



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

**SİRKADİYEN RİTMİN ANAEROBİK PERFORMANSA,  
TOPARLANMAYA VE KAS HASARINA ETKİSİNİN  
İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Şaban ÜNVER**

**Samsun  
Ekim-2019**



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

**SİRKADİYEN RİTMİN ANAEROBİK PERFORMANSA,  
TOPARLANMAYA VE KAS HASARINA ETKİSİNİN  
İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Şaban ÜNVER**

**Danışman  
Doç. Dr. Tülin ATAN**

**Samsun  
Ekim-2019**

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şaban ÜNVER tarafından Doç. Dr. Tülin ATAN danışmanlığında hazırlanan “Sirkadiyen Ritmin Anaerobik Performansa, Toparlanmaya ve Kas Hasarına Etkisinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 16.10.2019 tarihinde yapılan sınav ile Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

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

Üye : Doç. Dr. Tülin ATAN  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Özgür BOSTANCI  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Ahmet MOR  
Sinop Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Feyzullah KOCA  
Erciyes Üniversitesi

ONAY

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

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

**Prof. Dr. Ahmet UZUN**  
**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

## TEŞEKKÜR

İlk olarak, yüksek lisans yıllarımdan itibaren çalışma disiplini, bilime olan aşkı ve bitmek bilmeyen enerjisi ile bana büyük güç veren, en mümkün olmayan zamanlarda bile sorularımı ilgiyle cevaplamaya çalışan, birlikte yürüttüğümüz araştırma ve projeler sayesinde hem antrenman bilimi hem de psiko-sosyal alanında önemli bir bilgi birikimi ve deneyime sahip olduğum, öğrencisi ve çalışma arkadaşı olmaktan onur duyduğum çok değerli hocam Doç. Dr. Tülin ATAN'a;

Tez jürimde bulunan ve değerli katkıları olan Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU'na, Doç. Dr. Özgür BOSTANCI'ya, Doç. Dr. Ahmet MOR'a, Dr. Öğr. Üyesi Feyzullah KOCA'ya;

Bu süreçte büyük katkılarını gördüğüm gerek bilimsel gerekse manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Arş. Gör. Hayati ARSLAN'a, Arş. Gör. İzzet İSLAMOĞLU'na, Dr. Emre ŞİMŞEK'e, Arş. Gör. Abdurrahim KAPLAN'a, Arş. Gör. Yunus BERK'e ve diğer mesai arkadaşlarıma; Kan örneklerimin değerlendirmesi aşamasında, bana tüm kolaylıkları sağlayan, çözüm odaklı yaklaşımlarıyla beni hiç yormayan başta OMÜ Tıbbi Biyokimya Laboratuvarları Yöneticisi Doç. Dr. Bahattin AVCI'ya ve OMÜ Tıp Fakültesi acil laboratuvarı çalışanları, Arş. Gör. Dilek GÜL'e, Zelifa KOÇOĞLU'na, Esmâ ARSLAN'a ve diğer çalışanlarıma; Ayrıca çalışmaya gönüllü olarak katılan bütün sporculara;

Tez sürecimin sonlarına doğru dünyama girerek bana “baba” olma duygusunu yaşatan, pamuk elleri ve tatlı yüzü ile ailemize muhteşem bir mutluluk veren biricik kızım Elif Öykü'ye ve bu süreçte her daim desteğini hissettiğim, varlığı bana nefes olan, dostum, yoldaşım, huzurum, sonsuza kadar kalbimde olacak olan canım eşim Türkan ÜNVER'e;

Bu uzun yolda yürürken her anımda yanımda olan ve bugünlere gelmemde maddi manevi destek, sabır ve yardımlarından dolayı aileme ve üzerimde çok emeği olan ağabeyim Nurettin ÜNVER'e;

SONSUZ TEŞEKKÜRLERİMİ SUNARIM.

Bu çalışma, PYO. YDS.1904.18.007 proje numarası ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

## ÖZET

### SİRKADİYEN RİTMİN ANAEROBİK PERFORMANSA, TOPARLANMAYA VE KAS HASARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

**Amaç:** Bu çalışma sirkadiyen ritmin gerçekleştirilen anaerobik performansa ve sonrasındaki toparlanma değerlerine, kas hasarına ve solunum kas kuvvetine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

**Materyal ve Metot:** Çalışmaya, Samsun ili Süper Amatör ve Bölgesel Amatör Ligi'nde futbol oynayan ve haftada en az dört kez antrenman yapan (yaş; 22,20±3,14 yıl) 20 erkek futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Ölçümler, üç farklı gün ve aynı zaman diliminde (09.00, 14.00 ve 19.00) gerçekleştirilmiştir. Araştırmada sporcuların anaerobik performansları (Wingate testi), sonrasındaki toparlanma düzeyleri, laktik asit ve kalp atım hızı ölçüldü. Solunum kas kuvveti Microrpm, satürasyon pacetech cihazı ve algılanan zorluk derecesi Borg skalası ile belirlenmiştir. Kas hasarı düzeyi kreatin kinaz (CK) ve laktat dehidrogenaz (LDH) ile belirlenmiştir.

**Bulgular:** Sirkadiyen ritme bağlı olarak yapılan ölçümlerde, 19.00'da ölçülen vücut ısısı değerinin diğer zamanlarda (09.00 ve 14.00) ölçülen değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,01$ ). Egzersizden hemen sonra, saat 19.00'da ki LA değerinin 09.00'da ki LA değerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Yine sirkadiyen ritme göre anaerobik egzersiz sonrası ölçülen kalp atım hızı (KAH) değerlerinin saat 14.00'te diğer zamanlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p<0,01$  ve  $p<0,05$ ). Wingate anaerobik güç testi (WAnT) parametreleri incelendiğinde; saat 14.00'te sergilenen zirve güç değerinin saat 19.00'da ki değerden daha yüksek olduğu görülmüştür ( $p<0,063$ ). Kreatin Kinaz (CK), Laktat Dehidrogenaz (LDH), Aspartat aminotransferaz (AST), C Reaktif Protein (CRP) ve Troponin parametreleri, algılanan zorluk derecesi, solunum kas kuvveti ve satürasyon değerlerinin sirkadiyen ritme göre farklılaşmadığı tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Sirkadiyen ritim kas hasarını ve solunum kas kuvvetini etkilememektedir. Öğlen saatinde (14.00) daha yüksek kuvvet sergilenebilmekte ve toparlanma daha hızlı gerçekleşmektedir. Bu nedenle anaerobik nitelikli antrenmanların öğlen saatlerinde yapılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sirkadiyen Ritim; Kas Hasarı; Toparlanma; Solunum Kas Kuvveti

**Şaban ÜNVER, Doktora Tezi**  
**Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Samsun, Ekim-2019**

**ABSTRACT**  
**EXAMINATION OF THE EFFECT OF CIRCADIAN RHYTHM ON**  
**ANAEROBIC PERFORMANCE, RECOVERY AND MUSCLE DAMAGE**

**Aim:** The aim of this study was to examine the effect of circadian rhythm on anaerobic performance and subsequent recovery values, muscle damage and respiratory muscle strength.

**Material and Method:** Twenty male football players (age: 22,20±3,14 year-old), who play football in Super Amateur and Regional Amateur League of the city Samsun and train at least four times a week voluntarily, participated the study. The measurements were performed in three different days and time periods (09.00, 14.00 and 19.00). Anaerobic performance (Wingate test), recovery levels, lactic acid and heart rate were measured. Respiratory muscle strength was determined by Microrpm, saturation pacetech device and rating of perceived exertion by Borg scale. The level of muscle damage was determined by creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH).

**Result:** Measurements based on circadian rhythm, it was found that body temperature values measured at 19.00 in the evening were higher than those measured at other times ( $p<0.01$ ). Immediately after the exercise, the Lactic Acid (LA) value at 19.00 was found to be higher than the LA value at 09.00 ( $p<0.05$ ). According to the circadian rhythm, the heart rate (HR) values measured after anaerobic exercise were higher than the other times at 14.00 ( $p<0.01$  and  $p<0.05$ ). When Wingate anaerobic power test (WAnT) parameters were examined, the peak power value displayed higher at 14.00 than the value at 19.00 ( $p<0.063$ ). It was confirmed that Creatine Kinase (CK), Lactate Dehydrogenase (LDH), Aspartate aminotransferase (AST), C Reactive Protein (CRP) and Troponin parameters, rate of perceived exertion, respiratory muscle strength and saturation values did not differ according to circadian rhythm ( $p>0.05$ ).

**Conclusion:** Circadian rhythm does not affect muscle damage and respiratory muscle strength. At noon (14.00) a higher strength can be displayed and recovery occurs faster. For this reason, it is recommended to do the anaerobic trainings at noon.

**Keywords:** Circadian rhythm; anaerobic; muscle damages; recovery; respiratory muscle strength

**Şaban ÜNVER, Doctoral Thesis**

**Ondokuz Mayıs University - Samsun, October-2019**

## SİMGELER VE KISALTMALAR

%: Yüzde

°C: Derece

ADP: Adenozin difosfat

ALAT: Alanine aminotransferez

Ark: Arkadaşları

AST(GOT): Aspartat aminotransferez

ATP: Adenozin Trifosfat

ATP-PC: ATP Kreatin Fosfat

AZD: Algılanan zorluk derecesi

CK: Creatin Kinaz (Kreatin Kinaz)

CK-BB: Kreatin Kinaz – Brain Band İzoenzimi

CK-MB: Kreatin Kinaz – Miyokardiyal Band İzoenzimi

CK-MM: Kreatin Kinaz –Miyokardiyal Muscle İzoenzimi

CO<sub>2</sub>: Karbondioksit

CRP: C reaktif protein

GnRH: Gonadotropin rilizing hormon

Hcy: Homocysteine

HS: Hemen Sonra

KAH: Kalp Atım Hızı

kDA: Kilodalton

Kg: Kilogram

LA: Laktik Asit

LDH: Laktat Dehidrogenaz

lt: Litre

m: metre

MAG: Maksimal Anaerobik Güç

MEP: Maksimal Ekspiratuar Pressure

mg/mL: miligram/mililitre

MIP: Maksimal Inspiratuar Pressure

ml: mililitre

mm: milimetre

MÖD: Mediyen ön beyin demeti  
MRI: Manyetik Rezonans görüntüleme  
ng/mL: nanogram/mililitre  
O<sub>2</sub>: Oksijen  
OG: Ortalama Güç  
PCr: Polimeraz zincir reaksiyonu  
SCN: Suprakiazmatik Nükleus  
SPSS: Statistical Package for the Social Sciences  
SS: Standart Sapma  
U/L: Ünite/Litre  
VO<sub>2</sub>max: Maksimal oksijen tüketimi  
W: Watt  
WAnT: Wingate Anaerobik Güç Testi  
ZG: Zirve Güç



## İÇİNDEKİLER

|  |     |
|--|-----|
| TEŞEKKÜR .....   | iii |
| ÖZET .....   | iv  |
| ABSTRACT .....   | v   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                                  | vi  |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....  | 1   |
| <b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....                                 | 5   |
| 2.1. Sirkadiyen Ritim ve Biyolojik Saat.....                   | 5   |
| 2.1.1. Biyolojik Saat Çeşitleri.....                           | 5   |
| 2.1.2. Sirkadiyen Saatlerin Konumu.....                        | 6   |
| 2.2. Kas Sistemi.....  | 8   |
| 2.2.1. İskelet Kasının Yapısı.....                             | 8   |
| 2.2.2. Kas Hasarı .....  | 10  |
| 2.2.3. Kas Hasarı Mekanizması.....                             | 10  |
| 2.2.4. Kas Hasarının Değerlendirilmesi .....                   | 11  |
| 2.2.5. Kas Hasarı Belirteçleri .....                           | 12  |
| 2.2.6. Kas Hasarı Onarım Süreci .....                          | 17  |
| 2.2.7. Kas Hasarı Sonrası Egzersize Uyum .....                 | 18  |
| 2.4. Anaerobik Sistem .....                                    | 20  |
| 2.4.1. ATP-CP Sistemi (Anaerobik Alaktik).....                 | 21  |
| 2.4.2. Laktik Asit Sistemi (Anaerobik Laktik) .....            | 21  |
| 2.4.3. Anaerobik Güç ve Kapasite .....                         | 22  |
| 2.4.4. Anaerobik Güç ve Kapasitenin Testleri .....             | 23  |
| 2.5. Laktat Metabolizması.....                                 | 24  |
| 2.5.1. Laktat ve Egzersiz .....                                | 25  |
| 2.6. Kalp Atım Sayısı ve Fiziksel Egzersiz.....                | 25  |
| 2.7. Yorgunluk .....   | 26  |
| 2.7.1. Anaerobik Yüklemeler ve Yorgunluk İlişkisi .....        | 27  |
| 2.7.2. Aerobik Yüklenmeler ve Yorgunluk İlişkisi .....         | 27  |
| 2.8. Toparlanma .....  | 28  |
| 2.8.1. Toparlanma stratejileri.....                            | 29  |
| 2.8.2. Toparlanma Hızına ve Sürecine Etki Eden Faktörler ..... | 29  |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.8.3. Egzersiz Sonrası Fizyolojik Açıdan Yenilenme (Toparlanma).....       | 30        |
| 2.8.4. Yüksek Şiddetli Yüklenmeler Sonrası Toparlanma .....                 | 32        |
| 2.8.5. Toparlanma Yöntemleri.....   | 33        |
| 2.9. Solunum Kas Kuvveti .....  | 34        |
| 2.9.1 Solunum Kaslarının Anatomisi .....                                    | 34        |
| 2.9.2. Solunum Kaslarının Fizyolojisi .....                                 | 34        |
| 2.9.3. Solunum Kas Gücü Ölçüm Yöntemleri.....                               | 35        |
| 2.9.4. Sirkadiyen Ritim ve Solunum Sistemi .....                            | 36        |
| <b>3. MATERYAL ve METOT .....</b>   | <b>38</b> |
| 3.1 Denekler .....  | 38        |
| 3.2. Çalışma Yöntemi.....   | 38        |
| 3.3. Çalışma Dizaynı .....  | 39        |
| 3.4. Oksijen Satürasyonu Ölçümü.....  | 40        |
| 3.5. Kalp Atım Hızı Ölçümü .....  | 40        |
| 3.6. Vücut Sıcaklığı Ölçümü .....   | 40        |
| 3.7. Laktik Asit Ölçümü.....  | 41        |
| 3.8. Solunum Kas Kuvveti Ölçümü .....                                       | 41        |
| 3.9. Kan Alma İşlemi ve Kas Hasarı Ölçümü .....                             | 41        |
| 3.10. Wingate Anaerobik Güç Testi (WAnT).....                               | 42        |
| 3.11. Algılanan Zorluk Derecesi .....                                       | 42        |
| 3.12. İstatistiksel Analiz .....  | 42        |
| <b>4. BULGULAR.....</b>   | <b>44</b> |
| <b>5. TARTIŞMA .....</b>  | <b>60</b> |
| 5.1. Sirkadiyen Ritme Göre Vücut Sıcaklığı.....                             | 60        |
| 5.2. Sirkadiyen Ritme Göre Laktik Asit.....                                 | 62        |
| 5.3. Sirkadiyen Ritme Göre Kalp Atım Hızı.....                              | 63        |
| 5.4. Sirkadiyen Ritme Göre Wingate Anaerobik Performans Parametreleri ..... | 67        |
| 5.5. Sirkadiyen Ritme Göre Kas Hasarı Belirteçleri .....                    | 69        |
| 5.6. Sirkadiyen Ritme Göre Solunum Kas Kuvveti .....                        | 72        |
| 5.7. Sirkadiyen Ritme Göre Satürasyon .....                                 | 72        |
| 5.8. Sirkadiyen Ritme Göre Algılanan Zorluk Derecesi .....                  | 73        |
| <b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>  | <b>75</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| 6.1. Sirkadiyen Ritme Göre Vücut Sıcaklığı.....                             | 75        |
| 6.2. Sirkadiyen Ritme Göre Laktik Asit.....                                 | 75        |
| 6.3. Sirkadiyen Ritme Göre Kalp Atım Hızı.....                              | 75        |
| 6.4. Sirkadiyen Ritme Göre Wingate Anaerobik Performans Parametreleri ..... | 76        |
| 6.5. Sirkadiyen Ritme Göre Kas Hasarı Belirteçleri .....                    | 76        |
| 6.6. Sirkadiyen Ritme Göre Solunum Kas Kuvveti Parametreleri.....           | 77        |
| 6.7. Sirkadiyen Ritme Göre Satürasyon .....                                 | 77        |
| 6.8. Sirkadiyen Ritme Göre Algılanan Zorluk Derecesi .....                  | 77        |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>  | <b>78</b> |
| <b>EKLER .....</b>  | <b>95</b> |
| Ek 1. Etik Kurul Onay Belgesi.....  | 95        |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>   | <b>96</b> |

## 1. GİRİŞ

Günümüzde insan yaşamı ile birbirinden ayrılmaz bir bütün haline gelen spor, herkesin yaşamında bir şekilde yer almaktadır. Kimi bir sporcu, kimi bir izleyici, kimi de sağlıklı bir yaşam için bu büyük halkanın içindedir. Uzun yıllardır birçok insanı peşinden sürükleyen ve sağlıklı bir yaşamın gerekliliklerinden olan sporun profesyonel anlamda da en üst seviyelere çıktığını görmekteyiz. Özellikle antrenörler ve yöneticiler daha fazla başarı elde etmek için iyi sporcular peşine düşerken, sporcular da daha yüksek performans sergileyerek tercih edilen sporcu durumuna gelmeye çalışmaktadırlar.

Sirkadiyen ritim beynimizde ön hipotalamusta yerleşmiş olan suprakiazmatik çekirdeğin (SCN) kontrolündedir. Sirkadiyen ritim, biyolojik saat olarak da adlandırılır. Bu saat aynı zamanda organizmanın çevreye uyumuna yardım eder ve uyku-uyanıklık düzeninin ayarlanmasından sorumludur (Dunlap, 1999; Hastings, 2007; Sancar ve ark., 2010). Birçok performans göstergesi vücut sıcaklığındaki sirkadiyen değişimleri takip etmektedir (Reilly ve Bambaiechi, 2003). Sporcu performansının zirve yaptığı dönemler genellikle 24 saat içerisinde vücut sıcaklığına ilişkin günlük ritimle ve vücut sıcaklığının en yüksek olduğu saatlerle örtüşmektedir (Atkinson ve Reilly, 1996; Reilly ve ark., 1997; Reilly, 2007). Ancak performansın zirve yaptığı zaman dilimleri sporcuların bireysel farklılıklarına göre değişkenlik gösterebilmektedir.

Sirkadiyen ritmin sportif performanstaki birçok fizyolojik değişkenle olan ilişkisi araştırmacıların oldukça ilgisini çekmiş ve yoğun olarak çalışılmıştır (Reilly ve ark., 1984; Hill ve ark., 1992; Akkurt ve ark., 1996; Güneş ve ark., 1998). Epifiz bezinden salgılanan melatonin vücut saatinin ayarlanmasında başrol oynamaktadır. Vücutta birçok biyolojik ve fizyolojik düzenlemelerde görev alır. İnsan biyoritmi sirkadiyen ritim üzerine etkili bir hormondur. Ana görevi vücudun biyolojik saatini koruyup ritmini ayarlamaktır. Hücrelerin yenilenmesine ve bağışıklık sistemine katkısı iyi bilinen diğer işlevleridir (Claustrat, 2005).

Günün farklı zamanlarında yapılan egzersizlere insan vücudunun nasıl cevap vereceği konusu spor fizyolojisi araştırmalarında oldukça önemli bir yer teşkil etmektedir. İnsan günün herhangi bir saatinde yaptığı bir antrenmanı diğer bir saatte daha iyi bir performansla yapabilmektedir veya günün farklı bir saatinde yorgunluk seviyesine daha geç ulaşabilmektedir ve toparlanma daha çabuk sağlanabilmektedir. Bu

yüzden farklı zamanlarda yapılan antrenmanın etkisini bilmek özellikle sporcular ve antrenörler için oldukça gerekli bir durumdur (Özdamar, 2009).

Günümüzde egzersiz, toplum sağlığı açısından oldukça önem arz etmektedir. Egzersizin sağlık ve yaşam ömrü üzerine olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir. Uygun egzersiz protokolleri ile yapılan egzersizlerin vücut için yararlı etkileri varken, uygun olmayan egzersiz protokolleri kas hasarına ve yaralanmalarına neden olabilir (Boz, 2013)

Kas hasarı ile birlikte organizmada kas ağrısı, plazmada kas protein seviyelerinde artış, şişme, iltihaplanma ve kas fonksiyonlarında azalma görülebilmektedir (Proske ve Morgan, 2001; Byrne ve ark. 2004). Kuvvet ve güç, sporcularda etkili performans sergilemelerini sağlamaktadır. Yorgunluğa bağlı olarak kuvvette veya güçte gerçekleşecek bir azalma sporcunun performansını olumsuz yönde etkileyecektir. Antrenman sırası veya sonrası performanstaki bu azalmalar kas hasarı veya enerji depolarının yenilenememesine bağlı olarak gerçekleşebilir (Chandler, 1995). Genel olarak egzersize bağlı kas hasarının, sportif performansı düşürdüğünü, eklemlerdeki hassasiyeti artırdığını ve güç üretiminde azalmalara sebep olduğu belirtilmiştir (Baylan, 2014).

Birçok spor dalında başarı sağlamak için antrenmanlara çok daha fazla önem verilmesinin gerektiği yadsınamaz bir gerçektir. Antrenman ve müsabakalara hazırlık safhasında antrenörlerin özellikle dikkat etmesi gereken noktalardan bir tanesi sporculara uygulayacakları antrenmanları en uygun zaman diliminde yaptırılmalarıdır. Kondisyon ve teknik-taktik antrenmanlarının hangi saatte yapılacağını belirlemek zorunluluk haline gelmiştir.

Spor performansı normal günlük koşullarda gün içerisindeki vakte göre farklılık gösteriyorsa, o zaman bunun sporcu üzerinde direkt bir etkisi vardır (Winget ve ark., 1985). Bir sporcu veya sporcu grubunun hem kısa vadeli hemde uzun vadeli göstereceği performansında önemli etkileri olabilir. Kişinin günün farklı saatlerinde kendini hem fiziksel hem de psikolojik olarak daha iyi hissettiği bilinen bir gerçektir. Bu durum, sporcuların günün farklı saatlerinde farklı performanslar göstermesinin nedenini de açıklayabilir. Literatürde sirkadiyen ritmin anaerobik performansa etkisi saptanmış ancak toparlanmaya, kas hasarına ve solunum kas kuvvetine, satürasyona ve algılanan zorluk derecesine etkisi konusunda çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu bağlamda çalışmamız günün farklı saatlerinde anaerobik performans ölçümleri yapılarak sporcu ve antrenörlerin anaerobik antrenmanı daha verimli gerçekleştirebileceği zamanı, anaerobik performans sonrası oluşan yorgunluk ve kas hasarı seviyesini, en iyi ve hızlı toparlanma zamanını belirlemek amaçlıdır. Ayrıca yapılacak çalışma ile solunum kas kuvveti ve satürasyon değerlerinin en yüksek, algılanan zorluk derecesinin en düşük olduğu zamanı da belirleyerek literatüre bu anlamda yapılan çalışmalara dolayısıyla bu konuda çalışacak araştırmacılara model nitelikte olacaktır.

**Araştırma Problemi:** Sirkadiyen ritmin anaerobik performansa, kas hasarına, toparlanmaya ve solunum kas kuvvetine etkisi var mıdır?

#### **Alt Problemler:**

- 1- Sirkadiyen ritmin sporcuların vücut ısısı değerlerine etkisi var mıdır?
- 2- Sirkadiyen ritmin sporcuların toparlanma laktik asit değerlerine etkisi var mıdır?
- 3- Sirkadiyen ritmin sporcuların toparlanma kalp atım hızı değerlerine etkisi var mıdır?
- 4- Sirkadiyen ritmin sporcuların Anaerobik güç testi değerlerine etkisi var mıdır?
- 5- Sirkadiyen ritmin sporcuların CK değerlerine etkisi var mıdır?
- 6- Sirkadiyen ritmin sporcuların LDH değerlerine etkisi var mıdır?
- 7- Sirkadiyen ritmin sporcuların AST(GOT) değerlerine etkisi var mıdır?
- 8- Sirkadiyen ritmin sporcuların Troponin değerlerine etkisi var mıdır?
- 9- Sirkadiyen ritmin sporcuların CRP değerlerine etkisi var mıdır?
- 10- Sirkadiyen ritmin sporcuların solunum kas kuvveti (MIP) değerine etkisi var mıdır?
- 11- Sirkadiyen ritmin sporcuların solunum kas kuvveti (MEP) değerine etkisi var mıdır?
- 12- Sirkadiyen ritmin sporcuların satürasyon değerlerine etkisi var mıdır?
- 13- Sirkadiyen ritmin sporcuların algılanan zorluk derecesi değerlerine etkisi var mıdır?

#### **Hipotezler:**

- 1- Sirkadiyen ritmin sporcuların vücut ısısı değerlerine etkisi vardır?
- 2- Sirkadiyen ritmin sporcuların toparlanma laktik asit değerlerine etkisi vardır?
- 3- Sirkadiyen ritmin sporcuların toparlanma kalp atım hızı değerlerine etkisi vardır?
- 4- Sirkadiyen ritmin sporcuların Anaerobik güç testi değerlerine etkisi vardır?

- 5- Sirkadiyen ritmin sporcuların CK değerlerine etkisi vardır?
- 6- Sirkadiyen ritmin sporcuların LDH değerlerine etkisi vardır?
- 7- Sirkadiyen ritmin sporcuların AST değerlerine etkisi vardır?
- 8- Sirkadiyen ritmin sporcuların Troponin değerlerine etkisi vardır?
- 9- Sirkadiyen ritmin sporcuların CRP değerlerine etkisi vardır?
- 10- Sirkadiyen ritmin sporcuların solunum kas kuvveti (MIP) değerine etkisi vardır?
- 11- Sirkadiyen ritmin sporcuların solunum kas kuvveti (MEP) değerine etkisi vardır?
- 12- Sirkadiyen ritmin sporcuların satürasyon değerlerine etkisi vardır?
- 13- Sirkadiyen ritmin sporcuların algılanan zorluk derecesi değerlerine etkisi vardır?



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Sirkadiyen Ritim ve Biyolojik Saat

Canlılarda biyolojik ritim ilk kez 1729'da Jean Jacques d'Ortous de Mairan tarafından güneşe yönelen (heliotrop) bitkilerin yapraklarının gündüz açılıp gece kapandığı görülmüştür, daha sonra bitkilerin sürekli karanlıkta tutulmasına rağmen bu davranışlarının değişmediğini gözlemlemiştir. Bu nedenle bitkinin sadece ışığa bir hassasiyet göstermediği, ayrıca bir tür içsel saat ayarı olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla bu bulgu, bilim çevrelerinde, canlılarda bulunan ritim mekanizmasının içsel olarak yönetildiğine dair ilk deneysel kanıt olarak kabul edilmiştir (Fuller ve Fuller, 2002).

İnsanlarda ritimlere ilişkin ilk gözlemi 1866'da vücut sıcaklığının gündüz ve gece değişikliğini kaydeden William Ogle yapmıştır (Chassard, 2005). 1961'de Jurgen Aschoff tarafından insanlar üzerindeki ilk araştırma gerçekleştirilmiştir (Aschoff, 1965). Aschoff kendi kurduğu ve Tier Bunker adıyla anılan bir izolasyon ünitesinde 3-4 hafta süresince kalan gönüllülerin uyku-uyanıklık döngülerinin 24 saat süren bir periyodu olduğunu göstermiştir. Denekler, ışıkların açılıp kapanması ve yemek saati konularında serbest bırakılmalarına, ayrıca ortam sıcaklığı araştırmacılar tarafından habersizce artırılıp azaltılmasına rağmen bu periyod değişmemiştir.

#### 2.1.1. Biyolojik Saat Çeşitleri

Canlıların dış dünyada tekrar eden fiziksel etkenlere karşı göstermiş oldukları fizyolojik, biyokimyasal ve davranışsal yanıtlara biyolojik ritimler denilmektedir. Biyolojik ritimleri inceleyen bilim dalına kronobiyojoloji adı verilmektedir (Haus, 2007).

Biyolojik ritimler sahip oldukları zaman periyotlarına ve sıklıklarına göre farklı isimlerle anılırlar. Genel olarak insanlarda gözlenen ritim örnekleri, sıklığı ve fizyolojik-davranış değişiklikleri aşağıda gösterilmiştir (Bunney ve Bunney, 2000).

**Ultradiyen Ritim:** İnsanda, günde bir defadan fazla ortaya çıkan ritimlere bu ad verilir. Örneğin; nefes alıp verme, kalp atışları, kan dolaşımı, iştah ve görme gibi sistemler, mide hareketleri, yeme, içme, tuvalet ihtiyacı, uyuma.



**Sirkadiyen Ritim:** İnsanda, günde yaklaşık bir döngü olarak ortaya çıkan ritimlere bu ad verilir. Örneğin; Kan basıncı, vücut ısı dalgalanmaları, yorgunluk-dinçlik, uyku-uyanıklık, stres, ruh durumu, zihinsel ve fiziksel performans.

**İnfradiyen Ritim:** İnsanda, her ay döngüsünde bir döngü olarak ortaya çıkan ritimlere bu ad verilir. Örneğin; Menstrual döngü, erkeklerin 21-28 gün arası testosteron salınım döngüsü, insan ve primatlarda ayın evrelerine menstrual döngünün kilitlenmesi.

**Sirannual Ritim:** İnsanda, yılda yaklaşık bir döngü olarak ortaya çıkan ritimlere bu ad verilir. Örneğin, Yaklaşık bir yıllık ritimlerdir. Memeli hayvan ve insan doğumları, Mevsimsel afektif bozukluk sendromu, hayvanların göç ve kış uykusu döngüleri yer alır.

**Tablo 1.** Bir günde vücutta meydana gelen değişimler (Bunney ve Bunney, 2000)

| Saat  | Biyolojik Faaliyet  |
|-------|---|
| 1.00  | Hamile kadınlarda doğumun başlaması T <sub>yardımcı</sub> hücrelerinin sayısı en fazladır   |
| 2.00  | Büyüme hormonunun düzeyi en yüksek  |
| 4.00  | Astım ataklarının başlamasına en uygun zaman  |
| 6.00  | Menstruasyon başlangıcı, Kandaki insülin seviyesi en düşük, Kan basıncı ve kalp hızı artmaya başlar, Kortizol seviyesi azami, Melatonin düzeyi azalır |
| 7.00  | Saman nezlesi semptomları için en uygun saatler   |
| 8.00  | Kalp krizi riski en yüksek, Romatoid artrit bulguları en şiddetli, Yardımcı T hücreleri en düşük düzeyde  |
| Öğlen | Hemoglobin düzeyinin en yüksek olduğu saatler   |
| 15.00 | Tutma kuvveti, solunum hızı, refleks duyarlılığı en fazla   |
| 16.00 | Vücut ısısı, nabız ve kan basıncı en yüksek   |
| 18.00 | İdrar oluşum hızı en fazla  |
| 21.00 | Ağrı eşiği en düşük düzeyde   |
| 23.00 | Alerjik cevaplar için en uygun saatler  |

### 2.1.2. Sirkadiyen Saatlerin Konumu

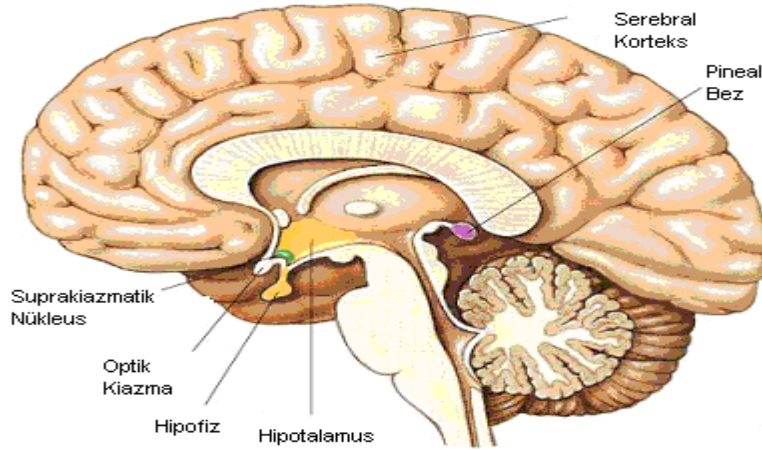
Sirkadiyen saatlerin çalışması, vücutta belli bazı bölgelerin kontrolü altında olsada, aslında ritimlerin varlığı tek hücreli canlılarda dahi söz konusu olduğundan, hücre düzeyindeki salınımlarla biyolojik saatlerin düzenlendiğinden bahsedilebilir.

Hücresel düzeyde iş gören mekanizmalar, biyolojik ritimlerin temelini oluşturmaktadır. Hücre fonksiyonu üzerine etkili birçok faktör de doğrudan ritimleri etkiler.

Beyinde yer alan ve suprakiazmatik çekirdek (SCN) adı verilen yapı sirkadiyen ritimlerin düzenlenmesinden sorumludur. Bu yapı, hipotalamusun ön kısmında, optik çaprazın hemen üst tarafında bulunan hücre grubudur. Bu bölgede retinadan özel girişler alındığı gibi, ilk olarak epifiz (pineal) ve birçok bölgeyle de doğrudan ya da dolaylı olarak bir ilişki içerisinde (Zhang, 2004). Göze gelen ışınların yarattığı impulslar retina, hipotalamus nükleusları, mediyan ön beyin demeti (MÖD) Retiküler formasyon yoluyla omuriliğine, buradan süperior servikal gangliyona gelirler. Buradan pineal beze ulaşan simpatik impulslar, ışığın şiddetine ve devamına göre, bezden melatonin salınmasını azaltır ya da çoğaltırlar. Melatonin hipotalamustan gonadotropin rilizing hormon (GnRH) salınmasını, bu da hipofizden gonadotropik hormonların salınmasını ayarlar (Noyan, 2011).

### **Suprakiazmatik Nükleus**

SCN, anterior hipotalamusta, 4. ventrikül ortalarında, optik kiazma üzerinde her iki hemisferde orta hat yanında sağlı sollu birer adet bulunur.



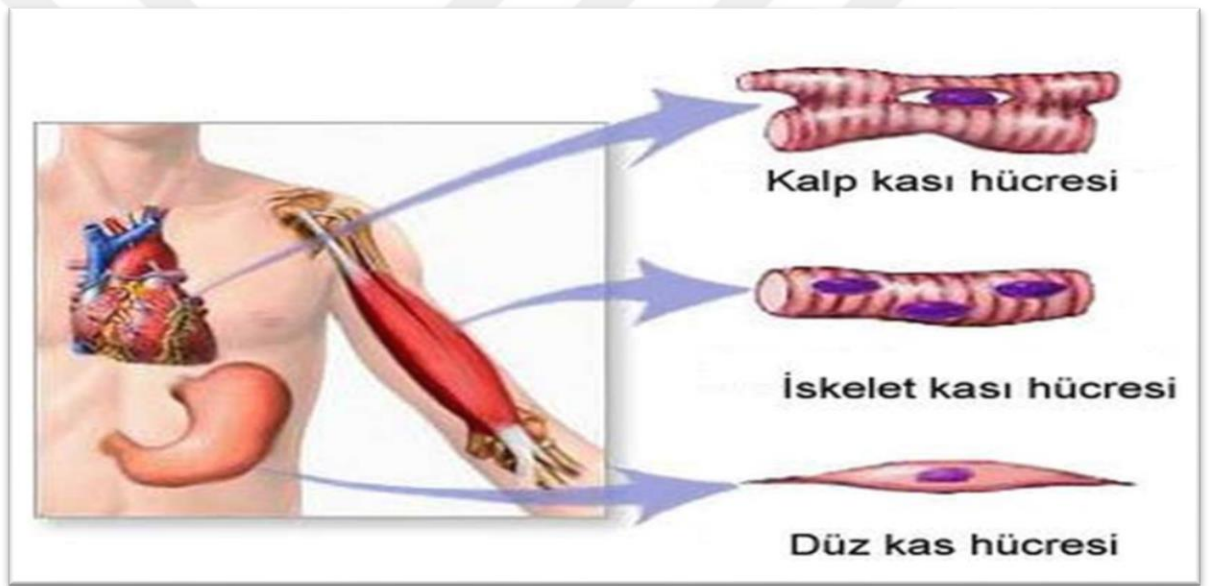
Şekil 1. Suprakiazmatik Nükleus (Sipahi, 2009)

SCN'da bir internal saat bulunmaktadır. Bu saat zeitgeber denilen zaman verici sinyaller değerlendirilerek senkronize edilmektedir. Vücutta bulunan diğer hücreler de SCN'dan gelen sinyaller ile kendi internal saatlerini ayarlamakta ve fonksiyonlarını buna göre yerine getirmektedirler (Kondratov, 2007).

