



**T.C.**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI**

**G-TOLERANSINI ETKİLEYEN BAZI FİZİKSEL VE FİZYOLOJİK  
FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Tuncay ALPARSLAN**

**BURSA**

**2020**





**T.C.**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI**

**G-TOLERANSINI ETKİLEYEN BAZI FİZİKSEL VE FİZYOLOJİK**

**FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Tuncay ALPARSLAN**

**Danışman**

**Prof. Dr. Ramiz ARABACI**

**BURSA**

**2020**

## **BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK**

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim.



Tuncay ALPARSLAN

20/01/2020

## YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“G-Toleransını Etkileyen Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Faktörlerin İncelenmesi” adlı Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan



Tuncay ALPARSLAN

Danışman



Prof. Dr. Ramiz ARABACI

Beden Eğitimi ve Spor ABD Başkanı



Prof. Dr. Nimet Haşıl KORKMAZ



## EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 20/01/2020

Tez Başlığı / Konusu:

### G-TOLERANSINI ETKİLEYEN BAZI FİZİKSEL VE FİZYOLOJİK FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 95 sayfalık kısmına ilişkin, 20/01/2020 tarihinde şahsım tarafından *Turnitin*. adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 4'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar dahil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

20.01.2020

**Adı Soyadı:** Tuncay ALPARSLAN

**Öğrenci No:** 811570005

**Anabilim Dalı:** Beden Eğitimi ve Spor

**Programı:** -

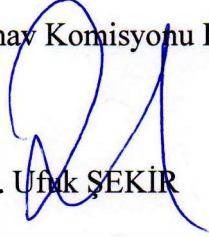
**Statüsü:**  Y.Lisans  Doktora

**Danışman**  
**Prof. Dr. Ramiz ARABACI**  
20.01.2020

T.C.  
**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı'nda 811570005 numara ile kayıtlı Tuncay ALPARSLAN'ın hazırladığı "G" konulu Doktora çalışması ile ilgili tez savunma sınavı 11/02/2020 günü 10.00-12.00 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin (başarılı/~~başarısız~~) olduğuna (oybirliği) ile karar verilmiştir.

Üye (Sınav Komisyonu Başkanı).



Prof. Dr. Ufuk ŞEKİR

BURSA Uludağ Üniversitesi

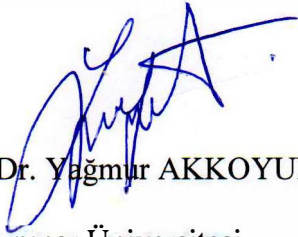
Üye (Tez Danışmanı)



Prof. Dr. Ramiz ARABACI

Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye



Prof. Dr. Yağmur AKKOYUNLU

Dumlupınar Üniversitesi

Üye



Dr. Öğr. Üyesi Salih ERDEN

Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye



Dr. Öğr. Üyesi Ayça GENÇ

Bartın Üniversitesi

## ÖNSÖZ

Bu tezin gerçekleşmesinde yol göstericiliği ve liderliği için değerli hocama, ailevi sorumlulukları daha fazla üstlenerek gerekli zamanı ayırmama müsaade ettiği için kıymetli eşime ve benimle oyun zamanlarından feragat eden canım kızlarıma çok teşekkür ederim.



## ÖZET

Yazar : Tuncay ALPARSLAN  
Üniversite : Bursa Uludağ Üniversitesi  
Ana Bilim Dalı : Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı  
Tezin Niteliği : Doktora Tezi  
Sayfa Sayısı : XXIII+117  
Mezuniyet Tarihi : 11.02.2020  
Tez : G-Toleransını Etkileyen Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Faktörlerin  
İncelenmesi  
Danışmanı : Prof. Dr. Ramiz ARABACI

### **G-TOLERANSINI ETKİLEYEN BAZI FİZİKSEL VE FİZYOLOJİK FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ**

Havacılık teknolojisi, özellikle son yıllarda 5. nesil uçakların da ülkelerin envanterine girmeye başlamasıyla birlikte yüksek bir seviyede erişmekte, fakat bu teknolojiyi etkili şekilde kullanabilmek için yine yetiştirilmiş insan faktörü ön plana çıkmaktadır. Pilotların ani çekişler sonrasında maruz kaldığı yüksek yerçekimsel güce karşı koyma becerisi (G toleransı)'nin fiziksel ve fizyolojik değişkenlerden etkilendiği değerlendirilmektedir.

Bu araştırmanın amacı uçuş performanslarını artırmak amacıyla G-toleransına etki edebilecek vücut kompozisyonu, aerobik dayanıklılık, denge, koşu hızı, esneklik, anaerobik kapasite, kuvvet, kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği faktörlerini incelemek ve G toleransı daha iyi olanların vücut kompozisyonu, fiziksel ve fizyolojik özelliklerin de anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmektir.

Araştırmaya uçuş fizyolojisi eğitimi almış ve sağlık muayenesi mevcut olan gönüllü 41 erkek (Ortalama yaş  $30.6 \pm 1.0$  yıl, boy  $177.3 \pm 5.3$  cm, ağırlık  $65.4 \pm 8.5$  kg, VKİ  $22.9 \pm 2.1$

kg/m<sup>2</sup>) katılmıştır. Araştırma her bir katılımcı için 4 farklı günde yapılan testlerle tamamlanmıştır. Katılımcılara fiziksel aktivite durumlarını belirlemek üzere Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi ve testlerin algılanan zorluk seviyesini belirlemek üzere Borg Skalası uygulanmıştır. Katılımcılara vücut kompozisyonu ölçümleri (boy, ağırlık, yağ yüzdesi, kas ağırlığı, VKİ), fiziksel özellikler ile ilgili testler (el kavrama-sırt-bacak kuvveti, esneklik, denge, dikey sıçrama, izokinetik kalça kuvveti, 5 m. koşu hızı) ve fizyolojik özellikler ile ilgili testler (aerobik kapasite, anaerobik kapasite, kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkenliği, G ölçümü) uygulanmıştır. Araştırma sonunda elde edilen veriler ile G toleransı ile fiziksel ve fizyolojik özelliklerin ilişkisi ile G toleransına göre ayrılmış olan grupların her bir testten almış oldukları değerler karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarında daha önceki çalışmalarla paralellik gösteren testlerin (aerobik kapasite, anaerobik güç, KAHD) yanı sıra bilginiz dahilinde ilk kez yapılan testler ile de (denge, sırt kuvveti, bacak kuvveti, pençe kuvveti, esneklik, izokinetik abduktor ve adduktor kalça kuvveti, dikey sıçrama, koşu hızı) G kuvvetine etki eden faktörler belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen bilgilerin analiz edilmesi sonucunda; vücut kompozisyonu (vücut yağ yüzdesi, VKİ), fiziksel özellikler (izokinetik kuvvet, koşu hızı) ve fizyolojik özellikler (aerobik kapasite, anaerobik kapasite) açısından G toleransı daha yüksek olan grup ile düşük olan grup arasında anlamlı farklılık olduğu söylenebilir. Ayrıca G toleransı ile anaerobik kapasite ve yine anaerobik güç ile ilişkili olan koşu hızı arasında pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda jet pilotlarının ve pilot adaylarının anaerobik özelliklerinin üst seviyede, aerobik kapasitelerinin de belirli bir seviyenin üzerinde olması gerektiği, buna karşılık vücut yağ yüzdesinin de düşük seviyelerde tutulması gerektiği söylenebilir.

Jet pilotlarının veya jet pilotu adaylarının; vücut yağ oranlarını ve buna paralel olarak vücut kitle indekslerini kontrol altında tutacak beslenme alışkanlıkları edinmeleri ve G

toleranslarını geliştirmek için anaerobik özellikleri ön planda tutacak çalışmalar yapmaları, anaerobik özellikleri geliştirmeye odaklanırken aerobik kapasitenin de tamamlayıcı özellik olarak geliştirecek antrenman programlarını uygulayarak fiziksel aktivite düzeylerini yüksek seviyede tutmaları önerilmektedir.

***Anahtar Kelimeler:** G Toleransı, Fiziksel ve Fizyolojik Özellikler*

## **ABSTRACT**

Author : Tuncay ALPARSLAN  
University : Bursa Uludağ University  
Field : Physical Education and Sports  
Degree Awarded : PhD Thesis  
Page Number : XXIII+117  
Degree Date : 11.02.2020  
Thesis : Investigation of Some Physiological and Physical Factors Affecting  
G-Tolerance  
Supervisor : Prof. Dr. Ramiz ARABACI

### **INVESTIGATION OF SOME PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL FACTORS AFFECTING G-TOLERANCE**

Aviation technology has reached a high level especially in the last years with the introduction of the 5th generation aircraft into the inventory of the countries, but in order to use this technology effectively, the trained human factor comes to the fore. It is considered that the ability of the pilots to resist the high gravitational force (G tolerance) that they are subjected to after sudden pulls is affected by physical and physiological variables.

The aim of this research is to examine the factors of body composition, aerobic endurance, equilibrium, running speed, flexibility, anaerobic capacity, strength, heart rate and heart rate variability that may affect G-tolerance in order to increase flight performance and body composition, physical and to determine if there are any significant differences in physiological properties.

41 volunteers (mean age  $30.6 \pm 1.0$  years, height  $168.3 \pm 5.3$  cm, weight  $65.4 \pm 8.5$  kg, BMI  $22.9 \pm 2.1$  kg/m<sup>2</sup>) participated in the study with training on physiology of flight and having a medical examination. The research was completed with tests performed on 4 different days for each participant. The research was completed with tests performed on 4 different days for each participant. The International Physical Activity Survey was applied to the participants to determine their physical activity status and the Borg Scale was used to determine the perceived difficulty level of the tests. Body composition measurements (height, weight, fat percentage, muscle weight, BMI), physical properties tests (hand grip-back-leg strength, flexibility, balance, vertical jump, isokinetic hip strength, 5 m. Running speed) to participants. Tests related to physiological properties (aerobic capacity, anaerobic capacity, heart rate, heart rate variability, G measurement) were applied. The data obtained at the end of the research were compared with the G tolerance, the relationship between physical and physiological characteristics and the G tolerance, and the values obtained from each test were compared. In addition to the tests (aerobic capacity, anaerobic power, KAHD), which are in parallel with the previous studies, the results of the research are the first time tests (balance, back force, leg force, claw force, flexibility, isokinetic abductor and adductor hip force, vertical jump). , running speed) Factors affecting G force were determined.

As a result of analyzing the information obtained as a result of the research; In terms of body composition (body fat percentage, BMI), physical properties (isokinetic strength, running speed) and physiological properties (aerobic capacity, anaerobic capacity), it can be said that there is a significant difference between the group with higher G tolerance and the lower group. There is also a positive relationship between G tolerance and anaerobic capacity and running speed, which is also associated with anaerobic power. In line with these results, it can be said that the anaerobic properties of jet pilots and pilot candidates should be at the highest level and

their aerobic capacities should be above a certain level, while the body fat percentage should be kept at low levels.

Jet pilots or jet pilot candidates; It is recommended that they gain nutritional habits that will keep body fat ratios and body mass indexes under control and to work to prioritize anaerobic features in order to improve G tolerances, and to keep physical activity levels at high level by focusing on developing anaerobic features as a complementary feature.

***Keywords:*** *G Tolerance, Physical and Physiological Properties*

# İÇİNDEKİLER

*Sayfa*

ÖNSÖZ .....	V
ÖZET .....	VI
ABSTRACT .....	IX
İÇİNDEKİLER .....	XII
TABLolar LİSTESİ .....	XVI
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	XVIII
KISALTMALAR LİSTESİ .....	XIX
1. BÖLÜM .....	1
GİRİŞ .....	1
1.1. Problem Durumu .....	1
1.2. Araştırma Soruları .....	5
1.3. Araştırmanın Amacı .....	7
1.4. Araştırmanın Önemi .....	7
1.5. Varsayımlar .....	7
1.6. Sınırlılıklar .....	8
1.7. Tanımlar .....	8
2. BÖLÜM .....	9
KURAMSAL ÇERÇEVE .....	9
2.1. Fiziksel Özellikler .....	9
2.1.1. Yaş .....	9
2.1.2. Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı. ....	10
2.1.3. Vücut yağ yüzdesi. ....	10
2.1.4. Vücut kütle indeksi. ....	11
2.2. Motorik Özellikler .....	12
2.2.1. Kuvvet. ....	12
2.2.1.1. Teorik açıdan kuvvet sınıflandırması. ....	13
2.2.1.1.1. Genel kuvvet. ....	13
2.2.1.1.2. Özel kuvvet. ....	13
2.2.1.2. Antrenman bilimi açısından kuvvet sınıflandırması. ....	13
2.2.1.2.1. Maksimal kuvvet. ....	14
2.2.1.2.2. Çabuk kuvvet. ....	14
2.2.1.2.3. Kuvvette devamlılık. ....	14

2.2.1.3. Kas çalışma biçimine göre kuvvet sınıflandırması.....	14
2.2.1.3.1. Dinamik kuvvet.....	15
2.2.1.3.2. Statik kuvvet.....	15
2.2.1.4. Vücut ağırlığı açısından kuvvet sınıflandırması.....	15
2.2.1.4.1. Relatif kuvvet.....	15
2.2.1.4.2. Salt kuvvet.....	15
2.2.2. Dayanıklılık.....	17
2.2.2.1. Yapılan egzersiz çeşidine göre dayanıklılık türleri.....	18
2.2.2.1.1. Genel dayanıklılık.....	18
2.2.2.1.2. Özel dayanıklılık.....	19
2.2.2.2. Enerji oluşumu açısından dayanıklılık türleri.....	19
2.2.2.2.1. Aerobik dayanıklılık.....	19
2.2.2.2.2. Anaerobik dayanıklılık.....	19
2.2.3. Sürat.....	20
2.2.3.1. Sürati etkileyen faktörler.....	20
2.2.3.1.1. Kuvvet.....	20
2.2.3.1.2. Çabukluk.....	20
2.2.3.1.3. Hız.....	20
2.2.3.2. Süratin sınıflandırması.....	20
2.2.3.2.1. Reaksiyon sürati.....	20
2.2.3.2.2. İvmelenme.....	21
2.2.3.2.3. Maksimal sürat.....	21
2.2.3.2.4. Süratte devamlılık.....	21
2.2.4. Esneklik.....	21
2.2.5. Koordinasyon.....	23
2.3. Kas Kasılması, Kas Kuvveti, Kasılma Çeşitleri ve Kas Gücü Ölçüm Yöntemleri.....	23
2.3.1. Kas kasılması.....	23
2.3.2. Kas kuvveti.....	25
2.3.3. Kas dayanıklılığı.....	26
2.3.4. Kasılma çeşitleri.....	26
2.3.4.1. İzometrik kasılma.....	26
2.3.4.2. İzotonik kasılma.....	26
2.3.4.2.1. Konsantrik kasılma.....	27
2.3.4.2.2. Eksantrik kasılma.....	27
2.3.4.3. Oksotonik kasılma.....	27



2.3.4.4. Tetanik kasılma.....	27
2.3.4.5. İzokinetik kasılma.....	27
2.3.5. Kas kuvveti ölçüm yöntemleri.....	27
2.3.5.1. İzometrik yöntem.....	28
2.3.5.2. İzotonik yöntem.....	28
2.3.5.3. Maksimal kasılma yöntemi.....	28
2.3.5.4. İzokinetik yöntem.....	28
2.4. Fizyolojik Özellikler .....	29
2.4.1. Kalp atım hızı.....	29
2.4.2. Kan basıncı.....	30
2.4.3. Aerobik güç.....	31
2.4.4. Aerobik kapasite.....	32
2.4.5. Anaerobik güç.....	34
2.4.6. Anaerobik kapasite.....	36
2.5. Uçuş Fizyolojisi .....	38
2.5.1. Akselerasyon fizyolojisi.....	39
2.5.2. Pozitif $G_z$ 'nin fizyolojik etkileri.....	41
2.5.3. Negatif $G_z$ 'nin fizyolojik etkileri.....	41
2.5.4. Transvers akselerasyon.....	42
2.5.5. Akselerasyon etkilerini değiştiren faktörler.....	42
2.5.5.1. G miktarı.....	42
2.5.5.2. G süresi.....	42
2.5.5.3. G artış oranı.....	42
2.5.6. Relax G toleransı.....	43
2.5.7. G kuvvetlerine bağlı bilinç kaybı (G-LOC).....	43
2.5.8. G toleransını artıran yöntemler.....	47
2.5.8.1. G toleransını etkileyen biyolojik faktörler.....	47
2.5.8.2. G toleransını etkileyen çevresel faktörler.....	47
2.5.8.2.1. Isı ve dehidratasyon.....	47
2.5.8.2.2. Solunan gaz karışımları.....	48
2.5.8.2.3. Sıklıkla akselerasyona maruz kalmaya bağlı adaptasyon.....	49
2.5.8.4. Push-pull etkisi.....	49
2.5.9. G'den korunma yöntemleri.....	50
2.5.9.1. Anti-G suit.....	50
2.5.9.2. Anti-G straining manevrası (AGSM).....	51

2.5.9.3. G kuvvetlerine karşı korunmada pozitif basınçlı solunum .....	53
3.BÖLÜM.....	55
YÖNTEM .....	55
3.1. Araştırma Modeli .....	55
3.2. Evren ve Örneklem .....	55
3.3. Uygulama Prosedürü .....	56
3.4. Veri Toplama Araçları .....	58
3.5. İstatistiksel Analiz.....	67
4.BÖLÜM.....	68
BULGULAR.....	68
5.BÖLÜM.....	83
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER .....	83
KAYNAKÇA.....	94
EKLER.....	102
Ek-1 .....	102
Ek-2 .....	104
Ek-3 .....	105
ÖZGEÇMİŞ .....	106

## TABLULAR LİSTESİ

<i>Tablo</i>	<i>Sayfa</i>
1. Erkeklerde yaşa göre vücut yağ yüzdesi kategorileri .....	11
2. Vücut kitle indeksi ve bel çevresine göre hastalık sınıflandırması.....	12
3. Yetişkinler için dominant el kavrama kuvveti norm değerleri .....	16
4. Cinsiyete göre sırt kuvveti norm değerleri.....	16
5. Cinsiyete göre bacak kuvveti norm değerleri .....	16
6. Kalça abduktor pik tork karşılaştırmaları .....	17
7. Kalça adduktor pik tork karşılaştırmaları .....	17
8. Yaşa ve cinsiyete göre otur-uzan esneklik kategorileri .....	22
9. Yaşa ve cinsiyete göre otur-uzan esneklik persentil değerleri.....	22
10. Erkeklerde yaşa göre Bruce protokolü ölçümü $VO_{2max}$ değerleri.....	32
11. Yaşa göre erkek maksimal aerobik güç persentil değerleri ( $ml.kg.min^{-1}$ ).....	32
12. Dikey sıçrama normları.....	35
13. Teksas Üniversitesi Fitnes Enstitüsü dikey sıçrama normları .....	36
14. Erkekler için peak power ( $W$ , $W/kg^{-1}$ ) ve anaerobik kapasite ( $W$ , $W/kg^{-1}$ ) Wingate test sınıflandırması.....	37
15. Erkeklerde yaşa göre Wingate testi zirve güç değerleri.....	38
16. Erkeklerde yaşa göre Wingate testi ortalama güç değerleri.....	38
17. Tüm eksenlerdeki akselerasyon kuvvetleri .....	40
18. Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri.....	68
19. Katılımcıların fiziksel ve fizyolojik test değerleri .....	69
20. Katılımcıların Relax G toleransı ile fiziksel değişkenleri arasındaki ilişki .....	70
21. Katılımcıların Relax G sırasında fizyolojik değişkenleri.....	73
22. Katılımcıların Relax G toleransı ile fizyolojik değişkenleri arasındaki ilişki.....	74

23. Relax G toleransı yüksek olan ve düşük olanların tanımlayıcı özellikleri arasındaki ilişki.....	75
24. Relax G toleransı yüksek olan ve düşük olanların fiziksel değişkenleri arasındaki ilişki .....	76
25. Relax G toleransı yüksek olan ve düşük olanların fizyolojik değişkenleri arasındaki ilişki.....	77
26. Katılımcıların + 4.5 G 30 sn. profilinde fizyolojik değişkenleri.....	77
27. Katılımcıların + 4.5 G 30 sn. toleransı ile fizyolojik değişkenleri arasındaki ilişki ....	78
28. Katılımcıların + 7 G 15 sn. sırasında fizyolojik değişkenleri .....	79
29. Katılımcıların + 7 G 15 sn. toleransı ile fizyolojik değişkenleri arasındaki ilişki .....	80
30. Katılımcıların aerobik kapasite – anaerobik güç değerleri karşılaştırması .....	81
31. Katılımcıların Relax G - anaerobik güç değerleri karşılaştırması .....	82

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<i>Şekil</i>	<i>Sayfa</i>
1. Kas hücresi.....	25
2. Akseleratif ve eylemsizlik kuvvetlerinin yönünün gösterimi .....	40
3. G-LOC yetmezlik periyodu .....	44
4. + G <sub>z</sub> kuvvetinin hidrostatik basınç gradiyenti.....	45
5. + G <sub>z</sub> seviyelerinde serebral ve göz seviyesindeki ortalama kan basıncı.....	46
6. Kademeli G artışı (Relax G - AGSM performansı).....	51
7. Tez aşamaları .....	56
8. Yapılan ölçümlerin zamansal planlaması .....	57
9. Boy ölçümü.....	59
10. Bioempedans vücut analizi cihazı.....	60
11. El kavrama kuvveti ölçüm cihazı.....	60
12. Sırt ve bacak kuvveti ölçüm cihazı .....	61
13. Portatif kablosuz denge ölçüm sistemi .....	62
14. Esneklik sehpası.....	62
15. İzokinetik kas kuvveti ölçüm cihazı .....	63
16. Anaerobik kapasite ölçüm cihazı .....	64
17. Koşu hızı ve dikey sıçrama ölçüm cihazı .....	65
18. Kardiyopulmoner ölçüm cihazı.....	65
19. G-Lab insan santrifüjü laboratuvarı .....	66
20. Kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkeni ve O <sub>2</sub> saturasyonu ölçüm cihazı.....	67

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>%</b>	: Yüzde
<b>1RM</b>	: 1 tekrar maksimum
<b>AGSM</b>	: Anti G straining maneuver
<b>ATP</b>	: Adenozintrifosfat
<b>ATP-CP</b>	: Adenozintrifosfat-kreatin fosfat
<b>Black-out</b>	: Görüşün kaybolması
<b>Cm</b>	: Santimetre
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>CP</b>	: Kreatinfosfat
<b>EKG</b>	: Elektrokardiyogram
<b>FT</b>	: Hızlı kasılan
<b>G-LOC</b>	: Bilinç kaybı
<b>G-toleransı</b>	: Bireyin G kuvvetine karşı toleransı
<b>GOR</b>	: Her 10 sn.'de + 1 G artışı
<b>Grey-out</b>	: Gri görüş
<b>Hipo-Hiperkapni</b>	: Karbondioksit azlığı ve fazlalığı
<b>Hipoksi-Hiperoksi</b>	: Oksijen azlığı ve fazlalığı
<b>IPAQ</b>	: Uluslararası fiziksel aktivite anketi
<b>J</b>	: Joule
<b>Jolt</b>	: G artış oranı
<b>KAH</b>	: Kalp atım hızı
<b>KAHD</b>	: Kalp atım hızı değişkenliği
<b>Kg</b>	: Kilogram

<b>M</b>	: Metre
<b>Maks</b>	: Maksimum
<b>MBS</b>	: Modifiye Borg skalası
<b>Min</b>	: Minimum
<b>mL</b>	: Mililitre
<b>ml.kg.min<sup>-1</sup></b>	: Mililitre çarpım kilogram bölüm dakika
<b>mmHg</b>	: Milimetre civa
<b>MVC</b>	: Maksimal istemli kasılma
<b>°/s</b>	: Derece bölüm saniye
<b>O<sub>2</sub></b>	: Oksijen
<b>pH</b>	: Potansiyel hidrojen
<b>PPB</b>	: Pozitif basınçlı solunum
<b>ROR</b>	: Her 1 sn.'de +1 G artışı
<b>SACM</b>	: Benzetilmiş hava muharebesi
<b>sn</b>	: Saniye
<b>SS</b>	: Standart sapma
<b>ST</b>	: Yavaş kasılan
<b>Steady-State</b>	: Kararlı durum
<b>Treadmill</b>	: Koşu bandı
<b>vb.</b>	: ve benzeri
<b>VKİ</b>	: Vücut kütle indeksi
<b>VO<sub>2</sub></b>	: Oksijen tüketim hızı
<b>VO<sub>2max</sub></b>	: Maksimum oksijen tüketimi kapasitesi
<b>W</b>	: Watt
<b><math>\bar{X}</math></b>	: Ortalama

# 1. BÖLÜM

## GİRİŞ

### 1.1. Problem Durumu

Yüksek performanslı uçaklar, özellikle havadan havaya görevler ile yerden gelebilecek tehditleri önlemek amacıyla yerçekimine karşı yaptığı ani manevralar sonucunda uçağı kullanan kişide fiziksel-fizyolojik-psikolojik zorlanmalar oluşturabilmektedir. Bu faktörlerin derecesi, yerçekimsel G oranı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Dolayısıyla bu olumsuz faktörlerden en az şekilde etkilenmek için öncesinde vücudun fiziksel ve fizyolojik kapasitesinin belirli bir seviyenin üzerinde olması gerekir. Fiziksel ve fizyolojik kapasitenin hangi seviyede olması gerektiğı konusunun bilimsel olarak tanımlanarak alt faktörleri belirlemek ve buna göre nasıl bir program uygulanabileceğı belirlenmelidir.

