



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

**PROFESYONEL FUTBOLCULARDA
KARDİYOPULMONER FONKSİYON VE
FİZYOLOJİK EGZERSİZ KAPASİTESİNİN
SEZONAL SEYRİNİN İNCELENMESİ**

Abdullah Kaan KURT

DOKTORA TEZİ

Prof. Dr. Ahmet AYAR

TRABZON-2025

BEYAN

Bu tez çalışmasının Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak hazırlanarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih

Abdullah Kaan KURT

(İmza)

İTHAF

Bu doktora tezimi özveri ile çalışan tüm sağlık çalışanlarına ithaf ediyorum...



TEŐEKKÖR

Tez aşamasında sadece bilimsel ve akademik tecrübesiyle değil hayat tecrübeleriyle de bana değer katan değerli danışman hocam Prof. Dr. Ahmet AYAR'a teşekkür ederim.

Abdullah Kaan KURT



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK SAYFASI	
ONAY	
BEYAN	
İthaf	
TEŞEKKÜR	
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
RESİMLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Futbol	2
2.2. Kardiyopulmoner Sistem	2
2.2.1. Kalp	3
2.2.2. Akciğer	4
2.3. Egzersiz Testleri	4
2.3.1. Aerobik Kapasite	5
2.3.2. Aerobik Güç Ölçümü	6
2.3.3. Anaerobik Kapasite	7
2.3.4. Anaerobik Güç Ölçümü	8
2.4. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi	8
2.4.1. Kardiyopulmoner Egzersiz Testinde Bilinmesi Gereken Kavramlar	9
2.4.2. Kardiyopulmoner Egzersiz Testinde Bisiklet Ergonometrisi	11
2.5. Egzersizde Enerji Sistemleri	13
2.5.1. ATP	13
2.5.2. Glikoliz	13
2.5.3. Oksidatif Fosforilasyon	13
2.6. Egzersiz Esnasında Kardiyovasküler Değişiklikler	14

2.7. Egzersiz Esnasında Pulmoner Değişiklikler	16
2.8. Egzersiz Sonrası Toparlanma	16
2.9. Sporda Yorgunluk	17
2.10. Sporda Uyku Kalitesi	17
2.11. Futbolda Sezonl Seyir	18
3. GEREÇ ve YÖNTEM	19
3.1. Etik Kurul Onayı	19
3.2. Katılımcı Seçimi	19
3.3. Egzersiz Testine Uygunluk ve Katılımcı Seçimi	19
3.4. Çalışma Dizaynı	19
3.5. Ölçümler	19
3.5.1. Vücut Kitle İndeksi (VKİ)	19
3.5.2. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi (Bisiklet Ergonometrisi)	20
3.5.3. Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi	22
3.5.4. Çok Boyutlu Yorgunluk Ölçeği	23
3.5.5. Beck Depresyon Ölçeği	23
3.6. İstatistiksel Analiz	24
4. BULGULAR	25
5. TARTIŞMA	32
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	37
7. KAYNAKLAR	38
EKLER	44
EK 1. Etik Kurul Onayı	45
EK 2. Bilgi ve Onam Formu	46
EK 3. Pittsburgh Uyku Kalite Ölçeği	47
EK 4. Çok Boyutlu Yorgunluk Ölçeği	48
EK 5. Beck Depresyon Ölçeği	51
ÖZGEÇMİŞ	52

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No		Sayfa
Tablo 1.	Boy, kilo ve vücut yağ oranının gruplar arası karşılaştırması	25
Tablo 2.	Test öncesi istirahat verilerinin gruplar arası karşılaştırması	25
Tablo 3.	Maksimum iş yükü verilerinin gruplar arası karşılaştırması	26
Tablo 4.	Maksimal oksijen tüketim kapasitesinin gruplar arası karşılaştırması	27
Tablo 5.	Maksimal oksijen tüketim esnasında ventilasyon durumu	28
Tablo 6.	Maksimal oksijen tüketim esnasında kalp atım sayısı	28
Tablo 7.	Maximum yüklenme esnasında VO ₂ durumu	29
Tablo 8.	Maximum yüklenme esnasında kalp atımı	29
Tablo 9.	Maximum yüklenme esnasında Ventilasyon	30
Tablo 10.	Maksimal oksijen tüketim kapasitesine ulaşma sürelerinin gruplar arası karşılaştırması	30

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 1.	Maksimum iş yükünün sezonal seyri	26
Şekil 2.	Maksimal oksijen tüketim kapasitesinin sezonal seyri	27
Şekil 3.	Uyku kalitesinin sezonal seyri	30



RESİMLER DİZİNİ

Resim No		Sayfa
Resim 1.	Test verileri kontrol ve takip ekranları	21
Resim 2.	Kardiyopulmoner egzersiz testi bisiklet ergonometrisi	22



KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

AE	Anaerobik eşik
ATP	Adenozin trifosfat
Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
CO₂	Karbondioksit
Dk	Dakika
Kg	Kilogram
KH	Kalp hızı
KPET	Kardiyopulmoner egzersiz testi
Maks	Maksimum
Min	Minimum
O₂	Oksijen
RER	Solunum değişim katsayısı
Q	Perfüzyon
V	Ventilasyon
VE	Dakika ventilasyonu
VKİ	Vücut kitle indeksi
VO₂maks	Maksimal oksijen tüketim kapasitesi

ÖZET

Profesyonel Futbolcularda Kardiyopulmoner Fonksiyon ve Fizyolojik Egzersiz Kapasitenin Sezonal Seyrinin İncelenmesi

Sportif performans, yoğun egzersiz ve dayanıklılık gerektiren takım sporlarında sporcunun teknik ve taktik becerilerinin yanı sıra, fizyolojik kapasiteye önemli ölçüde bağlıdır. Kardiyovasküler sistem, kas yapısı ve hücresel enerji gibi fizyolojik fonksiyonların sirkadiyen düzenlemesi, egzersiz kapasitesindeki günlük farklılıkları açıklayabilir. Ancak, sezonluk değişimlerin bu parametreler ve sportif kapasite üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir. Bu tez, profesyonel futbolcularda kardiyopulmoner fonksiyon ve fizyolojik egzersiz kapasitesinin sezon boyunca nasıl değiştiğini araştırmayı amaçlamaktadır

Çalışmada bir profesyonel erkek futbol takımının tüm futbolcuları, sezonun üç aşamasında değerlendirmeye tabi tutuldu. Kardiyopulmoner fonksiyon ve fizyolojik egzersiz kapasitelerini değerlendirmek için semptom sınırlı olarak şiddeti artırılan protokol ile kardiyopulmoner egzersiz testi kullanıldı. Katılımcıların uyku kalitesi Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi ile, yorgunluk durumu çok boyutlu yorgunluk ölçeği ile, depresyon durumu Beck depresyon ölçeği ile ölçüldü. Veriler analiz edilerek sezonun farklı dönemleri arası karşılaştırma yapıldı.

Araştırmaya katılan tüm katılımcılar değerlendirildiğinde yaş ortancası 22 (IQR 20.0-27.0), boy ortalaması 180.72 ± 5.09 cm, kilo ortalaması 75.05 ± 6.39 kg ve vücut yağ oranı 12.38 ± 2.68 idi. Katılan tüm sporcuların maksimum iş yükü ortalaması 231.83 ± 27.85 watt olarak saptandı. Tüm katılımcıların maksimum oksijen tüketimi, 42.25 ± 6.21 mL/kg/dk, maksimum oksijen tüketimi esnasında kalp atım hızı ortalaması 156.09 ± 24.81 atım olarak tespit edildi. Bu parametrelere yönelik sezonun üç ayrı dönemi için yapılan ayrı ayrı değerlendirmeler karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark tespit edilmedi.

Çalışma bulgularımız doğrultusunda takımın fizyolojik parametrelerini geliştirmek için kardiyopulmoner kapasite, solunum sistemi ve genel fizyolojik dayanıklılığa yönelik futbol sezonuna bağlı öncelikli bir durum tespiti yapılmalı. Çalışma sonuçlarımızın sporcuların sezon arasında/başında da antrenman yapmasına bağlı olabileceğini dışlayamamakla birlikte sporcularda gözlenen sezona bağlı performans değişikliklerinin sadece kardiyopulmoner fizyolojik parametreler yerine çok yönlü dinamiklerin birleşiminden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aerobik kapasite, Futbol, Maksimal egzersiz, Performans, Uyku

ABSTRACT

Investigation of Seasonal Course of Cardiopulmonary Function and Physiological Exercise Capacities Among Professional Soccer Players

Sporting performance, in team sports requiring intense exercise and endurance, is significantly influenced not only by the athlete's technical and tactical skills but also by their physiological capacity. The circadian regulation of physiological functions such as the cardiovascular system, muscle structure, and cellular energy may explain the daily variations in exercise capacity. However, the seasonal effects of these parameters and their impact on athletic capacity are not fully understood. This thesis aims to investigate how cardiopulmonary function and physiological exercise capacity change throughout the season in professional football players.

In the study, all players of a professional male football team were evaluated during three phases of the season. To assess cardiopulmonary function and physiological exercise capacity, a symptom-limited, progressively intense protocol was used in a cardiopulmonary exercise test. Participants' sleep quality was measured using the Pittsburgh Sleep Quality Index, fatigue was assessed with the Multidimensional Fatigue Inventory, and depression was evaluated using the Beck Depression Inventory. The data was analyzed and a comparison was made.

When all participants in the study were evaluated, the median age was 22 (IQR 20.0-27.0), the average height was 180.72 ± 5.09 cm, the average weight was 75.05 ± 6.39 kg, and the average body fat percentage was 12.38 ± 2.68 . The average maximum workload of all participants was found to be 231.83 ± 27.85 watts. The VO_2max of all participants was 42.25 ± 6.21 mL/kg/min, and the average heart rate during VO_2max was 156.09 ± 24.81 beats per minute. When the separate evaluations for the three different periods of the season were compared, no statistically significant differences were found.

Based on our study findings, an initial assessment should be made regarding the team's physiological parameters, focusing on cardiovascular capacity, respiratory system, and overall physiological endurance, depending on the football season. Although we cannot rule out that the results of our study may be related to athletes training during the off-season/pre-season, it suggests that the season-related performance changes observed in athletes may stem from the combination of multifaceted dynamics rather than just cardiopulmonary physiological parameters.

Key Words: Aerobic capacity, Football, Maximal exercise, Performance, Sleep

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Sportif performans, sporcunun teknik ve taktik becerileri ile belirlenir. Futbol da dahil olmak üzere, yoğun egzersiz ve dayanıklılık gerektiren çoğu takım sporunda, müsabaka boyunca teknik ve taktik becerilerin kullanım kapasitesi de fizyolojik kapasitelerden büyük ölçüde etkilenir. Sporcu ve antrenörlerin hiç bitmeyen amacı sporda daha yüksek performans elde etmektir, ancak bunun tutarlı olması gerekir.

Kardiyovasküler sistem, kas sistemi ve hücrel biyoenerji dahil olmak üzere birçok fizyolojik fonksiyonun sirkadiyen düzenlenmesinin, egzersiz kapasitesi ve genel atletik performanstaki bireysel günlük farklılıklarının öneminin altını çizebilecek kanıtlar vardır. Ancak, sezonun bu parametreler üzerindeki potansiyel etkisi iyi belgelenmemiştir.

Bu tez çalışmasının amacı, profesyonel futbolcularda kardiyopulmoner fonksiyon ve fizyolojik egzersiz kapasitelerinin sezon boyunca seyrini araştırmaktır. En az bir profesyonel erkek futbol takımının tüm futbolcuları, sezonun üç aşamasında değerlendirmeye tabi tutulacaktır: sezon başı, sezon ortasında ve sezonun sonunda. Kardiyopulmoner egzersiz testi, semptom sınırlı artan rampa protokolü kullanılarak kardiyopulmoner fonksiyon ve fizyolojik egzersiz kapasitelerini değerlendirmek için kullanılacaktır. Maksimum oksijen alımı, iş yükü kapasitesi, kalp hızı toparlanması, pulmoner ventilasyon ve anaerobik eşik değerlendirilecektir. Sağlık durumu (kas ağrısı, stres ve yorgunluk) Hooper Anketi ile değerlendirilecek olup yorgunluk değerlendirmesi için Çok Boyutlu Yorgunluk ölçeği kullanılacaktır. Uyku kalitesi Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi'ne (PSQI) göre değerlendirilecektir. Veriler analiz edilecek ve sezonun farklı aşamaları arasında ilgili karşılaştırmalar yapılacaktır.

Bu çalışmadan elde edilen veriler, profesyonel futbolcular arasında atletik kapasitenin seyrini/değişimlerini ve algılanan sağlık durumunu anlamak için faydalı olacaktır. Ayrıca profesyonel futbolcular için rekabete dayalı sezon boyunca istikrarlı sportif performans sergilemede daha etkili antrenman planlaması açısından faydalı olabilir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Futbol

Futbol, dünya genelinde en yaygın ve popüler takım sporlarından biridir ve tarihsel kökleri, 19. yüzyılın ortalarına uzanmaktadır. Modern futbolun temelleri bu dönemde atılırken, oyunun kuralları da 1863 yılında kurulan İngiliz Futbol Birliği ile standardize edilmiştir. Futbol sosyal, kültürel ve ekonomik etkileriyle zamanla sadece bir spor dalı olmanın ötesine geçerek, küresel bir fenomene dönüşmüştür(1).

Profesyonelleşme süreci, 20. yüzyılın başlarında başlamış ve sporcuların yüksek fiziksel ve mental performans sergilemesi gerekliliğini doğurmuştur. Bu bağlamda, futbolcuların kardiyopulmoner fonksiyonları ve fiziksel kondisyonları, oyunun temposu ve gereksinimleri açısından kritik öneme sahiptir. Oyunun dinamik yapısı, sürekli olarak yüksek enerji harcamasını gerektirirken, profesyonel sporcuların bu taleplere yanıt verebilme yetenekleri, performanslarının belirleyici unsurlarındandır. Futbolun rekabetçi doğası, oyuncuların her an en üst düzeyde hazır olmasını zorunlu kılar. Sezon boyunca yaşanan fizyolojik değişimler, antrenman programlarının etkinliği ve oyuncu sağlığı açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle, profesyonel sporcuların fiziksel yeterlilikleri, sadece bireysel başarılar için değil, takım performansı için de hayati bir öneme sahiptir. Sonuç olarak, futbol, sadece bir oyun değil, aynı zamanda insan fiziği ve performansının sınırlarını zorlayan bir sosyal olgudur (2).

2.2. Kardiyopulmoner Sistem

Kardiyopulmoner sistem, kalp ve akciğerlerin birlikte çalışarak vücudun oksijen alımını ve karbondioksit atımını düzenleyen bir mekanizmadır. Kalp, kanı pompalayarak oksijen ve besin maddelerini vücut dokularına ulaştırırken, akciğerler de solunan havadan oksijen alır ve atık gaz olan karbondioksiti dışarı atar. Bu sistem, dolaşım ve solunum sisteminin entegrasyonunu sağladığı için, vücudun metabolizmasının sağlıklı bir şekilde işlemesi açısından hayati öneme sahiptir. Kardiyopulmoner sistem, çeşitli fiziksel aktiviteler ve egzersizler sırasında vücudun artan oksijen ihtiyacını karşılamak üzere sürekli olarak adaptasyon gösterir (3).

Egzersiz sırasında kardiyopulmoner sistemin önemi, vücudun enerji ihtiyacını karşılama yeteneği ile doğrudan ilişkilidir. Egzersiz başladığında, kaslar daha fazla enerji üretmek için oksijene ihtiyaç duyar. Bu süreçte kalp atış hızı ve solunum hızı artar; kalp, daha fazla kan pompalayarak kaslara oksijen ve besin maddeleri gönderirken, akciğerler de oksijen alımını artırır. Egzersizin şiddeti yükseldikçe, bu sistemin etkinliği daha da kritik hale gelir. Ayrıca, vücut sıcaklığındaki artış da kardiyopulmoner sistem üzerinde etkili olur; ısıyı

düzenlemek amacıyla kan damarları genişler ve kan akışı artar. Egzersiz sırasında salgılanan hormonlar, kalbin daha verimli çalışmasını sağlarken, solunum sisteminin de etkili bir şekilde gaz alışverişi yapmasını destekler. Bu dinamik süreçler, düzenli egzersiz yapan bireylerde kardiyopulmoner sistemin verimliliğini artırır, dayanıklılığı geliştirir ve genel sağlık durumunu iyileştirir. Dolayısıyla, kardiyopulmoner sistemin işlevselliği, fiziksel performansı artırmanın yanı sıra sağlıklı bir yaşam sürdürmek için de elzemdir (3, 4).

2.2.1. Kalp

Kalp, insan vücudunun merkezi bir organıdır ve göğüs boşluğunun ortasında, mediastinumda yer alır. Yaklaşık olarak bir avuç büyüklüğünde olan bu organ, konik bir yapıya sahiptir. Dört odacığı vardır: iki atriyum (kulakçık) ve iki ventrikül (karıncık). Atriyumlar, venöz kanı toplarken, ventriküller bu kanı vücuda pompalamakla görevlidir. Kalbin dış yüzeyini saran perikardium, kalbin düzgün çalışmasını sağlayan bir zar tabakasıdır. Kalbin iç yapısında, odacıkları ayıran septumlar ve kan akışını kontrol eden kapakçıklar (atriyoventriküler kapaklar ve aort ile pulmoner kapaklar) bulunur. Kalbin kas dokusu olan miyokard, elektriksel uyarıları ileterek kasılmasını sağlar (5).