## 2.2. Kas Sistemi

İskeleti çevreleyerek vücuda esas şeklini verip, eklemlerle beraber hareket etmeyi sağlayan yapılara kas denir. Kas hücreleri mekanik, sinirsel ve kimyasal olarak uyarılabilirliği olan, uyarıldıkları durumda hücre zarı boyunca yayılan aksiyon potansiyeli oluşturan yapılardır.

Kas hücreleri, uyarıya kasılma yapılarını aktive ederek, kasılarak yanıt verirler. Kasılmayı sağlayan proteinler ise, hareketi sağlayan moleküler motor yapılar olarak tanımlanabilir. Kas dokuları uyarılara tepkiler verip, bu uyarıyı iletebilme, kasılabilme, esneyebilme ve uzayabilme gibi yeteneklere sahiptirler. Organizmada iskelet kası, düz kas ve kalp kası olmak üzere 3 çeşit kas bulunur (Gökçe, 2014).



Şekil 2. Kas çeşitleri (Gökçe, 2014)

### 2.2.1. İskelet Kasının Yapısı

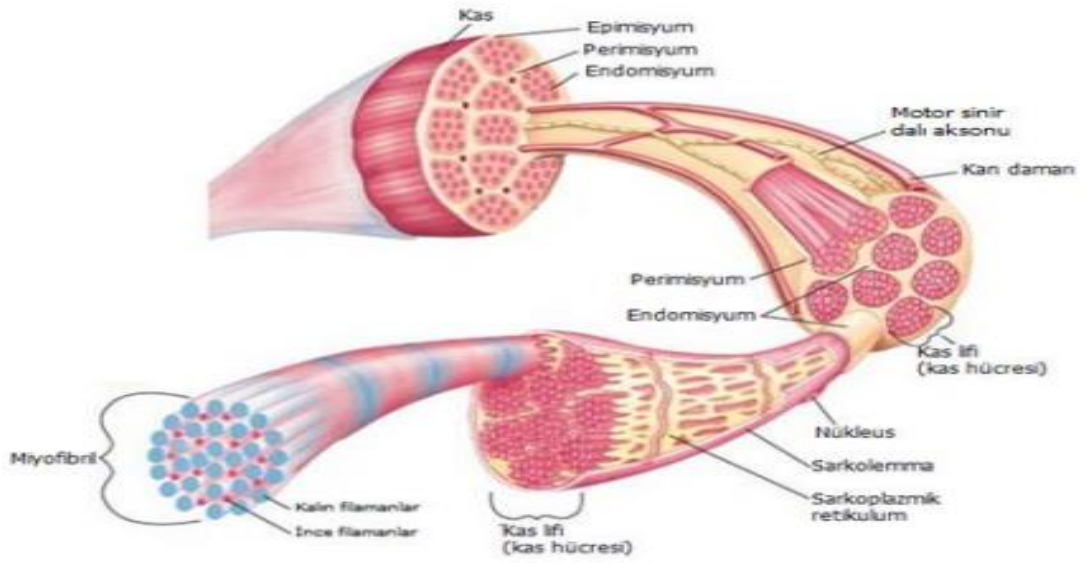
İnsan vücudunda temel organ sistemlerinden bir tanesi olan ve ekstremitelerin hareketlerini sağlayıp bunları kontrol eden iskelet kası, kemik dokusuna tendonlarla bağlanmıştır. Bu anatomik durum kas liflerinin kasılması sırasında ortaya çıkan mekanik enerjinin kemiklere aktarılmasıyla kemiğin bağlı bulunduğu eklemden hareketin başlamasını sağlar (Guyton ve Hall, 2001; Kraemer ve Spiering, 2006; Berne ve ark., 2008).

Kas hücreleri lif olarak adlandırılan iğ şeklindeki hücrelerden oluşmaktadır. Kalınlığı 10-100 mikrometre iken uzunluğu 1-40 mm'dir. Lif çevresini sarkolemma

adında ince bir membran çevrelemektedir. 10-50 kadar lif bir araya gelip fasikül adındaki demetleri oluştururlar. Perimisyum olarak adlandırılan membran fasikül çevreler. Fasiküller de bir araya gelerek kas dokusunu oluşturur. Kas dokusunu ise epimisyum olarak adlandırılan kuvvetli ve kalın olan bir membran çevreler (Zergeroğlu 1992, Zergeroğlu ve ark., 1997).

Miyofibriller her bir kas lifinde birkaç yüz ile birkaç bin arasında bulunurlar. Her miyofibrilde yan yana uzanan miyozin ve aktin filamentleri vardır. Bu filamentlerin iç içe geçmesiyle birbirini izleyen koyu ve açık renkli bantlar oluşur. Açık renkte olan bantlar sadece aktin filamentini kapsarlar ve I bandı olarak adlandırılırlar. Koyu renkte olan bantlar ise miyozin filamentlerini ve araya giren aktin filamentlerinin uçlarını kapsayıp A bandı adını alırlar. Ayrıca aktin filamentlerinin uçlarının bağlı olduğu miyofibriller arasında çapraz bir şekilde uzanıp kas lifi boyunca ilerleyen bir miyofibrilli diğere bağlayan Z diskleri yer almaktadır. İki Z çizgisi arasında kalan miyofibril bölümü de sarkomer olarak adlandırılır (Guyton ve Hall, 2001).

Miyozine göre daha ince olan ince filamentin aktin molekülü üstünde iskelet kasının kasılmasında önemli bir rol oynayan troponin ve tropomiyozin isimli iki protein daha vardır. Tropomiyozin dimerleri aktin filamentini boyunca uzanıp aktin molekülü üzerinde miyozin bağlanma bölgesini kaplar. Tropomiyozin dimeri üzerinde ise troponin-T, troponin-I ve troponin-C olmak üzere üç alt kısımdan oluşan troponin kompleksi bulunmaktadır. Miyozin filamentini ise bir çift ağır zincir ve iki hafif zincirli proteinden oluşur. İki ağır zincir bir çift sarmal oluşturup, miyozin başı denilen globüler polipeptid yapıyı oluşturur. Bu yapı temel olarak aktin molekülüne bağlanan miyozinin bileşkesi olması bakımından önemlidir. İskelet kasının kontraksiyonları sırasında gerim yaratmasıyla beraber sarkomer boyunun kısılmasıyla miyozin başı ile aktin arasında oluşan bu yapı klasik fizyolojide çapraz köprü olarak adlandırılmaktadır. (Guyton ve Hall, 2001; Ganong, 2002; Kraemer ve Spiering, 2006; Berne ve ark., 2008).



Şekil 3. Kasın şematik gösterimi (Hamill ve Knutzen, 2009)

### 2.2.2. Kas Hasarı

Mikro yaralanma, mikro travma veya kas hasarı olarak ifade edilen egzersize bağlı kas hasarı olgusu, egzersiz sonrası iskelet kaslarında meydana gelen hücresel düzeyde geçici hasar olarak tanımlanmaktadır (Simith ve Miles, 2000). Egzersize bağlı olarak oluşan kas hasarı ilk olarak 1900'lü yılların başında egzersizden sonra ağrının ve uzun süreli kuvvet kaybının oluşmasından dolayı Hough tarafından konuya işaret edilmiştir (Hough, 1900). 1980'li yılların başında egzersize bağlı kas hasarı üzerine çalışmalara ilgi duyulmuştur (Thiebaud, 2012). Alışılmamış ve yorucu olan fiziksel egzersizler iskelet kasında hasar oluşturup fiziksel performans düzeyini bozmaktadır (Clarkson ve Hubal, 2002).

### 2.2.3. Kas Hasarı Mekanizması

Kas hasarını egzersiz sonrası iskelet kaslarında meydana gelen hücresel düzeyde geçici hasar olarak bilinmektedir. Yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda kas boyunda uzamanın gerçekleştiği kasılma çeşitlerinde yani eksantrik kasılmalar içeren egzersizler sonucunda kasta önemli ölçüde hasar meydana geldiği gözlemlenmiştir (Newham ve ark., 1986; Nosaka ve Clarkson, 1997; Brown ve ark., 1999; Kocağa, 2014).

Eksantrik egzersizler sonunda kas içerisinde sarkomerde bulunan miyofibrillerin bozulması ve eksitasyon-kasılma sisteminde meydana gelen hasar kabul

edilen iki önemli belirtidir (Kocağa, 2014). Buna bağlı olarak hasar süreci sarkomerin aşırı gerilimi ile başlamaktadır (Proske ve Morgan, 2001).

Kastaki hasar, kasta protein yıkımı ve sonucunda da hücrede yangı, kasta lokal ısı artışına neden olup T tübüleri, sarkomer, miyofibriller inflamasyon ve sarkoplazmik retikulumun dağılmasına sebep olur. Sarkoplazmik retikulumda oluşan bu hasar iyonların dağılımında bozulmaya sebep olur, bu sonucunda da ağrıyı aktive eder (Epstein, 1995; Hilbert ve ark., 2003). Kasılma sırasında aktin-miyozin arasındaki bağların kopmasıyla oluşan ekzantrik kasılma, konsantrik kasılmaya göre daha fazla kas hasarına sebep olur (Brown ve ark., 1999).

Fiziksel aktivite yaparken birçok kasta konsantrik ve ekzantrik kasılmalar aktiviteye katılır. Böylece, iskelet kasları ekzantrik kasılma gerçekleştirirken daha fazla güç ve kuvvet üretir. Bunun temelinde iki neden vardır. Birincisi, belli bir kuvveti üretirken konsantrik kasılmalar ekzantrik kasılmalara göre daha fazla motor üniteyle aktiviteye katılır, ikincisi ise konsantrik egzersizlerde ekzantrik egzersizlere oranla daha fazla oksijen tüketilmesi ve baskı altında olan kasın başlangıçtaki boyunun çok daha üzerinde uzamasından kaynaklanan kopmalardır. Dolayısıyla bu sonuçlar, her iki egzersiz türünde oluşan girdi/çıkış ilişkisinin farklılıklar sergilediğini göstermekte ve mekaniksel etkinlik olarak ekzantrik egzersizlerde konsantrik egzersizlere oranla birkaç kat daha fazla olduğu belirtilmektedir. (Jones ve ark., 1986; Hazar, 2004; Boz, 2013).

Egzersiz sonrası kaslarda oluşan ağrı genellikle kasın egzersizden dolayı zarar görmesine bağlanmaktadır. Bu ağrıların kasın kasılma ve elastik dokularının aşırı gerilmesi sonucunda kas yapısının zarar görmesi, hasarlı liflerde kalsiyum dengesinin sağlanmaya çalışılması, hücre hasarının oluşması ile hücre zarının zarar görmesi sonucunda hücre içi aktivite ve makrofaj aktivitesinden kaynaklı serbest sinir uçlarının uyarılmasına bağlı olarak oluştuğu düşünülmektedir (Alibeyoğlu, 2008).

#### **2.2.4. Kas Hasarının Değerlendirilmesi**

Kas hasarının belirtileri fonksiyonel, biyokimyasal ve histokimyasal belirtiler olarak sınıflandırılabilir. Ağrı (Gecikmiş kas ağrısı), şişlik, kuvvet kaybı, hareket genişliğinde azalma tespit edilmesi kolay olan fonksiyonel belirtileridir. Aktivite ile meydana gelen ağrı, kas hasarını kendine has belirtileri içerisinde en basta gelenidir. Genellikle 24 saat içerisinde gelişen ağrıya, giderek kas hassasiyeti ve sertliği de eklenir. Hiçbir ilave aktivite yapılmaksızın ağrı 5-7 gün devam edebilir (Kuipers, 1994;

Mchugh ve ark., 1998). Genetik olarak, hangi dokuya bağılı olduğu belirlenmiş olan izoenzimlerin serumdaki oranlarının yükselmesi, ilgili dokudaki hasar ve hasarın oranının belirlenmesinde önemli bir rol oynar (Roth ve ark., 2000).

Kas hasarının tespiti ve değerlendirilmesi genellikle doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki yöntemle yapılabilir. Manyetik rezonans görüntüleme tekniği (MRI) ve/veya İskelet kasından alınan biyopsilerin analizi ile yapılan incelemeler doğrudan değerlendirme metodu olarak değerlendirilir. Ancak bu yöntemler pahalı ve alana uygulanabilirliği açısından zor yöntemlerdir (Korkmaz, 2010). Dolaylı yöntem ise kas ağrısı, maksimal istemli kasılma kuvveti ve kas içi enzimlerinin plazmadaki miktarlarının tespit edilmesi vb. içeren bunların yanında gecikmiş kas ağrısı, kuvvette azalmanın görülmesi, kasta şişlik ve eklem genişliğinde azalmanın gözlemlenmesi de yaygın olarak kullanılan yöntemdir (Kocaağa, 2014). Kas hasarıyla plazmada yer alan kasa özel protein ve enzim yapıları yükselir. Bu mekanizmadan yararlanılarak egzersizle beraber kas hasarının boyutu anlaşılır. Uygulamadaki kolaylıklarından ötürü araştırmalarda bu yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır (Roth ve ark., 2000).

### **2.2.5. Kas Hasarı Belirteçleri**

Enzim molekülleri büyük olması nedeniyle plazma zarından çok sınırlı miktarda geçebilirler. Ancak herhangi bir durumda (hipoksi, viral, bakteriyel, fizik ajanlar) hücre zarı hasara uğrarsa seçici geçirgenlik özelliği bozularak hasarın derecesine göre önce membran yüzeyinde yer alan enzimler seruma karışır. Daha sonra sitozolik miktar ve molekül büyüklüklerine göre seruma geçerler. Eğer hücre hasarı şiddetli ise bundan mitokondri de etkilenecek ve mitokondrial enzimler seruma çıkacaktır. Aktivite zaman eğrisi ve enzim aktivitesinin yüksekliği hasara uğrayan dokunun miktarıyla ilişkilidir. Yüksek enzim düzeyleri karaciğer ve iskelet kası gibi büyük doku yapılarının hasarını gösterir (Murray ve ark., 1998; Hazar, 2004).

Kas hasarıyla beraber plazmada bulunan kasa özel enzim ve protein yapıları artmaktadır. Egzersizle oluşan kas hasarının tespiti için iskelet ve kalp kası hasarını tespit etmeye yönelik yapılan çalışmalarda kullanılan yapılar; ilk olarak Kreatin Kinaz (CK) ve alt izoformları, myoglobin, laktat dehidrogenaz (LDH), aspartat aminotransferas (AST), atrial natriüretik peptit (ANP), beyin natriüretik peptit (BNP), karbonik anhidraz, troponin ve kas yapı proteinleri gibi yapılar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yapılardan en çok kullanılanı ve en önemlisi, kas hasarının

niteliksel bir göstergesi CK'dır (Evans ve Canon, 1991; Murray ve ark., 1998; Brown ve ark., 1999; Sorichter ve ark., 1999; Hazar, 2004; Harbili ve ark., 2008; İpek ve ark., 2009).

### **Kreatin Kinaz**

Kreatin kinaz, iskelet kası, kalp kası ve beyinde bulunan bir enzimdir. CK her bir alt birimi 43-45 kDa'lık molekül ağırlığı olan iki alt birimden oluşmaktadır. CK kasılma esnasında, ADP ile kreatin fosfat arasındaki yüksek enerjili fosfat bağlarının geri dönüşümlü değişimini katalizleyerek, hücresel ATP ve ADP konsantrasyonlarını tamponlar. CK'nın en az beş izoformu mevcuttur: Üç izoenzimi sitoplazma içinde (CK-MM, CK-MB, CK-BB), iki izoenzimi ise mitokondri içinde bulunmaktadır (Stadhouders ve ark., 1994).

CK, ATP yenilemesinde kullanılan kasılma veya taşıma sistemlerindeki bir enzimdir. CK kas hücresinde fizyolojik açıdan fonksiyonel bir şekil alır. Kasın her kontraksiyon döngüsünde Kreatin Fosfat kullanılır ve ATP oluşur, bu geri dönüşü olan bir reaksiyondur. Bu sonuçla kasın ATP düzeyi sabit kalır. Bu reaksiyonda CK katalizör olarak görev yapar. Creatin+ATP, Creatin Fosfat+ADP ve CK'nın en aktif olduğu yer iskelet kasıdır. Egzersizin neden olduğu kas hasarında CK aktivitesi yaş, cinsiyet ve egzersizin tipi gibi değişkenlerden etkilenirken, farklı ırklardan olan kişilerde farklı miktarlarda ortaya çıktığı da bilinmektedir (Çankaya, 2012).

Kreatin kinaz mitokondrilerin iç zarında, miyofibrillerde ve kas hücresi sitoplazmasında bulunurlar (Wilmore ve ark., 2008).

CK aynı zamanda kalp hastalıkları, sistamik metabolik hastalıklar, troid ile ilgili hastalıklar, beta-bloker grubu, statin gibi ilaçlar ile alkol bağımlılığında da yüksek seyredebilir (Lilleng ve ark., 2011).

Serum CK aktivitesi kas yaralanmalarında ve proteinler enerji metabolizması olarak kullanıldığı zaman artmaktadır (Schwane ve ark., 2000). Bunların yanı sıra egzersize bağlı kas hasarı oluştuğunda serum ve plazmada hücre içi enzim olan CK'nın aktivitesi de artar (Hazar, 2004; Schwane ve ark., 2000).

CK'da egzersizden sonra görülen artış, antrenmansız bireylere göre antrenmanlı bireylerde daha düşüktür (Karamızrak ve ark., 1994). Sedanter ve sporcu katılımcılar aynı fiziksel egzersizleri yaptıklarında, sporcularda olan CK aktiviteleri, sedanter katılımcılara göre daha düşük bulunmuştur. Serum CK aktivitesi sarkomerik



hasarın bir belirtisi olarak da kullanılabilir. Çünkü bu enzimin kas hücrelerinden kana geçen miktarı zorlu fiziksel egzersizin şiddetine bağlı olarak etkilenir. Bisiklet ergometresi testinden sadece 5 dakika sonra serum CK aktivitelerinin en yüksek değerlerine ulaşması form düzeyinin haricinde egzersiz süresinin serum CK aktivitesiyle ilişkili olduğunu göstermektedir (Koutedakis ve ark., 1993).

Egzersizin ardından artan CK'nın pik zamanı egzersizin şiddetine, süresine ve türüne bağlı olarak farklılık göstermektedir. Yapılan başka çalışmalarda pik zamanıyla ilgili farklı sonuçlar tespit edilmiştir. CK miktarının egzersizden 2-4 gün sonra en yüksek seviyeye geldiği bildirilirken başka bir çalışmada bacak dayanıklılığı egzersizinden sonra CK seviyesindeki artış 3-4. günde en yüksek seviyesine ulaştığı belirtilmiştir (Schneider ve ark., 1995). CK seviyeleri erkeklerde kadınlardan daha yüksektir (Smith ve Miles, 2000).

### **Miyogloblin**

Miyogloblin iskelet kasında olup, oksijenin kas hücresindeki mitokondriye taşınmasına yardımcı olan protein yapıda bir maddedir (Ergen ve ark., 2002). Miyogloblin en erken artış gösteren kardiyak biyomarkerlerden biridir ve ilk 3 saatte artış gösterir ancak hem kalpte hem de kasta bulunması özgüllüğünü azaltmaktadır. Özgüllüğünü arttırmak için yapılan araştırmalarda Miyogloblin/Karbonik Anhidraz III oranının 1 olması halinde miyogloblindeki yükselmenin kardiyak kökenli olduğu söylenir (Gibler ve ark., 1990). Yapılan bir çalışmada ilk 3 saatte CK-MB yükselmesinin tanımsal değeri %90, miyogloblinin ise %100 olduğu bulunmuştur (Hedges ve ark., 1996). Başka bir çalışmada da, ilk 2 saatte CK-MB yükselmesinin tanımsal değerini %82,1, miyogloblin'in ise yine %100 olduğu bulunmuştur (Tucker ve Collins, 1994).

Miyogloblin, düşük molekül ağırlığına (18 kDa) sahip 153 amino asitten oluşan bir protein monomeridir. Son zamanlarda, kastaki miyogloblin konsantrasyonları proteomik yaklaşım ile incelenmektedir (Gelfi ve ark., 2004).

Ağır egzersizin ardından kas protein yapısının bozulmasıyla kana miyogloblin salınır ve protein takviyesi artışın azalmasına neden olur (Cockburn ve ark., 2008). Aktiviteden sonra, 30 dakika içinde miyogloblin seviyesinde artış görülebilir (Ascensao ve ark., 2008) ve büyük olasılıkla düşük dereceli inflamasyon sebebiyle 5 gün boyunca yüksek seviyede kalır (Neubauer ve ark., 2008). CK ve miyogloblin düzeyleri, stresin sebep olduğu nötrofil cevabı ile ilişki içerisindedir (Suzuki ve ark., 1999). Bu özelliği

verildiğinde, iş yükünün antrenman esnasında kas dokusundaki etkinliğini izlemek için faydalı bir belirteçtir (Speranza ve ark., 2007; Akt. Boz, 2013).

### **Laktat dehidrogenaz**

LDH hücre içerisinde bulunan bir enzimdir. Birçok dokuda bulunur ve enerji sistemi için önemli bir yeri vardır. Özellikle ağır egzersizlerden sonra kandaki değeri yükselir. Egzersiz süresince pirüvat (pyruvate) formasyonu oranında bir artış meydana gelmektedir. Özellikle ağır egzersizlerde LDH laktat üreterek dokulardaki dengeyi korumaya çalışır. LDH hızlı glikolitik iskelet kaslarında pirüvat'ı laktat'a dönüştürür. Laktat kas hücresinden kana doğru hareket eder ve kandaki oranı egzersizin şiddeti ile ilgili bilgi verir. Yavaş egzersizlerde ise LDH reaksiyonu yön değiştirir. Yavaş kasılan fibriller ve kalp kasında LDH izoenzimleri farklıdır ve laktat'ı pirüvat'a dönüştürür (Tiidus, 2008). Kas hasarının belirlenmesinde laktat dehidrogenaz sıklıkla kullanılmaktadır. Birçok araştırmada kas hasarı ile birlikte LDH değerlerinde anlamlı artış görülmektedir (Jamurtas ve ark., 2005; Paschalis ve ark., 2005).

Laktat dehidrogenaz enzimi (LDH) pirüvik asit ile laktat moleküllerinin birbirlerine dönüşümünü sağlayan bir proteindir. LDH iki temel formu bulunur: LDH (M) kasta ve LDH (H) ise kalpte bulunur. Farklı beş izotipi tanımlanan LDH enzimlerinden LDH4 ve LDH5 kas ve karaciğer dokusunda yer almaktadır. Kas hücresindeki alt tipleri sitoplazmada, SR'da ve mitokondri yapısında bulunmaktadır. Son araştırmalarda LDH alt tiplerinin iskelet kası lif tiplerine göre farklılık gösterdiği ifade edilmiştir. Total LDH aktivitesi tip'II lerde tip I liflerden daha yüksek bulunmaktadır. Ayrıca kısa mesafe koşan atletlerde LDH enzim aktivitesinin uzun mesafe koşan atletlerden daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Butterfield, 2010). Kas hasarının oluştuğu yüklemelerde LDH enziminin kandaki konsantrasyonu artmaya başlamaktadır. Kas dokusundaki yıkımın fazla olduğu egzersizlerden 48-72 saat sonra LDH seviyesinin bazal seviyeye döndüğü bilinmektedir (Lavender ve Nosaka, 2006).

### **İnflamasyon**

Eksantrik egzersiz sonrası oluşan inflamasyon serum ve dışkı testleri ile belirlenebilmektedir. Eksantrik egzersizin süresi, yoğunluğu ve modu inflamasyon miktarını etkilemektedir (Tiidus, 2008). İnflamasyonun varlığı iskelet kası dokusundan direkt olarak biyopsi ile belirlenebilir. Nötrofil (neutrophil) gibi inflamasyon

hücrelerinin eksantrik egzersiz sonrası 2 saat kadar kısa bir süre içerisinde ortaya çıkabildiğini belirtmiştir. Smith ve ark. (1989) yaptığı çalışmada eksantrik egzersiz sonrası dolaylı olarak yapılan ölçümden 2 ila 12 saat sonra nötrofil cevaplarının arttığını belirtmişlerdir.

#### **Glikoz metabolizması hasarı**

Bazı çalışmalarda iskelet kaslarındaki glikojen konsantrasyonunda eksantrik egzersizler sonucu bir azalmanın gerçekleştiği ortaya konulmuştur. O'Reilly ve ark. (1987), yapmış oldukları bir çalışmada eksantrik bisiklet çalışması sonrası biyopsi örneklerini incelemiş ve ilk sonuçlara göre %61 oranında bir glikojen konsantrasyonu kaybının gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır. Bu kayıp 10 gün sonra %44 seviyelerine gerilemiştir. Eksantrik egzersiz sonrası glikojen kullanıma seviyesinde anlamlı bir düşüş görüldüğü ve insülin seviyesinde artış meydana geldiği gözlenmiştir (Kirwan ve ark., 1992). Bu bilgiler ışığında glikoz transfer sisteminde fonksiyon kaybı meydana geldiğini söylemek mümkündür.

#### **Sinir-kas sistemi bozuklukları**

Kas hasarı yaratan bir egzersiz sonucunda meydana gelen kas gücü kaybı hasarın en iyi göstergelerden biri olarak kabul edilir. Kas gücü kaybı hem sinir iletiminde hem de kasların kasılma fonksiyonundaki bozukluklardan meydana gelebilir. Motor nöron ateşleme sisteminin tam olarak çalışmaması ve motor birimlerin uyarılma miktarındaki azalma güç kaybı meydana getirebilmektedir. Bulbulian ve Bowles (1992), yaptıkları çalışmada bayır aşağı koşuların motor nöron uyarılmasının azalttığını belirtirken Deschenes ve ark. (2000), sinir-kas sistemindeki verimliliğin (tork/elektromiyografi) 10 gün sonra bile azaldığını belirtmiştir.

#### **Şişme**

Kas hasarı sonucu kaslarda bir şişmenin meydana geldiği farklı çalışmalarla ortaya konmuştur. Kaslardaki ödemi antropometrik (çevre ölçümü), ultrasonografi, MRI ile görmek mümkündür. Maggie ve ark. (1992), yaptıkları bir araştırmada biceps kasına eksantrik bir çalışma sonrası 3. günde kasın çevre ölçüsünde anlamlı bir farklılık oluştuğunu görmüşlerdir. Değişim 4. günde zirve noktaya ulaşmış ve 10 gün sonunda normal seviyeye dönmüştür. Genellikle sıvı birikmesi kas içerisinde ve deri altında meydana gelmektedir. Yapılan bir başka araştırmada biceps egzersizi sonrası ultrason

yöntemi ile koldaki şişlik takip edilmiştir. Egzersizden 30 dk. sonra kolun orta noktasındaki biriken sıvının %80'i kaslarda iken gün geçtikçe kaslardaki sıvı kaslardan deri altına doğru geçiş yapmıştır (Tiidus, 2008).

### **Gecikmiş Kas Ağrısı (GKA)**

Kas ağrısı egzersizden hemen sonra ortaya çıkan ödem ve hidrojen iyonları gibi bazı maddelerin artışı ile birlikte birkaç saat sürebilir ve akut ağrı olarak değerlendirilir. Zorlu bir egzersiz sonrasında kaslarda birkaç gün devam eden gerginlik, şişme ve kas ağrısı oluşmaktadır. Kaslardaki ağrı egzersiz sonrasında ilk 24 saat içerisinde artar, 24-72 saat içerisinde zirve noktaya ulaşır ve 5 ila 7 gün içerisinde azalır ve ortadan kaybolur. Maraton gibi uzun ve yorucu egzersizlerden sonra ağrı düzeyi bazen gün geçtikçe artar (Highton ve ark., 2009).

### **2.2.6. Kas Hasarı Onarım Süreci**

İnflamasyon hücreleri olan nötrofiller kas hasarından 2 saat sonra kas içerisine, 1 gün sonra zirve noktaya ve 7 gün sonra kontrol seviyelerine ulaşır. Diğer bir inflamasyon hücresi olan makrofaj (macrophages), nötrofil hücrelerden sonra hasarlı kasa giriş yapar ve daha uzun süre kalır. Makrofaj genellikle 4-5 gün sonunda zirve noktaya ulaşır. Hasara uğramış kas içerisinde nötröfil artışı ile birlikte reaktif oksijen türleri salınımı artar. ROS (Reactive Oxygen Species) artışı kas fibrillerinin hasara uğramamış bölümlerinin de hasara uğramasını sağlar. Bu hasara ikincil hasar denir. Makrofaj hücreler, kas hasarının orta safhasında ve nötrofil hücrelerin azalmaya başlamasıyla hasarlı fibriller üzerinde birikmeye başlarlar. Makrofaj hücreler kas hasarının giderilmesine yarayan sitokin (cytokines) salgırlar (Tiidus, 2008).

### **Miyojenik (Myogenic) uydu hücreleri**

Miyojenik uydu hücreleri kas fibrilleri plazma zarı dışında yer alırlar. İleri düzey kas hasarını takiben kaslar hipertrofi ile adaptasyon sağlarlar. Miyonükleer (myonuclear) domain teorisine göre miyojenik uydu hücrelerinin varlığı kasların adaptasyonlarını direkt olarak etkiler. Bu teoriye göre kas fibrillerinde bulunan nuclei RNA ve protein üretimini artırarak, kas hücresi zarının volümünü artırır ve hipertrofiye neden olur. Kas hücresindeki nükleli yapısal olarak büyür. Kas hasarı sonrasındaki toparlanma sürecinde miyojenik uydu hücreleri yeni kas fibrili oluşmasına neden olur. Kas hasarı sonucu oluşan inflamasyon azalmaya başladığında miyojenik uydu hücreleri

aktivasyonu başlar. Farelerin soleus kası üzerinde yapılan araştırmada 5 gün sonra inflamasyonun azaldığı miyojenik hücrelerin aktif olduğu ve yeni miyofibrillerin olduğu grlmştir. 10 gün sonra yeni miyofibriller merkezdeki nkleileri ile birlikte açıkça görülmektedir. Toparlanma süreci 14 gün sonra, miyofibrillerdeki büyüme 21 gün sonra tamamlanmıştır (Tiidus, 2008).

### **2.2.7. Kas Hasarı Sonrası Egzersize Uyum**

Egzersizin faydaları ve egzersize bağlı olarak oluşan kas hasarından sonra etkin yenilenme süreci göz önünde bulundurulduğunda, egzersize uyum sağlaması bakımından kas hasarının kaçınılmaz olduğu söylenebilir. Bu nedenle, egzersize bağlı kas hasarı adapte eden mikro-travma olarak tanımlanabilir (Smith ve Miles, 2000).

Düzenli yapılan antrenmanlarla, egzersizin neden olduğu kas hasarı ile oluşan gecikmiş kas ağrısı veya hassasiyeti ile eklem hareket açıklığı ve kuvvet kaybı gibi bulguların azaldığı bilinmektedir. Yüksek şiddetteki yüklemelerin uygun aralıklarla tekrarlanması, devam eden süre içerisinde daha az hasar oluşturduğu bilinmektedir (Evans ve ark., 1986; Ball ve Herrington, 1998; Proske ve Morgan 2001; Nosaka ve ark., 2003; LaStayo ve ark., 2003; McHugh, 2003). Antrenman biliminin temelinde olan bu bilgi değerlendirildiğinde, uygun aralıklarla yapılan yüklemelerin mekanik, nöral ve hüresel olarak tartışılan üç ayrı uyum mekanizmasını harekete geçirdiği belirtilmektedir (Stupka ve ark., 2001; McHugh, 2003; Laffaye ve ark., 2005).

### **Nöral Uyum**

Literatür de düzenli egzersiz yapmanın bir sonucu olarak oluşan nöral adaptasyonun motor ünite sayısını arttırdığıyla ilgili birçok çalışma mevcuttur. Bu uyumun bir sonucu olarakda fibril başına düşen yükün azaldığı belirtilmektedir. Nöral uyumun başka bir bölümü ise, kas aktivitesi esnasında uyarılan sinir liflerinin yavaş kasılan kas liflerini eř zamanlı kontraksiyonlarını gerçekleştirecek şekilde etkinlik kazanmasıdır (Friden ve ark., 1983; Warren ve ark., 2000; McHugh, 2003). Yapılan antrenmanla oluşan nöral uyumun santral sinir sistemi yerine periferik sinir sisteminde oluşan değişikliklerin daha belirgin bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (McHugh, 2003).

## **Mekanik Uyum**

Kasdaki iskelet yapıyı oluşturan proteinlerin tekrarlı egzersizler esnasında ortaya çıkan stres durumuna uyum göstermesiyle meydana gelen farklılıklardan biri de, yüksek hızlardaki egzentrik kontraksiyonlara hasarlanma olmadan dayanıklılık gösterebilmesidir (Luhtanen ve Komi, 1980; Pousson ve ark., 1990; Chelly ve Denis, 2001; Lindstedt ve ark., 2002; Laffaye ve ark., 2005; Brughelli ve Cronin, 2008). İskelet kasındaki kuvveti artırmak için yapılan eksantrik antrenmanlar, kasın kuvvet ve kitlesinde hiçbir değişiklik oluşmadan, kasdaki elastik kuvvet ile ilgili bölümlerin gelişmesiyle belirlenmiş bölümün kasılma hızını etkileyebileceği gösterilmiştir (Pousson ve ark., 1990; Proske ve Morgan, 2001; Lindstedt ve ark., 2002; Nosaka ve ark., 2003).

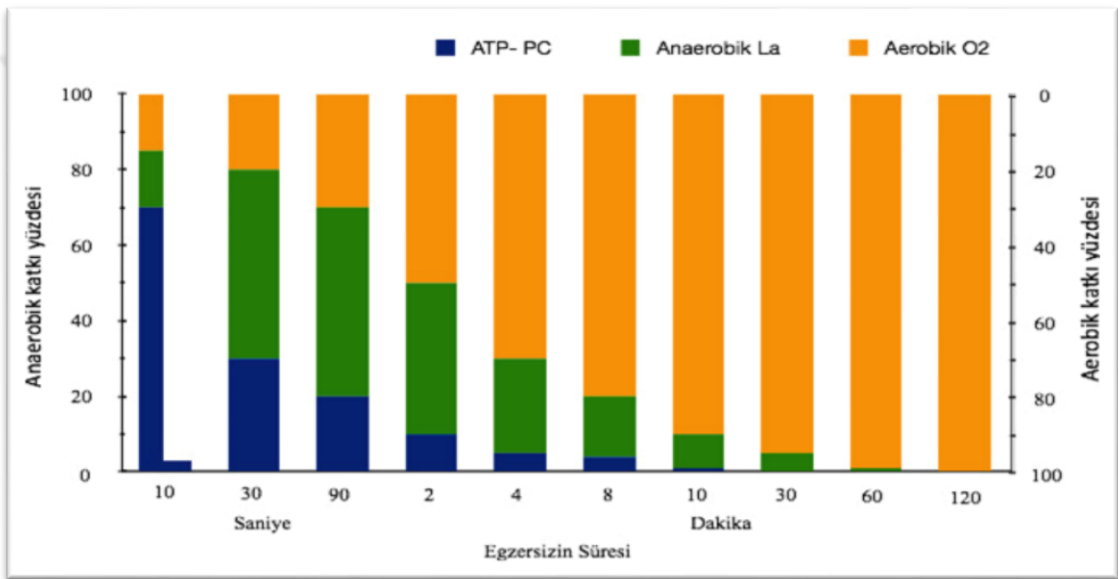
Miyofibril hasarına sebep olan egzentrik kontraksiyonların, öncelikli bir şekilde desmin proteini etkilediği belirtilmektedir. Kesinlikle bu tür egzersizlerin ardından oluşan kas hasarının 3-7 gün içinde desmin proteininde artışa sebep olduğu belirtilmiştir (McHugh, 2003).

Kasdaki elastik özelliklerden sorumlu olduğu düşünülen proteinler (titin ve desmin) ayrıca kasın güç üretme kapasitesine katkı sağladığı ve kas kontraksiyonunda da dinamik rol oynadığı belirtilmektedir (Pousson ve ark., 1990; Reich ve ark., 2000; Chelly ve Denis, 2001; Tskhovrebova ve Trinick, 2002; Lindstedt ve ark., 2002; McHugh, 2003; Peters ve ark., 2003). Antrenmanlar elastik protein içeriği artırılan kas gruplarında daha fazla elastik enerjinin depolanmasına sebep olur. Bu mekanik uyum sürecinde dış yük daha fazla soğrularak yarananma durumunda iskelet kaslarının daha dayanıklı olmalarını sağlar (Pousson ve ark., 1990; Lindstedt ve ark., 2002; McHugh, 2003).

