büyük organ sayılan iskelet kasının kasılarak sitokin üretmesinin keşfedilmesi sonucunda, iskelet kasının metabolizma ve organ sistemlerini etkileyen hormon benzeri faktörler salgılayan endokrin bir organ olduğu düşünülmektedir. İskelet kası liflerinden salınarak otokrin, parakrin ve endokrin etkilere sahip olan sitokinler ve diğer peptitler 'miyokin' olarak tanımlanmıştır (Pedersen and Febbraio, 2012). Miyokinler, kas dokusunda üretilen ve salgılanan proteinlerdir. Bu proteinler, kas hücrelerinde anabolik (yapıcı) veya katabolik (yıkıcı) süreçleri etkileyebilir. Miyokinlerin salınımı, kas gelişimi, rejenerasyonu ve metabolik adaptasyonlar gibi önemli süreçlerde rol oynar (Schoenfeld, 2016).

Egzersiz, immün sistemin akut yanıtlarını etkileyebilir ve sitokinlerin salınımına neden olabilir. Sitokinler, düşük molekül ağırlıklı ve peptit yapılı proteinlerdir ve immün sistemde önemli rol oynarlar (Schoenfeld, 2020). Yoğun travma, termal yaralanma, sistemik infeksiyon, şok, akut pankreatit ve miyokard infarktüsü gibi durumlar, vücutta ciddi bir stres yanıtı oluşturur ve bu da sistemik

sitokin salınımına yol açabilir(Suzuki et al., 2002). Enerji metabolizması ve kas yenileme kapasitesi ile ilgili olan miyokinler, akut ya da düzenli egzersizlerle aktif kaslara destek sağlamakta (Esfahani et al., 2015) ve düzenli fiziksel aktivite ile birlikte bireyleri metabolik hastalıklardan korumaktadır (Aslan ve Yardımcı, 2017).

Egzersize yanıt olarak hem proinflamatuvar hem de antiinflamatuvar süreci izleme egzersizin sağlık üzerindeki etkilerini anlamak, performansı optimize etmek için önemlidir.

### **2.9.1. İnterleukin 1-Beta**

İnterleukin 1beta (IL-1 beta), inflamasyonda önemli roller oynayan proinflamatuvar bir sitokindir (Matsuki et al., 2003). Yaralanmalar ve enfeksiyonlar sırasında salgılanır (Walsh et al., 2011). Ayrıca, metabolik ve immünolojik fonksiyona sahip en güçlü proinflamatuvar sitokinlerden biridir (Bourke et al., 2003).

Yoğun egzersize yanıt olarak IL-1beta akut olarak artmaktadır (Nieman et al., 2004). Özellikle yorucu akut egzersizlerde IL-1 beta ve IL-6gibi sitokinlerin plazma seviyeleri artış göstermektedir (Pedersen and Hoffman, 2000; Flynn et al., 1999). Kas hasarına bağlı olarak IL-1 beta'nın artan salınımı, inflamasyon sürecinin başlamasında ve doku onarımının başlatılmasında bir rol oynayabilir. Bu da IL-1 beta'nın akut faz yanıtının önemli bir parçası olduğunu göstermektedir (Walsh et al., 2011). IL-1 beta, egzersizin şekline ve şiddetine bağlı olarak farklılık gösterir ve hücrese düzeyde artmaya başlar (Simith and Miles, 2000).

### **2.9.2. İnterleukin 4**

İnterleukin 4 (IL-4), egzersizde gözlemlenen genel antiinflamatuvar ortama katkıda bulunabilecek bir sitokindir (Moldoveanu et al., 2001). IL-4, IL-4 reseptörü aracılığıyla kas hücresi füzyonunun ve kas büyümesinin düzenlenmesinde rol oynar (Rosa Neto et al., 2009).

IL-4, egzersizle ortaya çıkan kas hasarının onarımıyla sonuçlandığından bağışıklık tepkisi için önemlidir (Rosa Neto et al., 2011). Egzersizden kaynaklı yaralanma bölgesinde IL-4, IL-5 gibiantiinflamatuvar sitokinler salgılayarak bağışıklıksistemi fonksiyonunu desteklemektedir (Bobinski et al., 2018).

Karaciğer, beyin ve kas hücreleri gibi hücrelerin IL-4'ü eksprese edebildiği bildirilmiştir (Meksawan et al., 2004). Bununla birlikte, IL-4'ün egzersize, uzun

sürekli kas adaptasyonlarında, rol oynadığı bildirilmiştir (Prokopchuk et al., 2007). Ayrıca, kuvvet antrenmanı ve akut yorucu egzersizden sonra IL-4 seviyesinin artış gösterdiği tespit edilmiştir (Nielsen and Pedersen, 2007; Della et al., 2014).

### **2.10. YKL-40**

YKL-40 veya diğer adıyla Chitinase-3 Protein-1 (CHI3L1), bir protein olarak bilinir (Johansen, 2006). YKL-40 olarak adlandırılması yapısında trozin (Y), lizin (K), lösin (L) amino asitlerinden bulunması ve 40 kDa büyüklüğünde olmasından kaynaklanmaktadır (Conrozier et al., 2000; Rathcke and Vestergaard 2009; Thomsen et al., 2010).

Bir akut faz proteini olan YKL-40, hem akut hem de kronik inflamasyonla ilgili yeni bir potansiyel inflamatuvar belirteçtir (Kastrup, 2012). Fizyolojik işlevi tam olarak bilinmemekle birlikte, YKL-40'ın, dokularda yeniden şekillenmede, iltihaplanmada rol oynadığı düşünülmektedir (Saitou et al., 2005; Faibish et al., 2011; Tizaoui et al., 2022). Ayrıca YKL-40 serum düzeylerinin, eklem kıkırdak yıkımını ve inflamasyonunun derecesini gösteren bir belirteç olabileceği bildirilmektedir (Johansen et al., 1996; Conrozier et al., 2000; Punzi et al., 2005).

YKL-40, nötrofiller, kondrositler, kanser hücreleri, vasküler düz kas hücreleri gibi çeşitli hücreler tarafından salgılanırlar. YKL-40'ın salınımı, aktive edilmiş makrofajlar tarafından gerçekleştirilen inflamatuvar ve doku remodelleme süreçleriyle de ilişkilidir (Johansen, 2006; Johansen et al., 2006; Johansen et al., 2007; Roslind and Johansen, 2009; Bilim et al., 2010; Zheng et al., 2010; Kazakova et al., 2013; Keles vd., 2014)

### **2.11. ACTA-1**

Aktin, alfa iskelet kası hücrelerinde bulunan bir proteindir ve insanlarda ACTA-1 geni tarafından kodlanır (Mogensen et al., 1998). İskelet kasında ifade edilen ACTA-1, belirlenen altı farklı aktin izoformundan biridir. Aktinler, hücre hareketliliği, yapısı ve bütünlüğüne dahil olan yüksek oranda korunmuş proteinlerdir (Gunning et al., 1983). Alfa aktinler, kasılma mekanizmasının önemli bir bileşenidir ve aktin izoformu iskelet kasında eksprese edilir (Gunning et al., 1983). ACTA-1 geni, yetişkin iskelet kasının sarkomer ince filamentlerinde baskın aktin izoformudur ve kas kasılması için miyozinle birlikte gerekli olan iskelet kası aktinini kodlayıp ve

özellikle kalın filamentin miyozini ile etkileşerek kas kasılması için etkide bulunur (Bergen et al., 2003; Craig and Padron, 2004; Laing et al., 2009).

ACTA-1 genindeki mutasyonlar kalp kasının normal fonksiyonunu bozarak kalp yetmezliği ve fiziksel performansta azalmaya yol açabilmektedir (Molkentin and Dorn, 2001; McMullen et al.,2003).

Aktinler hücrelerde bulunan küresel bir proteindir. Ayrıca;

a-aktinler kas dokularında bulunur.

a-aktinler kasılma aygıtının önemli bir bileşenidir.

a-aktin hücrede bol miktarda bulunur.

a-aktin, iskelet kası hasarının yeni ve güvenilir bir göstergesidir (Mehdikhani, 2010).

### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Katılımcılar**

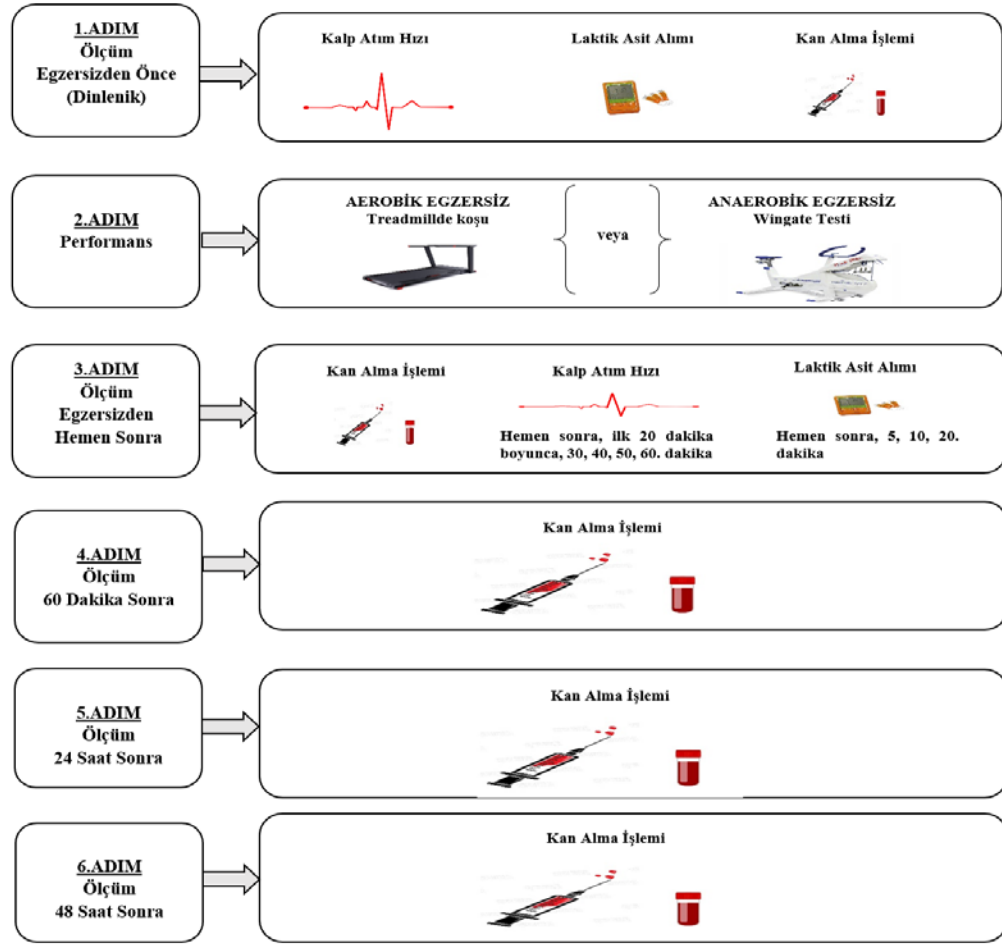
Bu çalışmaya aktif bir şekilde futbol oynamakta olan ve haftada en az dört gün antrenman yapan, yaş ortalaması  $20,63 \pm 2$ , vücut ağırlığı  $72,89 \pm 1$  kg, boy uzunluğu  $179,94 \pm 1$  cm olan 20 erkek futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmamız nicel desenlerden deneysel bir araştırmadır. Çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 2020/586 etik kurul kararına uygun yapılmıştır.

#### **3.2. Araştırmanın Deneysel Tasarımı**

Araştırmada kullanılan cihazlar ve uygulanan ölçümler hakkında katılımcılara çalışma öncesinde gerekli bilgiler verilmiştir. Ölçümlerde ergometreler yada test protokollerinden kaynaklı adaptasyon sorunları yaşamamak ve güvenilir sonuçlar elde etmek için asıl testten önce katılımcılara deneme ölçümleri yaptırılmıştır. Ölçümler, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların demografik bilgileri (yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı) kayıt altına alınmıştır. Katılımcıların dinlenik durumda olmaları için testten bir gün önce ve test günü antrenmanlarının olmamasına dikkat edilmiştir. Katılımcılar randomize bir şekilde gruplara ayrılarak birer hafta ara ile aerobik egzersiz (Treadmillde eğimsiz bir düzlemde düşük tempoda 40 dakika koşu) ve anaerobik egzersize (Wingate testi) katılım göstermiştir. Sonuçların kişilerin gün içi ritimlerinden etkilenmemesi için testler, haftanın aynı günü ve saatinde kahvaltıdan iki saat sonra yapılmıştır. Çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (EK-1).

#### **3.3. Çalışma Dizaynı**

Çalışma dizaynına, her katılımcı ( $n=20$ ), iki egzersiz türündede katılım göstermiştir. İlk ölçümde aerobik egzersiz yapan 10 futbolcu bir hafta sonra ikinci ölçümde anaerobik egzersize katılım göstermiştir. Aynı şekilde ilk ölçümde anaerobik egzersiz yapan 10 futbolcu bir hafta sonra ikinci ölçümde aerobik egzersize katılım göstermiştir.



Şekil 3.1. Tez Çalışmasının Akış Şeması

- 1- 20 katılımcı performans öncesi randomize olarak iki gruba ayrılmıştır.
- 2- Katılımcıların aerobik ve anaerobik performans öncesinde (dinlenik) kalp atım hızı değerleri ölçülmüştür.
- 3- Katılımcıların toparlanmalarını takip etmek için laktik asit değerleri ölçülmüştür. Katılımcıların aerobik ve anaerobik performans öncesinde (dinlenik) laktik asit değerleri kulak memesinden kan alınarak ölçülmüştür.
- 4- Katılımcıların aerobik ve anaerobik performans öncesinde IL-1 beta, IL-4, YKL-40, ACTA-1, CK ve LDH seviyelerini tespit etmek için kol ven damarından yaklaşık 5 ml kan örneği alınmıştır.
- 5- Her katılımcıya aerobik egzersiz (treadmillde düşük tempoda, 40 dakika koşu) ve anaerobik egzersiz (wingate testi) tabi tutulmuştur.
- 6- Aerobik ve anaerobik performanstan hemen sonra katılımcıların IL-1 beta, IL-4, YKL-40, ACTA-1, CK ve LDH seviyelerini tespit etmek için kol ven damarından yaklaşık 5 ml kan örneği alınmıştır.

- 7- Katılımcıların toparlanmalarını takip etmek için kalp atım hızı değerleri ölçülmüştür. Aerobik ve anaerobik performans sonrası kalp atım hızı değerleri, performanstan hemen sonra başlamış, ilk 20 dakika boyunca her bir dakikada ve 30, 40, 50 ve 60. dakikada ölçülmüştür.
- 8- Aerobik ve anaerobik performanstan hemen sonra, 5. 10. ve 20. dakika da olmak üzere laktik asit değerleri ölçülmüştür. Laktik asit ölçümü için testlerden hemen sonra kulak memesinden kan alma işlemi yapılmış ve devamında katılımcılar oturtularak toparlanmaları takip edilmiştir
- 9- Aerobik ve anaerobik performanstan 60 dakika sonra katılımcıların IL-1 beta, IL-4, YKL-40, ACTA-1, CK ve LDH seviyelerini tespit etmek için kol ven damarından yaklaşık 5 ml kan örneği alınmıştır.
- 10- Aerobik ve anaerobik performanstan 24 saat sonra katılımcıların IL-1 beta, IL-4, YKL-40, ACTA-1, CK ve LDH seviyelerini tespit etmek için kol ven damarından yaklaşık 5 ml kan örneği alınmıştır.
- 11- Aerobik ve anaerobik performanstan 48 saat sonra katılımcıların IL-1 beta, IL-4, YKL-40, ACTA-1, CK ve LDH seviyelerini tespit etmek için kol ven damarından yaklaşık 5 ml kan örneği alınmıştır.
- 12- Ölçümler aşağıda anlatıldığı gibi yapılmıştır.

### **3.4. Kalp Atım Hızı Ölçümü**

Çalışmamızda katılımcıların kalp atım hızı ölçümleri için Polar Saat (V800 Nabız Ölçer) kullanılmıştır. Bu saat, katılımcıların nabzını doğrudan ölçerek kalp atım hızı verilerini anlık olarak kaydetmemizi sağlamıştır. Katılımcıların egzersizden önce (dinlenik) kalp atım hızı değerleri kayıt altına alındıktan sonra aerobik/anaerobik egzersiz uygulanmıştır. Egzersiz sonrası katılımcıların toparlanma süreci değerlendirilmiştir. Toparlanma evresi oturarak geçirilmiş ve ilk 20 dakika boyunca her bir dakikada, 30, 40, 50. ve 60. dakikada KAH kayıt altına alınmıştır.

### **3.5. Laktik Asit Ölçümü**

Çalışmamızda katılımcıların laktat konsantrasyonu ölçümleri için The Edge markalaktat ölçer kullanılmıştır. Veriler laktat ölçer ile mmol/L cinsinden ölçülmüştür. Kan örneği kulak memesinden alınmış ve sterilizasyon kurallarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Kulak memesi, Softclix marka kalem şeklindeki bir cihazla delinmiş ve alınan kan örneği laktat test şeridine damlatılmıştır. Şerit, laktat

ölçer aletine yerleştirildikten yaklaşık 30 saniye sonra kanın laktik asit konsantrasyonu sonucu alınmıştır. Katılımcıların dinlenik laktik asit değerleri öncelikle kaydedilmiş ve ardından aerobik/anaerobik egzersize tabi tutulmuşlardır. Egzersizden önce, egzersizden hemen sonra ve 5, 10. ve 20. dakikalarda katılımcıların kan laktik asit değerleri ölçülmüştür. Katılımcılar toparlanma evresini oturarak tamamlamışlardır.

### **3.6. Kan Alma İşlemi**

IL-1beta, IL-4, YKL-40, ACTA1, CK, LDH analizleri için kol ven damarından yaklaşık 5 ml kan örneği alınmıştır. Kan alma işlemi, aerobik ve anaerobik performans öncesi (dinlenik), aerobik ve anaerobik performanstan hemen sonra, 60 dakika, 24 saat ve 48 saat sonra yapılmıştır. Alınan kan örnekleri analiz yapılmak üzere Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarına götürülmüştür. Laboratuvarda 10 dakika bekletildikten sonra santrifüj edilen tüplerden serum kısmı ayrıştırılmıştır. Ayrıştırılan serumlardan IL-1 beta, IL-4, YKL-40, ACTA1, CK ve LDH düzeyi ölçülmüştür.

### **3.7. Kan Örneklerinin Konsantrasyonlarının Belirlenmesi**

Kan örnekleri 3000 xg de 10 dakika santrifuj (Shimadzu UV160A, S.No: 28006648, Japan) edildi ve elde edilen serumlar çalışma için ayrıldı. Örnekler çalışma gününe kadar -80 °C de saklandı. Çalışma günü tüm serumlar oda ısısına (25°C) getirildi.

#### **3.7.1. Human Interleukin 1Beta Konsantrasyonlarının Belirlenmesi**

Serum IL-1 beta konsantrasyonları Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında ticari olarak piyasada bulunan Human IL-1 beta ELISA kit (Nepenthe Research Technologies, Cat No. NE010014301, Gebze, Türkiye) ile enzim linked immunosorbent assay yöntemi ile çalışıldı. Tüm çalışma çözeltileri taze olarak hazırlandı ve kullanmadan önce oda ısısında (25 °C) bekletildi.

Human IL-1 beta standartı kullanılarak seri dilüsyon yöntemiyle, 7 adet standart (S1-4000 pg/L, S2-2000 pg/L, S3-1000 pg/L, S4-500 pg/L, S5-250 pg/L, S6-125 pg/L ve S7-62,5 pg/L) hazırlandı. ELISA plate üzerinde blank, standartlar ve örnekler için kuyucuklar belirlendi. Blank kuyucuğuna substrat A, substrat B ve stop çözeltisi dışında herhangi bir şey eklenmedi. Standartlara örnekler ile aynı prosedür

uygulandı. Her bir kuyucuğa 50µL standart (S1-S7) pipetlendi ve her bir örnekten 40 µL + 10 µL IL-1 beta antikorı pipetlendi. Daha sonra standartlar ve örnekler 50 µL Streptavidin-Horse Radish Peroksidaz eklenerek 37°C' de 60 dk. inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında plate otomatik yıkayıcı yardımıyla 5 kez 350 µL yıkama solüsyonu ile yıkandı. Tüm kuyucuklara 50 µL substrat A ve 50 µL substrat B ilave edilerek 37°C' de 10 dk. inkübasyona bırakıldı. Sonrasında 50 µL stop solüsyonu pipetlenerek reaksiyon durduruldu. Çalışma sonunda TECAN marka Micro plate reader kullanılarak 450 nm dalga boyunda absorbanslar okundu.

Numune Human IL-1 betakonsantrasyonları standart değerleri kullanılarak oluşturulan standart eğriye göre hesaplandı ve elde edilen konsantrasyonlar pg/L olarak ifade edildi. Ortalama inter-assay CV <% 10, intra-assay CV ise <%8 idi. Kit sensitivity 1.02 pg/L ve assay range 62,5 pg/L-8000 pg/L verilmişti.Yüksek konsantrasyonlu örnekler iki kez çalışılarak doğrulandı.

### **3.7.2. Human Interleukin 4 Konsantrasyonlarının Belirlenmesi**

Serum IL-4 konsantrasyonları Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında ticari olarak piyasada bulunan Human Interleukin 4 (IL-4) ELISA kit (Nepenthe Research Technologies, Cat No. NE010009201, Gebze, Türkiye) ile enzim linked immunosorbent assay yöntemi ile çalışıldı. Tüm çalışma çözeltileri taze olarak hazırlandı ve kullanmadan önce oda ısısında (25 °C) bekletildi.

Human IL-4 standartı kullanılarak seri dilüsyon yöntemiyle, 7 adet standart (S1- 640 ng/L, S2- 320 ng/L, S3-160 ng/L, S4- 80 ng/L, S5- 40 ng/L, S6- 20 ng/L ve S7- 10 ng/L) hazırlandı. ELISA plate üzerinde blank, standartlar ve örnekler için kuyucuklar belirlendi. Blank kuyucuğuna substrat A, substrat B ve stop çözeltisi dışında herhangi bir şey eklenmedi. Standartlara örnekler ile aynı prosedür uygulandı. Her bir kuyucuğa 50µL standart (S1-S7) pipetlendi ve her bir örnekten 40 µL + 10 µL IL4-antikorı pipetlendi. Daha sonra standartlar ve örnekler 50 µL Streptavidin-Horse Radish Peroksidaz eklenerek 37°C' de 60 dk. inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında plate otomatik yıkayıcı yardımıyla 5 kez 350 µL yıkama solüsyonu ile yıkandı. Tüm kuyucuklara 50 µL substrat A ve 50 µL substrat B ilave edilerek 37°C' de 10 dk. inkübasyona bırakıldı. Sonrasında 50 µL stop

solüsyonu pipetlenerek reaksiyon durduruldu. Çalışma sonunda TECAN marka Micro plate reader kullanılarak 450 nm dalga boyunda absorbanslar okundu.

Numune Human IL-4 konsantrasyonları standart değerleri kullanılarak oluşturulan standart eğriye göre hesaplandı ve elde edilen konsantrasyonlar ng/L olarak ifade edildi. Ortalama inter-assay CV <%10, intra-assay CV ise <%8 idi. Kit sensitivity 2.43 ng/L ve assay range 5 ng/L- 1280 ng/L verilmişti. Yüksek konsantrasyonlu örnekler iki kez çalışılarak doğrulandı.

### **3.7.3. Human Chitinase-3 Protein-1; YKL-40 Konsantrasyonlarının Belirlenmesi**

Serum YKL-40 konsantrasyonları Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında ticari olarak piyasada bulunan Human Human Chitinase-3 Protein-1; YKL-40 ELISA kit (Nepenthe Research Technologies, Cat No. NE010206301, Gebze, Türkiye) ile enzim linked immunosorbent assay yöntemi ile çalışıldı. Tüm çalışma çözeltileri taze olarak hazırlandı ve kullanmadan önce oda ısısında (25 °C) bekletildi.

Human YKL-40 standartı kullanılarak seri dilüsyon yöntemiyle, 7 adet standart (S1- 240 ng/mL, S2- 120 ng/mL, S3-60 ng/mL, S4- 30 ng/mL, S5- 15 ng/mL, S6- 7,5 ng/mL ve S7- 3,75 ng/mL) hazırlandı. ELISA plate üzerinde blank, standartlar ve örnekler için kuyucuklar belirlendi. Blank kuyucuğuna substrat A, substrat B ve stop çözeltisi dışında herhangi bir şey eklenmedi. Standartlara örnekler ile aynı prosedür uygulandı. Her bir kuyucuğa 50µL standart (S1-S7) pipetlendi ve her bir örnekten 40 µL + 10 µL YKL40 -antikoru pipetlendi. Daha sonra standartlar ve örnekler 50 µL Streptavidin-Horse Radish Peroksidaz eklenerek 37°C' de 60 dk. inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında plate otomatik yıkayıcı yardımıyla 5 kez 350 µL yıkama solüsyonu ile yıkandı. Tüm kuyucuklara 50 µL substrat A ve 50 µL substrat B ilave edilerek 37°C' de 10 dk. inkübasyona bırakıldı. Sonrasında 50 µL stop solüsyonu pipetlenerek reaksiyon durduruldu. Çalışma sonunda TECAN marka Micro plate reader kullanılarak 450 nm dalga boyunda absorbanslar okundu.