Kalbin temel fonksiyonu, kanı pompalamak ve vücudun farklı bölgelerine oksijen ve besin maddeleri taşımaktır. Kalp sistemik ve pulmoner olmak üzere iki büyük işlevsel sisteme sahiptir. Sistemik dolaşımda, sol ventrikülden aorta pompalanan oksijenli kan, vücudun tüm hücrelerine ulaşır. Hücrelerdeki metabolizma sonucu oluşan karbondioksit, venöz kan olarak sağ atriyumda döner. Pulmoner dolaşımda ise, sağ ventrikülden akciğerlere gönderilen venöz kan, oksijenlenerek sol atriyumda geri döner (6).

Kalbin elektriksel iletim sistemi, sinoatriyal düğüm (SA düğümü) ve atrioventriküler düğüm (AV düğümü) aracılığıyla kalp atışlarının düzenlenmesini sağlar. Bu mekanizma, kalbin sürekli ve ritmik bir şekilde çalışmasını mümkün kılar.

Kalp fizyolojik olarak; kan basıncı, kalp atım hızı ve kalp debisi gibi parametrelerle işlev görür. Kalp atım hızı, genellikle dakikada 60-100 atım arasında değişirken, kalp debisi, her bir atımda pompalanan kan miktarının (sistolik hacim) kalp atım hızıyla çarpılmasıyla hesaplanır. Vücut ihtiyaçlarına göre, kalp atım hızı ve debisi dinamik olarak değişir; fiziksel aktivite, stres veya hastalık gibi durumlarda bu parametreler değişiklik gösterir. Kalp, hem iç hem de dış faktörlerin etkisiyle düzenli bir şekilde çalışarak, vücudun homeostazını korur ve yaşam için gerekli olan temel işlevleri yerine getirir (5, 6).

2.2.2. Akciğer

Akciğerler, insan vücudunun göğüs boşluğunda bulunan, solunum sisteminin merkezi organlarıdır. İnsanda sağ akciğer üç lobdan (üst, orta ve alt lob) oluşurken, sol akciğer iki lobdan (üst ve alt lob) meydana gelmektedir. Bu loblar, sağ ve sol bronşlar aracılığıyla trake ile bağlantılıdır ve hava yolları boyunca ilerleyen havayı taşır. Akciğerlerin yüzeyini saran plevra, iki tabakadan oluşan seröz bir zar olup, akciğerlerin göğüs duvarına olan bağlantısını sağlar. Bu zar, akciğerlerin hareketini kolaylaştırırken, plevral sıvı ile dolu olan plevral boşluk, akciğerlerin genişleme ve kontraksiyonunu destekler. Alveolar yapı, akciğerlerin gaz değişim alanı olarak işlev görür ve geniş yüzey alanı sayesinde oksijen ve karbondioksit değişimini optimize eder (7).

Akciğerlerin temel işlevi, dış ortamdan alınan havanın içindeki oksijeni kan dolaşımına aktarmak ve kanın taşıdığı karbondioksiti dışarı atmaktır. Bu işlev, inhalasyon ve ekshalasyon olarak tanımlanan iki ana solunum evresinde gerçekleşir. Hava, burun veya ağız yoluyla akciğerlere ulaşır; burada alveollerde gaz değişimi meydana gelir. Oksijen, alveolar duvarlardan difüzyon yoluyla kan dolaşımına geçerken, karbondioksit de ters yönde hareket eder. Akciğerlerin bu işlevselliği, sistemik dolaşım yoluyla hücrelere oksijen taşınması ve metabolik atıkların etkili bir şekilde atılmasını sağlar. Akciğerlerin ventilasyon kapasitesi, organizmanın oksijen ihtiyacına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (8).

Fizyolojik açıdan, akciğerler solunum mekanizması ile entegre bir şekilde çalışmakta olup, bu mekanizma birçok faktörden etkilenmektedir. Solunum hızı, normalde dakikada 12-20 nefes arasında değişirken, bu değer, fiziksel aktivite, stres durumu veya patolojik durumlarla artış gösterebilir. Akciğerlerin ventilasyon-perfüzyon oranı, alveoller ile kan akışı arasındaki dengeyi ifade eder ve bu oran, gaz değişiminin etkinliği açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca, alveolar elastikiyet, solunum kaslarının gücü ve hava yollarının açıklığı, akciğerlerin genel fonksiyonunu etkileyen önemli fizyolojik parametrelerdir. Bu faktörler, akciğerlerin homeostatik dengeyi sağlama kapasitesini doğrudan etkilemekte ve organizmanın yaşam fonksiyonlarını sürdürebilmesi için gerekli olan gaz alışverişini mümkün kılmaktadır (7, 8).

2.3. Egzersiz Testleri

Egzersiz testleri, bireylerin kardiyovasküler, pulmoner ve kas-iskelet sistemi performansını değerlendirmek amacıyla kullanılan sistematik yaklaşımlardır. Bu testler, sağlık durumu, fiziksel uygunluk ve egzersiz toleransı hakkında bilgi sağlamak için önemli uygulamalar olup, rehabilitasyon süreçlerinde, sporcu performans değerlendirmelerinde ve hastalıkların seyrinin izlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Testler, genellikle bireyin belirli

bir egzersiz yoğunluğuna maruz kaldığı kontrollü bir ortamda gerçekleştirilir ve elde edilen veriler, bireyin genel sağlık durumu ile ilgili önemli bulgular sunar. Egzersiz testleri, genel olarak maksimal ve submaksimal testler olarak iki ana gruba ayrılır. Maksimal testler, bireyin en yüksek performansını ölçerken, genellikle bir laboratuvar ortamında ve gözlem altında gerçekleştirilir; submaksimal testler ise daha düşük yoğunlukta egzersizleri içerir ve geniş bir kitleye uygulanabilir. Bu sınıflandırmalar, egzersiz testlerinin uygulama amacına ve hedef kitleye uygun şekilde seçilmesine yardımcı olur, böylece sağlık profesyonelleri, bireylerin fiziksel kapasitesini anlamalarına ve uygun müdahale stratejileri geliştirmelerine olanak tanır (9).

2.3.1. Aerobik Kapasite

Aerobik kapasite, vücudun oksijen kullanma yeteneği olarak tanımlanabilir ve genel sağlık ile fiziksel performans açısından kritik bir öneme sahiptir. Aerobik egzersiz, uzun süreli ve orta ile yüksek yoğunlukta yapılan aktiviteler olarak bilinir. Bu aktiviteler, kalp, akciğer ve kas sisteminin entegre bir şekilde çalışmasını gerektirir. Aerobik kapasite, bireylerin fiziksel aktivite sırasında ne kadar oksijen tüketebileceğini belirleyen önemli bir parametredir.

Aerobik kapasitenin artırılması, bireylerin genel sağlık düzeyini iyileştirme potansiyeline sahiptir. Düzenli aerobik egzersiz, kardiyovasküler hastalıklar, obezite, diyabet gibi birçok sağlık sorununu önlemeye yardımcı olur. Ayrıca, aerobik kapasitenin yükseltilmesi, bağışıklık sisteminin güçlenmesine, stresi azaltmaya ve mental sağlığın iyileşmesine katkıda bulunur. Dünya Sağlık Örgütü, günlük ortalama 30-45 dakika süren haftada en az 150 dakika orta yoğunlukta aerobik aktivite önerirken, bu tür aktivitelerin sağlıklı bir yaşam tarzının temeli olduğunu vurgular (10).

Aerobik kapasitenin değerlendirilmesi, bireylerin fiziksel durumlarını izlemek ve sağlıklı yaşam hedeflerine ulaşmalarını sağlamak için önemlidir. Yüksek aerobik kapasiteye sahip bireyler, günlük yaşam aktivitelerini daha az eforla gerçekleştirebilir; bu da genel yaşam kalitesini artırır. Aerobik kapasitenin artırılması, yaşlanma sürecini yavaşlatabilir ve yaşa bağlı fiziksel yetenek kaybını en aza indirebilir. Aerobik kapasite, sportif performans için de kritik bir faktördür. Özellikle dayanıklılık sporlarında, yüksek aerobik kapasite, sporcuların performansını belirleyen en önemli unsurlardan biridir. Maraton koşucuları, bisikletçiler ve yüzücüler gibi sporcular için aerobik kapasite, uzun süreli egzersiz sırasında enerji üretimini optimize etme yeteneği ile doğrudan ilişkilidir (11).

Yüksek bir aerobik kapasite, sporcuların daha uzun süre daha yüksek yoğunlukta performans göstermelerini sağlar. Bu durum, laktat eşiği gibi önemli metabolik parametrelerin

yükselmesine yol açar. Aerobik kapasite, sporcuların dayanıklılıklarını artırırken, hızlı toparlanma süreleri ile de ilişkilidir. Bu, yarışma sırasında veya antrenmanlarda oluşabilecek yorgunluk hissinin azalmasına ve daha etkili bir performans sergilemelerine olanak tanır. Aerobik kapasitenin artırılması, düzenli ve uygun egzersiz programlarıyla mümkündür. Yürüyüş, koşu, yüzme, bisiklet sürme gibi aktiviteler, aerobik kapasitenin geliştirilmesi için ideal seçeneklerdir. Antrenman programları, bireylerin mevcut fitness seviyelerine göre planlanmalı ve zamanla yoğunluğu artırmalıdır. Ayrıca, beslenme ve dinlenme gibi faktörler de aerobik kapasitenin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Dengeli bir diyet ve yeterli uyku, antrenmanların etkisini artırarak performans gelişimini destekler (12).

2.3.2. Aerobik Güç Ölçümü

Günümüzde aerobik kapasitenin ölçümü, anaerobik güç değerlendirmelerinden daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Aerobik güç, maksimal oksijen tüketimi üzerinden, açık devre gaz değişimi yöntemleriyle, giderek artan bir iş yükü ile yapılan egzersizler (örneğin koşu bandı veya bisiklet ergonometresi) sırasında değerlendirilir. Bu testler genellikle koşu bandı ya da bisiklet ergonometresinde maksimal veya submaksimal egzersiz testleri şeklinde uygulanır ve EKG ölçümleri ile birlikte yapılır.

Koşu bandı testlerinde Bruce, Balke veya Modifiye Bruce protokolleri gibi çeşitli yöntemler kullanılarak, kalp hızı, EKG değişiklikleri ve her üç dakikada bir kan basıncı değişiklikleri izlenir. Test, katılımcı maksimal oksijen tüketimine ulaşmaya kadar veya maksimal kalp hızına ulaşana kadar artan iş yüküyle devam eder. Egzersiz sırasında iş yükü arttıkça, oksijen tüketimi de paralel olarak artar; fakat bir noktada oksijen alımı sabit kalır ve bu noktada bir plato oluşur. Bu plato noktasındaki VO_2 değeri, kişinin VO_{2max} değeri olarak kabul edilir. Bu seviyede, kan laktat değeri %70-80 mg/ml civarına çıkmış, solunum değişim oranı (RER) 1.07-1.15 aralığına yükselmiş ve kalp hızı maksimum seviyelere ulaşmış olmalıdır. Bu testlerde, Rudolph tipi bir maskeden nefes alınarak "breath-by-breath" yöntemiyle her nefeste harcanan VO_2 miktarı, zirkonyum oksijen analizörüyle ölçülür(13, 14).

Testin tekrar edilebilir olması önemlidir ve testi uygulayan ortamın nem, sıcaklık gibi faktörleri, kişinin sigara kullanımı, aktivite seviyesi, psikolojik durumu ve ilaç kullanımı gibi değişkenlerin göz önünde bulundurulması gerekir. Maksimal aerobik güç, kasların yaptığı iş ile doğrudan ilişkilidir. Endüstriyel ve dayanıklılık sporlarında, enerji transferinin büyük kısmı aerobik yollarla gerçekleşir. Akciğerlerden kana oksijen taşınması, kandan dokulara oksijenin difüzyonu ve kaslardaki oksidasyon süreçleri, aerobik güç ile doğru orantılı olarak çalışan biyolojik mekanizmalardır.

Maksimal aerobik güç ölçümü, bazı meslek gruplarındaki (örneğin itfaiyeciler ve polisler) bireylerin iş kapasitelerinin belirlenmesinde, klinik hastalıkların tanısında, sporcuların antrenman programlarının oluşturulmasında ve yaşa bağlı metabolik değişikliklerin izlenmesinde kritik bir rol oynar. Ayrıca, sporcuların performans kapasitesinin belirlenmesinde de aerobik testler kullanılır. Fiziksel kapasite, sporcuların başarılarını belirleyen önemli bir faktördür. İnsan organizmasının enerji kapasiteleri, performans sınırlarını belirleyen temel unsurdur ve bu sınırlar içinde spor yapılabilir (14).

Aerobik kapasite, laboratuvarda yapılan maksimal oksijen alımı ölçümleri ile oldukça doğru bir şekilde belirlenebilir. Bunun yanı sıra, farklı laboratuvar ve saha testleri ile de yaklaşık ölçümler yapmak mümkündür. Anaerobik güç ise evrensel olarak kabul edilen bir ölçüm yöntemi bulunmamakla birlikte, buna dair farklı test protokolleri mevcuttur.

2.3.3. Anaerobik Kapasite

Maksimal ve supramaksimal aktivite düzeylerinde iskelet kaslarının, anaerobik enerji transfer sistemini devreye sokarak ürettiği iş kapasitesine anaerobik kapasite denir. Bu kapasite, oksijenin yetersiz olduğu koşullarda, kasların kısa süreli ama yoğun bir şekilde çalışabilmesini sağlayan önemli bir parametredir. Anaerobik kapasite, genellikle kısa süreli yüksek yoğunluklu aktivitelerde, örneğin sprint koşuları veya ağırsıklet antrenmanlarında kritik rol oynar. Bu tür aktivitelerde, kaslar enerji üretiminde oksijen kullanmaz, bunun yerine kreatin fosfat ve glikoz gibi anaerobik enerji kaynaklarından yararlanır (15).

Anaerobik güç ise, hücre içindeki metabolik süreçlerin oksijen kullanmadan ATP üretme hızını ifade eder. Yani, anaerobik güç, kasların belirli bir zaman diliminde, oksijen olmadan ne kadar hızlı ve verimli bir şekilde enerji ürettiğini gösterir. Anaerobik kapasitenin, özellikle yüksek yoğunluklu fiziksel aktivitelerde ürettiği iş miktarının birim zamandaki karşılığı olarak anaerobik güç hesaplanır. Bu kavram, özellikle patlayıcı kuvvetin gerektiği aktivitelerde büyük bir öneme sahiptir.

Anaerobik iş, anaerobik eşik değerinin üzerine çıkan ve kasların patlayıcı kuvvet üretmesini gerektiren bir iş yüküdür. Bu tür işler genellikle kısa süreli, fakat oldukça yoğun çalışmayı içerir ve genellikle yorgunlukla sonuçlanır. Yorgunluk, anaerobik işin artan şiddetiyle birlikte daha hızlı ortaya çıkar, çünkü enerji kaynakları tükenmeye başlar ve metabolik atıklar birikmeye başlar. Bu nedenle, anaerobik işin devamlılığı sınırlıdır ve uzun süre boyunca sürdürülemez. Yorgunluk, kasların ATP üretme kapasitesinin düşmesiyle daha belirgin hale gelir ve bu da performansın azalmasına neden olur (15).

2.3.4. Anaerobik Güç Ölçümü

Anaerobik performans, özellikle uzun süreli sportif faaliyetlerde yarışın sonlarına doğru hızlanmayı gerektiren durumlarda önemli bir faktördür. Kan laktat birikimi, genellikle yüksek anaerobik glikoliz sonucunda oluşan bir üründür; ancak laktat yoğunluğu ölçümü, ATP üretim hızını veya kapasitesini doğrudan yansıtmaz. Şu an için anaerobik enerjinin gücünü ve kapasitesini doğrudan ölçebilecek bir yöntem bulunmamakla birlikte, bu gücü değerlendirmeye yönelik en yaygın kullanılan testler şunlardır:

- Dikey sıçrama testi
- Margaria-Kalamen güç testi
- Modifiye Margaria-Kalamen güç testi (futbol merdiven testi)
- Modifiye üç kutu uzun atlama testi (MBLJ)
- Wingate anaerobik testi (WAnT)
- Kritik güç testi

Bu testlerin her biri, farklı araştırmaların sonuçlarına göre anaerobik gücün değerlendirilmesinde geçerliliği kanıtlanmış yöntemlerdir (16).