## **Hücresel Uyum**

Yenilenme sürecinde hasarlı olan dokunun ortamdaki uzaklaştırılması büyük öneme sahiptir. Hasarlı olan dokunun makrofajlar aracılığıyla ortamdaki uzaklaştırılması ile başlayan yenilenme süreci, devamında büyüme faktörlerinin ortamdaki adaptasyonlarının artması ve uydu hücrelerinin aktivasyonu ile devam eder (Astrand ve ark., 2003; Peters ve ark., 2003; Wozniak ve Kong, 2005). Embriyonal esnasında etkin hale gelmeyen ve yetişkin hayatta miyofibrillerin bazal lamina ve sarkolemma arasında yerleşen sessiz uydu hücreler, normal şartlarda aktif değildir. Miyojenik

potansiyelde olan uydu hücreler, postnatal yaşam içerisinde kas gelişiminde gereken sessiz hücre havuzunu meydana getirir. Kas büyümesinde etkili olan bazı sitokin ve hormonlar, bu hücre havuzunu uyarıp yeni kas yapısının sentezlenmesinde yenilenme sürecini başlatır. Bu doğrultuda uydu hücreler işlevlerini sadece hasarlı dokunun tamir mekanizmasıyla sınırlamadığı aynı zamanda kasda bulunan miyofibril sayısını artırarak kas hipertrofisi oluşumuna katkı sağladığı da söylenebilir. Ayrıca kas dokusundaki gelişim, sadece kasın yapısını meydana getiren kontraktil proteinlerle de sınırlı değildir. Kas liflerinin etrafını saran ekstraselüler matriks ve bazal membranında bu süreçten etkilendiği belirtilmiştir (Peters ve ark., 2003; Wozniak ve Kong, 2005).



Şekil 4. Enerji sistemleri ve süresi (sporbilimci.com)

## 2.4. Anaerobik Sistem

Anaerobik, vücutta (örneğin kas hücrelerinde) meydana gelen bir dizi kimyasal tepkime esnasında O<sub>2</sub> (oksijen)'nin kullanılmamasını ifade eder. Bu nedenle anaerobik metabolizma, ATP'nin anaerobik yolla yenilenmesinde enerjice zengin fosfat (ATP-CP) parçalanması oksijen ve laktik asidin katkısı olmadan oluşmaktadır (Muratlı ve ark., 2005). Proteinler ve yağlar hariç sadece karbonhidratların oksijen kullanılmadan kısmen parçalanması ile yorgunluk verici bir yan ürüne (laktik aside) dönüşümünü kapsar. Bu metabolizmada aerobik metabolizmaya kıyasla çok daha az miktarda enerji üretimi ortaya çıkar. Anaerobik metabolizmada oksijen kullanılmadan (oksijensiz) enerji üretimi vardır. ATP sentezini sağlayan kimyasal reaksiyonlar, ATP-CP veya fosfojen

sistemi, laktik asit veya anaerobik glikoliz sistemi ve oksijen sistemi olarak 3 kısımda incelenir (Özgür, 2009).

ATP-CP (fosfojen sistemi) ve laktik asit (anaerobik glikoliz) sistemi anaerobik enerji sistemlerdir. Oksijen sistemi ise adından da anlaşılacağı gibi, aerobik enerji sistemidir (Özgür, 2009).

#### **2.4.1. ATP-CP Sistemi (Anaerobik Alaktik)**

ATP-CP sistemi 2-10 saniye süren yoğun zaman aktiviteleri için büyük enerji kaynağıdır. Bu tip bir aktivite sadece ağırlık çalışanlar, atletizmde atıcı ve atlamacı alanları için değil, voleybol, basketbol, hokey, futbol ve rugby gibi birçok takım sporları parçası olarak da önemlidir (Birch ve ark., 2005). Vücutta herhangi bir zamandaki toplam ATP miktarı 85 gram kadardır ve az bir miktarda depolanabilir. Yoğun fiziksel etkinliklerde enerji tüketimi oldukça hızlı olur ve bu miktardaki ATP sadece birkaç dakikalık maksimum yüklenme için yeterli enerji üretebilir (Muratlı ve ark., 2005).

#### **2.4.2. Laktik Asit Sistemi (Anaerobik Laktik)**

Karbonhidratlar insan metabolizmasında glikoz olarak bilinen basit şekere dönüşür. Glikoz ya hemen kullanılır ya da sonradan kullanılmak üzere karaciğerde ve kaslarda glikojen olarak depo edilir. Glikoz, glikoz veya glikoje'in parçalanması olayıdır. Anaerobik glikoliz ise glikozun oksijensiz ortamda hücre içerisinde parçalanması ile enerji oluşmasıdır (Şimşek, 2012).

Yaklaşık 40 saniye kadar olan etkinlikler çok katıdır (200m ve 400m ) sprint koşusu, 500m hız pateni ve bazı jimnastik dalları). Enerji ilk başta ATP-CP sisteminden ve daha sonra 8-30 saniye laktik asit sisteminden karşılanır. Laktik asit sistemi, kas hücreleri ve karaciğerde depo edilen glikojeni parçalara ayırarak ADP+P'den ATP oluşturmak için enerjii serbest bırakır. Glikojen parçalara ayrılırken O<sub>2</sub>'nin olmamasından dolayı, yan ürün olarak adlandırılan laktik asit oluşur (Bompa, 2011). Bilindiği gibi laktik asit kanda ve kaslarda yüksek bir yoğunluğa ulaştığı zaman yorgunluğa neden olmaktadır. Yüksek yoğunluklu bir etkinlik çok uzun bir süre devam ederse kasta fazla miktarda laktik asit toplanır ve yorgunluğa sebep olur. Bu da fiziksel etkinliğin bitirilmesine yol açar (Bompa, 2011).



### 2.4.3. Anaerobik Güç ve Kapasite

Kas kasılması gerçekleşirken gerekli olan enerji kaynağı ATP'dir. Başka bir deyişle; kas kasılmasında kullanılan enerji kaynağı besinlerden elde edilen karbonhidrat, yağ ve proteinlerin oksidatif yıkımından elde edilen ATP'dir (Aktümsek, 2010).

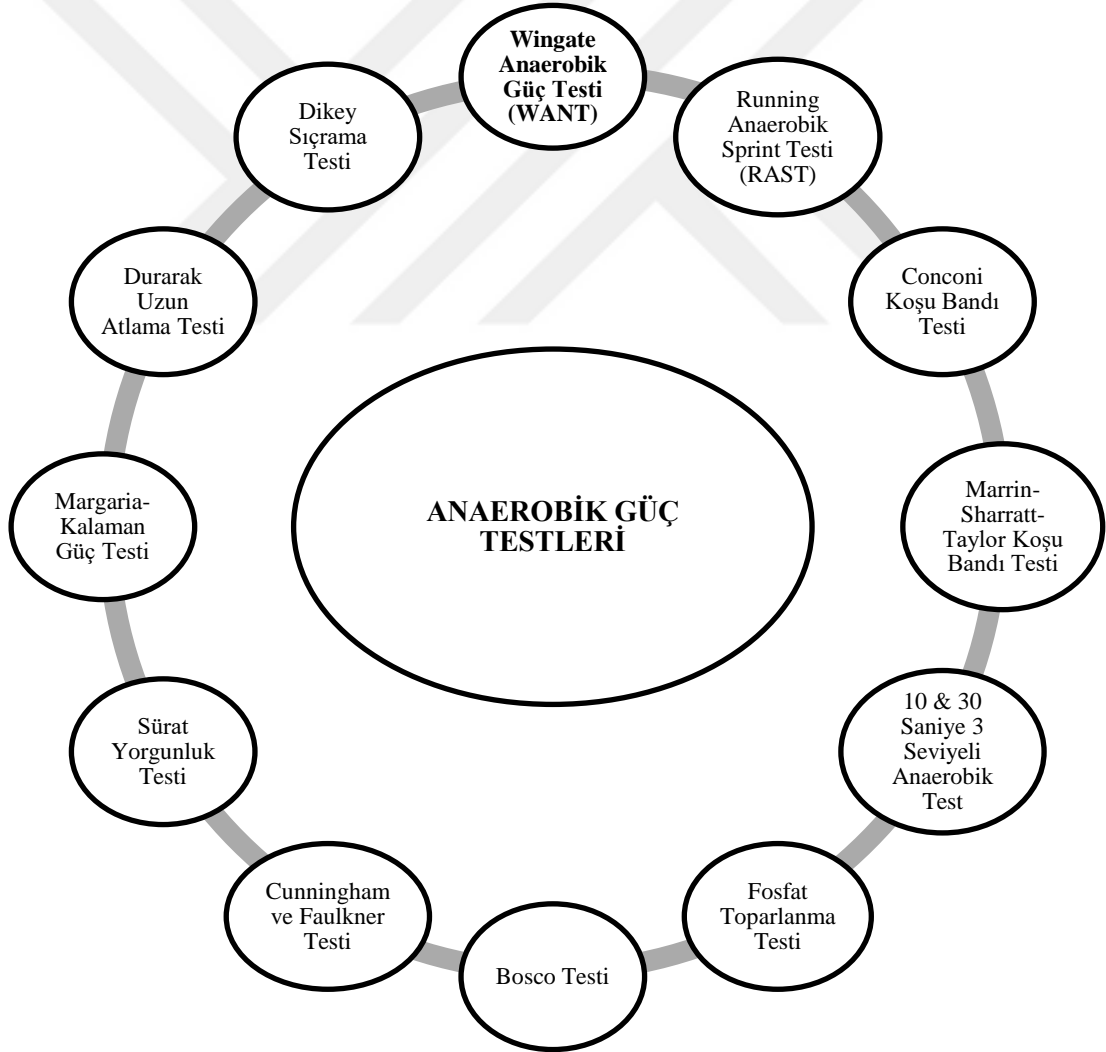
Anaerobik kapasite; bir fiziksel aktivite için anaerobik yoldan elde edilmesi mümkün olan toplam enerji miktarı olarak tanımlanır. Yani bir işi gerçekleştirebilmek için var olan toplam anaerobik enerji miktarıdır (Arabacı, 2002; Adamczyk, 2011).

Anaerobik güç; anaerobik sistemlerin maksimal enerji üretebilme kabiliyeti diğer bir deyişle bir fiziksel aktivite sırasında ATP'nin yenilenme hızı olarak tanımlanır. Yani maksimal bir egzersiz sırasında birim zamanda oluşturulabilen maksimal enerji miktarıdır (Şenel, 1995; Ergen, 2011).

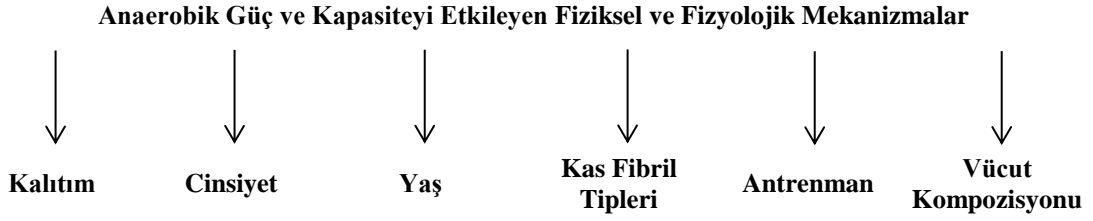
Anaerobik güç, yüksek şiddet de ve kısa süreli yapılan kas aktivitelerinde kişinin fosfojen sistemini kullanabilme yeteneği olarak tanımlanır. Anaerobik kapasite ise fosfojen ve anaerobik glikoz sisteminin birleşiminden oluşan toplam enerji miktarı olarak tanımlanır. Ayrıca anaerobik güç; enerjinin oksijensiz olarak oluşturulduğu süreçlerde icra edilen eforlar; gülle atma, cirit atma, yüksek atlama, disk atma, sürat koşuları, futbol, basketbol, yüzme, voleybol, tenis v.b. için geçerli gücü ifade eder. Anaerobik performans patlayıcı kuvvet gerektiren veya kısa sürede tamamlanan spor branşlarında büyük öneme sahiptir. Anaerobik performanstaki bu artış, ATP-PC depolarında ve laktik asit sisteminin verimli olmasından dolayı meydana gelen bir artıştır. Bu sebeple sportif performansda sporcunun enerji kaynaklarını kullanabilmesi önemli bir unsurdur. Anaerobik güç her türden sportif aktivite için önemlidir ve anaerobik gücün önemi daha baskın bir şekilde kullanıldığı belirli spor branşlarında daha da artmaktadır. Basketbol, futbol, hentbol, amerikan futbolu, buz hokeyi gibi takım oyunlarında ani atak veya baskılı savunma anlarında, orta mesafe koşularının bitişe yakın ataklarında, kısa mesafe koşularında (100m, 200m), kısa mesafe yüzme branşlarında (50m, 100m), atma ve atlama sporlarında, güreş, tenis, kayak (alp), jimnastik gibi birçok spor dalında yüksek şiddetde ve ani güç oluşumuna ihtiyaç duyulur ve bu ihtiyaç da anaerobik enerji sistemi ile sağlanır (Özkan ve ark., 2010).

#### 2.4.4. Anaerobik Güç ve Kapasitenin Testleri

Anaerobik performans atlama, sprint, gülle, cirit atma veya maraton gibi uzun mesafe yarışlarının son dönemlerinde, yani patlayıcı güç gerektiren sporlarda kullanılmaktadır. Anaerobik güç ve anaerobik kapasite testleri egzersiz fiziyojisi laboratuvarlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu testler, yüksek şiddetde birkaç saniye veya birkaç dakika içerisinde yapılan egzersizleri kapsar. Anaerobik performans ölçümü yapılan testler genel olarak çok kısa ve kısa anaerobik testler olmak üzere iki şekilde ele alınmaktadır. Çok kısa süreli testler alaktik anaerobik sistem ile ilgili bilgi verir, kısa süreli testler de laktasit anaerobik sistem ile ilgili bilgi verir. Anaerobik güç ve kapasite ölçümü için birçok laboratuvar ve saha testleri bulunmaktadır (Özkan ve ark., 2010).



Şekil 5. Anaerobik güç testleri



Şekil 6. Anaerobik güç ve kapasiteyi etkileyen mekanizmalar (Özkan ve ark., 2010)

## 2.5. Laktat Metabolizması

Laktat: Glikolitik aktivitenin göstergesi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca kısa zamanda kan laktat konsantrasyonunu artırmalı ve sürekli yüklemeli egzersizlerde egzersiz yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır (Beneke, 2003).

Dinlenme sırasında kaslar kana yavaş bir şekilde laktat salarlar. Egzersiz sırasında, özellikle de kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersizde laktat temizlenmesi yavaşken kaslar hızla laktat üretir. Bu durum artmış intramüsküler laktat konsantrasyonunun artmasına ve kaslardan kana laktat salınımına yol açar. Egzersiz sonrası toparlanma sırasında ve hatta devam eden uzamış egzersiz sırasında dinlenme halinde olan veya hafif - orta egzersiz yapmakta olan kaslar tarafından kandan net laktat alımı olur. Hafif-orta yoğunluklu uzamış egzersiz sırasında, egzersizin başlangıcında net laktat çıkışını gösteren kaslar egzersizin uzamasıyla net laktat alımını gösterebilir (Brooks, 2000; Gladden, 2000).

Fazla birikimi yorgunluğa neden olan faktörlerden biri olmakla birlikte yüksek seviyelerde bulunduğu glikolitik enzimlerin aktivitesini inhibe ederek kas glikoliz hızını ve yağ asidi oksidasyonunu da engelleyebilir (Shephard, 1984). Bu nedenle egzersizin ardından kandan laktatın uzaklaştırılmasının daha sonraki performans için; özellikle de sonraki egzersizlerin yüksek yoğunluklu ve tekrarlı olduğu durumlarda önemlidir. Kas Laktat'ı iki mekanizma sonucu yükselir:

1- Glikoliz o kadar hızlı artar ki mitokondri pruvatıcytasol 'deki artışı engelleyebilecek hızda kullanamaz. Bu sonuçla kütle aktivasyonu tarafından laktat artar.

2- Mitokondri membran geçişi kısıtlaması sonucunda hücre redoks safhasında değişimler olur. Böylece pruvat laktata çevrilir ve glikoliz hızlanır, reaksiyonlar için mitokondri yakıtı olarak daha fazla içerik sağlanır (Wasserman ve ark., 1986).

### **2.5.1. Laktat ve Egzersiz**

Şiddeti kademeli olarak artan bir egzersiz esnasında ilk olarak aerobik enerji sistemi daha fazla kullanılır ancak oksijenin yetersiz kullanıldığı ve/veya kısa zamanda daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulduğu anlarda anaerobik enerji kullanma oranı giderek artar. Egzersiz esnasındaki bu artışla birlikte kan laktatı da artar (Loat ve Rhodes, 1993; Yıldız ve ark., 1998).

Hafif egzersizler esnasında, çoğu günlük aktiviteler kan laktat konsantrasyonu dinlenik durumunu korur ya da çok az yükselir. Laktik asit oluşumu egzersizin süresine ve şiddetine bağlı olarak değişiklik gösterir (Lamtd ve Williams, 1994).

Orta şiddetli egzersizlerde aerobik enerji ihtiyacını tam anlamınca karşılayıncaya kadar anaerobik süreçler devreye girer. Egzersiz şiddeti artarsa kan laktatı artmaya devam eder, egzersizin şiddeti aynı devam ettirildiğinde kan laktatının dinlenik duruma dönüşü gözlenir ve egzersiz uzun süre devam ettirilir (Astrand ve Rodahl, 1986).

Yoğun egzersizlerle beraber (maksimal veya submaksimal) aerobik metabolizmanın sınırlarının aşılmasıyla glikoliz hızı artar bunun sonucunda laktat oluşur. Laktatın oluşumuyla beraber pH düşer, pH'nın düşmesi fosfofruktokinaz enziminin kısıtlanmasına sebep olarak glikoliz'i yavaşlatır, enerji verici maddelerin azalmasıyla kas kasılması sınırlanır (Sahlin, 1992).

### **2.6. Kalp Atım Sayısı ve Fiziksel Egzersiz**

Nabız, antrenman yoğunluğunun bir göstergesidir. Antrenman yoğunluğu ile nabız arasında lineer bir korelasyon vardır. Kalp atım sayısı özellikle düşük maliyeti ve non-invazif bir yaklaşım olduğundan dolayı antrenman programlarında etkili bir yaklaşım olabilir.

Kalp atım sayısının kontrol edilmesindeki temel amaç; çalışmanın sporcu üzerinde oluşturduğu yorgunluğu kontrol edip, aşırı yorgunluğun önüne geçilmesi, istenilen enerji sisteminin antrene edilmesi, gereksiz yere sporcuyu aşırı zorlayıp uzun süreli yorgunluğun ortaya çıkmasını engellemektir (Açıkada ve Ergen, 1990). Kalp atım sayısını, cinsiyet, yaş, genetik yapı, fiziksel uygunluk, vücut ısısı, yapılan egzersizin süresi, vücut büyüklüğü, beslenme, sigara, his, heyecan, çevresel faktörler ve psikolojik faktörler gibi çeşitli faktörler etkilemektedir (Tamer, 2000).

Egzersiz esnasında kalp atım sayısı, dokuda artan oksijen ve diğer metabolik ihtiyaçları karşılamak amacıyla egzersizin şiddeti ile birlikte artar. Bu bağlamda, kalp atım sayısı ile maksimal oksijen tüketimi (VO<sub>2</sub>max) arasında yüksek bir ilişkinin varlığından söz edilebilir ve egzersizin şiddeti kalp atım sayısına bakılarak tahmin edilebilir (Sönmez, 2002; Günay ve ark., 2006).

Yapı olarak aerobik olan sürekli koşu sırasında, kalp atım sayısı genel olarak 120-170 atım/dak arasındadır. İnterval ve benzeri daha fazla anaerobik çalışmalar sırasında, kalp atım sayısı 180-240 atım/dak gibi en yüksek değerlere yaklaşır (Açıkada ve Ergen, 1990). Çalışmadan sonra kalp atım sayısı düşer. Kalp atım sayısının düşmesinin nedeni, çalışmanın neden olduğu oksijen borçlanması miktarı, sporcunun kondisyonu ve kan ve kastaki laktat birikimi olarak açıklanmaktadır (Açıkada ve Ergen, 1990).

## **2.7. Yorgunluk**

Yorgunluk kasılma kuvvetinin veya gücünün azalmasıdır (Olaru ve Öztürk, 1994; Billat, 2001; Sharon ve Denise, 2003). Spor disiplinleri tarafından bazı durumlarda yorgunluk farklı ifade edilebilmektedir. Mesela biyomekanikçiler kuvvet çıktısının azalması olarak tanımlarken, psikologlar tükenmişlik hissi olarak ve fizyologlar da fizyolojik sistemdeki baskılanma olarak ifade edebilmektedir (Sharon ve Denise, 2003). Günlük hayatta yorgunluk terimi fiziksel veya mental performansda azalma olarak tanımlanmaktadır. Pek çok sporcu yorgunluğu kaslarının zayıf kalması, yavaşlaması veya bazen de ağrılı hissetmesi olarak tanımlamaktadır (Billat, 2001). Kas yorgunluğu literatürde genel olarak “kasta maksimal kuvvet veya güç üretme kapasitesindeki “azalma” olarak tanımlanmaktadır (Bigland ve ark., 1983; Bigland ve ark., 1986; Gandevia, 2001; Maughan ve Gleesen, 2004; Ament ve Gijbertus, 2009). Yorgunluk durumu tamamen tükenme durumu ile her zaman aynı değildir. Egzersiz her yorgunluk durumunda değil, tükenme durumunda sonlandırılır (McComas, 1996), yani yorgunluk bir güven aralığıdır (Sharon ve Denise, 2003).

Kas yorgunluğu ile kas hasarı birbirine karıştırılmamalıdır. Kas yorgunluğu aktivite sırasındaki geri dönüşümlü azalmalardır ve toparlanma ilk birkaç saatte gerçekleşir. Kas hasarı geri dönüşümü uzun süren baskılanmalara neden olur. Kas hasarı sarkomerik hasarları, membran hasarlarını ve sitokin salınımını içeren inflamasyon süreçlerini içerir ve toparlanması günler sürer (Allen ve ark., 2008).

### **2.7.1. Anaerobik Yüklemler ve Yorgunluk İlişkisi**

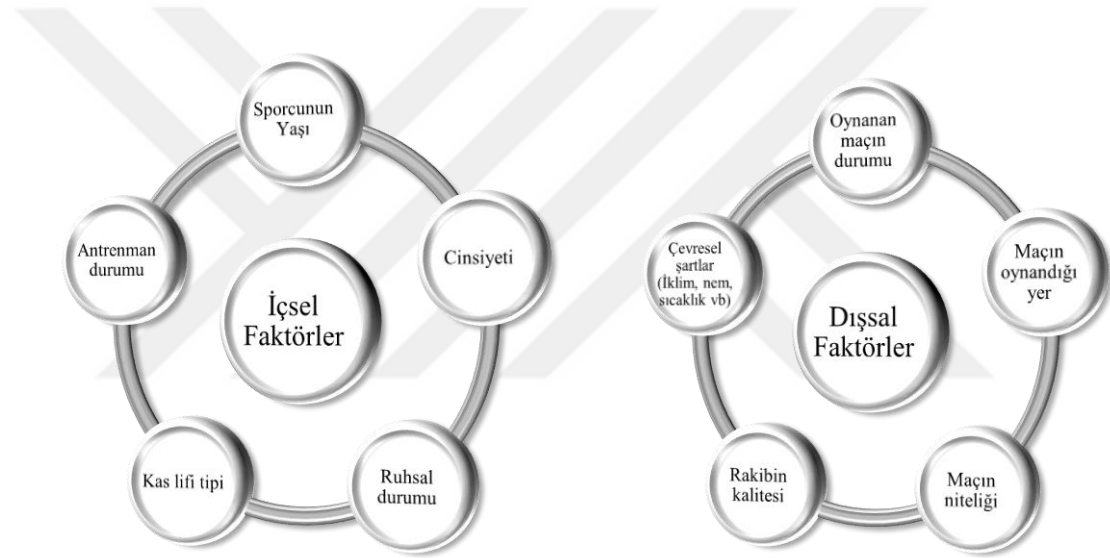
Anaerobik yolun etkin olduğu aktiviteler kısa süreli maksimal yüklemelerin yanısıra daha uzun süreli anaerobik glikolizin kullanıldığı yüklemelerden oluşur. Her iki durumda da yorgunluğun tanımından da anlaşıldığı üzere maksimal kuvvet veya güç çıktısı sürdürülemeyip zaman içinde azalma gösterir. Elit bisiklet sprinterlerinde bisiklette yapılan çalışmalarda sporcuların maksimum güce 3-4 sn içinde ulaşabildikleri ve daha sonra gücün azaldığı görülmüştür. Sprint koşucularında ise yaklaşık 4-5 sn sonra sprint hızının azalmaya başladığı görülmüştür (Maughan ve Gleesen, 2004).

Bazı spor dallarında yüksek yoğunluklu aktiviteler birkaç dakikadan uzun sürebilmektedir (Maughan ve Gleesen, 2004). Bu türdeki yüklemelerde anaerobik metabolizmanın son ürünü olan LA konsantrasyonu da artmaktadır. Dolayısı ile orta mesafe koşuları gibi anaerobik yolağın etkin olduğu yüklemelerde, yorgunluğu glikolizin son ürünü olan laktik asit birikiminin artması ile tartışmak mümkündür. Pek çok egzersiz koşulunda Polimeraz zincir reaksiyonu (PCr) deposunun tamamen boşalmadığı, örneğin 6 sn süren bir sprint sırasında kas PCr konsantrasyonunun başlangıca oranla yaklaşık olarak %57 kadar, ATP miktarının ise %13 kadar azaldığı bulunmuştur (Gaitanos, 1993; Maughan ve Gleesen, 2004). Hipotetik olarak aynı şiddetteki egzersizin devamı durumunda PCr depolarının 10 saniyede, ATP depolarının ise 46 saniyede tamamen tükenmesi gerekir. Ancak 30 saniyelik maksimal bir sprintte ATP konsantrasyonun %40, PCr konsantrasyonun ise % 70 oranında azaldığı kaydedilmiştir (Olaru ve Öztürk, 1994). Bu durumda daha sonraki aşamalarda devreye giren anaerobik glikolizin ATP desteğini sağlayıcı etkisi ön plana çıkmaktadır. Anaerobik metabolizmanın etkin olduğu maksimal şiddetli kısa veya daha uzun süreli yüklemelerde lif tipleri de önem taşımaktadır. Anaerobik lifler olarak bilinen tip II liflerde fosfojen azalmasının daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Maughan ve Gleesen, 2004). Toparlanma sırasında da kas liflerinin PCr yeniden sentezi bu liflerde daha fazla olmaktadır.

### **2.7.2. Aerobik Yüklemler ve Yorgunluk İlişkisi**

Yüksek egzersiz şiddetinde yağlar değil karbonhidratlar etkin metabolizma kaynağı olduğundan uzun süreli ve yüksek şiddetli yüklenmelerde depo glikojen azalması yorgunlukta önemli rol oynar. Ayrıca maraton gibi uzun süreli yüklenmelerden sonra oluşan yorgunlukta iskelet kas bütünlüğünün bozulmasını içeren kas hasarının

oluştugu ve bazı inflamasyon bulgularının arttiğı ifade edilmektedir. Reaktif oksijen türleri de aerobik yüklenmelerle görülen yorgunlukla ilişkilendirilmektedir. Maraton koşucularının önemli bir özelliği sprint koşucularına oranla daha düşük izometrik kuvvete sahip olmalarıdır. Bunun olası nedeni kas kitlesi ve lif tipleri arasındaki farklılıklardır. Fiziksel aktivite örüntüsünün yüksek ve düşük şiddetteki yüklenmeleri içerdiği sportif branşlarında hem aerobik ve hem de anaerobik metabolizmanın üst düzeyde olması beklenir. Dolayısıyla bu tür aktivitelere katılan sporcuların yorgunluğu söz konusu metabolik süreçleri bir arada değerlendirilerek yorumlanmalıdır (Aslankeser, 2010). Yorgunluk sonrası toparlanma sürelerini etkileyen faktörler; (Magal, 2010; Akt. Diker, 2018).



Şekil 7. Yorgunluk sonrası toparlanma süresini etkileyen faktörler

## 2.8. Toparlanma

Toparlanma, sporcuların antrenman veya maç sırasında yoğun yüklenmelerin ardından oluşan yorgunluğu en iyi şekilde giderilmesi ve sporcuda antrenman ya da müsabaka öncesinde psikolojik ve fiziksel durumuna geri dönüş yapabilmesi olarak açıklanmaktadır.

Kellmann (2002), toparlanmayı kişinin fizyolojik ve psikolojik kaynakları yeniden düzenlenmesini sağladığı aktif süreç olarak tarif etmiştir. Total toparlanmanın sağlanması daha önce yapılmış aktivitenin süresi ve şiddetine göre değişiklik göstermektedir. Zorlu ve uzun aktiviteler sonrası daha uzun toparlanma süresine ihtiyaç

duyabilir. Toparlanma süreci psikolojik verimlilik ve homeostatik dengenin tekrar kazanılması ile sona erer (Kellmann, 2002).

Toparlanma yorgunluktan sonraki süreci kapsar ve kas hasarının onarılması, glikojen ve fosfojen depolarının yenilenmesi, kastan ve kandan laktik asit gibi metabolitlerin uzaklaştırılması, hemostatik dengenin kurulması, mental yorgunluğun giderilmesi gibi fizyolojik ve psikolojik süreçleri içermektedir (Nedelec, 2013).

Toparlanma yoğun yüklenmelerden sonra meydana gelen yorgunluğun azaltılması ve sporcunun antrenman veya müsabaka öncesindeki haline dönebilmesi için sporcunun ruhsal ve bedensel olarak yenilenmesidir (Köseoğlu ve Kin, 2008).

### **2.8.1. Toparlanma stratejileri**

Toparlanma stratejileri, tam bir toparlanma sağlamak ve potansiyel sakatlık risklerini minimize indirmek için farklı tekniklerin veya kombinasyonlarının uygulamasını içerir (Dupont ve ark., 2010). Uygun bir toparlanma; yorgunluğu azaltabilir, fizyolojik yenilemeyi hızlandırabilir ve sakatlanma riskini azaltabilir (Coffey, 2004).

Şiddetli bir egzersizden sonra, aktif toparlanmanın metabolik üretimi hızlandığı, kan akışını artırdığı ve ortamda biriken atık maddeleri uzaklaştırmada etkili olduğu iddia edilmektedir (Bahrnett, 2006).

Esneklik çalışmaları, sauna, masaj, düşük yoğunluktaki aerobik egzersizler, yüzme, havuz yürüyüşleri, sıcak/soğuk su terapileri, baskı yapan kıyafetler egzersiz ve yarışma sonrası toparlanma için kullanılan metotlardır (Goodall ve Howatson, 2008).

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

**Yaş:** Yaşlı bireyler, gençlere oranla daha uzun toparlanma süresine ihtiyaç duyarlar.

**Deneyim:** Deneyimli sporcular, deneyimsiz sporculara göre daha kısa toparlanma sürecine ihtiyaç duyarlar.

**Kas Lifi Tipi:** Yavaş kas fibrilleri, hızlı kas fibrillerine göre daha geç yorulur.

**Kullanılan Enerji Sistemi:** Anaerobik enerji yolunu zorlayan antrenman bölümleri, aerobik enerji yolunu zorlayan bölümlerden daha kısa toparlanma zamanına ihtiyaç duyar.



**Psikolojik Etmenler:** Beynin gücünü kestirmek mümkün değildir. İş, finans, günlük yaşamdaki temel ve kişisel ilişkiler bunların tamamı strese neden olabilir.

**Çevresel Etmenler:** İklimsel farklılıklar, yükseklik toparlanma üzerine önemli etki sağlar.

**Besin Desteği:** Yapılan antrenman diyetlerinde kilit mikro ve makro besinler olması toparlanma için önemli fayda sağlar.

**Atıkların Kaldırılması:** Vücut, kendini antrenmanın üretmiş olduğu atıklardan ne kadar çabuk kurtarırsa o kadar hızlı toparlanır (Karatosun, 2010, Akgül, 2013).

### 2.8.3. Egzersiz Sonrası Fizyolojik Açıdan Yenilenme (Toparlanma)

Egzersizden sonra metabolik hızdaki artış bir süre devam eder ve bu esnada fosfojen ve karbonhidrat depoları yeniden dolar. Böylece miyogloblin oksijenasyonu sağlanır ve dokuda biriken laktik asit uzaklaştırılır. Bu sürece “toparlanma” denir. Egzersiz bitiminden sonra devam eden enerji tüketimi toparlanma süreci için gereklidir (Ergen, 1992; Özdemir, 2006).

Egzersize bağlı kas hasarından sonra yaygın bir şekilde uygulanan toparlanma aktif toparlanma olarak bilinen egzersizin kendisidir. Aktif toparlanma sporcular tarafından yaygın olarak kullanılan düşük yoğunluklu egzersiz şeklidir, antrenörler aktif dinlenmenin antrenman ve yarışma sonrası fiziksel toparlanmanın ayrılmaz bir bileşeni olduğunu düşünürler (Calder, 2000). Antrenman sonrası uygulanan aktif toparlanma pasif toparlanma yaklaşımlarından daha etkilidir (Monedero ve Donne, 2000).

Antrenman ve toparlanma ilişkisi iyi bir şekilde ayarlanmadığı zaman bir süre sonra sporcunun performansında azalma görülebilir, hatta sporcuda sürantrene durumu ortaya çıkıp, antrenman ve müsabakalardan bir süre uzak kalmasına sebep olabilir (Günay ve Cicioğlu, 2001). Dinlenme esnasında egzersiz sırasında biriken laktik asitin uzaklaştırılması, vücudun kendi kendini toparlayabilmesi ve harcanan enerjinin yenilenmesine bağlıdır. Her iki durumda da ATP enerjisine ihtiyaç vardır. Dinlenirken tüketilen O<sub>2</sub> bu sürede tüketilen ATP enerjisinin bir kısmını karşılar. Kasların fosfojen (ATP+PC) ihtiyacı birkaç dakika içerisinde karşılanır ancak kasların tam dinlenebilmesi ve karaciğerin glikoz dengesini kurması bir gün ya da daha uzun sürebilir. Dinlenme gerçekleştirilirken pasif dinlenme yerine hafif egzersizler yapmak kanda ve kaslarda bulunan laktik asitin atılmasını büyük ölçüde hızlandırır (Fox ve ark., 2011).

Toparlanma sürecini metabolik yönden açıklayabilmek için aşağıda belirtilen 4 ana konunun gözden geçirilmesinde fayda vardır (Wilmore ve Costil, 1999; Özdemir, 2006).

1. Dinlenme oksijeninin yenilenmesi
2. Enerji kaynaklarının yenilenmesi
3. Laktik asidin uzaklaştırılması
4. Oksijen Kaynaklarının Yenilenmesi

### **Dinlenme Oksijeninin Yenilenmesi**

Yüksek şiddetli bir egzersiz esnasında kas içi miyoglobine bağlı venöz kandaki oksijenin toplam miktarı 600 ml kadardır. Ölçülen ve oksijen borcu olarak ifade edilen değerler iyi antrenmanlı sporcularda 30 lt. civarında olabilmektedir. Bu ise egzersiz sonrası tüketim ile kıyaslandığında vücut içindeki oksijen miktarının borç oluşturamayacak kadar küçük olduğunu göstermektedir (Fox, 1999; Özdemir, 2006;).

Antrenmandan sonra dinlenik durumdayken egzersize devam edilmediği için enerji gereksinimi azalır. Fakat yapılmış bir egzersize bağlı oksijen tüketimi yoğun bir şekilde bir süre daha devam eder. Normal şartlarda dinlenik iken tüketilen oksijenden daha fazla tüketilen bu oksijene “dinlenme oksijeni“ denir. Dinlenme oksijeni enerji kaynaklarının yenilenmesi ile antrenman sırasında biriken laktik asidin uzaklaştırılmasını da içeren ve aslında dinlenme sırasında, vücudun egzersiz öncesi konumuna dönmesini sağlamak amacıyla normalden fazla tüketilen oksijendir (Muratlı ve ark., 2005; Özdemir, 2006).

### **Enerji Kaynaklarının Yenilenmesi**

Egzersizde kaybedilen kas glikojeninin yerine konması iki fazlı bir olaydır. Egzersizi izleyen ve “hızlı faz” olarak adlandırılan ilk 30-60 dakikalık dönemde, kas glikojeni hızla yerine konur. İnsülin bağımsız olarak meydana gelen hızlı glikojen sentezinin nedeni, egzersiz kesildiğinde aniden azalan enerji ihtiyacı nedeniyle, glukozun glikolitik yola girmek yerine glikojen sentezinde kullanılması, yani depolanmasıdır. Glikojen sentezinin “yavaş fazı” olarak isimlendirilen ikinci dönemde ise kas dokusunun artan insülin duyarlılığına bağlı olarak, glikojen sentezi devam eder. Bu faz, hızlı faza kıyasla belirgin ölçüde yavaş seyir gösterir ve kas glikojen depoları doldukça daha da yavaşlayarak sona erer (Özdemir, 2006).