Numune Human YKL-40 konsantrasyonları standart değerleri kullanılarak oluşturulan standart eğriye göre hesaplandı ve elde edilen konsantrasyonlar ng/mL olarak ifade edildi. Ortalama inter-assay CV <%10, intra-assay CV ise <%8 idi. Kit

sensitivity 0.28 ng/mL ve assay range 3,75 ng/mL- 240 ng/mL verilmişti. Yüksek konsantrasyonlu örnekler iki kez çalışılarak doğrulandı.

#### **3.7.4. Human Actin Alpha-1, Skletal Muscle Konsantrasyonlarının Belirlenmesi**

Serum ACTA konsantrasyonları Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında ticari olarak piyasada bulunan Human Actin Alpha-1, Skletal Muscle (ACTA) ELISA kit (Nepenthe Research Technologies, Cat No. NE010297201, Gebze, Türkiye) ile enzim linked immunosorbent assay yöntemi ile çalışıldı. Tüm çalışma çözeltileri taze olarak hazırlandı ve kullanmadan önce oda ısısında (25 °C) bekletildi.

Human ACTA standartı kullanılarak seri dilüsyon yöntemiyle, 7 adet standart (S1- 64 ng/mL, S2- 32 ng/mL, S3-16 ng/mL, S4- 8 ng/mL, S5- 4 ng/mL, S6- 2 ng/mL ve S7- 1 ng/mL) hazırlandı. ELISA plate üzerinde blank, standartlar ve örnekler için kuyucuklar belirlendi. Blank kuyucuğuna substrat A, substrat B ve stop çözeltisi dışında herhangi bir şey eklenmedi. Standartlara örnekler ile aynı prosedür uygulandı. Her bir kuyucuğa 50µL standart (S1-S7) pipetlendi ve her bir örnekten 40 µL + 10 µL ACTA-antikoru pipetlendi. Daha sonra standartlar ve örnekler 50 µL Streptavidin-Horse Radish Peroksidaz eklenerek 37°C' de 60 dk. inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında plate otomatik yıkayıcı yardımıyla 5 kez 350 µL yıkama solüsyonu ile yıkandı. Tüm kuyucuklara 50 µL substrat A ve 50 µL substrat B ilave edilerek 37°C' de 10 dk. inkübasyona bırakıldı. Sonrasında 50 µL stop solüsyonu pipetlenerek reaksiyon durduruldu. Çalışma sonunda TECAN marka Micro plate reader kullanılarak 450 nm dalga boyunda absorbanslar okundu.

Numune Human ACTA konsantrasyonları standart değerleri kullanılarak oluşturulan standart eğriye göre hesaplandı ve elde edilen konsantrasyonlar ng/mL olarak ifade edildi. Ortalama inter-assay CV <%10, intra-assay CV ise <%8 idi. Kit sensitivity 0.31 ng/mL ve assay range 1 ng/mL-64 ng/mL verilmişti. Yüksek konsantrasyonlu örnekler iki kez çalışılarak doğrulandı.

### **3.7.5. Human Creatine Kinase Konsantrasyonlarının Belirlenmesi**

CK konsantrasyonları Roche Diagnostics GmbH CK kitleri (Ref.no.05168546-190) kullanılarak fotometrik yöntem ile Roche Hitachi Cobas 8000 (Japan) cihazıyla çalışıldı. Ölçüm aralığı 7-2000 U/L verilmişti.

### **3.7.6. Human Laktate Dehidrogenase Konsantrasyonlarının Belirlenmesi**

LDH konsantrasyonları Roche Diagnostics GmbH LDHI2 kitleri (Ref.no.05169330-190) kullanılarak fotometrik yöntem ile Roche Hitachi Cobas 8000 (Japan) cihazıyla çalışıldı. Ölçüm aralığı 10-1000 U/L verilmişti.

### **3.8. Treadmill'de Koşu Aerobik Egzersiz**

Aerobik egzersizler Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesinde bulunan treadmill (koşu bandında) uygulatılmıştır. Sporcular aerobik performanslarının ölçümü için treadmillde 40 dk boyunca düşük şiddette (%60) koşu yapmışlardır. Sporcuların koşu Kalp Atım Hızı değerleri Karvonen formülü ile hesaplanmıştır.

Karvonen formülü  $(220 - \text{Yaş} - \text{Din KAH}) \times \text{Antrenman şiddeti} + \text{Din KAH}$

Sporculara 5 dakikalık ısınma (saatte 4 km hızda 3 dk yürüme, saatte 5 km hızda 2 dk jog), uygulatılmıştır. Isınmanın ardından 1 dakikalık dinlenme arası verilmiştir. Sporcular dinlenmeyi oturarak tamamlamıştır. Dinlenmenin ardından sporcular aerobik egzersize başlamışlardır.

### **3.9. Wingate Anaerobik Güç Testi (WAnT)**

Katılımcıların anaerobik performanslarını ölçmek için Monark marka 894 E tipi (Model 894E, Varberg, Sweden) bisiklet ergometresi ve bisiklete bağlı bilgisayar düzeneği kullanılmıştır. Her katılımcıya optimal bisiklet çevirme pozisyonunu sağlamak için gidon ve sele ayarlamaları yapılmıştır. Bu ayarlamalardan oturma yüksekliğini ayarlamak için, katılımcının ayağındaki pedal en alt seviyede ve pedal yere paralel durumdayken, diz açısının  $175^\circ$  fleksiyonda olmasına özen gösterilmiştir. Katılımcıların iki ayağı da pedal sıkma peronları ile pedala sabitlenmiştir. Katılımcıların vücut ağırlıklarının %7.5'ine denk gelen ağırlıktaki yük, kefenin sağında ve solunda bulunan kısımlara eşit dağılacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu test standart yöntemlere göre uygulanmıştır (Inbar et al., 1996). Katılımcılar, 60-70 (rpm) devir/dakika pedal hızında 5 dakika boyunca pedal çevirerek ısınma yapmışlardır. Isınmanın 3. ve 5. dakikalarında 5 saniyelik sprintler

gerçekleştirilmiştir. Isınma sürecinin ardından katılımcılar, test öncesinde nabızlarının 100 atım/dakika düşene kadar dinlenmişlerdir. Dinlenme süresinin ardından test başlatılmış katılımcıların pedal hızları 150 devir/dk'ya ulaştığında kefler otomatik olarak düşmüş ve 30 sn yüklenme bu aşamadan sonra başlamıştır ve katılımcılar belirlenen dirence karşı 30 saniye boyunca en yüksek hızda pedal çevirmişlerdir. Test süresince katılımcılar sözel olarak teşvik edilmiştir. Test sonucunda katılımcıların zirve güç, ortalama güç ve minimum güç değerleri elde edilmiştir.

### **3.10. Algılanan Zorluk Derecesi**

Katılımcıların algıladıkları egzersiz zorluk derecesini belirlemek için Borg'un (1982) algılanan zorluk derecesi (AZD) skalası kullanılmıştır. Borg'un Algılanan Zorluk Derecesi (AZD) skalası, egzersizin zorluk derecesini değerlendirmek için kullanılan bir ölçektir. Bu skalada, katılımcıların egzersiz sırasında algıladıkları zorluk seviyesini ifade etmeleri istenir. Borg Skalası, 6 ile 20 arasında sayılar ve bu sayıların yanında bulunan zorluk ifadelerinden oluşmaktadır. Skala, hiçbir şey hissetme (6) ile tükenme (20) arasında değişen bir aralığı kapsar. Ara değerlerde ise çok çok hafif (7-8), çok hafif (9-10), hafif (11-12), biraz zor (13-14), zor (15-16), çok zor (17-18) ifadeleri bulunur. Egzersiz sırasında katılımcıların kendi algıladıkları zorluk düzeyini belirlemeleri, egzersizin yoğunluğunu ve uygunluğunu değerlendirmek için önemli bir araçtır.

### **3.11. İstatistiksel Analiz**

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS 21 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine Shapiro-wilk testi ile bakılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmada tanımlayıcı istatistikler olarak standart sapma ve aritmetik ortalamaya yer verilmiştir. Verilerin analizinde tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi ve bonferroni düzeltmeli eşli karşılaştırma testi kullanılmıştır. İkili karşılaştırmalarda paired t testi kullanılmıştır.

#### 4. BULGULAR

Çalışmamızda elde edilen bulgular ve sonuçları aşağıda tablolar ve şekiller halinde verilmiştir.

Tablo 4.1. Katılımcıların Wingate Anaerobik Egzersiz Güç Parametreleri

| <b>Anaerobik Güç Testi</b> | <b>Minimum</b> | <b>Maximum</b> | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>SS</b> |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------|
| Zirve Güç (W)              | 706.66         | 1109.80        | 951.56                      | 137.15    |
| Zirve Güç (W/kg)           | 10.27          | 15.09          | 13.13                       | 1.20      |
| Ortalama Güç (W)           | 445.95         | 772.27         | 639.99                      | 96.73     |
| Ortalama Güç (W/kg)        | 7.30           | 9.54           | 8.80                        | .51       |
| Min. Güç (W)               | 130.14         | 520.86         | 373.01                      | 91.55     |
| Min. Güç (W/kg)            | 2.10           | 6.19           | 5.10                        | .93       |
| Güç Düşüş Yüzdesi (%)      | 49.20          | 83.25          | 60.95                       | 7.61      |

Katılımcıların (n=20)wingate anaerobik egzersiz güç parametreleri Tablo 4.1.'de gösterilmiştir. Katılımcıların Wingate anaerobik egzersiz güç parametrelerinin ortalamaları incelendiğinde;zirve güç değerinin ortalamasının 951.56  $\pm$  137.15 W, ortalama güç değerinin ortalamasının 639.99  $\pm$ 96.73 W, minimum güç değerinin ortalamasının 373.01  $\pm$ 91.55 W, güç düşüş yüzdesi 60.95  $\pm$ 7.61 %, olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.2. Egzersiz Türüne Göre AZD Değerlerinin Karşılaştırılması

| <b>AZD</b>                 | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>SS</b> | <b>p</b>      |
|----------------------------|-----------------------------|-----------|---------------|
| <b>Aerobik Egzersiz</b>    | 9.30                        | 2.17      | <b>0,00**</b> |
| <b>Anaerobik Egzersizi</b> | 15.25                       | 2.14      |               |

\*\*p<0.01

Katılımcıların egzersiz türüne göre AZD değerleri Tablo 4.2.'de verilmiştir. Katılımcıların aerobik egzersiz sonrası AZD değerlerinin ortalamasının 9.30 $\pm$  2.17, anaerobik egzersiz sonrası AZD değerlerinin ortalamasının 15.25 $\pm$  2.14 olduğu tespit edilmiştir. Aerobik ve anaerobik egzersiz sonrası algılanan zorluk derecesi (AZD) değerleri karşılaştırıldığında; iki egzersiz türü arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0,01). Katılımcıların anaerobik egzersizi daha zorlayıcı bulmuşlardır.

Tablo 4.3. Egzersiz Türüne Göre KAH Değerleri

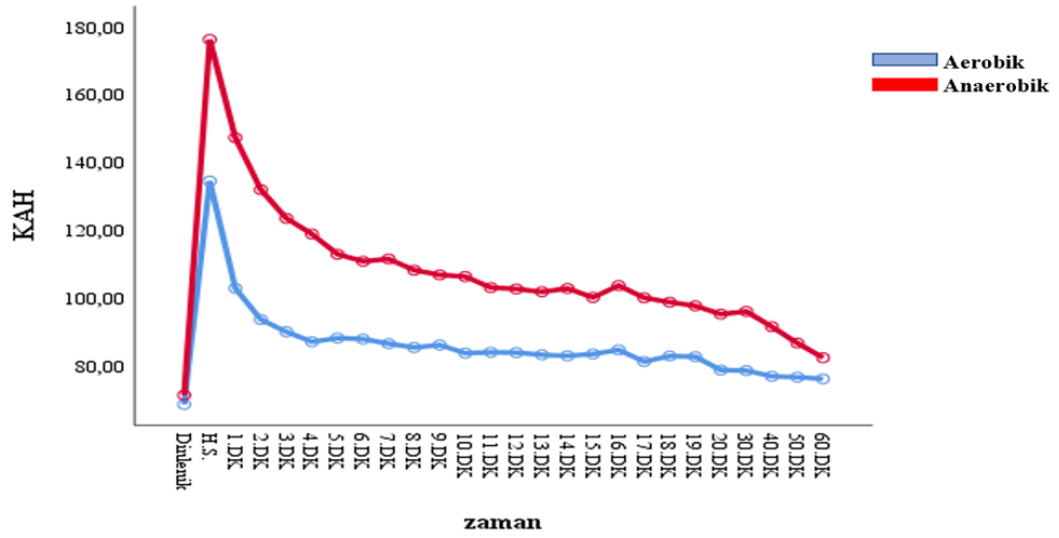
| KAH                    | Egz. türü | $\bar{X}$ | SS    | (Z X E)<br>F | (Z X E)<br>p | p      |
|------------------------|-----------|-----------|-------|--------------|--------------|--------|
| <b>Dinlenik</b>        | Aerobik   | 68,55     | 9,13  | 12,053       | 0,00**       | ,238   |
|                        | Anaerobik | 71,30     | 6,99  |              |              |        |
| <b>Hemen<br/>Sonra</b> | Aerobik   | 134,50    | 13,67 |              |              | 0,00** |
|                        | Anaerobik | 176,30    | 17,76 |              |              |        |
| <b>1.Dakika</b>        | Aerobik   | 102,85    | 16,56 |              |              | 0,00** |
|                        | Anaerobik | 147,30    | 23,93 |              |              |        |
| <b>2. Dakika</b>       | Aerobik   | 93,60     | 10,83 |              |              | 0,00** |
|                        | Anaerobik | 131,95    | 23,36 |              |              |        |
| <b>3. Dakika</b>       | Aerobik   | 90,00     | 11,42 |              |              | 0,00** |
|                        | Anaerobik | 123,50    | 18,17 |              |              |        |
| <b>4. Dakika</b>       | Aerobik   | 87,05     | 11,40 |              |              | 0,00** |
|                        | Anaerobik | 118,85    | 18,08 |              |              |        |
| <b>5. Dakika</b>       | Aerobik   | 88,15     | 10,42 |              |              | 0,00** |
|                        | Anaerobik | 112,90    | 18,43 |              |              |        |
| <b>6. Dakika</b>       | Aerobik   | 87,85     | 14,46 |              |              | 0,00** |
|                        | Anaerobik | 110,80    | 17,25 |              |              |        |
| <b>7. Dakika</b>       | Aerobik   | 86,50     | 11,49 |              |              | 0,00** |
|                        | Anaerobik | 111,50    | 19,88 |              |              |        |
| <b>8. Dakika</b>       | Aerobik   | 85,35     | 10,18 |              |              | 0,00** |
|                        | Anaerobik | 108,20    | 20,89 |              |              |        |
| <b>9. Dakika</b>       | Aerobik   | 86,10     | 11,48 |              |              | 0,00** |
|                        | Anaerobik | 106,80    | 15,03 |              |              |        |
| <b>10. Dakika</b>      | Aerobik   | 83,70     | 9,51  |              |              | 0,00** |
|                        | Anaerobik | 106,30    | 15,92 |              |              |        |

|                   |           |        |       |               |
|-------------------|-----------|--------|-------|---------------|
| <b>11. Dakika</b> | Aerobik   | 83,95  | 11,66 | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 103,05 | 17,33 |               |
| <b>12. Dakika</b> | Aerobik   | 83,85  | 9,62  | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 102,65 | 15,81 |               |
| <b>13. Dakika</b> | Aerobik   | 83,20  | 12,36 | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 101,80 | 17,73 |               |
| <b>13. Dakika</b> | Aerobik   | 83,20  | 12,36 | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 101,80 | 17,73 |               |
| <b>13. Dakika</b> | Aerobik   | 82,90  | 13,43 | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 102,80 | 14,92 |               |
| <b>14. Dakika</b> | Aerobik   | 83,45  | 11,95 | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 100,15 | 15,24 |               |
| <b>15. Dakika</b> | Aerobik   | 84,65  | 12,12 | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 103,65 | 16,02 |               |
| <b>16. Dakika</b> | Aerobik   | 81,20  | 9,88  | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 98,75  | 14,90 |               |
| <b>17. Dakika</b> | Aerobik   | 82,85  | 7,89  | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 100,05 | 16,30 |               |
| <b>18. Dakika</b> | Aerobik   | 82,65  | 8,02  | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 97,65  | 14,52 |               |
| <b>19. Dakika</b> | Aerobik   | 78,70  | 8,87  | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 95,20  | 13,61 |               |
| <b>20. Dakika</b> | Aerobik   | 82,90  | 13,43 | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 102,80 | 14,92 |               |
| <b>30. Dakika</b> | Aerobik   | 78,55  | 10,68 | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 96,00  | 14,38 |               |

|                   |           |       |       |               |
|-------------------|-----------|-------|-------|---------------|
| <b>40. Dakika</b> | Aerobik   | 76,85 | 9,36  | <b>0,00**</b> |
|                   | Anaerobik | 91,50 | 10,54 |               |
| <b>50. Dakika</b> | Aerobik   | 76,60 | 11,57 | <b>0,06*</b>  |
|                   | Anaerobik | 86,65 | 13,98 |               |
| <b>60. Dakika</b> | Aerobik   | 76,10 | 10,06 | <b>0,32*</b>  |
|                   | Anaerobik | 82,35 | 12,17 |               |

\*\*p<0.01\*p<0.05

(ZXE): Zaman X Egzersiz Türü



Şekil 4.1. Egzersiz Türüne Göre KAH Değerleri

Katılımcıların egzersiz türüne göre KAH değişim değerlerinin ortalamaları Tablo 4.3. ve Şekil 4.3.1. 'de, verilmiştir. Katılımcıların aerobik ve anaerobik egzersiz öncesi (dinlenik), egzersizden hemen sonra, ilk 20 dakika boyunca (her bir dakikada) ve 30, 40, 50 ve 60. dakikada kalp atım hızı değerleri incelendiğinde, KAH değerlerinde egzersizler arasında zamana ve egzersiz türüne göre anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Dinlenik KAH değerlerinde anlamlı farklılık bulunamazken diğer tüm zamanlarda anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

Tablo 4.4. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre LA Değerleri

| Laktik Asit (mmol/L) | $\bar{X}$ | SS   | F      | p             | Anlamlı Fark |
|----------------------|-----------|------|--------|---------------|--------------|
| Dinlenik (1)         | 1.35      | .39  | 23.752 | <b>0,00**</b> | 2>1,3,4,5    |
| H. Sonra (2)         | 2.39      | 1.00 |        |               |              |
| 5. Dakika (3)        | 1.30      | .42  |        |               |              |
| 10. Dakika (4)       | 1.06      | .41  |        |               |              |
| 20. Dakika (5)       | 1.11      | .43  |        |               |              |

\*\*p&lt;0.01

Katılımcılarınaerobik egzersizdeki LA değerleri Tablo 4.4.'de verilmiştir. Katılımcılarınaerobik egzersizde ölçülen LA değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır.Egzersizden hemen sonra ölçülen LA değerlerinin, dinlenik, egzersizden 5. 10. ve 20.dakikadan sonra ölçülen LA değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir(p<0.01).

Tablo 4.5. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre LA Değerleri

| LaktikAsit(mmol/L) | $\bar{X}$ | SS   | F       | p             | Anlamlı Fark |
|--------------------|-----------|------|---------|---------------|--------------|
| Dinlenik (1)       | 1.21      | .46  | 119.153 | <b>0,00**</b> | 1<2,3,4,5    |
| H.Sonra (2)        | 10.82     | 2.94 |         |               |              |
| 5. Dakika (3)      | 14.27     | 3.35 |         |               | 2<3,4        |
| 10. Dakika (4)     | 13.68     | 3.24 |         |               | 5<3,4        |
| 20. Dakika (5)     | 10.28     | 3.25 |         |               |              |

\*\*p&lt;0.01

Katılımcıların anaerobik egzersizdeki LA değerleri Tablo 4.5.'te verilmiştir.Katılımcılarınanaerobik egzersizde ölçülen LA değerlerininortalamaları karşılaştırılmıştır. Anaerobik egzersizde tüm zamanlarda ölçülen LA değerlerinin, dinlenik LA değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0.01). Egzersizden sonra 5. ve 10. dakika LA değerleri ise egzersizden hemen sonra ölçülen LA değerlerinden ve egzersizden20 dakikada sonra ölçülen LA değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür (p<0.01).

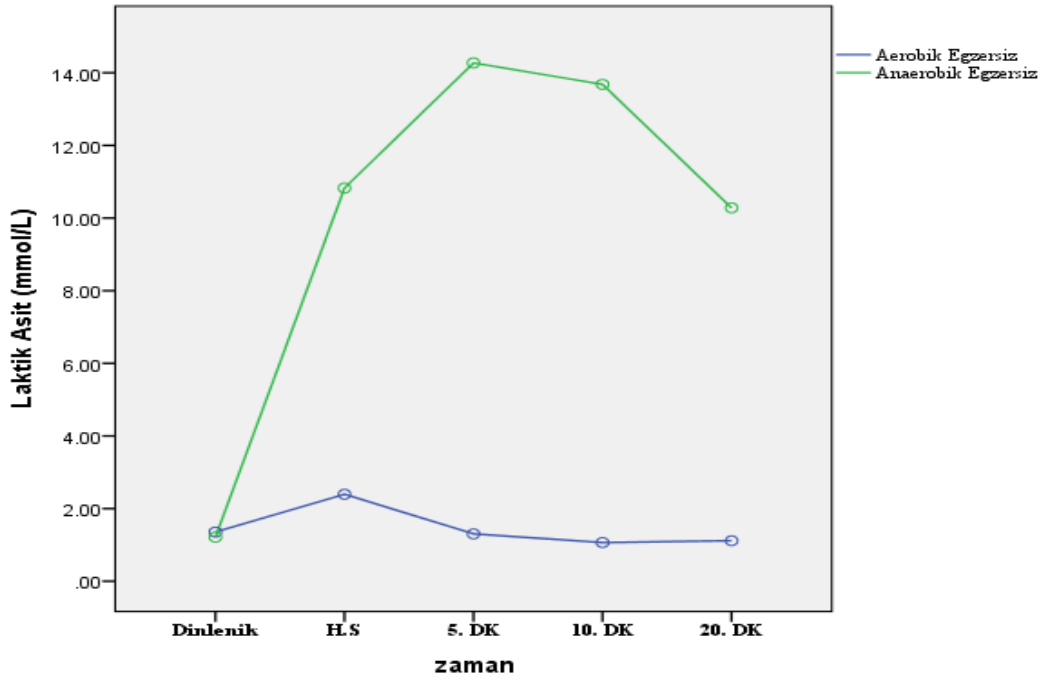
Anaerobik egzersiz sonrası en yüksek LA değeri egzersizden sonra 5. dakikada görülmüştür.

Tablo 4.6. Egzersiz Türüne Göre LA Değerlerinin Karşılaştırılması

| Laktik Asit (mmol/L) | Egz. türü | $\bar{X}$ | SS   | (Z X E)<br>F | (Z X E)<br>p | Anlamlı Fark |
|----------------------|-----------|-----------|------|--------------|--------------|--------------|
| Dinlenik (1)         | Aerobik   | 1.35      | .39  | 115.31       | 0,00**       | 0,142        |
|                      | Anaerobik | 1.21      | .46  |              |              |              |
| H. Sonra (2)         | Aerobik   | 2.39      | 1.00 |              |              | 0,00**       |
|                      | Anaerobik | 10.82     | 2.94 |              |              |              |
| 5. Dakika (3)        | Aerobik   | 1.30      | .42  |              |              | 0,00**       |
|                      | Anaerobik | 14.27     | 3.35 |              |              |              |
| 10. Dakika (4)       | Aerobik   | 1.06      | .41  |              |              | 0,00**       |
|                      | Anaerobik | 13.68     | 3.24 |              |              |              |
| 20. Dakika (5)       | Aerobik   | 1.11      | .43  |              |              | 0,00**       |
|                      | Anaerobik | 10.28     | 3.25 |              |              |              |

\*\*p<0.01

(ZXE): Zaman X Egzersiz Türü



Şekil 4.2. Egzersiz Türüne Göre LA Değerleri

Egzersiz türlerine göre LA değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4. 6.' da ve Şekil 4. 2.'de verilmiştir. Egzersiz türüne göre katılımcıların LA değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır. Egzersiz türünün, zaman içinde ölçülen LA değerlerini (Zaman x Egz türü) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ( $p < 0.01$ ).

Egzersizden önce (dinlenik) ölçülen LA değerleri haricinde diğer tüm zamanlarda ölçülen LA değerleri egzersiz türüne göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ( $p < 0.01$ ).

Tablo 4.7. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre CK Değerleri

| CK<br>(U/L)    | $\bar{X}$ | SS     | F      | p             | Anlamlı Fark |
|----------------|-----------|--------|--------|---------------|--------------|
| Dinlenik (1)   | 200.20    | 115.70 | 25.668 | <b>0,00**</b> | 1<2,3,4,5    |
| H. Sonra (2)   | 224.00    | 126.13 |        |               | 2<4,5        |
| 60. Dakika (3) | 229.30    | 132.97 |        |               | 3<4,5        |
| 24. Saat (4)   | 261.00    | 126.46 |        |               | 4<5          |
| 48. Saat (5)   | 278.35    | 126.96 |        |               |              |

\*\* $p < 0.01$

Katılımcıların aerobik egzersizdeki CK değerleri Tablo 4.7.'de verilmiştir. Katılımcıların aerobik egzersizdeki CK değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır. Aerobik egzersizde, tüm zamanlarda ölçülen CK değerlerinin, dinlenik LA değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.01$ ). Egzersizden 24 ve 48 saat sonra ölçülen CK değerlerinin, hemen sonra ölçülen CK değerleri ve 60 dakika sonra ölçülen CK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ( $p < 0.01$ ). Aerobik egzersizden 48 saat sonra ölçülen CK değerlerinin ise 24 saat sonra ölçülen CK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır ( $p < 0.01$ ).