G-kuvveti, beyine yeterli kanın ulaşamamasından kaynaklı olarak hipoksi oluşturur. Bu durum sonucunda oluşan bilinç kaybına G-LOC adı verilir. G-LOC durumunda kısa süreli baygınlık oluşur ve bu süre içerisinde uçak ve pilot her türlü tehlikeye açık hale gelebilir. 1. Dünya Savaşı'ndaki kazaların birçoğı G-LOC durumundan oluşmuştur (Burton, 1988). Ancak 1980'lerde resmi raporlara girmeye başlamıştır (Lyons, Harding, Freeman, ve Oakley, 1992). Bireyin G-kuvvetine karşı toleransı (G-toleransı), G-kuvveti derecesine ve maruz kalma süresine bağı olarak değışkenlik göstermektedir. G-toleransı değerleri; anti G-Suit kullanımı, anti G straining maneuver (AGSM), pozitif basınçlı solunum sistemi ve uçak sandalye açısı ile geliştirilebilir (Burns ve ark., 2001). AGSM iki aşamada gerçekleştirilir. Birinci aşama karın, kalça ve bacakların kasılması, ikinci aşama ise 2.5-3 sn. aralıklarla valsava manevrasını içerir. Çalışmalarda AGSM etkisini artırmada, fiziksel kondisyon ve ağırlık çalışmaları ile G-toleransı arasında pozitif ilişki olduğu belirtilmiştir (Tesch, Hjort, ve Balldin, 1983). Uçuş sırasında fiziksel ve fizyolojik faaliyetler gerçekleşmekte, dolayısıyla daha fazla performans gerektiren faaliyetlerde de daha gelişmiş fiziksel ve fizyolojik kapasitenin olumlu etkisinin olacağı



söylenbilir ayrıca savaş uçaklarının mühimmat ve yakıt yüklemesi ile hızlı bir şekilde tekrar göreve hazır olabilir fakat insan dayanıklılığı için temel sınırlar bulunduğu için aynı şey pilotla ilgili olarak söylenemez (Jogerst, 2016). Bunun sebeplerinden birisi olarak Huttunen, Keränen, Väyrynen, Pääkkönen, ve Leino (2011)'in çalışmasında belirttiği üzere pilotlar, görevlerini gerçekleştirirken aşırı yerçekimi ivmelenmesi esnasında çok fazla stres altında görev yapmaları gösterilebilir. Birçok yüksek yoğunluklu savaş senaryosunda, pilotların aynı gün içinde çok sayıda, zorlu görevlerde bulunmaları gerekebilir, bu da savaş pilotlarının sınırlı bir zaman aralığında birkaç sorti sırasında çoklu yüksek +  $G_z$ 'ye maruz kalmasını gerektirir (Balldin, Werchan, French, ve Self, 2003).  $G$ 'ye karşı olan tolerans düzeyi bireyler arasında farklılık göstermektedir.

Hızlı dönüşlerden veya hareketlerden kaynaklanan yüksek çekim kuvvetine sıklıkla maruz kalan pilotlara uygulanan yüksek  $G$ -gücü beyne kan akışını bozarak serebral hipoksiye ve hatta insanlarda bilinç kaybına neden olabilir (Burton, 1988). Aynı şekilde Park, Choi, Kim, Jeon, ve Kang (2016)'a göre de yüksek yerçekimine maruz kalmak, azalan periferik görmeye bağlı olarak azalmış kan akışına ve bilinç kaybına (G-LOC) yol açabilir. Uçuş sırasında 3-boyutlu uzay hareketi ve pozitif veya negatif hızlanma stresindeki zamanlama her bir kişiye göre değişse de uçuş sırasında G-LOC önlenmesinde fiziksel gücün rolü çok önemlidir.  $G$ -kaynaklı bilinç kaybı (G-LOC) esas olarak, +  $G_z$  eksenini yönündeki ani hızlanma nedeniyle pilot beynine oksijenli bir kan beslemesinin sağlanamamasından kaynaklanır ve kritik bir güvenlik sorunu olarak kabul edilir (Kim, 2017). Bir havacı G-LOC deneyimini yaşadığında, yüksek  $G$ -kuvvetinin derhal kaldırılması durumunda bile en az 30 saniyelik maksatlı hareket eksikliği yaşayabilir (Whinnery ve Whinnery, 1990). Bu nedenle, kısa süreli G-LOC bile ölümcül uçak kazalarına neden olabilir. Bu endişeleri gidermek için G-LOC üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır ve bunu önlemek için çok çaba sarf edilmektedir (Park, Yun, ve Kang, 2016). Bireyin  $G$ -kuvvetine karşı toleransı ( $G$ -toleransı),  $G$ -kuvveti derecesine ve maruz kalma

süresine bağlı olarak değişkenlik gösterir. G-toleransı değerleri bireyler arasında anti G-Suit kullanımı, anti G straining maneuver (AGSM), pozitif basınçlı solunum sistemi ve uçak sandalye açısı ile geliştirilebilir (Burns ve ark., 2001). AGSM, kan basıncını arttırmak ve serebral kan akışını korumak için yüksek performanslı bir uçak pilotları tarafından yüksek bir  $G_z$  sortie sırasında uluslararası kabul edilen bir karşı önlemdir. Venöz dönüşü ve periferik direncini arttıran, kafa seviyesinde kan basıncını arttıran, periferik kasların izometrik gerilmesi ile kombine edilmiş, kendiliğinden oluşan bir Valsalva manevrasıdır (Yang, Frier, Goodman, ve Duffin, 2007). Yang ve ark. (2007)'a göre AGSM'nin katma +  $G_z$  toleransı dahilindeki etkinliği hem uçuşta hem de santrifüjde çalışılmış olup, gravitasyonel strese dayanma toleransının üzerinde +4  $G_z$ 'e kadar ek koruma sağlar. Genel olarak, pilotlar insan cevabını maksimize eden ve serebral kan akışının geçici olarak bozulmasını tolere edebilen L1 manevrasını gerçekleştirir. Ayrıca, L1 manevrasını maksimize etmek için bir yöntem olarak, pilotlar kas güçlerini geliştirmek için her zaman ağırlık çalışması yaparlar (Otsuki ve ark., 2007). Özellikle yüksek ve sürekli G maruziyetinde avantaj sağlayan bu yöntemlerde bile + 9  $G_z$  15 sn. profili eğer fiziksel ve fizyolojik kapasite düzeyi düşük ise veya yeterli seviyede kullanılamıyor ise G-LOC durumu yaşanabilmektedir. G tolerans düzeyi yüksek performanslı modern savaş uçakları için kritik önem taşımaktadır. Bu nedenle G tolerans düzeyini yükseltmek hayati düzeyde önemlidir (Tesch ve ark., 1983).

Pilotların G-LOC durumu ile karşı karşıya kalmaması için yapılan çalışmalarda; Kim (2017), Kore Hava Kuvvetleri pilot adaylarından 67 kişilik bir grubun gastrokinemius kasının elektromiyogramlarını (EMG) izlemeye aldı ve G-LOC olmadan önce EMG verileri hızlı bir düşüş gösterdiğini, bu bulgulara dayanarak, uçuş sırasında G-LOC'u tespit edebilen ve pilotlara uyarı sinyalleri sağlayan 6 G'nin üzerinde kişiye özel, gerçek zamanlı bir karşı önlem olabilecek iki algoritma geliştirdi. G-Risk Göstergesi Yönetimi (GRIM) Programı 2000 yılında Luke Hava Kuvvetleri Üssünde G ile ilgili problemlerin erken tespit edilmesini kolaylaştırmak ve bir

öğrencinin performansının G altında değerlendirilmesi için tasarlanmış özel zemin eğitim programlarının oluşturulmasına yardımcı olmak üzere tanıtılmıştır (Galvagno, Massa, ve Price, 2004). Dokuz iyi eğitilmiş pilotla yapılan çalışmada 4 saatlik bir süre boyunca 5 simüle uçuş düzenine sokulan deneklerin, Pozitif Basıncılı solunum sistemi ve anti-G kıyafeti kullanılarak, + 9 G<sub>z</sub>'ye ve + 8 G<sub>z</sub>'ye kadar eğitilmesi mümkün olduğu açıklanmıştır (Balldin ve ark., 2003). Yang ve ark. (2007)' göre 6 haftalık solunum kasları antrenmanı sonuçlarına göre; AGSM, görme bozukluğu ve G-kaynaklı bilinç kaybı (G-LOC) başlangıcını başarılı bir şekilde önlemek için hiper-yerçekimsel kuvvetlere maruz kalma süresi boyunca yüksek düzeyde solunum ve periferik kas çalışması gerekir. 23-25 yaş aralığında 18 genç pilotla, + 4.5 G<sub>z</sub> ivmeye maruz kalma sırasında ışık çubuğunda sunulan ışık uyaranlarına hızlı ve doğru bir şekilde yanıt vermesi amacıyla yapılan çalışmada + 4.5 G<sub>z</sub>'de uzun süreli ivmeye maruz kalmanın, basit yanıt süresini önemli ölçüde artırdığı ve uzun bir + 4.5G<sub>z</sub> santrifüj maruziyeti sırasında pilotun basit tepki süresi performansının belirlenmesinin, hızlı jette pilot G performansının güvenilir bir öncüsü olacağını savunmuştur (Truszczynski, Wojtkowiak, Lewkowicz, Biernacki, ve Kowalczyk, 2013).

Bazı G dayanıklılık protokollerinde olduğu gibi tekrarlanan zorlama manevraları sırasında, G-toleransı ve egzersiz basıncı cevabının, yapılan düzenli egzersizle yeterli arteriyel basıncın korunmasında önemli bir rol oynayabileceğini ve dolayısıyla farklı antrenman modellerinin G-dayanıklılığını değiştirebileceği belirtilmektedir (Kolegard, Mekjavic, ve Eiken, 2013).Yapılan çalışmalarda daha çok kuvvet ve anaerobik çalışmaların G-toleransına katkı sağladığı belirtilmiş, vücut kompozisyonu, dayanıklılık, esneklik, koşu hızı, anaerobik güç, denge, kuvvet (statik ve izokinetik) gibi kondisyon özelliklerinin katılımcılarda bir arada ölçülerek G-toleransını artırmada ne oranda katkı sağladıkları ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. + G<sub>z</sub>'ye maruz kalacak birisinin öncesinde bütün kondisyonel özellikleri dikkate alarak nasıl bir hazırlık yapması gerektiği, hangi şiddette ve kapsamda nasıl bir program

uygulanması gerektiği ile ilgili olarak bireyselleştirilmiş programların oluşturulmasına ihtiyaç duyulduğu değerlendirilmektedir. Bu programların oluşturulabilmesi için de G-toleransında etkili olan kondisyon bileşenlerinin ayrı ayrı birbiriyle olan ilişkilerinin bilimsel olarak ortaya konulması ve istatistiksel olarak açıklanması gerekmektedir. Fiziksel antrenman alışkanlıklarının neden olduğu G toleransındaki herhangi bir değişiklik, uzun süreli eğitimin ardından ortaya çıkmalıdır.

Aynı zamanda düzenli olarak G kuvvetine maruz kalan kişilerin karşılaştıkları stresle başa çıkabilmeleri, ani karar verme mekanizmalarında etkisini en az düzeye indirebilmeleri ve uzun yıllar süresince sağlıklı bir şekilde görev yapabilmeleri için de görev yaptıkları yıllar süresince uygun çalışma programlarını uygulamaları gereklidir. Dolayısıyla kondisyon bileşenlerinin bir bireyde bulunma düzeylerinin G-toleransına olumlu düzeyde katkı sağladığı düşünülmektedir ve kondisyon bileşenlerinin hangilerinin G-toleransı üzerinde ne derecede etkili oldukları merak edilmektedir. Bunun öğrenilmesi durumunda hazırlık aşamasında nasıl bir programlamanın yapılması gerektiği hakkında bir fikir oluşacak ve buna göre çalışmalar yapılabilecektir.

## 1.2. Araştırma Soruları

a. G-toleransı ile vücut kompozisyonu arasında bir ilişki var mıdır?

$H_0$  = G-toleransı ile vücut kompozisyonu arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$  = G-toleransı ile vücut kompozisyonu arasında bir ilişki vardır.

b. G-toleransı ile aerobik dayanıklılık arasında bir ilişki var mıdır?

$H_0$  = G-toleransı ile aerobik dayanıklılık arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$  = G-toleransı ile aerobik dayanıklılık arasında bir ilişki vardır.

c. G-toleransı ile denge arasında bir ilişki var mıdır?

$H_0$  = G-toleransı ile denge arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$  = G-toleransı ile denge arasında bir ilişki vardır.

ç. G-toleransı ile koşu hızı arasında bir ilişki var mıdır?

$H_0$  = G-toleransı ile koşu hızı arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$  = G-toleransı ile koşu hızı arasında bir ilişki vardır.

d. G-toleransı ile esneklik arasında bir ilişki var mıdır?

$H_0$  = G-toleransı ile esneklik arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$  = G-toleransı ile esneklik arasında bir ilişki vardır.

e. G-toleransı ile anaerobik güç arasında bir ilişki var mıdır?

$H_0$  = G-toleransı ile anaerobik güç arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$  = G-toleransı ile anaerobik güç arasında bir ilişki vardır.

f. G-toleransı ile kuvvet arasında bir ilişki var mıdır?

$H_0$  = G-toleransı ile kuvvet arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$  = G-toleransı ile kuvvet arasında bir ilişki vardır.

g. G-toleransı ile kalp atım hızı değişkeni arasında bir ilişki var mıdır?

$H_0$  = G-toleransı ile kalp atım hızı değişkeni arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$  = G-toleransı ile kalp atım hızı değişkeni arasında bir ilişki vardır.

ğ. G-toleransı ile fiziksel aktivite durumu arasında bir ilişki var mıdır?

$H_0$  = G-toleransı ile fiziksel aktivite durumu arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$  = G-toleransı ile fiziksel aktivite durumu arasında bir ilişki vardır.

h. G-toleransı yüksek ve düşük olan bireyler arasında fiziksel özellikler açısından anlamlı farklılık var mıdır?

$H_0$  = G-toleransı yüksek ve düşük olan bireyler arasında fiziksel özellikler açısından anlamlı farklılık yoktur.

$H_1$  = G-toleransı yüksek ve düşük olan bireyler arasında fiziksel özellikler açısından anlamlı farklılık vardır.

1. G-toleransı yüksek ve düşük olan bireyler arasında fizyolojik özellikler açısından anlamlı farklılık var mıdır?

$H_0$  = G-toleransı yüksek ve düşük olan bireyler arasında fizyolojik özellikler açısından anlamlı farklılık yoktur.

$H_1$  = G-toleransı yüksek ve düşük olan bireyler arasında fizyolojik özellikler açısından anlamlı farklılık vardır.

### **1.3. Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı uçuş performanslarını artırmak amacıyla G-toleransına etki edebilecek vücut kompozisyonu, aerobik dayanıklılık, denge, koşu hızı, esneklik, anaerobik kapasite, kuvvet, kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği faktörlerini incelemek ve G toleransı daha iyi olanların vücut kompozisyonu, fiziksel ve fizyolojik özelliklerin de anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmektir.

### **1.4. Araştırmanın Önemi**

Vücut kompozisyonu, aerobik dayanıklılık, denge, koşu hızı, esneklik, anaerobik güç, kuvvet ve kalp atım hızı faktörlerinin G-kuvvetlerinin olumsuz etkilerini gidermede ayrı ayrı ne derecede etkili olduklarının belirlenmesi ile daha bilinçli ve bilimsel çalışma programları doğrultusunda egzersiz programları tavsiye edilerek G-toleransı artırılacaktır. Kısa vadede çalışmaya katılanların fiziksel ve fizyolojik parametrelerini tespit ederek performanslarını artırmaya yönelik programlar verilebilecek, uzun vadede ise kazandırılması gereken özellikler çerçevesinde hazırlanacak programlarla eğitimlerin verilmesi için bilimsel bir dayanak oluşturulacaktır.

### **1.5. Varsayımlar**

a. Testler esnasında deneklerin maksimum performanslarını gösterdikleri varsayılmıştır.

b. Ölçüm cihazlarının kalibre edilmiş ve doğru bir şekilde ölçtüğü varsayılmıştır.

c. Deneklerin son üç saat süresince yiyecek maddesi tüketmedikleri varsayılmıştır.

ç. Deneklerin son üç saat içerisinde kahve vb. uyarıcı madde tüketmedikleri varsayılmıştır.

d. Deneklerin son altı ay içerisinde testleri etkileyecek nitelikte sakatlık geçirmediği varsayılmıştır.

### **1.6. Sınırlılıklar**

a. Deneklerin sadece fiziksel performanslarını ölçmeye yönelik olarak çalışılmış, psikolojik özellikleri göz ardı edilmiştir.

b. Yaş aralığı olarak 25-35 belirlenmiştir.

c. Araştırmaya sadece gönüllü erkekler alınmıştır.

### **1.7. Tanımlar**

$VO_{2max}$ : Maksimum oksijen tüketim kapasitesi

G-LOC: Şiddetli yerçekimsel güce maruz kalma sonrasında oluşan bilinç kaybı

AGSM: G-LOC durumuna girmemek için yapılan zorlu nefes alma-verme tekniği ve kas kasılmasını içeren uygulama

## 2. BÖLÜM

### KURAMSAL ÇERÇEVE

#### 2.1. Fiziksel Özellikler

Sportif faaliyetlerde performans için fiziki uygunluk gereklidir. Üst düzeyde bir performans gösterebilmek için, spor dalına özgü farklı fiziksel ve fizyolojik gerekliliklerin sporcuda bulunması gerekir. Yalnızca fiziksel gerekliliklerin bulunması üstün performans için yeterli değildir. Performansta etkili olan fiziksel faktörler boy uzunluğu ve ağırlık, vücut kompozisyonu, kuvvet, anaerobik kapasite, sürat ve esnekliktir. Yarışma başarısı için branşın taktik kısmı da önem kazanmaktadır. Bu özellikler bilimsel araştırma için temel oluşturmaktadır (Kalyon, 1990).

Vücut yapısındaki değişimler ile yapılan fiziksel aktiviteler arasında bir ilişki vardır. Uzun süreli fiziksel çalışmadan sonra fiziki yapıda bazı değişimler olur. Bununla beraber fiziki yapı aktiviteyi etkiler ve değiştirir (Fox, Bowers, ve Foss, 2011).

**2.1.1. Yaş.** Yaşlanma süreci tüm vücut sistemlerinde çeşitli değişiklikler meydana getirir. Nöromusküler sistem bir istisna değildir. 1930'lu yıllardan başlayarak, kas kütlesi zamanla tedricen azalır. Bu kas kütlesi kaybına sarkopeni denir. Kas kütlesindeki kaybın yanı sıra, bazı kanıtlar kas kalitesinin de yaşla birlikte azaldığını göstermektedir. Yani, belirli bir miktarda kas için, o kas tarafından üretilebilecek güç miktarı azalır. Yaşlanan iskelet kası, yüksek eşik hızlı motorlu motor ünitelerde kas kaybını daha şiddetli şekilde etkilemektedir. Bu nedenle, bireyler yaş olarak, sadece güç üretme kabiliyetini azaltmakla kalmamış, aynı zamanda hızla güç üretme yeteneğini de azaltmışlardır. İskelet kası üzerindeki bu yaşlanma etkileri, günlük aktiviteler için gerekli olan fiziksel görevlerdeki performansı etkiler ve yaşla birlikte ortaya çıkan düşme insidansı ile ilişkili olabilir (Baechle ve Earle, 2004).

Kuvvet ve dayanıklılık özelliklerinin yanı sıra, motorik yetilerin de ilerleyen yaş ile birlikte farklılık gösterdiği bilinmektedir. Erken dönemlerde yaş ilerledikçe motorik becerilerde



değişiklikler meydana geldiği, yaş ilerledikçe değişimlerin yavaşlamaya başladığı, 16 yaşlarından itibaren motorik yetiler artık daha kararlı hale gelmektedir. (Loko, Aule, Sikkut, Erelene, ve Viru, 2000).

**2.1.2. Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı.** Farklı toplumlarda boy uzunluğu ve ağırlık gibi özellikler değişkenlik göstermektedir ve yapılan araştırmalarda temel oluşturmaktadır (Kalyon, 1990).

Sporcuların fiziksel görünüşleri ve özellikleri dikkate alındığında yapılan spor branşının gerektirdiği özelliklere göre iki farklı sporcunun özellikleri birbirinden çok farklı olacaktır. Farklı spor branşlarındaki atletlerin, farklı vücut kompozisyonuna sahip olduğu ve bunun performansla da ilişkili olduğu bilinmektedir (Leone, Lariviere, ve Comtois, 2002).

**2.1.3. Vücut yağ yüzdesi.** Yağ yüzdesinin fazla olması sportif faaliyetlerde vücut ağırlığının artırarak performansı düşürerek, meydana gelebilecek spor yaralanmalarının sıklığını da artırır. Egzersiz bilindiği gibi vücuttaki yağ yüzdesini azaltır. Vücut yağ kitlesindeki düşüş; yapılan antrenman kapsamına, şiddetine ve sıklığına bağlıdır. Vücuttaki yağ oranı arttıkça, yağsız vücut kitlesi azalır. Aerobik güç arttıkça vücuttaki yağ oranı düşmektedir (Günay ve Cicioğlu, 2006).

Genellikle üst seviye atletler performans sağlayacak fiziksel özelliklerin çoğunu barındırırlar. Bu nedenle vücuttaki yağ yüzdesi ve kas kitlesi için oluşturulan referans değerler üst düzey sporculara yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (Ergen ve Hazır, 2002).

Vücudumuz doku açısından yağ dokusu ve yağsız doku olarak iki farklı katmanda incelenir. Yağsız doku, vücuttaki kas dokusu, kemik dokusu ve diğer dokuları içerir. Vücuttaki yağlar asal yağlar ve depo yağlar olarak iki farklı türdedir. Asal yağ fizyolojik fonksiyonların gerçekleştirilmesinde kullanılır. Vücut ağırlığının erkeklerde %3 kadarının, kadınlarda ise %12'si kadarının asal yağ olduğunu ve toplam yağ oranının erkeklerde %15, kadınlarda %27 civarında olması gerekir (Özer, 1990).

Kas hücrelerinin %70'inin su, %22'sinin protein, %7'sinin yağ olduğu açıklanmıştır. Yağ hücrelerinin kas hücrelerinden fazla olması performansa olumsuz etki yapar ve kasal hareketler kısıtlanır (Zorba ve Ziyagil, 1995).

Erkeklerde yaşa göre belirlenmiş olan yağ yüzdeleri Tablo 1 'de gösterilmiştir.