### **Laktik Asidin Uzaklaştırılması**

Yüklenmenin ardından laktik asidin uzaklaştırılmasında enerji gerekmekte ve bu enerji daha çok aerobik yolla sağlanmaktadır. Laktik asit glikojen, glikoz ve proteine çevrilebilmekte, su ve karbondioksite ise dönüştürülebilmektedir. Hem kalp hem iskelet kası laktik asidi enerji kaynağı olarak kullanabilmektedir. Yüklenme sonrasında yapılan soğuma egzersizlerinin laktik asidin uzaklaştırılma süresini kısalttığı bilinmektedir. Antrenörler için yorucu şiddetteki alıştırmalar sonunda normale dönmek için gereken sürenin bilinmesi gereklidir. Çünkü organizmada yenilenme gerçekleşmeyip enerji depoları tamamlanmadan yapılacak çalışmalar gelişme sağlamadığı gibi zarar da verebilirler (Ergen, 1992; Özdemir, 2006).

### **Oksijen Kaynaklarının Yenilenmesi**

İskelet kasında oksijenin kas hücresine taşınmasını sağlayan ve kandaki hemoglobin ile benzer bir yapıda olan protein yapıdaki miyoglobine, kırmızı kas liflerinde daha yüksek oranda bulunmaktadır. Organizmada miyoglobine bağlı oksijen miktarının her bir kg kas kitlesinde yaklaşık 11 ml ve toplam olarak 300-350 ml. kadar olduğu hesaplanmaktadır (Özdemir, 2006). Egzersizin başında henüz oksijen taşıma sistemi devreye girmeden önce miyoglobinin dokuya oksijen sağlama özelliğinden dolayı miyoglobine büyük öneme sahiptir. Ayrıca kılcal damarlardaki hemoglobinden kas liflerindeki mitokondrilere oksijen diffüzyonunda rol oynamaktadır. Oksijenin miyoglobine bağlanma özelliği ortamdaki kısmi oksijen basıncı ile yakından ilişkidir (Ergen, 1992; Özdemir, 2006).

### **2.8.4. Yüksek Şiddetli Yüklenmeler Sonrası Toparlanma**

Daha çok yüksek şiddetli olmak üzere; fiziksel aktivite, homeostatik denge üzerinde olumsuz etki yaratarak organizmada yorgunluk belirtilerinin oluşumunu tetiklemektedir. Egzersiz sonrasında ise enerji maddelerinin yeniden sentezlenmesi, metabolik artıkların uzaklaştırılması, vücut sıcaklığının ve oksijen tüketiminin düşürülmesi, su elektrolit dengesinin sağlanması gibi pek çok faktöre bağlı bir şekilde toparlanma gerçekleşmektedir. Yüksek şiddette yüklenme sonrasında toparlanma oranı interval çalışmalarda performans devamlılığının sürdürülebilmesi için önemlidir (Stupnicki ve ark., 2010; Aslan ve ark., 2011).

### 2.8.5. Toparlanma Yöntemleri

Toparlanmanın genel amacı; müsabaka veya antrenmanda oluşan hasarları iyileştirmek, yorgunluğu en az seviyeye indirmek veya ortadan kaldırmaktır (Bishop ve ark., 2008).

Toparlanmayı hızlandırmak için, antrenman veya müsabaka sonrası meydana gelen yorgunluğun karakteristik yanları bilinmelidir. Yorgunluğu arttıran, egzersizin sebep olduğu akut ve kronik biokimyasal, mekanik ve fizyolojik değişiklikleri anlamak, en uygun toparlanma yöntemlerini ayarlama yardımcı olacaktır. Ayrıca egzersizden dolayı oluşan kas hasarını bilmek toparlanma faaliyetlerinin başarılmasında etkilidir (Eniseler, 2010; Akgül, 2013).

1. Beslenme, sıvı alımı ve ergojenik yardımcıların kullanımı
2. Su terapisi veya suya girme terapisi
  - a. Normal ısıdaki suya girme terapisi
  - b. Cyro terapi (soğuk uygulama, soğuk terapi)
  - c. Thermo terapi (sıcak uygulama, sıcak terapi)
  - d. Contrast terapi (Isı değişimi uygulaması)
  - e. Tazyikli su ile yapılan su masajı
  - f. Su içinde düşük şiddette egzersiz ya da yüzme
3. Düşük Şiddet aerobik koşu
4. Stretching
5. Masaj
  - a. Klasik masaj
  - b. Buz masajı
6. Antiinflamatuvar ve analjezik kullanımı
7. Electromyostimilasyon (Kas dokusunun elektriksel uyarımı)
8. Ultrasyon
9. Hiperbarik oksijen terapisi
10. Birkaç toparlanma yönteminin birleşimi
11. Psikolojik rahatlama terapisi
12. Yaşam tarzının iyileştirilmesi (Eniseler, 2010).

## **2.9. Solunum Kas Kuvveti**

### **2.9.1 Solunum Kaslarının Anatomisi**

Solunum yolları burun ile başlar ve arka arkaya birbirini takip ederek burun boşlukları, farenks, larenks, trakea ve bronşlarla devam eder. Bronşlar akciğer içinde giderek incelerek dallara ayrılır ve sonrasında solunumsal yüzeyi meydana getiren alveolleri oluşturarak sonlanır. Dinlenme durumunda inspirasyon; diyafragma, eksternal interkostal ve skalen kasların kasılmasıyla gerçekleştirilir. Sakin solunumda görev yapan bu kaslar, primer inspirasyon kasları olarak adlandırılır. Primer inspirasyon kaslarının kasılmasıyla toraks genişler ve hacmi artar (Hall, 2016).

#### **Diyafragma**

Yaklaşık olarak 250 cm<sup>2</sup> alanında göğüs boşluğu ile karın boşluğunu ayıran kubbe şeklinde çizgili kas grubudur. Yatar pozisyonda apneik solunumda akciğerlere giren havanın yaklaşık 2/3'ünden sorumludur ve en önemli inspirasyon kasıdır. Diyafragma, medulla spinasilis C3-C5 segmentleri seviyesinden kaynaklanan frenik sinirlerin aktivasyonu ile kasılır ve abdomene doğru hareket eder. Normal sakin inspirasyonda diyafragma kasılarak, 1-2 cm abdominal boşluğa doğru hareket ederek toraksın dikey çapında artmaya ve aynı zamanda kaburga kenarlarını yanlara doğru iterek toraksın enine çapında artmaya neden olur. Derin inspirasyonda ise diyafragmanın hareketi aşağıya doğru 7-10 cm'ye ulaşır. Böylece derin solunumda abdominal duvarın kompliyans sınırına ulaşılır ve abdominal basınç artar (Ulubay, 2017).

### **2.9.2. Solunum Kaslarının Fizyolojisi**

İnspiryum ve ekspiriyum sırasında göğüs kafesi ve akciğerler diyaframın aşağı ve yukarı hareketiyle uzar ya da kısalır. Kostaların elevasyon ve depresyonuyla da göğüs kafesi anteroposterior çapı artar ya da azalır. Normal sakin solunum tamamen birinci mekanizmayla ve diyafram hareketi gerçekleşir. İnspiryumda diyaframın kasılmasıyla akciğerlerin alt bölümleri aşağıya doğru çekilir, bu hareket akciğerlerin genişlemesiyle sonuçlanır. Ekspiriyumda ise diyafram gevşer, akciğer ve göğüs duvarının elastik geri çekilme gücü ve şiddetli ekspiriyumda elastik geri çekilme gücüne ek olarak abdominal yapıların toraksa kompresyon oluşturmasıyla akciğerler küçülür ve ekspiriyumla hava dışarı çıkar (Hall, 2016).

### 2.9.3. Solunum Kas Gücü Ölçüm Yöntemleri

Solunum kas gücü ölçüm yöntemleri inspiratuvar ve ekspiratuvar solunum kaslarının gücünü ölçmek amacıyla kullanılır. En yaygın kullanım alanları; solunum kas güçsüzlüğünün tanısı, şiddetinin belirlenmesi ve takibidir (Ulubay, 2017).

#### **Solunum Fonksiyon Testleriyle Değerlendirme**

**FVC ve VC ölçümleri:** VC ve FVC ölçümleri ekspiryum ile akciğerlerde bulunan tüm havanın TLC seviyesine kadar atılmasıyla elde edilen ölçümlerdir.

**Total akciğer kapasitesi (TLC), rezidüel volüm (RV), fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC):** Solunum kas güçsüzlüğü tanısında kullanılabilen bir ölçüm yöntemidir.

**Maksimal volunter ventilasyon (MVV):** Solunum kas güçsüzlüğü tanısında kullanılabilen bir ölçüm yöntemidir.

**Karbonmonoksit difüzyon kapasitesi (DL<sub>CO</sub>):** Solunum kas güçsüzlüğü tanısında kullanılabilen bir ölçüm yöntemidir (Ulubay, 2017).

#### **Basınç Ölçüm Yöntemleri**

**Maksimal inspiratuvar basınç (MIP) ve maksimal ekspiratuvar basınç (MEP) yöntemleri:** Bu yöntemlerin her ikisi de rijid, kısa bir tüp sistemi içindeki shutter'a karşı maksimum ekspiryum ve maksimum ekspiryum yapılması sırasında, tüpün içindeki basınç transduseri aracılığıyla tüpün içindeki basıncın ölçülmesi esasına dayanır. Her iki manevra sırasında tüp içindeki basınç değişiklikleri basınçölçere bağlı ölçer bir kateter aracılığıyla bilgisayara taşınır. Elde taşınabilen ya da bilgisayar bağlantılı sistemler aracılığıyla ölçüm yapılabilir (Enright ve ark., 1994; Hamnegard ve ark., 1994; American Thoracic Society 1995).

**Sniff testler:** Burun nefes çekme testleri olarak adlandırabileceğimiz bu testler arasında; "Transdiaphragmatic pressure during sniff, esophageal pressure during sniff" ve "nasal sniff pressure (nazal inspiratuvar basınç ölçümü)" genellikle kullanılanlardır.

**Nazal inspiratuvar basınç ölçümü (SNIP):** İspiratuvar kas gücü ölçümünde kullanılan noninvaziv bir yöntemdir (Héritier ve ark. 1994; Uldry ve ark., 1997).

**Öksürük testi:** Öksürme sırasında birçok inspiratuvar ve ekspiratuvar solunum kasları kullanılır. Bu nedenle öksürük test sonuçları ilgi çekmektedir. Bu yöntemde

balon kateter yerleştirildikten sonra maksimum güç ile öksürtülen hastada özefageal (Pes), nazofarengeal (Pnp) ve ağız içi (Pmo) basınçlar ölçülür (ATS/ERS, 2002).

### **İnvaziv Testler**

Spirometri, MIP, MEP, SNIP testler ile solunum kas güçsüzlüğü tanısında net karar verilemeyen durumlarda ya da araştırmalar için invaziv testler kullanılabilir. Testlerin özel merkezlerde ve deneyimli kişiler tarafından yapılması gereklidir. Bu grup testlerin başlıcaları; “Sniff esophageal pressure (Sniff Pe)”, “Sniff transdiaphragmatic pressure (Sniff Pdi)” ve “gastric pressure”dır.

**Sniff esophageal pressure (Sniff Pe):** İspiratuvar kas gücünü yansıtan bir testtir. Bu test için hastanın uyumu önemlidir.

**Sniff transdiaphragmatic pressure (Sniff Pdi):** Özefageal ve gastrik balon kateterleri aracılığıyla diyafram gücünün direkt ölçülmesi yöntemidir.

**Gastrik basınç ölçümü:** Hızlı ve maksimum bir öksürük sonrasında gastrik balon kateter aracılığıyla gastrik basınç üzerinden ekspiratuvar kas gücünün ölçülmesidir (Ulubay, 2017).

### **Elektrofizyolojik Yöntemler**

**Elektromiyografi (EMG):** Solunum kas gücü değerlendirmesinde EMG, inspiratuvar ya da ekspiratuvar kas lifi üzerine yerleştirilen elektrod, aksiyon potansiyelinin oluşum ve ilerlemesinden sorumlu iyonik akımı kayıt ederek ölçümü gerçekleştirir.

**Periferik sinir stimülasyonu:** İstemli manevralar ile ölçülen maksimal hava yolu basınçları birçok inspiratuvar ve ekspiratuvar kasların sinerjistik hareketini gösterirken frenik sinir stimülasyonuna cevap olarak ölçülen transdiyafragmatik basınç daha spesifik olarak diyafram değerlendirilmesi sağlar (Laghi ve ark., 1996).

### **2.9.4. Sirkadiyen Ritim ve Solunum Sistemi**

Dinlenim durumunda, oksijen tüketimi, karbondioksit üretimi ve solunum hacmi üzerine yapılan çalışmalarda sirkadiyen ritme bağılı değişiklikler tespit edilmiştir (Wallace ve ark., 1999).

Oksijen (O<sub>2</sub>) tüketimi ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) üretimi sabah erken saatlerde en düşük, akşamüstü saatlerinde ise gün içindeki en yüksek değerlerine ulaşır. O<sub>2</sub> tüketimi ve CO<sub>2</sub> üretimi ile benzer ritimsel özellikler solunum hacmi değerleri içinde paralellik

göstermektedir. Vücut sıcaklığındaki sirkadiyen ritim bu parametrelerin sirkadiyen zirve zamanları ile uyumaktadır. Bu nedenle araştırmacılar; O<sub>2</sub> tüketimi ritminin vücut sıcaklığı ritmine bağlı bir sonuç olduğu yorumunda bulunmuşlardır (Reilly ve Brooks, 1990; Manfredini ve ark., 1998). Diğer yandan başka bir araştırmada da, vücut sıcaklığındaki günlük değişimin, O<sub>2</sub> tüketiminde gözlenen aralığın sadece %37'sini açıklayabileceğini savunmaktadır (Klausen ve ark., 1993). Fizyolojik stresin dikkatle izlenmesinde, subjektif değerlendirmelerle birlikte, O<sub>2</sub> kullanımı (VO<sub>2</sub>) verilerinin kullanılması, egzersiz yoğunluğunun belirlenmesinde önemli bir rol oynar. Sağlıklı bireylerde düzenli bir egzersiz sürecinde, kalp hızı ve VO<sub>2</sub> ölçümleri sabah saatlerinde daha düşükken (06.00-10.00 arası), hissedilen egzersiz yoğunluğu oranları bu saatlerde daha yüksektir (Atkinson ve Reilly, 1995). Sabah-akşam yanıtları farkı sağlıklı bireylerde %10 düzeyindedir (Atkinson ve Reilly, 1996).

Eğer kalp atım hızı (KAH) ve oksijen kullanım hacmi (VO<sub>2</sub>) değerleri egzersiz yoğunluğunu düzenlemede temel kriter olarak kullanılırsa, sabahları belli bir KAH ve VO<sub>2</sub> sağlamak için yoğun bir egzersiz gerekeceği için fazla güç harcama tehlikesi ortaya çıkar. Ayrıca ilginç bir şekilde KAH cevaplarında günlük değişimler, uygulanan bir set egzersiz sonunda ölçüldüğünde (öğleden sonra pik yapar), serbest seğilen fiziksel aktivitelerde ölçülen değerlerden (sabah pik yapar) farklıdır (Atkinson ve Reilly, 1996).



### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1 Denekler

Bu çalışmaya Samsun ili Süper Amatör Ligi ve Bölgesel Amatör Ligde futbol oynayan ve haftada en az dört gün antrenman yapan, yaş ortalaması  $22,20\pm 3,14$  yıl, vücut ağırlığı  $71,90\pm 7,51$  kg, boy uzunluğu  $175,80\pm 5,50$  cm olan 20 erkek futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmaya toplamda 25 futbolcuyla başlanmış ancak 5 futbolcu sakatlanma nedeniyle üç farklı zamanda yapılan ölçümleri tamamlayamamışlardır. Yapılan power analizi neticesinde çalışmanın 19 denekle tamamlanabileceği belirlenmiştir. Çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 2016/248 etik kurul kararına uygun yapılmıştır. Mevsimsel farklılıkların çalışma sonuçlarını etkileyebileceği göz önünde tutularak tüm ölçümler iki ay (20 Kasım 2018-20 Ocak 2019) içinde tamamlanmıştır.

#### 3.2. Çalışma Yöntemi

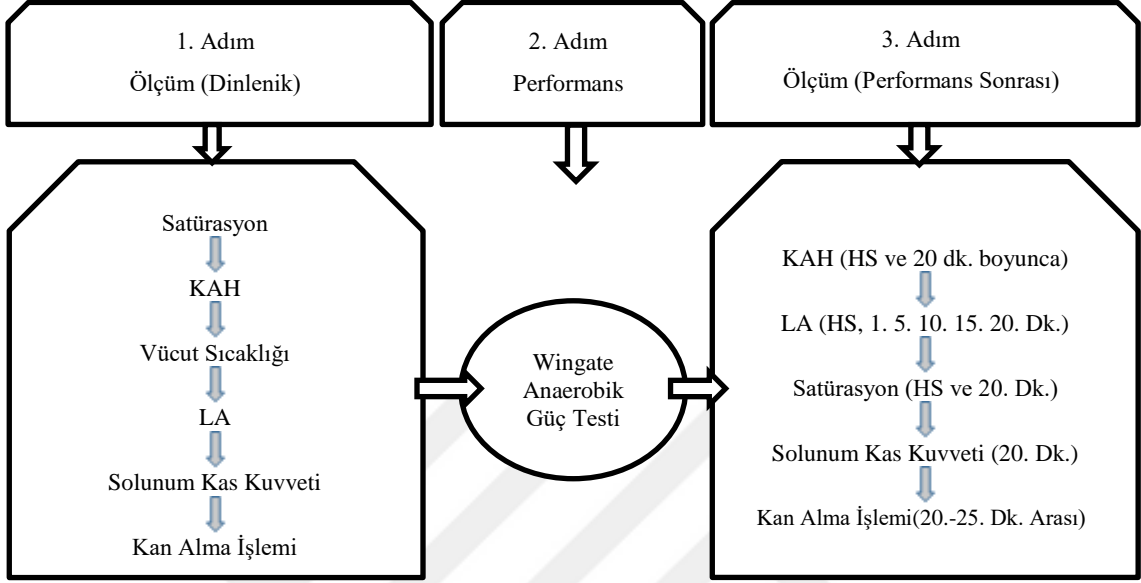
Araştırmada kullanılacak cihazlar ve uygulanacak ölçümler hakkında deneklere gerekli bilgiler verilmiştir. Ölçümlerden güvenilir sonuçlar elde etmek için asıl testten önce deneme ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deneklerin yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı değerleri kaydedilmiştir. Deneklerin testten bir gün önce ve test günü antrenmanlarının olmamasına ve dinlenik durumda olmalarına dikkat edilmiştir. Ölçümler gün içerisinde saat 09.00'da, 14.00'te ve 19.00'da olmak üzere 3 farklı günde yapılmıştır. Günün farklı saatlerinde yapılan bu ölçümler, her sporcu için en az bir hafta ara ile üç zamanda gerçekleştirilmiştir. Denekler, 6-7'şerli olmak üzere 3 gruba rastlantısal şekilde ayrılmıştır ve Tablo 2'de gösterildiği gibi farklı gün ve saatlerde ölçüm yapılmıştır.

**Tablo 2.** Deneklerin grup ayrımı ve ölçüm saatleri

| Denekler | N | Ölçüm ve Saatleri |         |         |
|----------|---|-------------------|---------|---------|
|          |   | 09.00             | 14.00   | 19.00   |
| 1. grup  | 7 | 1.ölçüm           | 3.ölçüm | 2.ölçüm |
| 2. grup  | 7 | 2.ölçüm           | 1.ölçüm | 3.ölçüm |
| 3. grup  | 6 | 3.ölçüm           | 2.ölçüm | 1.ölçüm |

### 3.3. Çalışma Dizaynı

Çalışma dizaynı, her denek için 3 farklı günde 3 ayrı saat diliminde de (09.00, 14.00, 19.00) tekrar edilmiştir.



- 1- Deneklerin oksijen satürasyonu, anaerobik performans öncesinde (dinlenik) Pace tech model 520 cihaz ile aparat işaret parmağına takılarak ölçülmüştür.
- 2- Sporcuların anaerobik performans öncesinde (dinlenik) kalp atım hızı değerleri ölçülmüştür.
- 3- Deneklerin vücut sıcaklığı, anaerobik performans öncesinde (dinlenik) hastane tipi timpanik termometre ile alın bölgesinden ölçülmüştür.
- 4- Sporcuların anaerobik performans öncesinde (dinlenik) laktik asit değerleri ölçülmüştür.
- 5- Deneklerin anaerobik performans öncesinde solunum kas kuvveti (MIP-MEP) ölçülmüştür.
- 6- Deneklerin anaerobik performans öncesinde kas hasarı seviyesinin tespit etmek için kol ven damarından yaklaşık 5 ml kan örneği alınmıştır.
- 7- Her denek Wingate Anaerobik Güç Testi (WAnT) ile anaerobik performans testine tabi tutulmuştur. Laktik asit ölçümü için testten hemen sonra (HS) kulak memesinden kan alma işlemi sonrası deneklerin toparlanmaları oturtularak takip edilmiştir.

- 8-** Deneklerin toparlanmalarını takip etmek için kalp atım hızı değerleri ölçülmüştür. Anaerobik performans sonrası kalp atım hızı değerleri, performanstan hemen sonra başlamış ve 20. dakikaya kadar her bir dakikada ölçülmüştür.
- 9-** Deneklerin toparlanmalarını takip etmek için laktik asit değerleri ölçülmüştür. Anaerobik performanstan hemen sonra, 1. dakika, 5. dakika, 10. dakika, 15. dakika ve 20. dakika da olmak üzere laktik asit değerleri ölçülmüştür.
- 10-** Deneklerin oksijen satürasyonu, anaerobik performanstan hemen sonra ve 20. dakika da ölçülmüştür.
- 11-** Anaerobik performanstan 20 dakika sonra deneklerin solunum kas kuvveti ölçümü yapılmıştır.
- 12-** Anaerobik performanstan sonra 20-25. dakika arasında deneklerin kas hasarı seviyesini tespit etmek için kol ven damarından yaklaşık 5 ml kan örneği alınmıştır.
- 13-** Ölçümler her denek için toplam 3 defa tekrar edilmiştir. Ölçümler aşağıda anlatıldığı gibi yapılmıştır.

### **3.4. Oksijen Satürasyonu Ölçümü**

Çalışmada sporcuların oksijen satürasyonu (SaO<sub>2</sub>), Pace tech model 520 cihaz ile ölçülmüştür. İnsanlarda oksijen satürasyonunu değerlendirmek için el parmağı, ayak parmağı, kulak, burun ve alın bölgeleri kullanılmaktadır. Normal değerleri %95-100'dür (Severinghaus ve Astrup, 1986). Bu çalışmada oksijen satürasyonunu değerlendirmek için sporcuların sol işaret parmağı kullanılmıştır.

### **3.5. Kalp Atım Hızı Ölçümü**

Sporcuların kalp atım hızı ölçümlerinde FT marka Polar saat kullanılmıştır. Sporcuların kalp atım hızı değerleri kayıt altına alındıktan sonra Wingate Anaerobik Güç testi uygulanmıştır. Deneklerin toparlanmaları testten sonra 20 dk boyunca takip edilmiştir. Toparlanma evresini denekler oturarak tamamlamış ve toparlanmanın her dakikasında KAH ölçümleri kaydedilmiştir.

### **3.6. Vücut Sıcaklığı Ölçümü**

Deneklerin vücut sıcaklıkları doğru ve güvenilir olması için hastane tipi Timpanik Termometre ile alın bölgesinden ölçülmüştür.

### **3.7. Laktik Asit Ölçümü**

Sporcuların laktat konsantrasyonu Laktat Scout marka Laktat ölçer ile mmol/L cinsinden ölçülmüştür. Kan örneği kulak memesinden sterilizasyon kurallarına uyularak alınmıştır. Kulak memesi Softclix marka kalem şeklinde ucunda iğne olan bir cihaz (lanset) ile delinmiştir. Alınan kan örneği laktat test şeridine damlatılmıştır. Bu şerit laktat ölçer aletine yerleştirildikten yaklaşık 30 sn sonra kandaki laktik asit konsantrasyonu belirlenmiştir.

Sporcuların öncelikle dinlenik laktik asit değerleri alınmış daha sonra Wingate Anaerobik Güç testine tabii tutulmuşlardır. Deneklerin toparlanmaları testten sonra 20 dk boyunca takip edilmiştir. Deneklerin kan laktik asit değerleri, egzersizden hemen sonra, 1.dk, 5.dk, 10.dk, 15.dk ve 20 dakikasında ölçülmüştür. Toparlanma evresini denekler oturarak tamamlamışlardır.

### **3.8. Solunum Kas Kuvveti Ölçümü**

Çalışmada sporcuların solunum kas kuvveti ölçümü, CAREFUSION marka MicroRPM (Micro Respiratory Pressure Meter) cihaz ile ölçülmüştür. Solunum kaslarının etkinliği solunum kaslarının kasılarak oluşturduğu iş gücünün solunum esnasında harcanan oksijene bölünmesi ile bulunur. Maksimal inspiratuar (MIP) ve ekspiratuar basınçlar (MEP); solunum kas güçlerini indirekt olarak gösteren noninvaziv testlerdir. Maksimum inspirasyon ve ekspirasyon sırasında solunum yolunu kapatan bir shutter'a karşı yapılan maksimal solunumda ölçülen ağız içi basınçlardır.

MIP testi uygulanan kişiye maksimal ekspirasyon yaptırılmış ve bunun sonunda solunum yolu bir valf le kapatılarak kişinin maksimal inspirasyon yapması ve bunu 1-3 saniye sürdürmesi istenmiştir. Yapılan üç ölçümden en iyisi seçilmiştir. MEP ölçümünde ise benzer şekilde kişiye maksimal inspirasyon yaptırdıktan sonra kapalı solunum yoluna karşı 1-3 saniye maksimal ekspirasyon yapması istenmiştir.

### **3.9. Kan Alma İşlemi ve Kas Hasarı Ölçümü**

Kreatin kinaz (CK), Laktat Dehidrogenaz (LDH), Aspartat aminotransferaz (AST(GOT), Troponin ve C reaktif protein (CRP) parametre analizleri için kol ven damarından yaklaşık 5 ml kan örneği alınmıştır. Kan alma işlemi, anaerobik performans öncesi (dinlenik) ve anaerobik performanstan 20 dakika sonra yapılmıştır. Alınan kan örnekleri -20 derecede saklanarak analiz yapılmak üzere Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Tıp Fakültesi acil laboratuvarına götürülmüştür. Laboratuvarında 10 dakika bekletildikten sonra santrifüj edilen tüplerden serum kısmı ayrıştırılmıştır. Ayrıştırılan serumdan CK, LDH, AST(GOT), Troponin ve CRP düzeyi ölçülmüştür.

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

Sporcuların anaerobik performanslarının ölçümünde, Monark marka 894 E tipi (Model 894E, Varberg, Sweden) bisiklet ergometresi ve bisiklete bağlı bilgisayar düzeneği kullanılmıştır. Her test öncesi optimal bisiklet çevirme pozisyonunu sağlayabilmek için deneklere sele ve gidon ayarı yapılmış ve WAnT öngörülen standart yöntemlerle uygulanmıştır (Inbar ve ark., 1996). WAnT her deneğin vücut ağırlığının %7,5'ine karşılık gelen ağırlıkla 30 sn süresince uygulanmıştır. Sporcular 60–70 (rpm) devir/dakika pedal hızında 5dk pedal çevirerek ısınmışlar, ısınmanın 3. ve 5. dakikalarında 5sn'lik sprint atmışlardır. Sporcular, ısınmanın ardından oluşan yorgunluğun giderilmesi amacıyla testten önce nabız 100 atım/dk düşene kadar dinlenmişlerdir. Dinlenme süresinin ardından test başlatılmış, sporcular belirlenen dirence karşı 30 sn boyunca en yüksek hızla pedal çevirmişlerdir. Test süresince denekler sözel olarak teşvik edilmiştir. Test sonucunda deneklerin maksimal anaerobik güç (MAG), ortalama güçleri (OG) ve minimum güçleri elde edilmiştir.

### **3.11. Algılanan Zorluk Derecesi**

Egzersiz zorluk derecesini belirlemek için Borg'un (1982) algılanan zorluk derecesi skalası kullanılmıştır. Algılanan zorluk derecesi (AZD), Borg Skalası kişinin egzersiz toleransını izlemek için kullanılan bir göstergedir. Bu skala 6'dan 20'ye kadar olan sayılardan ve bu sayıların bazılarının yanında bulunan zorluk ifadelerinden oluşmaktadır. Borg skalası, katılımcının egzersiz sırasında hissettiği yorgunluğu hiçbir şey (6), çok çok hafif (7-8), çok hafif (9-10), hafif (11-12), biraz zor (13-14), zor (15-16), çok zor (17-18), çok çok zor (19), tükenme (20) arasındaki bir aralıkta ifade etmesine dayanır.

### **3.12. İstatistiksel Analiz**

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS 21 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine Shapiro-wilk testi ile bakılmış ve verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmada tanımlayıcı istatistikler olarak aritmetik ortalama ve standart sapmaya yer verilmiştir.

Sirkadiyen ritmin etkisini belirlemek için tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi ve benferroni düzeltmeli eşli karşılaştırma testi kullanılmıştır. Ayrıca saatlere göre laktik asit ve kalp atım hızı toparlanma yüzdesini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

Toparlanma KAH yüzdesi, egzersiz sonrası tespit edilen en yüksek KAH değeri ile (egzersizden hemen sonra) en düşük KAH değeri (20. toparlanma dakikası) baz alınarak hesaplanmıştır.

Toparlanma LA yüzdesi, egzersiz sonrası tespit edilen en yüksek LA değeri (5. toparlanma dakikası) ile en düşük LA değeri (20. toparlanma dakikası) baz alınarak hesaplanmıştır.

$$\text{Toparlanma Yüzdesi} = \frac{\text{Maks. Değer} - \text{Min. Değer}}{\text{Maks. Değer}} \times 100$$

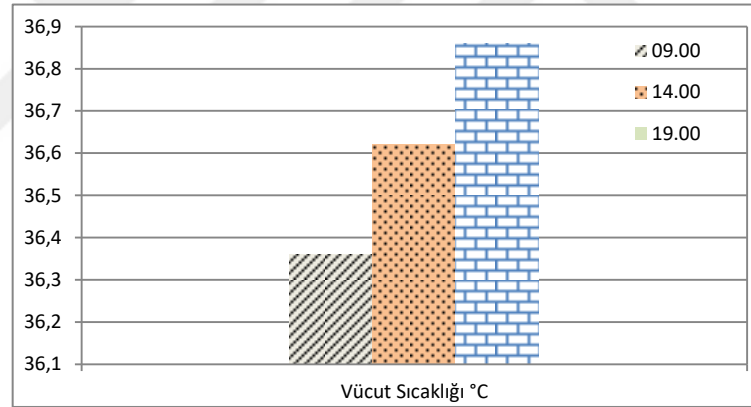
#### 4. BULGULAR

Deneklerin farklı zamanlardaki vücut sıcaklıkları incelendiğinde sabah 09.00’da  $36,36\pm 0,18^{\circ}\text{C}$ , öğlen 14.00’da  $36,62\pm 0,20^{\circ}\text{C}$  ve 19.00’da  $36,86\pm 0,21^{\circ}\text{C}$  olduğu görülmüştür. Akşam 19.00’da ölçülen vücut sıcaklığı değerinin saat 09.00 ve 14.00’da ölçülen değerlerden ayrıca saat 14.00’da ölçülen vücut sıcaklığı değerinin saat 9.00’da ölçülen değerden istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,01$ ) (Tablo 3). Deneklerin sirkadiyen ritme göre vücut sıcaklığı değişim grafiği Şekil 8’de gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre vücut sıcaklığı ölçümlerinin karşılaştırılması

| Değişkenler                               | Saatler   | Ortalama | SS   | F      | p       |
|---|-----------|----------|------|--------|---------|
| Vücut Sıcaklığı<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | 09.00 (a) | 36,36    | 0,18 | 145,15 | 0,001** |
|   | 14.00 (b) | 36,62    | 0,20 |        | c>b,a   |
|   | 19.00 (c) | 36,86    | 0,21 |        | b>a     |

\*\*= $p<0,01$

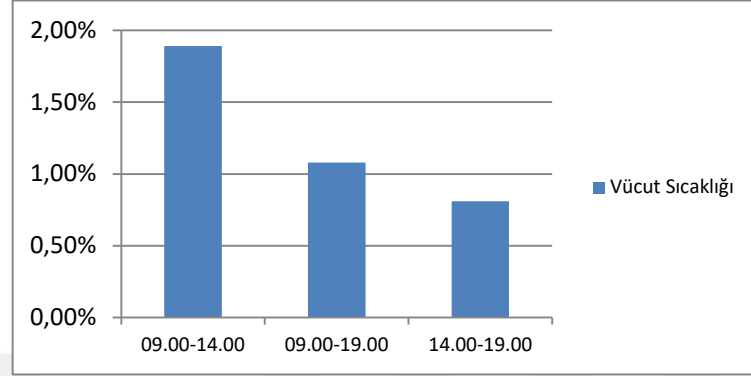


**Şekil 8.** Sirkadiyen ritme göre vücut sıcaklığı

Deneklerin sirkadiyen ritme göre vücut sıcaklığı ölçümlerinin yüzdesel değişimi incelendiğinde, saat 9.00’da ve saat 14.00’te ölçülen vücut sıcaklığı yüzdesel değişimi % 0,71, saat 9.00’da ve saat 19.00’da ölçülen vücut sıcaklığı yüzdesel değişimi % 1,36, son olarak saat 14.00’te ve saat 19.00’te ölçülen vücut sıcaklığı yüzdesel değişimi % 0,65 olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Deneklerin sirkadiyen ritme göre vücut sıcaklığı ölçümlerinin yüzdesel değişim grafiği Şekil 9’da gösterilmiştir.