Aerobik egzersiz sonrası en yüksek CK değeri egzersizden 48 saat sonra görülmüştür.

Tablo 4.8. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre CK Değerleri

| CK<br>(U/L)    | $\bar{X}$ | SS     | F      | p             | Anlamlı Fark |
|----------------|-----------|--------|--------|---------------|--------------|
| Dinlenik (1)   | 288.95    | 391.97 | 13.071 | <b>0,00**</b> | 1<2,4,5      |
| H.Sonra (2)    | 346.30    | 453.33 |        |               | 2<4,5        |
| 60. Dakika (3) | 316.60    | 374.57 |        |               | 3<4,5        |
| 24. Saat (4)   | 448.10    | 379.99 |        |               | 4<5          |
| 48. Saat (5)   | 570.65    | 390.22 |        |               |              |

\*\*p&lt;0.01

Katılımcıların anaerobik egzersizdeki CK değerleri Tablo 4.8.'de verilmiştir. Katılımcıların anaerobik egzersizde ölçülen CK değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır. Anaerobik egzersizden hemen sonra, 24 saat ve 48 saat sonra ölçülen CK değerlerinin, dinlenik CK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0.01). Anaerobik egzersizden 24 ve 48 saat sonra ölçülen CK değerleri, egzersizden hemen sonra ve egzersizden 60 dakika sonra ölçülen CK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0.01). Anaerobik egzersizden 48 saat sonra ölçülen CK değerlerinin ise 24 saat sonra ölçülen CK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır (p<0.01).

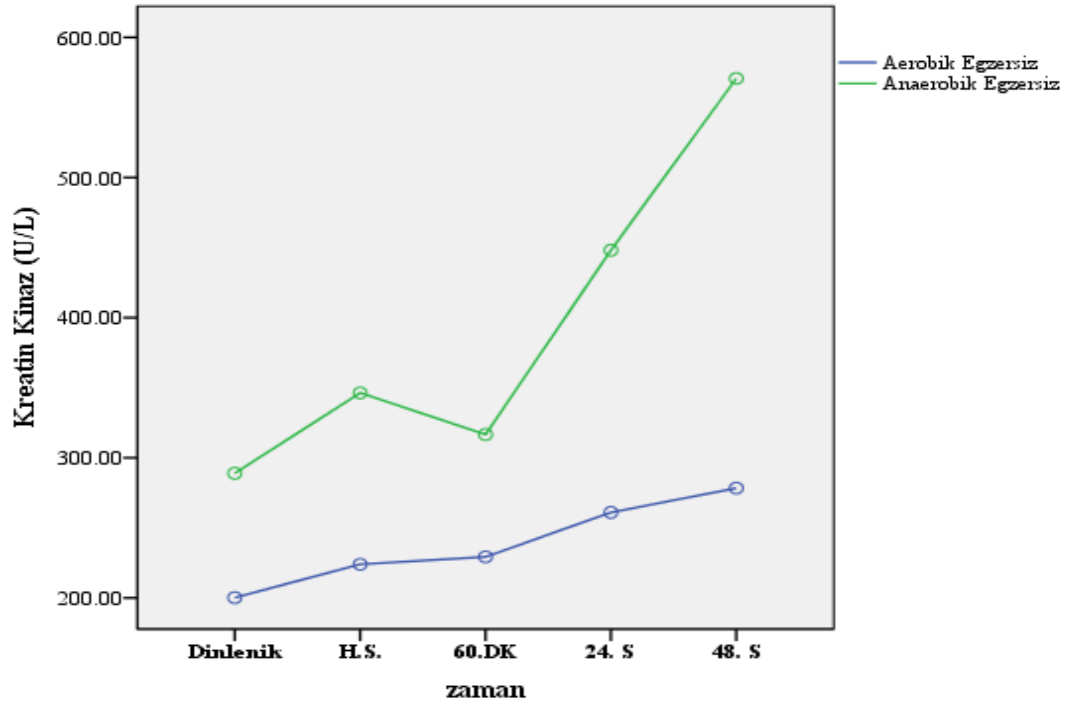
Anaerobik egzersiz sonrası en yüksek CK değeri egzersizden 48 saat sonra görülmüştür.

Tablo 4.9. Egzersiz Türüne Göre CK Değerlerinin Karşılaştırılması

| CK<br>(U/L)    | Egz. türü | $\bar{X}$ | SS     | (Z X E)<br>F | (Z X E)<br>p  | Anlamlı<br>fark |
|----------------|-----------|-----------|--------|--------------|---------------|-----------------|
| Dinlenik (1)   | Aerobik   | 200.20    | 115.70 | 7.060        | <b>0,00**</b> | ,334            |
|                | Anaerobik | 288.95    | 391.97 |              |               |                 |
| H. Sonra (2)   | Aerobik   | 224.00    | 126.13 |              |               | ,256            |
|                | Anaerobik | 346.30    | 453.33 |              |               |                 |
| 60. Dakika (3) | Aerobik   | 229.30    | 132.97 |              |               | ,331            |
|                | Anaerobik | 316.60    | 374.57 |              |               |                 |
| 24. Saat (4)   | Aerobik   | 261.00    | 126.46 |              |               | ,037*           |
|                | Anaerobik | 448.10    | 379.99 |              |               |                 |
| 48. Saat (5)   | Aerobik   | 278.35    | 126.96 |              |               | ,002*           |
|                | Anaerobik | 570.65    | 390.22 |              |               |                 |

\*\*p&lt;0.01 \*p&lt;0.05

(ZXE): Zaman X Egzersiz Türü



Şekil 4.3. Egzersiz Türüne Göre CK Değerleri

Egzersiz türlerine göre CK değerlerinin ortalamaları Tablo 4. 9.'da ve Şekil 4. 3.'te verilmiştir. 24 ve 48 saat sonra ölçülen CK değerleri egzersiz türüne göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ( $p < 0.01$ ). Egzersiz türünün, zaman içinde ölçülen CK değerlerini (Zaman x Egz türü) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ( $p < 0.01$ ).

Tablo 4.10. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre LDH Değerleri

| LDH (U/L)      | $\bar{X}$ | SS     | F    | p    | Anlamlı Fark |
|----------------|-----------|--------|------|------|--------------|
| Dinlenik (1)   | 179.40    | 19.73  | .803 | 0,52 | $p > 0.05$   |
| H. Sonra (2)   | 206.65    | 36.88  |      |      |              |
| 60. Dakika (3) | 174.75    | 44.83  |      |      |              |
| 24. Saat (4)   | 194.20    | 79.50  |      |      |              |
| 48. Saat (5)   | 194.65    | 101.45 |      |      |              |

Katılımcıların aerobik egzersizdeki LDH değerlerinin ortalamaları Tablo 4.10.'da verilmiştir. Katılımcıların aerobik egzersizde ölçülen LDH değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır. Aerobik egzersizde tüm zamanlarda ölçülen LDH değerlerinde rakamsal olarak farklılıklar tespit edilse de istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ( $p > 0.05$ ).

Tablo 4.11. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre LDH Değerleri

| LDH (U/L)      | $\bar{X}$ | SS    | F      | p             | Anlamlı Fark  |
|----------------|-----------|-------|--------|---------------|---------------|
| Dinlenik (1)   | 164.20    | 21.25 | 13.004 | <b>0,00**</b> | 2>1, 5<br>3>5 |
| H. Sonra (2)   | 200.65    | 29.26 |        |               |               |
| 60. Dakika (3) | 187.95    | 27.39 |        |               |               |
| 24. Saat (4)   | 171.10    | 33.83 |        |               |               |
| 48. Saat (5)   | 160.60    | 24.31 |        |               |               |

\*\*p&lt;0.01

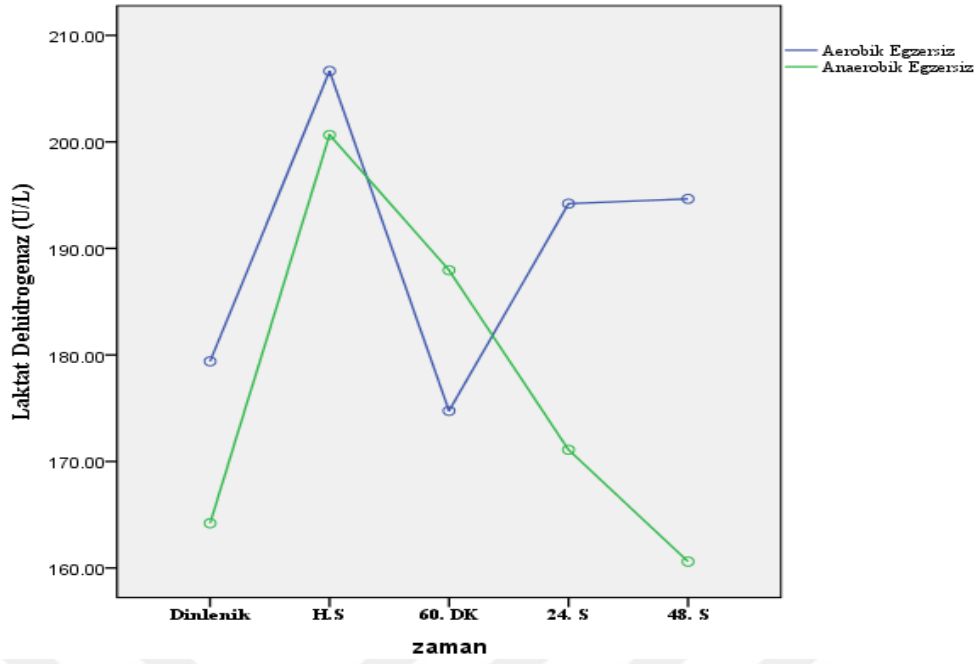
Katılımcıların anaerobik egzersizdeki LDH değerleri Tablo 4.11.'de verilmiştir. Katılımcıların anaerobik egzersizde ölçülen LDH değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır. Anaerobik egzersizden hemen sonra ölçülen LDH değerlerinin, dinlenik LDH değerlerinden ve 48 saat sonra ölçülen LDH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0.01). Anaerobik egzersizden 60 dakika sonra ölçülen LDH değerlerinin egzersizden 48 saat sonra ölçülen LDH değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür (p<0.01).

Anaerobik egzersiz sonrası en yüksek LDH değeri egzersizden hemen sonra görülmüştür (p<0.05).

Tablo 4.12. Egzersiz Türüne Göre LDH Değerlerinin Karşılaştırılması

| LDH (U/L)      | Egz. türü | $\bar{X}$ | SS    | (ZXE) F | (ZXE) p | Anlamlı fark |
|----------------|-----------|-----------|-------|---------|---------|--------------|
| Dinlenik (1)   | Aerobik   | 179.40    | 19.73 | 1.410   | ,233    | ,060         |
|                | Anaerobik | 164.20    | 21.25 |         |         |              |
| H. Sonra (2)   | Aerobik   | 206.65    | 21.65 |         |         | ,569         |
|                | Anaerobik | 200.65    | 36.88 |         |         |              |
| 60. Dakika (3) | Aerobik   | 174.75    | 29.26 |         |         | ,217         |
|                | Anaerobik | 187.95    | 33.00 |         |         |              |
| 24. Saat (4)   | Aerobik   | 194.20    | 44.83 |         |         | ,298         |
|                | Anaerobik | 171.10    | 27.39 |         |         |              |
| 48. Saat (5)   | Aerobik   | 194.65    | 37.28 |         |         | ,125         |
|                | Anaerobik | 160.60    | 79.50 |         |         |              |

(ZXE): Zaman X Egzersiz Türü



Şekil 4.4. Egzersiz Türüne Göre LDH Değerleri

Egzersiz türlerine göre LDH değerlerinin ortalamaları Tablo 4.12.' de verilmiştir. Egzersiz türünün zaman içinde ölçülen LDH değerleri (Zaman x Egzersiz türü) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ).

Tablo 4.13. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre IL-1 Beta Değerleri

| IL-1 Beta (pg/L) | $\bar{X}$ | SS      | F     | p    | Anlamlı Fark |
|------------------|-----------|---------|-------|------|--------------|
| Dinlenik (1)     | 1330.11   | 932.55  | 2.072 | ,093 | $p>0.05$     |
| H. Sonra (2)     | 1375.58   | 1014.10 |       |      |              |
| 60. Dakika (3)   | 1507.83   | 1214.43 |       |      |              |
| 24. Saat (4)     | 1177.25   | 1072.32 |       |      |              |
| 48. Saat (5)     | 1174.75   | 981.21  |       |      |              |

Katılımcılarınaerobik egzersizdeki IL-1 beta değerlerinin ortalamaları Tablo 4.13.'te verilmiştir. Katılımcıların aerobik egzersizde tüm zamanlarda ölçülen IL-1 beta değerlerinde rakamsal olarak farklılıklar tespit edilse de istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Tablo 4.14. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre IL-1 Beta Değerleri

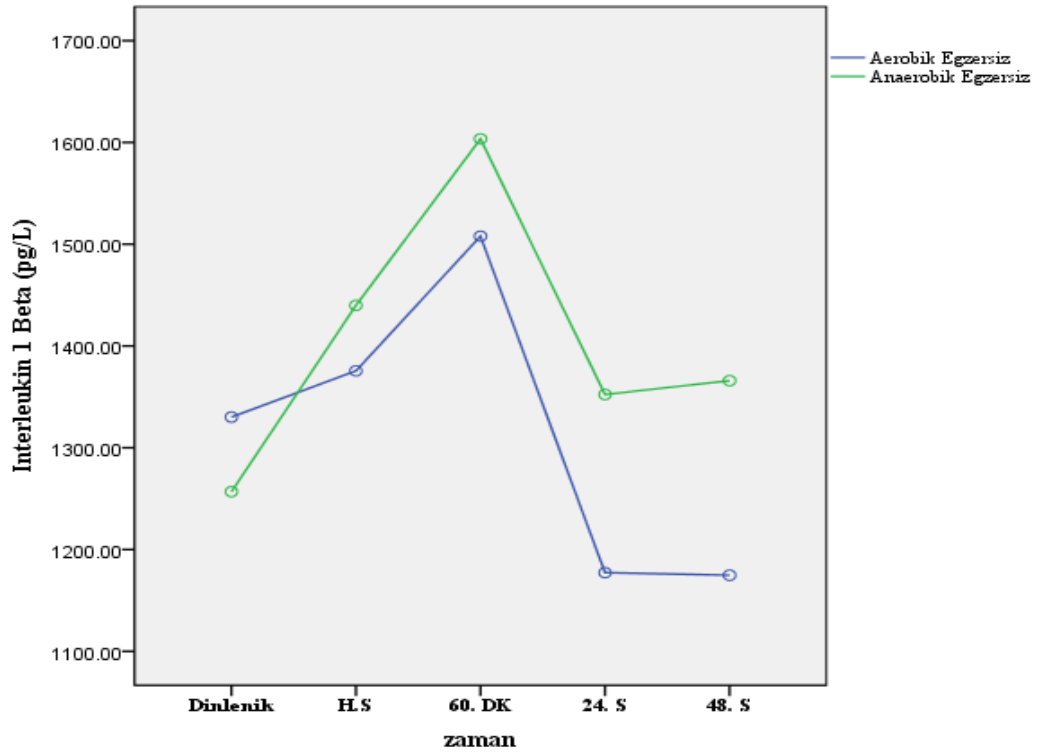
| IL-1 Beta (pg/L) | $\bar{X}$ | SS      | F     | p    | Anlamlı Fark |
|------------------|-----------|---------|-------|------|--------------|
| Dinlenik (1)     | 1256.83   | 961.72  | 1.239 | ,301 | p>0.05       |
| H. Sonra (2)     | 1439.88   | 1033.03 |       |      |              |
| 60. Dakika (3)   | 1603.52   | 1031.11 |       |      |              |
| 24. Saat (4)     | 1352.36   | 920.03  |       |      |              |
| 48. Saat (5)     | 1365.93   | 1154.25 |       |      |              |

Katılımcıların anaerobik egzersizdeki IL-1 beta değerlerinin ortalamaları Tablo 4.14.'te verilmiştir. Katılımcıların anaerobik egzersizde tüm zamanlarda ölçülen IL-1 beta değerlerinde rakamsal olarak farklılıklar tespit edilse de istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir (p>0.05).

Tablo 4.15. Egzersiz Türüne Göre IL-1 Beta Değerlerinin Karşılaştırılması

| IL-1 Beta (pg/L) | Egz. türü | $\bar{X}$ | SS      | Z XE)<br>F | (Z XE)<br>p | Anlamlı fark |
|------------------|-----------|-----------|---------|------------|-------------|--------------|
| Dinlenik (1)     | Aerobik   | 1330.11   | 932.55  | .485       | ,747        | ,504         |
|                  | Anaerobik | 1256.83   | 961.72  |            |             |              |
| H. Sonra (2)     | Aerobik   | 1375.58   | 1014.10 |            |             | ,678         |
|                  | Anaerobik | 1439.88   | 1033.03 |            |             |              |
| 60. Dakika (3)   | Aerobik   | 1507.83   | 1214.43 |            |             | ,761         |
|                  | Anaerobik | 1603.52   | 1031.11 |            |             |              |
| 24. Saat (4)     | Aerobik   | 1177.25   | 1072.32 |            |             | ,093         |
|                  | Anaerobik | 1352.36   | 920.03  |            |             |              |
| 48. Saat (5)     | Aerobik   | 1174.75   | 981.21  |            |             | ,080         |
|                  | Anaerobik | 1365.93   | 1154.25 |            |             |              |

(ZXE): Zaman X Egzersiz Türü



Şekil 4.5. Egzersiz Türüne Göre IL-1 Beta Değerleri

Egzersiz türüne göre IL-1 beta değerlerinin ortalamaları Tablo 4.15.'te verilmiştir. Katılımcıların IL-1 beta değerlerinde zamana göre ve egzersiz türüne göre istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).

Tablo 4.16. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre IL-4 Değerleri

| IL-4 (ng/L)    | $\bar{X}$ | SS     | F     | p     | Anlamlı Fark |
|----------------|-----------|--------|-------|-------|--------------|
| Dinlenik (1)   | 113.74    | 91.53  | 2.621 | ,041* | 2>1,5        |
| H. Sonra (2)   | 178.72    | 119.43 |       |       |              |
| 60. Dakika (3) | 176.94    | 222.18 |       |       |              |
| 24. Saat (4)   | 159.91    | 195.37 |       |       |              |
| 48. Saat (5)   | 119.77    | 129.27 |       |       |              |

\* $p<0.05$

Katılımcıların aerobik egzersizdeki IL-4 değerlerinin ortalamaları Tablo 4.16.'da verilmiştir. Aerobik egzersizden hemen sonra ölçülen IL-4 değerleri, dinlenik IL-4 değerlerinden ve 48 saat sonra ölçülen IL-4 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Aerobik egzersiz sonrası en yüksek IL-4 değeri egzersizden hemen sonra görülmüştür ( $p<0.05$ ).

Tablo 4.17. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre IL-4 Değerleri

| IL-4<br>(ng/L) | $\bar{X}$ | SS     | F     | p     | Anlamlı Fark |
|----------------|-----------|--------|-------|-------|--------------|
| Dinlenik (1)   | 118.41    | 81.88  | 3.436 | ,012* | 2>1,3,4,5    |
| H. Sonra (2)   | 178.76    | 157.21 |       |       |              |
| 60. Dakika (3) | 140.24    | 160.71 |       |       |              |
| 24. Saat (4)   | 91.12     | 37.86  |       |       |              |
| 48. Saat (5)   | 111.81    | 47.36  |       |       |              |

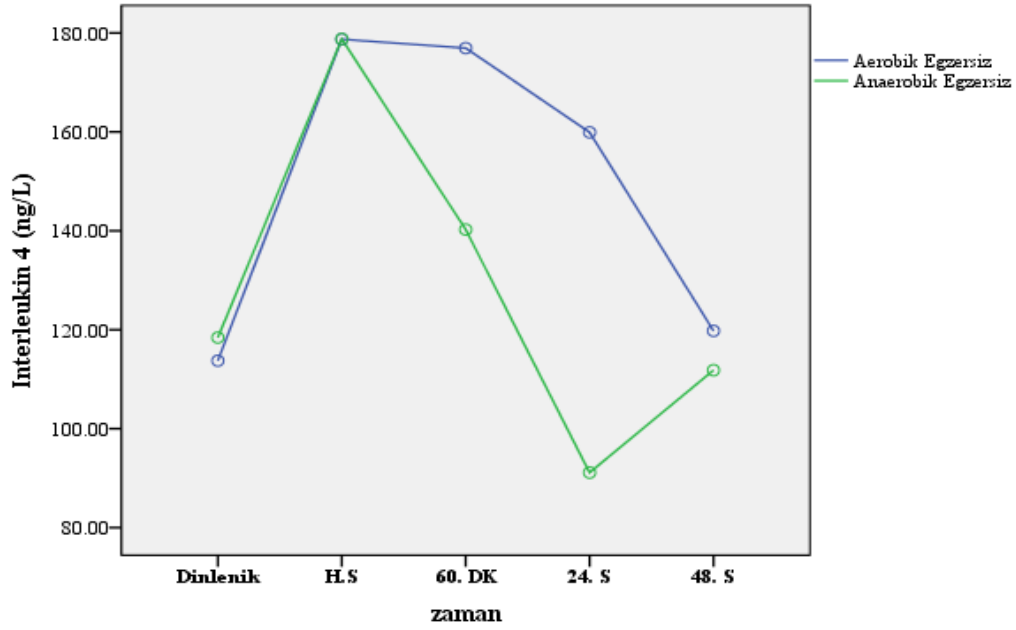
\*p&lt;0.05

Katılımcıların anaerobik egzersizdeki IL-4 değerlerinin ortalamaları Tablo 4.17.'de verilmiştir. Anaerobik egzersizde, egzersizden hemen sonra ölçülen IL-4 değerleri, tüm zamanlarda ölçülen IL-4 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Tablo 4.18. Egzersiz Türüne Göre IL-4 Değerlerinin Karşılaştırılması

| IL-4<br>(ng/L) | Egz. türü | $\bar{X}$ | SS     | (Z X E)<br>F | (Z X E)<br>p | Anlamlı<br>fark |
|----------------|-----------|-----------|--------|--------------|--------------|-----------------|
| Dinlenik (1)   | Aerobik   | 113.74    | 91.53  | 1.371        | ,247         | ,798            |
|                | Anaerobik | 118.41    | 81.88  |              |              |                 |
| H. Sonra (2)   | Aerobik   | 178.72    | 119.43 |              |              | ,999            |
|                | Anaerobik | 178.76    | 157.21 |              |              |                 |
| 60. Dakika (3) | Aerobik   | 176.94    | 222.18 |              |              | ,191            |
|                | Anaerobik | 140.24    | 160.71 |              |              |                 |
| 24. Saat (4)   | Aerobik   | 159.91    | 195.37 |              |              | ,099            |
|                | Anaerobik | 91.12     | 37.86  |              |              |                 |
| 48. Saat (5)   | Aerobik   | 119.77    | 129.27 |              |              | ,765            |
|                | Anaerobik | 111.81    | 47.36  |              |              |                 |

(ZxE): Zaman X Egzersiz Türü



Şekil 4.6. Egzersiz Türüne Göre IL-4 Değerleri

Katılımcıların egzersiz türüne göre IL-4 değerlerinin ortalamaları Tablo 4.18. verilmiştir. IL-4 değerlerinde zaman ve egzersiz türüne göre istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).

Tablo 4.19. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre YKL-40 Değerleri

| YKL 40 (ng/mL) | $\bar{X}$ | SS    | F      | p             | Anlamlı Fark       |
|----------------|-----------|-------|--------|---------------|--------------------|
| Dinlenik (1)   | 133.82    | 73.08 | 17.103 | <b>0,00**</b> | 1>3,4,5<br>2>3,4,5 |
| H. Sonra (2)   | 148.98    | 80.82 |        |               |                    |
| 60. Dakika (3) | 80.29     | 28.58 |        |               |                    |
| 24. Saat (4)   | 74.67     | 29.72 |        |               |                    |
| 48. Saat (5)   | 67.50     | 32.91 |        |               |                    |

\*\* $p<0.01$

Katılımcıların aerobik egzersizdeki YKL-40 değerlerinin ortalamaları Tablo 4.19.'da verilmiştir. Egzersizden öncedenlenik ölçülen YKL-40 değerleri, 60 dakika, 24 ve 48 saat sonra ölçülen YKL-40 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ).

Egzersizden hemen sonra ölçülen YKL-40 değerleri, 60 dakika, 24 ve 48 saat sonra ölçülen YKL-40 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ).

Aerobik egzersiz sonrası en yüksek YKL-40 değeri egzersizden hemen sonra görülmüştür.