Tablo 1

*Erkeklerde yaşa göre vücut yağ yüzdesi kategorileri*

%	Kategori	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
99	Aşırı	4.2	7.3	9.5	11.0	11.9	13.6
95		6.4	10.3	12.9	14.8	16.2	15.5
90	Mükemmel	7.9	12.4	15.0	17.0	18.1	17.5
85		9.1	13.7	16.4	18.3	19.2	19.0
80		10.5	14.9	17.5	19.4	20.2	20.1
75	İyi	11.5	15.9	18.5	20.2	21.0	21.0
70		12.6	16.8	19.3	21.0	21.7	21.6
65		13.8	17.7	20.1	21.7	22.4	22.3
60		14.8	18.4	20.8	22.3	23.0	22.9
55	Ortalama	15.8	19.2	21.4	23.0	23.6	23.7
50		16.6	20.0	22.1	23.6	24.2	24.1
45		17.5	20.7	22.8	24.2	24.9	24.7
40		18.6	21.6	23.5	24.9	25.6	25.3
35		19.7	22.4	24.2	25.6	26.4	25.8
30	Kötü	20.7	23.2	24.9	26.3	27.0	26.5
25		22	24.1	25.7	27.1	27.9	27.1
20		23.3	25.1	26.6	28.1	28.8	28.4
15	Çok kötü	24.9	26.4	27.8	29.2	29.8	29.4
10		26.6	27.8	29.2	30.6	31.2	30.7
5		29.2	30.2	31.3	32.7	33.3	32.9
1		33.4	34.4	35.2	36.4	36.8	37.2
Toplam n = 39,644		1,844	10,099	15,073	9,255	2,851	522

(ACSM, 2013).

**2.1.4. Vücut kütle indeksi.** Vücut kitle indeksi (VKİ), kişinin kilosunun boylarıyla orantılı olması gerektiği kavramına dayanan kaba bir değerlendirmedir. Yüksek bir VKİ, özellikle büyük bel çevresi ile ilişkiliyse, artmış hastalık riskine bağlıdır. Bu değerlendirme vücut yağlarını değerlendirmek için tasarlanmamış olsa da VKİ, müşterinizin ağırlığının boyuna uygun olup olmadığını belirlemek için hızlı ve kolay bir yöntemdir. VKİ, kilogram

cinsinden ağırlığın metre cinsinden kareye bölünmesiyle ya da vücut ağırlığının pound cinsinden inç karesinin inç cinsinden bölünmesiyle ve 703 ile çarpılarak hesaplanır.

$$\text{Vücut Kütle İndeksi (BKİ)} = \text{Vücut Ağırlığı (kg.)} / \text{Boy uzunluğunun karesi (m.)}$$

Hastalık riski en düşük 22-24.9 arasındadır. Bilimsel kanıtlar, hastalık riskinin 25 veya daha fazla VKİ ile arttığını göstermektedir. Araştırma, yüksek VKİ skoru ile erken ölüm ve hastalık riskini artırmış olsa da düşük kilolu olan kişiler de risk altındadır (Sutton, 2012).

Tablo 2

*Vücut kitle indeksi ve bel çevresine göre hastalık sınıflandırması*

	VKİ (kg.m <sup>-2</sup> )	Erkek Boy 102 cm Kadın Boy 88 cm	Erkek Boy 102 cm Kadın Boy 88 cm
Düşük Kilo	< 18.5	-	-
Normal	18.5-24.9	-	-
Hafif Kilolu	25.0-29.9	Artan Risk	Riskli
<u>Obez Sınıfları</u>			
1	30.0 - 34.9	Riskli	Yüksek Risk
2	35.0 - 39.9	Yüksek Risk	Yüksek Risk
3	40	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk

(ACSM, 2006).

## 2.2. Motorik Özellikler

Motor yetiler; kuvvet, dayanıklılık, sürat, esneklik ve beceri olarak 5 farklı bölümde sınıflanmıştır (Sevim, 2006).

**2.2.1. Kuvvet.** Bir dirence karşı kasların kasılma veya direnç karşısında dayanma becerisidir (Hollman, 1972). Fizyolojik açıdan ise kuvvet, kasların uygulanan dirence karşı koyabilme becerisi şeklinde tanımlanır (Dolu, 1993). Antrenman bilimleri için; temel motor özellik olarak, kuvvet vasıtasıyla kütle hareket ettirilir, direnç yenilir veya direnç karşısında kasların ürettiği güç ile karşı koyulur tanımlaması yapılmıştır (Weineck, 1988). Başka bir tanımda kuvvet, kasın kasılarak ve gevşeyerek direnç karşısında durması olarak bahsedilmiştir

(Nett, 1970). Fox Kuvveti; Maksimum eforda kasların bir dirence karşı koyması olarak tanımlamıştır (Fox ve ark., 2011).

Kas kuvveti, kasların üretebileceği en fazla güç miktardır. Kas hücresi miktarına ve kas hücrelerini harekete geçiren sinir hücrelerinin kapasitesine bağlıdır (Andes, 1999).

Kas kuvvetini etkileyen birçok etmen vardır. Bunlardan bazıları; Boy, kilo, yaş, cinsiyet, kas yapısı, vücut yağ oranları, eklem yapısı, kasılma hızı, kas dokuları ve ırksal faktörlerdir (Morehouse ve Miller, 1973).

**2.2.1.1. Teorik açıdan kuvvet sınıflandırması.** Araştırmacılar tarafından kuvvetin farklı farklı tanımları yapılmaktadır. Literatürde kuvvetin tanımları bahsedildiği özelliğine göre gruplandırılmaktadır.

Kuvvet, genel ve özel kuvvet şeklinde iki bölüme ayrılmaktadır (Letzelter, 1980).

**2.2.1.1.1. Genel kuvvet.** Vücuttaki tüm kas ve kas gruplarının sahip olduğu kuvvettir (Muratlı, Kalyoncu, ve Şahin, 2005). Genel kuvvet bütün kuvvet geliştirme programlarında temel kabul edildiği için sporcularda özellikle hazırlık evresinde geliştirilmelidir. Genel kuvvetin düşük olması genel gelişimi sınırlar (Bompa, 2007).

**2.2.1.1.2. Özel kuvvet.** Uygulanan spor branşının karakteristiklerine göre kullanılan ve geliştirilen, antrenmanlarda hazırlık evresinden sonra planlamaya alınan ve diğer motorik özelliklerle birlikte uygulanan kuvvet türüdür (Bompa ve Haff, 2009). Sporcunun kendi vücut ağırlığına göre uygulayabildiği en yüksek kuvvet relatif kuvvettir (Aktaş, 2010).

**2.2.1.2. Antrenman bilimi açısından kuvvet sınıflandırması.** Kuvvet, gelişim dönemlerinde kas kitlesindeki artışa bağlı olarak artış gösterir. Antrenman programları kasların kasılma hızında ve gücünde artış meydana getirir. Clarke'ye göre kuvvet antrenmanları performansı ve motor yetenekleri geliştirir. Hareketin yapılma hızı kuvvet gelişiminde etkilidir (Fox ve ark., 2011).

Harre kuvveti; maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık şeklinde 3 bölüme ayırır (Muratlı ve ark., 2005).

**2.2.1.2.1. Maksimal kuvvet.** Kas kasılımı ve sinir sistemi iletimiyle elde edilebilecek en yüksek kuvvettir. (Muratlı ve ark 2005). Maksimal kuvvet, kişinin istemli olarak bir seferde kaldırabileceği yükün ortaya çıkaracağı kasılmayı ifade eder. Bunun oluşabilmesi için antrenmanda tüm sinir kassal birimlerin yer alması gerekmektedir (Bompa, 2007). Maksimal kuvvet, kuvvetin üreilmeye başlamasından itibaren kuvvet gerektiren faaliyetin bitimine kadar geçen süreçteki en büyük üretilen güçtür (Stone ve ark., 2004).

Maksimal kuvveti geliştirmek için farklı yöntemler bulunsa da ağırlık çalışmaları en yaygın olanıdır (Weineck, 2011).

**2.2.1.2.2. Çabuk kuvvet.** Mümkün olan en kısa zamanda en büyük kuvveti uygulayabilme becerisidir (Erol, 2003).

Çabuk kuvvet, belli bir ağırlığı belli bir zaman içerisinde en çok kaldırabilme özelliğidir (Açıkada ve Ergen, 1990).

Kasların sinirsel iletiyi en hızlı şekilde alıp yüksek hızla kasılması ve maksimum kuvvet üreterek bir direnci yenebilmesi yeteneğidir (Muratlı ve ark 2005). Atma, atlama, vurma vb. gerektiren spor branşlarında çabuk kuvvet performansın belirleyicisidir (Bompa, 2013).

**2.2.1.2.3. Kuvvette devamlılık.** Kuvvet açısından süreklilik gerektiren egzersizlerde, vücudun yorgunlukla başa çıkma becerisidir (Muratlı ve ark 2005). Kuvvette devamlılık uzun süreli olarak bir dirence karşı koyma durumunda performansı belirleyicisidir (Bompa, 2007).

Kuvvette devamlılık, kuvvet ve dayanıklılığın kombinasyonu olup, organizmanın uzun süren yüklenmelere karşı koyması, ani çalışmaya katılan kas gruplarının belirli bir süre, kuvvetinde düşme olmaksızın aktivitelerini yerine getirmesidir (Jonath ve Krempel, 1981).

**2.2.1.3. Kas çalışma biçimine göre kuvvet sınıflandırması.** Statik kuvvet ile dinamik kuvvet arasında bağ, lif vb. özelliklere göre farklılıklar olabilir. Dinamik kuvvette kan

basıncında değişiklikler daha belirgin bir şekilde meydana gelmektedir. Kuvvet alışması yaparken dinamik ve kısa süreli egzersizler tercih edilmelidir (Akgün, 1994).

*2.2.1.3.1. Dinamik kuvvet.* Dirence karşı kasılma, direnç kas grubu tarafından yenilebiliyorsa boyu kısalarak (konsantrik kasılma) ya da yenilemiyorsa kas boyu uzayarak (eksantrik kasılma) gerçekleşir. İki türlü kasılmanın da oluştuğu durumlarda oksantrik kasılmadaki kuvvet türü yine dinamik kuvvet olarak adlandırılır (Özdil, 2016).

*2.2.1.3.2. Statik kuvvet.* Dirence karşı konulan kuvveti stabil tutan çalışma şekline denir ve izometrik kasılmalar statik kuvveti oluşturur (Özdil, 2016).

Statik kuvvet çalışmasında kasların uzunluğu değişmez, kasların tutunduğu bölgelerde yaklaşma olmaz (Sevim, 1997).

#### ***2.2.1.4. Vücut ağırlığı açısından kuvvet sınıflandırması.***

*2.2.1.4.1. Relatif kuvvet.* Kişinin vücut ağırlığına göre oluşturabildiği maksimum kuvvet türüdür (Tamer, 2000). Kuvvet özelliğinin vücut ağırlığı ile karşılaştırılmalı kuvvet biçimine relatif kuvvet denir (Türel, 1990). Genellikle vücut ağırlığı düşük olanların relatif kuvveti fazladır (Günay ve Yüce, 2008).

*2.2.1.4.2. Salt kuvvet.* Sporcunun bir aktivite sırasında uygulayabildiği maksimal kuvvettir (Dündar, 2004). Sporcunun vücut ağırlığı göz önüne alınmadan uygulayabileceği en yüksek kuvvettir (Bompa, 2007).

Yaşa göre oluşturulan el kavrama kuvveti normları Tablo 3'te bulunmaktadır.

Tablo 3

*Yetişkinler için dominant el kavrama kuvveti norm değerleri*

Yaş	20-29		30-39		40-49		50-59		60-69	
Cinsiyet	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K
Mükemmel	>54	>36	>53	>36	>51	>35	>49	>33	>49	>33
İyi	51-54	33-36	50-53	34-36	48-51	33-35	46-49	31-33	46-49	31-33
Orta	43-50	26-32	43-49	28-33	41-47	27-32	39-45	25-30	39-45	25-30
Kötü	39-42	22-25	39-42	25-27	37-40	24-26	35-38	22-24	35-38	22-24
Zayıf	<39	<22	<39	<25	<37	<24	<35	<22	<35	<22

E = Erkek, K = Kadın

(ACSM, 1993).

Cinsiyete göre belirlenmiş olan sırt kuvveti norm değerleri Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4

*Cinsiyete göre sırt kuvveti norm değerleri*

Cinsiyet	Birim	Erkek	Kadın
Mükemmel	Kg	> 209	> 111
İyi	Kg	177 - 208	98 - 110
Ortalama	Kg	126 - 176	52 - 97
Ortalama Altında	Kg	91 - 125	39 - 51
Düşük	Kg	< 91	< 39

(Heyward, 2005).

Cinsiyete göre belirlenmiş olan bacak kuvveti norm değerleri Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5

*Cinsiyete göre bacak kuvveti norm değerleri*

Cinsiyet	Birim	Erkek	Kadın
Mükemmel	Kg	> 241	> 136
İyi	Kg	214 - 240	114 - 135
Ortalama	Kg	160 - 213	66 - 113
Ortalama Altında	Kg	137 - 159	49 - 65
Düşük	Kg	< 137	< 49

(Heyward, 2005).

Daha önce yapılmış kalça abduktor pik tork karşılaştırmaları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6

*Kalça abduktor pik tork karşılaştırmaları*

Çalışma	Denek	Birim	30°	60°	90°	180°
Poulmedis	18 Erkek	Nm	119 ± 24	-	88 ± 19	66 ± 17
Tippett	16 Erkek	Nm	109 ± 35.9	-	-	65 ± 23.7
Calahan	18 Erkek	Nm	103 ± 26	-	79 ± 20	-
Donatelli	28 Erkek	Nm	-	63.8 ± 17.1	-	-
Johnson	38 Genç	Nm	-	96.4 ± 18.8	-	-
Baldon	10 Yetişkin	Nm	123.4 ± 5.9	-	-	-

(Sugimoto, Mattacola, Mullineaux, Palmer, ve Hewett, 2014).

Daha önce yapılmış kalça adduktor pik tork karşılaştırmaları Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7

*Kalça adduktor pik tork karşılaştırmaları*

Çalışma	Denek	Birim	30°	60°	90°	180°
Poulmedis	18 Erkek	Nm	160 ± 17	-	137 ± 24	109 ± 22
Tippett	16 Erkek	Nm	141 ± 52.9	-	-	130 ± 52.3
Calahan	18 Erkek	Nm	121 ± 26	-	103 ± 32	-
Donatelli	28 Erkek	Nm	-	152 ± 54.1	-	-
Johnson	38 Genç	Nm	-	105.6 ± 26.8	-	-
Baldon	10 Yetişkin	Nm	197.4 ± 13.4	-	-	-

(Sugimoto ve ark., 2014).

**2.2.2. Dayanıklılık.** Kalp-dolaşım, solunum ve sinir sistemleri ile psikolojik faktörlerin de etkili olduğu vücudun yorgunluğa karşı direnç yetisidir. Yapılan egzersiz veya aktivitenin şiddetinin düşürülmeden devam ettirilmesi sonucunda yorgunluk ortaya çıkmaktadır. Dayanıklılık, organizmanın planlı yüklenmeler sonucu kazandığı bir özelliktir ve hem dirence karşı daha uzun süre durmayı hem de daha hızlı bir şekilde toparlanmayı içerir (Dündar, 2003).



Dayanıklılık genel olarak, fiziksel ve fizyolojik yorgunluk oluşumuna karşı dayanma gücü şeklinde tanımlanır. Sporcunun uzun süreli faaliyetlerde, yorgunluğa karşı koyabilme, yüklenmeyi uzun süre devam ettirebilmesi yeteneğidir (Sevim, 2002).

Dayanıklılık; temelde aerobik enerji üretimini içeren kondisyonel özelliktir. Bir kişinin maksimum yüklenmeli çalışmada kullandığı O<sub>2</sub> miktarı ile dayanıklılık doğru orantılıdır (Açıkada ve Ergen, 1990).

Egzersiz süresinin uzun tutulabilmesi için ihtiyaç duyulan O<sub>2</sub>'in dokulara taşınması oluşan ısının da ortamdan uzaklaştırılması solunum sistemi ile dolaşım sistemleri tarafından yapılmaktadır. Sporcunun dayanıklılık özelliğini geliştirmek için, solunum sistemi ile dolaşım sistemine kademeli bir şekilde yüklenmektir. Büyük kas grupları ile yapılan şiddeti yüksek antrenmanlar aerobik kapasiteyi artırmak amaçlı olarak kullanılır (Akgün, 1993).

Dayanıklılık özelliğinin geliştirilebilmesi için düzenli ve devamlı bir antrenman periyoduna ihtiyaç vardır ve bu sürecin sonunda organizma daha kısa sürede kendisini toparlar, kalbin güçlenmesi gibi bazı fizyolojik kapasite özelliklerinde artış meydana gelir (Sevim, 1995).

**2.2.2.1. Yapılan egzersiz çeşidine göre dayanıklılık türleri.** Genel ve özel dayanıklılık olmak üzere iki bölüme ayrılır.

**2.2.2.1.1. Genel dayanıklılık.** Herhangi bir spor dalına özgü olmayan ve performans için herkeste bulunması gerekli dayanıklılık türüdür (Sevim, 1992).

Dayanıklılık fiziksel çalışmalarda, ihtiyaç duyulan O<sub>2</sub> ile kullanılan O<sub>2</sub>'in yakın olmasıdır. Genel dayanıklılık özellikleri aerobik antrenmanlar ile geliştirilebilir (Muratlı, 1976). Genel dayanıklılık sporculara müsabaka yorgunluğu ile başa çıkma ve iyi bir performans göstermelerine imkan sağlamakta ayrıca sonraki müsabaka ve antrenmanlar için hızlı bir şekilde toparlanmalarını sağlamaktadır (Sevim, 1992). Genel dayanıklılık için özellikle

solunum sistemi ile dolaşım sisteminin dayanıklılık durumu düşünölmelidir (Günay ve Yüce, 2008).

**2.2.2.1.2. Özel dayanıklılık.** Spor branşının özelliğine göre gerekli olan teknik-taktik uygulamalarına yönelik olan dayanıklılık özelliğidir (Sevim, 1992). Özel dayanıklılıkta sporcunun oksijen borçlanması durumunda dahi mücadeleyi devam ettirebilme yeteneğidir (Muratlı, 1976).

**2.2.2.2. Enerji oluşumu açısından dayanıklılık türleri.** Aerobik ve anaerobik olmak üzere iki bölüme ayrılır.

**2.2.2.2.1. Aerobik dayanıklılık.** Egzersizde harcanılan enerji dengeli ise ve O<sub>2</sub> borçlanmasına girilmiyorsa, enerji oksidasyon ile sağlanmakta ve dayanıklılık özelliği ön plana çıkmaktadır. Dayanıklılıkta aerobik enerji kullanımı esastır. 10 dakikadan daha fazla ara vermeden yapılan egzersizlerde, zamanın uzamasına bağlı olarak gelişir. Maksimal yüklenme yapılan çalışmada kullanabilen maksimal O<sub>2</sub> miktarıdır (Günay ve Yüce, 2008).

2-8 dakika arasında yapılan yüklenmeler kısa süreli aerobik dayanıklılık özelliklerini geliştirir. 8-30 dakika arasındaki yüklenmeler orta süreli aerobik dayanıklılık özelliklerini geliştirir. Aktivite sırasında “Steady-State” hakimdir ve kararlı durum oluşarak gaz alışverişi dengelenir. Steady-State kavramı, egzersiz esnasında artmayan O<sub>2</sub> borçlanması ile yapılabilen maksimal yüklenmeler olarak tanımlanır. 30 dakikayı aşan egzersizler uzun süreli aerobik dayanıklılık özelliklerini geliştirir. Egzersiz süresi attıkça aerobik kapasite rolü de artar. Dolayısıyla kalp-dolaşım sistemi ile aerobik kapasite arasında önemli bir ilişki vardır. (Dündar, 2003).

**2.2.2.2.2. Anaerobik dayanıklılık.** Birden fazla reaksiyon içeren ve hızlı maksimal çalışmaların vücudun enerji kaynakları kullanılarak devam ettirilmesidir (Günay ve Yüce, 2008).

20-25 saniye arası yüklenmeler kısa süreli anaerobik dayanıklılık özelliklerini geliştirir. 20-60 saniye arası yüklenmeler orta süreli anaerobik dayanıklılık özelliklerini, 60-120 saniye arası yüklenmeler uzun süreli anaerobik dayanıklılık özelliklerini geliştirir (Dündar, 2003).

**2.2.3. Sürat.** Bir uyarının başlaması ile bitmesi arasında geçen süre ile ilgili değerdir (Dündar, 2003). Sürat, bir noktadan diğer bir noktaya mümkün olan en yüksek hızda hareket edebilme yeteneğidir. Hareketin yapılabilen en yüksek bir hızda uygulanmasıdır (Sevim, 2002). Bir kişinin kendini bir noktadan başka bir noktaya en kısa zamanda taşıyabilmesidir (Jonath ve Krempel, 1981). Performansı belirleyen motorik özellik olan sürat, diğer motorik özelliklere oranla geliştirilmesi en zor olanıdır (Sevim, 1997).

**2.2.3.1. Sürati etkileyen faktörler.** Kuvvet, çabukluk ve hız sürati etkileyen faktörlerdir.

**2.2.3.1.1. Kuvvet.** Kuvvet, bir iş yapabilme yeteneğinin yanı sıra çeşitli spor aktivitelerinin temel ögesini ve performansın temelini oluşturan temel motorik özelliklerden birisidir (Tamer, 1991).

**2.2.3.1.2. Çabukluk.** En kısa süre içerisinde bir noktadan bir noktaya hareket etmektir. Bu vücudun tamamıyla veya bir parçası ile de olabilir. Başka bir tanımla; var olan dirence karşı eklemleri hareket ettirme özelliğidir (Önder, 2007).

**2.2.3.1.3. Hız.** Sürat ve hız birbiri yerine kullanılmamalıdır. Hız, hareketli bir cisim etkileyen ve bu kütleye ivme kazandıran kuvvetin sonucunda oluşur. Beden eğitim ve sporda egzersizlerin yapılmasında ortalama hızda sürat adıyla isimlendirilir (Bağırğan, 1977).

**2.2.3.2. Süratin sınıflandırması.** Sürat; reaksiyon sürati, ivmelenme, maksimal sürat ve süratte devamlılık gibi özellikler içermektedir.

**2.2.3.2.1. Reaksiyon sürati.** Bir direnç karşısında kasların gösterdiği ilk tepkinin süratine reaksiyon süresi denir. Gösterilmiş olan tepkinin sürati de reaksiyon sürati olarak adlandırılır. Reaksiyon zamanı; duyu organları tarafından uyarının algılanması, uyarının

merkezi sinir sistemine ulaşması ve tepki oluşması, oluşan tepkinin kas dokusuna tekrar iletilmesidir (Bağırğan, 1977).

2.2.3.2.2. *İvmelenme*. Hareketin zaman içerisindeki değişimi olarak tanımlanabilecek olan ivme, insan anatomisinde ivmelenme için hareketin başlangıcından sonuna kadar kuvvetin etkisinin olması gerekir (Bağırğan, 1977).

2.2.3.2.3. *Maksimal sürat*. Kısa mesafeli koşullarda en önemli özelliktir ve iyi performans maksimal sürat ile sağlanır fakat tek başına maksimal sürat yüksek performans için garanti değildir (Sevim, Sevim, M., ve Erol, 1996).

2.2.3.2.4. *Süratte devamlılık*. Özellikle kısa ve orta mesafe koşullarda ulaşılan hızı korumaktır. Süratte devamlılık özelliği sporcularda performans ile ilişkilidir (Ünver, 1999).

**2.2.4. Esneklik.** Bir eklemin normal genişliği esneklik olarak tanımlanabilir. Esneklik, vücut bölümlerinin hareketlerini gerçekleştiren kaslar ve eklemlerin işlevsel özelliklerinin bütünlüğü yada sporcunun hareketini, kendisi veya dış bir gücün etkisi altında, büyük bir eklem açısı genişliğinde uygulama yeteneği olarak tanımlanır (Karatosun, 2010).

Esneklik kişinin ağrı hissetmeden maksimal düzeyde eklemlerini harekete geçirebilmesi demektir. Esneklik, yumuşak dokulardan, tendonlardan, ligamentlerden ve kaslardan etkilenebilir. Esneklik hareket serbestliği, sakatlıkların önlenmesi ve dolaşımın geliştirilmesinde insan sağlığına katkı sağlar (Pala, 2011).