**Tablo 4.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre vücut sıcaklığı ölçümlerinin yüzdesel değişimi

| Değişkenler          | 09.00-14.00 | 09.00-19.00 | 14.00-19.00 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Vücut Sıcaklığı (°C) | % 0,71      | % 1,36      | % 0,65      |



**Şekil 9.** Sirkadiyen ritme göre vücut sıcaklığı yüzdesel değişimi

Deneklerin farklı zamanlardaki dinlenik, anaerobik egzersiz hemen sonrası, 1., 5., 10., 15. ve 20. dakika laktik asit değerleri incelendiğinde, egzersizden hemen sonra ölçülen laktik asit değerlerinde anlamlı farklılık tespit edilmiş ( $p<0,05$ ) yani 19.00 da ölçülen LA değerinin 09.00 da ölçülen LA değerinden istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulunmuş ancak diğer süreler arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 5). Deneklerin sirkadiyen ritme göre laktik asit değişimi grafiği Şekil 10’da, laktik asit toparlanması grafiği ise Şekil 11’de gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre laktik asit ölçümlerinin karşılaştırılması

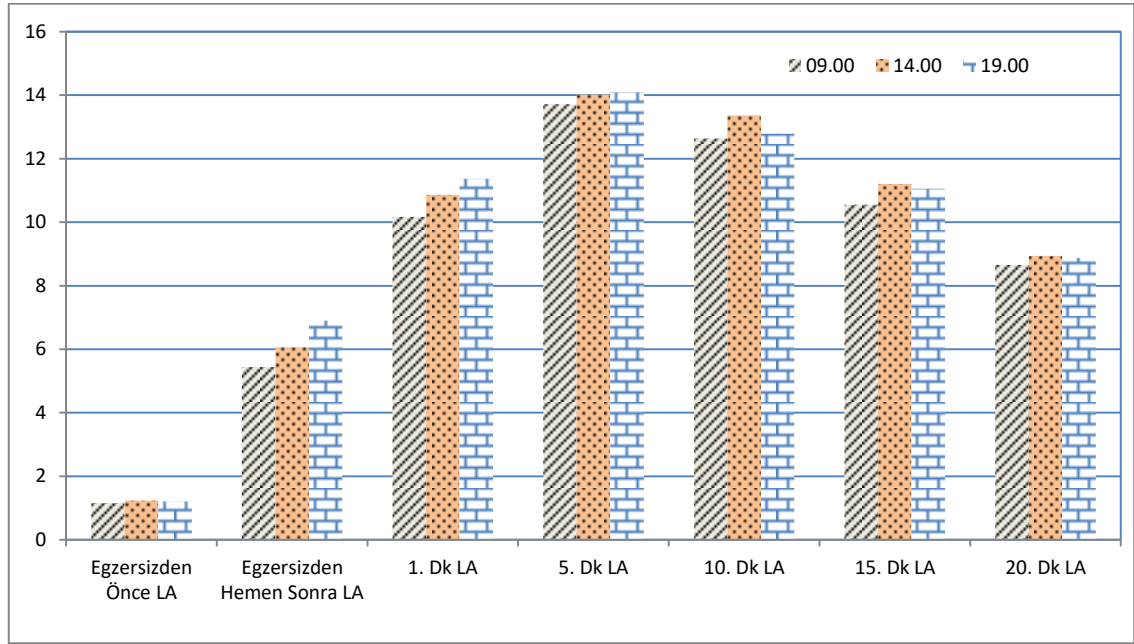
| Laktik Asit (mmol/L)     | Saatler   | Ortalama | SS   | F     | p             |
|--------------------------|-----------|----------|------|-------|---------------|
| Egzersiz Öncesi Dinlenik | 09.00 (a) | 1,15     | 0,13 | 1,665 | 0,205         |
|                          | 14.00 (b) | 1,23     | 0,18 |       |               |
|                          | 19.00 (c) | 1,21     | 0,16 |       |               |
| Egzersizden Hemen Sonra  | 09.00 (a) | 5,44     | 1,83 | 3,449 | 0,042*<br>c>a |
|                          | 14.00 (b) | 6,06     | 1,43 |       |               |
|                          | 19.00 (c) | 6,90     | 2,33 |       |               |
| 1. Dakika                | 09.00 (a) | 10,16    | 2,59 | 1,528 | 0,230         |
|                          | 14.00 (b) | 10,86    | 2,47 |       |               |
|                          | 19.00 (c) | 11,36    | 2,96 |       |               |
| 5. Dakika                | 09.00 (a) | 13,71    | 2,64 | 0,237 | 0,790         |
|                          | 14.00 (b) | 14,02    | 3,04 |       |               |
|                          | 19.00 (c) | 14,09    | 2,45 |       |               |
| 10. Dakika               | 09.00 (a) | 12,63    | 2,54 | 0,671 | 0,517         |
|                          | 14.00 (b) | 13,36    | 2,62 |       |               |
|                          | 19.00 (c) | 12,79    | 1,94 |       |               |



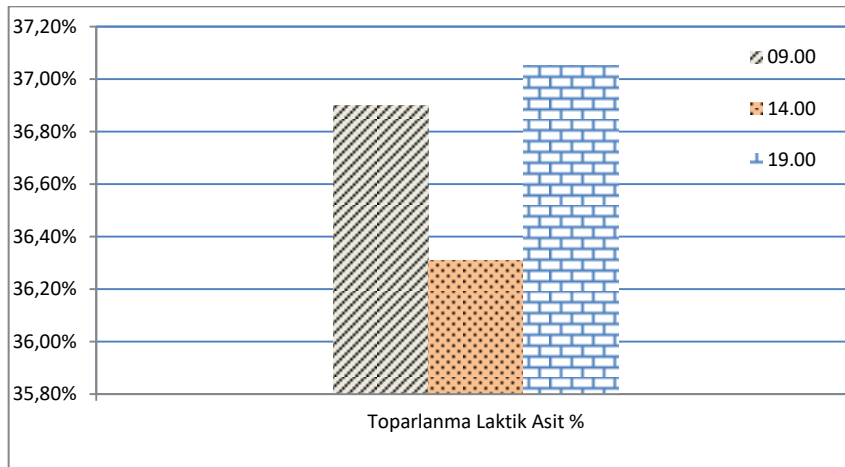
**Tablo 5.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre laktik asit ölçümlerinin karşılaştırılması (devamı)

|            | 09.00 (a) | 10,55 | 1,86 |       |       |
|------------|-----------|-------|------|-------|-------|
| 15. Dakika | 14.00 (b) | 11,20 | 2,39 | 0,878 | 0,424 |
|            | 19.00 (c) | 11,05 | 1,91 |       |       |
|            | 09.00 (a) | 8,65  | 1,67 |       |       |
| 20. Dakika | 14.00 (b) | 8,93  | 2,33 | 0,194 | 0,824 |
|            | 19.00 (c) | 8,87  | 2,04 |       |       |

\*= $p < 0,05$



**Şekil 10.** Sirkadiyen ritme göre laktik asit ölçümleri (mmol/L)

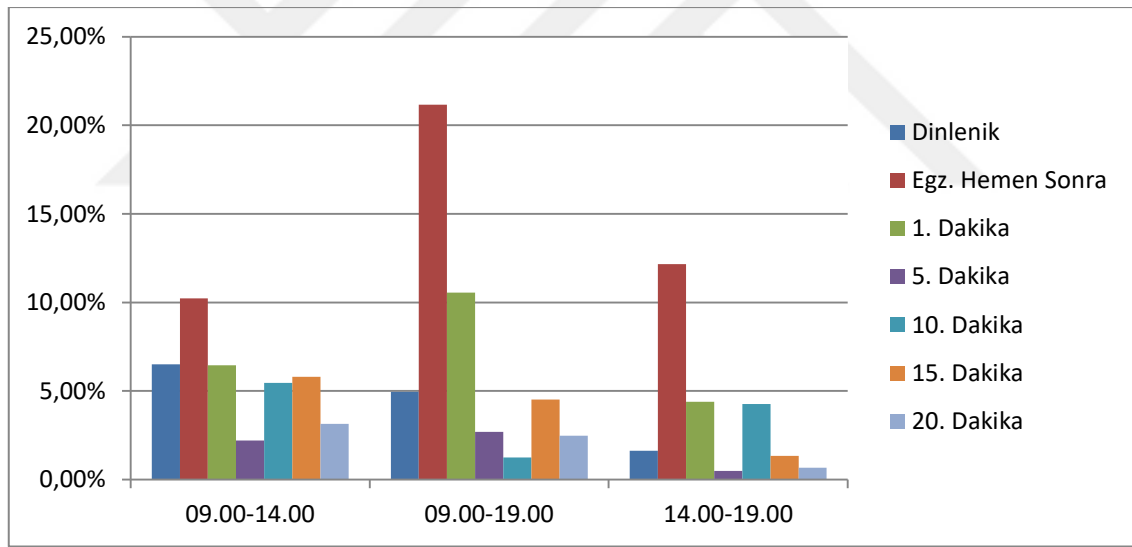


**Şekil 11.** Sirkadiyen ritme göre laktik asit toparlanması

Deneklerin sirkadiyen ritme göre laktik asit ölçümlerinin yüzdesel değişimi Tablo 6'da, laktik asit ölçümlerinin yüzdesel değişim grafiği ise Şekil 12'de gösterilmiştir.

**Tablo 6.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre laktik asit ölçümlerinin yüzdesel değişimi

| Laktik Asit (mmol/L)     | 09.00-14.00 | 09.00-19.00 | 14.00-19.00 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Egzersiz Öncesi Dinlenik | % 6,50      | % 4,96      | % 1,63      |
| Egzersizden Hemen Sonra  | % 10,23     | % 21,16     | % 12,17     |
| 1. Dakika                | % 6,45      | % 10,56     | % 4,40      |
| 5. Dakika                | % 2,21      | % 2,70      | % 0,50      |
| 10. Dakika               | % 5,46      | % 1,25      | % 4,27      |
| 15. Dakika               | % 5,80      | % 4,52      | % 1,34      |
| 20. Dakika               | % 3,14      | % 2,48      | % 0,67      |



**Şekil 12.** Sirkadiyen ritme göre laktik asit ölçümlerinin yüzdesel değişimi (mmol/L)

Deneklerin sirkadiyen ritme göre anaerobik egzersiz sonrası 20 dakika boyunca kalp atım hızı değerleri incelendiğinde, egzersiz sonrası ölçülen KAH değerlerinde anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p < 0,01$  ve  $p < 0,05$ ) (Tablo 7). Deneklerin sirkadiyen ritme göre KAH değişimi grafiği Şekil 13'te, kalp atım hızı toparlanması ise Şekil 14'te gösterilmiştir.

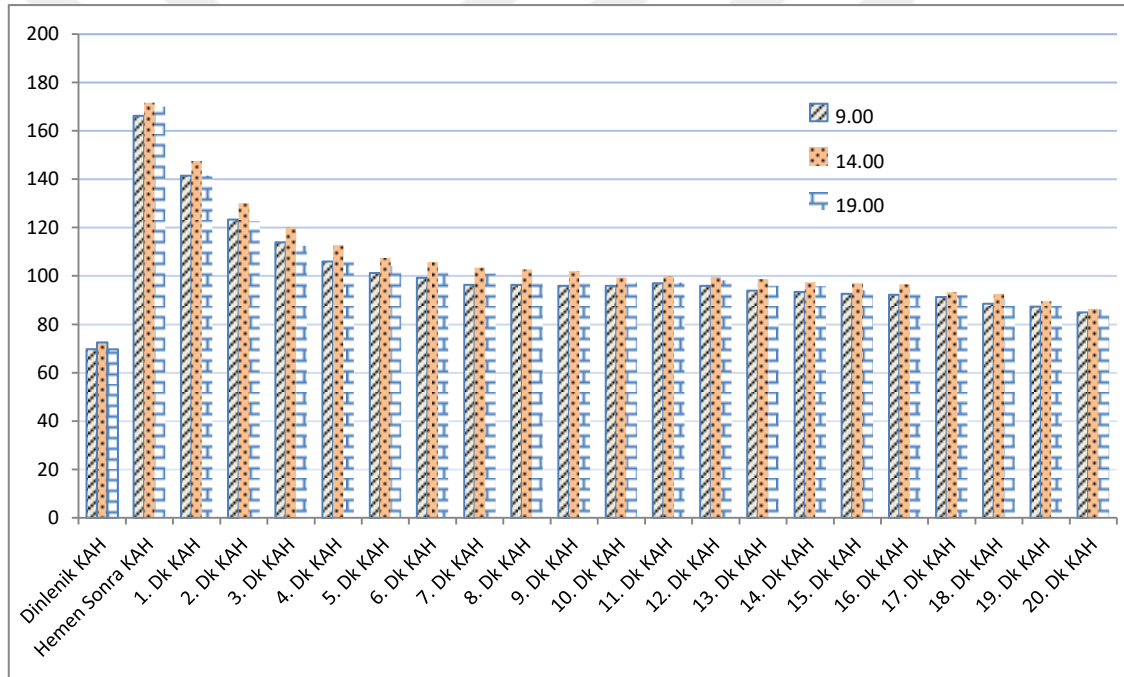
**Tablo 7.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre kalp atım hızı ölçümlerinin karşılaştırılması

| Kalp Atım Hızı (atım/dk) | Saatler   | Ortalama | SS    | F     | p                |
|--------------------------|-----------|----------|-------|-------|------------------|
| Egzersiz Öncesi Dinlenik | 09.00 (a) | 69,70    | 7,46  | 3,574 | 0,038*<br>b>a    |
|                          | 14.00 (b) | 72,55    | 7,72  |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 69,70    | 7,31  |       |                  |
| Egzersizden Hemen Sonra  | 09.00 (a) | 166,20   | 10,76 | 3,597 | 0,037*<br>b>a    |
|                          | 14.00 (b) | 171,65   | 11,78 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 170,00   | 10,42 |       |                  |
| 1. Dakika                | 09.00 (a) | 141,45   | 12,13 | 5,155 | 0,010**<br>b>a,c |
|                          | 14.00 (b) | 147,50   | 14,34 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 141,50   | 13,32 |       |                  |
| 2. Dakika                | 09.00 (a) | 123,40   | 13,63 | 6,924 | 0,003**<br>b>a,c |
|                          | 14.00 (b) | 130,10   | 14,42 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 122,65   | 13,42 |       |                  |
| 3. Dakika                | 09.00 (a) | 114,00   | 14,80 | 8,642 | 0,001**<br>b>a,c |
|                          | 14.00 (b) | 120,10   | 13,19 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 112,45   | 11,48 |       |                  |
| 4. Dakika                | 09.00 (a) | 106,00   | 14,50 | 6,077 | 0,005**<br>b>a,c |
|                          | 14.00 (b) | 112,70   | 14,16 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 107,90   | 13,01 |       |                  |
| 5. Dakika                | 09.00 (a) | 101,25   | 13,16 | 7,856 | 0,001**<br>b>a   |
|                          | 14.00 (b) | 107,40   | 14,57 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 104,10   | 12,39 |       |                  |
| 6. Dakika                | 09.00 (a) | 99,30    | 12,47 | 6,817 | 0,003**<br>b>a   |
|                          | 14.00 (b) | 105,70   | 14,65 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 101,90   | 11,63 |       |                  |
| 7. Dakika                | 09.00 (a) | 96,40    | 14,91 | 5,486 | 0,008**<br>b>a   |
|                          | 14.00 (b) | 103,45   | 15,58 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 101,10   | 11,50 |       |                  |
| 8. Dakika                | 09.00 (a) | 96,30    | 14,79 | 5,279 | 0,009**<br>b>a   |
|                          | 14.00 (b) | 102,70   | 14,58 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 99,45    | 12,07 |       |                  |
| 9. Dakika                | 09.00 (a) | 95,90    | 14,85 | 5,879 | 0,006**<br>b>a   |
|                          | 14.00 (b) | 102,00   | 14,96 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 99,80    | 12,64 |       |                  |
| 10. Dakika               | 09.00 (a) | 96,00    | 15,12 | 2,236 | 0,121            |
|                          | 14.00 (b) | 99,35    | 14,96 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 97,35    | 13,96 |       |                  |
| 11. Dakika               | 09.00 (a) | 97,05    | 15,09 | 1,703 | 0,196            |
|                          | 14.00 (b) | 99,90    | 14,78 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 97,25    | 12,05 |       |                  |
| 12. Dakika               | 09.00 (a) | 96,00    | 13,73 | 2,612 | 0,087            |
|                          | 14.00 (b) | 99,60    | 14,39 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 98,20    | 11,11 |       |                  |
| 13. Dakika               | 09.00 (a) | 93,90    | 13,14 | 3,747 | 0,033*<br>b>a    |
|                          | 14.00 (b) | 98,70    | 14,80 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 95,95    | 11,38 |       |                  |
| 14. Dakika               | 09.00 (a) | 93,45    | 12,90 | 2,157 | 0,130            |
|                          | 14.00 (b) | 97,45    | 14,44 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 95,75    | 11,30 |       |                  |
| 15. Dakika               | 09.00 (a) | 92,70    | 12,66 | 4,244 | 0,022*<br>b>a    |
|                          | 14.00 (b) | 97,00    | 12,20 |       |                  |
|                          | 19.00 (c) | 94,05    | 10,67 |       |                  |

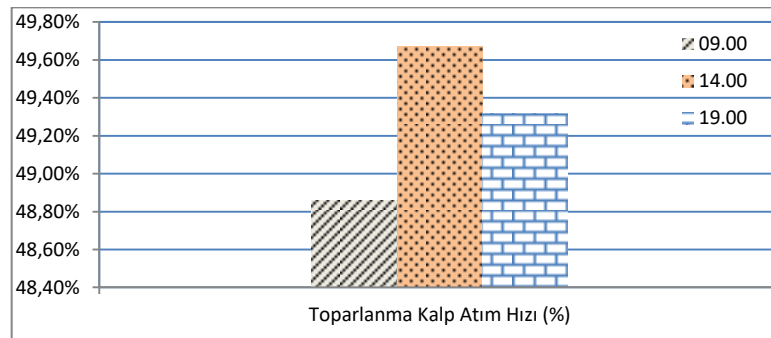
**Tablo 7.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre kalp atım hızı ölçümlerinin karşılaştırılması (devamı)

|            | 09.00 (a) | 92,30 | 12,70 |       |                 |
|------------|-----------|-------|-------|-------|-----------------|
| 16. Dakika | 14.00 (b) | 96,60 | 12,24 | 3,391 | 0,044*<br>b>a,c |
|            | 19.00 (c) | 93,65 | 9,82  |       |                 |
|            | 09.00 (a) | 91,25 | 11,33 |       |                 |
| 17. Dakika | 14.00 (b) | 93,25 | 11,12 | 0,817 | 0,450           |
|            | 19.00 (c) | 92,25 | 10,46 |       |                 |
|            | 09.00 (a) | 88,55 | 8,83  |       |                 |
| 18. Dakika | 14.00 (b) | 92,60 | 9,68  | 4,800 | 0,014*<br>b>a   |
|            | 19.00 (c) | 90,40 | 8,38  |       |                 |
|            | 09.00 (a) | 87,40 | 10,34 |       |                 |
| 19. Dakika | 14.00 (b) | 89,55 | 9,18  | 1,562 | 0,223           |
|            | 19.00 (c) | 88,60 | 9,00  |       |                 |
|            | 09.00 (a) | 85,00 | 10,47 |       |                 |
| 20. Dakika | 14.00 (b) | 86,40 | 9,44  | 0,758 | 0,476           |
|            | 19.00 (c) | 86,15 | 7,78  |       |                 |

\*\*= $p<0,01$  \*= $p<0,05$



**Şekil 13.** Sirkadiyen ritme göre kalp atım hızı (atım/dk)

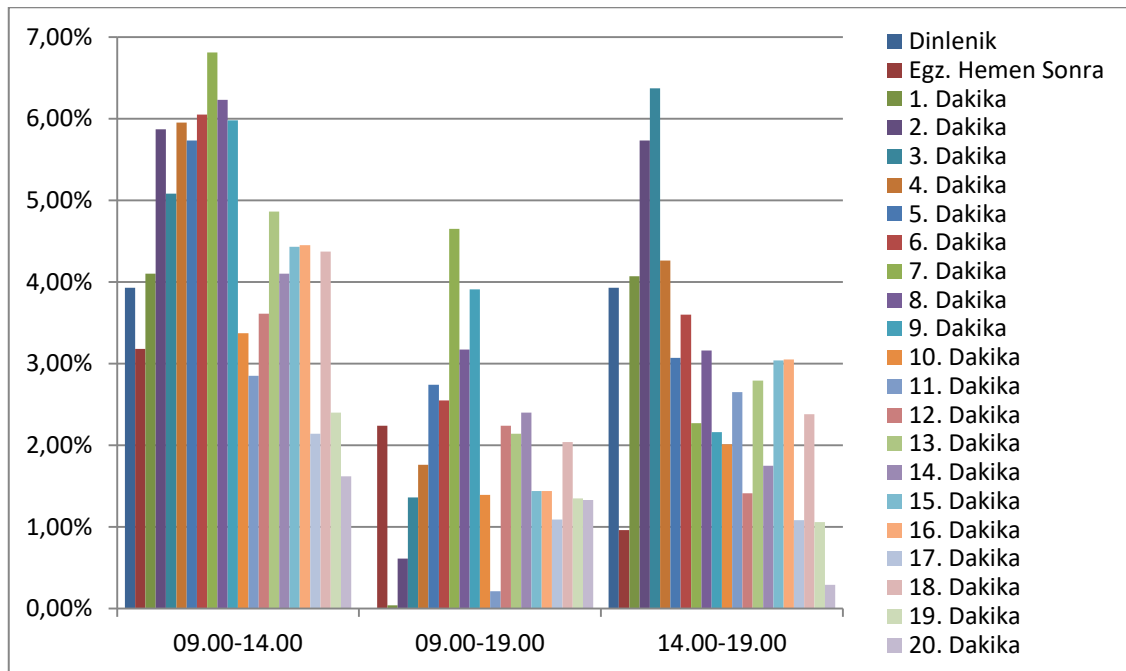


**Şekil 14.** Sirkadiyen ritme göre kalp atım hızı toparlanması

Deneklerin sirkadiyen ritme göre kalp atım hızı ölçümlerinin yüzdesel değişimi Tablo 8’de gösterilmiştir. Deneklerin sirkadiyen ritme göre kalp atım hızı ölçümlerinin yüzdesel değişim grafiği Şekil 15’te gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre kalp atım hızı ölçümlerinin yüzdesel değişimi

| Kalp Atım Hızı (atım/dk) | 09.00-14.00 | 09.00-19.00 | 14.00-19.00 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Egzersiz Öncesi Dinlenik | % 3,93      | % 0         | % 3,93      |
| Egzersizden Hemen Sonra  | % 3,18      | % 2,24      | % 0,96      |
| 1. Dakika                | % 4,10      | % 0,04      | % 4,07      |
| 2. Dakika                | % 5,87      | % 0,61      | % 5,73      |
| 3. Dakika                | % 5,08      | % 1,36      | % 6,37      |
| 4. Dakika                | % 5,95      | % 1,76      | % 4,26      |
| 5. Dakika                | % 5,73      | % 2,74      | % 3,07      |
| 6. Dakika                | % 6,05      | % 2,55      | % 3,60      |
| 7. Dakika                | % 6,81      | % 4,65      | % 2,27      |
| 8. Dakika                | % 6,23      | % 3,17      | % 3,16      |
| 9. Dakika                | % 5,98      | % 3,91      | % 2,16      |
| 10. Dakika               | % 3,37      | % 1,39      | % 2,01      |
| 11. Dakika               | % 2,85      | % 0,21      | % 2,65      |
| 12. Dakika               | % 3,61      | % 2,24      | % 1,41      |
| 13. Dakika               | % 4,86      | % 2,14      | % 2,79      |
| 14. Dakika               | % 4,10      | % 2,40      | % 1,75      |
| 15. Dakika               | % 4,43      | % 1,44      | % 3,04      |
| 16. Dakika               | % 4,45      | % 1,44      | % 3,05      |
| 17. Dakika               | % 2,14      | % 1,09      | % 1,08      |
| 18. Dakika               | % 4,37      | % 2,04      | % 2,38      |
| 19. Dakika               | % 2,40      | % 1,35      | % 1,06      |
| 20. Dakika               | % 1,62      | % 1,33      | % 0,29      |



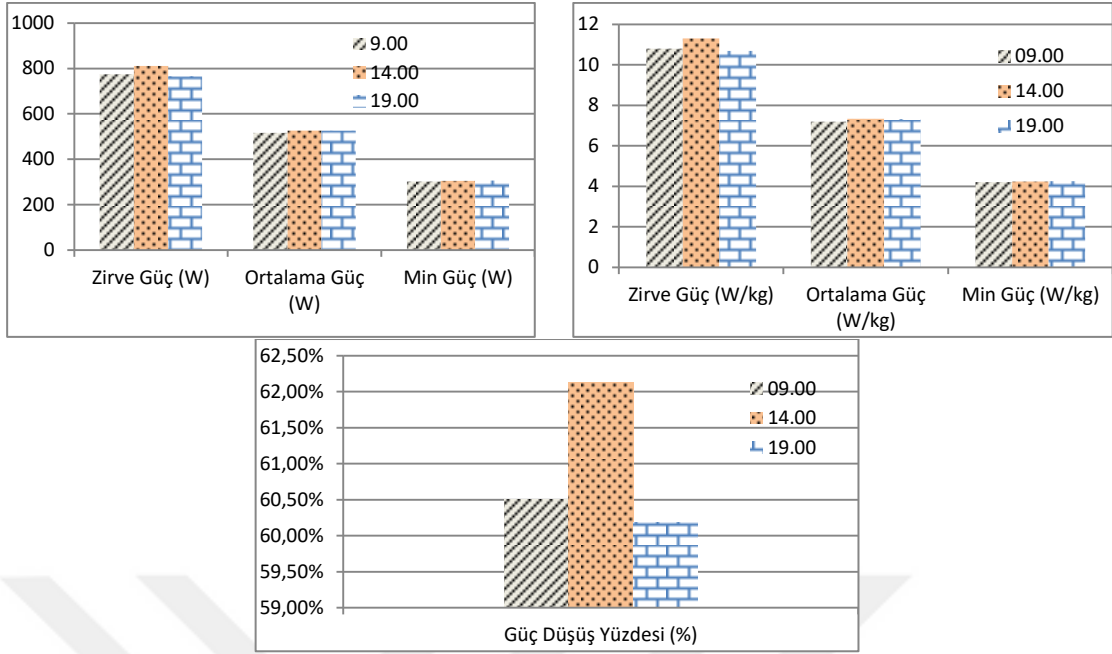
**Şekil 15.** Sirkadiyen ritme göre kalp atım hızı ölçümlerinin yüzdesel değişimi (atım/dk)

Deneklerin sirkadiyen ritme göre Wingate anaerobik performans parametreleri incelendiğinde; zirve güç değerinin saat 9.00'da 774,78±108,61 w, saat 14.00'te 810,95±111,2 w ve 19.00'da 766,36±119,28 w olarak tespit edilmiştir. Ölçülen değerlere bakıldığında zamanlar arasında sadece zirve güç değerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilirken ( $p<0,063$ ), diğer parametrelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). Saat 14.00'te sergilenen zirve güç değerinin saat 19.00'da sergilenen değerden daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 9). Deneklerin sirkadiyen ritme göre Wingate anaerobik performans parametreleri değişim grafikleri Şekil 16'da gösterilmiştir.

**Tablo 9.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre Wingate anaerobik performans parametrelerinin karşılaştırılması

| Anaerobik Güç Testi   | Saatler   | Ortalama | SS     | F     | p             |
|-----------------------|-----------|----------|--------|-------|---------------|
| Zirve Güç (W)         | 09.00 (a) | 774,78   | 108,61 | 2,969 | 0,063*<br>b>c |
|                       | 14.00 (b) | 810,95   | 111,02 |       |               |
|                       | 19.00 (c) | 766,36   | 119,28 |       |               |
| Zirve Güç (W/kg)      | 09.00 (a) | 10,79    | 1,06   | 3,063 | 0,058*<br>b>c |
|                       | 14.00 (b) | 11,30    | 1,19   |       |               |
|                       | 19.00 (c) | 10,69    | 1,04   |       |               |
| Ortalama Güç (W)      | 09.00 (a) | 516,44   | 61,20  | 1,260 | 0,295         |
|                       | 14.00 (b) | 525,63   | 60,37  |       |               |
|                       | 19.00 (c) | 525,84   | 66,22  |       |               |
| Ortalama Güç (W/kg)   | 09.00 (a) | 7,19     | 0,44   | 1,572 | 0,221         |
|                       | 14.00 (b) | 7,33     | 0,53   |       |               |
|                       | 19.00 (c) | 7,32     | 0,45   |       |               |
| Min. Güç (W)          | 09.00 (a) | 301,32   | 63,97  | 0,087 | 0,917         |
|                       | 14.00 (b) | 304,89   | 59,49  |       |               |
|                       | 19.00 (c) | 305,82   | 60,67  |       |               |
| Min. Güç (W/kg)       | 09.00 (a) | 4,20     | 0,67   | 0,114 | 0,893         |
|                       | 14.00 (b) | 4,23     | 0,55   |       |               |
|                       | 19.00 (c) | 4,25     | 0,67   |       |               |
| Güç Düşüş Yüzdesi (%) | 09.00 (a) | 60,50    | 6,60   | 0,782 | 0,465         |
|                       | 14.00 (b) | 62,13    | 6,63   |       |               |
|                       | 19.00 (c) | 60,18    | 6,46   |       |               |

\*= $p<0,063$

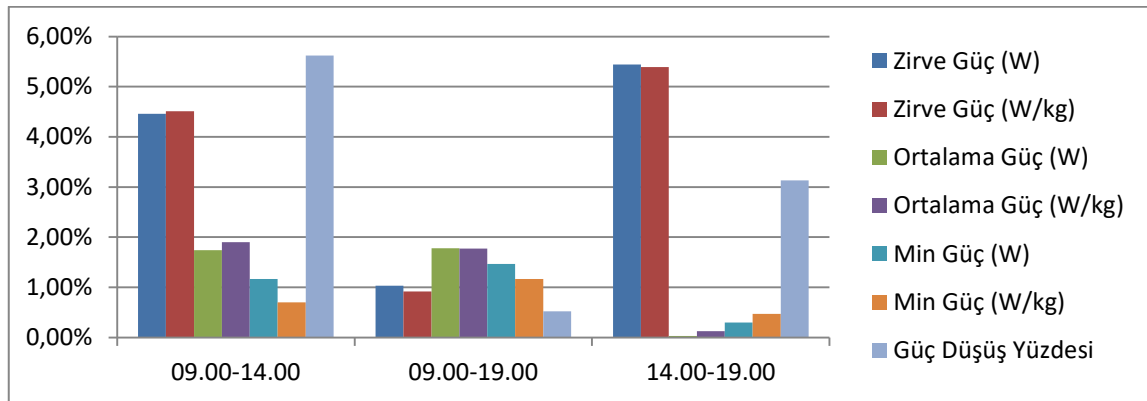


Şekil 16. Sirkadiyen ritme göre Wingate anaerobik performans parametreleri

Deneklerin sirkadiyen ritme göre Wingate anaerobik performans parametrelerinin yüzdesel değişimi Tablo 10'da, yüzdesel değişim grafiği ise Şekil 17'de gösterilmiştir.

Tablo 10. Deneklerin sirkadiyen ritme göre Wingate anaerobik performans parametrelerinin yüzdesel değişimi

| Anaerobik Güç Testi   | 09.00-14.00 | 09.00-19.00 | 14.00-19.00 |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Zirve Güç (W)         | % 4,46      | % 1,03      | % 5,44      |
| Zirve Güç (W/kg)      | % 4,51      | % 0,92      | % 5,39      |
| Ortalama Güç (W)      | % 1,74      | % 1,78      | % 0,03      |
| Ortalama Güç (W/kg)   | % 1,90      | % 1,77      | % 0,13      |
| Min. Güç (W)          | % 1,17      | % 1,47      | % 0,30      |
| Min. Güç (W/kg)       | % 0,70      | % 1,17      | % 0,47      |
| Güç Düşüş Yüzdesi (%) | % 2,62      | % 0,52      | % 3,13      |



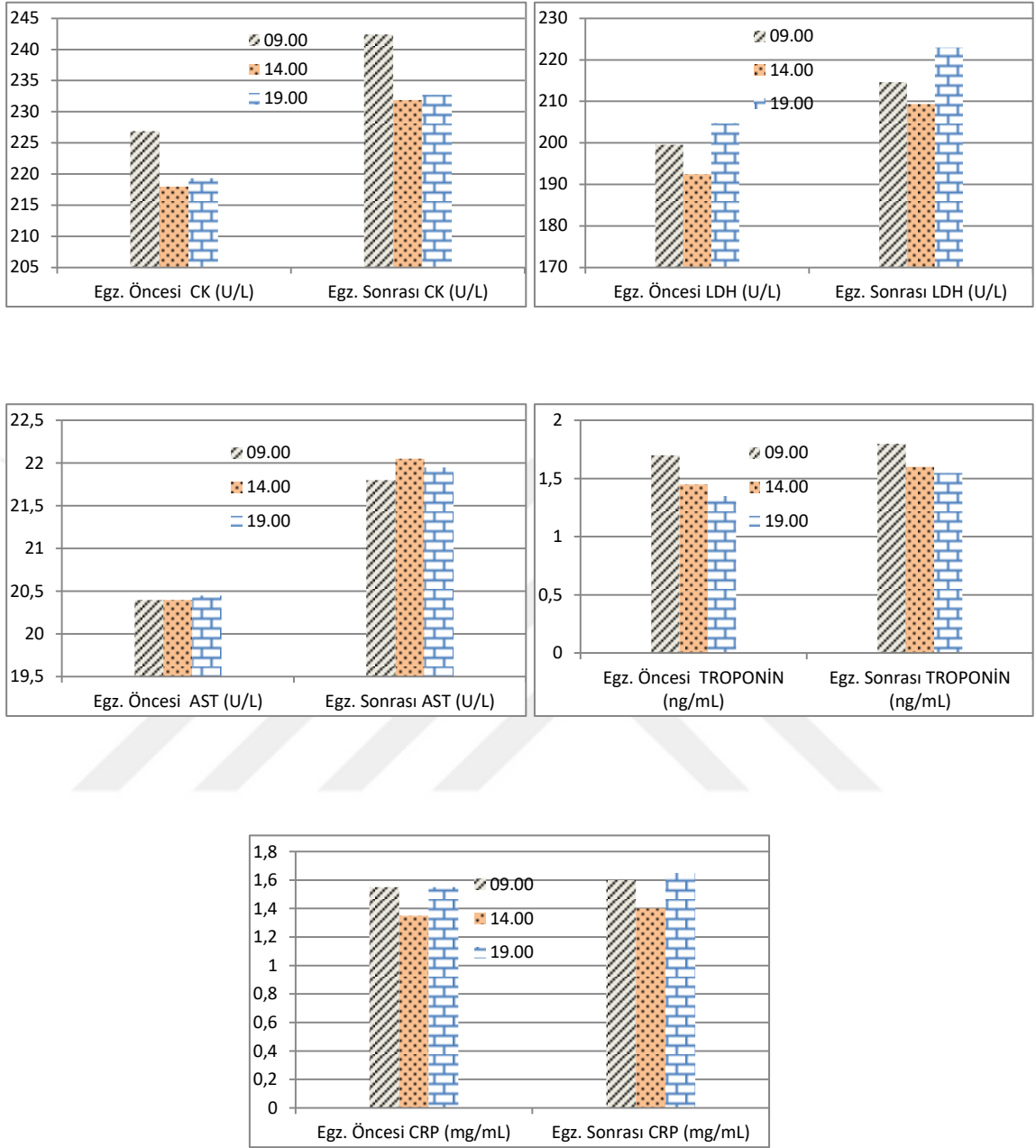
Şekil 17. Sirkadiyen ritme göre Wingate anaerobik performans parametrelerinin yüzdesel değişimi

Deneklerin sirkadiyen ritme göre kas hasarı belirteçleri olan kan parametreleri incelendiğinde, hem anaerobik egzersiz öncesi (dinlenik) hem de anaerobik egzersiz sonrası ölçülen kan parametreleri değerlerinde zaman dilimleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 11). Deneklerin sirkadiyen ritme göre kan parametrelerine ait grafikleri Şekil 18’de gösterilmiştir.

**Tablo 11.** Deneklerin Sirkadiyen ritme göre kas hasarı belirteçleri olan kan parametrelerinin karşılaştırılması

| Kan Parametreleri                | Saatler   | Ortalama | SS    | F     | p     |
|----------------------------------|-----------|----------|-------|-------|-------|
| Egz. Öncesi Kreatin Kinaz (U/L)  | 09.00 (a) | 226,85   | 56,72 | 0,215 | 0,808 |
|                                  | 14.00 (b) | 217,95   | 58,34 |       |       |
|                                  | 19.00 (c) | 219,30   | 52,75 |       |       |
| Egz. Sonrası Kreatin Kinaz (U/L) | 09.00 (a) | 242,40   | 62,72 | 0,289 | 0,751 |
|                                  | 14.00 (b) | 231,85   | 62,49 |       |       |
|                                  | 19.00 (c) | 232,70   | 57,10 |       |       |
| Egz. Öncesi LDH (U/L)            | 09.00 (a) | 199,50   | 37,64 | 1,877 | 0,167 |
|                                  | 14.00 (b) | 192,45   | 43,23 |       |       |
|                                  | 19.00 (c) | 204,75   | 40,34 |       |       |
| Egz. Sonrası LDH (U/L)           | 09.00 (a) | 214,60   | 39,29 | 1,795 | 0,180 |
|                                  | 14.00 (b) | 209,35   | 48,69 |       |       |
|                                  | 19.00 (c) | 222,95   | 42,01 |       |       |
| Egz. Öncesi AST (GOT) (U/L)      | 09.00 (a) | 20,40    | 4,11  | 0,003 | 0,997 |
|                                  | 14.00 (b) | 20,40    | 3,55  |       |       |
|                                  | 19.00 (c) | 20,45    | 3,03  |       |       |
| Egz. Sonrası AST (GOT) (U/L)     | 09.00 (a) | 21,80    | 3,82  | 0,049 | 0,953 |
|                                  | 14.00 (b) | 22,05    | 3,78  |       |       |
|                                  | 19.00 (c) | 21,95    | 3,32  |       |       |
| Egz. Öncesi Troponin (ng/mL)     | 09.00 (a) | 1,70     | 0,47  | 3,687 | 0,103 |
|                                  | 14.00 (b) | 1,45     | 0,51  |       |       |
|                                  | 19.00 (c) | 1,35     | 0,49  |       |       |
| Egz. Sonrası Troponin (ng/mL)    | 09.00 (a) | 1,80     | 0,41  | 1,822 | 0,260 |
|                                  | 14.00 (b) | 1,60     | 0,50  |       |       |
|                                  | 19.00 (c) | 1,55     | 0,51  |       |       |
| Egz. Öncesi CRP (mg/mL)          | 09.00 (a) | 1,55     | 0,51  | 1,357 | 0,354 |
|                                  | 14.00 (b) | 1,35     | 0,49  |       |       |
|                                  | 19.00 (c) | 1,55     | 0,51  |       |       |
| Egz. Sonrası CRP (mg/mL)         | 09.00 (a) | 1,60     | 0,50  | 2,005 | 0,150 |
|                                  | 14.00 (b) | 1,40     | 0,50  |       |       |
|                                  | 19.00 (c) | 1,65     | 0,49  |       |       |



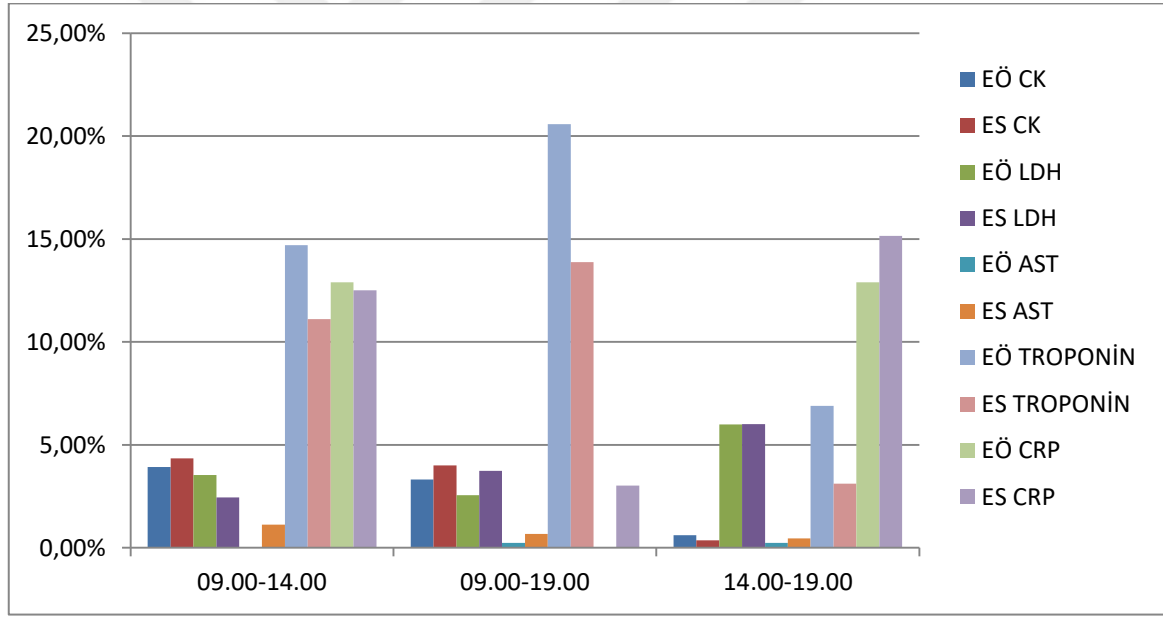


**Şekil 18.** Sirkadiyen ritme göre kas hasarı belirteçleri olan kan parametreleri

Deneklerin sirkadiyen ritme göre kas hasarı belirteçleri olan kan parametrelerinin yüzdesel değişimi Tablo 12’de, yüzdesel değişim grafiği ise Şekil 19’da gösterilmiştir.