Tablo 4.20. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre YKL-40 Değerleri

| YKL 40<br>(ng/mL) | $\bar{X}$ | SS    | F    | p             | Anlamlı Fark |
|-------------------|-----------|-------|------|---------------|--------------|
| Dinlenik (1)      | 71.58     | 52.58 | 2.93 | <b>0,00**</b> | 5>1,2,3      |
| H. Sonra (2)      | 79.91     | 60.39 |      |               |              |
| 60. Dakika (3)    | 73.58     | 59.79 |      |               |              |
| 24. Saat (4)      | 86.35     | 66.56 |      |               |              |
| 48. Saat (5)      | 102.51    | 71.13 |      |               |              |

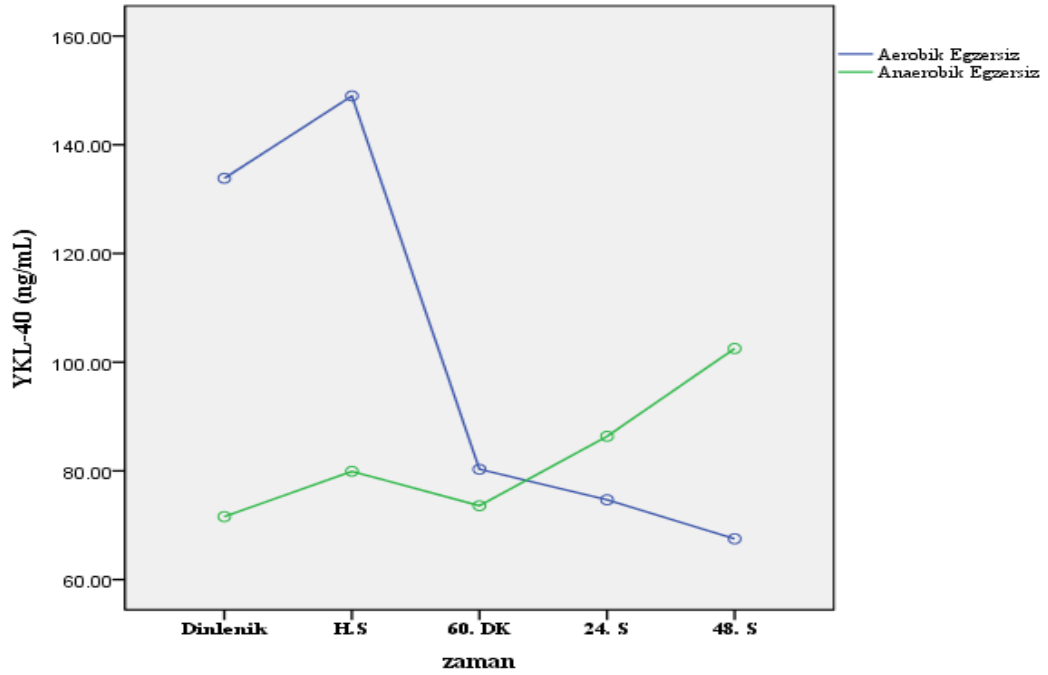
\*\*p&lt;0.01

Katılımcıların anaerobik egzersizdeki YKL-40 değerlerinin ortalamaları Tablo 4. 20.'de verilmiştir. Anaerobik egzersizden 48 saat sonra ölçülen YKL-40 değerlerinin, dinlenik, hemen sonra ve 60 dakika sonra ölçülen YKL-40 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0.01).Anaerobik egzersiz sonrası en yüksek YKL-40 değerleri egzersizden 48 saat sonra görülmüştür.

Tablo 4.21. Egzersiz Türüne Göre YKL 40 Değerlerinin Karşılaştırılması

| YKL 40<br>(ng/mL) | Egz. türü | $\bar{X}$ | SS    | (Z X E)<br>F | (Z X E)<br>p  | Anlamlı<br>fark |
|-------------------|-----------|-----------|-------|--------------|---------------|-----------------|
| Dinlenik (1)      | Aerobik   | 133.82    | 73.08 | 17.147       | <b>0,00**</b> | <b>0,00**</b>   |
|                   | Anaerobik | 71.58     | 52.58 |              |               |                 |
| H. Sonra (2)      | Aerobik   | 148.98    | 80.82 |              |               | <b>0,00**</b>   |
|                   | Anaerobik | 79.91     | 60.39 |              |               |                 |
| 60. Dakika (3)    | Aerobik   | 80.29     | 28.58 |              |               | ,634            |
|                   | Anaerobik | 73.58     | 59.79 |              |               |                 |
| 24. Saat (4)      | Aerobik   | 74.67     | 29.72 |              |               | ,390            |
|                   | Anaerobik | 86.35     | 66.56 |              |               |                 |
| 48. Saat (5)      | Aerobik   | 67.50     | 32.91 |              |               | <b>,005*</b>    |
|                   | Anaerobik | 102.51    | 71.13 |              |               |                 |

\*\*p&lt;0.01 \*p&lt;0.05



Şekil 4.7. Egzersiz Türüne Göre YKL 40 Değerleri

Egzersiz türlerine göre YKL- 40 değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.21.'de verilmiştir. Egzersiz türünün, zaman içinde ölçülen YKL-40 değerlerini (Zaman x Egz türü) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ). Dinlenik, hemen sonra ve 48 saat sonra ölçülen YKL-40 değerleri egzersiz türüne göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ( $p<0.05$ ).

Tablo 4.22. Aerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre ACTA-1 Değerleri

| ACTA-1<br>(ng/mL) | $\bar{X}$ | SS    | F     | p     | Anlamlı Fark |
|-------------------|-----------|-------|-------|-------|--------------|
| Dinlenik (1)      | 16.17     | 13.85 | 2.835 | ,030* | 4>1, 5       |
| H. Sonra (2)      | 20.53     | 16.69 |       |       |              |
| 60. Dakika (3)    | 23.01     | 15.04 |       |       |              |
| 24. Saat (4)      | 28.79     | 16.86 |       |       |              |
| 48. Saat (5)      | 17.47     | 6.55  |       |       |              |

\* $p<0.05$

Katılımcıların aerobik egzersizdeki ACTA-1 değerlerinin ortalamaları Tablo 4. 22.'de verilmiştir. Aerobik egzersizden 24 saat sonra ölçülen ACTA-1 değerlerinin, egzersizden önce dinlenik ve 48 saat sonra ölçülen ACTA-1 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Aerobik egzersiz sonrası en yüksek ACTA-1 değeri egzersizden 24 saat sonra görülmüştür.

Tablo 4.23. Anaerobik Egzersizde Ölçüm Zamanına Göre ACTA-1 Değerleri

| ACTA-1<br>(ng/mL) | $\bar{X}$ | SS    | F     | p             | Anlamlı Fark |
|-------------------|-----------|-------|-------|---------------|--------------|
| Dinlenik (1)      | 20.58     | 13.11 | 6.014 | <b>0,00**</b> | 2>1,4,5      |
| H. Sonra (2)      | 30.65     | 16.31 |       |               |              |
| 60. Dakika (3)    | 23.28     | 17.18 |       |               |              |
| 24. Saat (4)      | 20.72     | 14.44 |       |               |              |
| 48. Saat (5)      | 18.33     | 14.15 |       |               |              |

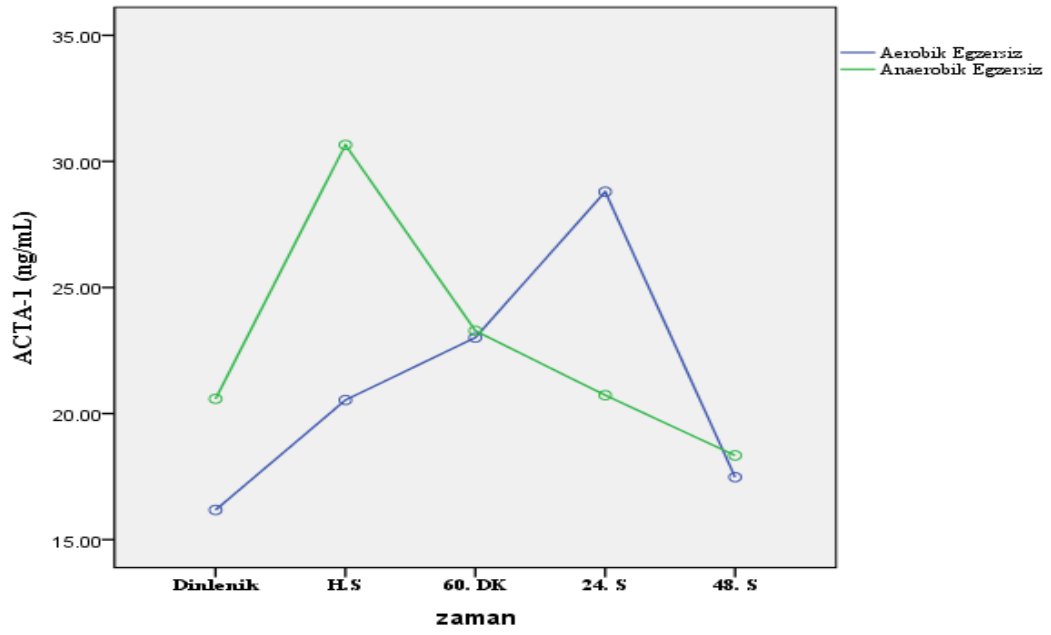
\*\*p&lt;0.01

Katılımcıların anaerobik egzersizdeki ACTA-1 değerlerinin ortalamaları Tablo 4.23.'de verilmiştir. Egzersizden hemen sonra ölçülen ACTA-1 değerlerinin, egzersizden önce dinlenik, 24 ve 48 saat sonra ölçülen ACTA-1 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0.01). Anaerobik egzersiz sonrası en yüksek ACTA-1 değeri egzersizden hemen sonra görülmüştür (p<0.01).

Tablo 4.24. Egzersiz Türüne Göre ACTA-1 Değerlerinin Karşılaştırılması

| ACTA-1<br>(ng/mL) | Egz. türü | $\bar{X}$ | SS    | (Z X E)<br>F | (Z X E)<br>p | Anlamlı<br>fark |
|-------------------|-----------|-----------|-------|--------------|--------------|-----------------|
| Dinlenik (1)      | Aerobik   | 16.17     | 13.85 | 3.484        | .009         | ,238            |
|                   | Anaerobik | 20.58     | 13.11 |              |              |                 |
| H. Sonra (2)      | Aerobik   | 20.53     | 16.69 |              |              | <b>,003*</b>    |
|                   | Anaerobik | 30.65     | 16.31 |              |              |                 |
| 60. Dakika (3)    | Aerobik   | 23.01     | 15.04 |              |              | ,956            |
|                   | Anaerobik | 23.28     | 17.18 |              |              |                 |
| 24. Saat (4)      | Aerobik   | 28.79     | 16.86 |              |              | ,139            |
|                   | Anaerobik | 20.72     | 14.44 |              |              |                 |
| 48. Saat (5)      | Aerobik   | 17.47     | 6.55  |              |              | ,785            |
|                   | Anaerobik | 18.33     | 14.15 |              |              |                 |

\*p&lt;0.05 (ZXE): Zaman X Egzersiz Türü



Şekil 4.8. Egzersiz Türüne Göre ACTA-1 Değerleri

Egzersiz türüne göre ACTA-1 değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.24. verilmiştir. Egzersiz türünün zaman içinde ölçülen ACTA-1 değerlerinde (Zaman x Egz türü) istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ( $p < 0.05$ ). Hemen sonra ölçülen ACTA-1 değerlerinde egzersiz türüne göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit göstermiştir ( $p < 0.05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Gerek sağlık için gerek performansı arttırmak için birçok farklı türde egzersiz yapılmaktadır. Egzersizin vücut üzerinde yarattığı strese bağlı olarak organizmada birçok değişim ve uyum meydana gelmektedir. Egzersizin etki mekanizmalarını anlamak, egzersizin koruyucu etkilerini taklit eden yeni tedavi ve yöntemler geliştirmemizi sağlayacaktır (Bishop-Bailey, 2013).

Egzersiz türü ve dozunun sağlık üzerindeki olumlu etkileri tartışmalı bir konudur (Gibala et al., 2012). Ancak egzersizin sağlık durumunu olumlu yönde etkilediği, fiziksel uygunluğu artırdığı, kas metabolizmasını ve enerji homeostazını düzenlediği bilinmektedir. Egzersizin endokrin sistem üzerindeki etkileri hormonların salınımı veya üretilmesi ile ilişkilidir. Bu süreçte bazı hormonların salınımı artarken bazılarında azalır (Arıkan ve Akın 2019).

Sporcuların, spor bilimcilerin ve antrenörlerin hangi tip egzersizin (aerobik mi? anaerobik mi?) sitokinler üzerinde olumlu etki yarattığını bilmesi verimin ya da performansın geliştirilmesine büyük katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu araştırma, aerobik ve anaerobik egzersizler sonrası IL-1 $\beta$ , IL-4, YKL-40 ve ACTA-1 yanıtlarındaki değişimleri inceleyerek toparlanma sürecindeki hareketliliklerini analiz etmek amacıyla yapılmıştır.

### 5.1. Wingate Anaerobik Güç Testi Parametreleri

Katılımcıların WAnT anaerobik egzersiz güç parametrelerinin ortalamaları incelendiğinde; zirve güç değerinin  $951.56 \pm 137.15$  W, ortalama güç değerinin  $639.99 \pm 96.73$  W, minimum güç değerinin  $373.01 \pm 91.55$  W, güç düşüş yüzdesi  $60.95 \pm 7.61$  %, olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Konu ile ilgili literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, genç futbolcularda çeviklik ile vücut kompozisyonu ve anaerobik güç arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, genç futbolcuların WAnT testi zirve güç değer ortalamalarının  $813,8 \pm 84,1$  olduğunu tespit etmişlerdir (Hazır vd., 2010). Bulunan WAnT testi zirve güç değerleri çalışmamızdaki verilerle paralellik gösterdiği söylenebilir. Başka bir çalışmada yaş ortalamaları 17,6 yıl, vücut ağırlığı ortalamaları 71,3 kg olan 20 futbolcuya uyguladıkları WAnT testinde zirve güç düzeylerini 769 W olarak belirtmişlerdir (Chtourou et al., 2012).

Elit düzeyde sporcu olamayan fakat düzenli fiziksel aktivite yapan 15 sağlıklı erkek bireye yaptıkları WAnT testi sonrası zirve güç düzeylerini 633 W olarak bildirmişlerdir (Micklewright et al., 2006). Çalışmamızda 20 erkek futbolcunun WAnT testi sonrası zirve güç düzeylerinin 951 W olduğu tespit edilmiştir. Zirve güç düzeylerinin futbolcularda yüksek çıkmasının nedeni katılımcıların antrenman geçmişine sahip sporcu olmalarından vesporcuların kas gücü, dayanıklılık ve enerji sistemlerinin gelişimi genellikle daha yüksek seviyede olmasından kaynaklanabilir.

Futbolcular, sprintler, hızlı dönüşler, ani duruşlar ve hava topu mücadeleleri gibi hızlı ve güçlü kas kasılmaları gerektiren hareketleri sıkça yaparlar. Bu tip hareketler, anaerobik enerji sistemini daha yoğun bir şekilde kullanmalarına ve kas güçlerini daha fazla gerektirmelerine neden olur. WAnT testi, bu tip hızlı ve güçlü kas kasılmalarını ölçmeye yönelik olması nedeniyle futbolcuların performansını daha iyi yansıtabilir. WAnT testinin futbolcuları diğer spor dallarındaki sporculardan ayırdığı birçok çalışmada gösterilmiştir (Kalinski et al., 2002; Harbili, 2015; Jakovljevic et al., 2018).

## **5.2. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Algılanan Zorluk Derecesi**

Katılımcıların aerobik egzersiz sonrası AZD değerlerinin ortalaması  $9.30 \pm 2.17$ , anaerobik egzersiz sonrası AZD değerlerinin ortalaması ise  $15.25 \pm 2.14$  olduğu tespit edilmiştir. Aerobik ve anaerobik egzersiz sonrası algılanan zorluk derecesi (AZD) değerleri karşılaştırıldığında; iki egzersiz türü arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Katılımcıların anaerobik egzersizi, aerobik egzersize göre daha zorlayıcı bulmuşlardır.

Çalışmamızla paralellik gösteren çalışmalarda; 16 yaş ortalamasına sahip 14 genç futbolcu ile 4dk, 4 set olarak oynatılan 4x4 dar alan oyunlarına, alan ölçüsü olarak 47,5x28,5m'de gerçekleştirdiği çalışmada ise, 6-20'lik AZD cevabı olarak  $10,98 \pm 1,43$  verildiğini belirtmişlerdir (Mavili, 2010). Başka bir çalışmada 25 erkek futbolcuya uygulanan akut maksimum aerobik egzersiz sonrası algılanan zorluk derecesi maksimum AZD puanını 9 olarak bulmuşlardır (Özel ve Özer, 2017). Çalışmanın sonuçları mevcut çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Amatör futbolcularda Yo-Yo Aralıklı Toparlanma testinde AZD değerinde mevkilere göre anlamlı farklılıklar tespit etmiştir (Biçer, 2021).

Antrenmanların izlenmesi ve değerlendirilmesi sporcuların performanslarının takibi açısından oldukça önemlidir. Son yıllarda takım sporlarında antrenman yüklerinin takip edilmesinde kullanılmaya başlayan; algılanan zorluk derecesi (AZD) ve içsel antrenman yükü yöntemlerinin, antrenmanların nicelleştirilmesinde ve izlenmesinde kullanılabilecek geçerli, basit ve ucuz araçlar olduğu tespit edilmiştir (Foster et al., 2001; Jeong et al., 2011; Aoki et al., 2017; Timoteo et al., 2017).

### **5.3. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Kalp Atım Hızı**

Katılımcıların aerobik ve anaerobik egzersizden önce (dinlenik), egzersizden hemen sonra, ilk 20 dakika boyunca (her bir dakikada) ve 30, 40, 50 ve 60. dakika kalp atım hızı değerleri incelendiğinde, iki egzersiz sonrası ölçülen KAH değerlerinde egzersizler arasında zamana ve egzersiz türüne göre anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Dinlenik KAH değerleri hariç tüm zamanlarda anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Katılımcıların aerobik ve anaerobik egzersizdeki kalp atım hızları takip edildiğinde anaerobik egzersiz sonrası kalp atım hızlarının daha yüksek seyrettiği tespit edilmiştir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre aerobik ve anaerobik egzersizde kalp atım hızlarının iki egzersizde de artarken anaerobik egzersizde daha fazla artış göstermiştir. Bunun nedeni, aerobik egzersiz, uzun süreli ve düşük ila orta yoğunluklu egzersizleri içeriyor olmasından ve bu egzersiz türü, vücudun oksijeni etkili bir şekilde kullanmasından kaynaklanır. Anaerobik egzersiz ise kısa süreli ve yüksek yoğunluklu egzersizleri içerir. Bu tür egzersizlerde enerji ihtiyacı hızla artar ve vücut oksijeni yeterince kullanamaz. Anaerobik egzersiz sırasında kaslar, enerji için anaerobik metabolizmayı kullanır ve laktik asit birikimi oluşabilir. Bu durum, kalbin daha hızlı ve daha güçlü bir şekilde çalışması sağlar.

Kalp atım hızı, elit veya amatör her seviyeden sporcuda antrenman durumunu ve fizyolojik adaptasyonları takip etmede yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Buchheit, 2014; Morales et al., 2014; Bellenger et al., 2016). Kalp atım hızı ve egzersiz şiddeti arasındaki ilişki sporcunun antrenman durumu hakkında bilgi sağlar. Kalp atım hızı, egzersiz şiddetinin bir göstergesi olarak kullanılmakta ve antrenman durumunu değerlendirmede önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir. Egzersiz biçimi, antrenman durumu, egzersizin süresi, çevresel koşullar, yarışmalar ve

sirkadiyen ritim gibi faktörler kalp atım hızı ve egzersiz şiddeti ilişkisini etkileyebilir (Lamberts et al., 2004).

Konu ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde; futbolcularda uygulanan Yo-Yo aralıklı toparlanma testlerindeki maksimal kalp atım hızı değerlerinde anlamlı farklılar tespit etmiştir (Bayrakdaroğlu vd., 2021). Norveçli elit ve daha alt düzeydeki bir futbol takımında yapılan çalışmada, elit futbolcuların Yo-Yo testindeki maksimal kalp atım sayısı değerleri 181.5 atım/dk, daha alt düzeydeki elit futbolcularda 192.6 atım/dk olarak elde edilmiştir (Ingebrigtsen et al., 2012). Egzersiz sırasında kalp atımının egzersizin şiddetine bağlı olarak, artış gösterdiği birçok çalışmada gözlemlenmiştir (Baechle and Earle, 2000; Aktümsek, 2004). Kalp atım sayısının kontrol edilmesinin asıl nedeni; yapılan egzersizin birey üzerinde oluşturduğu yorgunluğu kontrol ederek, yorgunluğu önlemek, istenilen enerji sistemini antrene edebilmek ve bireyin aşırı zorlanması ile uzun süreli yorgunluğun ortaya çıkmasını engellemektir (İstek, 2013).

Literatürde, düzenli egzersiz yapan grubun egzersiz yapmayan gruba göre istirahat kalp atım sayılarını oldukça düşük bulmuşlardır (Mahanonda et al., 2000). Aktif olarak spor yapmanın kalp atım hızını olumlu yönde etkilediği tespit etmişlerdir (Danieli et al., 2014). Çalışmamızdaki katılımcılar aktif ve düzenli antrenman yapan futbolculardan oluşmaktadır. Çalışmamızın KAH değerleri bulguları literatürle uyumluluk göstermektedir.

Kalp atım sayısının egzersize olan tepkisi ve uyumu, yapılan çalışmanın şiddeti ve süresi ile çok yakından ilgilidir. Çalışmanın şiddeti ve süresi, aynı zamanda hangi enerji sisteminin kullanıldığı ve diğer fizyolojik gelişmelere de bağlıdır. Şiddetli bir çalışma esnasında KAH (atım/dk) çalışan kaslara yeteri kadar oksijen ve enerji taşımak için yükselir. Yüksek şiddette ve sürekli aerobik çalışma 140-170 atım/dk, anaerobik çalışma ise 160 atım/dk ve üzeri (180-240 atım/dk) KAH'larının ortaya çıkmasına neden olur (Cinemre vd., 2002). Literatür, egzersiz yoğunluğunun, hem egzersiz sırasında hem de egzersiz sonrası toparlanma sürecinde KAH yanıtlarını belirleyen temel bir faktör olduğunu belirtmektedir (Makivic et al., 2013; Michael et al., 2017).

Egzersiz yoğunluğunun yanı sıra, bireysel farklılıklar, kondisyon seviyesi, yaş, cinsiyet ve diğer faktörler de KAH yanıtlarının belirlenmesinde önemli rol

oynayabilir. Bu nedenle, bireysel olarak uyarlanmış egzersiz programları ve uygun toparlanma süreleri, sağlıklı bir KAH yanıtı için önemlidir.

Sonuç olarak, egzersiz yoğunluğunun hem egzersiz sırasında hem de egzersiz sonrası KAH yanıtlarını etkilediği ve bu nedenle dikkate alınması gereken önemli bir faktör olduğu literatürde vurgulanmakla beraber çalışmamız sonuçlarını da desteklemektedir.

#### **5.4. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Laktik Asit Değerleri**

Çalışmamızda katılımcıların aerobik egzersizde ölçülen LA değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında egzersizden hemen sonra ölçülen LA değerleri diğer tüm zamanlarda ölçülen değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aerobik egzersizden hemen sonra anlamlı derecede artışa geçen LA, 5. 10. ve 20. dakikada anlamlı derecede düşüşe geçmiştir.

Anaerobik egzersizde ölçülen LA değerlerinin ortalamaları karşılaştırıldığında ise tüm zamanlarda ölçülen değerler, egzersiz öncesi yani dinlenik değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Anaerobik egzersizden sonra 5. ve 10. dakikada ölçülen LA değerlerinin ise egzersizden hemen sonra ve 20 dakika sonra ölçülen LA değerlerinden anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Anaerobik egzersiz sonrası LA değerlerinin dinlenik seviyeye göre yüksek düzeyde artış göstermesi anaerobik egzersiz yapıldığının bir kanıtıdır.

Aerobik ve anaerobik egzersiz sonrası LA ortalama değerleri karşılaştırıldığında, dinlenik değerler dışında tüm zamanlarda ölçülen değerlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Anaerobik egzersizde ölçülen LA değerleri, aerobik egzersizde ölçülen LA değerlerinden anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Egzersiz sonrası LA değişimi, egzersizin türüne ve yoğunluğuna bağlı olarak farklılık gösterebilir. Aerobik egzersizler genellikle daha uzun süreli ve düşük ila orta yoğunluklu olduğu için LA birikimi daha yavaş olabilir. Öte yandan, anaerobik egzersizler daha yüksek yoğunlukta ve kısa süreli olduğu için LA'nın daha fazla birikmesine sebep olmuş olabilir. LA seviyelerinin değişimi, bireysel farklılıklara, egzersizin süresine, yoğunluğuna, antrenman düzeyine ve birçok diğer faktöre bağlı olarak değişebilir. Dolayısıyla sporcunun hangi tür egzersiz yaptığını öğrenmek için LA ölçümü gerçekleştirilebilir.

Kan laktat ölçümü uzun yıllardır klasik bir yöntem olarak çalışılmaktadır (Beneke et al., 2011; Devlin et al., 2014). Laktik asit, yorgunluğun dolaylı bir belirteci olarak düşünülebilir, çünkü yüksek laktat seviyeleri, diğer metabolik değişikliklerle birlikte, kas performansını etkileyebilir. Hafif egzersizlerde, vücut enerjiyi çoğunlukla aerobik yollarla üretir, yani oksijen kullanarak enerji elde eder. Bu durumda genellikle kan laktat seviyeleri düşük kalır veya hafifçe artar (Lamb and Williams, 1991). Yüksek yoğunluklu bir egzersizde, kaslar daha hızlı enerji üretmek için anaerobik glikoliz yolunu kullanır ve laktat üretimi artar bu durumda laktik asit birikimi gerçekleşir ve yorgunluğa sebep olur (Bompa et al., 2011).