Hareketlilik; eklemlerin izin verdiği oranda ve açıda farklı yönlere doğru uygulayabilme yetisidir. (Sevim, 1992). Hareketlilik; aktif-pasif, dinamik-statik, genel-özel hareketlilik olarak üç farklı biçimde sınıflandırılır (Günay ve Yüce, 2008).

Esneklik genellikle otur-uzan (sit and reach) testi metoduyla ölçülür. (Günay ve Cicioğlu, 2006).

Yaşa ve cinsiyete göre oluşturulan esneklik dereceleri Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8

*Yaşa ve cinsiyete göre otur-uzan esneklik kategorileri*

Kategori	20-29		30-39		40-49		50-59		60-69	
	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K
Mükemmel	40	41	38	41	35	38	35	39	33	35
Çok İyi	39	40	37	40	34	37	34	38	32	34
	34	37	33	36	29	34	28	33	25	31
İyi	33	36	32	35	28	33	27	32	24	30
	30	33	28	32	24	30	24	30	20	27
Düşük	29	32	27	31	23	29	23	29	19	26
	25	28	23	27	18	25	18	25	15	23
Geliştirilmeli	24	27	22	26	17	24	17	24	14	22

E = Erkek, K = Kadın

(ACSM, 2013).

Yaşa ve cinsiyete göre oluşturulan esneklik persentil dereceleri Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9

*Yaşa ve cinsiyete göre otur-uzan esneklik persentil değerleri*

Yaş	20 - 29		30 - 39		40 - 49		50 - 59		60 - 69	
	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K
90	39	40	37	39	34	37	35	37	32	34
80	35	37	34	36	31	33	29	34	27	31
70	33	35	31	34	27	32	26	32	23	28
60	30	33	29	32	25	30	24	29	21	27
50	28	31	26	30	22	28	22	27	19	25
40	26	29	24	28	20	26	19	26	15	23
30	23	26	21	25	17	23	15	23	13	21
20	20	23	18	22	13	21	12	20	11	20
10	15	19	14	18	9	16	9	16	8	15

(Heyward, 2005).

Esneklik, eklemlerin açılabilir olarak en büyük seviyede hareket ettirilmesidir. Esnekliğe etki eden faktörler; kemik yapısı, kas, ligament, tendon ve deridir. Sınırlılığın esneklik özelliğini etkileme oranları; eklem kapsülü % 47, kas grupları % 41, tendonlar % 10, deri % 2 olarak tespit edilmiştir (Doğan, 1994).

Esneklik ölçümü ile ilgili ilk araç Fransa'da geliştirilmiştir. Daha sonra İngilizler ve Amerikalılar tarafından büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Esneklik ölçümlerinde kullanılan en yaygın ölçüm metotları gonyometre, flexsometre, antropometrik ölçümler ve otur-eriş (sit and reach) testleridir (Doğan, 1994). Otur-eriş testi, sırt bölgesi kaslarının ve hamstringlerin esnekliğini belirlemede kullanılan en kolay ve en uygun test bataryasıdır (Jahson, 1988).

**2.2.5. Koordinasyon.** Koordinasyon; motorik özellikler ile yakın ilişkilidir. Koordinasyon derecesi farklı zorluktaki hareketleri hızlı ve doğru bir şekilde yapabilme yeteneğinin göstergesidir. (Bompa, 1994). Koordinasyon; daha verimli iş üretme imkânı sağlar. Koordinasyonda, kaslar arasındaki koordinasyon önem kazanmaktadır. Beceri gerektiren harekette merkezi sinir sisteminden kaslara talimatlar hareketi doğru ve hızlı şekilde yaptıracak miktarda ve sırada gelir. İlk kez yapılacak veya sık yapılmayan hareketler karşısında gereğinden fazla aktivite gösterilebilir. Yapılan tekrarlar neticesinde hareket daha sonuca yönelik olmaya başlar (Sevim, 1992).

Koordinasyon genel ve özel olarak iki bölüme ayrılır. Genel koordinasyon; genel vücut koordinasyonudur. Özel koordinasyon ise branşın teknik-taktik özelliklerini içeren hareketlerin koordinasyonudur (Sevim, 2006).

## **2.3. Kas Kasılması, Kas Kuvveti, Kasılma Çeşitleri ve Kas Gücü Ölçüm Yöntemleri**

**2.3.1. Kas kasılması.** Kaslar kas-iskelet sisteminin aktif bileşenleridir. İskeletin kemikleri ve eklemleri vücudun çerçevesini oluştursa da bu çerçeve eklemlere sertlik sağlayan kasların aktif kuvvet üretimi olmadan çökecektir. Kaslar, iskelet kollarının hareket etmesini

veya pozisyonunu değiştirmesini sağlayan kas-iskelet sisteminin motorlarıdır (McGinnis, 2013).

Kaslar, iskelet sistemimizle bağlantılı olarak çalışır. Kasları istemli olarak kontrol ederek hareketi oluştururuz (Parpucu, 2009). Kas dokusu, vücut ağırlığının %40-50 kadarını oluşturur. Fiziksel aktivite kaslar tarafından oluşturulur. Organik faaliyetlerin tamamına yakını kas kasılması ile gerçekleşir (Akyüz, 2007).

İskelet kasları, dolaşımın sağlanması için hareket ve duruş bakımı, ısı üretimi, koruma ve basınç değişimi gibi çeşitli işlevlere hizmet eder. Kas kasılması sırasında kullanılan enerjinin% 75'inden fazlası ısı olarak salınmaktadır. Kaslar vücudun fırınıdır. Kaslar vücudu korumak için amortisörler olarak görev yapabilir. Karın ve göğsün duvarları, alttaki organları koruyan kaslarla kaplıdır. İskelet kası son bir işlevi basınç değişikliğidir. Bu öncelikle kalp ya da düz kasın bir işlevidir, ancak iskelet kaslarının kasılması da damarlardaki basıncı değiştirebilir ve böylece kanın venöz dönüşüne yardımcı olabilir (McGinnis, 2013).

Kas yapıları hareketin büyüklüğüne göre farklı şekillerde yapılırlar. Motor birimlere bağlı kas dokusu çok sayıda ise bacak ekstansiyon gibi büyük bir hareketi, az sayıda ise göz kırpması gibi küçük bir hareketi ortaya çıkartır. (Muratlı ve ark., 2005).

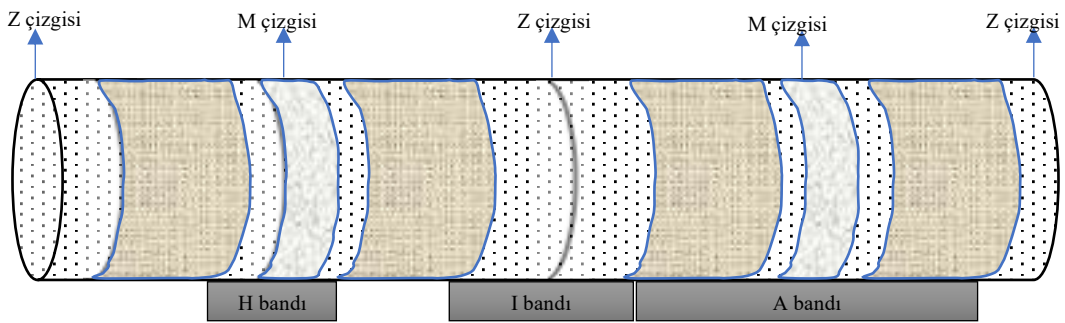
Motor birimler fibril yapısına göre “Hızlı kasılan” (FT), ve “Yavaş kasılan” (ST) olarak ikiye ayrılır. FT, ATPaz enziminin etkisi ile daha hızlı maksimum gerime ulaşır (Muratlı ve ark., 2005).

Sarkomer, kasın temel kasılma birimidir. Kalın (miyozin) ve ince (aktin) protein filamentleri veya miyofilamentler sarkomer içinde üst üste gelir. İnce aktin filamentler bir ucunda serbesttir, burada kalın miyozin filamentleri ile örtüşürler; diğer uçta, birbirine bitişik sarkomerlerin birbirine enine Z çizgisi veya Z bandında demirlenirler. Bir sarkomer bu yüzden Z hattından Z çizgisine bir miyofibrinin parçasıdır. Sadece aktin filamentleri ve Z bandını içeren bölge, I bandı olarak adlandırılır ve bir ışık bandı olarak görünür. Miyozin filamanlarının

tam uzunluğunu ve aktin filamentler ile örtüşen bölgeyi içeren koyu bant veya bölge A bandı olarak adlandırılır. Aktin ve miyozinin örtüşmediği bir A bandı içindeki bölge, H bandı veya H bölgesi olarak adlandırılır. H bandının ortasındaki M bandı veya M çizgisi, bitişik miyozin filamanlarını birbirine bağlayan enine banttır. Miyozin filamentlerinin uçları, onlara fırça benzeri bir görünüm veren çıkıntılara sahiptir. Bu çıkıntılar, aktin filamanlara bağlanan ve kas kasılması sırasında aktif kasılma kuvveti yaratan çapraz köprülerdir (McGinnis, 2013).

Şekil 1

*Kas hücresi*



**2.3.2. Kas kuvveti.** Her ne kadar kas gücü, belirli bir kas veya kas grubu tarafından üretilen dış kuvvete karşılık gelse de genellikle dirençle karşılaşıldığında veya üstesinden geldiği ifade edilir. Mukavemet, statik olarak (yani, belirli bir eklemden veya eklem grubundaki herhangi bir açık kas hareketi olmaksızın) veya dinamik olarak (yani, kasın uzunluğunun değiştiği bir dış yükün veya vücut kısmının hareketi) değerlendirilebilir. Statik veya izometrik güç, kablo tansiyometreleri ve el kavrama dinamometreleri de dahil olmak üzere çeşitli cihazlar kullanılarak rahatlıkla ölçülebilir. Bazı durumlarda, statik kuvvet ölçümleri, kas grubuna ve testle ilgili eklem açısına özgüdür; bu nedenle, genel kas kuvvetini tarif etmede yararları sınırlı olabilir. Bu testlerde tepe kuvvet gelişimi genellikle maksimum gönüllü kasılma (MVC) olarak adlandırılır (ACSM, 2013).



Kassal mekanik güç (W) iş (J) / zaman (s) ile ölçülür (Ikemoto, Demura, Yamaji, Minami, Nakada, ve Uchiyama, 2007). Farklı kasılma hızlarında yapılan egzersizin tek bir kasılma hızı tipine göre daha yüksek kas kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir (Weineck, 2011).

Statik 7 günlük antrenman için, kuvvet kazanımının yarısına 1. günde ulaşıldığı, bu sebeple günlük antrenmanların günde 2 kere uygulanmasının uygun olacağı söylenmektedir (Weineck, 2011).

**2.3.3. Kas dayanıklılığı.** Kas dayanıklılığı, kas grubunun kas yorgunluğuna neden olmak veya uzun bir süre 1-RM'nin belirli bir yüzdesini korumak için yeterli bir süre boyunca tekrarlanan kas hareketlerini yürütme kabiliyetidir. Belirli bir direnç miktarındaki tekrarların toplam sayısı ölçülürse, sonuç mutlak kas dayanıklılığı olarak adlandırılır. Eğer 1-RM'nin (ör.% 70) bir yüzdesinde gerçekleştirilen tekrarlama sayısı ön test ve son testlerde kullanılıyorsa, sonuç göreceli kas dayanıklılığı olarak adlandırılır (ACSM, 2013)

**2.3.4. Kasılma çeşitleri.** Statik ve dinamik kasılma olarak iki farklı şekilde incelenir (Yüceloğlu, 2009).

Dinamik kasılmada kasın boyunda kısılma olur. Ağırlıkları kaldırmak-indirmek dinamik kuvvet içerisine girer. Kuvvet geliştirici çalışmalarda statik egzersizler yerine dinamik egzersizler yapılmalıdır (Dündar, 2003).

**2.3.4.1. İzometrik kasılma.** İzometrik kasılma, kas kasılması gerçekleştiği halde kasların gerim oluşturmalarına rağmen boyunda bir değişim olmayan kasılma türüdür. Egzersizden sonra yorulma izometrik çalışmalarda daha uzun sürmektedir. İzometrik yöntem kullanılarak yapılan maksimal çalışmalarda, sadece çalışılan bölgenin kuvvet açısından gelişim sağladığını göstermiştir. (Fox ve ark., 2011).

**2.3.4.2. İzotonik kasılma.** İzotonik kasılma esnasında kaslarda harekete bağlı olarak kısılma ve uzama olur. Kasların boyundaki kısılma “konsantrik”, uzama “eksantrik” olarak

adlandırılır (Başpınar, 2009). İzotonik antrenmanlarda kasların tonusunda artış oluşur ve “hipertrofi” gerçekleşir (Yüceloğlu, 2009).

**2.3.4.2.1. Konsantrik kasılma.** Dinamik olarak kasılma gerçekleşir ve kasın gerilimi sabit kalırken boyunda kısalma olur. Konsantrik kasılmada kasların elastik yapısı içerisinde bir gerilim oluşmaktadır (Dündar, 2003). Bu tür kasılmada pozitif olarak mekanik iş yapılmaktadır (Adaş, 2008).

**2.3.4.2.2. Eksantrik kasılma.** Dinamik olarak kasılma gerçekleşir. Kaslardaki gerilim artarken boyu da uzamaktadır (Dvir, 2000). Eksantrik kasılmada oluşan gerilim kuvveti, kasın kasılma mekanizmasıyla oluşan kuvvetten daha fazladır. Yapılan iş yerçekimine karşı olmadığından negatiftir (Adaş, 2008).

**2.3.4.3. Oksotonik kasılma.** Bir hareket içerisinde izometrik ve konsantrik kasılmaların her ikisinin de bulunmasıdır. Hem kaslarda uzunluk değişimi, hem de gerilimin artması söz konusudur (Dündar, 2003).

**2.3.4.4. Tetanik kasılma.** Kaslara gelen uyarının arka arkaya devam ettiği ve kasların sürekli gerilmesiyle oluşan kasılma türüdür. Bu şekilde toplamda bir kasılmaya oranla daha fazla kasılma üretilerek tetanik kasılma oluşmaktadır (Parpucu, 2009).

**2.3.4.5. İzokinetik kasılma.** İzokinetik kasılmalarda sabit bir hızda hareketin tamamında kasın boyunda ve hareket süratinde değişim olmaz. Kaslar sabit süratte kasılırken kasta oluşan gerilim hareket süresince eklem için bütün açılarda maksimum tutulur (Fox ve ark., 2011).

**2.3.5. Kas kuvveti ölçüm yöntemleri.** Kas kuvveti ölçüm yöntemleri performans değerlendirme ya da yapılan tedavinin sonuçlarını değerlendirmede kullanılır. Farklı kasılma şekilleri için (izometrik, izotonik ve izokinetik) farklı yöntemler kullanılarak ölçülebilir (Parpucu, 2009). Ölçümler de el-bacak dinamometresi, 1RM, elektromekaniksel ve izokinetik metotla yapılabilir (Şen, 1997).

Bazı laboratuvar düzenekleriyle kassal performansa ait değişkenlerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Dinamometrik ölçümlerde kullanılan gereçlere dinamometre adı verilmektedir. Dinamometreler ölçüm yapılacak kas gruplarının anatomik ve kinesiyojik özelliklerine uygun şekilde dizayn edilmişlerdir. Örneğin el kavrama kuvveti, bacak ya da sırt kas gruplarının kuvvet ölçümleri için olduğu gibi. Bilindiği gibi kuvvet, statik ve dinamik olmak üzere temel olarak iki grupta incelenmektedir. Statik kuvvet ölçümlerinde kullanılan dinamometreler yaylı sistemler ya da kuvvet algılayıcı sistemlerdir. Herhangi bir dış iş meydana gelmeden ortaya konan kassa! çalışmanın ölçülmesi statik dinamometreyle mümkündür. Ancak, günlük ve sportif hareketlerin çok sınırlı bir bölümü bu türdendir. Dinamik kuvvet ölçümlerinde genellikle serbest ağırlıklar ya da kuvvet makinaları kullanılmaktadır (Ergen ve Hazır, 2002).

**2.3.5.1. İzometrik yöntem.** İzometrik kuvvetin değerlendirilmesinde, kasların maksimal statik kuvveti potansiyel olarak ölçülür. El-bacak dinamometresi kullanılarak yapılabilir. İzometrik testlerde, eklem açısı belirlenmediği için her ölçümde tam olarak aynı sonucu vermeyebilir (Powers ve Howley, 2007).

**2.3.5.2. İzotonik yöntem.** Dirence karşı eklemlerin hareket açıklığına göre yük hareket ettirilir. Ölçümlerde açıl olarak eklem hareket açıklığının bir kısmı için kaslardaki gerilim maksimal olmaktadır (Powers ve Howley, 2007).

**2.3.5.3. Maksimal kasılma yöntemi.** Performans ölçümlerinde yaygın olarak kullanılan bir metottur. İstemli kasılma esnasında oluşan en yüksek kuvvet değeridir (Aslankeser, Korkmaz, Zeren, Örnek, ve Kurdak, 2010).

**2.3.5.4. İzokinetik yöntem.** Belirlenmiş ve sabit bir açıl hızda dinamik olarak maksimal yapılan yüklenmelerin izokinetik cihazlarla ölçülmesidir. Sakatlık riski düşüktür ve rehabilitasyon amacı ile de kullanılmaktadır. Objektif sonuçları vermesi nedeniyle kullanım alanı ve sıklığı giderek artmaktadır (Şahin, 2010). İzokinetik makineler; Kas içi koordinasyon

dengesini ve kuvvetini belirleme özelliği, antrenman ve rehabilitasyon amaçlı kullanılabilirliği, farklı eklem açılarında test yapma imkanı sağlaması açısından çok kullanışlıdır (Howatson ve Van Someren, 2005). İzokinetik dinamometre genellikle antrenman aracı olarak kullanılmaktadır. Dinamik koşullar altında iskelet kaslarının düzenli ölçümlerini yaparak hareket boyunca güç çıktılarını kaydetmeye yaradığı ve ön ve son test güvenilirlik araştırmasında izokinetik dinamometrenin 60-180-240 ve 300°/sn. açısal hızlarda güvenilir olduğu tespit edilmiştir (Zawadzki, Bober, ve Siemienski, 2010).

## 2.4. Fizyolojik Özellikler

**2.4.1. Kalp atım hızı.** Sürekli ve ritmik bir şekilde kasılarak insanın yaşamını devam ettirebilmesi organ ve dokuların ihtiyacı olan ve artık maddeleri gerekli sistemlere ulaştıran veya vücuttan atan bir pompadır. Normal bir insan kalbi istirahat halinde dakikada 70-80 atımdır. Bu atım sayısı bazı kimselerde 40 atım sayısına düşerken bazı kimselerde 100 atım sayısına kadar yükselir. Ayrıca bayanların erkeklere oranla 10 atım daha fazla olduğu bildirilmiştir (Fox ve ark., 2011).

Kalıtım ve egzersiz sonucunda O<sub>2</sub> taşıma kapasitesinin geliştirilmesi, kalp atım volümü ve atım sayısında değişikliklere neden olur. İstirahat halinde kalp atım sayısının düşük seyretmesi, kalp hastalıkları ile ilgili durumlar hariç olmak üzere aerobik kapasitenin yüksel olduğunu göstermektedir (Åstrand, Rodahl, Dahl, ve Strømme, 1986).

KAH'ı nabız olarak adlandırabiliriz. Bir dakika içerisindeki kalp atım sayısı, KAH olarak belirtilir (Ergen ve ark., 2002). İstirahat esnasında dahi KAH farklılık göstermektedir. Kişi için standart bir KAH yoktur. Ortalama olarak 72 atım/dk KAH kabul edilmektedir. İstirahat KAH güçlü bir aerobik dayanıklılığı olanlarda daha düşüktür. Egzersiz esnasında da KAH'da oluşan ivmelenme düzenli egzersiz yapmayanlarda daha yüksektir (Günay, Sevim, Savaş, ve Erol, 1994).

Sempatik ve parasempatik sinir sisteminin etkisindeki KAH, dolaşım sisteminin fonksiyonunun belirlenmesinde önemlidir (Ergen ve ark., 2002).

İstirahat KAH; yaş, cinsiyet, psikolojik faktörler, beslenme, vücut ısısı ve çevresel faktörlerden etkilenir (Günay, 1998).

Kalp atımı egzersiz şiddeti arttıkça artar. Fakat yorgunluk oluşmaya başladığında kalp atımı artışında yavaşlar. Belirli bir seviyede kalır ve ulaşılabilen en yüksek kalp atım sayısına maksimum KAH adı verilir. Bu nedenle maksimum KAH, yüksek yoğunluklu egzersiz esnasında elde edilebilen en yüksek KAH'tır. (Tiryaki, 2002).

**2.4.2. Kan basıncı.** Kan basıncı ile kan akımı sağlanır. Kan basıncı, kanın damarına uyguladığı basınçtır. Sistolik ve diastolik olmak üzere iki tip kan basıncı vardır. Sistolik basınç; kalp vücuda kan pompaladığında oluşur. Diastolik basınç, kalp diastolü sırasında kanın damarına yaptığı basınçtır. Kan basıncı; yaş, cinsiyet, psikolojik faktörler, çevresel faktörler ve beslenmeden etkilenir. Egzersizle kan basıncında artış olur ve belirli bir zaman sonrasında kalp atım hacmi ile kalp debisinde artış meydana gelir (Günay, 1998).

Kan basıncında artma derecesi eforun şiddetine bağlıdır. Deri damarların ısı düzenlenmesine katkıda bulunmak için genişlemeye başlar. Eforun bitimiyle kan basıncı ilk 5-10 saniyede hemen bir düşme gösterir, sonra biraz yükselir ve normale döner. Kişinin kondisyon seviyesi ne kadar yüksek ise kalp atım sayısı o derece geç artar. Ortalama arteriyel kan basıncı; kalbin dakika volümü ile periferik direncin çarpımına eşittir. Kan basıncı, kalp atım sayısının yükselmesiyle kalp dakika volümünde artmaya bağlı olarak yükselir, direnç normal sınırlar içindedir. Kalp atım sayısı dinamik çalışmalarda statik çalışmalara göre daha yüksektir. Aynı O<sub>2</sub> kullanmayı gerektiren bir iş bacak yerine kolla yapılırsa nabız daha fazla artar. Hafiften ağıra doğru şiddeti artan aerobik egzersizlerle bir taraftan kardiyovasküler kondisyon artarken diğer taraftan kan basıncının düştüğü gözlenmiştir. Egzersiz anemi

hipertiroid (guatr) kan basıncını artırır. Uyku anında kan basıncında düşme görülür (Morrow Jnr, Jackson, Disch, ve Mood, 1995).

**2.4.3. Aerobik güç.** Birim zamanda kullanabilen  $O_2$  miktarı, aerobik gücün belirleyicisidir. Aerobik güç dayanıklılık içeren spor dallarında performansı etkileyen en önemli özelliktir (Şenel, 1995).

Maksimal aerobik güçle şiddeti yüksek egzersizi uzun süre yapabilme becerisi ilişkilidir. Bir egzersizin devam ettirilebilmesi, aktif dokulara ihtiyaç duyulduğu oranda  $O_2$  taşınması, dokulara biriken atık maddelerin uzaklaştırılması ile mümkündür (Cooper, 1968).

Şiddeti ve kapsamı artan planlı çalışmalarla bireyin maksimal oksijen kullanımı arttırılabilir. Kişinin oksijen kapasitesinin yüksek oluşu herhangi bir iş veya egzersiz sırasında anaerobik yolla enerji üretimine bağımlılığı azaltır. Bu da kişi için büyük bir avantaj sağlar (Cooper, 1968).

Bir dakika içerisinde kullanılan ortalama  $O_2$  miktarı 3-4 litredir. Dayanıklılık sporcularında 5-6 litredir. Kişinin dakikada kullandığı  $O_2$  miktarı aerobik kapasitesini belirler (Özer, 2006).