2.4. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi

Kardiyopulmoner egzersiz testleri (KPET), bir bireyin egzersiz esnasındaki kapasitesini değerlendirmeye yönelik bir değerlendirme yöntemidir. Bu testler, farklı ekipmanlar gerektirdiği için klinik uygulamalarda birçok hastalığın tanısının konmasına yardımcı olabilmektedir(17). Kardiyopulmoner egzersiz testi, aşağıdaki durumlarda uygulanabilir:

Fonksiyonel kapasitenin ve VO_2 maks değerinin ölçülmesi,

Egzersiz sırasında karşılaşılan sınırlayıcı faktörlerin ve altta yatan patofizyolojik sebeplerin tespit edilmesi,

Hem kardiyak hem de pulmoner semptomların birlikte görüldüğü hastalıklarda, her iki durumun etkilerini ve oranlarını belirleme,

İstirahat halindeki kardiyak ve pulmoner testlerde gözlemlenemeyen semptomların ortaya çıkarılması,

Gaz değişimindeki anormalliklerin izlenmesi,

Kardiyak ya da pulmoner rehabilitasyon programlarına katılan hastalarda ilerleme ve rehabilitasyon yanıtlarının değerlendirilmesi,

Özürlülük düzeyinin belirlenmesi,

Ameliyat öncesi hastaların değerlendirilmesinde kullanılabilir (17).

Kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında dikkat edilmesi gereken önemli noktaların başında, istirahat halindeki ve efor sırasında gözlemlenen VO_2 miktarı yer alır. Bir diğer önemli gösterge ise solunum değişim oranı (RER) değerinin izlenmesidir. Egzersizin ilk %30-40'lık bölümünde RER değeri genellikle 0.8 ile 0.95 arasında olmalıdır. Birey maksimum çaba gösterdiğinde, RER değeri 1.1 ile 1.3 arasına çıkar ve egzersiz sonrasında bir süre boyunca yüksek kalmaya devam eder. Kasların istirahat halini sürdürmesi; birikmiş olan CO_2 'inin temizlenmesini sağlamakla birlikte RER'in uygun aralığa inmesine olanak sağlar (17). Yine test boyunca oksijen saturasyonu, asidoz durumu, elektrokardiyografi (EKG) ve kan basıncı ölçümleri düzenli olarak takip edilir.

2.4.1. Kardiyopulmoner Egzersiz Testinde Bilinmesi Gereken Kavramlar

Aerobik kapasite

Aerobik kapasite, çizgili kasların orta ile yüksek yoğunluktaki egzersizleri uzun süre boyunca sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanır. Kademeli olarak şiddeti artırılan egzersiz testleri sırasında, iskelet kaslarının en fazla oksijen kullandığı miktar VO_{2maks} ile ifade edilir. Bu değer dakikada vücut ağırlığının kilogramı başına mililitre cinsinden hesaplanır (O_2 mL/kg/dk). Anaerobik eşik ile VO_{2maks} değerleri, kişinin aerobik kondisyonunu belirlemenin yanı sıra sporcular için antrenman planlarını düzenlemeye ve klinik ortamda egzersiz yoğunluğunu saptamaya da yardımcı olur (18). Bir kişinin maksimal aerobik gücünü ölçmek için en uygun yöntem VO_{2maks} testidir. VO_{2maks} , şiddetli egzersiz sırasında, iskelet kaslarında kullanılan maksimum oksijen miktarını gösterir ve egzersiz yoğunluğu arttıkça bu değer değişmez. VO_{2maks} değeri, yaş, cinsiyet, vücut yapısı ve vücut kompozisyonuna göre farklılıklar gösterir. Bu parametre hem dokuların oksijen kullanma kapasitesini hem de kardiyovasküler ile solunum sistemlerinin verimliliğini yansıtan önemli bir göstergedir (19). Aerobik kapasite, bireylerin fiziksel yeterliliklerini belirlerken kalp, solunum ve metabolik yanıtları birlikte değerlendirilerek kapsamlı bir bilgi sunar. Ayrıca, vücudun genel metabolik işleyişini yansıttığı için, yüksek aerobik kapasite, kalp hastalıkları, yüksek tansiyon, diyabet ve bazı kanser türleri gibi sağlık sorunları için daha düşük riskle ilişkilidir.

Oksijen Tüketimi

Egzersiz sırasında vücutta oksijen (O_2) ihtiyacı artar. Çünkü kaslar enerji üretimi için daha fazla oksijen talep eder. Bu artan oksijen ihtiyacı, vücudun kardiyovasküler ve pulmoner sistemlerinin daha etkin olmasını gerektirir. Kardiyak debi artarak vücuda daha fazla oksijen dağıtılmasını sağlar. Egzersiz sırasında kaslara ulaşan oksijenin verimli bir şekilde kullanılması için arteriyel-venöz oksijen farkı (a-v O_2 farkı) artar. Bu, oksijenin kan dolaşımından dokulara

geçişinin ve kaslar tarafından emilmesinin daha etkili hale gelmesiyle sağlanır. Böylece, kaslar enerji üretmek için gerekli oksijeni daha verimli bir şekilde kullanarak egzersiz sırasında performansı artırır. Dinlenme halinde oksijen tüketimi ortalama 3-4 mL/kg/dakika civarında olup bu O₂'nin büyük bir kısmı beyin, kalp, karaciğer ve böbrekler tarafından kullanılır (20). Egzersizle birlikte genç bireylerde VO₂ 10-15 kat artabilir. Bu artış, kan akımının ve arteriyal-venöz oksijen farkının yükselmesiyle sağlanır. Egzersiz yoğunluğu arttıkça VO₂ da artmaya devam eder, ancak belirli bir süre sonra kararlı faza ulaşılır (14).

Metabolik Eşdeğer(MET)

Metabolik Eşdeğer (MET), enerji maliyetini ifade eder. Dinlenme halindeki bir bireyin oksijen tüketimi 1 MET = 3.5 mL/kg/dak olarak tanımlanır. Egzersiz sırasında MET değeri artar. Kişinin enerji tüketimi dinlenme seviyesinin katlar olacak şekilde aynı oranda artar. Kadın ve erkeklerde MET değerleri vücut ağırlığına göre farklılık gösterir; erkeklerde 1 MET yaklaşık 250 mL O₂/dk iken, kadınlarda bu değer 200 mL O₂/dk civarındadır. Aerobik kapasite sporcu performansının yanında sağlık durumu, iş kapasitesi ve yaşam kalitesini değerlendirmek için de kullanılır (21).

Solunum Değişim Oranı (RER)

Solunum Değişim Oranı karbondioksit üretimi ile oksijen tüketiminin oranını (VCO₂/VO₂) ifade eder ve vücutta hangi yakıt kaynağının kullanıldığını belirlemede önemli bir göstergedir. RER değeri 0.7 iken yağ, 0.85'te yağ ve karbonhidrat karışımı, 1.0 veya daha yüksek olduğunda ise karbonhidratlar baskın yakıt kaynağıdır. Egzersiz sırasında, özellikle anaerobik eşik geçildikçe kaslarda laktat üretimi başlar ve bu da karbondioksit üretimini artırarak RER'i 1.0'ın üzerine çıkarır. Maksimal egzersizlerde RER değerinin 1.15'in üzerine çıkması vücudun yüksek yoğunluklu enerji harcamasına işaret eder. RER metabolizma kararlı durumda ise solunum katsayısını (RQ) tahmin etmek için kullanılabilir. Egzersiz testlerinde RER değeri egzersizin şiddeti hakkında bilgi verebilir. Bu ölçüm, egzersizin şiddetini ve bireyin kardiyolojik kapasitesini değerlendirmede önemli bir araçtır, ancak test sırasında kişisel faktörler ve testin yapıldığı koşullar da dikkate alınmalıdır (22).

Anaerobik Eşik ve Laktik Asit Birikimi

Egzersiz sırasında vücut, enerji üretimi için önce aerobik sistemleri devreye sokar. Ancak egzersizin şiddeti arttıkça, kaslar daha fazla oksijen tüketmeye başlar ve bir noktada vücut, oksijen temininde yetersiz kalabilir. Bu durumda, anaerobik enerji üretim yolları devreye girer. Anaerobik eşik (AE), bu geçişin başladığı noktadır ve bu noktada kaslarda oksijen yetersizliği nedeniyle anaerobik metabolizma aktif hale gelir. Anaerobik metabolizma sırasında

glikoliz yoluyla enerji üretilir (23). Bu süreç oksijen gerektirmez iken glikoliz yoluyla pirüvik asitin laktik aside dönüşmesine yol açar. Anaerobik eşik genellikle VO_{2max} 'ın %50-60 seviyelerinde başlar ve egzersiz şiddeti arttıkça vücut anaerobik yollarla ATP üretimine daha fazla yönelir. Solunumda CO_2 üretiminin artışıyla paralel bir şekilde kaslarda oksijen yetersizliğine bağlı olarak laktat birikimi hızlanır. Kas enerji ihtiyacı devam ettikçe laktat üretimi artar ve derinleşir. Bu süreç, enerji üretimi sağlasa da birikmeye başlayan laktik asit kanda ve kaslarda asidoza yol açar. Kaslarda biriken laktik asit, pH seviyesini düşürür ($pH=6.4$ 'e kadar inebilir), bu da kaslardaki yorgunluğu artırır ve egzersizin daha uzun süre yapılmasını engeller. Ayrıca düşük pH seviyesi kas kasılmalarını zorlaştırarak, ATP üretimini durdurur ve sporcuların yorgunluk nedeniyle egzersizi sonlandırmalarına neden olabilir (24).

Anaerobik eşik ve laktik asidoz arasındaki ilişki, egzersiz kapasitesini ve performansı doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Laktat birikimi, anaerobik metabolizmanın artışıyla doğrudan bağlantılıdır ve bu durum egzersizin süresi ile şiddeti arttıkça daha belirgin hale gelir. Sporcuların, anaerobik eşiği aşmadan egzersiz yapmaları, yorgunluk ve kas ağrılarını önlemek için gereklidir. Ayrıca, düzenli antrenmanlar sayesinde anaerobik eşik seviyesi yükseltilebilir ve bu da egzersiz süresinin uzamasına ve performansın artmasına katkı sağlar (23, 24).

2.4.2. Kardiyopulmoner Egzersiz Testinde Bisiklet Ergonometrisi

Bisiklet ergonometrisi, kardiyopulmoner egzersiz testi kapsamında atletik performansın değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir araçtır. Bu test sabit bir bisiklet ergometresi üzerinde gerçekleştirilir ve egzersiz sırasında kardiyovasküler, pulmoner ve metabolik sistemlerin yanıtlarını ölçer (17). Yükleme seviyesi belirli aralıklarla artırılarak testin şiddeti giderek yükseltilir. Bu süreç, bireyin egzersiz kapasitesini belirlerken, kardiyovasküler yanıtlar, oksijen tüketimi (VO_2), karbondioksit salınımı (VCO_2) ve ventilasyon gibi fizyolojik parametreleri izlemeye olanak tanır. Bisiklet ergonometrisi, sporcuların maksimum performans kapasitelerini değerlendirmede, dayanıklılık seviyelerini belirlemede ve antrenman programlarını optimize etmede kullanılır. Testin sonuçları performanslarının hangi alanlarda geliştirilebileceğine dair bilgi verir. Ayrıca, bu test egzersiz sırasında meydana gelen kalp hızı, kan basıncı ve oksijen saturasyonu gibi parametrelerin anormal yanıtlarını da tespit edebilir. Bu sayede, sporcuların egzersiz sırasında yaşadıkları olası sorunlar, kalp ritmi bozuklukları veya oksijen yetersizliği gibi durumların erken tespitine olanak tanır. Test sporcuların antrenman seviyelerinin belirlenmesi, yeni antrenman programlarının oluşturulması ve performanslarının geliştirilmesi amacı ile kullanılabilir (14, 22, 25).

Kardiyopulmoner Egzersiz Testlerinin Kontraendikasyonları:

Kardiyopulmoner egzersiz testinin mutlak ve göreceli kontraendikasyonları aşağıda sıralanmıştır.

Mutlak Kontraendikasyonlar

- PaO₂ < 50 mmHg,
- PaCO₂ > 70 mmHg,
- FEV₁ < %30 (beklenen değeri),
- Testin yapılacağı tarihten 1 ay öncesinde miyokard infarktüsü geçirilmiş olunması,
- Unstabil anjina pectoris varlığı,
- 2-3. derece blok ,
- Hızlı ventriküler ya da atriyal aritmiler,
- Bedensel engellilik durumu,
- Önemli ölçüde aort darlığı,
- Konjestif kalp yetmezliği,
- Kontrol altına alınmayan hipertansiyon,
- Ventriküler anevrizma,
- Ciddi derecede pulmoner hipertansiyon
- Tromboflebit veya intrakardiyak trombus,
- Yakın zamanda geçirilmiş sistemik veya pulmoner emboli,
- Akut perikardit,
- Akut miyokardit,
- Aktif endokardit,
- Alt ekstremitte trombozu,
- Diseksiyon anevrizması şüphesi,
- Kontrol altına alınamayan astım,
- Respiratuvar bozukluklar,
- Dinlenme oda desatürasyonunun $\leq$ % 85 olması,
- Senkop

2.5. Egzersizde Enerji Sistemleri

2.5.1. ATP

ATP (Adenozin Trifosfat), hücrelerin enerji taşıyıcısı olarak bilinir ve kas kasılması da dahil olmak üzere birçok hücresel süreç için temel enerji kaynağıdır. Kaslarda egzersiz sırasında ATP'nin hızlı bir şekilde yenilenmesi gerekmektedir, çünkü kasların kasılabilmesi için sürekli enerji sağlanması gerekir. ATP, hücre içinde kullanılan enerjiyi depolarken, üç fosfat grubunun hidroliz edilmesiyle serbest kalan enerjiyle kasılma, iyon pompası faaliyetleri ve biyokimyasal reaksiyonlar gibi işlemleri sürdürür. Ancak, kas liflerinde mevcut ATP depoları sınırlıdır ve bu yüzden egzersiz sırasında ATP'nin yenilenmesi, farklı enerji sistemlerinin devreye girmesiyle sağlanır. Bu enerji sistemleri arasında kreatin fosfat, glikoliz ve oksidatif fosforilasyon yer alır. Yüksek yoğunluklu aktivitelerde kreatin kinaz reaksiyonu devreye girerken, daha uzun süreli egzersizlerde ise oksidatif fosforilasyon yoluyla ATP üretimi daha etkin hale gelir. Bu mekanizmalar, kasların enerjisini sürdürülebilir kılarak egzersiz performansını optimize eder (26).

2.5.2. Glikoliz

Glikoliz, glikozun anaerobik olarak parçalanarak ATP üretimi sağladığı bir metabolik yoldur. Glikoz önce glikoz-6-fosfat olarak aktive edilir ve sonrasında iki molekül pirüvata dönüşür. Glikoliz sırasında enerji olarak iki molekül ATP ve iki molekül NADH üretilir. Ancak, oksijenin sınırlı olduğu durumlarda pirüvat, laktat'a dönüşerek laktik asit birikimine yol açar. Laktat birikimi, kaslarda yorgunluk ve asidik ortam yaratırken, egzersizin daha uzun süre sürdürülememesine neden olabilir (27).

Glikoliz, aerobik enerji sistemlerinin devreye girmesinden önce hızlı enerji sağlamaya olanak sağlasa da bu yolun kapasitesi sınırlıdır. Yüksek yoğunluklu ve kısa süreli egzersizlerde, glikoliz anaerobik enerji üretiminde temel bir sistem olarak işlev görür. Bununla birlikte, aerobik koşullarda glikoliz yolu daha verimli hale gelir. Oksijenin yeterli olduğu durumlarda, glikolizde oluşan pirüvat, mitokondrilerde asetil-CoA'ya dönüşür ve burada Krebs döngüsüne katılarak oksidatif fosforilasyon yoluyla ek ATP üretimi sağlar. Bu şekilde glikoliz aerobik metabolizmanın bir parçası olarak, egzersizin sürdürülebilirliğini sağlayan daha fazla enerji üretiminin temelini oluşturur. Glikoliz hem anaerobik hem de aerobik yollarla kasların enerji ihtiyacını karşılamada önemli bir rol oynar (28).

2.5.3. Oksidatif Fosforilasyon

Oksidatif fosforilasyon, aerobik enerji üretiminin temel yoludur ve bu süreç oksijenin kullanıldığı bir metabolik mekanizmadır. Mitokondrilerde gerçekleşen bu yol, glukoz, glikojen

ve yağ asitlerinin oksidasyonu ile ATP üretir. Anaerobik sistemlere kıyasla oksidatif fosforilasyon daha yavaş enerji üretimi sağlamakla birlikte daha uzun süreli enerji sağlama kapasitesine sahiptir. Bu nedenle oksidatif fosforilasyon, genellikle uzun süreli ve orta şiddetli aerobik egzersizlerde daha etkin bir şekilde kullanılır. Aerobik egzersizlerin yoğunluğuna bağlı olarak, oksidatif fosforilasyon ve anaerobik yollar birlikte çalışır. Egzersizin süresi ve yoğunluğu arttıkça, bu enerji sistemleri birbirini destekler. Kısa süreli yüksek yoğunluklu aktivitelerde anaerobik sistemler ön planda olurken, uzun süreli düşük yoğunluklu aktivitelerde oksidatif fosforilasyon daha fazla enerji üretir. Bu dinamik etkileşim, vücudun farklı egzersiz koşullarına uyum sağlamasını sağlar (29).