Kan laktat miktarı ölçümü için hem direkt hem de indirekt yöntemler kullanılabilir. Direkt yöntemde, egzersiz sırasında belirli aralıklarla kan örnekleri alınır ve laktat düzeyi laboratuvar ortamında analiz edilir. Bu yöntem, kesin laktat değerlerini elde etmek için kullanılır. İndirekt yöntemde ise laktat miktarı, solunum gaz analizi kullanılarak tahmin edilir. Bu yöntemde, egzersiz sırasında solunum ölçümleri yapılır ve alınan verilere dayanarak laktat eşiği tahmin edilir (Janssen et al., 2000; Bompa, 2007; Sönmez, 2002). Çalışmamızda sporcuların laktat konsantrasyonu doğrudan ölçülmüş ve bunun için The Edge marka laktat ölçer kullanılmıştır. Kan örneği sterilizasyon kurallarına uygun olarak kulak memesinden alınmıştır.

Literatürde birçok farklı egzersiz türünde de benzer sonuçlar elde edilmiştir; Uygulatılan iki farklı interval antrenmandan sonra, kan laktat konsantrasyonlarının antrenmandan hemen sonra artışa geçtiği gözlemlenmiştir (Tschakert and Hofmann, 2013; Tschakert et al., 2015). Elit kürek, bisiklet ve tekvandocular üzerinde yüksek yoğunlukta yaptıkları treadmill ve bisiklet ergonometrisi egzersizinden sonra, tüm grupların dinlenme seviyesine göre LA değerlerinin anlamlı olarak arttığını bildirmişlerdir (Cubriilo et al., 2011). Benzer bir çalışmada, bir müsabaka boyunca erkek futbolcuların kan laktat değerlerini takip etmişlerdir. LA değerlerinde, maç öncesi, maç arası ve maç sonrasında anlamlı farklılıklar tespit etmişlerdir (Akkoyunlu vd., 2002). Futbol antrenmanlarında kan laktat ölçümleri, sporcuların enerji sistemlerini kullanma yeteneğini, antrenman yoğunluğunu ve performans seviyelerini değerlendirmek için önemli bir araçtır.

Anaerobik kapasitenin belirleyici parametrelerinden biride kan laktat düzeyidir. Anaerobik gücü tespit edebilmek için bisiklet ergometresi testleri, ağırlık

kaldırma, hız koşuları, mekik koşuları gibi testler kullanılmaktadır. Laboratuvar testlerinde WAnT testi yüksek güç değerleri elde edilmesi, uygun bir egzersiz tipi olması gibi sebeplerle daha yaygın olarak kullanılır ve daha net sonuçlar vermektedir (McArdle et al., 2006). Çalışmamızda anaerobik egzersiz olarak WAnT testi uygulanmıştır.

LA konsantrasyonunda artışa neden olan şiddeti giderek artan egzersiz testlerinde LA değerlerinin ölçülmesi, hem egzersize anaerobik metabolizmanın katkısının iyi bir göstergesi hem de dayanıklılık performansının değerlendirilmesinde geçerli ve güvenilir uygulama olarak kabul edilmiştir (Bishop, 2001).

Yapılan bir çalışmada ise egzersize ara verildikten sonra kan laktatında azalma görülmüştür (Kantanista et al., 2016). Çalışmamızın sonuçlarında aerobik egzersizden hemen sonra artışa geçen LA değerleri diğer ölçümlerde kademeli olarak düşüşe geçmiştir. Anaerobik egzersizden sonra ise hemen artışa geçen LA, 5. dakikada artışını devam ettirip, 10. ve 20. dakikalarda kademeli olarak düşüşe geçmiştir. Çalışmamızın sonuçları yukarıdaki çalışma ile uyumluluk göstermektedir.

Literatür, WAnT sonrasında laktat konsantrasyonlarının önemli ölçüde arttığını göstermektedir (Berthoin et al., 2000). Çalışmamızdaki anaerobik egzersiz ve LA değerleri arasındaki ilişki literatürdeki birçok çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Antrenörler için yorucu şiddetteki alıştırmalar sonrasında normale dönme süresinin bilinmesi oldukça önemlidir. Organizmanın yeterli dinlenme ve toparlanma süresi olmadan tekrar yüksek yoğunluklu çalışmalara başlanması, performansı olumsuz etkileyebilir ve hatta sakatlanma riskini artırabilir (Ergen, 1986; Özdemir, 2006).

22 erkek sporcu ile bisiklet ergometresinde supramaximal egzersiz sonrası aktif dinlenme sırasında kan LA değerlerinde egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, 5. ve 10. dakikalar arasında anlamlı farklılıklar olduğunu belirlemişlerdir (Harbili vd., 2007). 14 erkek sporcu ile koşu bandında yorucu egzersiz sonrası pasif toparlanma uygulamasının 4, 8, 12, 16 ve 20. dakikalarındaki LA ve kalp atım sayısı değerlerini incelemişlerdir. Hem LA miktarlarında hem de kalp atım sayısı değerlerinde anlamlı düşüşler tespit etmişlerdir (Coffey et al., 2004). LA değerleri ölçüm zamanları ve sonuçları bakımından literatürdeki çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Kan LA tepkisi çok hassastır (Elkeky et al., 2020). Egzersiz kan LA konsantrasyonunu artırır. Ek olarak, LA egzersizin yoğunluğu ve egzersiz mesafesi ile ilişkilidir (Keskinen vd., 2007; Vescovi et al., 2011; Rogatzki et al., 2014).

Çalışmamızda farklı tür egzersizlerde aktif spor yapan katılımcıların LA sonuçlarının incelemesi, literatüre katkı sağlayabilecek önemli bulgular sunabilir. Egzersizin türü, yoğunluğu ve süresi gibi faktörlerin LA birikimi üzerinde farklı etkileri olabileceği bilinmektedir. Bu nedenle, farklı egzersiz türlerinin LA seviyeleri üzerindeki etkilerini araştırmak, egzersiz performansının ve toparlanma sürecinin anlaşılması açısından değerlidir. Bununla birlikte, aktif spor yapan katılımcıların LA sonuçlarının incelemesi, sporcuların fizyolojik adaptasyonlarını ve antrenman programlarının etkinliğini değerlendirmek açısından da önemlidir. LA birikimi, kas performansı, dayanıklılık ve antrenman kapasitesi gibi faktörlerle ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla, farklı egzersiz türlerindeki LA seviyelerinin sporcuların performansına nasıl etki ettiğini ve antrenman programlarının optimize edilmesi için nasıl kullanılabileceğini anlamak önemlidir.

#### **5.5. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Kreatin Kinaz Değerleri**

Çalışmamızda katılımcıların aerobik egzersizde ölçülen CK değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır ve aerobik egzersiz sonrası tüm zamanlarda ölçülen CK değerlerinin, dinlenik CK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aerobik egzersizden 24 ve 48 saat sonra ölçülen CK değerleri, egzersizden hemen sonra ve 60 dakika sonra ölçülen CK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. 48 saat sonra ölçülen CK değerlerinin ise 24 saat sonra ölçülen CK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anaerobik egzersizde ölçülen CK değerlerinin ortalamaları karşılaştırıldığında ise Anaerobik egzersizden hemen sonra, 24 saat ve 48 saat sonra ölçülen CK değerlerinin, dinlenik CK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Anaerobik egzersizden 24 ve 48 saat sonra ölçülen CK değerleri, egzersizden hemen sonra ve egzersizden 60 dakika sonra ölçülen CK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir . Anaerobik egzersizinden 48 saat sonra ölçülen CK değerlerinin ise 24 saat sonra

ölçülen CK değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır.

Aerobik ve anaerobik egzersiz sonrası CK ortalama değerleri karşılaştırıldığında, 24 ve 48 saat sonra ölçülen değerlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Anaerobik egzersizde ölçülen CK değerleri, aerobik egzersizde ölçülen CK değerlerinden anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kas hasarı, kas hücrelerinde yapısal değişikliklere, hücre zarının hasar görmesine ve enzimlerin kan dolaşımına salınmasına yol açar. Çalışmamızda anaerobik egzersizden sonra daha fazla kas hasarı oluşmuştur. Egzersizin, biçimine ve şiddetine bağlı olarak farklı seviyelerde kas hasarı meydana getirdiği bilinmektedir (Demirel, 2002).

Yorucu, ağır egzersizlerde ve takım sporlarında plazma CK düzeyi, kas hasarını belirlemede önemli bir parametre olarak görülmektedir (Coutts et al., 2006; McLellan et al., 2011). Fiziksel egzersiz veya yorucu spor aktiviteleri, CK düzeylerini artırabilir (Laufs et al., 2015).

Çalışmamızdaki CK bulguları literatürdeki birçok çalışma ile benzerlik göstermektedir. 10 erkek profesyonel futbolcu ile yaptıkları çalışmada, futbolcuların yüksek güç üretim yetenekleri ile maç sonrası kas hasarı belirteçlerinden serum CK seviyeleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır (Owen et al., 2015). Aerobik sporlarda CK aktivitelerini değerlendiren bir çalışmada, erkek mesafe koşucularının antrenman sırasında testosteron, kortizol ve CK düzeylerini araştırmışlardır. On mesafe koşucusunu, 4 hafta süresince takip etmişler ve sonuç olarak, CK aktivitesinin, egzersize bağlı göreceli bir duyarlılığı olduğunu belirtmişlerdir (Houmard et al., 1990).

Egzersize bağlı oluşan kas hasarı ve yıkımı sonucunda CK'nın kanda ki yoğunluğunun yükseldiği birçok çalışma tarafından gösterilmektedir (Shimomura et al., 2010; RebalkaandHawke, 2014; Kephart et al., 2016; Waldron et al., 2017). Bu artış egzersizden sonraki 24. ve 48. saatler arasında belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır (Matsumoto et al., 2009; Jackman et al., 2010; Howatson et al., 2012; Ra et al., 2013; FoureandBendahan, 2017).

Çalışmamızın CK değerleriyle paralellik gösteren bir çalışmada direnç egzersizinden sonra CK değerlerinin; egzersiz öncesi 169.6 U/L, egzersizden 24 saat

sonra 316.93 U/L, egzersizden 48 saat sonra 432.53 U/L olduğunu tespit etmişlerdir (Rodrigues et al., 2010). Çalışmamızda aerobik ve anaerobik egzersizden 48 saat sonra zirve yaptığı tespit edilmiştir.

İtalyan Serie A takımlarından yaşları 17-20 olan 20 erkek profesyonel futbolcunun katılımıyla CK seviyelerini araştırmışlar ve 90 dakikalık bir futbol maçı sonrası 24 ile 48. saatte alınan venöz kan sonuçlarına göre, serum CK seviyelerinde artışlar gözlemlenmiştir (Romagnoli et al., 2016).

Maraton koşusunu aerobik egzersiz olarak değerlendirirsek birçok araştırmacı, kandaki CK ve LDH gibi kas hasarı belirteçlerinin tam bir maratonun ardından arttığını tespit etmişlerdir (Del Coso et al., 2013; Tojima et al., 2016; Clifford et al., 2017; Wilson et al., 2018). Çalışmamızdaki aerobik egzersiz sonrası CK değerlerindeki artış literatürle uyumluluk göstermektedir.

30 saniyelik WAnT testi hem bireysel hem de takım sporu etkinliklerinde performansı tahmin etmek için oldukça güvenilir ve uygulanabilir bir testtir (Almuzaini, 2000; Sinnott et al., 2001). Çalışmamızda anaerobik egzersiz olarak WAnT testi uygulanmıştır. Bir çalışmada, 18 erkek futbolcuya uygulanan WAnT egzersizi öncesi CK değerini 180.78 U/L olduğunu, egzersiz sonrası bu değer 201.08 U/L yükseldiğini tespit etmişlerdir (Hammouda et al., 2012). Egzersiz sonrası her iki çalışmada CK değeri artışa geçerken, dinlenik durumdaki CK değerinin farklı olması sporcuların antrenman durumundan ve antrenman yaşından kaynaklanabilir.

CK, ağır bir egzersizi takiben 2-12 saat arasında yükselmeye başlar ve bu yükselme, bazen 48 saat devam edebilir (Souglis et al., 2015; Moat et al., 2017). Çalışmamızda aerobik ve anaerobik egzersizde en yüksek değerlerin 48 saat sonra tespit edilmesi literatürü destekler niteliktedir.

Çalışmamızda aerobik ve anaerobik egzersizler öncesi dinlenik total CK değerlerine göre, CK yanıtlarının anlamlı şekilde artış göstermesi futbolcularda kas hasarı oluştuğunu göstermektedir.

Sporcuların yapmış oldukları yüksek yoğunluklu egzersiz sonrası vücutlarında laktik asit birikmesi, yorgunluk ve kas hasarı oluştuğu bilinmektedir. Egzersiz sonrası oluşan kas hasarı çoğu zaman minimal düzeyde bir problem olmasına rağmen sporcuların antrenman ve müsabaka performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Özellikle profesyonel anlamda spor yapan sporcular için kas

hasarının geç oluşması veya oluşan kas hasarının en kısa sürede giderilmesi antrenman bilimi açısından önemli bir durumdur.

Sonuç olarak, çalışmamızdaki bulgular, futbolcularda dinlenik total CK değerlerinin egzersiz sonrasındaki artışı kas hasarını ve bu durumun sporcuların performansını etkileyebileceğini göstermektedir. Bu bilgiler, antrenörlerin ve sporcuların kas hasarı yönetimi ve toparlanma süreçlerini daha etkili bir şekilde planlamalarına yardımcı olabilir.

#### **5.6. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Laktat Dehidrogenaz Değerleri**

Katılımcıların aerobik egzersizde tüm zamanlarda ölçülen LDH değerlerinin ortalamaları rakamsal olarak bir artış göstermiştir ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ancak anaerobik egzersizden hemen sonrasında ölçülen LDH değerlerinin ortalamaları, egzersizden önce ölçülen dinlenik LDH değerlerinden ve 48 saat sonra ölçülen LDH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Anaerobik egzersizden 60 dakika sonra ölçülen LDH değerlerinin egzersizden 48 saat sonraya göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür. Aerobik ve anaerobik egzersiz sonrası LDH değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında ise iki egzersiz türü arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Anaerobik egzersizden sonra ölçülen LDH değerlerinde anlamlı farklılar tespit edilmesi bu egzersizden sonra daha fazla kas hasarının oluştuğunu göstermektedir.

LDH, CK gibi iskelet kaslarından kaynaklanan birtakım enzimlerin kandaki serum düzeylerinde hafif düzeyde artışa sebep olmaktadır (Öztürk, 2009). Egzersiz sırasındaki LDH düzeylerindeki değişimin eforun yoğunluğuna ve süresine bağlı olduğu belirtilmektedir (Munjel et al., 1983).

Literatürde çalışmamızın aerobik egzersiz sonrası bulguları ile paralellik gösteren birçok çalışma mevcuttur. Futsal oyuncularına uygulanan bir çalışmada tekrarlı sprint antrenmanının, öncesi ve sonrası LDH parametrelerinde farklılık göstermediğini tespit etmişlerdir. Antrenman öncesi 221.00 U/L olduğu tespit edilen LDH, antrenman sonrası 248.60 U/L olduğu tespit edilmiştir (Kahraman vd., 2023). Farklı branşlardaki elit sporculardan alınan kan örnekleri incelendiğinde, LDH düzeylerinde anlamlı bir değişim olmadığı belirtilmiştir (Fallon, 2008). Çalışmamızla

benzer olarak iki çalışmada da LDH artışa geçmiştir ancak bu artışın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Rekreasyon amaçlı spor yapan 12 bireye treadmill koşu bandında %80 şiddetinde akut aerobik egzersiz uygulamışlardır. Egzersiz öncesi, egzersizden hemen sonra ve 24 saat sonrasında aldıkları serum örneklerinde LDH değerlerinde anlamlı artışlar olduğunu tespit etmişlerdir (Callegari et al., 2017). LDH değerlerindeki anlamlı artış çalışmaya katılan grubun rekreasyon amaçlı spor yapan bireylerden oluşmasından, grup sayısından ve treadmill koşu bandındaki koşunun şiddetinden kaynaklanmış olabilir.

Literatürde çalışmamızın anaerobik egzersiz sonrası bulguları ile paralellik gösteren birçok çalışma mevcuttur. 18 erkek futbolcuya uygulanan bir çalışmada, WAnT egzersizi sonrası LDH değerlerinde önemli artışlar tespit etmişlerdir (Hammouda et al., 2012). Uygulanan test, kişi sayısı ve branş göze alındığında çalışmamız yukarıdaki çalışma ile uyumluluk göstermektedir. Başka bir çalışmada, 43 genç futbolcunun müsabaka öncesi ve müsabaka sonrası LDH değerlerini incelemişler ve müsabaka sonrası aldıkları LDH serum değerlerinin anlamlı bir şekilde artışa geçtiğini tespit etmişlerdir (DevrnjaandMatkovic, 2018). Benzer bir çalışmada bir futbol maçından sonra yine kas hasarı ile ilişkili CK ve LDH değerlerinde anlamlı artışlar tespit edilmiştir (Marques-Jimenez et al., 2018).

Gençlerde yüksek yoğunluklu egzersize yanıt olarak kas hasarını inceledikleri çalışmalarında, yüksek şiddette uygulatılan teadmill koşusundan hemen sonra, 24 ve 48 saat sonra alınan kan örneklerinde LDH ve CK değerlerini analiz edilmişlerdir. Sonuç olarak yüksek şiddetli egzersizden sonra araştırmamızda da olduğu gibi kas hasarı ile ilişkili enzim düzeylerinde artış meydana geldiğini tespit etmişlerdir (Pal et al., 2018).

LDH seviyelerinin değişken olduğu kadar, antrenmanın şiddetinden, süresinden ve egzersizin akut ya da kronik etkisine bağlı olarak değişiklik gösterdiği, ayrıca aşırı yüklenme ve uzun süre yapılan antrenmanlara yanıt olarak da LDH seviyesinin yükseldiği söylenebilir.

Çalışmamızdaki sonuçların literatürde yapılan bu araştırmalar ile farklılık ve benzerlik göstermesi antrenman yükü, süresi, branş ve sporcu popülasyonundaki farklılıklarla ilgili olabileceği düşünülmektedir. Konu ile ilgili literatürde farklı spor

dalları üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar olsa da futbol branşında çalışmaların kısıtlı olduğu gözlemlenmiştir. Futbol branşında antrenman uygunluğunun belirlenmesi için biyokimyasal parametreleri hedefleyen çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

### **5.7. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Interleukin 1 Beta**

IL-1 beta proinflatuar bir sitokindir. Aerobik ve anaerobik egzersizden hemen sonra artmaya başlamış ve 60 dakika sonramaksimum değere ulaşmıştır. 24 ve 48 saat sonra toparlanmayı takiben kademeli olarak düşüşe geçtiği gözlemlenmektedir. Egzersizin, kas hücrelerinde hasarlanma ve yenilenmenin eşlik ettiği, inflamatuvar bir süreç olduğu kabul edilirse inflamasyonu başlatan proinflatuar sitokin IL-1 beta hasara bağlı olarak artmıştır. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir.

IL-1 beta, vücuttaki inflamasyona bağlı inflamasyonu en aza indirme işlevi gören, proinflatuar bir sitokindir (Gallego and Selfridge, 2021). Düzenli egzersizde kan IL-1 beta seviyelerini daha fazla azaltabilir ve hücre hasarına bağlı iltihaplanmayı azaltabilir (Ha et al., 2015).

Literatürde çalışmamız ile paralellik gösteren IL-1 beta ilgili çalışmalar incelendiğinde; 18-35 yaş arası 29 erkek deneğe 45 dakika eksantrik koşu yaptırmışlardır ve IL-1 beta değerlerini incelemişlerdir. Egzersiz öncesi, egzersizden hemen sonra, egzersiz sonrası 3 ve 24. saatte inceledikleri IL-1 beta değerlerinde bazal seviyeye göre anlamlı farklılıklar olmadığını tespit etmişlerdir (Buford et al., 2009). Akut dayanıklılık egzersizine anjiyojenik ve proinflatuar sitokin yanıtın incelendiği bir çalışmada ise %75 VO<sub>2</sub> maks ile yapılan 30 dakikalık koşunun sistemik bir inflamatuvar reaksiyon ürettiği, ancak dayanıklılık egzersizinin bu yanıtları önemli ölçüde değiştirmedeği görülmektedir (Landers-Ramos et al., 2014). Çalışmamızda özellikle 60 dakika sonra ki IL-1 beta değerlerinde rakamsal artışlar söz konusudur ancak bu artış anlamlı değildir.

Maratoncularla ilgili yapılan bir başka çalışmada ise hassas spesifik immünoanalizler kullanılmasına rağmen IL-1 beta ve TNF-a proinflatuar sitokin konsantrasyonlarında bir değişiklik saptanmamıştır (Suzuki et al., 2000). Klasik proinflatuar sitokinler, IL-1 beta ve TNF-a, genel olarak egzersizle artmaz (Pedersen and Febbraio, 2008). Başka bir çalışmada 6 saatlik dayanıklılık koşusunun

ardından IL-1 beta konsantrasyonlarında herhangi bir değişiklik olmadığını tespit etmişlerdir (Luk et al., 2016).

Çalışmamızın sonuçları yukarıda sunulan egzersiz ve sitokin ilişkisiyle ilgili çalışmaların sonuçları uyumluluk göstermektedir.

Literatürde IL-1 beta değerlerinin egzersizle birlikte artışa geçtiğini tespit eden çalışmalar da mevcuttur. IL-1 beta yanıtının egzersiz türüne ve yoğunluğuna göre değişmektedir (Suzuki et al., 2002). Sporcularda her akut ağır egzersiz uygulamasının fizyolojik strese neden olduğu ve bunun sonucunda, stres hormonları, pro ve antiinflamatuvar sitokinler ile reaktif oksijen türlerinde artışın gerçekleştiği bildirilmektedir (Walsh et al., 2011). Düzenli egzersizden kaynaklanan iskelet kasındaki mikro yaralanmalar, IL-1 beta ve TNF-a gibi sitokinlerin salınımını başlatır (Colombini et al., 2011).

IL-1 beta, geleneksel olarak akut faz reaksiyonlarının ana indükleyici sitokinleri olarak kabul edilsede yapılan çalışmaların çoğu, bu sitokinlerin dolaşım konsantrasyonunun egzersiz sonrasında değişmediğini veya küçük oranlarda ve gecikmeli artışlar gösterdiğini rapor etmiştir (Suzuki et al., 2002).

Mevcut bulgular, egzersiz sırasında ve sonrasında IL-1 betanın dolaşımdaki konsantrasyonlarının nedenini ve biyolojik önemini çözemeyecek sınırlılıktadır. Çalışmalardaki farklı bulguların nedeni; katılımcı popölasyon farklılığı, kan örneklerinin zamanlaması, egzersiz türü, deneysel tasarımda ki farklılıklar ve sitokin testi duyarlılığındaki farklılıklar nedeniyle tutarsız olabilir.

Futbola verilen IL-1 beta yanıtıyla ilgili çalışmalar sınırlılık göstermektedir. Sonuçlarımız egzersizden hemen sonra IL-1beta yükselmesine ilişkin çalışmalar ile paralellik göstermektedir. Egzersiz türünün IL-1 beta düzeyleri üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu ve proinflamatuvar yanıtın genel olarak egzersiz yoğunluğu ve süresi gibi faktörlere bağlı olduğunu göstermektedir. Bu durum, egzersizin immün sistem üzerindeki etkilerini anlamak ve antrenman programlarını planlarken dikkate almak için önemlidir.

#### **5.8. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde Interleukin 4**

IL-4 antiinflamatuvar bir sitokindir. Aerobik ve anaerobik egzersizin hemen sonrası kas hasarına yanıt olarak yükselmiştir. Pik değeri egzersizin hemen sonra olduğu tespit edilmiştir. Sonra ki ölçüm zamanlarında ise düşme eğilimindedir.

İnflamasyonun arttığı dönemde proinflamatuarsitokinlerin daha hâkim olduğu görülmektedir. Artış ve maksimum değer anlamlıdır. İnflamasyondan hemen sonra IL4 artmaktadır ve toparlanma sürecinde kademeli olarak azalmaktadır.

Çalışmamızda katılımcıların aerobik egzersizinde ölçülen IL-4 değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır ve aerobik egzersizden hemen sonra ölçülen IL-4 değerleri, egzersizden önce dinlenik ve 48 saat sonra ölçülen IL-4 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anaerobik egzersizde ölçülen IL-4 değerlerinin ortalamalarına göre ise anaerobik egzersizden hemen sonra ölçülen IL-4 değerlerinin, diğer tüm zamanlarda ölçülen IL-4 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Hem aerobik hem de anaerobik egzersiz sonrası IL-4 değerlerinin egzersizden hemen sonra artış göstermesi ve egzersizden daha sonraki zamanlarda düşüşe geçmiş olması IL-4 parametresinin toparlanmada kullanılabilecek bir belirteç olduğunu göstermektedir.

IL-4, antiinflamatuvar özelliklere sahip bir sitokin olarak bilinir ve egzersiz sonrasında artış göstermesi, inflamasyonu azaltıcı etkisi olabileceğini düşündürülebilir. Çalışmamızda aerobik ve anaerobik egzersizden hemen sonra IL-4 değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede artışa geçmiştir. Ayrıca IL-4, egzersizle ortaya çıkan kas hasarının onarımıyla sonuçlandığından bağışıklık tepkisi için önemlidir (Rosa et al., 2009). Çalışmamızda kas hasarına bağlı enzimlerden CK ve LDH anlamlı derecede artışa geçmiştir. Oluşan kas hasarı sonrası artan IL-4 değerleri, inflamasyonu azaltmaya ve iyileşmeyi desteklemeye yardımcı olmak için anlamlı derecede artışa geçmiş olabilir.