**Tablo 12.** Deneklerin Sirkadiyen ritme göre kas hasarı belirteçleri olan kan parametrelerinin yüzdesel değişimi

| Kan Parametreleri                | 09.00-14.00 | 09.00-19.00 | 14.00-19.00 |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Egz. Öncesi Kreatin Kinaz (U/L)  | % 3,92      | % 3,32      | % 0,61      |
| Egz. Sonrası Kreatin Kinaz (U/L) | % 4,35      | % 4,00      | % 0,36      |
| Egz. Öncesi LDH (U/L)            | % 3,53      | % 2,56      | % 6,00      |
| Egz. Sonrası LDH (U/L)           | % 2,44      | % 3,74      | % 6,01      |
| Egz. Öncesi AST (GOT) (U/L)      | % 0         | % 0,24      | % 0,24      |
| Egz. Sonrası AST (GOT) (U/L)     | % 1,13      | % 0,68      | % 0,45      |
| Egz. Öncesi Troponin (ng/mL)     | % 14,70     | % 20,58     | % 6,89      |
| Egz. Sonrası Troponin (ng/mL)    | % 11,11     | % 13,88     | % 3,12      |
| Egz. Öncesi CRP (mg/mL)          | % 12,90     | % 0         | % 12,90     |
| Egz. Sonrası CRP (mg/mL)         | % 12,50     | % 3,03      | % 15,15     |

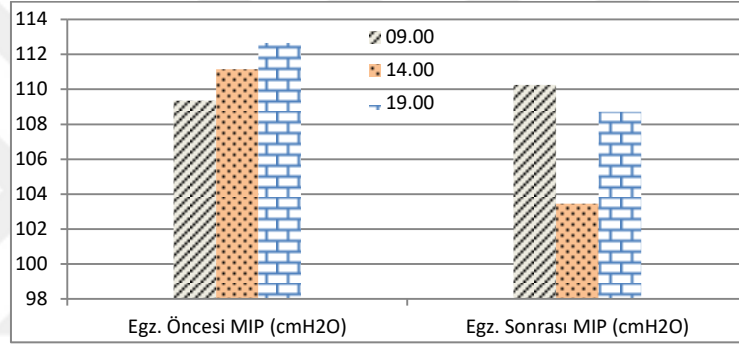


**Şekil 19.** Sirkadiyen ritme göre kas hasarı belirteçleri olan kan parametrelerinin yüzdesel değişimi

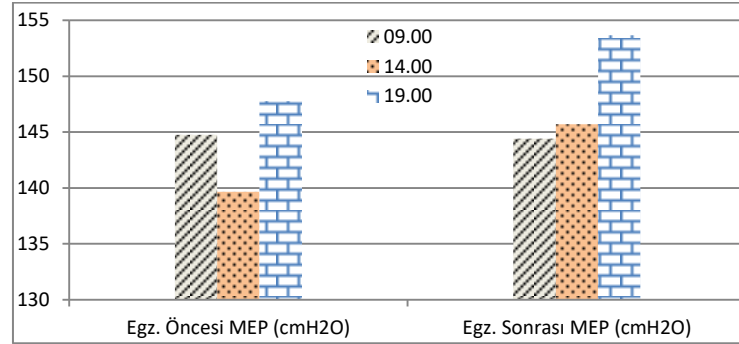
Deneklerin sirkadiyen ritme göre egzersiz öncesi ve sonrası solunum kas kuvveti parametreleri incelendiğinde, hem MIP hem de MEP parametreleri değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 13). Deneklerin sirkadiyen ritme göre solunum kas kuvveti parametrelerine ait grafikler Şekil 20 ve Şekil 21’de gösterilmiştir.

**Tablo 13.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre solunum kas kuvveti parametrelerinin karşılaştırılması

| Solunum Kas Kuvveti (cmH <sub>2</sub> O) | Saatler   | Ortalama | SS    | F     | p     |
|--|-----------|----------|-------|-------|-------|
| Egz Öncesi MIP                           | 09.00 (a) | 109,35   | 21,98 | 0,379 | 0,678 |
|  | 14.00 (b) | 111,15   | 25,13 |       |       |
|  | 19.00 (c) | 112,65   | 26,90 |       |       |
| Egz. Sonrası MIP                         | 09.00 (a) | 110,25   | 28,05 | 2,596 | 0,088 |
|  | 14.00 (b) | 103,45   | 21,47 |       |       |
|  | 19.00 (c) | 108,70   | 25,14 |       |       |
| Egz Öncesi MEP                           | 09.00 (a) | 144,75   | 30,56 | 2,215 | 0,123 |
|  | 14.00 (b) | 139,65   | 22,93 |       |       |
|  | 19.00 (c) | 147,75   | 27,63 |       |       |
| Egz Sonrası MEP                          | 09.00 (a) | 144,40   | 32,40 | 2,221 | 0,122 |
|  | 14.00 (b) | 145,70   | 26,03 |       |       |
|  | 19.00 (c) | 153,65   | 31,49 |       |       |



**Şekil 20.** Sirkadiyen ritme göre MIP değerleri (cmH<sub>2</sub>O)

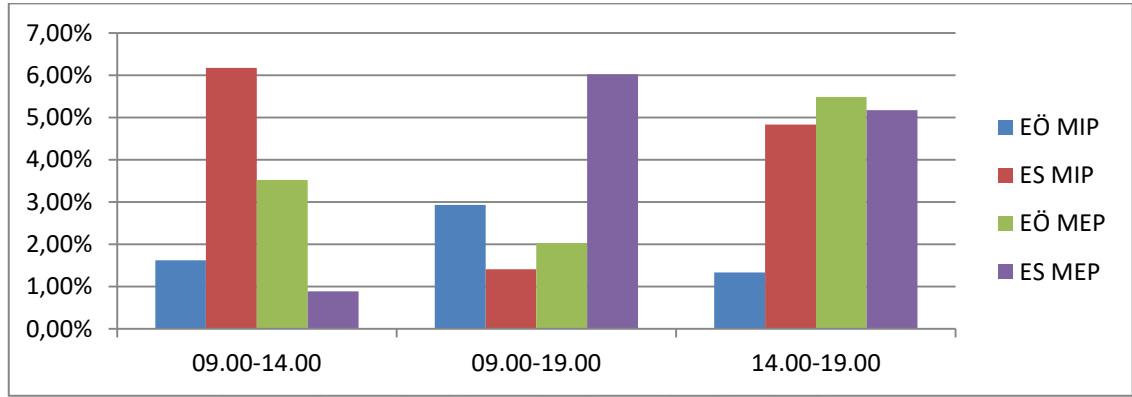


**Şekil 21.** Sirkadiyen ritme göre MEP değerleri (cmH<sub>2</sub>O)

Deneklerin sirkadiyen ritme göre solunum kas kuvveti parametrelerinin yüzdesel değişimi Tablo 14’te, yüzdesel değişim grafiği ise Şekil 22’de gösterilmiştir.

**Tablo 14.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre solunum kas kuvveti parametrelerinin yüzdesel değişimi

| Solunum Kas Kuvveti (cmH <sub>2</sub> O) | 09.00-14.00 | 09.00-19.00 | 14.00-19.00 |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Egz. Öncesi MIP                          | % 1,62      | % 2,93      | % 1,33      |
| Egz. Sonrası MIP                         | % 6,17      | % 1,41      | % 4,83      |
| Egz. Öncesi MEP                          | % 3,52      | % 2,03      | % 5,48      |
| Egz. Sonrası MEP                         | % 0,89      | % 6,02      | % 5,17      |

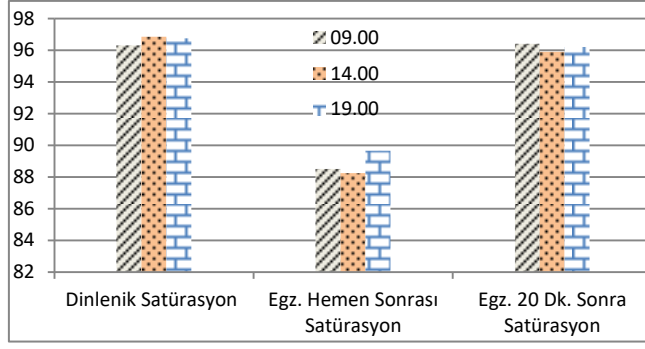


**Şekil 22.** Sirkadiyen ritme göre MIP-MEP değerleri yüzdesel değişimi (cmH<sub>2</sub>O)

Deneklerin sirkadiyen ritme göre dinlenik, egzersiz hemen sonrası ve egzersizden 20 dakika sonrasında ki satürasyon (kandaki oksijen doygunluğu) değerleri incelendiğinde; farklı zamanlardaki satürasyon değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). (Tablo 15). Deneklerin sirkadiyen ritme göre egzersiz hemen sonrası ve egzersizden 20 dakika sonrasında ki satürasyon değerlerine ait grafik Şekil 23'te gösterilmiştir.

**Tablo 15.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre satürasyon değerlerinin karşılaştırılması

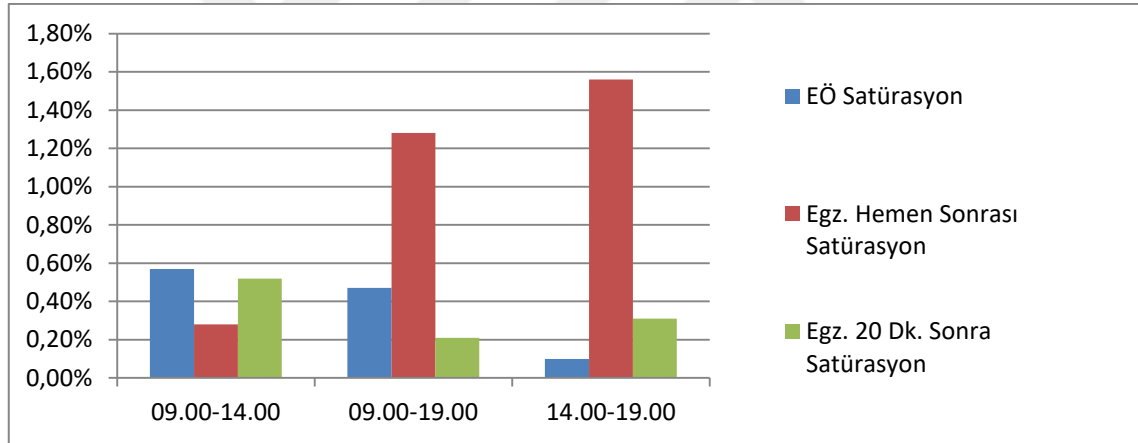
| Satürasyon (SaO <sub>2</sub> ) | Saatler   | Ortalama | SS   | F     | p     |
|--------------------------------|-----------|----------|------|-------|-------|
| Egz. Öncesi Satürasyon         | 09.00 (a) | 96,30    | 1,08 | 1,509 | 0,232 |
|                                | 14.00 (b) | 96,85    | 0,88 |       |       |
|                                | 19.00 (c) | 96,75    | 1,02 |       |       |
| Egz. Hemen Sonrası Satürasyon  | 09.00 (a) | 88,50    | 4,03 | 1,371 | 0,266 |
|                                | 14.00 (b) | 88,25    | 5,06 |       |       |
|                                | 19.00 (c) | 89,65    | 3,91 |       |       |
| Egz. 20 Dk. Sonra Satürasyon   | 09.00 (a) | 96,40    | 1,19 | 1,711 | 0,194 |
|                                | 14.00 (b) | 95,90    | 1,25 |       |       |
|                                | 19.00 (c) | 96,20    | 0,77 |       |       |



Şekil 23. Sirkadiyen ritme göre satürasyon (SaO<sub>2</sub>)

Tablo 16. Deneklerin sirkadiyen ritme göre satürasyon değerlerinin yüzdesel değişimi

| Satürasyon (SaO <sub>2</sub> ) | 09.00-14.00 | 09.00-19.00 | 14.00-19.00 |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Egz. Öncesi Satürasyon         | % 0,57      | % 0,47      | % 0,10      |
| Egz. Hemen Sonrası Satürasyon  | % 0,28      | % 1,28      | % 1,56      |
| Egz. 20 Dk. Sonra Satürasyon   | % 0,52      | % 0,21      | % 0,31      |

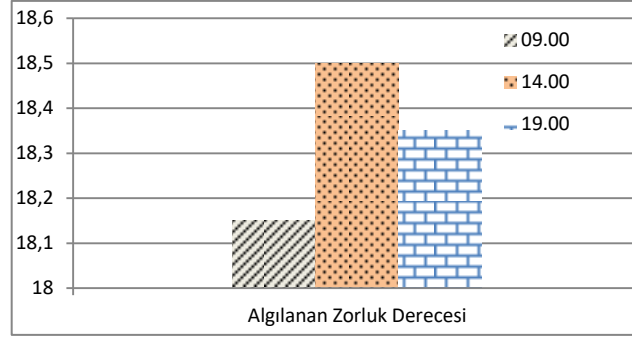


Şekil 24. Sirkadiyen ritme göre satürasyon değerlerinin yüzdesel değişimi (SaO<sub>2</sub>)

Deneklerin sirkadiyen ritme göre anaerobik egzersiz sonrası algılanan zorluk derecesi (AZD) değerleri incelendiğinde; anaerobik egzersizden sonra algılanan zorluk derecesi değerlerinin farklı zamanlarda anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ). (Tablo 17) Deneklerin sirkadiyen ritme göre anaerobik egzersiz sonrası algılanan zorluk derecesine ait grafik Şekil 25'te gösterilmiştir.

Tablo 17. Deneklerin sirkadiyen ritme göre algılanan zorluk derecesinin karşılaştırılması

|                           | Saatler   | Ortalama | SS   | F     | p     |
|---------------------------|-----------|----------|------|-------|-------|
| Algılanan Zorluk Derecesi | 09.00 (a) | 18,15    | 0,75 | 0,594 | 0,557 |
|                           | 14.00 (b) | 18,50    | 1,05 |       |       |
|                           | 19.00 (c) | 18,35    | 1,09 |       |       |

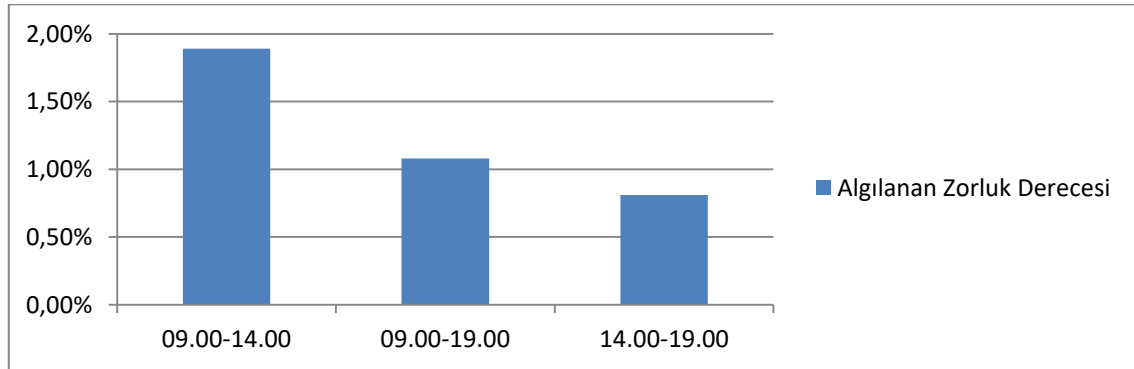


**Şekil 25.** Sirkadiyen ritme göre algılanan zorluk derecesi değerleri

Deneklerin sirkadiyen ritme göre algılanan zorluk derecesinin yüzdesel değişimi incelendiğinde, saat 9.00’da ve saat 14.00’te ölçülen algılanan zorluk derecesi yüzdesel değişimi % 1,89, saat 9.00’da ve saat 19.00’da ölçülen algılanan zorluk derecesi yüzdesel değişimi % 1,08, son olarak saat 14.00’te ve saat 19.00’te ölçülen algılanan zorluk derecesi yüzdesel değişimi % 0,81 olduğu tespit edilmiştir (Tablo 18). Deneklerin sirkadiyen ritme göre vücut sıcaklığı ölçümlerinin yüzdesel değişim grafiği Şekil 26’da gösterilmiştir.

**Tablo 18.** Deneklerin sirkadiyen ritme göre algılanan zorluk derecesinin yüzdesel değişimi

|                           | 09.00-14.00 | 09.00-19.00 | 14.00-19.00 |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Algılanan Zorluk Derecesi | % 1,89      | % 1,08      | % 0,81      |



**Şekil 26.** Sirkadiyen ritme göre algılanan zorluk değerlerinin yüzdesel değişimi

## 5. TARTIŞMA

Zaman planlaması yaparken bedenimizin ve zihnimizin en verimli saatlerini bilmek önemlidir. Bu bağlamda, sportif performanstaki verimliliğin üst düzeyde olabilmesi için performansın sergileneceği zaman çok önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır (Atkinson ve Reilly, 1996; Manfredini ve ark., 1998; Shephard, 1999). Performans açısından ritmik değişikliklerin en çarpıcısı düzenli bir biyolojik ritim olan sirkadiyen ritimdir. Sirkadiyen ritmimiz (günlük biyolojik saat) temel olarak beynimizin arka planında sürekli çalışan ve düzenli aralıklarla uyku ve uyanıklık arasında geçen 24 saatlik bir iç saattir. Sportif performansın fizyolojik, psikolojik ve mental bileşenleri, sirkadiyen ritim nedeniyle gün içinde farklılaşmaktadır (Winget ve ark., 1985). Bütün bunlar, sirkadiyen ritmin sportif performansa önemli bir etkisini ima etmektedir. Sporcuların, spor bilimcilerin ve antrenörlerin insanın biyolojik yapısından kaynaklanan ritmik farklılıkları bilmesi verimin ya da performansın geliştirilmesine büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu araştırmada sirkadiyen ritim etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

### 5.1. Sirkadiyen Ritme Göre Vücut Sıcaklığı

Vücut sıcaklığı sirkadiyen değişimlerin göstergesi olarak kullanılmaktadır (Kin-İşler, 2005). Bu çalışmada deneklerin günün farklı saatlerindeki (09.00, 14.00 ve 19.00) vücut sıcaklıkları incelendiğinde, saat 19.00'da ölçülen vücut sıcaklığı değerinin saat 09.00 ve 14.00'te ölçülen değerlerden, saat 14.00'te ölçülen vücut sıcaklığı değerinin saat 9.00'da ölçülen değerden istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada sirkadiyen ritmin vücut sıcaklığı üzerine olan etkisinin anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada da, vücut sıcaklığının gün içerisindeki değişimi dinlenik iken sabah ve akşam arasında yaklaşık olarak 0.50°C, öğlen ve akşam saatleri arasında ise 0.24°C civarında farklılık olduğu görülmüştür.

Alan yazın incelendiğinde vücut sıcaklığının gün içerisindeki değişimlerinin araştırıldığı benzer çalışmalarda benzer sonuçların saptandığı birçok çalışmanın olduğu tespit edilmiştir. Hemen hemen bütün çalışmalarda vücut sıcaklıklarındaki en düşük değerlerin sabah, en yüksek değerlerin ise akşam saatlerinde tespit edildiği görülmektedir (Reilly ve Brooks, 1990; Hill ve Smith, 1991; Melhim, 1993; Atkinson ve Reilly, 1996; Akkurt ve ark., 1996; Reilly ve ark., 1997; Bernard ve ark., 1998; Şekir ve ark., 2002; Racinais ve ark., 2004; Drust ve ark., 2005; Kin-İşler, 2005; Venugopal

ve ark., 2010; Souissi ve ark., 2012; Chtourou ve ark., 2011; Can, 2014). Dolayısıyla bu çalışma sonuçlarının literatür bulgularıyla paralellik gösterdiğini söyleyebiliriz.

Can (2014), çalışmasında günün 5 farklı zamanında vücut sıcaklığında elde ettiği bulgular akşam saat 17.30-19.30 değerleri ( $36,51 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ) sabah saat 08.30-10.30 ( $35,86 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ) değerlerinden istatistiksel anlamda yüksek bulunmuştur. Hammouda ve ark. (2012), çalışmalarında futbolcularda vücut sıcaklığının 17.00'da daha yüksek olduğunu bulmuştur. Yine Özdamar (2009) 12 kadın sporcunun günün farklı zamanlarında ölçülen vücut sıcaklığı değerleri üzerine yapmış olduğu çalışmada, akşam 17.00 de ölçülen değer ile sabah 09.00 da ölçülen değer arasında anlamlı bir farklılık olduğunu belirtmiştir. Reilly ve Down (1992)'de yaptıkları çalışmalarında 18-22 yaş aralığında ki 12 gönüllü erkek sporcuya günün farklı saatlerinde uyguladıkları egzersiz sonrası alınan ölçümler sonucunda 18.00'deki vücut sıcaklığı değeri diğer ölçüm saatlerindeki değerlerden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Yine farklı bir çalışmada Reilly ve ark. (2007), 16 sporcu üzerinde yaptığı çalışmada farklı gün ve saatte (8.00, 12.00, 16.00, 20.00), vücut sıcaklığı ve bazı parametrelerin değerlerini karşılaştırmışlar. Çalışma sonucunda, vücut sıcaklığı değerlerinde anlamlı farklılıklar bulunmuşlardır ve vücut sıcaklığında en yüksek değere akşamın erken saatlerinde (16.00) ulaşıldığını belirtmişlerdir.

Yapılan bu çalışmayla ilgili benzer bir çalışmada, Kin-İşler (2005), 14 gönüllü denek ile üç farklı gün ve farklı saatlerde (09.00, 13.00 ve 17.00) ölçüm yaptığı çalışmasında, oral vücut sıcaklığına bakıldığında anlamlı bir sirkadiyen ritim etkisi gözlemlendiğini ve saat 09.00'daki oral vücut sıcaklığı değerleri saat 13.00 ve 17.00'de elde edilen oral vücut sıcaklığı değerlerinden istatistiksel olarak daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Yine farklı bir çalışmada Akkurt ve ark. (1996), orta derecede antrenman düzeyine sahip 16 gönüllü erkek deneğe saat 08.30-10.00 (sabah) ve 15.30-18.00 (öğleden sonra) submaksimal ve maksimal testler uyguladıkları araştırmalarında, öğleden sonraki oral vücut sıcaklığı sabah ölçülen oral vücut sıcaklığından anlamlı derecede yüksek bulunmuşlardır. Bir başka çalışmada Atkinson ve ark. (2005), 8 bisikletçi üzerinde yaptıkları çalışmada, kulak içi sıcaklığının sabah 07.30'da yapılan ölçümlere göre akşam 17.30'da yapılan ölçümlerin anlamlı düzeyde yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu farkın daha az ya da anlamlı düzeyde olmadığı çalışmalarda bulunmaktadır (Booth ve ark., 1997; Nicolas ve ark., 2008; Özçelik ve Güvenç, 2016).



Farklı sonuçların ortaya çıkması, ölçüm yöntemlerinin değişkenliği, mevsim farklılıkları, ortam ısı ve nemden kaynaklandığı düşünülebilir.

Sabah saatlerinde vücut ısısındaki düşüşe bağlı olarak düşük kas ısısı, sarkoplazmik retikulumdan salgılanan kalsiyum azlığı nedeni ile kas kasılabilirlik özelliğini iyi düzeyde yerine getiremez ve kas daha az güç üretir. Öğleden sonra vücut ısısının artışına bağlı olarak kasta oluşan ısı artışı, sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımını artırır, böylelikle kasın kasılabilirliğine bağlı olarak güç düzeyinde artış olur (Racinais, 2010).

Sedanterlerde, dinlenme enzim değerlerinin günlük değişimlerinin vücut sıcaklığının değişimine bağlı olduğu bildirilmiştir. Öğleden sonra incelenen laktat ve enzimlerin akropazları vücut sıcaklığın tepe noktasıyla aynı zamana denk geldiği belirtilmiştir (Rivera-Coll ve ark., 1993).

## **5.2. Sirkadiyen Ritme Göre Laktik Asit**

Çalışmada egzersiz sonrası toparlanma düzeyini tespit edebilmek için deneklerin farklı zamanlardaki (09.00, 14.00 ve 19.00) dinlenik, anaerobik egzersiz hemen sonrası, 1, 5, 10, 15 ve 20. dakika laktik asit değerleri incelendiğinde, egzersizden hemen sonra ölçülen laktik asit değerlerinde anlamlı farklılık tespit edilirken, diğer sürelerde ölçülen LA değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Saat 19.00'da egzersizden hemen sonra ölçülen LA değerinin 09.00'da ölçülen LA değerinden istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur. Saat 19.00'da yapılan wingate anaerobik güç testinde power drop yüzdesi yani sergilenen gücün düşüş yüzdesi, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da diğer zamanlara göre daha düşüktür. İstenen durum gerçekleştirilen performansı devam ettirebilme yeteneğinin yüksek olmasıdır. Saat 19.00'da yapılan Wingate testinde 30 sn boyunca gösterilen performanstaki güç düşüşü diğer saatlere göre daha az gerçekleşmiştir. Yani saat 19.00'da gönüllülerin performanslarını devam ettirebilme yeteneklerinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu yeteneğin daha yüksek olduğu zamandaki laktik asit konsantrasyonunun yüksek olması, egzersizden hemen sonraki LA miktarının saat 19.00'da neden daha yüksek bulunduğunu açıklayabilir. Dolayısıyla sporcuların devamlılık gerektiren egzersizleri akşam saatlerinde yapması tavsiye edilebilir.

Alan yazın incelendiğinde günün farklı zamanlarında yapılan egzersiz sonrası toparlanma belirteci olarak laktik asit konsantrasyonunun kullanıldığı çok fazla çalışma

bulunmamaktadır. Literatürde olan çalışmaların da bu konuda tam bir tespit sağladığı söylenemez.

Atkinson ve ark. (2005), yapmış oldukları çalışmada yapılan maksimal güç testi sonrasında kan laktat konsantrasyonunun sabah yapılan testlerde anlamlı düzeyde daha düşük olduğu bildirilmiştir. Özdamar'ın (2009) çalışmasında dinlenik kan laktat değerlerinin ortalaması 09.00'da  $1.26 \pm 0,3$  mmol/L, 13.00'te  $1.08 \pm 0,3$  mmol/L, 17.00'de  $1.09 \pm 0,2$  mmol/L olarak tespit etmiştir. Dinlenik kan laktat değerlerinde de en düşük değer öğle saatinde (13.00) yapılan ölçümlerde görülmüştür. Çalışmamızda benzer olarak dinlenik LA değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yine aynı çalışmada deneklerin koşu bandında koştukları egzersizlerin 7 km/saat hızda başlayarak arttırılmalı giden 13 km/saat hıza kadarki laktat düzeyleri sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Özdamar, 2009).

Gökbel ve Dölek'in (1995), çalışmalarında 13-17 yaşlarındaki erkek öğrencilerde Wingate testi sonrası 5 ve 10. dakikalarda kan laktat konsantrasyonu, sırasıyla,  $8,6 \pm 2,4$  ve  $8,2 \pm 2,5$  mmol/L olarak tespit etmişlerdir. Yine farklı bir çalışmada Perez ve ark. (1986), ise yaş ortalaması 25,7 yıl olan erkeklerde Wingate testi sonrası 3. dakikadaki kan laktat düzeyinin  $13,2$  mmol/L olduğunu bildirmişlerdir. Souissi ve ark. (2007), tarafından yapılan çalışmada kan laktat değerleri arasında anlamlı bir değişimin olmadığı görülmüştür. Yine Şekir ve ark. (2002), araştırmalarında farklı zamanlarda ölçülen laktik asit değerleri arasında anlamlı farklılık tespit etmemişlerdir.

### **5.3. Sirkadiyen Ritme Göre Kalp Atım Hızı**

Bu çalışmada sirkadiyen ritme göre anaerobik egzersiz sonrası toparlanma düzeyini tespit edebilmek için deneklerin günün farklı saatlerinde (09.00, 14.00 ve 19.00) uygulanan anaerobik egzersiz protokolünün hemen ardından 20 dakika boyunca kalp atım hızı (KAH) değerleri incelenmiştir. Egzersiz sonrası ölçülen KAH değerlerinde anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Toparlanmanın 18. dakikasına kadar KAH saat 14.00'te daha yüksektir. Ancak toparlanmanın 19 ve 20. dakikasında her üç zaman diliminde ölçülen KAH değerinin benzer olduğu görülmüştür. Bu durum saat 14.00'teki toparlanmanın daha iyi olduğunu göstermektedir. Toparlanmayı yüzde olarak incelediğimizde de, saat 14.00'te ölçülen değer (%49,67); 09.00 (%48,86) ve 19.00 (%49,32) saatlerinde ölçülen değerlerden daha yüksek ortalama değerlerde olduğu tespit

edilmiştir. Yani toparlanma oranları açısından da, 14.00 saatlerinde KAH daha fazla toparlanma eğilimi göstermektedir.

Çalışmamızda 14.00'te sergilenen anaerobik performans sonrası KAH'nın daha yüksek çıkmasının nedeni ise, öğlen saatinde zirve güç'ün daha yüksek sergilenmesi olabilir. Yani kişinin kendini daha fazla öğlen saatinde zorlayabildiği görülmektedir. Öğlen saatinde daha yüksek zirve güç sergilenmesine ve daha yüksek KAH değerine rağmen, 20. toparlanma dakikasında KAH değeri 3 ayrı zaman diliminde benzerdir. Yani kişi hem kendini daha fazla zorlayabilmekte hem de toparlanması diğer zamanlarla benzerlik göstermektedir. Sirkadiyen ritme göre fizyolojik olarak öğlen saatlerinde toparlanma eğiliminin yüksek olduğu söylenebilir. Bu sonuçtan yola çıkarak yüksek güç gerektiren antrenmanların öğlen saatlerinde yapılması tavsiye edilebilir.

Literatürde sirkadiyen ritme göre toparlanma değişimini inceleyen az sayıdaki çalışmada (Güneş, 1998; Güvenç, 2004; Nicolas ve ark., 2007; Waterhouse ve ark., 2007b; Morris, 2009), genellikle KAH değişkeni üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

Literatürde KAH toparlanma düzeyinin sabah saatlerine göre akşamüstü saatlerinde daha düşük olduğunu gösteren araştırmalar mevcuttur (Güneş, 1998; Güvenç, 2004; Nicolas ve ark., 2007).

Güneş ve ark. (1998), yapmış oldukları çalışmalarında anaerobik yüksek şiddetli bir yüklenme sonrasında toparlanma periyoduna ait KAH bulgularında 5. toparlanma dakikasında saat 18.00'de yapılan ölçümlerin gün içerisinde en yüksek, sabah 03.00'te ise en düşük olduğunu bildirmektedir. Yine Özçelik (2012), çalışmasında akşam saatlerinde KAH zirve değerinin en yüksek, toparlanma hızının ise en düşük olduğunu tespit etmiştir.

Morris (2009) çalışmasında sabah ve akşam saatlerinde yapılan egzersiz sonrası toparlanma KAH arasında anlamlı farklılık olmadığını tespit etmiştir. Yapılan bu çalışmada da benzer sonuçlar tespit edilmiştir. Ancak bu çalışmada ek olarak öğle saatinde (14.00) toparlanma KAH da ölçülmüş ve diğer iki saatten anlamlı (09.00 ve 19.00) derecede düşük olduğu tespit edilmiştir.

Literatürde yer alan diğer birkaç çalışmada (Güneş ve ark., 1998; Özçelik, 2012) en hızlı toparlanma zamanının "akşam" olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızın bulgusu ile literatürdeki bu çalışmalar arasında farklılıkların bulunmasının nedeni

uygulanan testlerin farklılığı, gün içerisinde farklı saat dilimlerinde ölçümlerin yapılması, ölçüm yöntemlerinin farklı olması, araştırma grubu farklılıkları ya da iklimsel ve mevsimsel farklılıklar gibi etkenlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Anaerobik güç testi (WAnT) sonrası bir dakikalık aralarla, beş dakika boyunca kaydedilen toparlanma kalp atım hızlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada da sabah-akşam farkı gözlenmiştir. İlk dört dakikada ölçülen KAH değerlerinde sabah-akşam farkı anlamlıdır. İlgili çalışmada 5. dakikada ki KAH toparlanma farkı da anlamlı bulunmuş ve bu parametrenin akşam değerinin, sabaha göre %1,8 oranında daha fazla olduğu bildirilmiştir (akt. Özçelik, 2012; Güvenç, 1999).

Cohen, maksimum şiddetteki yüklenmelere KAH cevaplarındaki günlük ritmi araştırdığı çalışmasında, günün yedi farklı zamanında ölçüm yapmıştır (04.00, 08.00, 12.00, 15.00, 18.00, 21.00 ve 24.00 saatlerinde). En düşük dinlenik ve test sonu değerlerini saat 04.00 ve 08.00, en yüksek değerleri ise saat 18.00'de belirlemiş ve bu değerlerinin ortalamalarındaki sabah-akşam farkını istatistiksel olarak anlamlı bulmuştur (akt. Özçelik, 2012; Cohen, 1980).

Bir başka çalışmada da yine Cohen ve Muehl dinlenik kalp atım hızı, maksimum şiddetteki 30 saniyelik yüklenme sonrası KAH ve toparlanmanın ilk 6 dakikasındaki KAH değerlerini karşılaştırmışlardır. En düşük istirahat KAH değerlerini 04.00 ila 08.00 saatleri arasında, en yüksek istirahat KAH değerlerini ise 18.00 ila 24.00 saatleri arasında tespit etmişlerdir. Egzersiz sonrası ve toparlanma KAH'larında da benzer sonuçlar tespit etmelerinin yanı sıra, bu KAH değerlerinin ortalamaları arasındaki sabah-akşam farklılıklarının daha da arttığını bildirmişlerdir (akt. Özçelik, 2012).

Waterhouse ve ark. (2007b), çalışmalarında yine saat 11.00 ve 23.00'te yapılan düşük şiddetteki 60 dakikalık egzersiz sonrasında toparlanma periyodundaki kalp atım hızının toparlanma hızları arasındaki farkı gün içi değişim etkisi bakımından anlamlı bulmamışlardır.

Nicolas ve ark. (2007), bir başka çalışmasında da maksimal izokinetik kuvvet uygulamasından sonraki toparlanma periyodunda toparlanmanın sabah yapılan ölçümler lehine olmak üzere anlamlı ölçüde daha hızlı olduğu rapor edilmiştir. Bu durum ilgili kaynakta, düşük kas sıcaklığının kas gerilme direncinin arttırmasından dolayı kas

yorgunluğunun azaldığı şeklinde yorumlanmış ve toparlanmanın bu durumdan ötürü sabah ölçümlerinde daha hızlı olduğu şeklinde açıklanmıştır.