Egzersiz kapsamı ve şiddeti artıkça  $O_2$  kullanımı da artar. Egzersiz şiddeti bir noktadan sonra artsa dahi hücreler daha fazla oksijen kullanamaz. Çünkü  $VO_{2max}$ , aerobik kapasitenin üzerine çıkmıştır.  $VO_{2max}$ , kişinin yaşına, cinsiyetine, vücut yapısına, kondisyon durumuna ve ırksal faktörler ile çevresel faktörlere göre değişebilir (Demir, 1989).

Maksimal Aerobik Güç Ölçüm Metotları direk ve endirekt olarak iki bölüme ayrılır. Direkt Ölçüm Metotları olarak maksimal aerobik güç ölçümünde koşu bandı testleri, bisiklet testleri ve basamak testleri kullanılır. Örnek olarak; Mitchell, Sproule, Chapman Metodu, Saltind-Astrand Metodu, Ohio State Metodu, Bisiklet Metodu verilebilir. Endirekt ölçüm metotları kullanılarak maksimal aerobik güç ölçümünde; Astrand-Astrand Nomogramı,

Submaksimal Basamak Testi, Cooper testi, Fox metodu, 20m. mekik koşu testi kullanılmaktadır (Tamer, 2000).

Erkeklerde yaşa göre Bruce Protokolü  $VO_{2max}$  değerleri Tablo 10'da, persentil değerleri

Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 10

*Erkeklerde yaşa göre Bruce protokolü ölçümü  $VO_{2max}$  değerleri*

Yaş	Çok Düşük	Düşük	Ortalama	İyi	Mükemmel	Süper
13 - 19	< 35.0	35.0 - 38.3	38.4 - 45.1	45.2 - 50.9	51.0 - 55.9	> 55.9
20 - 29	< 33.0	33.0 - 36.4	36.5 - 42.4	42.5 - 46.4	46.5 - 52.4	> 52.4
30 - 39	< 31.5	31.5 - 35.4	35.5 - 40.9	41.0 - 44.9	45.0 - 49.4	> 49.4
40 - 49	< 30.2	30.2 - 33.5	33.6 - 38.9	39.0 - 43.7	43.8 - 48.0	> 48.0
50 - 59	< 26.1	26.1 - 30.9	31.0 - 35.7	35.8 - 40.9	41.0 - 45.3	> 45.3
60+	< 20.5	20.5 - 26.0	26.1 - 32.2	32.3 - 36.4	36.5 - 44.2	> 44.2

(Kenney, Wilmore, ve Costill, 2012)

Tablo 11

*Yaşa göre erkek maksimal aerobik güç persentil değerleri ( $ml.kg.min^{-1}$ )*

Persentil/Yaş	20-29	30-39	40-49	50-59	60+
90	51.4	50.4	48.2	45.3	42.5
80	48.2	46.8	44.1	41.0	38.1
70	46.8	44.6	41.8	38.5	35.3
60	44.2	42.4	39.9	36.7	33.6
50	42.5	41.0	38.1	35.2	31.8
40	41.0	38.9	36.7	33.8	30.2
30	39.5	37.4	35.1	32.3	28.7
20	37.1	35.4	33.0	30.2	26.5
10	34.5	32.5	30.9	28.0	23.1

(ACSM, Franklin, Whaley, Howley, ve Balady, 2000).

**2.4.4. Aerobik kapasite.** Aerobik kapasite (maksimum oksijen kullanımı) fiziksel uygunluğun en önemli göstergesidir ve kalp-dolaşım sisteminin sağlığı ile de yakından ilgilidir (Ersöz, Mitat, ve Gündüz, 1997).

Aerobik kapasiteden ilk söz eden kişi A.V.Hill'dir. Birim zamanda alınan oksijen, dolaşım ve solunum sisteminin sınırlaması sebebiyle çok yüksek seviyeye ulaşır. Egzersiz şiddeti artsa dahi aynı seviyede kalır. Burada kullanılan oksijen maksimaldir. Bu durum  $VO_{2max}$  veya maksimal aerobik kapasite olarak adlandırılır. Kondisyon seviyesini belirleyen en önemli kriterdir (Akgün, 1994).

Aerobik kapasite bir kişinin vücudunun maksimum oranda oksijen kullanma kapasitesi olarak tanımlanmıştır (Günay ve Yüce, 2008). Aerobik kapasite toparlanma için de önemli bir etkidir (Bompa, 2007). Maksimal  $O_2$  tüketimi 20 yaşına kadar artış gösterir ve yaş ilerledikçe düşer. Egzersizle %10'a kadar arttırılabilmektedir (Dündar, 2003).

Aerobik dayanıklılık; kısa süreli (2-8 dakika), orta süreli (8-30 dakika) ve uzun süreli (30 dakikadan fazla) olarak bölümlere ayrılır (Dündar, 1998).

Herhangi bir aktivite düzeyini, oksijen maliyeti açısından kişinin maksimum oksijen alımı ile orantılı olarak tanımlayabiliriz. Egzersiz yoğunluğunun bu tanıma rölatif egzersiz yoğunluğu (%  $VO_{2max}$ ) olarak adlandırılır (Williams, 1998).

Antrenman ve yarışma esnasında oksijen taşıma (transport) sisteminin iki ucu merkez (kalp) ve çevre (çalışan kaslar) yoğun olarak gerekli  $O_2$ 'i sağlamak için çalışırlar. Bu işlem sırasında performansın belirleyicisi atletin  $VO_{2max}$  kapasitesidir.  $VO_{2max}$  kapasitesi iyi atletler mukavemet disiplinlerinde iyi performans gösterirler.  $VO_{2max}$ 'nin artması dolaşım sisteminin daha fazla  $O_2$  taşımaya, sinir sisteminin daha fazla  $O_2$  almasına ve kullanmasına neden olur. Bunun için antrenman programının büyük bir bölümü  $VO_{2max}$  gelişmesine ayrılmalıdır (Bompa, 1992).

Aerobik dayanıklılık, genel olarak düşük şiddetteki uzun süreli eforlarla karakterize edilen aerobik dayanıklılık, organizmanın  $O_2$  kullanımında solunum ve dolaşım sistemleri ile sinir sisteminin yorgunluğa karşı koyabilme becerisidir (Kale, 1993). Dayanıklılık



çalışmalarıyla kalp debisindeki artış ile sistolik basınç artar, diastolik basınç aynı kalır ya da çok az kadar yükselir (Scott, 2005).

Aerobik kapasite, kardiyovasküler sistem hakkında bilgi verir (Nagle, 1973). Kan parametrelerinin, kasların ve akciğerin kapasitesine göre değişkenlik gösterir.  $VO_{2max}$  yaş, boy, kilo, cinsiyet ve günlük fiziksel aktivitemizle belirlenir. Değer ne kadar yüksek olursa egzersiz kapasitemiz o kadar fazla demektir. Bu nedenle bunun değerlendirilmesi performans ölçümünde esastır. Aktif genç kadınlardaki değer 35-50 ml/kg/dk iken, yüksek düzeyli kadın atletlerde ise değer 55-70 ml/kg/dk'dır. Aktif, genç erkeklerde değer 50-65 ml/kg/dk iken, yüksek düzeyli erkek atletlerde de 65-90 ml/kg/dk'dır (Yıldız, 2012).

Genel olarak, yüksek maksimum oksijen alımı olan insanların, daha düşük değeri olanlara göre daha yüksek iş kapasitesi vardır. Antrenman maksimum oksijen alımını arttırmasına rağmen gelişme, antrenmanın kalitesi ve süre ile orantılı değildir. Egzersiz kapasitesi antrenman miktarı ile orantılıdır. Bu nedenle iyi antrenmanlı sporcular, benzer maksimum oksijen alımı değerleri olan fakat daha az antrenmanlı sporculardan daha iyi performansa sahiptir. Bir sporcunun dayanıklılık kapasitesini tanımlarken, maksimum oksijen alımı ile birlikte antrenman durumu da göz önüne alınmalıdır (Williams, 1998).

Aerobik kapasitede kan damarları, hacmi ve alyuvarların miktarı, hemoglobinin oranı da önemlidir (Yıldız, 2012).  $VO_{2max}$  direk ölçüm metotları, aerobik kapasite için doğru ve güvenilir sonuçlar vermektedir (McArdle, Katch, ve Katch, 2010). Aerobik kapasite, maksimal veya submaksimal egzersiz testleri ile yapılır. Koşu bandı testleri test protokolleri kullanılarak (Bruce ve Balke, Modifiye Bruce vb.) yapılır (McArdle ve ark., 2010).

**2.4.5. Anaerobik güç.** Organizmanın oksijensiz kaldığı, buna rağmen çalışmaya devam ettiği çalışma kapasitesine anaerobik güç denir (Wilmore ve Costill, 1994). Anaerobik güç; bireyin şiddetli yüklenme durumunda,  $O_2$ 'siz olarak enerjisini işe çevirme yetisidir (Sevim,

2006). Anaerobik kapasite patlayıcı güç içeren branşlarda performans için önemlidir (Akgün, 1993).

Anaerobik gücü geliştiren antrenman aerobik gücü geliştirenden farklıdır. Bu nedenle anaerobik ve aerobik gücü ölçen testler de farklıdır. Anaerobik gücü ölçen testler dikey sıçrama testi, Margaria-kalaman güç testi, 50 yard koşu testi, Wingate anaerobik güç testi olarak sıralanabilir (Akgün, 1993). Güç gelişimi için ATP-PC sistemi ve kullanım hızı önemlidir (Tamer, 2000).

Anaerobik gücün tespiti önemlidir. Çünkü; anaerobik eşik sadece dayanıklılığın değerlendirilmesinde değil aynı zamanda dayanıklılık antrenmanlarının programlanması ve antrenmanların fizyolojik etkilerinin gözlenmesinde de çok uygun bir fizyolojik kriterdir (Ergen, 2004).

Patlayıcı güç, anaerobik metabolizmayla ilişkilidir. Dolayısıyla ölçümler anaerobik güç testi olarak adlandırılır (Günay ve Cicioğlu, 2006).

Cinsiyete göre dikey sıçrama normları Tablo 12’de, Teksas Üniversitesi Fitness Enstitüsü dikey sıçrama normları Tablo 13’te gösterilmiştir.

Tablo 12

*Dikey sıçrama normları*

Derece	Erkek	Kadın
Birim	cm	cm
Mükemmel	> 70	> 60
Çok İyi	61 - 70	51 - 60
Ortalama Üstü	51 - 60	41 - 50
Ortalama	41 - 50	31 - 40
Ortalama Altı	31 - 40	21 - 30
Zayıf	21 - 30	11 - 20
Çok Zayıf	< 21	< 11

(Normlar, 2018a).

Tablo 13

*Teksaş Üniversitesi Fitnes Enstitüsü dikey sıçrama normları*

Erkekler Yaş Aralığı (20-29)	
Persentil	Cm
90	62.0
80	58.9
70	55.9
60	52.6
50	49.5
40	46.5
30	43.4
20	40.4
10	37.1

(Normlar, 2018b).

**2.4.6. Anaerobik kapasite.** Anaerobik dayanıklılık performansı açısından belirleyici faktörler: Kullanılan kasların dinamik kuvveti, koordinasyon, kasılma hızı, alışkanlık, antropometrik özellikler ve esnekliktir.

Zaman birimi bazında büyük miktarda enerjinin açığa çıkmasını sağlayabilmek ve büyük oksijen gereksinimine rağmen performans yeteneğini koruyabilmektir (Reilly ve Thomas, 1977).

Şiddetli egzersizlerde O<sub>2</sub> kullanmadan oluşturulabilen iş kapasitesi “anaerobik kapasite” şeklinde adlandırılır. Bu işin birim zamandaki değeri ise “anaerobik güç” şeklinde olarak adlandırılır (Yıldız, 2012).

Anaerobik faaliyet, anaerobik eşik değeri üzerinde yorgunlukla kendini gösterir. Anaerobik faaliyet uzun süre devam ettirilemez (Myers ve Ashley, 1997).

Dikey sıçrama yöntemi indirekt yoldan kişinin maksimum anaerobik gücünü tespit eder. Sporçunun bacak kuvvetini ve anaerobik gücü ile ilgili genel bilgi verir (Pala, 2011).

Anaerobik enerjinin kaynağı ATP, kreatin fosfat, glikojendir. O<sub>2</sub>'siz ortamlarda metabolik olarak yıkımıyla enerji oluşur. Kaslarda sınırlı bulunur. (Akgün, 1993). Anaerobik dayanıklılık, şiddetli yüklenmelerde kişinin enerji kaynaklarından faydalanarak egzersizi yapabilmesidir (Zorba, 2001).

Anaerobik dayanıklılık; kısa süreli (20-25 saniye), orta süreli (25-60 saniye) ve uzun süreli (60-180 saniye) anaerobik dayanıklılık olmak üzere üç bölüme ayrılır (Dündar, 1998).

Erkeklerde Wingate testi sınıflandırması Tablo 14'te, erkeklerde yaşa göre Wingate testi zirve güç değerleri Tablo 15'te ve ortalama güç değerleri Tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 14

*Erkekler için peak power (W, W/kg<sup>-1</sup>) ve anaerobik kapasite (W, W/kg<sup>-1</sup>) Wingate test sınıflandırması*

Kategori	Zirve Güç (W)	Zirve Güç (W/kg <sup>-1</sup> )	Anaerobik Kapasite (W)	Anaerobik Kapasite (W/kg <sup>-1</sup> )
Elite	> 1163	13.74	> 823	> 9.79
Mükemmel	1092 - 1153	13.04 - 13.74	778 - 823	9.35 - 9.79
Ortalama Üstü	1021 - 1091	12.35 - 13.03	732 - 777	8.91 - 9.34
Ortalama	880 - 1020	11.65 - 12.34	640 - 731	8.02 - 8.90
Ortalama Altı	809 - 879	10.96 - 11.64	595 - 639	7.55 - 8.01
Düşük	739 - 808	9.57 - 10.95	549 - 594	7.14 - 7.57
Zayıf	< 739	< 9.57	< 549	< 7.14

(Zupan, Arata, Dawson, Wile, Payn, ve Hannon, 2009)

Tablo 15

*Erkeklerde yaşa göre Wingate testi zirve güç değerleri*

Kategori	< 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 25	25 - 35	> 35
Mükemmel	205	192	473	473	575	658	565	589
Çok İyi	164	171	389	411	484	556	501	510
İyi	143	159	343	379	438	507	469	471
Ortalama	122	148	298	348	393	458	437	433
Ortalama Altı	101	137	253	316	347	409	405	394
Düşük	80	126	207	284	301	360	373	356
Çok Düşük	60	115	162	252	256	311	341	317

(Inbar, Bar-Or, ve Skinner, 1996).

Tablo 16

*Erkeklerde yaşa göre Wingate testi ortalama güç değerleri*

Kategori	< 10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-25	25-35	> 35
Mükemmel	161	159	333	380	409	477	415	454
Çok İyi	136	142	276	321	349	403	375	395
İyi	118	133	248	293	318	366	355	366
Ortalama	100	124	220	264	288	329	335	337
Ortalama Altı	83	116	192	236	258	292	315	308
Düşük	65	107	165	207	227	255	294	279
Çok Düşük	47	98	137	179	197	218	274	249

(Inbar ve ark., 1996)

## 2.5. Uçuş Fizyolojisi

Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ile birlikte hava araçlarının kabiliyetleri ve dizaynları insanoğlunun uçmasına yardımcı olacak şekilde geliştirilmiştir. Bu sayede insanoğlu varoluşunun getirdiği bir merakının daha üstesinden gelmiştir. Ancak, bu teknolojinin yüksek performanslı savaş uçaklarında kullanılmasıyla; gürültü, titreşim, termal uç noktalar (aşırı sıcak ya da soğuk ortam), uzaysal disoryantasyon ve hızla artan yerçekimi ivmesinin getirdiği zorluklarla karşılaşmıştır (Albery ve Van Patten, 1991).

Uçuş manevraları esnasında pozitif ve negatif G kuvvetlerine maruz kalma süresi, kişiye göre değişmesine rağmen uçuş esnasında G-LOC' tan korunmada pilotun fiziksel gücünün rolü çok önemlidir (Lacerte, Alquist, ve Questad, 1992).

**2.5.1. Akselerasyon fizyolojisi.** Hareket eden bir cismin hızının birim zamandaki değişimi olarak tanımlanır. Hız değişim oranı cismin hızında ve/veya yönündeki değişiklikten kaynaklanabilir. Formülü  $a = V/t$  ( $m/sn^2$ ) olarak ifade edilir. Birimi metre/saniye<sup>2</sup>'dir (Davis, Johnson, ve Stepanek, 2008).

İnsan vücudunun akselerasyona cevabı akselerasyon kuvvetinin büyüklüğüne ve şiddetine ve yönüne bağlı olarak değişkenlik gösterir. Akselerasyon kuvvetinin şiddeti düşük ve süresi uzun (sustained acceleration) ise vücudun verdiği fizyolojik cevap ile homeostazisi sağlanabilir. Akselerasyon kuvvetinin şiddeti yüksek ve süresi kısa (impact acceleration) ise fiziksel yaralanmalar ile sonuçlanabilir (Davis ve ark., 2008).

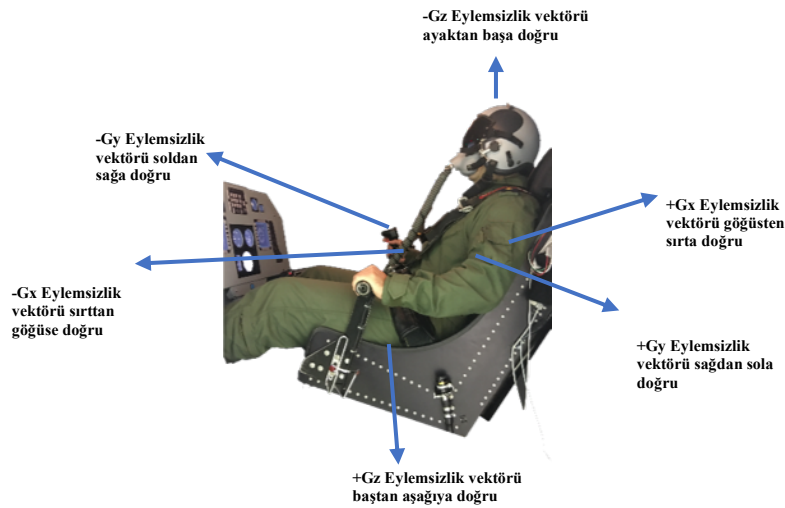
Standart yerçekimi veya dünyanın yüzeyine serbest düşmeye bırakılan bir cisim yerçekimi nedeniyle  $9,8m/sn^2$  lik bir akselerasyon ile yere doğru düşer. Bu akselerasyon kısaca "G" sembolü ile gösterilir. Havacılık tıbbında uçağın hareketlerinden doğan akselerasyon G olarak ifade edilir. Uçaklarda hızlanma, yavaşlama, irtifa kazanma, irtifa kaybetme, yön değiştirme, dönme ve yatış gibi hareketleri sunucunda çeşitli yönlerde ve şiddetlerde akselerasyon kuvveti oluşmaktadır. Bu kuvvetler uçağın içindeki uçucuları etkiler. G kuvvetleri yüksek seviyelere ulaştığında yıkıcı sonuçlar doğurabilir. Uçuş esnasında pilota uygulanan ivmenin değeri;  $G = a/g$  olarak ifade edilir.  $a =$  uygulanan ivmeyi ifade etmektedir. Örneğin,  $68,67 m/s^2$  bir ivme ile hareket edilmesi durumunda, ( $G = 9,81m/s^2$  7 G'e maruz kalacaktır. G altında yaşanan güçlük onun kütesine bağlıdır bu yüzden daha basit olarak uygulanan ivme (G) yerine ortaya çıkan toplam kuvvete göre hesaplamak daha doğru olacaktır. 90 kg kütesi olan kişi 7 G altında 630 kg ağırlığa ulaşır (Gradwell ve Rainford, 2016).

Akselerasyon kuvvetinin vücuda etkileri, akseleratif kuvvetin vücut eksenine yönü ile belirlenir. Akseleratif kuvvet yönü insanın toleransı ile ilişkili olduğundan en önemli unsurdur. Eylemsizlik kuvveti, vücutta etkiyi gösteren G kuvvetleridir. Vücut eksenine göre, “Pozitif G”, “Negatif G” ve “Transvers G” olarak adlandırılır (HKEK\_435-1-1, 1998).

Akseleratif ve eylemsizlik kuvvetlerinin yönü Şekil 2’de bulunmaktadır.

Şekil 2

*Akseleratif ve eylemsizlik kuvvetlerinin yönünün gösterimi*



(Gradwell ve Rainford, 2016).

Tüm eksenlerde akselerasyon kuvvetleri Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17

*Tüm eksenlerdeki akselerasyon kuvvetleri*

Vücut Eksenine Göre Yönü	Oluşan G’nin İsimlendirilmesi	Akselerasyon Vektörünün Yönü	Eylemsizlik Vektörünün Yönü
+ $G_z$	Pozitif G	Ayaktan -Başa	Baştan-Ayağa
- $G_z$	Negatif G	Baştan- Ayağa	Ayaktan- Başa
+ $G_x$	Transvers G	Sırttan -Göğse	Göğüsten -Sırta
- $G_x$	Transvers G	Göğüsten-Sırta	Sırttan -Göğüse
+ $G_y$	Lateral G	Soldan Sağa	Sağdan -Sola
- $G_y$	Lateral G	Sağdan Sola	Soldan -Sağa

(Gradwell ve Rainford, 2016)

Tüm akselerasyon terimlerini ve akselerasyon kuvvetlerinin yönünü standartlaştıran tablo günümüzde de hala kullanılmaktadır (Kaufman, Baumgardner, Gillingham, Nunneley, Pittman Jr, ve Stoffel, 1984).

**2.5.2. Pozitif  $G_z$ 'nin fizyolojik etkileri.** Aşağıdan yukarıya olan akselerasyonda, yukarıdan aşağıya doğru oluşan yerçekimi kuvveti pozitif G kuvvetini doğurur. Uçuşta pozitif G ile ejection, uçuşta yatma-dönme-çekme manevrası gibi durumlarda karşılaşılır. + G kuvvetinin fizyolojik etkisi 6 ana başlık altında incelenmektedir: Hareketin kısıtlanması, solunumda güçlük çekilmesi, kardiyovasküler sistem üzerine etkisi, görüşte azalma, beyinde ve vücutta kan dolaşımına etkileri (HKEK\_435-1-1, 1998).

**2.5.3. Negatif  $G_z$ 'nin fizyolojik etkileri.** -  $G_z$ , yukarıdan aşağıya akselerasyonda, aşağıdan yukarıya doğru ortaya çıkan eylemsizlik kuvvetidir. Örneğin ters loop (uçanın burun aşağı yaptığı 360 derecelik dairesel hareket), spin (uçuş esnasında uçağın hızının azalmasına bağlı olarak aşağıya doğru burğu hareketi yaparak irtifa kaybetmesi) ve ters uçuşlar negatif  $G_z$  örnekleridir (HKEK\_435-1-1, 1998).

Eğer kişi baş aşağı durursa -1  $G_z$ 'nin etkisine girer. - $G_z$  toleransı, +  $G_z$ 'ye göre daha azdır. Bu sebeple uçuşlarda -1,5  $G_z$ 'den yüksek düzeyde akselerasyon çok az uygulanır. -  $G_z$ , en fazla kalp-damar sistemini etkiler. Vücudun üst kısımlarında damar basıncı artarken, alt kısımlarında azalmaktadır (Bain, 1999).

-  $G_z$  maruziyetiyle meydana gelen ağırlıksızlık hissi ve hareket etmeden güçlük çekilmesi + G'ye benzerdir. -  $G_z$ 'de görülen etkiler daha çok baş bölgesi ile boyun bölgesinde oluşur. Genel olarak -  $G_z$ 'ye tolerans düşüktür. Tolerans sınırı, baştaki huzursuzluk hissi, yumuşak dokulardaki ödem, peteşiyel ve subkonjunktival kanamalar ve bilinç kaybıyla belirlenir. İnsanlarda -  $G_z$  tolerans sınırı genel olarak -3  $G_z$  / 7-10 saniyedir (HKEK\_435-1-1, 1998).