2.6. Egzersiz Esnasında Kardiyovasküler Değişiklikler

Kalp hızı, egzersiz ve fiziksel aktivite sırasında çeşitli faktörlere bağlı olarak değişir. Normalde erişkin bireylerde dakikada 60-100 atım olan kalp hızı, uyku esnasında daha düşük seyreder. Kalp hızını etkileyen başlıca faktörler arasında aktivite türü, yaş, vücut pozisyonu, fiziksel uygunluk, kullanılan ilaçlar ve egzersizin şiddeti yer alır. Egzersiz başladıkça kalp hızı, aktivite yoğunluğuna göre artar, ancak belirli bir noktada artış durur ve maksimal kalp hızına ulaşılır. Maksimal kalp hızı, genellikle yaşa bağlı yaklaşık olarak (220-yaş) hesaplanabilir (30).

Sol ventrikülün diyastolik ve sistolik hacimleri arasındaki farkla belirlenen atım volümü, kalbin her bir atımında pompaladığı kan miktarını ifade eder. Atım volümü egzersizle birlikte önemli bir artış gösterebilir. Bu artış, kalp kasılabilirliği, ventrikül gerilebilirliği, preload ve afterloaddan etkilenir. Egzersiz sırasında artan vücut ısısı, sıvı kaybına yol açarak preload'u azaltabilir ve atım volümünü düşürerek erken yorgunluğa sebep olabilir.

Kalp debisi ise kalp atışlarının ve atım volümünün birleşiminden oluşur ve egzersizle doğru orantılı olarak artar. Egzersiz şiddeti arttıkça kalp debisi de artar, özellikle aerobik egzersizlerde bu artış daha belirgindir. Oksijen tüketimi, kalp debisi ile paralel olarak artar ve vücudun artan oksijen ihtiyacını karşılamak için kalp hızında ve atım volümünde değişiklikler meydana gelir. Egzersiz sırasında vücutta meydana gelen bu adaptasyonlar, etkin bir performans ve dayanıklılık için gereklidir.

Egzersizin kardiyovasküler sistem üzerindeki etkileri sinirsel ve kimyasal faktörlerin etkileşimiyle düzenlenir. Vücutta meydana gelen değişiklikler merkezi komutlar, kas refleksleri ve baroreseptör refleksleri tarafından kontrol edilir. Merkezi komutlar, sempatik sinir sisteminin aktivasyonu ile kalbin hızlanmasını ve miyokardın kasılma gücünün artmasını sağlar. Ayrıca, periferik vazokonstriksiyon ile kan akışının belirli bölgelere yönlendirilmesine yardımcı olur. Refleksler ise mekanoreseptörlerin ve kemoreseptörlerin uyarılması sonucu aktive olur (30).

Egzersiz sırasında kalp hızındaki artış, sempatik sinir sisteminin etkinliğinin bir sonucu olarak görülür. Özellikle antrenmanlı bireylerde, egzersizle birlikte kalp hızı artarken miyokardın kasılma gücü de artar. Bu ikili artış kardiyak debiyi artırır. Egzersiz sırasında periferik damar direncinin arttığı gözlemlenir, çünkü sempatik sinir sistemi deride, böbrekte ve inaktif kaslarda vazokonstriksiyon yaparak kanın bu bölgelerden diğer organlara yönlendirilmesini sağlar. Bu artış, egzersiz şiddeti ile paralel olarak artar. Egzersiz süresince, aktif kaslara kan akışı artarken, daha pasif bölgelere doğru kan akışı azalır. Uzun süreli egzersiz çalışan kas damarlarında daha belirgin bir uyum yaratır. Bu uyum, vazoaaktif maddelerin lokal üretimi ile direnç damarlarında gevşemeye yol açar, bu da kaslara doğru kan akışını artırır (31).

Egzersiz sırasında metabolik ürünlerin birikimi, kan akışını artırır ve oksijenin serbest bırakılmasını sağlar. Kaslardaki ısı artışı, oksijenin serbest kalmasını kolaylaştırır, böylece kaslara daha fazla oksijen iletilir. Vücut egzersiz sırasında artan oksijen tüketimi ile daha verimli çalışır. Kardiyak debi, her bir kalp atışında ventriküllerden atılan kan hacmiyle belirlenir ve egzersizle birlikte artar. Atletlerde vurum hacmi artarken, kalp atım hızı daha az artar ve kalp debisi yükselir. Kardiyak debi artışı, egzersiz şiddetinin başlangıcından orta seviyeye kadar kalp hızı ve vurum hacmine bağlıdır, ancak daha yoğun egzersizlerde bu artış daha çok kalp atım hızına dayanır.

Egzersiz sırasında kan basıncı da artar. Bu artış kardiyak debideki artışın total periferik dirençteki düşüşten daha büyük olması kaynaklıdır. Sempatik sinir sistemi tarafından üretilen vazokonstriktör maddeler, kan basıncını sürdürmeye yardımcı olur. Egzersiz süresince, damarlar arasında kan akışının dağılımı değişir; aktif kaslar daha fazla kan alırken, aktif olmayan bölgelerde kan akışı azalır. Bu sayede kaslara daha fazla oksijen sağlanır ve kardiyovasküler sistemin etkinliği artar. Ayrıca, venöz dönüş de egzersiz sırasında önemli bir faktördür. Çalışan kaslar, venöz kanın kalbe dönüşünü artırarak, sağ atriya kanın daha hızlı ulaşmasını sağlar. Egzersiz sırasında yapılan derin ve hızlı solunum, intratorasik basıncı negatif hale getirerek venöz dönüşü artırır (32).

Egzersiz, kas kan akışını önemli ölçüde artırır. Yoğun egzersiz sırasında, kaslara sağlanan kan akışı 15-20 kat artabilir. Bununla birlikte, kasların kasılması sırasında kan akışı geçici olarak zayıflar çünkü kaslar damarlar üzerinde baskı yapar. Kaslar gevşediğinde, kapillerler açılır ve oksijen ile besin maddelerinin taşınmasını sağlayan yüzey alanı artar. Bu da kasların beslenmesini sağlar. Egzersiz sırasında, sempatik sinir sisteminin uyarılması sonucu kalp debisi artar ve arteriyel basınç yükselir. Bu, kasların daha fazla oksijen almasını sağlayacak kan akışını artırır. Egzersiz sırasında kan akışındaki artış, kaslar için hayati önem taşır, çünkü

kaslar yüksek miktarda oksijen ve besin maddelerine ihtiyaç duyar. Bu süreç, kardiyovasküler sistemin egzersize uyum sağlamasına yardımcı olarak vücudun performansını artırır (31).

2.7. Egzersiz Esnasında Pulmoner Değişiklikler

Egzersiz sırasında pulmoner sistemde meydana gelen değişiklikler, vücudun artan oksijen ihtiyacını karşılamak ve karbondioksit gibi atık ürünlerin atılmasını sağlamak amacıyla hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleşir. Fiziksel aktivite sırasında kaslar daha fazla oksijene ihtiyaç duyar ve bu da solunum sistemine olan talebi artırır. Egzersiz sırasında, solunum hızı (frekansı) ve her nefeste alınan hava miktarı (tidal volume) artar. Solunum hızı genellikle egzersizin şiddeti ile orantılı olarak hızlanır. Yavaş tempolu bir egzersiz sırasında solunum frekansı biraz artarken, yüksek şiddette yapılan egzersizlerde bu artış çok daha belirgin olur. Tidal volume ise egzersiz sırasında daha derin nefesler alındığı için artar. Bu iki faktör bir arada, alveollere daha fazla hava girmesini sağlar ve oksijen ile karbondioksit değişimini optimize eder (33).

Pulmoner ventilasyonun artması, kanın oksijen taşıma kapasitesini iyileştirmeye yöneliktir. Egzersizle birlikte oksijenin alveoller aracılığıyla kana geçişi hızlanır. Bu durum kaslar tarafından kullanılan oksijen miktarını artırır. Kaslar yoğun çalışırken, glukozun oksidasyonu artar ve bu süreçte karbondioksit birikimi meydana gelir. Solunumun hızlanması, bu fazla karbondioksitin atılmasına olanak tanır. Egzersiz sırasında akciğerlerin yapısal yanıtları da gözlemlenir. Bu değişimler egzersizin yoğunluğu arttıkça, ventilasyon-perfüzyon uyumu daha iyi bir hale gelir. Bu uyum, akciğerlerdeki hava ve kan akışı arasındaki optimal dengeyi sağlar, böylece oksijen transferi verimli bir şekilde gerçekleşir (33, 34).

Egzersiz sonrası, vücut normale dönmeye başladığında, solunum frekansı yavaşlar ve her nefeste alınan hava miktarı azalır. Ancak, egzersizin ardından iyileşme süreci boyunca solunum, bir süre daha artmış kalabilir çünkü vücut egzersiz sırasında oluşan laktik asit gibi atıkları temizlemeye devam eder. Bu süreç, "afterburn" (egzersiz sonrası metabolik artış) olarak adlandırılır ve akciğerlerin oksijen alımını artırma fonksiyonunu sürdüren bir durumdur (34).

2.8. Egzersiz Sonrası Toparlanma

Egzersiz sonrası toparlanma, vücudun fizyolojik sistemlerinin yapılan fiziksel aktivitenin etkilerini geri dönüştürme ve istirahat durumuna yeniden adaptasyon sürecidir. Toparlanma sürecinde ilk olarak kalp hızı ve solunum frekansı hızla normale dönmeye başlar. Ancak, egzersiz sırasında artan metabolik aktivite ve enerji tüketimi, toparlanma sürecinde devam eden bir oksijen gereksinimi doğurur. Bu süreç, excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) yani egzersiz sonrası aşırı oksijen tüketimi olarak adlandırılır. EPOC, vücudun egzersiz sonrası, egzersiz sırasında harcanan oksijenden fazlasını tüketerek metabolik

yan ürünlerin temizlenmesini, enerji depolarının yenilenmesini ve asidik ortamın dengelenmesini sağlar. EPOC, özellikle anaerobik egzersizlerde belirgin olup, laktik asidin metabolizması ve glikojen depolarının yeniden sentezi gibi metabolik süreçleri içerir. Egzersiz sonrasında kaslarda biriken laktik asidi temizleyerek pH seviyelerini normalleştirir ve enerji sistemlerini yeniden aktive eder. Aerobik egzersizlerde ise, toparlanma süreci genellikle daha hızlı gerçekleşir ancak oksijen tüketimi, aerobik kapasitenin iyileştirilmesine yönelik uzun süreli bir etki yaratır (35).

Toparlanma sürecinin etkinliği, bireyin egzersiz düzeyine, kondisyonuna ve egzersizin süresine bağlı olarak değişir. Optimal toparlanma, yeterli oksijen alımı, uygun beslenme ve yeterli dinlenme ile hızlanabilir. Bu da kas iyileşmesini destekler ve genel performans artışı sağlar. Sonuç olarak, egzersiz sonrası toparlanma hem biyokimyasal hem de fizyolojik düzeyde vücudun yeniden dengeleme ve iyileşme süreçlerini tetikler.

2.9. Sporda Yorgunluk

Futbolda bireysel ve takım yorgunluğu performans üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bireysel yorgunluk, oyuncunun fiziksel kapasitesindeki azalma, mental tükenmişlik ve kas hasarları gibi faktörlerden kaynaklanarak hem fiziksel hem de psikolojik verimliliği olumsuz etkiler. Takım yorgunluğu ise, takım içindeki genel efor dağılımı, taktiksel uyum ve koordinasyon problemleri sonucu meydana gelebilir. Ayrıca antrenman yoğunluğu, maç sıklığı, dinlenme süresi ve beslenme gibi faktörler her iki tür yorgunluğun seviyesini etkileyebilir. Fiziksel iyileşme süreçlerinin yanı sıra, psikolojik destek ve stratejik planlama, yorgunluğun yönetilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Mevcut durumun tespit edilmesi ve önlenmesine yönelik çalışmaların yürütülmesi oyuncuların ve takımın uzun vadeli başarıları için kritik öneme sahiptir.

2.10. Sporda Uyku Kalitesi

Sporda uyku kalitesi performans, iyileşme ve genel sağlık üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İyi bir uyku; kas onarımı, enerji yenilenmesi ve zihinsel toparlanma süreçlerini destekleyerek sporcuların daha iyi performans göstermelerini sağlar. Uyku sırasında salgılanan bazı hormonlar kasların iyileşmesini ve güç kazanımını hızlandırır. Ayrıca, kaliteli uyku, sinir sistemi fonksiyonlarını iyileştirir, koordinasyonu ve reaksiyon hızını artırır. Bu gelişim özellikle dayanıklılık ve kuvvet gerektiren spor dallarında başarıyı doğrudan etkiler. Uyku eksikliği veya düşük uyku kalitesi fiziksel yorgunluğu, odaklanma zorluklarını ve karar verme yeteneğinin bozulmasını artırabilir. Bu durum dolaylı olarak spor yaralanmalarını kolaylaştırabilir.

Sporcuların yeterli süreyle kaliteli uyku almaları, antrenman verimliliklerinin ve yarışma performanslarının optimize edilmesi için kritik öneme sahiptir (36).

2.11. Futbolda Sezon Seyir

Futbolda sportif performansın sürekliliği, başarı ve sürdürülebilir gelişim açısından kritik bir öneme sahiptir. Takımların liglerdeki rekabet gücünü korumak için oyuncuların fiziksel ve mental olarak sürekli yüksek seviyede performans göstermeleri gerekir. Bu süreklilik hem bireysel yeteneklerin gelişimini hem de takım uyumunu destekler. Ayrıca, düzenli olarak yüksek performans sergileyen oyuncular, kulüplerin marka değerini artırarak ekonomik kazanç sağlar. İzleyicilerin ilgisini çekmek ve taraftar desteğini sürdürmek için de sürekli başarı kaçınılmazdır. Performansın sürekliliği, oyuncuların kendine güvenini artırırken, takımın kolektif başarısını da pekiştirir. İyi bir yönetim ve antrenman programı, bu sürekliliği sağlamak için elzemdir. Bu bağlamda, futbolun yalnızca anlık başarılarla değil, sürekli gelişimle şekillendiği unutulmamalıdır.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Etik Kurul Onayı

Bu tez çalışması Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulunun 29.04.2022 tarih ve 24237859-316 sayılı yazısı ile onaylanmıştır (Ek 1).

3.2. Katılımcı Seçimi

Çalışmaya profesyonel futbol takımında oynayan erkek futbolcular dahil edildi. Sezon başı, ortası ve sonu olacak şekilde 18'er kişinin verileri toplandı. Çalışmaya dahil edilecek futbolcuların, ilgili sezonda aktif olarak müsabakalara katılıyor olması, kardiyovasküler veya kronik herhangi bir hastalığının bulunmaması, düzenli antrenman geçmişinin olması, ayrıca alkol, sigara, uyuşturucu ve sedatif madde kullanmıyor olması çalışmaya dahil edilme kriterleri olarak kabul edildi.

Çalışmaya başlamadan önce futbolculara bilgilendirme yapıldı. Ayrıca ilgili bilgi ve onam formları imzalatıldı.

3.3. Egzersiz Testi Uygunluk ve Bilgilendirilmiş Onam Formu

Bireyleri egzersiz testine almadan önce, katılımcıların mevcut sağlık durumlarını ve potansiyel risklerini belirlemek amacıyla, genel sağlık bilgilerini içeren bir anket doldurtuldu. Bu ankette, kişilerin kullandığı ilaçlar, aile öyküsü, sigara kullanımı, diyabet ve hipertansiyon gibi sağlık durumları sorgulandı. Anketin doldurulup onaylanmasının ardından, risk grubunda olmayan bireyler egzersiz testine alındı. Ayrıca, egzersiz testine katılacak sporculara yapılacak uygulamaları, olası riskleri ve test süreci hakkında bilgilendirme yapan bir onam formu sunulup, formu okumaları ve onaylamaları istendi. Formu okuyup onaylayan gönüllü sporcular, çalışmaya kabul edildi.

3.4. Çalışma Dizaynı

Katılımcılara laboratuvar ortamı, test protokolleri ve kullanılacak tüm ekipmanlar hakkında detaylı bir bilgilendirme yapılarak olası tüm endişeler minimum düzeye indirildi ve katılımcıların rahatlaması sağlandı. Egzersiz testinin yapılacağı laboratuvar sıcaklığı 20-22 derece aralığında sabit tutuldu. Profesyonel bir futbol takımının sezonal seyri incelenmek adına sezon başı, sezon ortası ve sezon sonu ölçümleri gerçekleştirildi.

3.5. Ölçümler

3.5.1. Vücut Kitle İndeksi (VKİ)

Vücut Kitle İndeksi (VKİ), bireyin kilogram cinsinden ağırlığının, metre cinsinden boy uzunluğunun karesine oranı olarak tanımlanır ve yağsız vücut ağırlığı hakkında bilgi sağlayan önemli bir değerlendirme aracıdır. Bu ölçüm, Tanita Body Composition Analyzer TBF-300

(FEED) marka cihaz kullanılarak gerçekleştirildi. Ölçüm öncesinde, cihazın metal kısmı titizlikle temizlendi ve sporcuya, çoraplarını çıkarması ve ayaklarının topuk ile uç kısımlarının cihazın metal yüzeyine tam olarak temas etmesi gerektiği hatırlatıldı. Her bir futbolcunun ölçümü, sadece şort giyerken ve cihaz uygun şekilde kalibre edilmişken gerçekleştirildi.