IL-4, egzersizde gözlemlenen genel antiinflamatuvar ortama katkıda bulunabilecek antiinflamatuvar bir sitokindir (Moldoveanu et al., 2001). Egzersizden kaynaklı yaralanma bölgesinde IL-4 salgılayarak hücre aracılı bağışıklık sistemi fonksiyonunu desteklediği bilinmektedir (Bobinski et al., 2018).

Literatürde IL-4 ilgili çalışmalar incelendiğinde; iki farklı çalışmada, kuvvet antrenmanı ve akut yorucu egzersizden sonra IL-4 seviyesi yükselmiştir (Nielsenand Pedersen, 2007; Della et al., 2014). Düzenli antrenman yoluyla, tekrarlanan bireysel egzersiz seanslarını takiben kaslarda IL-4 ekspresyonunun zamanla arttığı

bulunmuştur (Della et al., 2014). Araştırmalar, egzersize bağlı IL-4 gibi antiinflamatuarsitokinlerin konsantrasyonunu artıracığını göstermektedir (Das, 2004; Bobinski et al., 2018). Mevcut çalışmaların sonuçları çalışmamızla uyumluluk göstermektedir.

Literatürde egzersize bağlı IL-4 değerlerinde anlamlı farklılık tespit edilmeyen çalışmalarda mevcuttur. Akut sürekli artan egzersiz sırasında IL-4 konsantrasyonlarında değişim olmadığını tespit etmişlerdir (Moldoveanu et al., 2001). Başka bir çalışmada maraton yarışından sonra IL-4'ün plazma düzeylerinde değişiklik saptanmadığı bildirilmiştir (Suzuki et al., 2000). 6 aylık farklı şiddetteki aerobik egzersizlerin IL-4 plazma seviyelerine etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Huffman et al., 2008). Yüzücülerle yapılan bir çalışmada egzersiz öncesi ve sonrası IL-4 değerlerinde değişiklik olmadığını tespit etmişlerdir (Wilson et al., 2009).

Sonuçlarımız IL-4 yanıtlarının egzersiz sonrasında değişebileceğini ve sporcuların adaptasyon süreçlerinde önemli bir rol oynayabileceğini düşündürebilir. Ancak, daha fazla araştırma ve çalışma yapılması, sonuçların doğrulanması ve daha iyi anlaşılması için gereklidir.

Literatürde IL-4 ile çalışmalar sınırlıdır. IL-4, insanlarda farklı egzersiz türlerine ve antrenman yüküne yanıt olarak iskelet kasının adaptasyonu için olası bir rolü olduğu varsayılabilir. Futbolcularda uygulattığımız aerobik ve IL-4 yanıtının bu alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### **5.9. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde YKL-40**

Çalışmamızda katılımcıların aerobik egzersizinde ölçülen YKL-40 değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır ve aerobik egzersiz öncesi ölçülen dinlenik YKL-40 değerleri, 60 dakika, 24 saat ve 48 saat sonra ölçülen YKL-40 değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Aerobik egzersizden hemen sonra ölçülen YKL-40 değerleri, egzersiz öncesi dinlenik, 60 dakika, 24 ve 48 saat sonra ölçülen YKL-40 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anaerobik egzersizde ölçülen YKL-40 değerlerinin ortalamaları karşılaştırıldığında egzersizden 48 saat sonra ölçülen YKL-40 değerleri, egzersizden önce dinlenik, hemen sonra ve 60 dakika sonra ölçülen YKL-40 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda aerobik ve anaerobik egzersizde YKL-40 değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır. Katılımcıların YKL-40 değerlerinin egzersiz türüne göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Aerobik egzersizden hemen sonra ölçülen YKL-40 değerleri, anaerobik egzersizden hemen sonra ölçülen YKL-40 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Anaerobik egzersizden 48 saat sonra ölçülen YKL-40 değerleri ise aerobik egzersizden 48 saat sonra ölçülen YKL-40 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, aerobik ve anaerobik egzersizin YKL-40 üzerinde farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir ve aerobik ve anaerobik egzersizlerin vücutta farklı metabolik ve inflamatuvar yanıtlara yol açtığını düşündürülebilir. YKL-40, inflamasyon süreçlerinde rol oynayan bir protein olduğundan, egzersiz türüne bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Egzersizin enerji sistemlerine ve metabolik süreçlere olan etkisi, bu farklılıkları açıklamada rol oynayabilir.

Son yıllarda keşfedilen, fizyolojisi ve egzersizle ilişkisi tam olarak açıklanamayan YKL-40, sigara içme durumu, kolesterol, hipertansiyon ve diyabet gibi çok değişkenli analizlerde akut olarak farklılıklar göstermektedir (Koos et al., 2012). YKL-40, işlevi ayrıntılı olarak tanımlanmamış olsa da genel olarak doku yeniden şekillenmesi ve inflamatuvar süreçlerde yer aldığı gösterilmiştir (Johansen et al., 2008b). YKL-40 mekanik yüklenmeye akut bir yanıt gösteren biyobelirteçlerden biridir (Kraus et al., 2011; Maren et al., 2022). Ayrıca YKL-40 seviyeleri eklem iltihabı sırasında yükselir (Bokarewa et al., 2005; Tilg and Moschen, 2006). Özellikle yoğun egzersizlerden sonra kas hasarı, oksidatif stres ve inflamasyonun belirteçleri sıklıkla bulunur (Ihalainen et al., 2014; Rowe et al., 2014). YKL-40'ın özellikle doku iyileşmesinde ve onarımda önemli roller oynadığı belirtilmektedir (Lee et al., 2011; Schmidt et al., 2013; Zhou et al., 2014).

Literatür incelendiğinde; 22 maraton koşucusuyla uygulanan çalışmada YKL-40 değerlerinin egzersizden hemen sonra artışa geçtiği gözlemlenmiştir (Mansour et al., 2017). YKL-40 yanıtları çalışmamızın aerobik egzersiz yanıtlarıyla uyumluluk göstermektedir. Benzer bir çalışmada maraton koşusunda önce ve sonra ölçülen YKL-40 serum konsantrasyonlarında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Vuolteenaho et al., 2014). Bir çalışmada YKL-40'ın özellikle uygulanan egzersizle mekanik olarak duyarlı tepki gösterdiği tespit edilmiştir. İki egzersiz türünde YKL-

40 değerlerinde anlamlı farklılar tespit etmişlerdir. Özellikle YKL-40 değerlerinin 30 ve 60 dakika sonra yüksek kaldığını vurgulamışlardır (Maren et al., 2022). Farklı bir çalışmada üç ay süresince haftada üç defa egzersiz yaptırdıkları tip 2 diabet hastası olan yedi katılımcının iskelet kası biyopsi sonuçlarını değerlendirdikleri araştırmalarında YKL 40 değerlerinin dayanıklılık antrenmanları sonrasında artış gösterdiğini tespit etmişlerdir (Brinkmann et al., 2019). YKL-40'ın akut egzersize yanıt olarak kıkırdak biyobelirteç konsantrasyonlarında ani artış ve devamında düşüş gösterdiği birçok çalışmada belirtilmiştir (Niehof et al., 2010; Denning et al., 2016; Mündermann et al., 2017; Vuolteenaho et al., 2014). Çalışmamızın YKL-40 yanıtları, literatürdeki söz konusu bilgiler ve çalışmalar ile uyumluluk göstermektedir.

Bulgularımızdan farklı olarak, 17 sağlıklı koşucu üzerinde yapılan araştırmada 42km maraton koşusunun 24, 48 saat öncesi, hemen bitiminde ve 48 saat sonrasında kan alımı yaparak YKL 40 değerlerinin sabit olduğunu tespit etmişlerdir (Hernández-Hermoso et al., 2021). Farklılığın, katılımcı profilinin ortalama sekiz yıllık iyi antrenmanlı maratonculardan oluşmasından kaynaklandığı düşünülebilir ve sporcuların toparlanma yeteneklerinin çalışmamız katılımcılarından daha iyi olduğu varsayılabilir.

Sağlıklı kişilerde YKL 40'ın günlük, kısa süreli ve uzun süreli varyasyonlarını belirlemek için yaptıkları araştırmanın bir safhasında 14 katılımcıya bisiklet ergometresinde egzersiz yaptırmışlardır. İki bölümden oluşan toplam 25 dakikalık hafif egzersizden önce, hemen bitiminde, bir ve üç saat sonrasında ölçülen YKL40 değerleri arasında herhangi bir farklılık tespit edilememiştir (Johansen et al., 2008). Çalışmamızın sonuçlarında ise aerobik ve anaerobik egzersizler sonrası anlamlı artışlar tespit edilmiştir. İki araştırmada uygulatılan egzersizlerin şiddeti, sonuçlardaki farklılığın nedeni olarak düşünülebilir. Ayrıca aynı araştırmada YKL 40'ın günlük varyasyonlarını belirlemek için 16 katılımcıdan 24 saat içerisinde yedi defa ölçüm almışlar ve değerlerin gün içerisinde artış gösterdiğini tespit etmişlerdir (Johansen et al., 2008). Çalışmamızda sabah planlanan aerobik egzersizlerin süresi nedeniyle bazı sarkmalar yaşanmıştır, böylelikle egzersizden hemen önce alınması uygun görülen dinlenim YKL 40 değerleri gün içerisinde anaerobik egzersiz değerlerine göre artış göstermiş olabilir. Ancak ölçümlerin sonuçlarına göre

egzersize bağı olarak YKL 40 değerleri artış göstermiştir ve sporcuların toparlanma verimliliğinin takibi için geçerli bir parametre olarak düşünülebilir.

YKL-40, çeşitli koşullar ve hastalıklarla ilişkilendirilmiş olmasına rağmen, hala aktif olarak araştırılan bir proteindir. Literatür incelendiğinde, YKL-40 değerleri için standart bir değer veya karakteri konusunda belirsizlikler görülmektedir. Ancak 2011 yılında yayınlanan bir çalışma göz ardı edilmemelidir; 3130 kişi üzerinde yaptıkları çalışmada YKL 40 değerlerinin ortalamasının  $40\mu\text{g/L}$  (referans aralığı 14-155) olduğunu belirtmişlerdir (Bojesen et al., 2011). Dinlenim değerlerimizin ortalamasının (aerobik;  $133,82\text{ ng/mL}$ , anaerobik;  $71,58\text{ ng/mL}$ ) ilgili çalışmada belirtilen referans aralığı içinde olduğu görülmektedir.

YKL-40 değerleri, egzersiz durumu, egzersizin süresi, yaş, ağırlık, fiziksel durum, sigara kullanımı ve katılımcı özelliklerinden etkilenebilir. Sigara kullanımı gibi etkilere bağı olarak değişkenlik gösterebilen YKL-40 değerlerinin (Bojesen et al., 2011) egzersiz ile bağlantılı varyasyonlarının araştırılacağı gelecekteki çalışmalarda dinlenim değerlerinin testlemeler öncesi periyotta bir kaç defa alınarak desteklenmesi, farklı akut etkilerin göz ardı edilmesine katkı sağlayacaktır.

#### **5.10. Aerobik ve Anaerobik Egzersizde ACTA-1**

Çalışmamızda katılımcıların aerobik egzersizinde ölçülen ACTA-1 değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır ve aerobik egzersizden 24 saat sonra ölçülen ACTA-1 değerleri, egzersiz öncesi dinlenim ve 48 saat sonra ölçülen ACTA-1 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anaerobik egzersizde ölçülen ACTA-1 değerlerinin ortalamaları karşılaştırıldığında, egzersizden hemen sonra ölçülen ACTA-1 değerleri, egzersiz öncesi dinlenim, egzersizden 24 ve 48 saat sonra ölçülen değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda aerobik ve anaerobik egzersizde ACTA-1 değerlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır. Katılımcıların ACTA-1 değerlerinin egzersiz türüne göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Anaerobik egzersizden hemen sonra ölçülen ACTA-1 değerleri, aerobik egzersizden hemen sonra ölçülen ACTA-1 değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu anaerobik egzersizden hemen sonra kas dokusunda ACTA-1 sentezinin aerobik egzersize göre daha fazla arttığını göstermektedir. Sonuçlardaki bu farklılıklar,

egzersizlerin şiddetinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Egzersiz şiddetinin ACTA-1 düzeyleri üzerinde etkili olduğu ve anaerobik egzersizin daha yüksek ACTA-1 artışına neden olduğu sonucuna varılabilir. Anaerobik egzersiz yüksek yoğunluklu ve kısa süreli olduğu için, kaslarda daha fazla stres ve hasar oluşabilir. Bu da ACTA-1 seviyelerinde anlamlı bir artışa yol açabilir. Bu sonuç ACTA-1 parametresinin toparlanmanın takibinde kullanılabileceğini göstermektedir. Özellikle anaerobik egzersiz sonrası toparlanmanın takibinde daha iyi bir gösterge olarak görülmektedir

ACTA-1, kas kasılması ve kas liflerinin yapısını korumak için önemli bir rol oynayan yapısal bir proteindir ve insanlarda ACTA-1 geni tarafından kodlanır (Mogensen et al., 1998). Fiziksel aktivite uygulaması sırasında kas zarı yaralandığında, hücre zarları yırtılır ve CK, ACTA-1 gibi enzim ve proteinler kan dolaşımına geçer (Totsuka et al., 2002). Ayrıca alfa aktinler kas dokularında bulunur ve kasılma aparatının önemli bir bileşenidir (Sakamoto, 1996).

Bir çalışma, sporda kas yaralanmalarının erken tespiti için güvenilir bir belirteç belirlemek amacıyla, yaralanmamış sporcuların ve iskelet kası yaralanması olanların serumlarında ACTA-1 proteini ve diğer kas hasarı belirteçleri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre ACTA-1, sporcularda kas yaralanmalarının tespitinde kullanılabilecek yeni ve güvenilir bir iskelet kası hasarı belirteçidir (Martinez-Amat et al., 2007).

26 yaş ortalamasına sahip 10 profesyonel futbolcuya uygulanan bir çalışmada ACTA-1 serum konsantrasyonlarında antrenman öncesi ve antrenman sonrası dönemde anlamlı farklılıklar tespit etmiştir (Pimeta et al., 2015). Çalışmamızla paralellik gösteren bu çalışmada kas hasarı olduğu söylenebilir. Başka bir çalışmada ACTA-1 plazma konsantrasyonu, profesyonel 16 futbolcuda stres düzeyinin bir belirteci olarak kullanılmış ve bunun gerçek fizyolojik taleple ilişkili olduğu bulunmuştur (Martinez-Amat et al., 2005).

Alan yazın incelendiğinde egzersiz ve ACTA-1 ilişkisini inceleyen çalışmalar sınırlılık göstermektedir. Egzersizin süresi, yoğunluğu, protokolü ve katılımcıların özellikleri gibi faktörler sonuçları etkileyebilir. Bu nedenle, daha geniş örneklem büyüklüğüne sahip ve farklı parametreleri dikkate alan çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda farklı tür egzersizde, aktif olarak spor yapan katılımcılarla ACTA-1 çalışılmış olmasının, literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

-Aerobik ve anaerobik egzersizde IL-1 beta değerleri arasında anlamlı farklılık yoktur. Rakamsal olarak artış söz konusu olsada bu artış anlamlı bulunmamıştır. 1. hipotez reddedilmiştir.

-Aerobik ve anaerobik egzersizde IL-4 değerleri arasında anlamlı farklılık vardır. 2. hipotez kabul edilmiştir.

-Aerobik ve anaerobik egzersizde YKL-40 değerleri arasında anlamlı farklılık vardır. 3. hipotez kabul edilmiştir.

-Aerobik ve anaerobik egzersizde ACTA-1 değerleri arasında anlamlı farklılık vardır. 4. hipotez kabul edilmiştir.

-Aerobik ve anaerobik egzersizde CK değerleri arasında anlamlı farklılık vardır. 5. hipotez kabul edilmiştir.

-Aerobik ve anaerobik egzersizde LDH değerleri arasında anlamlı farklılık yoktur. 6. hipotez reddedilmiştir.

-Aerobik ve anaerobik egzersizde CK değerleri arasında anlamlı farklılık vardır. 7. hipotez kabul edilmiştir.

-Aerobik ve anaerobik egzersizin sporcuların toparlanma kalp atım hızı değerleri arasında anlamlı farklılık vardır. 8. hipotez kabul edilmiştir.

-Aerobik ve anaerobik egzersizde sporcuların algılanan zorluk derecesi değerleri arasında anlamlı farklılık vardır. 9. hipotez kabul edilmiştir.

Çalışmamız verilerine göre IL-4, YKL-40 ve ACTA-1 egzersiz sonrası toparlanmayı takipte kullanılabilir. Ayrıca aerobik egzersizler sonrası toparlanma sürecinin takibinde IL-4 ve YKL 40 daha uygun belirteçler olarak öne çıkmakta, anaerobik egzersizler sonrası ise ACTA-1 toparlanmanın takibinde daha iyi bir gösterge olarak görülmektedir. Söz konusu belirteçler ile sporcuların toparlanma verimliliği, yeteneği ve kapasitesi, daha geçerli bir şekilde analiz edilebilir ve literatür çalışmaları arttıkça güvenilirlik düzeyi yüksek olan parametreler, ileride bir sporcu değerlendirme kriteri olarak karşımıza çıkabilir.

## ÖNERİLER

-Söz konusu belirteçler ile sporcuların toparlanma verimliliği, yeteneği ve kapasitesi, daha geçerli bir şekilde analiz edilebilir.

-Egzersiz vücut üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamız ve uygun antrenman yöntemleri ve toparlanma stratejileri geliştirmemize yardımcı olur. Ayrıca, egzersiz ile ilişkili inflamatuvar ve antiinflamatuvar süreçler arasındaki dengeyi anlamak, spor performansı, kas onarımı, adaptasyon ve sağlık açısından önemli bilgiler sunabilir.

-Çalışmamızdaki sonuçlar egzersiz fizyolojisi, sporcu sağlığı, rehabilitasyon ve antrenman bilimleri gibi alanlarda yapılan araştırmaların değerlendirilmesine yardımcı olabilir.

-Egzersiz programınızı ve hedeflerinizi dikkate alarak hem aerobik egzersizlere hem de anaerobik egzersizlere yer veren dengeli bir egzersiz planı oluşturmak önemlidir. Sağlık uzmanları veya antrenörler, kişiye özel egzersiz programları konusunda rehberlik sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

- Abbas, A. K., Lichtman, A. H., Camcıoğlu, Y. ve Deniz, G. (2007). Temel immünoloji: immün sistemin işlev ve bozuklukları. *Medikal Yayıncılık*;45
- Abbas, A., Lichtman, A. and Pillai, S. (2014). Cellular and molecular immunology E-book. *Elsevier Health Sciences*.
- Akdoğan, M. ve Yöntem, M. (2018). Sitokinler. *Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(1), 36-45.
- Akgül, M. Ş. ve Çakmakçı, O. (2013). Sporcularda Hidroterapinin Toparlanma Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, Yüksek Lisans Tezi.
- Akgün, N. (1986). Egzersiz fizyolojisi. *Baskı*, 1, 60-198.
- Akkoyunlu, Y., Şenel, Ö. ve Atalay Güzel, N. (2002). Yıldız erkek futbolcuların bir müsabaka süresinde kan laktat ve kan şekeri düzeylerinin incelenmesi. 7. *Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi*.
- Aktümsek, A. (2004). Anatomi ve fizyoloji:(insan biyolojisi). *Nobel Yayın Dağıtım*.
- Alkharfy, K. M., Kellum, J. A. and Matzke, G. R. (2000). Unintended immunomodulation: part II. Effects of pharmacological agents on cytokine activity. *Shock (Augusta, Ga.)*, 13(5), 346-360.
- Allen, D. G. (2001). Eccentric muscle damage: mechanisms of early reduction of force. *Acta Physiologica Scandinavica*, 171(3), 311-319.
- Almuzaini, K. S. (2000). Optimal peak and mean power on the Wingate test: Relationship with sprint ability, vertical jump, and standing long jump in boys. *Ped. Ex. Science*, 12(4), 349-359.
- Alpar, R. (1998). Yüzme ve sutopu antrenmanlarının temelleri. *Federasyon Yayın*, (4).
- Aoki, M. S., Arruda, A. F., Freitas, C. G., Miloski, B., Marcelino, P. R., Drago, G. and Moreira, A. (2017). Monitoring training loads, mood states, and jump performance over two periodized training mesocycles in elite young volleyball players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 12(1), 130-137.
- Aranega, A. E., Velez, C., Prados, J., Melguizo, C., Marchal, J. A., Arena, N. and Aranega, A. (1999). Modulation of  $\alpha$ -actin and  $\alpha$ -actinin proteins in cardiomyocytes by retinoic acid during development. *Cells Tissues Organs*, 164(2), 82-89.
- Arıkan, Ş. ve Akın, G. (2019). İrisin ve Egzersiz. *Türk Spor Bilimleri Dergisi*; 2(2); 106-114.
- Aslan, N. N. ve Yardımcı, H. (2017). Obezite üzerine etkili yeni bir hormon: İrisin. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(3), 176-183.
- Astrand, P. O., Rodahl, K., Dahl, H. and Stra, S. B. (2003). Textbook of work physiology: physiological bases of exercise. *Human kinetics*.
- Baechle, T. R. and Earle, R. W. (2000). Essentials of strength training and conditioning (NSCA). *Biomechanics of Resistance Exercise*., 394-400.
- Barnett, A. (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports medicine*, 36, 781-796.
- Bayrakdaroğlu, S., İbrahim, C., Albayrak, A. Y. ve İmamoğlu, R. (2021). Futbolcularda Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Testlerindeki (Seviye 1-2) Kalp Atım Hızı, Laktat Profili ve Toparlanma Sürelerinin İncelenmesi T. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(3), 550-559.

- Bellenger, C. R., Fuller, J. T., Thomson, R. L., Davison, K., Robertson, E. Y. and Buckley, J. D. (2016). Monitoring athletic training status through autonomic heart rate regulation: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 46, 1461-1486.
- Beltz, N. M., Gibson, A. L., Janot, J. M., Kravitz, L., Mermier, C. M. and Dalleck, L. C. (2016). Graded exercise testing protocols for the determination of VO<sub>2</sub> max: historical perspectives, progress, and future considerations. *Journal of sports medicine*.
- Beneke, R., Hutler, M., Von Duvillard, S. P., Sellens, M. and Leithauser, R. M. (2003). Effect of test interruptions on blood lactate during constant workload testing. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(9), 1626-1630.
- Beneke, R., Leithauser, R. M. and Ochentel, O. (2011). Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. *International journal of sports physiology and performance*, 6(1), 8-24.
- Bergen III, H. R., Ajtai, K., Burghardt, T. P., Nepomuceno, A. I. and Muddiman, D. C. (2003). Mass spectral determination of skeletal/cardiac actin isoform ratios in cardiac muscle. *Rapid communications in mass spectrometry*, 17(13), 1467-1471.
- Berthoin, S., Pelayo, P., Baquet, G., Marais, G. and Robin, H. (2000). Effets des variations du volume plasmatique sur les concentrations de lactate et leur cinétique de récupération après des exercices maximaux et supramaximaux. *Science & sports*, 15(1), 31-39.
- Biçer, B. (2021). Amatör Futbolcularda Yo-Yo Testi Sırasındaki İnternal Yükün Mevkilere Göre İncelenmesi. Sportif Bakış: *Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 86-97.
- Bilici, M. F. (2018). Adolesan Bayan Sporcuların Kan Örneklerinde Bazı Hormon ve Biyokimyasal Parametrelerin İncelenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Bilim, O., Takeishi, Y., Kitahara, T., Ishino, M., Sasaki, T., Suzuki, S. and Kubota, I. (2010). Serum YKL-40 predicts adverse clinical outcomes in patients with chronic heart failure. *Journal of cardiac failure*, 16(11), 873-879.
- Bishop, D. (2001). Evaluation of the Accusport® lactate analyser. *International journal of sports medicine*, 22(07), 525-530.
- Bishop-Bailey, D. (2013). Mechanisms governing the health and performance benefits of exercise. *British journal of pharmacology*, 170(6), 1153-1166.
- Bobinski, F., Teixeira, J. M., Sluka, K. A. and Santos, A. R. S. (2018). IL-4 mediates the analgesia produced by low-intensity exercise in mice with neuropathic pain. *Pain*, 159(3), 437.
- Bojesen, S. E., Johansen, J. S., & Nordestgaard, B. G. (2011). Plasma YKL-40 levels in healthy subjects from the general population, *Clinica Chimica Acta*, 412(9-10), 709-712.
- Bokarewa, M., Nagaev, I., Dahlberg, L., Smith, U. And Tarkowski, A. (2005). Resistin, an adipokine with potent proinflammatory properties. *J. Immunol*, 174(9), 5789-5795.
- Bompa, T. O. (2007). Antrenman Kuramı ve Yöntemi. *Spor Yayınevi*, Ankara, 330-346.
- Bompa, T. O., Keskin, İ., Tuner, B., Küçükgöz, H. ve Bağırhan, T. (2011). *Antrenman kuramı ve yöntemi: dönemleme. Spor Yayınevi ve Kitabevi*. 21-120
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & science in sports & exercise*; 14(5): 377-381
- Borish, L. C. and Steinke, J. W. (2003). 2. Cytokines and chemokines. *J Allergy Clin Immunol*, 111(2), S460-S475.