Çalışmamızda dinlenik KAH değerleri 3 farklı zaman diliminde karşılaştırıldığında en yüksek değerler saat 14.00'te olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamıza benzer olarak yapılan daha önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur. Akkurt ve ark. (1996), araştırmalarında orta derecede antrenman düzeyine sahip 16 gönüllü erkek deneğe submaksimal ve maksimal testler 08:30-10:00 (sabah) ve 15:30-18:00 (öğleden sonra) saatleri arasında uygulamışlardır. Her test öncesinde deneklerin dinlenik durumda kalp atım sayılarını tespit etmişlerdir. Öğleden sonra elde edilen kalp atım sayıları, sabah ölçülen değerden anlamlı derecede yüksek olduğunu bulmuşlardır. Can (2014), çalışmasında günün 5 farklı zaman diliminde (08.30-10.30, 11.30-13.30, 14.30-16.30, 17.30-19.30 ve 20.30-22.30) dinlenik kalp atım sayısında elde ettiği bulgular neticesinde, 14.30-16.30 arasındaki zaman diliminde ölçülen kalp atım sayısının daha yüksek olduğunu tespit etmiş ve diğer zaman dilimleri ile arasındaki farkın, istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızın aksine bazı çalışmalarda ise dinlenik KAH günün diğer saatlerinde daha yüksek tespit edilmiştir. Özdamar (2009) da yapmış olduğu çalışmasında sporcuların dinlenik kalp atım hızı ortalamalarının 09.00'da  $64,4 \pm 7,8$  atım/dk, 13.00'te  $66,5 \pm 8,8$  atım/dk, 17.00'da  $68,4 \pm 9,6$  atım/dk olarak tespit etmiş ancak saatler arasında KAH değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Silva ve ark. (2006), çalışmalarında antrenman sonrası dinlenme süreleri ve sabah antrenman yapan grupta nabız değerlerinin daha düşük olduğu belirtilmiştir. Fernandes ve ark. (2014), günün iki farklı zaman diliminde (sabah-akşam) bisikletçilerle yapmış oldukları çalışmada, 1000m bisiklet sürüşü sonrası ölçülen kalp atım hızlarının sabah ve akşam saatleri arasında anlamlı olarak farklılaştığını belirtmişlerdir. Akşam ölçülen kalp atım hızı değerlerinin sabaha göre daha yüksek olduğu sonucunu bulmuşlardır. Güvenç ve Turgut'un (2004), erkek sporcularla yaptığı çalışmada, akşamüstü 17.00-19.00 saatlerinde kaydedilen dinlenik ve toparlanma sonrası KAH değerlerinin sabah 07.30-09.30 saatlerindeki değerlerinden anlamlı ölçüde yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızla farklı sonuçlar bulunmasının nedeni; yöntemsel farklılıklar, ölçüm yapılan ortamın farklılığı, ölçüm saatleri, deneklerin yaşları ve branşları, değerlendirme

yöntemlerinin farklı olması, iklimsel ve mevsimsel farklılıklar (sıcaklık, nem vb.) gibi etkenlerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

#### **5.4. Sirkadiyen Ritme Göre Wingate Anaerobik Performans Parametreleri**

Bu çalışmada günün farklı saatlerinde (09.00, 14.00 ve 19.00) kaydedilen anaerobik performans değerleri ve yüklenme yanıtları ele alındığında sirkadiyen ritme göre zirve güç hariç, diğer anaerobik güç parametrelerinde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Literatürde benzer sonuçları olan çalışmalar mevcuttur (Reilly ve Down, 1992; Deschodt ve Arsac, 2004; Morris, 2009; Souissi, 2010; Özçelik ve Güvenç, 2016).

Reilly ve Down (1992), yapmış olduğu bir çalışmada da yine Wingate anaerobik güç testi sonucunda günlük ritme bağlı bir değişim etkisi olmadığını belirlemişlerdir. Deschodt ve Arsac (2004), yüzücüler üzerinde yapmış oldukları çalışmada, sporcuların bisiklet ergometresi maksimum güç çıktısı düzeyinin sabah ve akşam saatleri arasında anlamlı fark olmadığını saptamışlardır. Yine başka araştırma sonuçları da WAnT'de ya da yüksek şiddetli yüklenmelerde kaydedilen performans değerlerinde ve fizyolojik yanıtlarda anlamlı düzeyde diurnal değişim gözlenmediği yönündedir (Morris, 2009; Souissi ve ark., 2010).

Fernandes ve ark. (2014), günün iki farklı zaman diliminde (sabah-akşam) bisikletçilerle yapmış oldukları çalışmada, 1000m bisiklet sürüşü sırasında ölçülen anaerobik performansın, sabah ve akşam arasında değişmediğini belirtmişlerdir.

Bir başka çalışmada da Souissi ve ark. (2010), sabah 08.00 ve akşam 18.00 saatlerinde uygulamış oldukları Wingate testlerinde performansta diurnal etkiye bağlı farklılık görülmediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu durumu; kas ısısının en yüksek düzeyde olmasından ziyade performansı daha yüksek düzeye taşımak için optimal düzeyde olmasının daha önemli olduğu şeklinde açıklamışlardır.

Çalışmamızda sirkadiyen ritme göre sadece zirve güç değerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Deneklerin en yüksek zirve güç değerini saat 14.00'te sergiledikleri görülmüştür. Dolayısıyla zirve güç değerinde sirkadiyen ritim etkisinin var olduğu tespit edilmiştir. Kişinin kendini daha fazla öğlen saatinde zorlayabildiği görülmektedir. Bu sonuçtan yola çıkarak yüksek güç gerektiren

antrenmanların öğlen saatlerinde yapılması tavsiye edilebilir. Bu sonuçlar yazılı kaynaklardaki bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Kısa süreli yüksek şiddetli yüklenmelerde kaydedilen performans düzeyleri ve yüklenmeye fizyolojik yanıtlardaki sirkadiyen değişimin değerlendirildiği çalışmalarda genellikle daha yüksek performans değerlerinin öğleden sonra ve akşamüstü saatlerde kaydedildiği yönünde araştırma bulguları mevcuttur (Hill ve Smith, 1991; Melhim, 1993; Atkinson ve Reilly, 1996; Güvenç, 2004; Güvenç ve Turgut, 2004; Souissi ve ark., 2004; 2007; 2012; Kin-İşler, 2006; Lericollais ve ark., 2009; 2011; Chtourou ve ark., 2011; Hammouda ve ark., 2013; Can, 2014).

Çalışmamızda saat 14.00'te zirve gücün daha yüksek çıkmasının nedeni, öğleden sonra zirve değerine ulaşan vücut sıcaklığına bağlı olarak, adrenerjik aktivitede artış, glikoliz enzimlerindeki artışa bağlı olarak glikolizin hızlanması öğleden sonraki saatlerde performansın neden daha iyi olduğunu açıklamaktadır (Deschenes ve ark., 1998; Giacomoni ve ark., 1999; Gaina ve ark., 2006; Kin-İşler, 2006; Waterhouse ve ark., 2007a). Astrand ve Rodahl (1986), optimal kas performansının 38,3 °C de elde edildiğini belirtirken, Shephard (1984), artan vücut sıcaklığının metabolik reaksiyonların gelişmesine ve hızlanmasına, kas viskozitesinin azalmasına ve aksiyon potansiyellerinin iletilme hızının artmasına neden olarak kas kasılmasında artışa neden olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızdan farklı sonuçlar bulan çalışmalara da rastlanılmıştır. Hill ve Smith'in (1991), yapmış olduğu çalışmada maksimal anaerobik güç ve ortalama güç değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı günlük ritim etkisi belirlenmiştir. Akşam saatlerinde yapılacak anaerobik antrenmanın, sabah saatlerinde yapılan anaerobik antrenmana göre daha verimli olduğunu ortaya koymuştur. Souissi ve ark.'nın (2004), çalışmalarında da 2 tip anaerobik performansın gün içerisinde sirkadiyen değişiminin karşılaştırıldığı bir çalışmada katılımcıların WAnT testi ile elde edilen zirve ve ortalama güç değerleri günün 5 farklı zaman diliminde karşılaştırılmış, saat 18.00'de elde edilen zirve güç, 06.00'da elde edilen zirve güç değerlerinden yüksek bulunmuştur (Souissi ve ark., 2004). Yine bir başka çalışmada günün 3 farklı zaman diliminde WAnT ile zirve güç ve ortalama güç değerleri karşılaştırılmış sabah zirve güç değerleri öğlen ve akşam zirve güç değerlerinden düşük bulunmuştur (Kin-İşler, 2006). Silva ve ark. (2006), 3 farklı grup ile yaptıkları çalışmalarında sabah antrenman yapan çocukların egzersizleri

daha kısa sürede gerçekleştirdikleri sonucuna varmışlardır. Can (2014), yapmış olduğu çalışmasında elde ettiği bulgularda WAnT-ZG’te, WAnT-ZG W/Kg değerlerinde saat 08.30-10.30 ve saat 17.30-19.30 arasında anlamlı farklılık tespit etmiştir. Farklı sonuçlar bulunmasının nedeni uygulanan testlerin farklılığı gün içerisinde farklı saat dilimlerinde ölçümlerin yapılması, ısınma ve yüklenme biçimlerinin farklılaşması, araştırma grubu farklılıkları ya da iklimsel ve mevsimsel farklılıklar olabilir. Farklı sonuç elde edilmesinin bir başka nedenin yöntemsel farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, Inbar ve ark. (1996), öngördüğü standart yük kullanılırken, bazı çalışmalarda Bar-Or’un (1987), optimizasyon tablosuna göre deneklerin Wingate yükü belirlenmiştir.

### **5.5. Sirkadiyen Ritme Göre Kas Hasarı Belirteçleri**

İskelet kasında metabolik aktivitenin artmasıyla plazmada pirüvat ve laktat artar. Egzersiz hücrel ATP yi azaltır ve bu azalma da hücrel geçirgenliği artırır. Artan hücrel geçirgenlik AST, LDH, CK ve Aldolaz gibi iskelet kası kaynaklı enzimlerin serumdaki aktivitelerinde hafif bir artışa neden olur.

Bu çalışmada deneklerin sirkadiyen ritme göre kas hasarı belirteçleri olan kan parametreleri incelendiğinde, hem anaerobik egzersiz öncesi (dinlenik) hem de anaerobik egzersiz sonrası ölçülen kan parametreleri değerlerinde günün farklı zamanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Çalışmamızın bulgusuna benzer olarak, Ammar ve ark. (2017), günün farklı zamanlarında (07.00, 13.00 ve 17.00) antrene 10 sporcuyla yapmış oldukları dayanıklılık antrenmanı sonrasında alınan kandan değerlendirmiş oldukları çalışmalarında, istirahatte alınan kandan ölçülen laktat, CK ve LDH değerlerinde diğer zamanlar arasında anlamlı farklılık tespit etmemişlerdir.

Hammouda ve ark., (2011) futbolcularda homosistein (Hcy), toplam antioksidan durumunda ve biyolojik belirteçlere sirkadiyen ritmin etkisinin olup olmadığını ve bu biyobelirteçlerin günlük değişimleri ile tekrarlı sprint egzersizi sırasındaki güç ve kas yorgunluğu arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada, dinlenik Hcy seviyelerinin, kas hasarı biyolojik belirteçleri ve akropaz değerlerinin en yüksek saat 17.00’da olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla bu değerlerde sirkadiyen ritmin belirgin bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Sedanter deneklerde, kas hasarı ve yorgunluk seviyelerinin, biyokimyasal belirteç değerlerine (CK, LDH, ALAT (alanine aminotransferase), AST (aspartat



aminotransferaz), gamma-glutamyl transpeptidase (g-GT), fosfatase alkaline (PAL), ve kan laktatına sirkadiyen ritim etkisi olduğu belirtilmiştir (Kanabrocki, 1988; Kanabrocki ve ark., 1990; Rivera ve ark., 1993; Gutenbrunner, 2000). Dinlenik iken bu değerlerin sabah saatlerine kıyasla akşam saatlerinde anlamlı derecede daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Aloui ve ark. (2017), çalışmasında plazma glikoz, malondialdehit, kreatin kinaz, laktat dehidrogenaz, toplam kolesterol ve trigliserit değerleri akşam daha yüksek bulmuşlardır.

Yukarıdaki çalışmalara benzer olarak bizim çalışmamızda da, LDH değeri istatistiksel olarak anlamlı olmasa da klinik açıdan akşam saatinde daha yüksek bulunmuştur. En düşük LDH değeri ise öğlen saatinde görülmüştür. Kas hasarının en az görüldüğü öğlen saatinde aynı zamanda zirve güç değeri de en yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla şiddetli egzersizlerin öğlen saatinde yapılması tavsiye edilebilir.

Çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı fark olmasa da akşam saatinde LDH daha yüksek çıkmasının nedeni vücut sıcaklığının artışından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim çalışmamızda saat 19.00'da ki vücut sıcaklığı değeri diğer zamanlardan daha yüksek bulunmuştur. Dalton ve ark. (1997), vücut sıcaklığındaki sirkadiyen değişikliklerin, fosforlutokinaz ve LDH gibi enzimatik aktiviteleri arttıracığını ve bunun da GLC ve laktat üretimini artırabileceğini belirtmişlerdir.

Hammouda ve ark. (2012), kas hasarı belirteçlerinin ve antioksidan durumunun değerlendirilmesi için günün 2 farklı zamanında yapılan Wingate testinden etkilenip etkilenmediğini araştırdıkları çalışmada, 15 genç erkek futbolcu saat 07.00 ve 17.00'da olmak üzere iki test (randomize) yapmışlardır. Her testten önce ve 3 dakika sonra açlık kan örneği almışlardır. Elde edilen bulgular, wingate testinden sonra kas hasarı ve antioksidan aktivitenin akşamları daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Ammar ve ark. (2017), çalışmalarında oksidatif stres, beyaz kan hücresi, homosistein ve kas hasarı belirteçlerinin akşamın erken saatlerinde (18.00) daha yüksek olduğunu ve antioksidan aktivitesinin sabahın erken saatlerinde (06.00) daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kas hasarının ortak özellikleri arasında kasa özgü proteinlerin ve polipeptidlerin hücre membranından içeri veya dışarı doğru seçici geçirgenliği bulunur. Dolaşımda CK seviyelerinin yükselmesi kas hasarının en yaygın belirteçidir (Brenner ve ark., 1999). Ammar ve ark. (2016)'da amaçlarının halter antrenmanını (ağırlık

antrenmanı) ve günün zamanının biyolojik parametreler (örneğin, oral sıcaklık, hematolojik, C-reaktif protein (CRP) ve oksidatif stres üzerine etkisini araştırmak ve kas hasarı tepkileriyle olası bağlarını değerlendirmek olduğu çalışmada, 9 halterci, rastgele bir sırada üç farklı zamanda (08.00, 14.00 ve 18.00) halter antrenmanı gerçekleştirmişlerdir. Antrenman öncesi ve sonrası arasında, üç farklı zamanda kreatin kinaz (CK) ve laktat dehidrogenaz (LDH) değerlerinin 08.00 ve 18.00'de yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda da CK değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasada ölçülen değerlere bakıldığında çalışmamızda da benzer olarak sabah ve akşam saatlerinde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Hammouda ve ark. (2013), futbolculara günün iki farklı zamanında (07.00 ve 17.00) Yo-Yo testi yaptırmışlardır. Metabolik yanıtların değerlendirilmesi için her testten önce ve 3 dakika sonra kan örnekleri toplamışlardır. Yo-Yo testi öncesi ve sonrası kreatin kinaz değerleri incelendiğinde saat 17.00'da ölçülen değer 07.00'de ölçülen değerden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bulgu, metabolik yanıtların günlük dalgalanması ile futbolcularda spesifik dayanıklılık performanslarının ilgili paterni arasında olası bir bağlantı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, akşam gözlenen daha yüksek biyokimyasal tepkiler, kısmen, günün bu saatinde daha yüksek performans ve metabolik istekliliği açıklayabilir şekilde yorumlanmıştır (Hammouda ve ark., 2013). Çalışmamızın bulgusu ile bu çalışmanın bulgusu arasında farklılık çıkmasının nedeni uygulanan egzersiz protokolünün farklılığından kaynaklanabilir. Bizim çalışmamızda anaerobik güç testi uygulanırken, Hammouda ve ark.'nın (2013), çalışmasında dayanıklılık testi uygulanmıştır.

Çalışmamızda egzersiz sonrası CRP değerinin akşam saatinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasa da daha yüksek olduğu görülmüştür. C-reaktif proteininin sağlıklı bireylerde günlük sirkadiyen değişiminin araştırıldığı bir çalışmada, diurnal değişiminin %10 seviyesinde olduğu, zirve değerine saat 15.00'te ulaştığı ve toplam günlük değişimin %17 seviyesinde olduğu saptanmıştır (Rudnicka ve ark., 2007).

Akut egzersizden sonra, glutatyon peroksidaz, katalaz ve süperoksit dismutaz aktiviteleri azalır ve toparlanma (beslenme, uyku, dinlenme) ile geri kazanılabilir. Bu gözlem, sirkadiyen ritmin, yararlı etkilerinin veya akut egzersizin zararlı risklerinin dengelenmesinde kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, egzersiz

yapmanın zamanlamasının önemi hakkında da bizi aydınlatır (Çimen ve ark., 2017; Wang, 2017).

### **5.6. Sirkadiyen Ritme Göre Solunum Kas Kuvveti**

Çalışmamızda deneklerin sirkadiyen ritme göre solunum kas kuvveti parametreleri incelendiğinde, hem MIP hem de MEP parametreleri değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Solunum yolları burun ile başlar ve arka arkaya birbirini takip ederek burun boşlukları, farenks, larenks, trakea ve bronşlarla devam eder. Bronşlar akciğer içinde giderek incelenerek dallara ayrılır ve sonrasında solunumsal yüzeyi meydana getiren alveolleri oluşturarak sonlanır. Dinlenme durumunda inspirasyon; diyafragma, eksternal interkostal ve skalen kasların kasılmasıyla gerçekleştirilir. Sakin solunumda görev yapan bu kaslar, primer inspirasyon kasları olarak adlandırılır. Primer inspirasyon kaslarının kasılmasıyla toraks genişler ve hacmi artar (Hall, 2016).

Normal değerler kadınlarda erkeklerden daha düşüktür ve yaş ile her iki cinstede azalır. Hiperinflasyonu ve ileri hava yolu obstrüksiyonu olan hastalarda, diyaframın kısılması ve mekanik olarak kısıtlanması nedeniyle MIP değeri düşüktür (Rochester, 1988).

Düşük MIP ve SNIP ile normal MEP inspiratuvar kas güçsüzlüğüne ve özellikle diyafragma güçsüzlüğüne işaret ederken, MIP, SNIP ve MEP düşüklüğü genel iskelet kas güçsüzlüğüne işaret edebilir. İzole ekspiratuvar kas güçsüzlüğü (normal MIP ve SNIP ile beraber MEP düşüklüğü) nadirdir. Bu testlerdeki hafif düşüklük durumunda yaş, kötü sağlık durumu, sedanter yaşam, sigara gibi faktörler gözden geçirilmelidir (Harik-Khan ve ark., 1998; Carpenter ve ark., 1999).

### **5.7. Sirkadiyen Ritme Göre Satürasyon**

Deneklerin sirkadiyen ritme göre dinlenik, egzersizden hemen sonra ve egzersizden 20 dakika sonrasında ki satürasyon (kandaki oksijen doygunluğu) değerleri incelendiğinde; satürasyon değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Literatürde sirkadiyen ritmin satürasyon (kandaki oksijen doygunluğu) değerlerine etkisini tespit eden çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla satürasyon ile en yakın ilişkili olabilecek oksijen tüketimi ile ilgili yapılan çalışmalar tartışılmıştır.

Bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmaların sonucunda maksimal oksijen tüketime değerinin öğleden sonra en yüksek değerine ulaştığını ifade etmektedirler (Reilly ve Down, 1986; Cable ve Reilly, 1987; Reilly ve Down, 1992). Buna karşın bazı araştırmacılar ise maksimal oksijen tüketiminin gün içinde anlamlı farklılıklar göstermediğini ifade etmişlerdir (Reilly ve Brooks, 1990; Akkurt ve ark., 1996).

Aloui ve ark. (2017), çalışmasında oksijen alımının (VO<sub>2</sub>max) ve maksimum aerobik hızın akşam saatlerinde (17.00) daha yüksek olma eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir.

Hill ve ark. (1988), yapmış oldukları bir çalışmada sabah ölçülen istirahat halindeki oksijen tüketim hacim düzeyi, öğlen ve akşam saatlerinde ölçülen değerlerden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca günün zamanı ile ilgili oksijen tüketimindeki bu farklılığın anaerobik eşiğin üstündeki yüklerde daha büyük olduğunu ifade etmişlerdir.

Brisswalter ve ark. (2007), oksijen tüketiminin günlük ritmi üzerine yapmış oldukları araştırma oksijen tüketiminin akşam saatlerinde (19.00), sabah (07.00) değerlerine göre %15 oranında daha az olduğunu göstermiştir. Bisiklet ergometrisinde submaksimal şiddette yapılan egzersizde tüketilen oksijenin etkinliğinin ise %3 oranında fazla olduğunu ve her iki sonucunda anlamlı biçimde sabah ile akşam arasında farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

### **5.8. Sirkadiyen Ritme Göre Algılanan Zorluk Derecesi**

Deneklerin sirkadiyen ritme göre anaerobik egzersiz sonrası algılanan zorluk derecesi değerleri incelendiğinde; anaerobik egzersizden sonra algılanan zorluk derecesi değerlerinin anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Hammouda ve ark. (2013), çalışmalarında 15 erkek futbolcuya günün iki farklı zamanında uyguladıkları (07.00 ve 17.00) Yo-Yo testinin ardından algılanan zorluk derecesini de belirlemişlerdir ve sirkadiyen ritmin algılanan zorluk derecesi üzerine önemli bir etkisi olmadığını ancak bu değerin kliniksel olarak arttığını belirtmişlerdir.

Aloui ve ark. (2017), çalışmasında algılanan zorluk puanlarının sabah düşük olduğu tespit edilmiştir. Hammouda ve ark. (2011), futbolcularda Hcy, toplam antioksidan durumunda ve biyolojik belirteçlere sirkadiyen ritmin etkisinin olup olmadığını ve bu biyobelirteçlerin günlük değişimleri ile tekrarlı sprint egzersizi sırasındaki güç ve kas yorgunluğu arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yapılan

Çalışmada, algılanan zorluk derecesi değerleri saat 17.00'da 07.00'dan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada algılanan zorluk derecesi değerlerinde anlamlı bir sirkadiyen ritim etkisi tespit edilmemiş ancak kliniksel olarak değiştiği görülmüştür. Çalışmamızdan farklı sonuçların çıkması uygulanan egzersiz protokollerinin birbirinden farklı olmasıyla açıklanabilir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sirkadiyen ritmin anaerobik performansa, performans sonrası kas hasarına, toparlanma sürecine ve solunum kas kuvvetine ilişkin etkisinin incelendiği bu çalışmada elde edilen tüm bulgulardan hareket ederek aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır.

### 6.1. Sirkadiyen Ritme Göre Vücut Sıcaklığı

Sirkadiyen ritmin, vücut sıcaklığı üzerine etkisinin anlamlı olduğu, akşam ve öğleden sonraki saatlerde vücut sıcaklığı değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sabah saatlerinde vücut ısısındaki düşüşe bağlı olarak düşük kas ısısı, sarkoplazmik retikulumdan salgılanan kalsiyum azlığı nedeni ile kas kasılabilirlik özelliğini iyi düzeyde yerine getiremez ve kas daha az güç üretir. Öğleden sonra vücut ısısının artışına bağlı olarak kasta oluşan ısı artışı, sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımını artırır, böylelikle kasın kasılabilirliğine bağlı olarak güç düzeyinde artış olur (Racinais, 2010). Dolayısıyla antrenman planlaması yapılırken akşam ve öğleden sonraki saatlerde yapılması önerilmektedir. Sonuç olarak 1. hipotez kabul edilmiştir.

### 6.2. Sirkadiyen Ritme Göre Laktik Asit

Toparlanma düzeyi açısından bakıldığında LA değeri üzerine olan sirkadiyen ritim etkisinin anlamlı olduğu ve akşam saatlerinde daha yüksek LA değerleri belirlenmiştir. Saat 19.00'da yapılan wingate anaerobik güç testinde sergilenen gücün düşüş yüzdesi, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da diğer zamanlara göre daha düşüktür. 30 sn boyunca sergilenen güçteki düşüş saat 19.00'da daha az olmuştur. Toparlanma LA yüzdesi saat 19.00'da daha yüksektir. Başka bir deyişle, LA toparlanması akşam (19.00) daha hızlı olabilmektedir. Aslında egzersizde beklenen durum ortaya konan performansın, egzersizin sonuna kadar sürdürülebilmesini sağlamaktır. Dolayısıyla sporcuların devamlılık gerektiren egzersizleri akşam saatlerinde yapması tavsiye edilebilir. Sonuç olarak 2. hipotez kabul edilmiştir.

### 6.3. Sirkadiyen Ritme Göre Kalp Atım Hızı

KAH değeri üzerine sirkadiyen ritim etkisinin anlamlı olduğu ve öğlen saatlerinde daha yüksek KAH değerleri belirlenirken aynı zamanda toparlanma KAH yüzdesi de daha yüksek olarak bulunmuştur. Yani 14.00'te KAH daha fazla toparlanma eğilimi göstermektedir. Saat 14.00'te sergilenen anaerobik performans sonrası KAH'nın daha yüksek çıkmasının nedeni ise, öğlen saatinde zirve güç'ün daha yüksek

sergilenmesi olabilir. Yani kişinin kendini daha fazla öğlen saatinde zorlayabildiği görülmektedir. Öğlen saatinde daha yüksek zirve güç sergilenmesine bağlı olarak daha yüksek KAH değerinin görülmesine rağmen, 20. toparlanma dakikasında KAH değeri 3 ayrı zaman diliminde benzerdir. Yani kişi hem kendini daha fazla zorlayabilmekte hem de toparlanması diğer zamanlarla benzerlik göstermektedir. Bu sonuçtan yola çıkarak anaerobik güç gerektiren antrenmanların öğlen saatlerinde yapılması tavsiye edilebilir. Sonuç olarak 3. hipotez kabul edilmiştir.

#### **6.4. Sirkadiyen Ritme Göre Wingate Anaerobik Performans Parametreleri**

Sirkadiyen ritmin anaerobik performansa olan etkisinin anlamlı olduğu (zirve güç) ve deneklerin en yüksek zirve güç değerini saat 14.00 te sergiledikleri görülmüştür. Kişinin kendini daha fazla öğlen saatinde zorlayabildiği görülmektedir. Yani yüklenmeyle sergilenen performans değerleri ve yüklenmeye yanıtlar bakımından saat 14.00 da daha iyi değerler kaydedilmiştir Dolayısıyla bu sonuçtan yola çıkarak yüksek güç gerektiren antrenmanların öğlen saatlerinde yapılması tavsiye edilebilir. Sonuç olarak 4. hipotez kabul edilmiştir.

#### **6.5. Sirkadiyen Ritme Göre Kas Hasarı Belirteçleri**

Anaerobik performans öncesi ve sonrası incelenen kas hasarı belirteç değerlerinde sirkadiyen ritim etkisinin istatistiksel olarak anlamlı çıkmaması, bu değişkenlerde sirkadiyen ritim olmadığı anlamına gelmemektedir. Nitekim ele alınan bu parametrelerin gün içi değişkenlik düzeyi zaten dar bir aralıkta seyretmektedir. Gün içerisinde kaydedilen en düşük ve en yüksek değerler arasındaki farklılık küçük düzeylerde olabilmektedir. Dolayısıyla elde edilen veriler istatistiksel anlamda farklılık oluşturmaya da kliniksel açıdan önemlidir. Çalışmamızda CK değerlerine bakıldığında sabah ve akşam saatlerinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yine LDH değerine bakıldığında akşam saatinde daha yüksek bulunmuştur. En düşük LDH değeri ise öğlen saatinde görülmüştür. Kas hasarının en az görüldüğü öğlen saatinde aynı zamanda zirve güç değeri de en yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla şiddetli egzersizlerin öğlen saatinde yapılması tavsiye edilebilir. Sonuç olarak 5, 6, 7, 8 ve 9. hipotezler red edilmiştir.

### **6.6. Sirkadiyen Ritme Göre Solunum Kas Kuvveti Parametreleri**

Solunum kas kuvveti parametreleri sirkadiyen ritme göre incelendiğinde, hem MIP hem de MEP parametreleri değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Tüm zamanlarda değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Yani sirkadiyen ritmin solunum kas kuvvetini etkilemediği sonucu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak 10. ve 11. hipotezler reddedilmiştir.

### **6.7. Sirkadiyen Ritme Göre Satürasyon**

Sirkadiyen ritme göre dinlenik, egzersiz hemen sonrası ve egzersizden 20 dakika sonrasında ki satürasyon (kandaki oksijen doygunluğu) değerleri incelendiğinde; satürasyon değerleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Tüm zamanlarda kandaki oksijen doygunluğu değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Yani sirkadiyen ritmin satürasyon değerlerini etkilemediği ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak 12. hipotez reddedilmiştir.

### **6.8. Sirkadiyen Ritme Göre Algılanan Zorluk Derecesi**

Deneklerin sirkadiyen ritme göre anaerobik egzersiz sonrası algılanan zorluk derecesi değerleri incelendiğinde; anaerobik egzersizden sonra algılanan zorluk derecesi değerlerinin anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Sporcular tarafından yapılan anaerobik egzersizden sonra algılanan zorluğun tüm zamanlarda birbirine benzer olduğu görülmüştür. Yani sirkadiyen ritmin AZD değerlerine etkisi olmadığı ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak 13. hipotez reddedilmiştir.

## **SONUÇ**

Antrenör ve sporcular planlama yaparken özellikle anaerobik güç gerektiren antrenmanlar ve performanslar öğlen saatlerinde planlanır ise sporcularda hem daha yüksek performans sergileme durumu hem de toparlanma süreci daha hızlı gerçekleşebilir. Dolayısıyla bir sonraki yüklenmeye daha çabuk hazırlanılması bakımından daha uygun olacağı düşünülmektedir. Buna ilaveten sporcular üzerinde yapılacak çalışmalarda daha doğru ve güvenilir sonuçlar alabilmek için ölçülecek parametrelere de bağlı olarak yapılan ölçüm saatlerine dikkat etmeleri gerektiğini söyleyebiliriz. Ayrıca yapılan bilimsel çalışmalarda ölçüm yapılan saatlerin özellikle belirtilmesinin gerekli olduğunun önemi bu çalışma ile ortaya çıkmıştır.



## KAYNAKLAR

- Açıkada C, Ergen E. Bilim ve Spor. Ankara, Büro-Tek Ofset Matbaacılık. 1990; 116 – 120.
- Adamczyk JG. The estimation of the rast test usefulness in monitoring the anaerobic capacity of sprinters in athletics. Pol J Sport Tourism 2011; 18: 214-223.
- Akgül MŞ. Sporcularda hidroterapinin toparlanma üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, Yüksek Lisans Tezi, 2013.
- Akkurt S, Gür H, Küçüköğlü S. Performans test sonuçlarının diurnal görünümü. Spor Hekimliği Dergisi 1996; 31(3): 93-105.
- Aktümsek A. Anatomi ve Fizyoloji İnsan Biyolojisi. 5. Baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım. 2010; 51.
- Alibeyoğlu A. Düzenli spor yapmayan genç erkeklerde akut dayanıklılık egzersizi sonrası hematolojik ve serum enzim değerlerindeki değişikliklerin incelenmesi. Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars, Yüksek Lisans Tezi, 2008.
- Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. Skeletal muscle fatigue: Cellular mechanism, Physiol Rev 2008; 88: 287-332.
- Aloui K, Abedelmalek S, Chtourou H, Wong DP, Boussetta N, Souissi N. Effects of time-of-day on oxidative stress, cardiovascular parameters, biochemical markers, and hormonal response following level-1 Yo-Yo intermittent recovery test. Physiol Int 2017; 104(1):77-90.
- Ament W, Gijssbertus JV. Exercise and fatigue, Sports Med 2009; 39(5):369-422.
- American Thoracic Society. Standardization of spirometry: 1994 update. Am J Respir Crit Care Med 1995;152:1107-36.
- Ammar A, Chtourou H, Hammouda O, Turki M, Ayedi F, Kallel C, AbdelKarim O, Hoekelmann A, Souissi N. Relationship between biomarkers of muscle damage and redox status in response to a weightlifting training session: effect of time-of-day. Physiol Int 2016; 103(2): 243-261.
- Ammar A, Chtourou H, Souissi N. Effect of time-of-day on biochemical markers in response to physical exercise. J Strength Cond Res 2017; 31(1): 272-282.
- Arabacı R. Yıldız ve genç güreşçilere uygulanan antrenman programının bazı fizyolojik özellikler üzerine etkisinin araştırılması. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Doktora Tezi, 2002;18.
- Ascensao A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Pereira L, Magalhães J. Biochemical impact of a soccer match-analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. Clin Biochem 2008; 41(8): 41–51.

- Aschoff J. Circadian rhythms in man. *Science* 1965; 11(148):1427-1432.
- Aslan A, Güvenç A, Hazır T, Açıkada C. Genç futbolcularda yüksek şiddette yüklenme sonrasında toparlanma dinamikleri, *Spor Bilimleri Dergisi* 2011; 22(3):93–103.
- Aslankeser Z. Anaerobik antrenmanların santral-periferik yorgunluk ve toparlanma süreçlerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana, Doktora Tezi, 2010.
- Astrand PO, Rodahl K, Dahl HA, Stromme SB. *Text Book of Work Physiology*. 4th ed, Champaign, IL: Human Kinetics, 2003.
- Astrand PO, Rodahl K. *Textbook of work physiology. Physiological bases of exercise*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book Co., 1986; 596–614.
- Atkinson G, Reilly T. Circadian variation in sports performance. *Sports Med* 1996; 21(4): 292-312.
- Atkinson G, Reilly T. Effects of age on the circadian characteristics of physically active subjects. *Facts and research in gerontology*. Paris, Serdi Publisher, 1995; 149-60.
- Atkinson G, Todd C, Reilly T, Waterhouse J. Diurnal variation in cycling performance: Influence of warm-up. *Journal of Sports Sciences* 2005; 23(3): 321–329.
- ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166:518-624.
- Bahrnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes does it help? *Sports Medicine* 2006; 36: 781-796.
- Ball D, Herrington L. Training and overload: adaptation and failure in the musculoskeletal system. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 1998; 2(3):161-167.
- Beneke R. Effect of test interruptions on blood lactate during constant workload testing. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2003; 35:1626-1630.
- Bar-Or O. The Wingate anaerobic test: An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med* 1987; 4:381-394
- Baylan N, Genç tenis oyuncularının tekler tenis turnuvası süresince kas hasarı, toparlanma ve performans parametrelerinin incelenmesi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi, 2004.
- Bernard T, Giacomoni M, Gavarry O, Seymat M, Falgairette G. Time-of-day effects in maksimal anaerobic leg exercise. *Eur J Appl Physiol* 1998; (77): 133-138.
- Berne MR, Levy NM, Koeppen MB, Stanton BA. *Fizyoloji*. 5.baskı. Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri, 2008.

- Bigland RB, Furbush F, Woods JJ. Fatigue of submaximal static contractions, *Acta Physiol Scand Suppl* 1986; 556:137-148.
- Bigland RB, Johansson R, Lippold OC, Woods JJ. Contractile speed and EMG changes during fatigue of sustained maximal voluntary contractions, *Journal of Neurophysiology* 1983; 50(1); 313-324.
- Billat LV. Interval training for performance: A scientific and empirical Practice, *Sports Med* 2001;31(1):13-31.
- Birch K, Maclaren K, George K. *Sport and Exercise Physiology*. 1. Baskı, Abingdon, UK, BIOS Scientific Publishers, 2005;107-137
- Bishop PA, Jones E, Woods AK. *Journal of strength and conditioning research*. *J Appl Physiol* 2008; 22:1015-24.
- Bompa TO. *Antrenman Kuramı ve Yöntemi*. 4. Baskı, Ankara, Spor Yayınevi ve Kitapevi, 2011; 21-120
- Booth J, Marino F, Ward J. Improved running performance in hot humid conditions following whole body precooling. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1997; 29(7): 943-949.
- Boz İ. Kurkumin takviyesinin sıçanlarda ekzantrik egzersizle oluşan kas hasarı üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoloji (Tıp) Anabilim Dalı, Konya, Yüksek Lisans Tezi, 2013.
- Brenner IK, Natale VM, Vasiliou P, Moldoveanu AI, Shek PN, Shephard RJ. Impact of three different types of exercise on components of the inflammatory response. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999; 80: 452-460.
- Brisswalter J, Bieuzen F, Giacomoni M, Tricot V, Falgairette G, Morningto-evening differences in oxygen uptake kinetics in short-duration cycling exercise. *Chronobiology International* 2007; 24: 495–506.
- Byrne C, Twist C, Eston RG. Neuromuscular function following exercise-induced muscle damage: theoretical and applied implications. *Sports Med* 2004; 34:49-69.
- Brooks GA. Intra and extra-cellular lactate shuttles. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2000; 32:790-799.
- Brown S, Day S, Donnelly A. Indirect evidence of human skeletal muscle damage and collagen breakdown after eccentric muscle action. *J Sport Science* 1999; 17(5):397-402.
- Brughelli M, Cronin J. A review of research on the mechanical stiffness in running and jumping: methodology and implications. *Scand J Med Sci Sports* 2008; 18:417-426.