3.5.2. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi (Bisiklet Ergonometrisi)

Katılımcı futbolculara laboratuvar ortamı, test protokolleri ve kullanılacak tüm ekipmanlar hakkında detaylı bir bilgilendirme yapılarak olası tüm endişeler minimum düzeye indirildi ve katılımcıların bilgilendirilerek rahatlaması sağlandı. Egzersiz testinin yapılacağı laboratuvar sıcaklığı 20-22 santigrat derece aralığında sabit tutuldu. Gönüllülerin testten önce en az 24 saat boyunca ağır egzersiz yapmamaları, tok fakat egzersiz testinden en az 2 saat öncesine kadar yemek yememiş olmaları, rahat ve egzersize elverişli kıyafet giymeleri ve en az 6 saat uyumuş olmaları istendi.

KPET için VIA Sprint 150P marka bisiklet ergometresi, QRS-card ile bilgisayara bağlanabilen 12 derivasyonlu EKG (Cardinal Health, Norristown, ABD), pulse oksimetre, ergospirometre ve gaz analizatörü gibi cihazlarla desteklenen Lab Manager 4.0 yazılım sistemi kullanıldı.

Test KTÜ Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı'nda bulunan egzersiz laboratuvarında yapıldı. Futbolcuların yaş, cinsiyet, boy gibi demografik verileri ve tanıtı aracılığıyla ölçülen kilogram değerleri sisteme girildi.

Her test günü gaz analizörleri atmosfer havası ve bilinen bir gaz karışımıyla kalibre edildi. Uygulanan her test öncesi ve sonrasında gaz maskeleri dezenfekte edildi.

Her katılımcı için iş gücünün düzenli olarak arttırıldığı egzersiz testi, 5 dakika süreyle 20 Watt'lık is gücünde ısınma dönemi ile başlatıldı. "Breath-by-breath" yöntemi ile solunum gaz değer takibi yapıldı. Isınma evresinden sonra katılımcıların pedalı dakikada 60 devir olacak şekilde çeviresi istenildi.

Kardiyopulmoner egzersiz testi boyunca testi sonlandırmayı gerektirecek belirti gelişmemesi şartıyla futbolcuların kardiyopulmoner kapasiteleri belirlendi (VO₂ pik veya maks)

Kalp atım hızı sürekli olarak 12 derivasyonlu elektrokardiyogram (Viasys Healthcare, Norristown, ABD) ile anlık olarak takip edildi. Tansiyon ölçümleri Ergoline marka tansiyon aleti ve monitörü ile her iki dakikada bir düzenli olarak yapıldı.

Tükenme noktasına ulaşan sporcu, eliyle işaret vererek testi sonlandırdı. Maksimum egzersiz sonrası, sporcuların toparlanma ve soğuma süreci için 5 dakika boyunca dakikada 30

devir hızında ve 20 watt gücünde pedal çevirmeye devam etmeleri sağlandı. Toparlanma periyodu RER değeri 1.00'ın altına ve/veya kalp atımı 100 atım/dk'nın altına inene kadar devam ettirildi.

Testleri gerçekleştirmiş olduğumuz laboratuvarımızda hastaları takip ettiğimiz monitör görüntüsü Resim 1'de, test sırasında olan bir sporcu ise Resim 2'de gösterilmiştir.



Resim 1. Test verileri kontrol ve takip ekranları



Resim 2. Kardiyopulmoner egzersiz testi bisiklet ergonometrisi

3.5.3. Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ)

Bireyde son bir aylık zaman aralığındaki uyku miktarı, uyku bozukluğu, uyku kalitesini değerlendiren sübjektif/algıya dayalı bir uyku süre ve kalite değerlendirme ölçeğidir. Güvenli

ve tutarlı bir uyku anketi olup subjektif uyku kalitesi, uyku gecikmesi, uyku süresi, uyku verimliliği, uyku bozukluğu, uyku ilacı kullanımı ve gündüz işlerinde bozulmanın öznel olarak değerlendirildiği yedi öge ve 19 sorudan oluşur (37).

Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksinin Türkiye’de geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Ağargün ve arkadaşları tarafından 1996 yılında yapılmıştır (38). Anketteki 19 sorudaki her madde 0-3 puan arasında değerlendirilmektedir ve yedi bileşen puanının toplamı, toplam PUKİ puanını vermektedir. Puanlama; geçen ay boyunca hiç olmamışsa 0, haftada birden az ise 1, haftada bir veya iki kez ise 2, haftada üç veya daha fazla ise 3 olarak yapılır. Toplam puan 0-21 arasında bir değere sahiptir. Toplam puanın 5’den yüksek oluşu uyku kalitesinin kötü oluşuna işaret etmektedir (38).

3.5.4. Çok Boyutlu Yorgunluk Ölçeği (MAF: Multidimensional Fatigue Inventory)

Yorgunluğu çok boyutlu değerlendirmeye olanak sağlayan bu anketin türkçe geçerlilik ve güvenilirliği kronik kas-iskelet hastalıkları üzerine yapılmıştır (39). Anket değerlendirme amacı ile atletlerin yorgunluğunu ölçmek üzere kullanılmıştır (40). MAF anketi, son yedi gündeki yorgunluğun derecesini, şiddetini, neden olduğu sıkıntıyı, süresini ve türünü (sıklığı ve geçen hafta değişip değişmediğini) değerlendiren 4 boyutlu bir araçtır. Ankette 1 ‘hiç’, 10 ‘çok yorgun’ olarak değerlendirilir. Ayrıca, günlük yaşam aktiviteleriyle ilgili yorgunluk seviyesini de inceler. Bu aktiviteler arasında ev işleri, yemek pişirme, banyo yapma, giyinme, çalışma, sosyalleşme, cinsel aktivite, boş zaman aktiviteleri, alışveriş, yürüyüş ve egzersiz programları bulunur. İlk sorusuna yorgunluk hissetmiyorum cevabı verildiğinde test sonlandırılır. Testten en az 1 en çok 50 puan alınabilir (39).

Ha ilk soruya hiç yanıtı verir ise anket sonlandırılır.

- 1 ve 2. Soru → Yorgunluk şiddeti düzeyi
- 3. Soru → Yorgunluğun kişiyi ne kadar etkilediğini
- 4 ve 14. Soru arası → günlük yaşantı aktivitelerinde yorgunluk düzeyi
- 15. Soru → Yorgunluk süresi ile ilgilidir.

3.5.5. Beck Depresyon Ölçeği

Likert tipi 21 maddeden oluşan ölçek tanıdan çok depresyon belirti seviyesini ölçmekte kullanılmaktadır. Olumsuz duygular, umutsuzluk, suçluluk ve bedensel kaygı ile ilgili sorular içermektedir. 21 soru 4 seçenek (0-3) arası puanlanmaktadır. Toplam değerlendirme 0-63 puan arasında yapılmakta olup depresyon derecesi aşağıdaki gibi belirlenmektedir. BDÖ kullanılarak yapılan benzer araştırmalarda, BDÖ değeri kesim noktası olarak farklı değerler alınmakla birlikte, genel olarak kesim noktası (cut off değeri) 17 olarak alınmıştır (41, 42).

- 0-9 Puan → Depresyon yok
- 10-16 Puan → Hafif depresyon
- 17-29 Puan → Orta depresyon
- 30-63 Puan → Şiddetli depresyon

3.6. İstatistiksel Analiz

Değişkenler arasındaki karşılaştırmalar yapılmadan önce normallik analizi gerçekleştirilmiş ve skewness ile kurtosis (çarpıklık ve basıklık) değerlerinin -1.5 ile +1.5 arasında olması normal dağılım göstergesi olarak kabul edildi (43, 44). İki den fazla bağımsız değişkenin karşılaştırılması için one way anova testi kullanıldı. $P < 0,05$ anlamlılık düzeyi olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Araştırmaya dahil olan katılımcıların sezon başı yaş dağılımı 22 (IQR 20.0-27.0), sezon ortası 21.5 (IQR 20.0-24.2) ve sezon sonu 22 (IQR 20.5-28.2) idi.

Çalışmaya dahil olan tüm katılımcılar göz önünde bulundurulduğunda ortalama boy 180.72 ± 5.09 cm, ortalama kilo 75.05 ± 6.39 kg ve vücut yağ oranı 12.38 ± 2.68 olarak saptandı.

Katılımcıların sezonun üç ayrı dönemine ait tanımlayıcı verileri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Çalışmaya dahil olan tüm katılımcıların istirahat kalp atımı ortalaması 84.22 ± 14.95 olup, sezonun üç ayrı dönemine ait istirahat verilerinin karşılaştırılması Tablo 2’de gösterilmiştir. İkili gruplar ayrı ayrı karşılaştırıldığında sezon ortası istirahat kalp atım hızının sezon başı istirahat kalp atım hızından anlamlı derecede daha düşük olduğu saptandı ($p=0.031$).

Tablo 1. Boy, kilo ve vücut yağ oranının gruplar arası karşılaştırması

	Dönem	Katılımcı	Ortalama	Standart Sapma	P değeri
Boy (cm)	Sezon başı	18	181.89	5.42	0,151
	Sezon ortası	18	181.44	3.95	
	Sezon sonu	18	178.83	5.48	
Kilo (kg)	Sezon başı	18	76.61	6.86	0,174
	Sezon ortası	18	75.76	5.53	
	Sezon sonu	18	72.80	6.42	
Vücut Yağ Oranı	Sezon başı	18	13.10	3.05	0,185
	Sezon ortası	18	12.55	2.60	
	Sezon sonu	18	11.48	2.21	

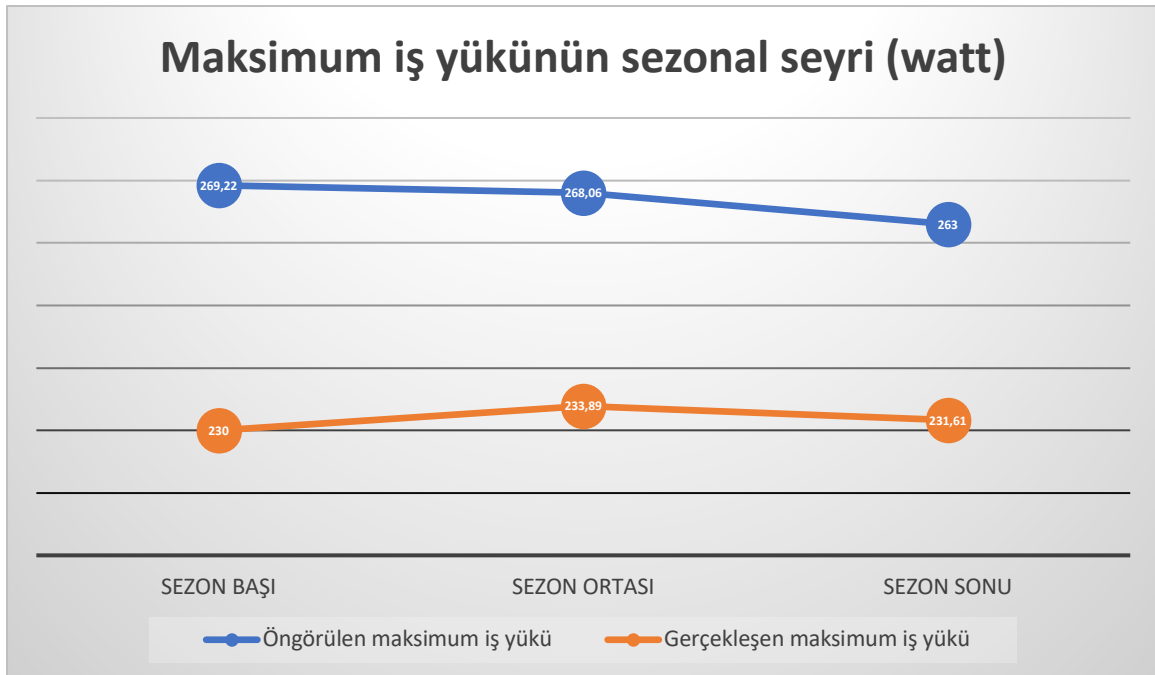
Tablo 2. Test öncesi istirahat verilerinin gruplar arası karşılaştırması

	Dönem	Katılımcı	Ortalama	Standart Sapma	P değeri
İstirahat kalp hızı	Sezon başı	18	89.72	16.20	0.036
	Sezon ortası	18	77.28	12.14	
	Sezon sonu	18	85.67	14.20	
İstirahat VO ₂ değeri	Sezon başı	18	9.23	2,09	0.562
	Sezon ortası	18	8.47	1.62	
	Sezon sonu	18	9.06	2.79	
İstirahat RER değeri	Sezon başı	18	0.73	0.06	0.138
	Sezon ortası	18	0.79	0.07	
	Sezon sonu	18	0.76	0.10	

Çalışmaya katılan tüm sporcuların maksimum iş yükü ortalaması 231.83 ± 27.85 watt olarak saptandı. Tüm sporcuların test öncesi öngörülen maksimum iş yükü ortalaması 266.76 ± 22.06 watt olup sezonun 3 dönemine ait maksimum iş yükü karşılaştırmaları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Maksimum iş yükü verilerinin gruplar arası karşılaştırması

	Dönem	Katılımcı	Ortalama	Standart Sapma	P değeri
Öngörülen maksimum iş yükü	Sezon başı	18	269.22	20.34	0.395
	Sezon ortası	18	268.06	17.41	
	Sezon sonu	18	263.00	27.87	
Gerçekleşen maksimum iş yükü	Sezon başı	18	230.00	26.17	0.086
	Sezon ortası	18	233.89	27.47	
	Sezon sonu	18	231.61	31.14	
Maksimum iş yükü gerçekleşme yüzdesi	Sezon başı	18	85.61	10.45	0.306
	Sezon ortası	18	86.67	11.77	
	Sezon sonu	18	88.67	13.31	

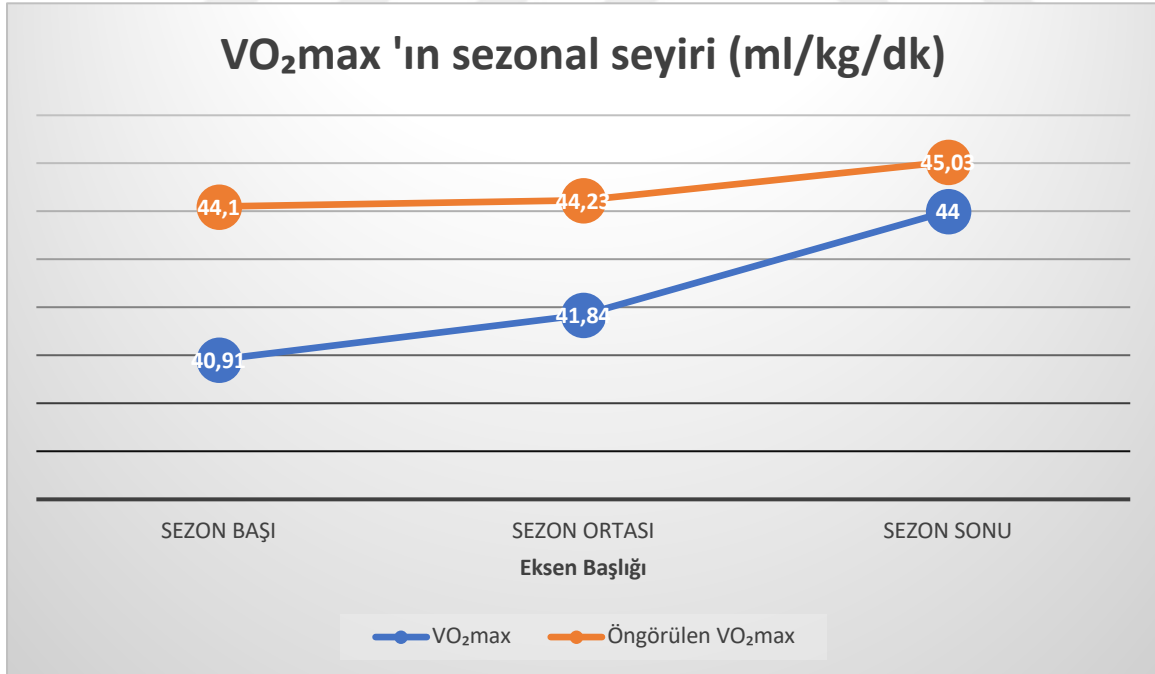


Şekil 1. Maksimum iş yükünün sezonal seyri

Çalışmada gerçekleştirilen tüm kardiyopulmoner egzersiz testleri göz önünde bulundurulduğunda ortalama $VO_2\max$ 42.25 ± 6.21 mL/kg/dk olup değerlerin sezonun üç ayrı dönemine göre dağılımı Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Maksimal oksijen tüketim kapasitesinin gruplar arası karşılaştırması

	Dönem	Katılımcı	Ortalama	Standart Sapma	P değeri
$VO_2\max$ değerleri	Sezon başı	18	40.91	5.35	0.315
	Sezon ortası	18	41.84	5.92	
	Sezon sonu	18	44.00	7.16	
Öngörülen $VO_2\max$ değerleri	Sezon başı	18	44.10	2.61	0.480
	Sezon ortası	18	44.23	2.57	
	Sezon sonu	18	45.03	2.21	
$VO_2\max$ gerçekleşme yüzdesi	Sezon başı	18	91.83	13.31	0.485
	Sezon ortası	18	94.83	14.28	
	Sezon sonu	18	97.66	15.63	