**2.5.4. Transvers akselerasyon.** Bir uçağın gövdesi üzerine inmesi veya uzaya gönderilen mekiklerin fırlatılışı esnasında karşılaşmaktadır. Transvers akselerasyona karşı tolerans yüksektir. Pozitif ve negatif akselerasyona göre transvers akselerasyonun kardiyovasküler sisteme etkisinin az olduğu, santrifüj çalışmalarıyla da gösterilmiştir. Ön-arka yönünde transvers 15  $G_x$ 'de kişi black-out olmadan dayanabilirse de, 5  $G_x$ 'de bile kollarını ve başını yukarıya doğru kaldırması oldukça güçtür (HKEK\_435-1-1, 1998).

Sonuç olarak, pozitif, negatif ve transvers akselerasyon kavramlarını vücut üzerindeki etkilerine göre ayırmak önemlidir. Örnek olarak bir kişi 3-5 saniye süre ile 4-6 pozitif  $G_z$ 'de black-out ve bilinç kaybıyla karşı karşıya iken, benzer olumsuzluklarla negatif 3  $G$ 'de 10 saniye içinde karşılaşabilir. Buna karşılık, 15 Transvers  $G_x$ 'de 5 saniye içinde karşılaşılan güçlük çok azdır ve herhangi bir tehlike söz konusu değildir (HKEK\_435-1-1, 1998).

**2.5.5. Akselerasyon etkilerini değiştiren faktörler.**  $G$  kuvvetlerinin etkisini değiştiren faktörler daha çok maruz kalınan etkinin şiddeti ve kapsamına göre değişmektedir (HKEK\_435-1-1, 1998).

**2.5.5.1.  $G$  miktarı.** Maruz kalınan  $G$  miktarı arttıkça tolerans düşer, kemikler + 25  $G$ 'ye kadar dayanabilir fakat insan kardiyovasküler sistem bu derece yüksek akselerasyona dayanamaz (HKEK\_435-1-1, 1998).

**2.5.5.2.  $G$  süresi.** İkinci olarak fark yaratan unsur maruz kalınan  $G$  süresidir. Bir saniyeden kısa süreleri kısa süreli  $G$ , uzun süreler ise uzun süreli  $G$  olarak sınıflandırılır. Örneğin ejection yapan bir pilot 1 saniyeden kısa süre 12-15  $G$ 'ye maruz kalır ve buna bağlı olarak vücudunda önemli bir rahatsızlık olmaz. Ancak bu süre 2 saniyeden uzun süre devam ederse, önemli lezyonlar ortaya çıkabilir (HKEK\_435-1-1, 1998).

**2.5.5.3.  $G$  artış oranı.** Bir saniye içerisinde artan  $G$  oranı (Jolt) vücutta etkisini artan bu orana göre farklı şekilde göstermektedir (HKEK\_435-1-1, 1998).

**2.5.6. Relax G toleransı.** Relaxed G toleransı, tedrici yükselen oranlı (Gradual Onset Rate-GOR) şekilde ölçülebilir. G artışı 10 saniyede 1 G olarak artırılırken kişi sakin duruşunu korur ve herhangi bir manevra yapmaz. Çevresel görüşü kaybetmeye başladığı G seviyesine relaks G toleransı denir. Bu esnada G-suit kullanılmaz. Görüş kaybı geliştiğinde tolerans sona ermiş demektir. Relaks G toleransı G kuvvetlerine karşı kardiyovasküler sistemin cevabın göstergesidir (Newman, 2016).

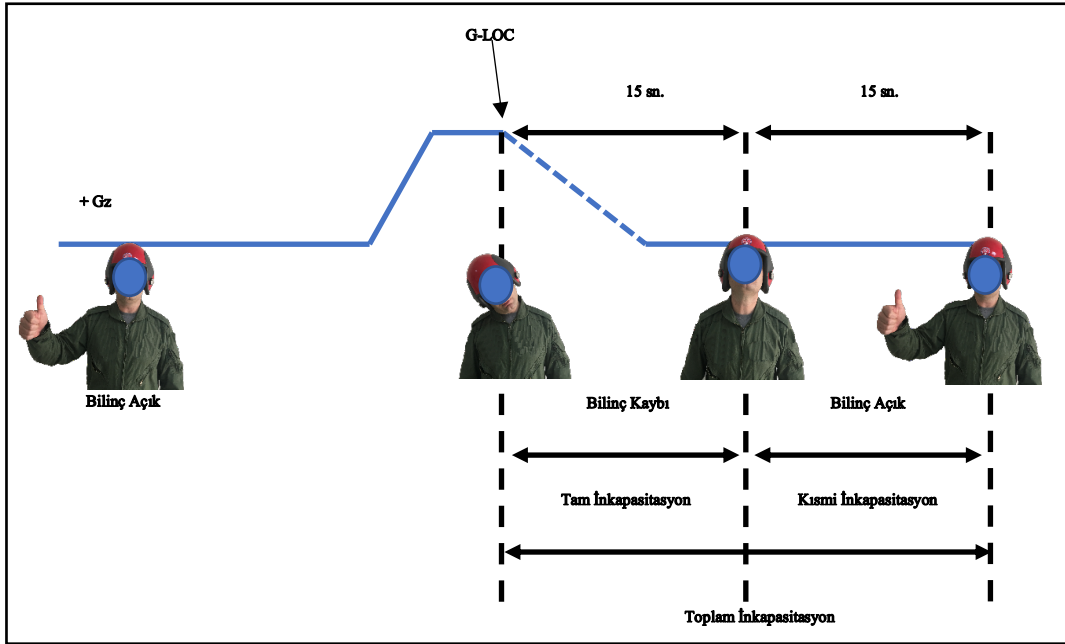
G-LOC 'a karşı bağışıklığı olan bir vücut tipi yoktur. Bazı uçuş ekibinin vücut yapıları G'ye karşı daha doğal dayanıklıdır bazının ise değildir. Vücut tipini oluşturan komponentler G toleransını önemli ölçüde artırabilir. Relaks G-toleransı uçuş ekibinde ortalama + 4.5 ile + 6.0  $G_z$  arasındadır. Relaks G toleransı 0.1 G/saniye başlangıç hızında belirlenir. Uçaklarda başlangıç hızı 6,0 G/saniye kadar deneyimlenebilir. Relaks G toleransı, AGSM sırasında daha az efor gerektirdiğinden daha fazla koruma sağlar, ancak maksimum G ulaşılan kadar tam bir AGSM'ye başlanılmalı ve sürdürülmelidir. Çalışmalar uzun boylu bireylerin daha düşük bir relaks G toleransına sahip olduğunu ancak etkili AGSM ile G toleransını dengelemenin mümkün olduğunu göstermektedir. Relaks G toleransı Rapid-Onset-Rate'e karşı koruma sağlamaz, yetersiz bir AGSM Rapid-Onset-Rate'in hemen sonrasında ciddi görme kaybına ve/veya G-LOC oluşmasına neden olabilir (AFRAM, 1999).

**2.5.7. G kuvvetlerine bağlı bilinç kaybı (G-LOC).** G kuvvetindeki artışa paralel olarak beyindeki kan dolaşımında hızlı ve kritik düzeyde azalması sonucunda, "G-LOC" (G-Induced Loss of Consciousness) oluşur. G-LOC ilk kez İngiltere'de 1. Dünya Savaşı sırasında "havada bayılma" olarak adlandırıldı ve askeri uçak kazalarına sebep oldu. ABD'de 1922'de Pulitzer hava yarışlarında karşılaşıldı (HKEK\_435-1-1, 1998).

G-LOC yetmezlik periyodu Şekil 3'te gösterilmiştir.

Şekil 3

*G-LOC yetmezlik periyodu*



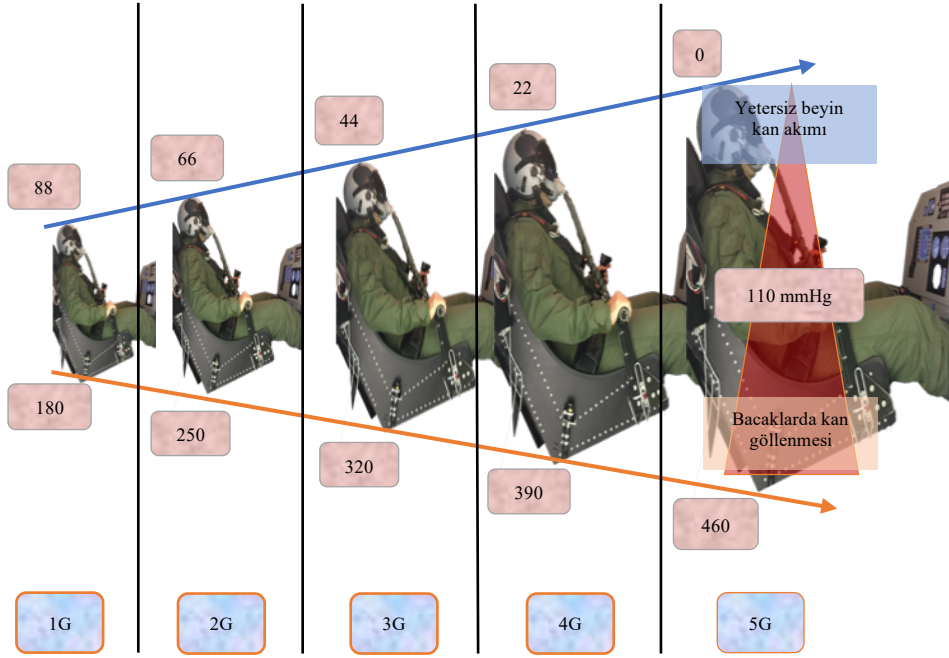
(Gradwell ve Rainford, 2016).

G-LOC, 1978'de performansı yüksek olan F-15'lerde G-LOC'a bağlı kazalara neden olabilecek uçuş raporlarından önce önemli kabul edilmiyordu. Performansı yüksek uçak kazalarının G-LOC'tan kaynaklandığı kesinleşince araştırma konusu olmuştur (HKEK\_435-1-1, 1998).

+ G<sub>z</sub> kuvvetinin oluşturduğu hidrostatik basınç gradiyenti Şekil 4'te gösterilmektedir.

Şekil 4

+  $G_z$  kuvvetinin hidrostatik basınç gradiyenti



(Gradwell ve Rainford, 2016).

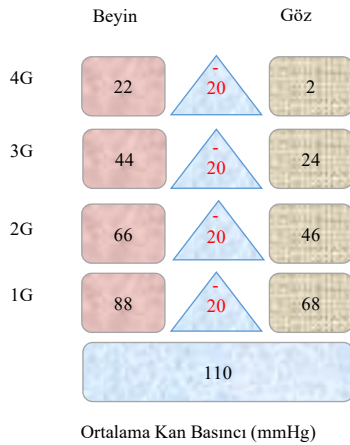
Oturur pozisyonda yetişkin bir insanda kalp ile beyin arasındaki mesafe yaklaşık 30 cm'dir. +1  $G_z$ 'ye maruz kalındığında hidrostatik basınca bağlı kafa seviyesindeki basıncın düşmesi yaklaşık olarak 22 mmHg olarak hesaplanır. Böylece istirahat halindeki kalp ve baş arasındaki hidrostatik basınç farkı 22 mmHg olacaktır. +1  $G_z$ 'de baş bölgesinde hidrostatik basınç yaklaşık 98 mmHg'dır. Benzer şekilde +5  $G_z$  maruziyeti sonrası yaklaşık 110 mmHg'lık bir hidrostatik basınç düşüklüğüyle sonuçlanacaktır. Her +  $G_z$  artışında 22 mmHg azalış gerçekleştiğinde yaklaşık +5  $G_z$  de beyinde yetersiz kan akımı oluşacak ve bayılma gelişecektir. (Herhangi bir anti-G gerilme manevrası yapılmadan ve koruyucu elbise giyilmeden). Aynı şekilde kalp seviyesi altında her 30 cm'lik mesafe ve her +1  $G_z$  de kan basıncında 22 mmHg artış olacağından +5  $G_z$  de bacak bölgesinde hidrostatik basınç yaklaşık 460 mmHg'ya ulaşacaktır. Kanın periferde göllenmesi, sağ kalbe dönüşte azalması ve süre uzadıkça ödem gelişecektir (Davis ve ark., 2008).

+  $G_z$  kuvvetleri arttığında hissedilen ilk bulgular görsel değişikliklerdir. Havacılık tarihinde ilk defa 1920 yılında + 4.5 G Henry Head tarafından bayılma öncesinde gökyüzünün kararması şeklinde tarif edilmiştir. Akselerasyon miktarı artıkça görüş keskinliğinin giderek azaldığı insan santrifüj deneylerinde de gösterilmiştir (Shender, Forster, Hrebien, Ryoo, ve Cammarota, 2003).

+  $G_z$  seviyelerinde serebral ve göz seviyesindeki ortalama kan basıncı Şekil 5'te gösterilmiştir.

Şekil 5

+  $G_z$  seviyelerinde serebral ve göz seviyesindeki ortalama kan basıncı



(Shender ve ark., 2003).

+  $G_z$  kuvvetlerine kademeli olarak maruz kalındığında göze ulaşan kan miktarının düşmesine bağlı olarak görüş alanının periferik kısmı kaybolmaya ve renkli görme azalmaya başlar. Göz küresi 15-20 mmHg civarında olan intraoküler basınca sahiptir. Retinal kan dolaşımının sağlanması için arteriyel kan akımı basıncının gözün kendi iç basıncından yüksek olması gerekir. Göz düzeyinde sistolik arter basıncı 50 mmHg' ya düştüğünde gri görüş (Grey-out) denilen renkli görüş kaybı başlar. Devamında veya beraberinde periferik görüş kapanır (tünel görüş) ve merkezi görüşün korunur. Göz seviyesi sistolik arter basıncı 20 mmHg' ya düştüğünde retinal kanlanmanın tamamen kesilmesiyle görüş tamamen kaybedilir. Bilinç açık

olsa da kişinin görmesi kaybolmuştur (Black-out). + G<sub>z</sub> maruziyeti azalırsa, görsel semptomlar hızlıca ortadan kalkar. Görüşün kaybolduğu Black-out durumu, acil olarak gerekli önlem alınmadığı zaman bilinç kaybının kısa bir süre sonra oluşacağını bildiren hayati bir uyarı özelliği taşır (Shender ve ark., 2003).

**2.5.8. G toleransını artıran yöntemler.** Kişinin kardiyovasküler sistemi, G esnasındaki yorgunluk düzeyi, fiziksel yapısı, istirahatte iken kan basıncı, aerobik ve anaerobik mekanizmalar gibi birçok faktör G toleransını etkiler. Dr. Per Tesch'in araştırma bulgularına göre, G toleransını etkileyen 4 faktör vardır; bunlar boy, vücut yağ tabakası, kalp hacmi ve kas kitlesi olup, birbirleriyle ilişkileri şu biçimde formüle edilmiştir; G toleransı, kişinin boyu ve vücut yağ tabakası yüzdesi ile ters; kalp hacmi ve kas kitlesi ile doğru orantılıdır (HKEK\_435-1-1, 1998). Bireysel G toleransını belirlemede kişinin yaş, boy, kilo, fiziksel kondisyonu ve nominal kan basıncı düzeyi önemlidir (Wei, 2000).

**2.5.8.1. G toleransını etkileyen biyolojik faktörler.** Kişinin kardiyovasküler sistemi, G esnasındaki yorgunluk düzeyi, fiziksel yapısı, istirahatte iken kan basıncı, aerobik ve anaerobik mekanizmalar gibi birçok faktör G toleransını etkiler. (Wei, 2000).

**2.5.8.2. G toleransını etkileyen çevresel faktörler.**

**2.5.8.2.1. Isı ve dehidratasyon.** Hipertermi, vazodilatasyona neden olur. Bunun sonucunda vasküler direnç ve kan akımı azalır. Dolayısıyla hipertermi hem G düzeyi toleransını hem de G süreklilik toleransını azaltır. Örnek: Vücut ısısı 37 °C den 38,5 °C ye çıktığında, 1,5 °C'lik bu artış, G toleransını 0.9 G azaltır. Ancak cilt ısısında 32,6 °C den 35,1 °C ye kadar 2,5 °C'lik bir ısı artışı olup da vücut ısısında değişiklik olmazsa G toleransı yalnızca 0.3 G azalır. Isı kaybı olmadan sodyum kaybı ile gelişen dehidratasyon ROR ve GOR toleransında belirgin bir azalmaya neden olur. Örneğin, 60 gün 10 mEq. gibi düşük miktarda sodyum alınırsa plazma volümü %16 azalır. Bu da "relaxed GOR G toleransında" 0.5 G'lik ve de "relaxed ROR G toleransında" da 0.9 G'lik bir azalmaya neden olur. Soğuk, G toleransını hafif şekilde

arttırmaktadır. Cilt ısı 25 °C ye düştüğünde, yani titreken G toleransı 0.4 G artar. Ancak bunun, bilimsel araştırmalar dışında G toleransını arttıran bir yöntem olarak pratikte kullanılması düşünülemez (HKEK\_435-1-1, 1998).

2.5.8.2.2. *Solunan gaz karışımları*. Relaxed G toleransı öncelikle arteriyel kan basıncının bir fonksiyonudur. 23 mmHg.lık kan basıncı 1 G'ye eşdeğerdir. G toleransı ayrıca anaerobik kapasitenin de bir fonksiyonu olduğundan, solunan gazlardaki oksijen konsantrasyonunun değişmesi muhtemelen doğrudan G süresi toleransını etkilemeyecektir. Ancak AGSM esnasında iskelet kaslarının lokal kan akımındaki dolaylı etkilerine bağlı değişim olabilir. Solunan gaz karışımlarının (karbondioksit oranının ve/veya oksijen miktarının artırılması/azaltılması gibi) kalp-damar sistemi üzerinde etkileri vardır (HKEK\_435-1-1, 1998).

Hipoksi-Hiperoksi (oksijen azlığı veya fazlalığı): Gauer ve Burgess isimli araştırmacılar %10 oksijen solunulduğunda veya 5500m. yüksekliğe çıkıldığında relaxed G toleransının 0.5 G azaldığını saptamışlardır. 1 G'lik bir ortamda %10 oksijen solunması arteriyel kan basıncını 10 mmHg. azaltır. Bu da hipoksidede %35 artan beyin kan akımına rağmen ortaya çıkan tolerans azalışını açıklar. %100 oksijen solunması durumunda, başlangıçta arteriyel kan basıncında yaklaşık 10 mmHg.lık bir artışla birlikte G toleransında 0.5 G'lik bir yükseliş gözlenir. Ancak bu durum oksijen solunmasının devamında ortadan kaybolur. Çünkü solunan oksijene bağlı beyin kan akımı %13 oranında azalır (HKEK\_435-1-1, 1998).

Hipo-Hiperkapni (karbondioksit azlığı veya fazlalığı): Hiperkapni belirgin bir şekilde relaxed G toleransını yükseltir. Bu, arteriyel kan basıncını ve beyin kan akımını arttırması yoluyla olur. %7,6 karbondioksit solunması arteriyel kan basıncını 30 mmHg. ve beyin kan akımını %75 arttırır. Krutz adlı araştırmacı %5.2 karbondioksit solunmasının 0.5 G; %7.9 karbondioksitin ise 0.7 G relaxed G toleransı artışı getirdiğini bildirmiştir (HKEK\_435-1-1, 1998).

2.5.8.2.3. *Sıklıkla akselerasyona maruz kalmaya bağlı adaptasyon.* Bu durum sistematik olarak insanlar üzerinde incelenmemiş olmasına rağmen zamanla bazı kanaatler oluşmuştur. Spence ve arkadaşları, “Benzetilmiş Hava Muharebesi-SACM” uçuşlarında pilotların maksimum tolerans göstermeleri için sıklıkla (her hafta) G’ye maruz kalmanın gerekli olduğunu ileri sürmektedirler. Boutellier ve arkadaşları, 3 G’ye sık sık maruz kalan kişilerin, yarım saat süreyle bu düzeyde G’ye dayanabileceklerini iddia etmişlerdir. Fakat konunun ilginç yanı, bu kazanımın G’ye 2 hafta maruz kalınmazsa kaybolduğudur (HKEK\_435-1-1, 1998).

Yüksek G'ye maruz kalındığında özellikle bacaklarda ortaya çıkan peteşial kanamalar da sık sık yüksek G kuvvetlerine maruz kalan uçucularda daha az görülmektedir. Birçok hayvan deneyleri de sıklıkla G'ye maruz kalmakla G toleransının arttığını göstermiştir. Bunun, baroreseptörlerin de içinde bulunduğu dolaşımı destekleyen faktörlerdeki modifikasyona bağlı olduğu düşünülse de doyurucu bir açıklaması henüz yapılamamıştır (HKEK\_435-1-1, 1998).

2.5.8.4. *Push-pull etkisi.* 0 G veya negatif G’nin hemen ardından pozitif G’ye maruz kalındığında G toleransı önemli ölçüde azalmakta ve oldukça düşük G seviyelerinde bilinç kaybı (G-LOC) ortaya çıkabilmektedir. İtme-çekme etkisi olarak Türkçeleştirebilecek olan bu fenomene “push-pull effect” ismi verilmektedir. Bu durumun analizini yapmak için değişen G kuvvetleri altında vücutta işleyen fizyolojik mekanizmalara göz atmak gerekir. Fizyolojik olarak negatif G'ye maruz kalındığında, kan basıncı artar ve damar basınç değişikliğini algılayan reseptörlerin aktivitesi azalır. Takiben sempatik sinir sisteminin negatif yönde etkilenmesiyle damar direnci, nabız sayısı ve kalpten çıkan kan miktarı da azalır. Pozitif G’de ise, fizyolojik işleyiş tersine dönerek arteriyel kan basıncında azalma, nabız sayısı, damar direnci ve kalpten çıkan kan miktarında artış olur. Pilotun lövyeyi herhangi bir gerekçeyle öne itip, bir süre sonra geri çekmesiyle, önce negatif ve sonra pozitif G kuvvetlerine peş peşe maruz kalındığında ise, ani kalp atışı yavaşlaması, ritim düzensizliği ve damar genişlemesi olur. Bu durumda beyin kan dolaşımında ani bir değişiklik ve G toleransı düzeyinde belirgin bir düşüş



olur. Anti-G suit bu durumu bir ölçüde telafi etse de tamamen ortadan kaldıramaz (HKEK\_435-1-1, 1998).

**2.5.9. G'den korunma yöntemleri.** Dik oturur pozisyonda, bir kişinin ROR-G toleransı yaklaşık + 4 G'dir. Ancak +9 G kapasiteli savaş uçaklarında uçuşu beklenen pilotların G toleranslarını ortalama 5 G daha arttırmaları gerekmektedir. Bunu sağlayabilmek üzere bazı sistem ve yöntemler geliştirilmiştir (HKEK\_435-1-1, 1998).

**2.5.9.1. Anti-G suit.** İlk olarak anti-G suit 1932 yılında şişirilebilen bir bel kemeri olarak Harvard Halk Sağlığı Okulundan Dr. Cecil Drinker ve ABD Deniz Kuvvetleri Aeronatik Bürosundan John Poppen tarafından geliştirilmiştir. Bu kemer önce köpeklerde sonra insanlarda denenmiş, ancak G'den çok az korunma sağladığı için araştırmaya devam edilmemiştir. 2. Dünya Savaşında az da olsa G toleransını arttıran bu yöntem yeniden araştırmaya başlanmış ve günümüzde kullanılan anti-G suit'lerin prototipi David M. Clark, Dr. E. J. Baldes ve Earl Wood tarafından geliştirilmiştir. Bu giysi, şişirilen 5 tane keseden oluşmaktadır. Bu hava keseleri ateşe dayanıklı kumaşla kaplıdır. Giysi, maksimum yarar sağlanması için vücuda uygun olarak ayarlanma olanağına sahiptir (HKEK\_435-1-1, 1998).

Anti-G suit'in şişirilmesi için jet motorunun havasından yararlanılır. Buradaki basınç G'ye duyarlı valf sistemi ile kontrol edilir. 2 G aşıldığında bu giysi otomatik olarak uçağın kompresörleri tarafından şişirilir. Her G artışında 8.6 – 10.4 kPa (1.25 – 1.5 psi) basınç artışı görülür. Maksimum basıncı ise 69 kPa (10 psi)'dir. 5 G veya daha az kapasiteli uçaklarda bu giysiye gerek yoktur. Ancak daha yüksek performanslı olan günümüz savaş uçaklarında G suit çok önemlidir. Çünkü, G kuvveti nedeniyle meydana gelen zorlanmalar, yorgunluk, şaşkınlık ve güvensizlik azaltılmış olur (HKEK\_435-1-1, 1998).