- Bulbulian R, Bowles DK. Effect of downhill running on motoneuron pool excitability. *J Appl Physiol* 1992; 73:968–973.
- Bunney WE, Bunney BG. Molecular clock genes in man and lower animals: possible implications for circadian abnormalities in depression. *Neuropsychopharmacology* 2000; 22(4): 335–345.
- Butterfield TA. Eccentric exercise in vivo: strain induced muscle damage and adaptation in a stable system. *Exerc Sport Sci Rev*, 2010;38(2):51-60.
- Cable T, Reilly T. Influence of circadian rhythms on arm exercise. *Journal of Human Movement Studies* 1987; 13: 12-15.
- Can E. Elit erkek taekwondo sporcularında sirkadiyen ritmin bazı fiziksel ve fizyolojik parametrelere etkisi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Yüksek Lisans Tezi, 2014.
- Calder A. Update On Recovery Techniques. *Sport Coach* 2000; 23:19-23.
- Carpenter MA, Tockman MS, Hutchinson RG, Davis CE, Heiss G. Demographic and anthropometric correlates of maximum inspiratory pressure: The atherosclerosis risk in communities study. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159(2): 415-22.
- Chassard D. Timing is everything. *Anesthesiology* 2005;103(3):454-456.
- Chelly SM, Denis C. Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(2):326-333.
- Chtourou H, Zarrouk N, Chaouachi A, Dogui M, Behm D.G, Chamari K, Hug F, Souissi N. Diurnal variation in wingate-test performance and associated electromyographic parameters, *Chronobiology International* 2011;28(8):706-713.
- Chandler T.J. Exercise training for tennis. *Clin. Sports Med* 1995; 14:33-46.
- Claustrat B, Brun J, Chazot G. The basic physiology and pathophysiology of melatonin. *Sleep Med Rev* 2005; 9:11-24.
- Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81:52–69.
- Cockburn E, Hayes PR, French DN, Stevenson E, St Clair Gibson A. Acute milk-based protein-CHO supplementation attenuates exercise-induced muscle damage. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008; 33(7):75–83.
- Coffey V, Leveritt M, Gill N. Effect of recovery modality on 4-hour repeated treadmill running performance and changes in physiological variables. *J Sci Med Sport* 2004; 7(1):1-10.
- Cohen C.J. Human circadian rhythms in heart rate response to maximal exercise stress. *Ergonomics* 1980; 23(6):591-595.

- Çankaya T. İzometrik, konsentrik ve eksentrik kontraksiyonlarla yapılan direnç egzersizleri sonrası toparlanma sürecinde kas hasarı ve Emg cevaplarının incelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Bolu, Doktora Tezi, 2012.
- Dalton B, McNaughton L, Davoren B. Circadian rhythms have no effect on cycling performance. *Int J Sports Med* 1997; 18(7): 538-542.
- Deschenes MR, Brewer RE, Bush JA, McCoy RW, Voley JS, Kraemer WJ. Neuromuscular disturbance outlasts other symptoms of exercise-induced muscle damage. *J Neurol Sci* 2000; 174(2): 92-99.
- Deschenes MR, Sharma JV, Brittingham KT, Casa DJ, Armstrong LE, Maresh CM. Chronobiological Effects on exercise performance and selected physiological responses, *Eur J Appl Physiol* 1998; 77(3):249-256.
- Diker G. Futbol oyuncularıyla yapılan iki farklı süratte devamlılık antrenmanının aerobik/anaerobik performansa ve egzersiz sonrası toparlanma süresine etkisinin incelenmesi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2018.
- Dunlap JC. Molecular bases for circadian clocks. *Cell* 1999; 96(2):271-90.
- Drust B, Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B, Reilly T. Circadian rhythms in sports performance-an update. *Chronobiology International* 2005; 22(1): 21-44.
- Dupont G, Nedelec M, Mccall A, McCormack D, Berthoin S, Wisloff U. Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *Am J Sports Med* 2010; 38(9):1752–1758.
- Eniseler N. Bilimin ışığında futbol antrenmanı. 1. Baskı, İzmir, Birleşik Matbaacılık. 2010; 334–54.
- Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:430-8.
- Epstein Y. Clinical significance of serum creatine phosphokinase activity levels following exercise. *Isr J Med Sci* 1995; 31:698–699.
- Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnalıoğlu H. Egzersiz Fiziyojisi. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2002.
- Ergen E. Egzersiz Fiziyojisi Ders Kitabı. 3. Baskı, Ankara, Nobel AkademikYayıncılık, 2011;37-198
- Ergen E. Spor Hekimliği. Türk Tabipler birliği, Ankara, 1992;28-35,60-64.
- Evans WJ, Canon JG. The metabolic effects of exercise-induced muscle damage, *Exercise An Sport Sciences Reviewews* 1991;19:99–125.

- Evans WJ, Meredith CN, Cannon JG, Dinarrillo CA, Frontera WR, Hughes VA, Jones BH, Knuttgen HG. Metabolic changes following eccentric exercise in trained and untrained men. *J Appl Physiol* 1986; 61(5):1864-1868.
- Fall PJ, Szerlip HM. Lactic Acidosis: From sour milk to septic shock, *J Intensive Care Med* 2005; 20(5): 255-271.
- Fernandes A.L, Lopes-Silva J.P, Bertuzzi R, Casarini D.E, Arita D.Y, Bishop D.J, Lima-Silva A.E. Effect of time of day on performance, hormonal and metabolic response during a 1000-m cycling time trial. *PLoS One* 2014; 9(10): 1-8
- Fox B. *Foss the Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, Çeviri: Mesut Cerit, Bağrgan Yayınevi, 4. baskı, 1999; 9-33.
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML. *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. 3.Baskı, Ankara, Spor Yayınevi ve Kitabevi. 2011;31-49.
- Friden J, Sjostrom M, Ekblom B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *International Journal of Sports Medicine* 1983; 4:170-176.
- Fuller CA, Fuller P. Circadian Rhythms. *Encyclopedia of The Human Brain* 2002; 1:793-812.
- Gaina A, Sekine M, Kanayama H, Yakashi Y, Hu L, Sengoku K, Kagamimori S. Morning-evening preference: Sleep pattern spectrum and life style habits among japanase junior high school pupils, *Chronobiology International* 2006; 23(3): 607-621.
- Gaitanos GC. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise, *Journal of Appl Physiol* 1993; 75:712-719.
- Gandevia SG. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue, *Physiol Rev* 2001; 81(4):1725-1789
- Ganong WF. *Tıbbi Fizyoloji*. 20.Baskı. Ankara, Nobel Kitapevi. 2002.
- Gelfi C, De Palma S, Ripamonti M, Eberini I, Wait R, Bajracharya A. New aspects of altitude adaptation in Tibetans: a proteomic approach. *FASEB J* 2004;18(3):612-614.
- Giacomini M, Bernard T, Gavarry O, Altare S, Falgairette G. Diurnal variations in ventilatory and cardiorespiratory responses to submaximal treadmill exercise in females, *Eur J Appl Physiol* 1999; 80(6): 591-597.
- Gibler WB, Lewis LM, Erb RE. Early detection of acute myocardial infarction in patients presenting chest pain and nondiagnostic ecds: serial CK-MB sampling in the emergency departmant. *Ann Emerg Med* 1990;19(2):1359.
- Gladden LB. Muscle as a consumer of lactate. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2000; 32:764-771.

- Goodall S. ve Howatson G. The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. *Journal of Sports Science and Medicine* 2008; 7(2):235–241.
- Gökbel H, Dölek Ç. Wingate testi sonrası laktik asit ve total testosteron değerleri. *Spor Hekimliği Dergisi* 1995; (30):145-52.
- Gökçe E. Eksantrik egzersizde farklı eğimlerin kas hasarına etkisi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Yüksek Lisans Tezi, 2014.
- Gutenbrunner C, Circadian variations of the serum creatine kinase level—a masking effect? *Chronobiol Int* 2000; 17: 583-590.
- Guyton AC, Hall JE. *Tıbbi Fizyoloji*. 10.Baskı, Nobel Kitapevleri. 2001; 68:69-73.
- Günay M, Cicioğlu İ. *Spor Fizyolojisi*. 1. Baskı, Ankara, Gazi Kitabevi. 2001;75-87.
- Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*. Ankara, Gazi Kitabevi. 2006.
- Güneş H, Arslan A, Erdal S. Toplam dinlenme nabzının sirkadien ritminin araştırılması. *Hacettepe Spor Bilimleri Dergisi* 1998; 9(1): 15-29.
- Güvenç A, Sirkadiyen ritmin anaerobik yüklenmelerde performansa olan etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 1999.
- Güvenç A, Turgut A. Anaerobik test sonrası anaerobik güç, kapasite ve kalp atım hızı değerlerinde diurnal (gün içi) değişimin incelenmesi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2004; 9:61-70.
- Hall JE. Pulmonary ventilation. In: Guyton AC, Hall JE (eds). *Textbook of Medical Physiology*. 13th ed. Philadelphia: Elsevier 2016: 497-507.
- Hamill J, Knutzen, K.M., *Biomechanical basis of human movement*. 3. Basım. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2009.
- Hammouda O, Chtourou H, Chahed H, Ferchichi S, Chaouachi A, Kallel C, Miled A, Chamari K, Souissi N. High intensity exercise affects diurnal variation of some biological markers in trained subjects. *Int J Sports Med* 2012; 33(11):886-891.
- Hammouda O, Chtourou H, Chahed H, Ferchichi S, Kallel C, Miled A, Chamari K, Souissi N. Diurnal variations of plasma homocysteine, total antioxidant status, and biological markers of muscle injury during repeated sprint: Effect on performance and muscle fatigue—a pilot study. *Chronobiology Int* 2011; 28: 958–967.
- Hammouda O, Chtourou H, Chaouachi A, Chahed H, Bellimem H, Chamari K, Souissi N. Time-of-day effects on biochemical responses to soccer-specific endurance in elite Tunisian football players. *J Sports Sci* 2013; 31(9):963-71.

- Hamnegard CH, Wragg S, Kyroussis D, Aquilina R, Moxham J, Green M. Portable measurement of maximum mouth pressures. *Eur Respir J* 1994; 7:398-401.
- Harbili S, Gencer E, Ersöz G, Demirel HA. Orta siddetli eksantrik egzersiz diger hasar belirteçlerini etkilemeksizin plazma keratin kinaz düzeyini artırır. *SÜ Bes Bilim Dergisi* 2008; 10(1):21-31.
- Harik-Khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of maximal inspiratory pressure: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158:1459-64.
- Hastings M, O'Neill JS, Maywood ES. Circadian clocks: regulators of endocrine and metabolic rhythms. *J Endocrinol* 2007; 195(2): 187-98.
- Haus E. Chronobiology in the endocrine system. *Advanced Drug Delivery Reviews* 2007; 59:985-1014.
- Hazar S. Egzersize bağlı iskelet ve kalp kası hasarı. *Spormetre* 2004; 2(3):119-126.
- Hazar S. Farklı türdeki kuvvet antrenmanlarının iskelet ve kalp kası enzim aktivitelerine akut etkisi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara, Doktora Tezi, 2004.
- Hedges JR, Gibler WB, Young GP, Slovis C, Aghababian R, et al. For the Emrec II Study Group: Multicenter Study of Creatinine Kinase-MB use: Effect on chest pain clinical decision making. *Acad Emerg Med* 1996; 3:7-15.
- Héritier F, Rahm F, Pasche P, Fitting JW. Sniff nasal inspiratory pressure. A noninvasive assessment of inspiratory muscle strength. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:1678-83.
- Highton JM, Twist C, Eston RG, The effects of exercise-induced damage on agility and sprint running performance *J Exerc Sci Fit* 2009; 7(1):24-30.
- Hilbert JE, Sforzo GA, Swensen T. The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *British Journal Of Sports Medicine*, London, 2003; 37(1):72-4.
- Hill D.W, Smith J.C. Circadian rhythm in anaerobic power and capacity. *Can J Sport Sci* 1991; 16(1): 30-32.
- Hill DW, Borden DO, Darnaby KM, Hendricks DN, Hill CM. Effect of time of day on aerobic and anaerobic responses to high-intensity exercise. *Can J Sport Sci* 1992; 17(4): 316-319.
- Hill O.W, Cureton K.J, Collins M.A, Grisham S.C, Effect of the circadian rhythm in body temperature on oxygen uptake., *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 1988; 28: 310-312.
- Hough T. Ergographic studies in muscular fatigue and soreness. *J Boston Soc Med Sci*, 1900;5:81-92.



- Inbar O, Bar-Or O, Skinner J,S. The Wingate Anaerobic Test, Human Kinetics, Champaign, IL.,1996.
- İpek D, Özkaya Ö, Sözen H, Tekat A. Pasif germe hareketlerinin sedanterlerde oluşturulan gecikmiş kas ağrıları üzerine etkileri. *Sporometre* 2009; 7(1):37-40.
- Jamurtas AZ, Theocharis V, Tofas T, Tsiokanos A, Yfanti C, Paschalis V, Koutedakis Y, Nosaka K. Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage *Eur J Appl Physiol* 2005; 95:179-185.
- Jones DA, Newham DJ, Round JM, Tolfre SE. Experimental human muscle damage: Morphological change in relation to other indices of damage. *Journal of Applied Physiology* 1986; 375:435-448.
- Kanabrocki EL, Sothorn RB, Scheving LE, Halberg F, Pauly JE, Greco JJ, Nemchausky BA, Debartolo M, Kaplan E, McCormick JB, Olwin JH, Marks GE, Bird T, Redmond DP, Graeber RC, Ferrara A, and Hrushesky WJM. Ten-year replicated circadian profiles for 36 physiological, serological and urinary variables in healthy men. *Chronobiol Int* 1988; 5: 237-284.
- Kanabrocki EL, Sothorn RB, Scheving RB, Vesely DL, Tsai TH, Shelstada J, Cournoyer C, Greco J, Mermall H, Ferlin H, Nemchausky M, Bushnell L, Kaplan E, Kahn S, Augusthe G, Holmes E, Rumbirt J, Sturtevant P, Sturtevant F, Bremner F, Third C, McCormick B, Dawson S, Sackett-Lundeen L, Haus E, and Halberg F. Reference values for circadian rhythms of 98 variables in clinically healthy men in fifth decade of life. *Chronobiol Int* 1990; 7: 445-461.
- Karamizrak SO, Ergen E, Tore IR, Akgun N. Changes in serum creatine kinase, lactate dehydrogenase and aldolase activities following supramaximal exercise in athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 1994; 34:141-6.
- Karatosun H, Antrenmanın Fizyolojik Temelleri. 3.Baskı, Isparta, Altıntuğ Matbaası, 2010; 137-49.
- Kellmann M. Enhancing recovery, Champaign, IL, Human Kinetics, 2002;6-10.
- Kin İşler A. Time of day effects in maximal anaerobic performance and blood lactate concentration during and after a supramaximal exercise, *Isokinetics and Exercise Science* 2006; 14(4): 335–340
- Kin-İşler A. Anaerobik performansta sirkadiyen değişimlerin incelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe, J. of Sport Sciences* 2005; 16(4): 174-184.
- Kirwan JP, Hickner RC, Yarasheski KE, kohrt WM, Wiethop BV, Holloszy JO. Eccentric exercise induces transient insulin resistance in healthy individuals. *J Appl Physiol* 1992; 72(6):2197-2202.

- Klausen T, Dela F, Hippe E, Galbo H, Diurnal variations of serum erythropoietin in trained and untrained subjects, *European Journal Applied Physiology* 1993; 67(6):545-8.
- Kocaağa T. Egzersize bağlı kas hasarının denge performansına etkisi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Bolu, Yüksek Lisans Tezi, 2014.
- Kondratov RV. A role of the circadian system and circadian proteins in aging. *Ageing Research Reviews* 2007; 6(1):12-27.
- Korkmaz SG. Sporcularda uzun süreli yorgunluğun kas hasarıyla ilişkisi. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Adana, Doktora Tezi, 2010.
- Koutedakis Y, Raafat A, Sharp NC, Rosmarin MN, Beard MJ, Robbins SW. Serum enzyme activities in individuals with different levels of physical fitness. *J Sports Med Phys Fitness* 1993; 33(3):252-257.
- Köseoğlu A, Kin A. Supramaksimal bir bacak egzersizi sonrası farklı sürelerde uygulanan bacak masajının toparlanmaya etkisi. 10. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi Özet Kitabı, 2008; 49.
- Kraemer WJ, Spiering B. Skeletal muscle physiology: plasticity and responses to exercise. *Hormone Research* 2006; 66(1):2-16.
- Kuipers H. Exercise induced muscle damage international *Sport Medicine* 1994;15(3):132-135.
- Laffaye G, Bardy BG, Durey A. Leg stiffness and expertise in men jumping. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(4):536-543.
- Laghi F, Harrison MJ, Tobin MJ. Comparison of magnetic and electrical phrenic nerve stimulation in assessment of diaphragmatic contractility. *J Appl Physiol* 1996; 80:1731-42.
- Lamtbd R, Williams M. Ergogenics enhancement of performance in exercise on sport. *Perspectives in Exercise and Sports Medicine* 1994; 4:213-242.
- LaStayo CP, Woolf MJ, Lewek DM, Mackler LS, Reich T, Lindstedt LS. Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation and sport. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy* 2003; 33:557-571.
- Lavender AP, Nosaka K. Comparison between old and young men for changes in markers of muscle damage following voluntary eccentric exercise of the elbow flexors. *Appl Physiol Nutr Metab* 2006; 31:218-25.
- Lericollais R, Gauthier A, Bessot N, Sesboüé B, Davenne D. Time-of day effects on fatigue during a sustained anaerobic test in well-trained cyclists. *Chronobiology international* 2009; 26(8): 1622-1635.

- Lericollais R, Gauthier A, Bessot N, Davenne D. Diurnal evolution of cycling biomechanical parameters during a 60-s Wingate test. *Scand J Med Sci Sports* 2011; 21(6): 106-14.
- Lilleng H, Abeler K, Johnsen SH, Stensland E, L. Seth S, Jorde R, Figenschau R, Lindal S, Wilsgaard T, Bekkelund SI. Variation of serum creatine kinase (CK) levels and prevalence of persistent hyperCKemia in a Norwegian normal population *Neuromuscular Disorders* 2011; 21:494-500.
- Lindstedt SL, Reich TE, Keim P, Lastayo PC. Do muscles function as adaptable locomotor springs? *The Journal of Experimental Biology* 2002; 205:2211-2216.
- Loat C, Rhodes EC. Relationship between the lactate and ventilatory threshold during prolonged exercise. *Sports Medicine* 1993; 15:104-115.
- Luhtanen P, Komi PV. Force-power, and elasticity-velocity relationships in walking, running, and jumping. *Eur J Appl Physiol* 1980; 44:279-289.
- Magal M, Dumke CI, Urbiztondo ZG, Cavill MJ, Triplett NT, Quindry JC, McBride JM, Epstein Y. Relationship between serum creatine kinase activity following exercise-induced muscle damage and muscle fibre composition. *J Sports Sci* 2010; 28(3):257-266.
- Maggie J. Cleak MSc and Roger G. Eston DPE, Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise *Br J Sp Med* 1992; 26(4):267-272
- Manfredini R, Manfredini F, Fersini C, Conconi F. Circadian rhythms, athletic performance and jet lag. *Br J Sports Med* 1998; 32 (2): 101-106.
- Maughan R, Gleeson M. *The Biochemical Basis of Sports Performance*, Oxford University Press, 2004.
- McComas AJ. *Skeletal Muscle Form and Function, Human Kinetics*, 1996.
- McHugh MP, Connolly DAJ, Eston RG, Gleim GW. Exercise induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sport Medicine* 1998; 27:157-170.
- McHugh MP. Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports* 2003; 13(2):88-97.
- Melhim A.F. Investigation of circadian rhythms in peak power and mean power of female physical education students. *Int J Sports Med* 1993; 14(6):303-306.
- Monedero J, Donne B. Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performance. *International Journal of Sports Medicine* 2000; 21(8):593-597.

- Morris C, Atkinson G, Drust B, Marrin K, Gregson W. Human core temperature and subsequent recovery: an important interaction between diurnal variation and measurement site. *Chronobiology International* 2009; 26(3): 560–575.
- Muratlı S, Şahin G, Kalyoncu O. *Antrenman ve Müsabaka*. 1.Baskı, İstanbul, Yayılım Yayıncılık, 2005; 24-615
- Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwel VW. *Harper'in Biyokimyası*, 24.Baskı, Barış Kitabevi, 1998; 24-68.
- Nedelec M, Mccall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer: Part II-recovery strategies. *Sports Med* 2013; 43(1):9-22.
- Neubauer O, König D, Wagner KH. Recovery after an Ironman triathlon: sustained inflammatory responses and muscular stress. *Eur J Appl Physiol* 2008; 104(3):417-426.
- Newham DJ, Jones DA, Edwards RH. Plasma creatine kinase changes after eccentric and concentric contractions. *Muscle Nerve* 1986; 9(1):59-63.
- Nicolas A., Gauthiera A., Michautb A., Davennea D., Effect of circadian rhythm of neuromuscular properties on muscle fatigue during concentric and eccentric isokinetic actions., *Isokinetics and Exercise Science* 2007; 15: 117-129.
- Nicolas A, Gauthier A, Trouillet J, Davenne D. The influence of circadian rhythm during a sustained submaximal exercise and on recovery process. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2008;18(2); 284-290.
- Nosaka K, Clarkson PM. Influence of previous concentric exercise on eccentric exercise-induced muscle damage. *J Sport Sci* 1997; 15(5):477-483.
- Nosaka K, Lavender A, Newton M, Sacco P. Muscle damage in resistance training, is muscle damage necessary for strength gain and muscle hypertrophy?. *International Journal of Sport and Health Science* 2003; 1(1):1-8.
- Noyan A. *Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji*. Ankara, Palme Yayıncılık, 2011.
- O'Reilly KP, Warhol MJ, Fielding RA, Frontera WR, Meredith CN, Evans WJ. Eccentric exercise-induced muscle damage impairs muscle glycogen repletion. *J Appl Physiol* 1987; 63(1): 252-256.
- Olaru MA, Öztürk F. *Sportif Antrenman Teori ve Metodoloji*, Çukurova Üniversitesi Basımevi, 1994.
- Özçelik M.A. Yüksek şiddetli, kısa süreli yüklenmeler sonrası toparlanmada, diurnal değişimin incelenmesi. Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Yüksek Lisans Tezi, 2012.

- Özçelik M.A, Güvenç A. Genç sporcularda diurnal değişkenliğin yüksek şiddetli egzersiz sonrası toparlanmaya etkisi. *Mediterranean Journal of Humanities* 2016; 6(2); 399-415.
- Özdamar H. Bayan Voleybolcularda günün farklı zamanlarının submaksimal ve maksimal koşu hızlarında kan laktat düzeyine ve anaerobik eşik noktasına etkisi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bolu, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- Özdemir Ö. Sıçanlarda tüketici egzersizden sonra uygulana melatoninin kas glikojen düzeyine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- Özgür B. Anaerobik eşik belirlemede yaygın olarak kullanılan yöntemlerin korelasyonu. Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Doktora Tezi, 2009; 6-7.
- Özkan A, Köklü Y, Ersöz G. Anaerobik Performans ve Ölçüm Yöntemleri. 1.Baskı, Ankara, Gazi Kitabevi, 2010; 1-18.
- Paschalis V, Koutedakis Y, Baltzopoulos V, Mougios V, Jamurtas AZ, Theoharis V. The effects of muscle damage on running economy in healthy males. *International Journal of Sports Medicine* 2005; 26(10): 827-831.
- Perez HR, Whgand JW, Kowalski A, Smith TK, Otto RM. Acomparision of Wingate power test to bicycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc* 1986; (18): 1
- Peters D, Barash IA, Burdi M, Yuan PS, Mathew L, Friden J, Lieber RL. Asynchronous functional, cellular and transcriptional changes after a bout of eccentric exercise in the rat. *J Physiol* 2003; 533(3):947-957.
- Pousson M, Hoecke VJ, Goubel F. Changes in elastic characteristics of human muscle induced by eccentric exercise. *J Biomech* 1990; 23:343-348.
- Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *Journal of Physiol* 2001; 537(2):333-345.
- Racinais S, Hue O, Hertogh C, Damiani M, Blanc S. Time-of-day effects in maximal anaerobic leg exercise in tropical environment: A First Approach. *Int J Sports Med* 2004; (25): 186-190.
- Racinais S. Different effects of heat exposure upon exercise performance in the morning and afternoon. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20(3): 80–89.
- Reich TE, Lindstedt SL, LaStayo PC, Pierotti DJ. Is the spring quality of muscle plastic? *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol* 2000;278:1661-1666.
- Reilly T, Atkinson G, Edwards B, Waterhouse J, Farrelly K, Fairhurst E. Diurnal variation in temperature, mental and physical performance, and tasks specifically related to football (soccer). *Chronobiol Int* 2007; 24(3): 507-519.

- Reilly T, Bambaiechi E. Methodological issues in studies of rhythms in human performance. *Biol Rhythm Res* 2003; 34(4): 321-336.
- Reilly T, Atkinson G, Waterhouse J.M. *Biological Rhythms and Exercise*. USA 1997
- Reilly T, Brooks GA. Selective persistence of circadian rhythms in physiological responses to exercise. *Chronobiology International* 1990; 7(1):59-67.
- Reilly T, Down A. Investigation of circadian rhythms in anaerobic power and capacity of the legs. *J-Sports-Med-Phys-Fitness* 1992; 32(4): 343-7.
- Reilly T, Down A. Time of day and performance on all out arm ergometry. In: Reilly T, Watkins J., Broms J., *Kinanthropometry III.*, (p 296), London, E and FN Spon. 1986.
- Reilly T, Robinson G, Minors DS. Some circulatory responses to exercise at different times of day. *Med Sci Sport Exerc* 1984; 16(5): 477-482.
- Rivera-Coll A, Fuentes-Arderiu X, Diez-Noguera A. Circadian rhythms of serum concentration of 12 enzymes of clinical interest. *Chronobiol Int* 1993; 10(3): 190-200.
- Rochester DF. Tests of respiratory muscle function. *Clin Chest Med* 1988; 9(2): 249-261.
- Roth SM, Martel GF, Ivey FM, Lemmer JT, Metter EJ, Hurley BF, Rogers MA. High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. *J Appl Physiol* 2000; 88(3):1112-1118.
- Rudnicka A.R, Rumley A, Lowe G.D, Strachan D.P. Diurnal, seasonal, and Blood-Processing patterns in levels of circulating fibrinogen, fibrin D-Dimer, C-Reactive Protein, tissue plasminogen activator, and von Willebrand factor in a 45-year-old population. *Circulation* 2007; 115(8):996-1003.
- Sahlin, K. Metabolic factors in fatigue. *Sports Medicine*, 1992;13:99-107.
- Sancar A, Lindsey-Boltz LA, Kang TH, Reardon JT, Lee JH, Öztürk N. Circadian clock control of the cellular response to DNA damage. *FEBS Lett* 2010; 584(12): 2618-25.
- Schneider CM, Dennehy CA, Rodearmael SJ, Hayvard JR. Effect of physical activity on creatine phosphokinase and the isoenzyme creatine kinase- MB. *Ann Emerg Med* 1995; 25(4):520-524.
- Schwane JA, Buckley RT, Dipaolo DP, Atkinson MAL, Shepherd JR. Plasma creatine kinase responses of 18- to 30-yr-old African-American men to eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 23(2):370-378.
- Severinghaus JW, Astrup P. The history of blood gas analysis: VI. The history of oximetry. *J Clin Monit* 1986; 2: 270-288.

- Sharon AP, Denise LS. Exercise Physiology for Health, Fitness and Performance. 2th ed, San Francisco: Benjamin Cummings Publishing, 2003.
- Shephard R. J. Minimizing the Practical Problems of World-Wide Soccer Competition: Management of Heat Exposure and a Shift in Circadian Rhythms. Science and Sports 1999; 14(5): 248-253
- Shephard RJ. Sleep, biorhythms and human performance. Sports Med 1984; 1(1):11-37.
- Silva C.S, L.A.G.M. Torres, Rahal R, Terra Filho J, E.O. Vianna Centro de Educação Física e Recreação. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2006.
- Sipahi M. Ratlarda sirkadiyen ritim bozukluğunun yara iyileşmesi ve barsak anastomoz kuvveti üzerine etkileri. Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Kocaeli, Uzmanlık Tezi, 2009.
- Smith LL, Miles MP. Exercise Induce Muscle Injury and Inflammation. Garrett Jr, Kirkendal DT(Ed). Exercise and Sport Science. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2000: 401-410.
- Smith LL, McCammon M, Smith S. White blood cell response to uphill walking and downhill jogging at similar metabolic loads. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1989; 58:833-7.
- Sorichter S, Puschendorf B, Mair J. Skeletal muscle injury induced by eccentric muscle action muscle proteins as markers of muscle fiber injury. Exercise Immunology Review 1999; 5:5-21.
- Souissi H, Chtourou H, Chaouachi A, Chamari K, Souissi N, Amri M. Time-of-day effects on emg parameters during the wingate test in boys. Journal of sports science and medicine 2012;11(3): 380-386.
- Souissi N, Bessot N, Chamari K, Gauthier A, Sesboüé B, Davenne D. Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. Chronobiol Int 2007; 24(4): 739-748.
- Souissi N, Driss T, Chamari K, Vandewalle H, Davenne D, Gam A, Fillard J.R, Jousselin E. Diurnal variation in wingate test performances: Influence of active warm-up. Chronobiology International 2010; 27(3): 640-652.
- Souissi N, Gauthier A, Sesboue B, Larue J, Davenne D. Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise: Force-velocity and 30-s Wingate tests. Int J Sports Med 2004; 25(1):14-19.
- Sönmez GT. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Ankara, Birlik Matbaacılık Yayıncılık. 2002.
- Speranza L, Grilli A, Patruno A, Franceschelli S, Felzani G, Pesce M. Plasmatic markers of muscular stress in isokinetic exercise. J Biol Regul Homeost Agents 2007; 21(2),1-9.


- Stadhouders AM, Jap PH, Winkler HP, Eppenberg HM, Wallimann T. Mitochondrial creatine kinase: a major constituent of pathological inclusions seen in mitochondrial myopathies. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1994; 91:5089-5093.
- Stupka N, Tarnopolsky MA, Yardley NJ, Phillips SM. Cellular adaptation to repeated eccentric exercise induced muscle damage, *J Appl Physiol* 2001; 91:1669-1678.
- Stupnicki R, Gabrys T, Szmatlan UG, Tomaszewski P. Fitting a singlephase model to the post-exercisechanges in heart rate and oxygen uptake. *Physiological Research*, 2010;59:357- 362.
- Suzuki K, Totsuka M, Nakaji S, Yamada M, Kudoh S, Liu Q. Endurance exercise causes interaction among stress hormones, cytokines, neutrophil dynamics, and muscle damage. *J Appl Physiol* 1999; 87(4):1360-1367.
- Şekir U, Özyener F, Gür H. Effect of time of day on the relationship between lactate and ventilatory thresholds: A brief report. *Journal of Sports Science and Medicine* 2002; 1(4):136-140.
- Şenel Ö. Aerobik ve anaerobik antrenman programlarının 13-16 yaş grubu erkek öğrencilerin bazı fizyolojik parametreleri üzerindeki etkileri. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 1995;13-15.
- Şimşek E. Elit alp disiplini sporcularının hazırlık döneminde yaptıkları çalışmaların aerobik ve anaerobik kapasiteleri üzerine etkilerinin incelenmesi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Yüksek Lisans Tezi, 2012;21.
- Tamer K. Sporda Fiziksel Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. 2.Baskı, Ankara, Bağırhan Yayınevi. 2000.
- Thiebaud RS. Exercise induced muscle damage: is it detrimental or beneficial? *Journal of Trainology* 2012; 1:36-44.
- Tiidus PM, Skeletal muscle damage and repair, 1st ed. Champaign IL, Human Kinetics, Thomson–Shore, 2008.
- Tskhovrebova L, Trinick J. Role of tintin in vertebrate striated muscle. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2002; 357(1418):199-206.
- Tucker JF, Collins RA. Value of serial myoglobin levels in the early diagnosis of patients admitted for acute myocardial infarction. *Ann Emerg Med*, 1994 24(4):704-708.
- Uldry C, Janssens JP, de Muralt B, Fitting JW. Sniff nasal inspiratory pressure in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1997; 10:1292-6.
- Ulubay G. Solunum kas fizyolojisi ve kas gücü ölçümü. *Toraks Cerrahisi Bülteni*. 2017; 10:37-46.



- Venugopal R, Gupta O, Patel H. Temporal pattern of circadian rhythm in sportsmen. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy* 2010; 6(1): 1-6.
- Wallace JP, Bogle PG, King BA, Krasnoff JB, Jastremski CA. The magnitude and duration of ambulatory blood pressure reduction following acute exercise. *Journal of Human Hypertens* 1999;13(6):361-6.
- Wang C.Y. Circadian rhythm, exercise, and heart. *Acta Cardiol Sin* 2017; 33(5): 539-541.
- Warren GL, Hermann KM, Ingalls CP, Armsrong RB. Decreased EMG median frequency during a second bout of eccentric contraction. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:820-829.
- Wasserman K, Beauer WL, Wpipp B. Mechanism and patterns of blood lactate increase during exercise in man. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1986;18(3).
- Waterhouse J, Aizawa S, Nevill A, Edwards B, Weinert D, Atkinson G, Reilly T, Rectal temperature, distal sweat rate and forearm blood flow following mild ezercise at two phases of circadian cycle, *Chronobiology International* 2007a; 24(1): 63-85.
- Waterhouse J, Atkinson G, Reilly T, Jones H, Edwards B. Chronophysiology of the cardiovascular system, *Biological Rhythm Research* 2007b; 38 (3):181-194
- Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*; 2.Edition, Human Kinetics, USA, 1999;117-118.
- Winget C.M, DeRoshia C.W, Holley D.C. Circadian rhythms and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*1985; 17(5):498-516.
- Wozniak AC, Kong J. Signalling satellite-cell activation in skeletal muscle: markers, models, stretch, and potential alternate pathways. *Muscle Nerve* 2005; 31(3):283-300.
- Yıldız Y, Aydın T, Akkurt S, Genç Ü, Yağmur H, Kalyon TA. (1998). Laktat eşiği sonrası kullanılan enerji miktarı ile anaerobik kapasite arasındaki ilişki. *Spor Hekimliği Dergisi/Turkish Journal of Sports Medicine* 1998; 33(4):163-172.
- Zergeroglu AM, Ersöz G, Yavuzer S. Dayanıklılık antrenmanlarında antioksidan savunma. *H.Ü. Spor Bilimleri Dergisi* 1997; 8(4):25–31.
- Zergeroğlu AM. Supramaksimal egzersiz ve oksidan stres. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Tıpta Uzmanlık Tezi, 1992.
- Zhang J, Dong X, Fujimoto Y, Okamura H. Molecular signals of mammalian circadian clock. *Kobe J Med Sci* 2004; 50(4):101-109.

## EKLER

### Ek 1. Etik Kurul Onay Belgesi




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

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/376-436 15.08.2016

Sayın Doç. Dr. Tülin ATAN

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Sirkadiyen Ritmin Anaerobik Performansa, Toparlanmaya ve Kas Hasarına Etkisinin İncelenmesi** başlıklı OMÜ KAEK 2016/248 Karar nolu Performans Çalışması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik kurulu yönergesine göre 2306.2016 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.



Doç. Dr. Emine ŞENTUNÇ  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkan Yrd.

Ondokuz mayis Üniversitesi Tıp Fak. Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Tel.:(0362)3121919/2782 -4576007 Omutaek@gmail.com  
Hastane içi 1.Kat (Özel servis karşısı) Atakum/SAMSUN

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Şaban ÜNVER

Doğum Yeri : Malatya

Doğum Tarihi : 01. 04. 1985

Medeni Hali : Evli

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

**Lisans** :Erciyes Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, Spor Yöneticiliği Bölümü, 2007-2011

**Yüksek Lisans** :Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2011-2014

**Doktora** :Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2014-2019

Çalıştığı Kurum ve Yıl :Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2014 - .....

E-posta : sabanunver44@hotmail.com