Şekil 2. Maksimal oksijen tüketim kapasitesinin sezonal seyri

VO₂max esnasında ventilasyon durumu sezon boyunca yapılmış olan tüm testler göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde 104.96±19.69 L/dk olarak tespit edildi. Ventilasyonun sezonun üç ayrı dönemi için karşılaştırılması Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Maksimal oksijen tüketim esnasında ventilasyon durumu

	Dönem	Katılımcı	Ortalama	Standart Sapma	P değeri
VO ₂ max’ da Ventilasyon	Sezon başı	18	103.55	18.74	0.233
	Sezon ortası	18	100.16	16.48	
	Sezon sonu	18	111.16	22.77	
Öngörülen Ventilasyon	Sezon başı	18	134.77	7.42	0.63
	Sezon ortası	18	133.00	7.17	
	Sezon sonu	18	128.44	9.52	
Ventilasyon gerçekleşme yüzdesi	Sezon başı	18	77.00	12.78	0.52
	Sezon ortası	18	75.50	12.62	
	Sezon sonu	18	86.77	17.98	

VO₂max esnasında değerlendirilen bir diğer parametre kalp atım hızı idi. Yapılan tüm testler değerlendirildiğinde kalp atım ortalaması 156.09±24.81, kalp atımı gerçekleşme yüzdesi 79.51±12.68 olup, kalp atım değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tüm testler değerlendirildiğinde VO₂max esnasında RER değerleri ortalaması 1.09±0.06 olarak tespit edilmiştir. Yine üç ayrı grup için değerlendirme yapıldığında sezon başı 1.08±0.06 sezon ortası 1.11±0.05 ve sezon sonu 1.08±0.06 olup sonuçlar arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu. (p=0.355)

Tablo 6. Maksimal oksijen tüketim esnasında kalp atım sayısı

	Dönem	Katılımcı	Ortalama	Standart Sapma	P değeri
VO ₂ max’ da kalp atım sayısı	Sezon başı	18	154.44	26.43	0.105
	Sezon ortası	18	148.27	28.08	
	Sezon sonu	18	165.55	16.44	
Kalp atım sayısı gerçekleşme yüzdesi	Sezon başı	18	78.22	12.93	0.083
	Sezon ortası	18	75.61	14.56	
	Sezon sonu	18	84.72	8.68	

Gerçekleştirilen tüm testler ele alındığında maximum iş yükü esnasında VO₂ değer ortalaması 41.09±5.87 ml/kg/dk idi. Maximum iş yükü esnasında VO₂ değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Maximum yüklenme esansında VO₂ durumu

	Dönem	Katılımcı	Ortalama	Standart Sapma	P değeri
Maximum yüklenmede VO ₂	Sezon başı	18	40.13	5.49	0.404
	Sezon ortası	18	40.52	5.66	
	Sezon sonu	18	42.61	6.44	
Gerçekleşme Yüzdesi	Sezon başı	18	89.33	13.70	0.564
	Sezon ortası	18	91.88	14.04	
	Sezon sonu	18	94.38	14.52	

Gerçekleştirilen tüm testler doğrultusunda maksimum iş yükü esnasında kalp atım sayısı ortalaması 158.94±22.99 idi. Maksimum iş yükü esnasında kalp atım değerlerinin gruplar arası karşılaştırması Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Maximum yüklenme esansında kalp atımı

	Dönem	Katılımcı	Ortalama	Standart Sapma	P değeri
Maximum yüklenmede Kalp atımı	Sezon başı	18	159.05	19.93	0.105
	Sezon ortası	18	150.77	28.66	
	Sezon sonu	18	167.00	17.03	
Gerçekleşme Yüzdesi	Sezon başı	18	80.88	9.69	0.086
	Sezon ortası	18	76.83	14.80	
	Sezon sonu	18	85.44	8.67	

Gerçekleştirilen tüm testler doğrultusunda maksimum iş yükü esnasında ortalama ventilasyon 108.83±21.82 L/dk idi. Maksimum iş yükü esnasında ventilasyon durumunun gruplar arası karşılaştırılması Tablo 9’ da gösterilmiştir.

Tablo 9. Maximum yüklenme esnasında ventilasyon

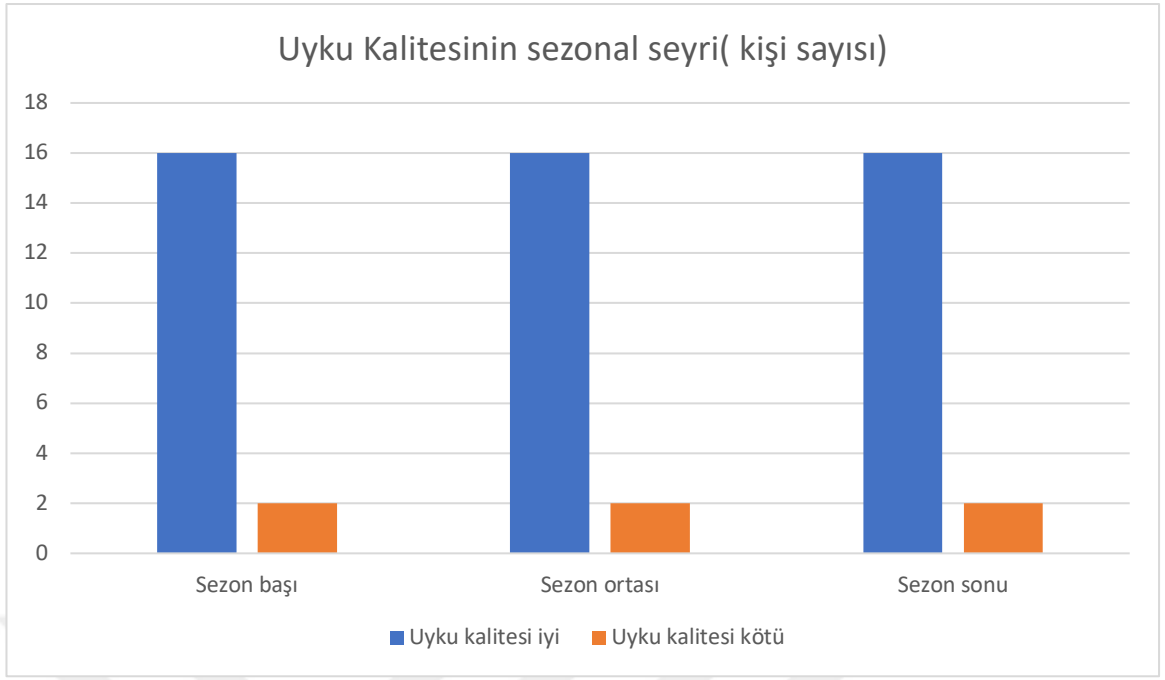
	Dönem	Katılımcı	Ortalama	Standart Sapma	P değeri
Maximum yüklenmede Ventilasyon	Sezon başı	18	106.83	18.58	0.513
	Sezon ortası	18	105.94	20.96	
	Sezon sonu	18	113.72	25.71	
Gerçekleşme Yüzdesi	Sezon başı	18	81.72	17.81	0.431
	Sezon ortası	18	81.94	18.11	
	Sezon sonu	18	88.72	18.76	

Sporcuların VO₂max'a ulaşma süreleri kaydedildi. Yapılan 54 testin tamamı değerlendirildiğinde süre ortalaması 18.88±1.92 dakika idi. Sezonun üç ayrı dönemine göre değerlendirme yapıldığında VO₂max'a ulaşma süreleri açısından istatistiksel anlamlı fark yoktu (Tablo 10).

Tablo 10. Maksimal oksijen tüketim kapasitesine ulaşma sürelerinin gruplar arası karşılaştırması

	Dönem	Katılımcı	Ortalama	Standart Sapma	P değeri
VO ₂ max'a ulaşma süreleri	Sezon başı	18	18.63	1.87	0.804
	Sezon ortası	18	19.04	1.69	
	Sezon sonu	18	18.96	2.25	

Uyku kalitesini değerlendirmek için sezonun üç ayrı döneminde katılımcılara Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ) uygulandı. Sezon başı 16, sezon ortası 16 ve sezon sonu 16 sporcunun uyku kalitesinin iyi olduğu tespit edildi. (Şekil 3)



Şekil 3. Uyku kalitesinin sezonal seyri

Katılımcıların yorgunluk düzeyi sezonun üç ayrı döneminde kardiyopulmoner egzersiz testi öncesinde çok boyutlu yorgunluk ölçeği ile sorgulandı. Her üç dönemde de yorgunluk hisseden sporcu bulunmamakta idi. Bu nedenle dönemler arası istatistiksel bir fark saptanmadı.

Katılımcıların depresyon durumu ve düzeyi beck depresyon ölçeği ile sezonun üç ayrı döneminde kardiyopulmoner egzersiz testi öncesi değerlendirildi. Her üç dönem için depresyon tanısı koyulan sporcu olmadı. Bu nedenle dönemler arası istatistiksel bir fark saptanmadı.

5. TARTIŞMA

Sporcularda sürekli ve yüksek performans sergileme hem bireysel hem de takım başarıları için kritik bir hedeftir. Özellikle futbol gibi uzun süreli ve yoğun rekabetin olduğu branşlarda, sporcuların yıl boyunca yüksek seviyede performans gösterebilmeleri büyük önem taşır. Performansın sürekliliği, elit sporcuların ayırt edici bir özelliği olup, ulusal ve uluslararası düzeyde yarışan sporcular için başarıyı belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Ancak, sürdürülebilir performansı etkileyen faktörlerin tam olarak anlaşılması ve bu faktörlerin yönetilmesine yönelik etkili protokollerin geliştirilmesi, hala yetersizdir ve bu alanda daha fazla bilimsel araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (45, 46).

Futbol, küresel çapta büyük bir izleyici kitlesine sahip ve ekonomik olarak önemli bir sektör olup, oyuncular ve antrenörler üzerindeki beklenti düzeyi oldukça yüksektir. Futbolcuların yüksek performans gösterebilmesi için yalnızca yetenek değil, aynı zamanda fiziksel yeterlilik de büyük bir gereklilik arz etmektedir. Elit düzeyde futbolcuların, maçlar boyunca hem kardiyopulmoner kapasite hem de anaerobik performanslarını en üst düzeyde tutmaları gerekir. Performans istikrarı hem bireysel oyuncular hem de takımlar için doğrudan etki yaratır. Takımlar formda oyuncuları transfer ederek sezon planlarını yapar. Ancak, kadroda yaşanabilecek sakatlıklar, yetersiz beslenme, aşırı antrenman ve düşük vücut yağ oranı gibi faktörlerin etkilediği performans düşüşleri takımların başarılarını olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, futbolcularda performans istikrarını etkileyen tüm faktörlerin iyi bir şekilde anlaşılması ve yönetilmesi, takım başarısını sürdürebilmek adına büyük önem taşımaktadır (47, 48).

Çalışmamızda profesyonel ligde mücadele eden bir futbol takımının sezonal performansını değerlendirebilmek adına sezonun üç ayrı döneminde (Sezon başı, Sezon ortası, Sezon sonu) bir dizi testler uygulandı. Yapmış olduğumuz tanımlayıcı istatistiklerde her üç dönem için alınan 18'er futbolcunun boy, kg ve vücut yağ oranları karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Bu parametrelerin sezon boyunca değişikliği konusunda net bir yorumlama yapılamamakla birlikte her üç dönem için vücut yağ oranlarının optimal seviyede tutulma gerekliliği aşıkardır. Çalışmamızda vücut yağ oranı ortalama yüzdesi 12.38 ± 2.7 olarak tespit edilmiş olup 49 profesyonel sporcunun performansını değerlendirmek adına yapılmış olan bir çalışmada ortalama değer 10.2 ± 2.3 olarak raporlanmıştır (49).

Sezonun üç ayrı dönemi istirahat kalp atım hızları değerlendirildiğinde sezon başı kalp atım hızının (89.72 ± 16.204) sezon ortası istirahat kalp atım hızından (77.28 ± 12.14) anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edildi. Veriler ışığında istirahat kalp hızı değerleri göz önünde

bulundurarak takım olarak sezon ortası test sonuçları sezon başına göre takımın daha antrene halde olduğunu düşündürmektedir. Çalışmaya dahil olan tüm katılımcıların istirahat kalp atımı ortalaması 84.22 ± 14.95 idi. Bu oran elit futbolcuların EKG' lerinin değerlendirildiği bir çalışmada 59 atım/dk olarak bildirilmiştir (50). İstirahat kalp atım hızının egzersiz öncesi dönemde düşük olması egzersiz esnasında gerekli kalp yedek atım sayısının fazla olması anlamına da gelir. Yani düşük istirahat kalp atımı genellikle sporcularda kardiyovasküler sistemin verimli çalıştığını ve kalp kasının güçlü olduğunu gösterir. Düzenli egzersiz, kalbin daha fazla kan pompalamak için daha az atım yapmasını sağlar. Bu, kalp kasının kasılma gücünün artmasıyla, her atımda daha fazla kanın pompalanmasına ve dolayısıyla kalp hızı hızla yükselmeden oksijen gereksinimlerini karşılamasına olanak tanır. Ayrıca bu durum uzun süreli egzersizlere takımın daha iyi adapte olabileceğini gösterir.

Çalışmaya katılan tüm sporcuların maksimum iş yükü ortalaması 231.83 ± 27.85 watt olarak ölçülmüş olup bu değer öngörülen yüklenmenin 86.98 ± 11.74 'ü idi. Sezonun üç ayrı döneminde yapılan testler göz önünde bulundurulduğunda anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte her bir dönem için ayrı ayrı olarak takımın öngörülen yüklenme seviyesine ulaşamadığı görüldü (Tablo 3). Futbol gibi takım oyunlarında antrenman programlarının ortak uygulanması, hemen her futbolcuya aynı kondisyon çalışmalarının yaptırılıyor olması bu durumun olası nedenlerinden biri olabilir. Uygulanacak program, sporcuların kişisel özellikleri dikkate alınarak kapsamlı bir değerlendirme sonrası bireysel ihtiyaçlara göre tasarlanmalıdır. Bu yaklaşım, her sporcunun potansiyelini en verimli şekilde ortaya koymasını sağlarken, nihayetinde takım performansının da yükselmesine katkı sağlar (51). Çalışmamızda kardiyopulmoner parametrelerin ölçümü pedal çevirme ile ölçülmüştür. Sporcuların bir kısmı daha iyi performans sergileyememe nedeni olarak bu durumu dile getirmiştir.

Çalışmada gerçekleştirilen tüm kardiyopulmoner egzersiz testleri göz önünde bulundurulduğunda ortalama VO_{2max} 42.25 ± 6.21 mL/kg/dk olarak tespit edildi. Yapılan bazı çalışmalarda elit futbolcularda VO_{2max} değerleri 55-65 mL/kg/dk olarak tespit edilmiş. Hatta değer 60 üzerinde olması profesyonellik derecesinin 1. lig düzeyinde olabileceğini öngörmüştür (52, 53). Çalışmamızda sezonun üç ayrı dönemi VO_{2max} sonuçları ayrı ayrı karşılaştırıldığında istatistiksel düzeyde anlamlı bir sonuç elde edilmedi. VO_{2max} değer ortalamaları sezon başı 40.91 ± 5.35 , sezon ortası 41.84 ± 5.92 ve sezon sonu 44.00 ± 7.16 olup artma eğiliminde idi. Yine takımın öngörülen VO_{2max} karşılanma oranları sezon başı için 91.83 ± 13.31 , sezon ortası için 94.83 ± 14.28 ve sezon sonu için 97.66 ± 15.63 olup artma eğiliminde idi. 42 profesyonel futbolcunun sezonun üç dönemine ait 3 yıllık

değerlendirilmesinin yapıldığı bir çalışmada $VO_2\text{max}$ ortalaması $61,6\pm0,6$ mL/kg/dk olarak tespit edilmiş. Bu değerin kısa dönem çalışmalarla kıyaslandığında benzer nitelik sergilemesi elitlik eşiği olabileceği yönünde düşünce oluşturmuş (54). Bizim çalışmamız 3. ligde mücadele eden profesyonel bir futbol takımında gerçekleştirilmiştir. Sezon başı değerlerin bekleneni karşılamıyor olması takımın kardiyopulmoner olarak yeterince hazır olmadan sezona başladığının bir göstergesi olarak dikkat çekmektedir. Sezon orta ve sonuna doğru $VO_2\text{max}$ ve gerçekleşme oranındaki kısmi artışa sezonun ilk yarısında yapılan maçlarda istediği sonuçları alamamış olan takımın sezon ortası nispeten daha antrene sporcuları transfer etmesi katkıda bulunmuş olabilir. Ancak, $VO_2\text{max}$ değerlerindeki artışın sadece transferlerle değil, aynı zamanda antrenman metodolojisinin iyileştirilmesi ve oyuncuların bireysel olarak daha iyi rehabilitasyon süreçleri geçirmeleriyle de ilişkili olabileceği unutulmamalıdır. Sezon boyunca bir futbol takımının $VO_2\text{max}$ değeri, hazırlık dönemi ile final dönemi arasında artış göstermelidir. Ancak bu değişim, antrenman yoğunluğu, maç temposu, beslenme, iyileşme süreçleri ve bireysel performans ile ilişkilidir. Her durumda, takımın fiziki kapasitesinin gelişmesi ve iyileşmesi için doğru stratejilerle $VO_2\text{max}$ seviyelerinin artırılması hedeflenmelidir. Sezon sonundaki $VO_2\text{max}$ artışı, takımın gelecek sezon için daha güçlü bir kardiyovasküler hazırlık yapabileceğini ve performanslarını daha yüksek seviyelere taşıyabileceğini düşündürmektedir (55, 56).