- Brancaccio, P., Limongelli, F. M. and Maffulli, N. (2006). Monitoring of serum enzymes in sport. *British journal of sports medicine*, 40(2), 96-97.
- Brinkmann, C., Kuckertz, A., Schiffer, T., Bloch, W., Predel, H. G., & Brixius, K. (2019). Endurance training alters YKL40, PERM1, and HSP70 skeletal muscle protein contents in men with type 2 diabetes mellitus, *Endocrine research*, 44(1-2), 1-8.
- Brooks, G. A. (1985). Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Medicine and science in sports and exercise*, 17(1), 22-34.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in physiology*, 5, 73.
- Buford, T. W., Cooke, M. B., Shelmadine, B. D., Hudson, G. M., Redd, L. and Willoughby, D. S. (2009). Effects of eccentric treadmill exercise on inflammatory gene expression in human skeletal muscle. *Appl Physiol Nutr Metab*, 34(4), 745-753.
- Byrne, C., Twist, C. and Eston, R. (2004). Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*, 34(1), 49-69.
- Callegari, G. A., Novaes, J. S., Neto, G. R., Dias, I., Garrido, N. D., and Dani, C. (2017). Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after different resistance and aerobic exercise protocols. *Journal of human kinetics*, 58(1), 65-72.
- Casey, L. C. (2000). Immunologic response to infection and its role in septic shock. *Critical care clinics*, 16(2), 193-213.
- Chtourou, H., Hammouda, O., Souissi, H., Chamari, K., Chaouachi, A. and Souissi, N. (2012). Diurnal variations in physical performances related to football in young soccer players. *Asian journal of sports medicine*, 3(3), 139.
- Cinemre, Ş., Açıkada, C., Hazır, T. ve Şenel, Ö. (2002). Genç Badminton Oyuncularının Müsabaka Ortamında Gözlenen Laktat ve Kalp atım Hızı değerleri. *Hacettepe Spor Bilimleri Dergisi*, 4(13).
- Clarkson, P. M. and Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(11), 52-69.
- Clifford, T., Allerton, D. M., Brown, M. A., Harper, L., Horsburgh, S., Keane, K. M. and Howatson, G. (2017). Minimal muscle damage after a marathon and no influence of beetroot juice on inflammation and recovery. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(3), 263-270.
- Coffey, V., Leveritt, M. and Gill, N. (2004). Effect of recovery modality on 4-hour repeated treadmill running performance and changes in physiological variables. *J Sci Med Sport*, 7(1), 1-10.
- Colombini, A., Lombardo, G., Banfi, G., Arpesella, M. and Pelissero, G. (2011). Athleticogenomics and elite athletes: A review of the state of the art and a possible relationship with inflammatory response. *Ital J Public Health*, 8, 275-285.
- Conrozier, T., Carlier, M. C., Mathieu, P., Colson, F., Debard, A. L., Richard, S. and Vignon, E. (2000). Serum levels of YKL-40 and C reactive protein in patients with hip osteoarthritis and healthy subjects: a cross sectional study. *Annals of the rheumatic diseases*, 59(10), 828-831.
- Coombes, J.S. and McNaughton, L.R. (2000). Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. *J Sports Med Phys Fitness*. 40, 240-246.
- Coutts, A., Reaburn, P., Piva, T. J. and Murphy, A. (2006). Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. *Int J Sports Med*, 116-124.

- Craig, R. and Padron, R. (2004). Molecular structure of the sarcomere. *Myology*, 3, 129-144.
- Cubriilo, D., Djordjevic, D., Zivkovic, V., Djuric, D., Blagojevic, D., Spasic, M. and Jakovljevic, V. (2011). Oxidative stress and nitrite dynamics under maximal load in elite athletes: relation to sport type. *Molecular and cellular biochemistry*, 355, 273-279.
- Çabuk, R., Çayır, H., Yıldız, M., Onat, T., Cincioğlu, G., Adanur, O. ve Kayacan, Y. (2020), Egzersizin Fizyolojik Sistemler Üzerine Etkileri: Sistematik Derleme. *Helal Yaşam Tıbbi Dergisi*, 2(1), 26-43.
- Çakmakçı, E., Sanioğlu, A., Patlar, S., Çakmakçı, O. ve Çınar, V. (2005), Menstruasyonun Anaerobik Güce Etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 3(4), 145-149.
- Çelik, H. (2018). Egzersizin deneysel tip 1 diyabetik kalpte pgc-la, ppar-a, irisin, ucpl düzeylerine etkisi, (Tıpta Uzmanlık Tezi). Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Danieli, A., Lusa, L., Potocnik, N., Meglic, B., Grad, A. and Bajrovic, F. F. (2014). Resting heart rate variability and heart rate recovery after submaximal exercise. *Clinical Autonomic Research*, 24, 53-61.
- Das, U. N. (2004). Anti-inflammatory nature of exercise. *Nutrition*, 20(3), 323.
- De Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M., Orr, R. and Fiatarone Singh, M. A. (2005). Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(5), 638-647.
- Del Coso, J., Fernandez, D., Abián-Vicen, J., Salinero, J. J., González-Millan, C., Areces, F. and Perez-Gonzalez, B. (2013). Running pace decrease during a marathon is positively related to blood markers of muscle damage. *PloS one*, 8(2), e57602.
- Della Gatta, P. A., Garnham, A. P., Peake, J. M. and Cameron-Smith, D. (2014). Effect of exercise training on skeletal muscle cytokine expression in the elderly. *Brain Behav Immun*, 39, 80-86.
- Demirel, H. (2002). Egzersizle oluşan kas Hasarı, 7. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, ss, 291, 293.
- Denning, W. M., Pardo, M. B., Winward, J. G., Hunter, I., Ridge, S., Hopkins, J. T. and Seeley, M. K. (2016). Ambulation speed and corresponding mechanics are associated with changes in serum cartilage oligomeric matrix protein. *Gait & posture*, 44, 131-136.
- Devlin, J., Paton, B., Poole, L., Sun, W., Ferguson, C., Wilson, J. and Kemi, O. J. (2014). Blood lactate clearance after maximal exercise depends on active recovery intensity. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(3), 271-278.
- Devrnja, A. and Matković, B. (2018). The effects of a soccer match on muscle damage indicators. *Kinesiology*, 50(1.), 60-61.
- Deyhle, M. R., Sorensen, J. R., and Hyldahl, R. D. (2016). Induction and assessment of exertional skeletal muscle damage in humans. *Journal of Visualized Experiments*, 118, e54859.
- Durusoy, E. ve Mutuş, R. (2021). Yeşil Egzersizin Kronik Ağrıya, Fiziksel ve Mental Sağlığa Etkileri. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (14), 351-362.
- Elkeky, A. A., Esmail, M. and Alkhalidy, F. (2020). The Effect of Using Cross Training on Improving Some of the Physical abilities of Basketball players and its Relationship to the Biochemical Variables. *Journal of Applied Sports Science*, 10(1), 120-133.

- Ercan, B., Tamer, L. ve Atik, U. (2003). Kreatin Kinaz İzoenzimleri ve klinik önemleri. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 3, 236-245.
- Ergen, E. (1986). Spor Hekimliği. *Sporda Sağlık Sorunları ve Sakatlıklar Ankara*, 60-64.
- Ergen, E., Demirel, H., Güner, R., Turnagöl, H., Başoğlu, S., Zergeroğlu, A. M. ve Hazır, T. (2011). İskelet kasları ve egzersiz. *Egzersiz Fizyolojisi Ders Kitabı. Üçüncü baskı. Ankara. Nobel*, 1-23.
- Esfahani, M., Baranchi, M. and Goodarzi, M. T. (2015). Irisin and Metabolic Disorders. *Avicenna Journal of Medical Biochemistry*, 4(1), 33-230.
- Eston, R., Byrne, C. and Twist, C. (2003). Muscle function after exercise-induced muscle damage: Considerations for athletic performance in children and adults. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 1(2), 85-96.
- Facey, A., Irving, R. and Dilworth, L. (2013). Overview of lactate metabolism and the implications for athletes. *Am J Sport Sci Med*, 1(3), 42-46.
- Faibish, M., Francescone, R., Bentley, B., Yan, W. and Shao, R. (2011). A YKL-40–Neutralizing Antibody Blocks Tumor Angiogenesis and Progression: A Potential Therapeutic Agent in Cancers YKL-40–Neutralizing Antibody and Tumor Angiogenesis. *Molecular cancer therapeutics*, 10(5), 742-751.
- Fallon, K. E. (2008). The clinical utility of screening of biochemical parameters in elite athletes: analysis of 100 cases. *British journal of sports medicine*, 42(5), 334-337.
- Febbraio, M. A. and Pedersen, B. K. (2005). Contraction-induced myokine production and release: is skeletal muscle an endocrine organ? *Exercise and sport sciences reviews*, 33(3), 114-119.
- Flynn, M. G., Fahlman, M., Braun, W. A., Lambert, C. P., Bouillon, L. E., Brolinson, P. G. and Armstrong, C. W. (1999). Effects of resistance training on selected indexes of immune function in elderly women. *Journal of Applied Physiology*, 86(6), 1905-1913.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S. and Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Foure, A. and Bendahan, D. (2017). Is branched-chain amino acids supplementation an efficient nutritional strategy to alleviate skeletal muscle damage? A systematic review. *Nutrients*, 9(10), 1047.
- Fox, E. L., Bowers, R. W. and Foss, M. L. (1988). The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, 4th eds. *New York*.
- Fox, E. L., Bowers, R. W., Foss, M. L., Cerit, M. and Yaman, H. (1989). Beden eğitimi ve sporun fizyolojik temelleri. *Bağırzan Yayınevi*.
- Friden, J. and Lieber, R. L. (2001). Eccentric exercise-induced injuries to contractile and cytoskeletal muscle fibre components. *Acta Physiologica Scandinavica*, 171(3), 321-326.
- Gallego, S. and Selfridge, N. (2021). Exercise Intervention for Improving Metabolic-Associated Fatty Liver Disease. *Internal Medicine Alert*, 43(9).
- Garry, J. P. and McShane, J. M. (2000). Postcompetition elevation of muscle enzyme levels in professional football players. *MedGenMed: Medscape general medicine*, 2(1), E4-E4.
- Gibala, M. J., Little, J. P., Macdonald, M. J. and Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *J Physiol*, 590 (Pt 5), 1077-84.

- Gladden, L. B. (2000). Muscle as a consumer of lactate. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(4), 764-771.
- Gollnick, P. D., Bayly, W. M. and Hodgson, D. R. (1986). Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(3), 334-340.
- Gunning, P., Ponte, P., Blau, H. and Kedes, L. (1983). Alpha-skeletal and alpha-cardiac actin genes are coexpressed in adult human skeletal muscle and heart. *Molecular and cellular biology*, 3(11), 1985-1995.
- Günay, M. ve Cicioğlu, I. (2001). Spor Fizyolojisi. 1. Baskı, Ankara: Gazi Kitabevi.
- Günay, M., Kara, E. ve Cicioğlu, İ. (2006). Endokrinolojiye Giriş. *Egzersiz ve Antrenmana Endokrinolojik Uyumlar*, 2, 1-21.
- Güner, İ., Özmen, D. ve Bayındır, O. (1997). Sitokinler. *T Klin J Med Sci*, 17(2), 65-74.
- Ha, M. S., Kim, D. Y. and Baek, Y. H. (2015). Effects of Hatha yoga exercise on plasma malondialdehyde concentration and superoxide dismutase activity in female patients with shoulder pain. *Journal of physical therapy science*, 27(7), 2109-2112.
- Hackney, A. C. and Viru, M. (2016). Sports physiology and endocrinology (Endurance vs. resistance exercise). *Exercise and Human Reproduction: Induced Fertility Disorders and Possible Therapies*, 75-92.
- Hammouda, O., Chtourou, H., Chaouachi, A., Chahed, H., Ferchichi, S., Kallel, C. and Souissi, N. (2012). Effect of short-term maximal exercise on biochemical markers of muscle damage, total antioxidant status, and homocysteine levels in football players. *Asian journal of sports medicine*, 3(4), 239.
- Hanon, C., Savarino, J. and Thomas, C. (2015). Blood lactate and acid-base balance of world-class amateur boxers after three 3-minute rounds in international competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 942-946.
- Harbili, E., İnal, A. N., Gökbil, H., Harbili, S. ve Akkuş, H. (2007). Yoğun egzersizden sonra aktif dinlenmenin kan laktat eliminasyonuna etkileri. *Genel Tıp Dergisi*, 17(4), 191-196.
- Harbili, S. (2015). Relationship between lower extremity isokinetic strength and anaerobic power in weightlifters, basketball and soccer players. *Isokinet. Exerc. Sci.* 23, 93-100.
- Hazar, S. (2004). Egzersize bağlı iskelet ve kalp kası hasarı. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2(3), 119-126.
- Hazır, T., Mahir, Ö. F. ve Açıkada, C. (2010). Genç futbolcularda çeviklik ile vücut kompozisyonu ve anaerobik güç arasındaki ilişki. *Spor Bilimleri Dergisi*, 21(4), 146-153.
- Hernández-Hermoso, J. A., Nescolarde, L., Roca, E., Revuelta-López, E., Ara, J., & Bayes-Genis, A. (2021). Marathon Running Increases Synthesis and Decreases Catabolism of Joint Cartilage Type II Collagen Accompanied by High-Energy Demands and an Inflammatory Reaction, *Frontiers in Physiology*, 12, 722718.
- Hoffman, M. D. (2006). Adaptations to Endurance Exercise Training In: Frontera WR, Slovik DM, Dawson DM, eds. *Exercise in Rehabilitation Medicine. 2nd ed. USA: Human Kinetics*, 13-23.
- Hood, D., Van Lente, F. and Estes, M. (1991). Serum enzyme alterations in chronic muscle disease: a biopsy-based diagnostic assessment. *American journal of clinical pathology*, 95(3), 402-407.

- Houmard, J. A., Costill, D. L., Mitchell, J. B., Park, S. H., Fink, W. J. and Burns, J. M. (1990). Testosterone, cortisol, and creatine kinase levels in male distance runners during reduced training. *International journal of sports medicine*, 11(01), 41-45.
- Howatson, G. and Van Someren, K. A. (2008). The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports medicine*, 38, 483-503.
- Howatson, G., Hoad, M., Goodall, S., Tallent, J., Bell, P. G. and French, D. N. (2012). Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 20.
- Huffman, K. M., Slentz, C. A., Bales, C. W., Houmard, J. A. and Kraus, W. E. (2008). Relationships between adipose tissue and cytokine responses to a randomized controlled exercise training intervention. *Metabolism*, 57(4), 577-583.
- Ihalainen, J., Walker, S., Paulsen, G., Hakkinen, K., Kraemer, W. J., Hamalainen, M. and Mero, A. (2014). Acute leukocyte, cytokine and adipocytokine responses to maximal and hypertrophic resistance exercise bouts. *Eur J Appl Physiol*, 114, 2607-2616
- Ingebrigtsen, J., Bendiksen, M., Randers, M. B., Castagna, C., Krustup, P. and Holtermann, A. (2012). Yo-Yo IR2 testing of elite and sub-elite soccer players: performance, heart rate response and correlations to other interval tests. *Journal of sports sciences*, 30(13), 1337-1345.
- Işık, Ö. ve Cicioğlu H. (2016). Elit güreşçiler arasında müsabakalardan önce dehidrasyon, iskelet kası hasarı ve iltihaplanma. *Fizik tedavi bilimi dergisi*, 28 (1), 162-168.
- İstek, T. (2013). 14 Yaş Performans Tenisçilerinin Müsabaka Sırasındaki Kalp Atım Hızlarının Bazı Aksiyonlarla Olan İlişisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Jackman, S. R., Witard, O. C., Jeukendrup, A. E. and Tipton, K. D. (2010). Branched chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(5), 962-970
- Jakovljevic, D. K., Eric, M., Jovanovic, G., Dimitric, G., Cupic, M. B. and Ponorac, N. (2018). Explosive muscle power assessment in elite athletes using wingate anaerobic test. *Rev. Bras. Med. Esporte* 24, 107–111.
- Jamurtas, A. Z., Theocharis, V., Tofas, T., Tsiokanos, A., Yfanti, C., Paschalis, V. and Nosaka, K. (2005). Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. *European journal of applied physiology*, 95(2-3), 179-185.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N. and Ross, R. (2000). Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *Journal of applied physiology*, 89(2), 465-471.
- Jeong, T. S., Reilly, T., Morton, J., Bae, S. W. and Drust, B. (2011). Quantification of the physiological loading of one week of “pre-season” and one week of “in-season” training in professional soccer players. *Journal of sports sciences*, 29(11), 1161-1166.
- Johansen, J. S. (2006). Studies on serum YKL-40 as a biomarker in diseases with inflammation, tissue remodelling, fibroses and cancer. *Dan Med Bull*, 53(2), 172-209.
- Johansen, J. S., Hoyer, P. E., Larsen, L. A., Price, P. A. and Mollgard, K. (2007). YKL-40 protein expression in the early developing human musculoskeletal system. *Journal of Histochemistry & Cytochemistry*, 55(12), 1213-1228.
- Johansen, J. S., Hvolris, J., Hansen, M., Backer, V., Lorenzen, I. and Price, P. A. (1996). Serum YKL-40 levels in healthy children and adults. Comparison with serum and

- synovial fluid levels of YKL-40 in patients with osteoarthritis or trauma of the knee joint. *Rheumatology*, 35(6), 553-559.
- Johansen, J. S., Jensen, B. V., Roslind, A., Nielsen, D. and Price, P. A. (2006). Serum YKL-40, a new prognostic biomarker in cancer patients? *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 15(2), 194-202.
- Johansen, J. S., Lottenburger, T., Nielsen, H. J., Jensen, J. E. B., Svendsen, M. N., Kollerup, G., & Christensen, I. J. (2008a). Diurnal, weekly, and long-time variation in serum concentrations of YKL-40 in healthy subjects, *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 17(10), 2603-2608.
- Johansen, J. S., Pedersen, A. N., Schroll, M., Jorgensen, T., Pedersen, B. K. and Bruunsgaard, H. (2008b). High serum YKL-40 level in a cohort of octogenarians is associated with increased risk of all-cause mortality. *Clin. Exp. Immunol*, 151(2), 260-266.
- Kahraman, M. Z., Karadağ, A., Bilici, Ö. F. ve Sedat, O. (2023). Futsal Oyuncularında Tekrarlı Sprint Antrenmanının Bazı Biyokimyasal Parametrelere Akut Etkisi. *Avrasya Spor Bilimleri ve Eğitim Dergisi*, 5(1), 11-22.
- Kalinski, M. I., Norkowski, H., Kerner, M. S. and Tkaczuk, W. G. (2002). Anaerobic power characteristics of elite athletes in national level team-sport games. *Eur. J. Sport Sci.* 2, 1-21.
- Kantanista, A., Kusy, K., Zarębska, E., Włodarczyk, M., Ciekot-Sołtysiak, M. and Zieliński, J. (2016). Blood ammonia and lactate responses to incremental exercise in highly-trained male sprinters and triathletes. *Biomedical Human Kinetics*, 8(1), 32-38.
- Karatosun, H. (2010). Antrenmanın fizyolojik temelleri. *Baskı Altındağ Matbaası, Isparta*;137-49
- Kastrup, J. (2012). Can YKL-40 be a new inflammatory biomarker in cardiovascular disease? *Immunobiology*, 217(5), 483-491.
- Kazakova, M., Batalov, A., Deneva, T., Mateva, N., Kolarov, Z. and Sarafian, V. (2013). Relationship between sonographic parameters and YKL-40 levels in rheumatoid arthritis. *Rheumatology international*, 33, 341-346.
- Keles, Z. P., Keles, G. C., Avci, B., Cetinkaya, B. O. and Emingil, G. (2014). Analysis of YKL-40 acute-phase protein and interleukin-6 levels in periodontal disease. *Journal of periodontology*, 85(9), 1240-1246.
- Kephart, W. C., Mumford, P. W., McCloskey, A. E., Holland, A. M., Shake, J. J., Mobley, C. B. and Roberts, M. D. (2016). Post-exercise branched chain amino acid supplementation does not affect recovery markers following three consecutive high intensity resistance training bouts compared to carbohydrate supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 30.
- Keskinen, O. P., Keskinen, K. L. and Mero, A. A. (2007). Effect of pool length on blood lactate, heart rate, and velocity in swimming. *International journal of sports medicine*, 28(05), 407-413.
- Kindermann, W. (2016). Creatine kinase levels after exercise. *Deutsches Ärzteblatt International*, 113(19), 344.
- Knitter, A. E., Panton, L., Rathmacher, J. A., Petersen, A. and Sharp, R. (2000). Effects of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate on muscle damage after a prolonged run. *Journal of Applied Physiology*, 89(4), 1340-1344.
- Korkmaz, S.G. Sporcularda uzun süreli yorgunluğun kas hasarıyla ilişkisi. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Adana, Doktora Tezi, 2010.

- Koz, M., Akgül, M., Ş. ve Atıcı, E. (2016). Egzersizin Endokrin Sistem Üzerine Etkileri ve Hormonal Regülasyonlar. Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, *Türkiye Klinikleri J Physiother Rehabil-Special Topics* ;2(1):48-56
- Köseoğlu, A., ve Kin, A. (2008). Supramaksimal bir bacak egzersizi sonrası farklı sürelerde uygulanan bacak masajının toparlanmaya etkisi. 10. *Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi Özet Kitabı*, 49.
- Kraemer, W. J. and Rogol, A. D. (2008). The encyclopaedia of sports medicine: An IOC medical commission publication, the endocrine system in sports and exercise. Hoboken. USA: *John Wiley & Sons*, 11, 86.
- Kraus, V. B., Burnett, B., Coindreau, J., Cottrell, S., Eyre, D., Gendreau, M. and Todman, M. (2011). Application of biomarkers in the development of drugs intended for the treatment of osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 19(5), 515-542.
- Laing, N. G., Dye, D. E., Wallgren-Pettersson, C., Richard, G., Monnier, N., Lillis, S. and Nowak, K. J. (2009). Mutations and polymorphisms of the skeletal muscle  $\alpha$ -actin gene (ACTA1). *Human mutation*, 30(9), 1267-1277
- Lamb, D. R. and Williams, M. H. (1991). Ergogenics: enhancement of performance in exercise and sport (Vol. 4). *Cooper Publishing Group*. 4:213-242.
- Lamberts, R. P., Lemmink, K. A., Durandt, J. J. and Lambert, M. I. (2004). Variation in heart rate during submaximal exercise: implications for monitoring training. *The Journal of strength & conditioning research*, 18(3), 641-645.
- Landers-Ramos, R. Q., Jenkins, N. T., Spangenburg, E. E., Hagberg, J. M. and Prior, S. J. (2014). Circulating angiogenic and inflammatory cytokine responses to acute aerobic exercise in trained and sedentary young men. *Eur J Appl Physiol*, 114, 1377-1384.
- Lastayo, P. C., Woolf, J. M., Lewek, M. D., Snyder-Mackler, L., Reich, T. and Lindstedt, S. L. (2003). Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 33(10), 557-571.
- Laufs, U., Scharnagl, H., Halle, M., Windler, E., Endres, M. and Marz, W. (2015). Treatment options for statin-associated muscle symptoms. *Deutsches Ärzteblatt International*, 112(44).
- Lavender, A. P. and Nosaka, K. (2006). Comparison between old and young men for changes in makers of muscle damage following voluntary eccentric exercise of the elbow flexors. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 31(3), 218-225.
- Lee, C. G., Da Silva, C. A., Dela Cruz, C. S., Ahangari, F., Ma, B., Kang, M. J. and Elias, J. A. (2011). Role of chitin and chitinase/chitinase-like proteins in inflammation, tissue remodeling, and injury. *Annu Rev Physiol*, 73, 479-501.
- Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N. and Katzmarzyk, P. T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The lancet*, 380(9838), 219-229.
- Loat, C. E. and Rhodes, E. C. (1993). Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise. *Sports Medicine*, 15, 104-115.
- Lott, J. A. and Stang, J. M. (1980). Serum enzymes and isoenzymes in the diagnosis and differential diagnosis of myocardial ischemia and necrosis. *Clinical chemistry*, 26(9), 1241-1250.
- Luk, H. Y., Levitt, D. E., Lee, E. C., Ganio, M. S., McDermott, B. P., Kupchak, B. R. and Vingren, J. L. (2016). Pro-and anti-inflammatory cytokine responses to a 164-km road cycle ride in a hot environment. *Eur J Appl Physiol*, 116, 2007-2015.