Anti-G suit'in en önemli fizyolojik fonksiyonu arteriyel kan basıncını arttırmasıdır. Bu artış + 4 G'ye maruz kalındığında ortalama 15 mmHg.'dir. Bu da G toleransını 0.7 G kadar arttırır; yani anti-G suit'in sağladığı faydanın %50'si tansiyon artışı ileler. Geri kalan %50'sini

ise bu giysinin karın bölgesinde şişmesi nedeniyle, diyaframı ve kalbin yukarıya itilmesi ve kalp-göz (beyin) mesafesinin ortalama 3 cm. kısalmasıyla sağlanır (HKEK\_435-1-1, 1998).

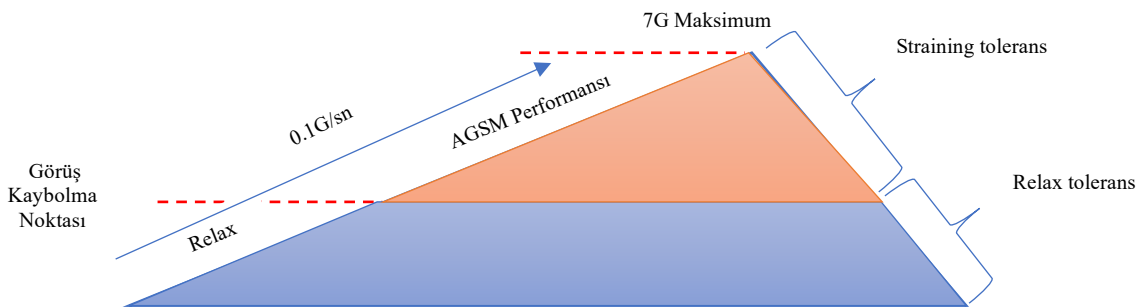
Anti-G suit giyen ve giymeyen iki pilotun karın ve bacak bölgelerinde G'ye maruz kaldığı esnada sıvıların yer değişimi değerlendirilmiştir. Her iki pilota da GOR profili uygulanmış; anti-G suit giymeyen pilot + 5 G'ye, anti-G suit giyen ise + 7 G'ye kadar yükseltilebilir santrifüj profiline maruz bırakılmışlardır. Anti-G suit giymeyen pilotta karın ve bacak bölgelerinde %10 sıvı artışı olurken, giyen pilotta %10 sıvı azalışı gözlenmiştir. Burada dikkat çeken konu anti-G suit giyen ve giymeyen pilotlarda 3 G'ye kadar sıvı değişiminin aynı olduğudur. Bunun nedeni, anti-G suit'in +2 G'den sonra şişmeye başlaması ve +3 G'den sonra farklılıkların ortaya çıkmasıdır. Ayrıca anti-G suit, venöz dönüşü arttırmak yoluyla da kardiyak çıktıyı destekler. Bunun da yorgunluğu azalttığı kabul edilir (HKEK\_435-1-1, 1998).

**2.5.9.2. Anti-G straining manevrası (AGSM).** Kol ve bacak kaslarının kasılması ve göğüs içi basıncının artırılmasıyla arteriyel kan basıncının yükselmesi sonucu G toleransının da artacağı 1924 yılında ilk olarak Fransa'da düşünüldü. Ancak bunun bir kas kasılma manevrası olarak uçuşta kullanılabileceği 1933 yılında İngiltere'de Stainfort tarafından ortaya atıldı. O tarihte böyle bir manevranın G toleransını 2 G arttıracığı rapor edilmiş olmasına karşın üzerinde pek çalışılmamış ve rutin kullanıma geçilememiştir (HKEK\_435-1-1, 1998).

Kademeli G artışı ve AGSM manevrası başlangıcı Şekil 6'da gösterilmiştir.

Şekil 6

*Kademeli G artışı (Relax G - AGSM performansı)*



2. Dünya savaşı başlangıcında, savaş uçağı pilotlarının yüksek G manevraları esnasında kendilerini Black-out ve G-LOC olmaktan kurtaracak düzeyde G toleranslarının olmadığı ortaya çıktı. Bunun üzerine ABD'de 1941 yılında Mayo Klinikten Dr. Baldes ve Wood tarafından insan santrifüjü çalışmaları başlatıldı. Bu araştırma grubu, kısmen kapalı glottise karşı zorlu ekspirasyon ile koordineli olarak istemli kas kasılmasının G toleransını belirgin bir şekilde arttırdığını buldular. M-1 manevrası adı verildi. Yüksek G esnasında kısa aralıklarla uygulanan bu manevra pilotlara “Hey!” sesi tekrar ettirilerek öğretildi. 1970'li yılların sonlarına doğru ABD Hava Kuvvetleri Hava ve Uzay Hekimliği Okulu, M-1 manevrasının bir varyasyonu olan “L -1 manevrasını” geliştirdi (HKEK\_435-1-1, 1998).

L-1 manevrasında istemli kas kasılmasının yanı sıra, tamamen kapalı glottise karşı zorlu ekspirasyon yapılmaktadır. Bunun en önemli avantajı, uzun süre G'ye maruz kalındığında boğazı M-1 manevrasına göre daha az tahriş etmesidir. Genel tıpta Valsalva manevrası olarak bilinen M-1 ve L-1 manevraları günümüzde beraberce “Anti-G Straining Manevraları- AGSM” olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntemler, yüksek ve uzun süreli G kuvvetlerine maruz kalınması sırasında veya hemen öncesinde kol-bacak ve karın kaslarının kasılması, kısmen veya tamamen kapalı glottise karşı zorlu nefes vermeyi kapsar. Nefes alma süresi 1 saniye veya daha az sürerken, nefes tutma ve ıkınma 3-4 saniye devam ettirilerek göğüs içi basıncı yüksek tutulmaya çalışılır; böylelikle arteriyel basınç, baş düzeyinde 3-4 saniyede bir (nefes alış-verişteki 1 sn. süresinde) düşse bile, bilinç kaybına neden olmaz. Bu manevranın kuralına tam uygun yapılması, 4 G tolerans artışı sağlar. Son zamanlarda Rusların geliştirdiği fakat ayrıntıları açıklanmayan T manevrası ise, Budizm'in Tantra kavramından esinlenerek ve nefes tutma yerine, pelvis-perine kaslarının uygun biçimde kasılmasıyla G toleransını yüksek tutmayı sağlayan bir yöntemdir. Ayrıca Çinlilerin de gene nefes tutma prensibi dışında, sadece karın, bacak ve göğüs adalelerini kasarak G kuvvetlerine karşı koruma sağlayabildiklerine ilişkin bilgiler alınmaktadır. AGSM'nin hangi şekilde yapılırsa yapılsın, etkinliğini azaltan en önemli

etken, bir süre sonra uçucunun yorulmasıdır. Bu nedenle G toleransı, uçucunun kas gücü ve anaerobik kapasitesi ile çok yakından ilgilidir (Bain, 1999).

Anti-G Straining Manevrasına fizyolojik cevap ise şu şekildedir. AGSM'nin fizyolojik temeli, zorlu nefes verme ile oluşturulan göğüs içi basıncı artışının doğrudan kalbi basınç altına alarak göz (beyin) düzeyinde arteriyel kan basıncını arttırmasıdır. Bu arada, karın kasları başta olmak üzere tüm kasların kasılmasının da venler üzerine basınç uygulayarak kanın aşağı dokulara kaçmasını bir ölçüde bloke etmesi yarar sağlamaktadır. AGSM, ayrıca göğüs içi basıncı arttırarak venöz dönüşü olumsuz yönde etkileme meylinindedir. Bu durum; kol-bacakların kasılması ve anti-G suit giyilmesinin bacaklara ve karın içine basınç yapması, nefes almanın 1 saniyeden kısa ve nefes vermenin 3-4 saniyede bir zorlu bir şekilde yapılması yoluyla önlenmeye çalışılır. Yeterli bir venöz dönüşün sağlanması için venöz sistemin desteklenmesi zorunludur. İşte bunun için anti-G suit basıncının, göğüs içi basıncından 4 kat fazla olması gerekir. Zaten anti-G suit de bu şekilde dizayn edilmiştir. Örneğin, + 6 G altında AGSM uygulanırken, göğüs içi basıncı 6.9 kPa (1 psi) iken, anti-G suit'in basıncı 41.4 kPa (6 psi)'dir (Bain, 1999).

AGSM'nin savaş uçağı uçucularına öğretilmesi yaşamsal önemde bir tekniktir (Fernandes, Linder, Krock, Balldin, ve Harms-Ringdahl, 2003) Teorik öğretinin yanı sıra simülatörlerde pratik yaptırılması gerekir. Bu nedenle havacılıkta iddialı birçok ülkede santrifüj eğitimleri yapılmaktadır (HKEK\_435-1-1, 1998).

**2.5.9.3. G kuvvetlerine karşı korunmada pozitif basınçlı solunum.** Pozitif basınçlı solunum (Positive Pressure Breathing - PPB), bir regülatör vasıtasıyla solunan gaza basınçlama yapılmasıdır. Bu solunumun G toleransını attırmak üzere bir sistem şeklinde kullanılması ise, G kuvvetlerine karşı korunmada pozitif basınçlı solunum (Positive Pressure Breathing for G Protection-PBG) olarak isimlendirilmektedir (Wei, 2000). Esasen 12000m.'den yüksek irtifalara çıkıldığında hipoksiden korunmak üzere bu sistem kullanılmaktadır ve buna "irtifaya

karşı korunma sağlayan pozitif basınçlı solunum” (Positive Pressure Breathing for Altitude Protection - PBA) denilmektedir. Böylelikle aynı teknikle çalışın PBA ve PBG kullanım amacına göre farklılıklar göstermektedir (HKEK\_435-1-1, 1998).

PBA'nın yüksek irtifalarda kullanımı, 1941 yılında Gagge ve arkadaşları tarafından ileri sürülmüştür. Bu tekniğin + G kuvvetlerine karşı koruyuculuğu ise 1952 yılında Wood ve Lambert tarafından önerilmişse de ayrıntılar pek iyi açıklanamamış, hatta G toleransını doğrudan arttırmayıp sadece anti-G suit'in etkinliğini arttırdığı belirtilmiştir (HKEK\_435-1-1, 1998).

## 3.BÖLÜM

### YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmaya 2018 yılında Nisan-Temmuz ayları arasında 25-35 yaşları arasında, uçuş fizyolojisi eğitimi almış ve sağlık muayenesi mevcut olan gönüllü 41 erkek katılmıştır. Bu araştırma için Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığından 22.03.2018 tarihi 2018-14 sayılı kararı ile etik kurul onayı alınmıştır. Araştırma için gerekli izinler alınmıştır. Katılımcıların kimlik bilgileri ve özellikleri kişisel olarak açıklanmamıştır. Bu araştırmada deneysel araştırma modellerinden Korelasyon ve Nedensel-karşılaştırma modeli uygulanmıştır.

Araştırmaya dahil edilme kriterleri: Uçuş Fizyolojisi eğitimi almak amacıyla sağlık kurulu raporu almış olmak, çalışma süresince ölçümleri etkileyecek sağlık problemi veya öncesinde sakatlık yaşamamış olmak ve 25-35 yaş arasında erkek olmak.

Araştırmaya dahil edilmeme kriterleri: Ölçümleri etkileyecek şekilde bir sakatlığı veya hastalığı bulunmak, katılımcının gönüllü olarak onam formunu imzalamaması.

Gönüllü ve/veya hastanın araştırmadan çıkarılma kriterleri: Katılımcının kendi isteği ile ölçümleri sonlandırmak istemesi ve ölçüm cihazlarında ortaya çıkabilecek problemler (bozulması vb).

#### 3.2. Evren ve Örneklem

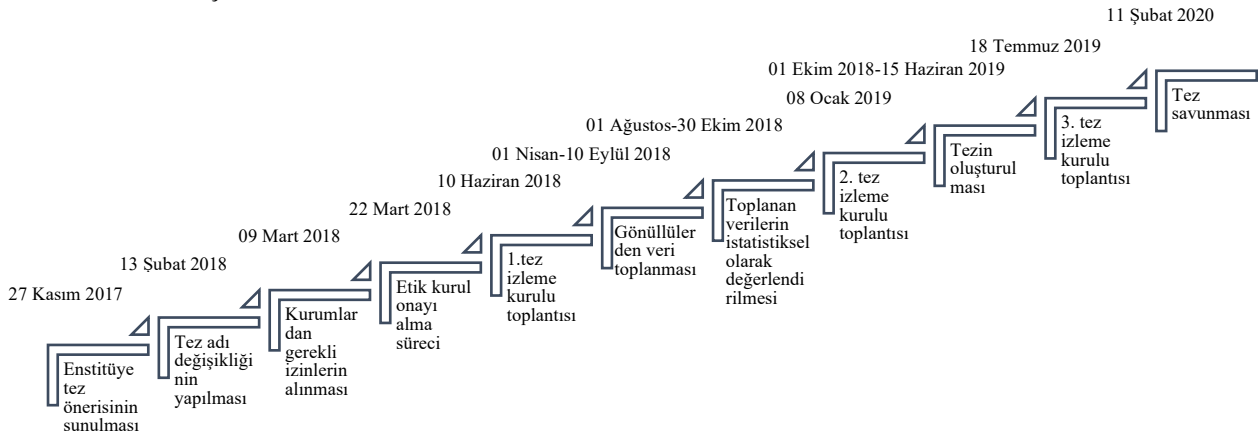
Araştırmanın evrenini Türkiye'deki uçuş fizyolojisi ve G-LAB eğitimi almış, 25-35 yaşları arasındaki erkekler oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini uçuş fizyolojisi ve G-LAB eğitimi almış, tarihi geçerli sağlık raporu olan, çalışmaya katılmaya istekli 41 erkek (Yaş  $30.6 \pm 1.0$  yıl, Boy  $177.3 \pm 5.3$  cm, Ağırlık  $65.4 \pm 8.5$  kg, VKİ  $22.9 \pm 2.1$  kg/m<sup>2</sup>) katılımcı oluşturmaktadır.

### 3.3. Uygulama Prosedürü

Araştırma Kasım 2017 tarihinde tez önerisinin enstitüye sunulması ve kabulü ile başlamıştır. Bu tezin gerçekleşmesi aşamaları Şekil 7’de gösterilmiştir.

Şekil 7

Tez aşamaları



Katılımcılara yapılacak testlerden bir gün öncesinde zorlayıcı fiziksel aktivite yapmamaları ve test günlerinde iki saat öncesinde yiyecek maddesi ve ilaç, kahve gibi uyarıcı madde tüketmemeleri konusunda uyarılmışlardır.

Katılımcılar yapılacak testlerle ilgili detaylı bilgilendirme yapıldıktan sonra testler öncesinde fiziksel aktivite durumlarını belirlemek üzere uluslararası fiziksel aktivite anketi kısa formu (IPAQ) ile uygulanan testlerin algılanan zorluk seviyesini belirlemek üzere Modifiye Borg skalası (MBS) uygulanmıştır.

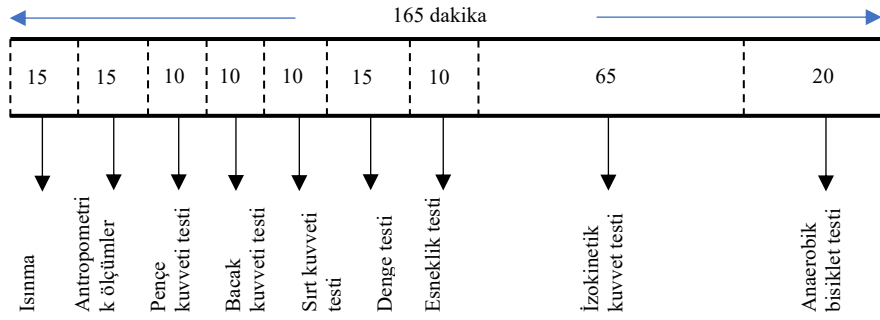
Araştırmada katılımcılar 10 farklı zamanda ortalama 5’şer kişilik gruplar oluşturularak testlere alınmışlardır. Fiziksel ve fizyolojik kapasite testleri bir denek için arka arkaya olmayacak şekilde iki farklı günde yapılmıştır. G toleransı testi ise ortalama 10 kişilik gruplarla arka arkaya 2 günde yapılmıştır. 1. gün testleri saat 09:00’da başlatılmış ve 11:45’te sonlandırılmış (165 dakika), 2. gün testleri 09:00’da başlatılmış ve 11:15’te sonlandırılmış (135 dakika), 3. gün testi 08:30’da başlatılmış 11:30’da sonlandırılmış (180 dakika), 4. gün testi 08:30’da başlatılmış 11:00’da (150 dakika) sonlandırılmıştır. Her bir denek için ise 1. gün ortalama 33 dakika, 2. gün ortalama 24 dakika, 3. gün ortalama 18 dakika, 4. gün ortalama 15

dakika süre ayrılmıştır. 4 katılımcıdan 1 tanesi testlere devam etmek istememiş, 3 tanesi de G-LOC oldukları için araştırmadan çıkartılmıştır. Araştırmaya katılan gönüllüler Relax G profilinde manevraya başlangıç ile maksimum çekilen G arasındaki zamana göre G toleransı yüksek olanlar G1, G toleransı düşük olanlar G2 olarak 2 gruba ayrıldı. Testlerin günlere göre zamanlamaları Şekil 8’de gösterilmiştir.

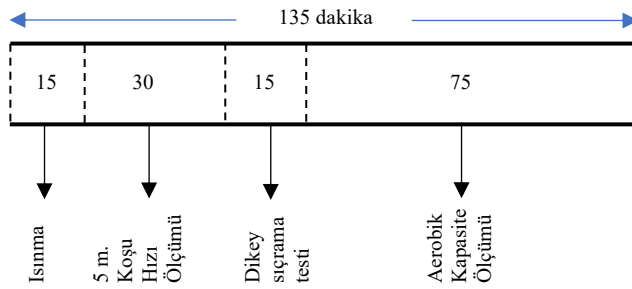
Şekil 8

### Yapılan ölçümlerin zamansal planlaması

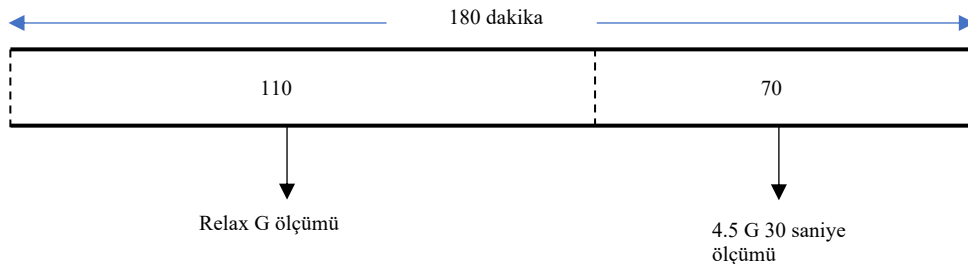
#### 1. Gün Ölçümleri: 09:00 / 11:45



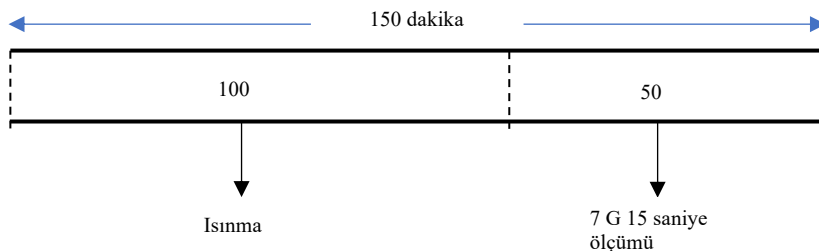
#### 2. Gün Ölçümleri: 09:00 / 11:15



#### 3. Gün Ölçümleri: 08:30 / 11:30



#### 4. Gün Ölçümleri: 08:30 / 11:00





Testler 3 farklı G profiline göre yapılmıştır. Relax G belirli bir süre içerisinde değil her deneğin kendi performansına göre belirlendiği için fiziksel özelliklerin tümü ile fizyolojik özelliklerden aerobik ve anaerobik kapasite, KAH ve O<sub>2</sub> saturasyonu ölçümleri ile birlikte değerlendirilmiştir. KAHD için süreler farklı olacağından değerlendirme kapsamına alınmamıştır. + 4.5 G 30 sn. ve + 7 G 15. sn. profillerinde zaman belirli olduğu için katılımcı G-LOC olmadığı takdirde fizyolojik özelliklerden KAH, O<sub>2</sub> saturasyonu ve KAHD (R-R Ort., SDNN, RMSSD), aerobik ve anaerobik kapasite ölçümleri değerlendirilmiştir. Bu iki profilde “başardı-başaramadı” şeklinde 2 durum olduğu ve grupta 3 kişi G-LOC olduğu için fiziksel test sonuçları bu profillerde değerlendirilmemiştir.

### 3.4. Veri Toplama Araçları

*Anket doldurulması:* Testler öncesinde fiziksel aktivite durumunu belirlemek üzere uluslararası fiziksel aktivite anketi (IPAQ) ile testlerin algılanan zorluk seviyesini belirlemek üzere Borg skalası uygulanmıştır.

Uluslararası fiziksel aktivite anketi kısa formu (IPAQ): Uluslararası Fiziksel Aktivite Değerlendirme Anketi (IPAQ) kısa formu 15-65 yaşlarındaki katılımcıların fiziksel aktivite düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir (Craig ve ark., 2003). Fiziksel aktivite düzeyi Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi (IPAQ) Türkçe sürümü kullanıldı (Saglam ve ark., 2010). Son yedi gün içerisinde yapılan egzersizler şiddetine göre ayrılarak sorulmakta, yedi sorudan oluşmakta ve oturma, yürüme, orta düzeyde şiddetli aktiviteler ve şiddetli aktivitelerde harcanan zaman hakkında bilgi sağlamaktadır. IPAQ kısa formunun geçerlilik ve güvenilirliğine yönelik çalışmalar da mevcuttur (Booth, 2000; Craig ve ark., 2003; Karaca, 2007).

Modifiye Borg Skalası (MBS): Borg tarafından fiziksel egzersiz sırasında harcanan çabanın ölçülmesi amacıyla geliştirilmiştir (Borg, 1982). Derecelerine göre dispne şiddetini tanımlayan on maddeden oluşur. Modifiye Borg Skalası (MBS)'nda dispne şiddetinin

tanımlanıyor olması hastalar açısından daha kolay uygulanmasını sağlamaktadır (Burdon, Juniper, Killian, Hargreave, ve Campbell, 1982).

Yapılan çalışmalarda; MBS'nin istirahat ve efor dispne şiddetinin belirlenmesinde güvenilir bir ölçek olduğu ve solunum sayısı ve solunum fonksiyon testleri ile ilişki gösterdiği belirtilmektedir (Akkoca, Öner, Saryal, Karabıyıkoglu, ve Gürkan, 2001; Grant ve ark., 1999; Yapucu, Kara, ve Erbağcı, 2012; Yürüktümen, Karcıoğlu, Topacoğlu, ve Karbek, 2009).

Ayrıca, MBS'nin uzun dönemde tekrarlanabilirlik açısından diğer ölçeklere göre üstünlüğü olduğu ve hastaların ventilatuar rezervlerinin ön görülmesinde de kullanılabileceği vurgulanmaktadır (Özalevli ve Uçan, 2004; Tepetam, 2007).

*Boy ölçümü:* Boy ölçümleri antropometrik set (Holtein Harpenden 601, Holtain Ltd., UK) ile yapılmıştır.

Şekil 9

*Boy ölçümü*



*Vücut kompozisyonu:* Bioempedans vücut kompozisyon analizörü (Inbody 270, Inbody Co.Ltd., Korea) kullanılmıştır. Katılımcıların ağırlıkları, yağ oranları, kas kütleleri ve vücut ölçümleri hesaplanmıştır.