Sporcularda istirahat esnasında ventilasyon (solunum), vücudun düşük oksijen ihtiyacı ve düşük metabolik aktivite nedeniyle genellikle yavaş ve derindir. Ancak egzersiz sırasında, vücut daha fazla oksijen ve karbon dioksit atılımı gereksinimi duyduğundan solunum hızı ve derinliği artar. Egzersiz yoğunluğu arttıkça, kaslar daha fazla oksijen tüketir ve karbondioksit üretir, bu da solunumun hızla yükselmesine neden olur. Eğitimli sporcularda bu değişiklikler daha verimli şekilde gerçekleşir, çünkü solunum ve kardiyovasküler sistemleri daha iyi uyum sağlar. İstirahat sırasında ventilasyon yaklaşık 4-6 L/dakika iken, egzersiz başladığında bu değer 20-40 L/dakikaya yükselir ve yoğun egzersizlerde 100 L/dakikanın üzerine çıkabilir (57). Çalışmamızda maximum iş yükü esnasında ölçülen tüm ventilasyon değerleri ortalaması $108,83\pm21,82$ L/dk olarak tespit edilmiş olup beklenen ventilasyon karşılama oranı $84,129\pm18,18$ düzeyinde kaldı. Yine sezonun üç ayrı döneminde de takım ventilasyon oranı beklenen değeri yakalayamadı. Bu durum, futbol takımının solunum sisteminin egzersiz yoğunluğuna tam olarak uyum sağlayamadığını ve ventilasyon kapasitesinin istenen seviyeye ulaşamadığını gösteriyor. Ayrıca, antrenman programlarının futbolcuların solunum kapasitesini artırmaya yönelik yeterince odaklanmamış olabileceği ve takımın farklı sezon dönemlerinde yapılan çalışmalarda bu gelişimin sağlanamadığı düşünülebilir.

Egzersiz kapasitesini optimize etmek için kardiyovasküler, solunum ve kas sistemlerinin uyum içinde çalışması gerekmektedir birlikte özellikle kalp, oksijen taşıma kapasitesini artırarak tüm vücuda enerji sağlamak için merkezi bir rol oynar. Çalışmamızda sezonun üç ayrı dönem için VO₂max esnasında olan kalp atımları incelenmiş olup anlamalı bir fark tespit edilmemiştir (Tablo 5). Yüksek bir yedek kalp atım sayısı, sporcunun daha yüksek yoğunlukta egzersiz yapabilmesini, daha fazla oksijen taşımasını ve daha uzun süre dayanıklı olmasını sağlar. Ayrıca, bu değer, kardiyovasküler sistemin verimliliğini, egzersiz sonrası toparlanma süresini ve genel fizyolojik dayanıklılığı artırarak, sporcunun performansını iyileştirir. Çalışmamızda olduğu gibi egzersiz performansını birçok parametreyi içinde bulunduracak şekilde fonksiyonel ve kapsamlı şekilde değerlendirerek ortaya koymak eksikliklerin tespiti ve geliştirilmesine yönelik adımların atılması konusunda oldukça önemlidir (58).

Çalışmamızda tüm katılımcıların VO₂max'a ulaşma süreleri ortalaması 18.88±1.92 dakika idi (Tablo 8). Bu değerle ilgili öngörülen bir beklenti düzeyi olmamakla birlikte sürecin olabildiğince uzun olması protokol gereği kişinin fizyolojik olarak daha dayanıklı olabileceğinin bir göstergesidir. Bireysel fizyolojik kapasite düzeylerindeki iyilik haline bütüncül bakıldığında takımın sezon içi tempo ve istikrarı için olan önemi daha iyi anlaşılabilir.

Çalışmamızda futbolcuların depresyon durumu sezonun üç ayrı dönemi için incelenmiş olup herhangi bir dönem için depresyon tanısı alan olmamıştır. Egzersiz spor ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda bu beklenen bir sonuç idi. Ancak egzersizin yanı sıra takım içi ilişkiler, hoca sporcu ilişkisi, her bir sporcunun sosyal hayatı, takım başarısı, maddi olanaklar ve sakatlıklar gibi birçok parametre sporcu ruh sağlığı üzerine etki eder. Çalışmamızda anlamlı bir sonuç tespit edilmemiş olmasa da sporda performansın sürdürülebilirliği ve geliştirilebilirliği açısından düzenli psikolojik destek, psikoeğitim ve risk faktörlerinin belirlenmesi önemlidir. Ayrıca, dinlenme ve toparlanma süreçleri ile psikolojik beceri geliştirme eğitimi, depresyonun önlenmesi ve yönetilmesinde etkili olacaktır (59).

Çalışmamızda sporcuların uyku kaliteleri ve yorgunluk durumları incelendiğinde sporcular olumsuz sonuç bildirmedi. Fiziksel aktivitenin uyku kalitesi ve genel zindelik üzerine olumlu etkileri bilinmektedir (60). Futbolcuların sahip olduğu düzenli antrenman, dinlenme periyotları, sporcu beslenme alışkanlıkları ve gelişime yönelik yüksek motivasyon tutumları bu duruma katkıda bulunmuş olabilir (61). Yine ikinci kişiler tarafından tespit edilemeyecek olan kişi cevaplarına dayalı bu değerlendirmede sporcuların kendi adına olumsuz düşünce oluşturmamak adına vermiş oldukları çarpıtıcı cevaplar bu durumuna neden olmuş olabilir.

Çalışmamızın en önemli kısıtlamalarından biri sezonun üç ayrı döneminde gerçekleştirilen futbolcu testlerinin bir kısmının aynı futbolculara yönelik tekrarlı testler olmamış olmasıdır. Sezon boyunca aynı 18 futbolcuya farklı dönemlerde yapılacak testlerin çalışma kalitesini önemli ölçüde artıracığı açıktır. Ancak, takımın sezon içinde istenilen performansı maç sonuçlarına yansıtamaması, kulübü zorunlu bir transfer sürecine itmiştir. Gelecekte, örneklem büyüklüğünün artırılması ve birden fazla futbol takımıyla, aynı sporculara sezonun farklı dönemlerinde, mümkünse giyilebilir teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilecek saha testleri literatüre değerli ve kapsamlı katkılar sağlayacaktır.



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Profesyonel sporcuların kardiyopulmoner fonksiyon ve fizyolojik egzersiz kapasitelerini sezonun farklı dönemlerinde değerlendirerek profesyonel bir futbol takımının takım kapasitesini sezonun üç ayrı dönemini için kıyasladığımız bu çalışma, takım performansının sürekliliğini sağlamak için antrenman ve iyileşme süreçlerinin ne denli kritik olduğunu bir kez daha gözler önüne sermektedir. Elde edilen bulgular, futbolcuların fizyolojik parametrelerinin izlenmesi ve yönetilmesinin, takım başarısının sürdürülebilirliğine doğrudan katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın bulguları ışığında, futbol takımlarının performans istikrarını sağlamak için antrenman programlarını daha kişiye özel hale getirmeleri önerilmektedir. Takımın fizyolojik parametrelerini geliştirmek için kardiyopulmoner kapasite, solunum sistemi ve genel fizyolojik dayanıklılığa yönelik öncelikle durum tespit yapılmalı ve daha etkili antrenman metodolojileri uygulanmalıdır. Ayrıca, oyuncuların mental sağlığına yönelik psikolojik destek programları ve uyku kalitesi gibi faktörler de göz önünde bulundurularak kapsamlı bir iyileştirme planı yapılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Cenikli A, Dalkılıç M, Yiğit E, Bozkurt V (2017). Modern futbolun tarihi. Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi 14.
2. Iaia FM, Rampinini E, Bangsbo J (2009). High-intensity training in football. International Journal of Sports Physiology and Performance 4(3):291-306.
3. Dafoe W. (2007). Principles of exercise testing and interpretation. The Canadian Journal of Cardiology 23(4): 274.
4. Rhodes J, Ubeda Tikkanen A, Jenkins KJ (2010). Exercise testing and training in children with congenital heart disease. Circulation 122(19):1957-67.
5. Weinhaus AJ, Roberts K (2005). Anatomy of the human heart. Handbook of Cardiac Anatomy, Physiology, and Devices 51-79.
6. Buckberg GD, Nanda NC, Nguyen C, Kocica MJ (2008). What is the heart? Anatomy, function, pathophysiology, and misconceptions. Journal of Cardiovascular Development and Disease 5(2):33.
7. West JB (2006). How well designed is the human lung? American journal of respiratory and critical care medicine 173(6):583-4.
8. Weibel ER (2017). Lung morphometry: the link between structure and function. Cell and Tissue Research 367:413-26.
9. Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnagöl H, Başoğlu S, Zergeroğlu AM (2002). Egzersiz fizyolojisi. Nobel Yayınları, Ankara; Sayfa: 39-81.
10. Kurt AK, Zoba CA, Ateş E, Set T (2019). Birinci basamakta obezite yönetimi. Klinik Tıp Aile Hekimliği Dergisi 11(2):55-60.
11. Sözen H (2018). The effects of aerobic and anaerobic training on aerobic and anaerobic capacity. J Int Anatolia Sport Sci Vol 3(3).
12. Demiriz M, Erdemir İ, Kayhan R (2015). Farklı dinlenme aralıklarında yapılan anaerobik interval antrenmanın, aerobik kapasite, anaerobik eşik ve kan parametreleri üzerine etkileri. International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS 1(1):1-8.
13. Wagner PD (1996). Determinants of maximal oxygen transport and utilization. Annual Review of Physiology 58:21-50.

14. Herdy AH, Ritt LE, Stein R, Araújo CG, Milani M, Meneghelo RS (2016). Cardiopulmonary exercise test: Background, applicability and interpretation. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 107(5):467-81.
15. Yıldız S (2012). Aerobik ve anaerobik kapasitenin anlamı nedir. *Solunum Dergisi* 14(1):1-8.
16. Ehrman JK, Kerrigan D, Keteyian S (2018). *Advanced exercise physiology: Essential concepts and applications: Human Kinetics*.
17. Forman DE, Myers J, Lavie CJ, Guazzi M, Celli B, Arena R (2010). Cardiopulmonary exercise testing: relevant but underused. *Postgraduate Medicine* 122(6):68-86.
18. Mang ZA, Ducharme JB, Mermier C, Kravitz L, de Castro Magalhaes F, Amorim F (2022). Aerobic adaptations to resistance training: The role of time under tension. *International journal of sports medicine* 43(10):829-39.
19. Shete AN, Bute SS, Deshmukh PR (2014). A study of VO₂ max and body fat percentage in female athletes. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 8(12):1-3.
20. Joyner MJ, Casey D (2015). Regulation of increased blood flow (hyperemia) to muscles during exercise: a hierarchy of competing physiological needs. *Physiological Reviews*.
21. Türkiye fiziksel aktivite rehberi (2014). Türkiye Halk Sağlığı Kurumu. Sağlık Bakanlığı yayın, Ankara.
22. Mezzani A (2017). Cardiopulmonary exercise testing: Basics of methodology and measurements. *Annals of the American Thoracic Society*. 14(1):3-11.
23. Cairns SP (2006). Lactic acid and exercise performance : culprit or friend? *Sports Medicine* 36(4):279-91.
24. Gladden LB (2004). Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *The Journal of Physiology* 558(1):5-30.
25. Decato TW, Haverkamp H, Hegewald MJ (2020). Cardiopulmonary exercise testing (CPET). *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 201(1):P1-p2.
26. Alp M, Gülen Ö, Ertören H (2022). Egzersiz ve spor fizyolojisi. *Sportif Yönleriyle Türk Halk Oyunları* 45.

27. Crowther GJ, Kemper WF, Carey MF, Conley KE (2002). Control of glycolysis in contracting skeletal muscle. *Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism* 282(1):E74-E9.
28. Suginothara T, Wakabayashi K, Ato S, Ogasawara R (2021). Effect of 2-deoxyglucose-mediated inhibition of glycolysis on the regulation of mTOR signaling and protein synthesis before and after high-intensity muscle contraction. *Metabolism* 114:154419.
29. Hargreaves M, Spriet LL (2020). Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism* 2(9):817-28.
30. Lavie CJ, Arena R, Swift DL, Johannsen NM, Sui X, Lee DC (2015). Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes. *Circulation Research* 117(2):207-19.
31. Romero SA, Minson CT, Halliwill JR (2017). The cardiovascular system after exercise. *Journal of Applied Physiology* 122(4):925-32.
32. Fu Q, Levine BD (2013). Exercise and the autonomic nervous system. *Handbook of Clinical Neurology* 117:147-60.
33. Dominelli PB, Sheel AW (2024). The pulmonary physiology of exercise. *Advances in Physiology Education* 48(2):238-51.
34. Doutreleau S, Enache I, Pistea C, Geny B, Charloux A (2018). Pulmonary hemodynamics responses to hypoxia and/or CO(2) inhalation during moderate exercise in humans. *European journal of Physiology* 470(7):1035-45.
35. Clausen RD, Astorino TA (2024). Excess post-exercise oxygen consumption after reduced exertion high-intensity interval training on the cycle ergometer and rowing ergometer. *European Journal of Applied Physiology* 124(3):815-25.
36. Kirschen GW, Jones JJ, Hale L (2020). The impact of sleep duration on performance among competitive athletes: a systematic literature review. *Clinical Journal of Sport Medicine* 30(5):503-12.
37. Buysse DJ, Reynolds III CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research* 28(2):193-213.

38. Agargun MY (1996). Pittsburgh uyku kalitesi indeksinin gecerligi ve guvenirligi. Turk Psikiyatri Dergisi 7:107-15.
39. Yildirim Y, Ergin G (2013). A validity and reliability study of the Turkish Multidimensional Assessment of Fatigue (MAF) scale in chronic musculoskeletal physical therapy patients. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation 26(3):307-16.
40. Martinez-Moreno A, Cavas-García F, López-Gullón JM, Diaz-Suarez A (2021). Effects of fatigue and grit on club sports coaches. International Journal of Environmental Research and Public Health 18(14):7414.
41. Hisli N (1988). Beck Depresyon Ölçeği'nin bir Türk örnekleminde geçerlilik ve güvenilirliği. Psikoloji Dergisi 6(22):118-22.
42. Hasturk M, Senışık S (2011). Düzenli egzersiz yapan ve yapmayan ergenlerde depresyon düzeylerinin incelenmesi. Spor Hekimliği Dergisi 46(2):039-46.
43. Mallery P, George D (2000). SPSS for windows step by step: Allyn & Bacon, Inc.
44. Tabachnick BG, Fidell LS, Ullman JB (2013). Using multivariate statistics (Vol. 6, pp. 497-516).
45. Swann C, Moran A, Piggott D (2015). Defining elite athletes: Issues in the study of expert performance in sport psychology. Psychology of Sport and Exercise 16:3-14.
46. Hanin Y, Hanina M (2009). Optimization of performance in top-level athletes: an action-focused coping approach. International Journal of Sports Science & Coaching 4(1):47-91.
47. Shafizadeh M, Taylor M, Peñas CL (2013). Performance consistency of international soccer teams in Euro 2012: A time series analysis. Journal of Human Kinetics 38:213.
48. Jeukendrup AE, Areta JL, Van Genechten L, Langan-Evans C, Pedlar CR, Rodas G (2024). Does Relative Energy Deficiency in Sport (REDs) Syndrome Exist? Sports Medicine 54(11):2793-816.
49. Oukheda M, Lebrazi H, Derouiche A, Kettani A, Saile R, Taki H (2024). Performance variables and nutritional status analysis from Moroccan professional and adolescent football players during the competition period: a descriptive study. Frontiers in Sports and Active Living, 6, 1372381.

50. Bohm P, Ditzel R, Ditzel H, Urhausen A, Meyer T (2013). Resting ECG findings in elite football players. *Journal of Sports Sciences* 31(13), 1475-1480.
51. Williams TD, Toluoso DV, Fedewa MV, Esco, MR (2017). Comparison of periodized and non-periodized resistance training on maximal strength: a meta-analysis. *Sports medicine*, 47, 2083-2100.
52. Metaxas T, Research C (2021). Match running performance of elite soccer players: VO₂max and players position influences. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 35(1):162-8.
53. Silva JR, Magalhaes JF, Ascensão AA, Oliveira EM, Seabra AF, Rebelo A (2011). Individual match playing time during the season affects fitness-related parameters of male professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(10):2729-39.
54. Clark NA, Edwards AM, Morton RH, Butterly RJ (2008). Season-to-season variations of physiological fitness within a squad of professional male soccer players. *Journal of Sports Science & Medicine* 7(1):157-65.
55. Buttar KK, Saboo N, Kacker S (2019). A review: Maximal oxygen uptake (VO₂ max) and its estimation methods. *International Journal of Physical Education, Sports and Health* 6(6):24-32.
56. Alvarez JCB, D'ottavio S, Vera JG, Castagna C (2009). Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 23(7):2163-6.
57. McArdle WD, Katch FI, Katch VL (2010). *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
58. Cornelissen VA, Verheyden B, Aubert AE, Fagard RH (2010). Effects of aerobic training intensity on resting, exercise and post-exercise blood pressure, heart rate and heart-rate variability. *Journal of Human Hypertension* 24(3):175-82.
59. Özdemir D, Cömert I (2023). Profesyonel Sporcularda Tükenmişlik Sendromu ve Depresyon Hakkında Bir Derleme Çalışması. *Aydın İnsan ve Toplum Dergisi* 9(2):27-47.