- Mahanonda, N., Bhuripanyo, K., Leowattana, W., Kangkagate, C., Chotinaiwattarakul, C., Panyarachun, S. and Sukrungreang, C. (2000). Regular exercise and cardiovascular risk factors. *J. Med. Assoc. Thai*, 83(2): 153-158.
- Makivic, B., Nikic Djordjevic, M. and Willis, M. S. (2013). Heart Rate Variability (HRV) as a tool for diagnostic and monitoring performance in sport and physical activities. *Journal of Exercise Physiology Online*, 16(3).
- Mansour, S. G., Verma, G., Pata, R. W., Martin, T. G., Perazella, M. A. and Parikh, C. R. (2017). Kidney injury and repair biomarkers in marathon runners. *Am J Kidney Dis*, 70(2), 252-261.
- Maren, D., Tobias, M., Frank, Z., Anna-Maria, L. and Anja, N. (2022). Relationship between different serum cartilage biomarkers in the acute response to running and jumping in healthy male individuals. *Scientific Reports*, 12(1).
- Markovic, G., Vucetic, V. and Cardinale, M. (2008). Heart rate and lactate responses to taekwondo fight in elite women performers. *Biology of Sport*, 25(2), 135.
- Marqués-Jiménez, D., Calleja-González, J., Arratibel-Imaz, I., Delextrat, A., Uriarte, F. and Terrados, N. (2018). Influence of different types of compression garments on exercise-induced muscle damage markers after a soccer match. *Res Sport Med*, 26(1), 27-42.
- Martinez-Amat, A., Boulaiz, H., Prados, J., Marchal, J. A., Puche, P. P., Caba, O. and Aránega, A. (2005). Release of  $\alpha$ -actin into serum after skeletal muscle damage. *British journal of sports medicine*, 39(11), 830-834.
- Martinez-Amat, A., Corrales, J. A. M., Serrano, F. R., Boulaiz, H., Salazar, J. C. P., Contreras, F. H. and Jimenez, A. A. (2007). Role of  $\alpha$ -actin in muscle damage of injured athletes in comparison with traditional markers. *British Journal of Sports Medicine*, 41(7), 442-446.
- Matsumoto, K., Koba, T., Hamada, K., Tsujimoto, H. and Mitsuzono, R. (2009). Branched-chain amino acid supplementation increases the lactate threshold during an incremental exercise test in trained individuals. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 55(1), 52-58.
- Mavili, S. (2010). Futbola özgü oyunlara verilen fizyolojik ve kinematik cevaplar. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- McArdle, A. and Jackson, M. J. (2000). Exercise, oxidative stress and ageing. *Journal of anatomy*, 197(Pt 4), 539-541.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. and Katch, V. L. (2006). *Essentials of exercise physiology*. Lippincott Williams & Wilkins. 170-205
- McLellan, C. P., Lovell, D. I. and Gass, G. C. (2011). Biochemical and endocrine responses to impact and collision during elite rugby league match play. *J Strength Cond Res*, 25(6), 1553-1562.
- McMullen, J. R., Shioi, T., Zhang, L., Tarnavski, O., Sherwood, M. C., Kang, P. M. and Izumo, S. (2003). Phosphoinositide 3-kinase (p110 $\alpha$ ) plays a critical role for the induction of physiological, but not pathological, cardiac hypertrophy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(21), 12355-12360.
- Mehdikhani, M. (2010). Effects of low and high intensity exercises on serum mean values of myoglobin and heart-type fatty acid-binding protein in athletes.
- Meksawan, K., Venkatraman, J. T., Awad, A. B. and Pendergast, D. R. (2004). Effect of dietary fat intake and exercise on inflammatory mediators of the immune system in sedentary men and women. *Journal of the American college of nutrition*, 23(4), 331-340.

- Michael, S., Graham, K. S. and Davis, G. M. (2017). Cardiac autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals—a review. *Frontiers in physiology*, 8, 301.
- Micklewright, D., Alkhatib, A. and Beneke, R. (2006). Mechanically versus electromagnetically braked cycle ergometer: performance and energy cost of the Wingate Anaerobic Test. *European journal of applied physiology*, 96, 748-751.
- Micklewright, D., Sellens, M., Gladwell, V. and Beneke, R. (2006). Blood lactate removal using combined massage and active recovery. *Biology of Sport*, 23(4), 315.
- Moat, S. J., Korpimäki, T., Furu, P., Hakala, H., Polari, H., Meriö, L. and Weeks, I. (2017). Characterization of a blood spot creatine kinase skeletal muscle isoform immunoassay for high-throughput newborn screening of Duchenne muscular dystrophy. *Clin Chem*, 63(4), 908-914.
- Mogensen, J., Kruse, T. A. and Borglum, A. D. (1998). Assignment of the human skeletal muscle [FC12]  $\alpha$ -actin gene (ACTA1) to chromosome 1q42. 13--> q42. 2 by radiation hybrid mapping. *Cytogenetics and cell genetics*, 83(3-4), 224-225.
- Moldoveanu, A. I., Shephard, R. J. and Shek, P. N. (2000). Exercise elevates plasma levels but not gene expression of IL-1 $\beta$ , IL-6, and TNF- $\alpha$  in blood mononuclear cells. *Journal of Applied Physiology*, 89(4), 1499-1504.
- Moldoveanu, A. I., Shephard, R. J. and Shek, P. N. (2001). The cytokine response to physical activity and training. *Sports Med*, 31, 115-144.
- Molkentin, J. D. and Dorn II, G. W. (2001). Cytoplasmic signaling pathways that regulate cardiac hypertrophy. *Annual review of physiology*, 63(1), 391-426.
- Montgomery, R., Conway, T. W., Spector, A. A. and Chappell, D. (2000). Biyokimya, olgu sunumlu yaklaşım. *Çeviri Edt. Altan, N., Palme Yayıncılık, Ankara*.
- Mooren, F. and Völker, K. (2005). Molecular and cellular exercise physiology. *Human Kinetics Publishers*.
- Morales, J., Alamo, J. M., Garcia-Massó, X., Lopez, J. L., Serra-Ano, P. and Gonzalez, L. M. (2014). Use of heart rate variability in monitoring stress and recovery in judo athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1896-1905.
- Moxnes, J. F. and Sandbakk, O. (2012). The kinetics of lactate production and removal during whole-body exercise. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, 9, 1-14.
- Munjal, D. D., McFadden, J. A., Matix, P. A., Coffman, K. D. and Cattaneo, S. M. (1983). Changes in serum myoglobin, total creatine kinase, lactate dehydrogenase and creatine kinase MB levels in runners. *Clinical Biochemistry*, 16(3), 195-199.
- Mündermann, A., Klenk, C., Billich, C., Nüesch, C., Pagenstert, G., Schmidt-Trucksäss, A. and Schütz, U. (2017). Changes in cartilage biomarker levels during a transcontinental multistage footrace over 4486 km. *Am. J. Sports Med*, 45(11), 2630-2636.
- Nie, J., Tong, T. K., George, K., Fu, F. H., Lin, H. and Shi, Q. (2011). Resting and post exercise serum biomarkers of cardiac and skeletal muscle damage in adolescent runners. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(5), 625-629.
- Niehoff, A., Kersting, U. G., Helling, S., Dargel, J., Maurer, J., Thevis, M. and Brüggemann, G. P. (2010). Different mechanical loading protocols influence serum cartilage oligomeric matrix protein levels in young healthy humans. *Eur. J. Appl. Physiol*, 110, 651-657.
- Nielsen, A. R. and Pedersen, B. K. (2007). The biological roles of exercise-induced cytokines: IL-6, IL-8, and IL-15. *Appl Physiol Nutr Metab*, 32(5), 833-839.

- Nosaka, K., Lavender, A., Newton, M. and Sacco, P. (2003). Muscle damage in resistance training. *International Journal of Sport and Health Science*, 1(1), 1-8.
- Oberholzer, A., Oberholzer, C. and Moldawer, L. L. (2000). Cytokine signaling-regulation of the immune response in normal and critically ill states. *Critical care medicine*, 28(4), 3-12.
- Otağ, A. (2011). Isınma egzersizlerinin amatör erkek sporcular ve sedanterlerde pro-inflamatuar, anti-inflamatuar sitokinler ile kas hasarı belirteçleri üzerine olan etkileri. Fiziyoloji Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Sivas. S:12
- Owen, A., Dunlop, G., Rouissi, M., Chtara, M., Paul, D., Zouhal, H. and Wong, D. P. (2015). The relationship between lower-limb strength and match-related muscle damage in elite level professional European soccer players. *Journal of sports sciences*, 33(20), 2100-2105.
- Özdemir, Ö. (2006). Sıçanlarda tüketici egzersizden sonra uygulanan melatoninin, kas glikojen düzeyine etkisi (Master's thesis, Akdeniz Üniversitesi).
- Özel, M.S. ve Özer, M.K. (2017). Maksimum aerobik aktivitede antrenman maskesi kullanımının akut etkilerinin incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 7(1), 12-27.
- Öztürk, Ç. (2009). Sporcularda ve sedanter bireylerde akut egzersiz öncesi gliserol takviyesinin bazı biyokimyasal parametreler ile laktat ve aerobik güç üzerine etkileri. Yüksek Lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Öğretimi Ana Bilim Dalı, Konya.
- Pal, S., Chaki, B., Chattopadhyay, S. and Bandyopadhyay, A. (2018). High-intensity exercise induced oxidative stress and skeletal muscle damage in postpubertal boys and girls: A comparative study. *J Strength & Condition Res*, 32(4), 1045-1052.
- Paschalis, V., Koutedakis, Y., Baltzopoulos, V., Mougios, V., Jamurtas, A. Z. and Theoharis, V. (2005). The effects of muscle damage on running economy in healthy males. *International journal of sports medicine*, 26(10), 827-831.
- Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, CE. and Vittorio, TJ. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World Journal of Cardiology*, 9(2), 134.
- Paulsen, G., Ramer Mikkelsen, U., Raastad, T. and Peake, J. M. (2012). Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? *Exercise immunology review*, 18.
- Pedersen, B. K. and Febbraio, M. A. (2012). Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*, 8(8), 457-465.
- Pedersen, B. K. and Fischer, C. P. (2007). Physiological roles of muscle-derived interleukin-6 in response to exercise. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 10(3), 265-271.
- Pedersen, B. K. and Febbraio, M. A. (2008). Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiological reviews*; 88, 1379-1406.
- Pimenta, E., Coelho, D. B., Capettini, L., Gomes, T., Pussieldi, G., Ribeiro, J. and Silami-Garcia, E. (2015). Analysis of creatine kinase and alpha-actin concentrations in soccer pre-season. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 23(4), 5-14.
- Prokopchuk, O., Liu, Y., Wang, L., Wirth, K., Schmidtbleicher, D. and Steinacker, J. M. (2007). Skeletal muscle IL-4, IL-4Ralpha, IL-13 and IL-13Ralpha1 expression and response to strength training. *Exerc Immunol Rev*, 13, 67-75.

- Proske, U. and Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *The Journal of Physiology*, 537(2), 333-345.
- Punzi, L., Oliviero, F. and Plebani, M. (2005). New biochemical insights into the pathogenesis of osteoarthritis and the role of laboratory investigations in clinical assessment. *Critical reviews in clinical laboratory sciences*, 42(4), 279-309.
- Ra, S. G., Miyazaki, T., Ishikura, K., Nagayama, H., Komine, S., Nakata, Y. and Ohmori, H. (2013). Combined effect of branched-chain amino acids and taurine supplementation on delayed onset muscle soreness and muscle damage in high-intensity eccentric exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1), 1-11.
- Rathcke, C. N. and Vestergaard, H. (2009). YKL-40-an emerging biomarker in cardiovascular disease and diabetes. *Cardiovascular diabetology*, 8(1), 1-7.
- Rebalka, I. A. and Hawke, T. J. (2014). Potential biomarkers of skeletal muscle damage. *Biomarkers in Medicine*, 8(3), 375-378.
- Reilly, T. and Ekblom, B. (2005). The use of recovery methods post-exercise. *Journal of sports sciences*, 23(6), 619-627.
- Reilly, T., Drust, B. and Clarke, N. (2008). Muscle fatigue during football match-play. *Sports Medicine*, 38, 357-367.
- Roberts, S. O. (2002). Heart rate response to exercise. *American Fitness*, Issue: July-August.
- Rodrigues, B. M., Dantas, E., de Salles, B. F., Miranda, H., Koch, A. J., Willardson, J. M. and Simão, R. (2010). Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper-body resistance exercise with different rest intervals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6), 1657-1662.
- Rogatzki, M. J., Wright, G. A., Mikat, R. P. and Brice, A. G. (2014). Blood ammonium and lactate accumulation response to different training protocols using the parallel squat exercise. *J Strength Cond Res*, 28(4), 1113-1118.
- Romagnoli, M., Sanchis-Gomar, F., Alis, R., Risso-Ballester, J., Bosio, A., Graziani, R. L. and Rampinini, E. (2016). Changes in muscle damage, inflammation, and fatigue-related parameters in young elite soccer players after a match. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(10), 1198-1205.
- Rosa Neto, J. C., Lira, F. S., Oyama, L. M., Zanchi, N. E., Yamashita, A. S., Batista, M. L. and Seelaender, M. (2009). Exhaustive exercise causes an anti-inflammatory effect in skeletal muscle and a pro-inflammatory effect in adipose tissue in rats. *Eur J Appl Physiol*, 106, 697-704.
- Rosa Neto, J. C., Lira, F. S., Zanchi, N. E., Oyama, L. M., Pimentel, G. D., Santos, R. V. and Oller do Nascimento, C. M. (2011). Acute exhaustive exercise regulates IL-2, IL-4 and MyoD in skeletal muscle but not adipose tissue in rats. *Lipids in health and disease*, 10(1), 1-6.
- Roslind, A. and Johansen, J. S. (2009). YKL-40: a novel marker shared by chronic inflammation and oncogenic transformation. *Inflammation and Cancer: Methods and Protocols: Volume 1: Experimental Models and Practical Approaches*, 159-184.
- Roth, S. M., Martel, G. F., Ivey, F. M., Lemmer, J. T., Metter, E. J., Hurley, B. F. and Rogers, M. A. (2000). High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. *Journal of Applied Physiology*, 88(3), 1112-1118.
- Rowe, G. C., Safdar, A. and Arany, Z. (2014). Running forward: new frontiers in endurance exercise biology. *Circulation*, 129(7), 798-810.

- Sağlam, M., Boşnak-Güçlü, M. E. R. A. L., İnce, D. İ., Savcı, S., Arıkan, H. and Tedavi, F. (2008). Hipertansiyon ve egzersiz. *Baskı, Ankara, Klasmat Matbaacılık*, 9, 91-96.
- Saitou, Y., Shiraki, K., Yamanaka, Y., Yamaguchi, Y., Kawakita, T., Yamamoto, N. and Nakano, T. (2005). Noninvasive estimation of liver fibrosis and response to interferon therapy by a serum fibrogenesis marker, YKL-40, in patients with HCV-associated liver disease. *World journal of gastroenterology: WJG*, 11(4), 476.
- Sakamoto, Y. (1996). Histological features of endomysium, perimysium and epimysium in rat lateral pterygoid muscle. *Journal of morphology*, 227(1), 113-119.
- Schmidt, I. M., Hall, I. E., Kale, S., Lee, S., He, C. H., Lee, Y. and Cantley, L. G. (2013). Chitinase-like protein Brp-39/YKL-40 modulates the renal response to ischemic injury and predicts delayed allograft function. *J Am Soc Nephrol*, 24(2), 309-319.
- Schoenfeld, B. J. (2020). Science and development of muscle hypertrophy. *Human Kinetics*.15-87.
- Schumann, G. and Klauke, R. (2003). New IFCC reference procedures for the determination of catalytic activity concentrations of five enzymes in serum: preliminary upper reference limits obtained in hospitalized subjects. *Clinica chimica acta*, 327(1-2), 69-79.
- Schwane, J. A., Buckley, R. T., Dipaolo, D. P., Atkinson, M. A. and Shepherd, J. R. (2000). Plasma creatine kinase responses of 18-to 30-yr-old African-American men to eccentric exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(2), 370-378.
- Shimomura, Y., Inaguma, A., Watanabe, S., Yamamoto, Y., Muramatsu, Y., Bajotto, G. and Mawatari, K. (2010). Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 20(3), 236-244.
- Simith, L. L. and Miles, M. P. (2000). Exercise induce muscle injury and inflammation. *Exercise and Sport Science*, 401, 410.
- Sinnett, A. M., Berg, K., Latin, R. W. and Noble, J. M. (2001). The relationship between field tests of anaerobic power and 10-km run performance. *J. Strength Cond. Res*, 15(4), 405-412.
- Sougli, A., Bogdanis, G. C., Giannopoulou, I., Papadopoulos, C. H. and Apostolidis, N. (2015). Comparison of inflammatory responses and muscle damage indices following a soccer, basketball, volleyball and handball game at an elite competitive level. *Res Sports Med*, 23(1), 59-72.
- Sönmez, G. T. (2002). Egzersiz ve spor fizyolojisi. *Ata Ofset Matbaacılık, Bolu*. 4-28
- Stupka, N., Tarnopolsky, M. A., Yardley, N. J. and Phillips, S. M. (2001). Cellular adaptation to repeated eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology*, 91(4), 1669-1678.
- Suzuki, K., Nakaji, S., Yamada, M., Totsuka, M., Sato, K. and Sugawara, K. (2002). Systemic inflammatory response to exhaustive exercise. Cytokine kinetics. *Exerc Immunol Rev*, 8, 6-48.
- Suzuki, K., Yamada, M., Kurakake, S., Okamura, N., Yamaya, K., Liu, Q. and Sugawara, K. (2000). Circulating cytokines and hormones with immunosuppressive but neutrophil-priming potentials rise after endurance exercise in humans. *Eur J Appl Physiol*, 81, 281-287.
- Şahin, M. (2015). Elit Sporcularda Aerobik Egzersizin Kortizol, İnsülin ve Glukagon Hormon Seviyelerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.Yüksek Lisans Tezi.

- Tessitore, A., Meeusen, R., Cortis, C. and Capranica, L. (2007). Effects of different recovery interventions on anaerobic performances following preseason soccer training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 745-750.
- Thomsen, S. B., Rathcke, C. N., Zerahn, B. and Vestergaard, H. (2010). Increased levels of the calcification marker matrix Gla Protein and the inflammatory markers YKL-40 and CRP in patients with type 2 diabetes and ischemic heart disease. *Cardiovascular diabetology*, 9, 1-7.
- Tiidus, P. M. (2008). Skeletal muscle damage and repair. *Human Kinetics*.
- Tilg, H. and Moschen, A. R. (2006). Adipocytokines: mediators linking adipose tissue, inflammation and immunity. *Nat. Rev. Immunol*, 6(10), 772-783.
- Timoteo, T. F., Seixas, M. B., Almeida Falci, M. F., Debien, P. B., Miloski, B., Miranda, R. and Bara Filho, M. G. (2017). Impact of Consecutive Games on Workload, State of Recovery and Well-Being of Professional Volleyball Players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 20(3).
- Tizaoui, K., Yang, J. W., Lee, K. H., Kim, J. H., Kim, M., Yoon, S. and Smith, L. (2022). The role of YKL-40 in the pathogenesis of autoimmune diseases: a comprehensive review. *International Journal of Biological Sciences*, 18(9), 3731-3746.
- Tojima, M., Noma, K. and Torii, S. (2016). Changes in serum creatine kinase, leg muscle tightness, and delayed onset muscle soreness after a full marathon race. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(6), 782-788.
- Totsuka, M., Nakaji, S., Suzuki, K., Sugawara, K. and Sato, K. (2002). Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1280-1286.
- Troup, J. (1986). Setting up a season using scientific training. *Swimming Tech*, 23(1), 8-16.
- Tschakert, G. and Hofmann, P. (2013). High-intensity intermittent exercise: methodological and physiological aspects. *International journal of sports physiology and performance*, 8(6), 600-610.
- Tschakert, G., Kroepfl, J., Mueller, A., Moser, O., Groeschl, W. and Hofmann, P. (2015). How to regulate the acute physiological response to “aerobic” high-intensity interval exercise. *Journal of sports science & medicine*, 14(1), 29.
- Ural, Z. F. (1972). Koruyucu Hekimlik Hijyen ve Sanitasyon; AÜ Basımevi, 5. Baskı Ankara, 50-59.
- Ünver, Ş. (2019). Sirkadiyen ritmin anaerobik performans, toparlanmaya ve kas hasarına etkisinin incelenmesi. Doktora Tezi: 12.
- Vescovi, J. D., Falenchuk, O. and Wells, G. D. (2011). Blood lactate concentration and clearance in elite swimmers during competition. *Int J Sports Physiol Perform*. 6(1), 106-117.
- Vuolteenaho, K., Leppänen, T., Kekkonen, R., Korpela, R. and Moilanen, E. (2014). Running a marathon induces changes in adipokine levels and in markers of cartilage degradation—novel role for resistin. *PloS one*, 9(10), e110481.
- Waldron, M., Whelan, K., Jeffries, O., Burt, D., Howe, L. and Patterson, S. D. (2017). The effects of acute branched-chain amino acid supplementation on recovery from a single bout of hypertrophy exercise in resistance-trained athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(6), 630-636.
- Walsh, B., Tonkonogi, M., Malm, C., Ekblom, B. and Sahlin, K. (2001). Effect of eccentric exercise on muscle oxidative metabolism in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(3), 436-441.

- Walsh, N. P., Gleeson, M., Pyne, D. B., Nieman, D. C., Dhabhar, F. S., Shephard, R. J. and Kojouharova, A. (2011). Position statement part two: maintaining immune health. *Exerc Immunol Rev*, 17:64–103.
- Wilmore, JH. and Knuttgen, HG. (2003). Aerobic exercise and endurance: improving fitness for health benefits. *The Physician and sportsmedicine*;31(5):45-51.
- Wilson, L. D., Zaldivar, F. P., Schwindt, C. D. and Cooper, D. M. (2009). The pro-and anti-inflammatory cytokine response to exercise in adolescent swimmers. *Pediatric asthma, allergy & immunology*, 22(3), 95-100.
- Wilson, L. J., Cockburn, E., Paice, K., Sinclair, S., Faki, T., Hills, F. A. and Dimitriou, L. (2018). Recovery following a marathon: a comparison of cold water immersion, whole body cryotherapy and a placebo control. *European Journal of Applied Physiology*, 118(1), 153-163
- Wolf, P. L., Lott, J. A., Nitti, G. J. and Bookstein, R. (1987). Changes in serum enzymes, lactate, and haptoglobin following acute physical stress in international-class athletes. *Clinical biochemistry*, 20(2), 73-77.
- Yeltepe, H. (2011). Egzersiz psikolojisi ve zihinsel sağlık. *Nobel Akademik Yayıncılık*.
- Zheng, J. L., Lu, L., Hu, J., Zhang, R. Y., Zhang, Q., Chen, Q. J. and Shen, W. F. (2010). Increased serum YKL-40 and C-reactive protein levels are associated with angiographic lesion progression in patients with coronary artery disease. *Atherosclerosis*, 210(2), 590-595.
- Zhou, Y., Peng, H., Sun, H., Peng, X., Tang, C., Gan, Y. and Herzog, E. L. (2014). Chitinase 3-like 1 suppresses injury and promotes fibroproliferative responses in mammalian lung fibrosis. *Science translational medicine*, 6:240.

## EKLER

### Ek1. Etik Kurul Kararı



T.C.  
**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

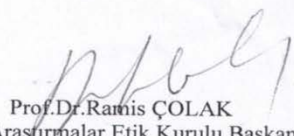
Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/621

09.10.2020

**Sayın Doç.Dr. Tülin ATAN**

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Aerobik ve Anaerobik Egzersizin Sitokinler , Kas Hasarı ve Toparlanmaya Etkisi** başlıklı OMÜ KAEK 2020/586 Karar nolu Biyokimya çalışması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik kurulu yönergesine göre 08.10.2020 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırma bütçesinin maddi desteği henüz sağlanamadığından projeye bütçe desteği sağlanıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra başlanmasına oy birliği ile karar verilmiştir

Bilgilerinize arz/rica ederim.



Prof.Dr.Ramis ÇOLAK  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

Ondokuz mayis Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Tel:(0362)3121919/2782 -4576007 [Omutaek@gmail.com](mailto:Omutaek@gmail.com)  
Eski Diş Hekimliği Fakültesi 2.Kat Atakum/SAMSUN

## ÖZGEÇMİŞ

Tuğba ONAT, Barbaros Hayrettin Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği bölümünden 2016 tarihinde mezun oldu. 2016 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans yaparak 2018 yılında mezun oldu. Mezuniyetinin hemen ardından 2019 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisanüstü Eğitim Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında Doktora Programına başladı. Mezuniyetinden bu yana futbol antrenörü olarak görev yapan Tuğba ONAT aynı zamanda milli futbolcudur. İyi/orta derecede İngilizce (YDS 60.00-2018) bilmektedir. Aldığı Ödüller: 16. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi Prof. Dr. Rana Varol Gelecek Vaat Eden Bilim İnsanı Teşvik Ödülü. Aldığı Sertifikalar: 1. Kademe Yüzme Antrenörlük Belgesi

### İletişim Bilgileri:

ORCID ID :<https://orcid.org/0000-0001-9151-4071>

### Yayınlar:

1. Onat, T., Ünver, Ş. ve Atan, T. (2022). The Analyze Of The Chronotypes Of Youth Football Players. Faculty of Humanities and Social Sciences, University Of Rijeka, Croatia
2. Onat, T. ve Atan, T. (2022). The Analyze Of Jump Height, Flexibility Balance Performances Of Secondary School Students. Faculty of Humanities and Social Sciences, University Of Rijeka, Croatia
3. Çerit, G. ve Onat, T. (2022). Spor Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Kendini Sabotaj Düzeylerinin Belirlenmesi. Antalya [20. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi]
4. Çabuk, R., Çayır, H., Yıldız, M., Onat T., Cincioğlu, G., Adanur, O. ve Kayacan, Y. (2020). Egzersizin Fizyolojik Sistemler Üzerine Etkileri: Sistematik Derleme. Helal Yaşam Tıbbi Dergisi.
5. Onat, T., Küçük, H., Ağaoğlu, SA. ve Avcı, B. Akut Egzersizin İrisin Seviyesine Etkisi. (2018). 16. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi. Antalya.
6. Onat, T., Makaracı, Y., Ağaoğlu, SA., Koç, A. ve Erbaş İ. Sporcu ve Sedanter Bireylerin Premenstrual Sendrom Düzeylerinin İncelenmesi. (2017). 15. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi. Antalya.

7. Onat, T., Doğan, E., on, M. ve Bozyurt, F. Bireysel Ve Takim Sporcularında Spor Yaşının İmgeleme Biçimlerine Etkisi. (2017). 15. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi. Antalya.
8. Onat, T., Cerit, G., Becer, E. ve Teke, M. Spor Bilimleri Fakóltesi Öğrencileri ile Diğer Bölümlerde Bulunan Öğrencilerin Dinleme Becerilerinin Karşılaştırılması. (2017). 4. Uluslar arası Balkan Spor Bilimleri Kongresi. Bursa.