60. Sejbuk M, Mirończuk-Chodakowska I, Witkowska AM (2022). Sleep quality: A narrative review on nutrition, stimulants, and physical activity as important factors. *Nutrients* 14(9).
61. Leddy JJ, Burma JS, Toomey CM, Hayden A, Davis GA, Babl FE (2023). Rest and exercise early after sport-related concussion: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine* 57(12):762-70.





Ek 3. Pittsburg Uyku Kalite Ölçeği

Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi (PUKi) Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)

Hastanın Adı Soyadı: _____

Tarih: ____/____/____

Aşağıdaki sorulara vereceğiniz cevaplar için son bir ayı göz önünde bulundurun.
Lütfen tüm soruları cevaplandırın.

- 1 Geçen ay geceleri genellikle ne zaman yattınız? _____
- 2 Geçen ay geceleri uykuya dalmanız genellikle ne kadar zaman (dakika) aldı? _____ dakika
- 3 Geçen ay sabahları genellikle ne zaman kalktınız? _____
- 4 Geçen ay geceleri kaç saat uyudunuz (bu süre yatakta geçirdiğiniz süreden farklı olabilir) _____ saat
- 5 Geçen ay aşağıdaki durumlarda belirtilen uyku problemlerini ne sıklıkla yaşadınız?

	Haftada	Hiç	1'den az	1 - 2 kez	3'den Çok
a	30 dakika içinde uykuya dalamadınız	☐	☐	☐	☐
b	Gece yarısı veya sabah erkenden uyandınız	☐	☐	☐	☐
c	Tuvalete gittiniz	☐	☐	☐	☐
d	Rahat bir şekilde nefes alı veremediniz	☐	☐	☐	☐
e	Aşırı derecede üşüdünüz	☐	☐	☐	☐
f	Aşırı derecede sıcaklık hissettiniz	☐	☐	☐	☐
g	Kötü rüyalar gördünüz	☐	☐	☐	☐
h	Ağrı duyduunuz	☐	☐	☐	☐
i	Diğer nedenler	☐	☐	☐	☐
j	Öksürdünüz veya gürültülü bir şekilde horladınız	☐	☐	☐	☐
- 6 Geçen hafta uyku kalitenizi bütünü ile nasıl değerlendirirsiniz.

☐ Çok iyi	☐ Oldukça iyi	☐ Oldukça kötü	☐ Çok kötü
----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------
- 7 Geçen hafta uyumanıza yardımcı olması için ne kadar sıklıkla uyku ilacı (reçeteli veya reçetesiz) aldınız?

☐ Hiç	☐ 1'den az	☐ 1 - 2 kez	☐ 3'den Çok
------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------
- 8 Geçen hafta araba sürerken, yemek yerken veya sosyal bir aktivite esnasında ne kadar sıklıkla uyanık kalmak için zorlandınız?

☐ Hiç	☐ 1'den az	☐ 1 - 2 kez	☐ 3'den Çok
------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------
- 9 Geçen ay bu durum işlerinizi yeteri kadar istekle yapmanızda ne derecede problem oluşturdu?

☐ Hiç problem oluşturmadı	☐ Bir dereceye kadar problem oluşturdu
☐ Yalnızca çok az bir problem oluşturdu	☐ Çok büyük bir problem oluşturdu
- 10 Bir yatak partneriniz veya oda arkadaşınız var mı?

☐ Bir yatak partneri veya oda arkadaşı yok	☐ Partneri aynı odada fakat aynı yatakta değil
☐ Diğer odada bir partneri veya oda arkadaşı var	☐ Partner aynı yatakta
- 11 Eğer bir oda arkadaşı veya yatak partneriniz varsa ona aşağıdaki durumları ne kadar sıklıkla yaşadığınızı sorun.

	Hiç	1'den az	1 - 2 kez	3'den Çok
a	Gürültülü horlama	☐	☐	☐
b	Uykuda nefes alıp verme arasında uzun aralıklar	☐	☐	☐
c	Uyurken bacaklarda seğirme veya sıçrama	☐	☐	☐
d	Uyku esnasında uyumsuzluk veya şaşkınlık	☐	☐	☐
e	Diğer huzursuzluklarınız:	☐	☐	☐

Ek 4. Çok Boyutlu Yorgunluk Ölçeği

Appendix 2 Yorgunluğu çok boyutlu değerlendirme ölçeği

(Turkish version of the MAF Scale)

Açıklama: Bu sorular, yorgunluk ve yorgunluğun faaliyetleriniz üzerine etkisi ile ilgilidir.

Aşağıdaki sorulardan her biri için, geçtiğimiz 7 gün boyunca neler hissetmiş olduğunuzu en yakından gösteren rakami daire içine alın.

Örneğin: Sabahlari geç saatlere kadar uyumayı gerçekten sevdiğinizi farzedin. Bu durumda muhtemelen çizginin sonundaki “çok fazla” ya yakın bir rakamı, sağıda görüldüğü gibi daire içine alırsınız.

Örnek: Sabahlari geç saatlere kadar uyumayı genellikle ne ölçüde seversiniz?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hiç								Çok fazla	

Şimdi lütfen aşağıdaki soruları *geçtiğimiz 7 günü* göz önüne alarak cevaplayınız.

1. Ne derece yorgunluk hissettiniz?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hiç								Çok fazla	

Yorgunluk hissetmediyseniz burada durun.

2. Yaşadığınız yorgunluk hangi şiddetteydi?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hafif								Ağır	

3. Yorgunluk sizi ne ölçüde siktintya soktu?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Siktinti yok								Çok miktarda siktinti	

Ek 4. (Devam)

Yorgunluğun çok boyutlu değerlendirilmesi ölçeği (devamı)

Geçtiğimiz 7 gün içinde yorgunluğun, aşağıda sıralanan faaliyetlerden her birini yapabilmenizi ne derecede engellediğini en iyi gösteren rakami daire içine alın. Geçtiğimiz 7 gün içinde yorgunluk dışındaki nedenlerle yapmadığınız faaliyetler için (örneğin, emekli olduğunuz için işe gitmemek), faaliyetin adının sol yanındaki haneyi işaretleyin.

Geçtiğimiz 7 gün içinde yorgunluk, şunları yapabilmenizi ne derecede engelledi?:

(NOT: Geçtiğimiz 7 gün boyunca yapmadığınız faaliyet varsa ilgili soru numarasının solundaki kutucuğu işaretleyin.)

☐ 4. Günlük ev işlerini yürütme

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
Hiç Büyük ölçüde

☐ 5. Yemek pişirme

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
Hiç Büyük ölçüde

☐ 6. Yıkama ve yıkama

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
Hiç Büyük ölçüde

☐ 7. Giyinme

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
Hiç Büyük ölçüde

☐ 8. İşyerinde çalışma

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
Hiç Büyük ölçüde

☐ 9. Aile ve arkadaşları ziyaret etme veya onlarla sosyal ilişkiler kuma

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
Hiç Büyük ölçüde

(NOT: Geçtiğimiz 7 gün boyunca yapmadığınız faaliyet varsa ilgili soru numarasının solundaki kutucuğu işaretleyin.)

☐ 10. Cinsel faaliyetlerle uğraşma

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
Hiç Büyük ölçüde

Ek 4. (Devam)

☐ 11. Boş zamanları değerlendirme ve yenilenme faaliyetleri ile uğraşma

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
Hiç Büyük ölçüde

☐ 12. Alışveriş yapma ve ayak işlerini yürütme

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
Hiç Büyük ölçüde

☐ 13. Yürüyüş yapma

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
Hiç Büyük ölçüde

☐ 14. Egzersiz yapma (yürüyüş dışında)

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
Hiç Büyük ölçüde

15. Geçtiğimiz 7 gün boyunca ne sıklıkta yorgunluk hissettiniz?

- ☐ 4 Her gün
☐ 3 Her gün değilse de çoğunlukla
☐ 2 Çoğu gün olmasa da ara sıra
☐ 1 Pek az gün

16. Geçtiğimiz 7 gün boyunca yorgunluğunuz ne ölçüde değişti?

- ☐ 4 Arttı
☐ 3 Yorgunluk bazan arttı, bazan azaldı
☐ 2 Aynı kaldı
☐ 1 Azaldı

Ek 5. Beck Depresyon Ölçeği

Beck Depresyon Ölçeği

Hastanın Soyadı, Adı:.....

Tarih:.....

Bu form son bir (1) hafta içerisinde kendinizi nasıl hissettiğinizi araştırmaya yönelik 21 maddeden oluşmaktadır. Her maddenin karşısındaki dört cevabı dikkatlice okuduktan sonra, size en çok uyan, yani sizin durumunuzu en iyi anlatanı işaretlemeniz gerekmektedir.

- 1 (0) Üzgün ve sıkıntılı değilim.
(1) Kendimi üzüntülü ve sıkıntılı hissediyorum.
(2) Hep üzüntülü ve sıkıntılıyım. Bundan kurtulamıyorum.
(3) O kadar üzgün ve sıkıntılıyım ki, artık dayanamıyorum.
- 2 (0) Gelecek hakkında umutsuz ve karamsar değilim.
(1) Gelecek için karamsarıyım.
(2) Gelecekte beklediğim hiçbir şey yok.
(3) Gelecek hakkında umutsuzum ve sanki hiçbir şey düzelmeyecekmiş gibi geliyor.
- 3 (0) Kendimi başarısız biri olarak görmüyorum.
(1) Başkalarından daha başarısız olduğumu hissediyorum.
(2) Geçmişe baktığımda başarısızlıklarla dolu olduğumu görüyorum.
(3) Kendimi tümüyle başarısız bir insan olarak görüyorum.
- 4 (0) Herşeyden eskisi kadar zevk alıyorum.
(1) Birçok şeyden eskiden olduğu gibi zevk alamıyorum.
(2) Artık hiçbir şey bana tam anlamıyla zevk vermiyor.
(3) Herşeyden sıkılıyorum.
- 5 (0) Kendimi herhangi bir biçimde suçlu hissetmiyorum.
(1) Kendimi zaman zaman suçlu hissediyorum.
(2) Çoğu zaman kendimi suçlu hissediyorum.
(3) Kendimi her zaman suçlu hissediyorum.
- 6 (0) Kendimden memnunum.
(1) Kendimden pek memnun değilim.
(2) Kendime kızgıyım.
(3) Kendimden nefrete ediyorum.
- 7 (0) Başkalarından daha kötü olduğumu sanmıyorum.
(1) Hatalarım ve zayıf taraflarım olduğumu düşünmüyorum.
(2) Hatalarımdan dolayı kendimden utanıyorum.
(3) Herşeyi yanlış yapıyormuşum gibi geliyor ve hep kendimi kabahat buluyorum.
- 8 (0) Kendimi öldürmek gibi düşüncülerim yok.
(1) Kimi zaman kendimi öldürmeyi düşündüğüm oluyor ama yapmıyorum.
(2) Kendimi öldürmek isterdim.
(3) Fırsatını bulsam kendimi öldürürüm.
- 9 (0) İçimden ağlamak geldiği pek olmuyor.
(1) Zaman zaman içimden ağlamak geliyor.
(2) Çoğu zaman ağlıyorum.
(3) Eskiden ağlayabilirdim ama şimdi istesem de ağlayamıyorum.
- 10 (0) Her zaman olduğumdan daha canı sıkın ve sinirli değilim.
(1) Eskisine oranla daha kolay canım sıkıyor ve kızıyorum.
(2) Herşey canımı sıkıyor ve kendimi hep sinirli hissediyorum.
(3) Canımı sıkın şeylere bile artık kızamıyorum.
- 11 (0) Başkalarıyla görüşme, konuşma isteğimi kaybetmedim.
(1) Eskisi kadar insanlarla birlikte olmak istemiyorum.
(2) Birileriyle görüşüp konuşmak hiç içimden gelmiyor.
(3) Artık çevremde hiçkimseyi istemiyorum.
- 12 (0) Karar verirken eskisinden fazla güçlük çekmiyorum.
(1) Eskiden olduğu kadar kolay karar veremiyorum.
(2) Eskiyeye kıyasla karar vermekte çok güçlük çekiyorum.
(3) Artık hiçbir konuda karar veremiyorum.
- 13 (0) Her zamankinden farklı göründüğümü sanmıyorum.
(1) Aynada kendime her zamankinden kötü görünüyorum.
(2) Aynaya baktığımda kendimi yaşlanmış ve çirkinleşmiş buluyorum.
(3) Kendimi çok çirkin buluyorum.
- 14 (0) Eskisi kadar iyi iş gücü yapabiliyorum.
(1) Her zaman yaptığım işler şimdi gözümde büyüyor.
(2) Ufacık bir işi bile kendimi çok zorlayarak yapabiliyorum.
(3) Artık hiçbir iş yapamıyorum.
- 15 (0) Uykum her zamanki gibi.
(1) Eskisi gibi uyuyamıyorum.
(2) Her zamankinden 1-2 saat önce uyanıyorum ve kolay kolay tekrar uykuya dalamıyorum.
(3) Sabahları çok erken uyanıyorum ve bir daha uyuyamıyorum.
- 16 (0) Kendimi her zamankinden yorgun hissetmiyorum.
(1) Eskiyeye oranla daha çabuk yoruluyorum.
(2) Her şey beni yoruyor.
(3) Kendimi hiçbir şey yapamayacak kadar yorgun ve bitkin hissediyorum.
- 17 (0) İştahım her zamanki gibi.
(1) Eskisinden daha iştahsızım.
(2) İştahım çok azaldı.
(3) Hiçbir şey yiyemiyorum.
- 18 (0) Son zamanlarda zayıflamadım.
(1) Zayıflamaya çalışmadığım halde en az 2 Kg verdim.
(2) Zayıflamaya çalışmadığım halde en az 4 Kg verdim.
(3) Zayıflamaya çalışmadığım halde en az 6 Kg verdim.
- 19 (0) Sağlığım ile ilgili kaygılarım yok.
(1) Ağrılar, mide sancıları, kabızlık gibi şikayetlerim oluyor ve bunlar beni tasalandırıyor.
(2) Sağlığımın bozulmasından çok kaygılanıyorum ve kafamı başka şeylere vermekte zorlanıyorum.
(3) Sağlık durumum kafama o kadar takılıyor ki, başka hiçbir şey düşünemiyorum.
- 20 (0) Sekse karşı ilgimde herhangi bir değişiklik yok.
(1) Eskisine oranla seксе ilgim az.
(2) Cinsel isteğim çok azaldı.
(3) Hiç cinsel istek duymuyorum.
- 21 (0) Cezalandırılması gereken şeyler yapığımı sanmıyorum.
(1) Yaptıklarımın dolaylı cezalandırılabilceğimi düşünüyorum.
(2) Cezamı çekmeyi bekliyorum.
(3) Sanki cezamı bulmuşum gibi geliyor.

Toplam BECK-D skoru:.....

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Abdullah Kaan KURT
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Tarihi :
Telefon (İş) :
E-Posta :
Yazışma Adresi (İş) :

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık	KTÜ/ Sağlık Bilimleri Enstitüsü/Fizyoloji	Halen
Yüksek Lisans	KTÜ/Aile Hekimliği Anabilim Dalı	2019
Lisans	KTÜ/ TIP Fakültesi	2015
Lise	Ordu Özel Seçkin Fen Lisesi	2008

AKADEMİK/MESLEKİ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Süre (Yıl -Yıl)
1. Tabip	Sağlık Bakanlığı Çaykara Dr. M. İlhan DURGUN İlçe Devlet Hastanesi	2015-2016
2. Asistan Doktor	Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği AD	2016-2019
3. Uzman Dr.	Sağlık Bakanlığı Çaykara Dr. M. İlhan DURGUN İlçe Devlet Hastanesi	2019-2021
4. Dr. Öğr. Üyesi	Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği AD	2021-
5. Doktora	KTÜ/ Sağlık Bilimleri Enstitüsü/ Fizyoloji	2017-

YABANCI DİL

İngilizce

UZMANLIK ALANI

Aile Hekimliği

YAYINLAR (*Tez yazım kurallarına göre yazılmalıdır*)

1. Abdullah Kaan KURT, Turan SET, Elif ATEŞ. (Mart 2020): "Kilo Kontrol Danışmanlığı Alan Bireylerin Egzersiz Uyumunu Engelleyen Faktörler". Konuralp Medical Journal 12 / 1 19-26 . <https://doi.org/10.18521/ktd.633789>

BİLDİRİLER

ÖDÜLLER / TEŞVİKLER/ BURSLAR

HOBİLER

1. Spor/ Egzersiz