Şekil 10

*Bioempedans vücut analizi cihazı*



*Sağ ve sol el kavrama kuvveti:* Ölçüm el dinamometresi (Takei T.K.K.5401, Takei Scientific Instruments Co. Ltd., Japan) ile yapılmıştır. Katılımcıya 2 dk. ısınma süresi verildikten sonra, ayakta iken ölçüm yapılan kol bükülmeden ve vücuda temas ettirilmeden, kol vücuda 10-15 derece uzakta sağ ve sol el için 3 defa ölçüm yapılmış, kg cinsinden en iyi değer ölçüm sonucu olarak kaydedilmiştir.

Şekil 11

*El kavrama kuvveti ölçüm cihazı*



*Sırt kuvveti:* Ölçüm Takei marka sırt ve bacak dinamometresi ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıya 2 dk. ısınma süresi verildikten sonra, katılımcıdan ayakta dizleri gergin durumda dinamometre sehpasının üzerine ayaklarını yerleştirerek kolları gergin, sırtı düz ve gövdesi hafifçe öne eğik iken elleriyle kavradığı dinamometre barını dikey olarak maksimum oranda 3 defa yukarı çekmesi istenmiş ve kg cinsinden en iyi değer ölçüm sonucu olarak kaydedilmiştir.

*Bacak kuvveti:* Ölçüm, sırt ve bacak dinamometresi (Takei T.K.K.5402, Takei Scientific Instruments Co. Ltd., Japan) ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıya 2 dk. ısınma süresi verildikten sonra, katılımcıdan ayakta dizleri bükülü durumda dinamometre sehpasının üzerine ayaklarını yerleştirerek kolları gergin, sırtı düz ve gövdesi hafifçe öne eğik iken elleriyle kavradığı dinamometre barını dikey olarak maksimum oranda bacaklarını kullanarak 3 defa yukarı çekmesi istenmiş ve kg cinsinden en iyi değer ölçüm sonucu olarak kaydedilmiştir.

#### Şekil 12

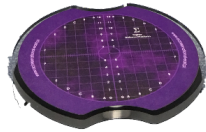
*Sırt ve bacak kuvveti ölçüm cihazı*



*Denge:* Portatif kablosuz dinamik denge ölçüm sistemi (Sigma Platforma Balansowa, AC International East SP Z O.O., Poland) kullanılarak yapılmıştır. 30 saniye süre ile statik olarak denge ölçümü yapılacak ve başlangıç merkezi içerisinde kat edilen alan cm<sup>2</sup> olarak, toplam kat edilen mesafe cm olarak ölçülerek kaydedilmiştir.

Şekil 13

*Portatif kablosuz denge ölçüm sistemi*



*Esneklik:* Esneklik sehpası (Baseline Sit and Reach 12-1085, FabricationEnterprises Inc., USA) kullanılmıştır. Katılımcılar egzersiz minderini üzerinde ayakkabıları olmadan dizler bükülü olacak şekilde 3 defa esneklik sehpası boyunca uzanmaları istenmiş ve ölçümlerin ortalaması kaydedilmiştir.

Şekil 14

*Esneklik sehpası*



*İzokinetik kuvvet:* İzokinetik kas kuvveti ölçüm cihazı (Humac Norm, Computer Sports Medicine Inc., USA) kullanılmıştır. İzokinetik kontraksiyona uyum sağlanması için test öncesinde izokinetik dinamometre cihazında 60 derece/sn. de 3 tekrar yaptırılmıştır, ölçüm

öncesinde 45 sn. dinlendirilmiştir. Humac Norm İzokinetik Dinamometresi kullanılarak açısız hızı 60°/sn. sağ ve sol kalça abduksiyon ve abduksiyon izokinetik kuvveti ölçülmüştür.

Şekil 15

*İzokinetik kas kuvveti ölçüm cihazı*



*Anaerobik kapasite:* Anaerobik kapasite ölçüm sistemi (Wattbike WPM ModelB, Wattbike Ltd., UK) kullanılmıştır. Wingate anaerobik testi (WanT) ile anaerobik performansın hem laktasit (ortalama güç) hem de alaktasit (zirve güç) bileşeni ölçülerek kaydedilmiştir.

## Şekil 16

### *Anaerobik kapasite ölçüm cihazı*



*5 m. koşu hızı:* Fotoselli ölçüm sistemi (Smartspeed Pro, Fusion Sport Inc., Australia) kullanılarak katılımcılar bir ayağı mat üzerinde diğer ayağı başlangıç çizgisinde olacak şekilde konumlandırılmıştır. 5 metre mesafede fotosel sistemi kurulmuştur. Fotosel sisteminde ışık yanması ile birlikte katılımcı yüksek çıkışta ilk harekete başlayacak ve maksimum eforla 5 metre ilerideki fotoselli kapıdan geçmiştir. Süre sistem tarafından belirlenmiş ve kaydedilmiştir.

*Dikey sıçrama:* Sıçrama matı (Smartjump, Fusion Sport Inc., Australia) kullanılmıştır. Katılımcıların sıçrama matı üzerinde bacakları dizlerden bükülü olmadan maksimum efor ile sıçramaları sonucunda aradaki mesafe kablosuz olarak sistem tarafından belirlenmiş ve kaydedilmiştir.

Şekil 17

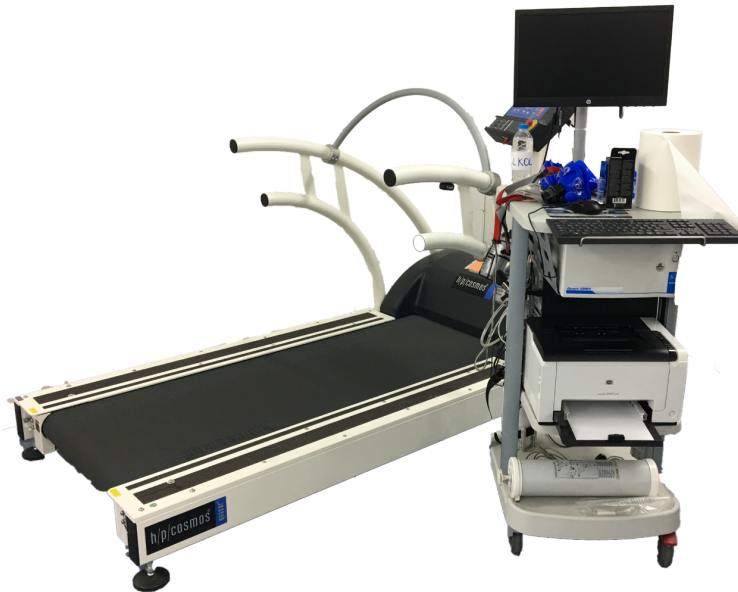
*Koşu hızı ve dikey sıçrama ölçüm cihazı*



*Aerobik Kapasite:* Kardiyopulmoner ölçüm sistemi (h/p/cosmos quasar med 170-190/65, h/p/cosmos & medical gmbh, Germany) kullanılmıştır. Aerobik dayanıklılığın belirlenmesinde ve maksimal oksijen tüketiminin ölçülmesinde altın standart olarak kabul edilen gaz analizörlü koşu bandı testi 10 dakika ısınma süresinden sonra Bruce protokolü uygulanarak ölçümler yapılmıştır.

Şekil 18

*Kardiyopulmoner ölçüm cihazı*





*G-toleransı:* Katılımcılara rutin eğitim kapsamında G-Lab insan santrifüjünde (G-LAB Motion Platform, Environmental Tectonics Corp., USA) yapılmıştır. Relax G, 4.5 G 30 saniye ve 7,5 g 15 saniye ölçümleri kayıt altına alınmıştır.

Şekil 19

*G-Lab insan santrifüjü laboratuvarı*



*Kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkenliği ve O<sub>2</sub> saturasyonu:* Katılımcıların nabız, kalp atım hızı değişkeni ve O<sub>2</sub> saturasyonu G öncesi, sırası ve sonrasında ölçülmüş (Biopac MP-150 Systems, Biopac System Inc., USA) ve kayıt altına alınmıştır.

Şekil 20

*Kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkeni ve O<sub>2</sub> saturasyonu ölçüm cihazı*



### 3.5. İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS for Mac 23 istatistik paket programı kullanılmıştır. Shapiro Wilk testi kullanılarak verilerin normal dağıldıkları belirlenmiştir. Grupların karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t testi, değişkenler arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak incelenmiştir. Etki boyutu küçük (0.20), orta (0.50) ve büyük (0.80) olarak kabul edilerek hesaplandı. Ölçümlerde güvenilirlik aralığı % 95 ve anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edilmiştir.

## 4.BÖLÜM

### BULGULAR

Araştırma sonucunda elde edilen verilerden oluşturulan tablolar ile ilgili olarak; araştırmaya katılanların tanımlayıcı özellikleri Tablo 18’de, fiziksel ve fizyolojik test değerleri Tablo 19’da, Relax G profili ile ilgili tablolar Tablo 20, 21, 22, 23, 24 ve 25’te, + 4.5 G 30 sn. profili ile ilgili tablolar Tablo 26 ve 27’de, + 7 G 15 sn. profili ile ilgili tablolar Tablo 28 ve 29’da gösterilmiştir.

Tablo 18

*Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri*

Tanımlayıcı Özellikler	$\bar{X} \pm SS$	Min.	Maks.
Yaş (yıl)	30.6 $\pm$ 1.0	29	34
Ağırlık (kg)	82.6 $\pm$ 8.5	65.4	103.8
Boy Uzunluğu (cm)	177.3 $\pm$ 5.3	168.3	189.0
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	26.1 $\pm$ 2.1	22.9	33.9
Vücut Yağ Oranı (%)	23.0 $\pm$ 4.9	13.8	38.3
Vücut Kas Ağırlığı (kg)	35.8 $\pm$ 3.5	27.8	42.5

Tablo 18’de görüldüğü gibi deneklerin (n = 41) vücut yağ oranı (% 23.0  $\pm$  4.9) Tablo 1’de cinsiyete ve yaşa göre gösterilen değerlerin çok az üzerinde ve VKİ’leri (26.1  $\pm$  2.1 kg/m<sup>2</sup>) Tablo 2’de gösterilen sınıflandırmaya göre hafif kilolu kategorisindedir.

Tablo 19

*Katılımcıların fiziksel ve fizyolojik test değerleri*

Fiziksel ve Fizyolojik Test Değerleri	$\bar{X} \pm SS$	Min.	Maks.
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/dk)	38.8 ± 5.2	28.0	51.6
Anaerobik Güç (watts/kg)	6.0 ± 0.7	4.75	7.62
Sağ El Kavrama Kuvveti (kg)	43.3 ± 6.0	28.9	55.5
Sırt Kuvveti (kg)	91.0 ± 6.5	81.0	109.0
Bacak Kuvveti (kg)	124.8 ± 18.1	91.0	175.0
Esneklik (cm)	27.6 ± 7.9	13.0	45.0
Denge (cm)	7.4 ± 2.4	3.7	13.94
Dikey Sıçrama (cm)	37.0 ± 5.8	23.0	48.2
Koşu Hızı (sn)	1.35 ± 0.09	1.128	1.545
İzokinetik Abduktor Sağ Kalça Ort. Güç (Nm/kg)	97.5 ± 25.4	9.0	146.0
İzokinetik Abduktor Sol Kalça Ort. Güç (Nm/kg)	92.5 ± 25.5	11.0	141.0
İzokinetik Adduktor Sağ Kalça Ort. Güç (Nm/kg)	63.6 ± 24.8	4.0	113.0
İzokinetik Adduktor Sol Kalça Ort. Güç (Nm/kg)	66.0 ± 28.3	4.0	176.0

Tablo 19’da görüldüğü gibi deneklerin VO<sub>2max</sub> değerleri (38.8 ± 5.2 ml/kg/dk), Tablo 10’da gösterilen değerlere göre ortalama kategorisinde, dikey sıçrama değerleri (37.0 ± 5.8 cm) Tablo 12’de gösterilen değerlere göre ortalama altı, esneklikleri (27.6 ± 7.9 cm) Tablo 8’e göre iyi seviyede, el kavrama kuvveti değerleri (43.3 ± 6.0 cm) Tablo 3’e göre orta, bacak kuvveti değerleri (124.8 ± 18.1 cm) Tablo 5’e göre düşük, sırt kuvveti değerleri (91.0 ± 6.5 cm) Tablo 4’e göre ortalama altındadır.

Tablo 20

*Katılımcıların Relax G toleransı ile fiziksel değişkenleri arasındaki ilişki*

	Yaş	VKİ	Yağ Oranı	Relax G Fark	El Kavr. Kuv.	Sırt Kuv.	Bacak Kuv.	Esneklik	Denge	Dikey Sıçrama	5 m. Koşu Hızı	İzo. Abd. Sağ Ort.	İzo. Abd. Sol Ort.	İzo. Add. Sağ Ort.	İzo. Add. Sol Ort.
Yaş	1	- 0.03	0.07	0.01	0.13	- 0.17	- 0.08	- 0.30	- 0.11	- 0.11	0	- 0.11	0.03	0.02	0.02
VKİ	- 0.03	1	0.68**	- 0.18	- 0.39*	- 0.40**	- 0.32*	- 0.09	0.18	- 0.28	- 0.09	- 0.35*	- 0.27	- 0.29	- 0.29
Yağ Oranı	0.09	0.68**	1	- 0.29	- 0.54**	- 0.49**	- 0.50**	- 0.33*	0.35*	- 0.57**	- 0.18	- 0.51**	- 0.42**	- 0.22	- 0.19
Relax G F.	0.01	- 0.18	- 0.29	1	0.244	0.251	0.117	0.045	- 0.12	0.03	0.43**	0.22	0.47**	0.16	0.286
El Kavr. Kuv.	0.13	- 0.39*	- 0.54**	0.24	1	0.48**	0.37*	0.32*	- 0.26	0.46**	0.22	0.23	0.20	0.33*	0.32*
Sırt Kuvveti	- 0.17	- 0.40**	- 0.49**	0.25	0.48**	1	0.64**	0.30	- 0.23	0.52**	- 0.03	0.27	0.29	0.10	0.01
Bacak Kuvveti	- 0.08	- 0.32*	- 0.50**	0.12	0.37*	0.64**	1	0.19	- 0.43**	0.40**	- 0.08	0.32*	0.32*	0.15	0.06
Esneklik	- 0.30	- 0.09	- 0.33*	0.04	0.32*	0.30	0.19	1	- 0.20	0.24	0.05	- 0.03	- 0.11	- 0.09	- 0.08
Denge	- 0.11	0.18	0.35*	- 0.12	- 0.26	- 0.23	- 0.43**	- 0.20	1	- 0.23	- 0.19	- 0.34*	- 0.29	- 0.16	0.02
Dikey Sıçrama	- 0.11	- 0.28	- 0.57**	0.03	0.46**	0.52**	0.40**	0.24	- 0.23	1	0.02	0.25	0.27	0.02	- 0.09
5m. Koşu Hızı	0	- 0.09	- 0.18	0.43**	0.22	- 0.03	- 0.08	0.05	- 0.19	0.02	1	0.01	0.17	- 0.05	0.08

İzo. Abd. Sağ Ort. = İzokinetik Sağ kalça Abduktor Güç Ort.

İzo. Abd. Sol Ort. = İzokinetik Sol kalça Abduktor Güç Ort.

İzo. Add. Sağ Ort. = İzokinetik Sağ kalça Abduktor Güç Ort.

İzo. Add. Sol Ort. = İzokinetik Sol kalça Abduktor Güç Ort.

Tablo 20’de görüldüğü gibi VKİ ile vücut yağ oranı ( $r = 0.679$ ;  $p < 0.01$ ), pençe kuvveti ( $r = - 0.394$ ;  $p < 0.05$ ), sırt kuvveti ( $r = - 0.403$ ;  $p < 0.01$ ), bacak kuvveti ( $r = - 0.316$ ;  $p < 0.01$ ) ve izokinetik abduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.351$ ;  $p < 0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. Vücut yağ oranı ile pençe kuvveti ( $r = - 0.542$ ;  $p < 0.01$ ), sırt kuvveti ( $r = - 0.487$ ;  $p < 0.01$ ), bacak kuvveti ( $r = - 0.499$ ;  $p < 0.01$ ), esneklik ( $r = - 0.327$ ;  $p < 0.05$ ), denge ( $r = - 0.355$ ;  $p < 0.05$ ) ve dikey sıçrama ( $r = - 0.567$ ;  $p < 0.01$ ), izokinetik abduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.511$ ;  $p < 0.01$ ) ve izokinetik abduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.420$ ;  $p < 0.01$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. Pençe kuvveti ile sırt kuvveti ( $r = 0.477$ ;  $p < 0.01$ ), bacak kuvveti ( $r = 0.367$ ;  $p < 0.05$ ), esneklik ( $r = 0.318$ ;  $p < 0.05$ ) ve dikey sıçrama ( $r = 0.457$ ;  $p < 0.01$ ), izokinetik adduktor sağ ortalama güç ( $r = 0.328$ ;  $p < 0.05$ ) ve izokinetik adduktor sol ortalama güç ( $r = 0.318$ ;  $p < 0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. Sırt kuvveti ile bacak kuvveti ( $r = 0.642$ ;  $p < 0.01$ ) ve dikey sıçrama ( $r = 0.517$ ;  $p < 0.01$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. Bacak kuvveti ile denge ( $r = - 0.434$ ;  $p < 0.01$ ) ve dikey sıçrama ( $r = 0.405$ ;  $p < 0.01$ ), izokinetik abduktor sağ ortalama güç ( $r = 0.317$ ;  $p < 0.05$ ) ve izokinetik abduktor sol ortalama güç ( $r = 0.317$ ;  $p < 0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. Denge ile izokinetik abduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.343$ ;  $p < 0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır.

Yaş ile VKİ ( $r = - 0.031$ ), vücut yağ oranı ( $r = 0.068$ ), relax G manevra maksimal farkı ( $r = 0.013$ ), pençe kuvveti ( $r = 0.127$ ), sırt kuvveti ( $r = - 0.167$ ), bacak kuvveti ( $r = - 0.077$ ), esneklik ( $r = - 0.296$ ), denge ( $r = - 0.113$ ), koşu hızı ( $r = 0$ ), izokinetik bacak abduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.209$ ), izokinetik bacak abduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.103$ ), izokinetik bacak adduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.080$ ) ve izokinetik bacak adduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.073$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. VKİ ile Relax G manevra maksimal farkı ( $r = - 0.177$ ), esneklik ( $r = - 0.093$ ), denge ( $r = 0.183$ ), dikey sıçrama ( $r = - 0.279$ ), 5 m. koşu hızı ( $r = - 0.087$ ), izokinetik bacak abduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.213$ ), izokinetik bacak abduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.158$ ), izokinetik bacak adduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.209$ )

ve izokinetik bacak adduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.221$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Vücut yağ oranı ile Relax G manevra maksimal farkı ( $r = - 0.288$ ), koşu hızı ( $r = - 0.182$ ), izokinetik bacak abduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.257$ ), izokinetik bacak abduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.200$ ), izokinetik bacak adduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.090$ ) ve izokinetik bacak adduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.078$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Relax G manevra maksimal farkı ile pençe kuvveti ( $r = 0.244$ ), sırt kuvveti ( $r = 0.251$ ), bacak kuvveti ( $r = 0.117$ ), esneklik ( $r = 0.045$ ), denge ( $r = - 0.119$ ), dikey sıçrama ( $r = 0.031$ ), izokinetik bacak abduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.059$ ), izokinetik bacak abduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.131$ ), izokinetik bacak adduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.034$ ) ve izokinetik bacak adduktor sol ortalama güç ( $r = 0.082$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Pençe kuvveti ile denge ( $r = - 0.261$ ), koşu hızı ( $r = 0.225$ ), izokinetik bacak abduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.025$ ), izokinetik bacak abduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.035$ ), izokinetik bacak adduktor sağ ortalama güç ( $r = 0.122$ ) ve izokinetik bacak adduktor sol ortalama güç ( $r = 0.130$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Sırt kuvveti ile esneklik ( $r = 0.301$ ), denge ( $r = - 0.234$ ), koşu hızı ( $r = - 0.035$ ), izokinetik bacak abduktor sağ ortalama güç ( $r = 0.008$ ), izokinetik bacak abduktor sol ortalama güç ( $r = 0.027$ ), izokinetik bacak adduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.058$ ) ve izokinetik bacak adduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.127$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır.

Bacak kuvveti ile esneklik ( $r = 0.189$ ), koşu hızı ( $r = - 0.085$ ), izokinetik bacak abduktor sağ ortalama güç ( $r = 0.098$ ), izokinetik bacak abduktor sol ortalama güç ( $r = 0.108$ ), izokinetik bacak adduktor sağ ortalama güç ( $r = 0.027$ ) ve izokinetik bacak adduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.043$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Esneklik ile denge ( $r = - 0.201$ ), dikey sıçrama ( $r = 0.239$ ), 5 m. koşu hızı ( $r = 0.050$ ), izokinetik bacak abduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.038$ ), izokinetik bacak abduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.098$ ), izokinetik bacak adduktor sağ ortalama güç ( $r = - 0.094$ ) ve izokinetik bacak adduktor sol ortalama güç ( $r = - 0.079$ )

arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Denge ile dikey sıçrama ( $r = - 0.235$ ), 5 m. koşu hızı ( $r = - 0.189$ ), izokinetik bacak abduktör sağ ortalama güç ( $r = - 0.299$ ), izokinetik bacak abduktör sol ortalama güç ( $r = - 0.267$ ), izokinetik bacak adduktör sağ ortalama güç ( $r = - 0.170$ ) ve izokinetik bacak adduktör sol ortalama güç ( $r = - 0.023$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Dikey sıçrama ile 5 m. koşu hızı ( $r = 0.017$ ), izokinetik bacak abduktör sağ ortalama güç ( $r = 0.112$ ), izokinetik bacak abduktör sol ortalama güç ( $r = 0.132$ ), izokinetik bacak adduktör sağ ortalama güç ( $r = - 0.037$ ) ve izokinetik bacak adduktör sol ortalama güç ( $r = - 0.118$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. 5 m. koşu hızı ile izokinetik bacak abduktör sağ ortalama güç ( $r = - 0.078$ ), izokinetik bacak abduktör sol ortalama güç ( $r = 0.046$ ), izokinetik bacak adduktör sağ ortalama güç ( $r = - 0.110$ ) ve izokinetik bacak adduktör sol ortalama güç ( $r = 0.005$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır.

Araştırmada elde edilen verilerden Relax G toleransı ile Maksimum G'ye ulaşma arasındaki G farkı ile, yapılan fizyolojik testler ( $VO_{2max}$ , Anaerobik güç, KAH ve  $O_2$  saturasyon ort. değişkenleri Tablo 21'de gösterilmiştir.

Tablo 21

*Katılımcıların Relax G sırasında fizyolojik değişkenleri*

	$\bar{X} \pm SS$	Min.	Maks.
G Farkı	$1.1 \pm 0.4$	0.4	2.4
KAH Ort.	$156.4 \pm 16.8$	111.7	187.0
$O_2$ Ort.	$95.8 \pm 15.5$	95.5	98.9

Her 10 sn.'de + 1 G artışı sırasında çevresel görüşün kaybolmaya başladığı anda başlanan AGSM manevrası ile görüşün kaybolmaya başladığı zamana kadarki süreçte denekler arasındaki çekilen G farkları, KAH ortalamaları ve  $O_2$  saturasyon değişimleri Tablo 22'de bulunmaktadır.



Tablo 22

*Katılımcıların Relax G toleransı ile fizyolojik değişkenleri arasındaki ilişki*

	Relax G Farkı	Maks. G	VO <sub>2</sub> max (ml/kg/dk)	Anaerobik Güç (watts/kg)	KAH Ort.	KAH Farkı	O <sub>2</sub> Ort.	O <sub>2</sub> Farkı
Relax G Farkı	1	0.38*	0.30	0.36*	- 0.05	- 0.39*	0.07	0.24
Maksimum G	0.38*	1	- 0.04	0.02	0.41*	0.20	- 0.01	0.42**
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/dk)	0.30	- 0.04	1	0.61**	- 0.17	- 0.22	- 0.07	- 0.21
Anaerobik Güç (watts/kg)	0.36*	0.02	0.61**	1	- 0.11	- 0.19	- 0.19	- 0.01
KAH Ort.	- 0.05	0.41*	- 0.17	- 0.11	1	0.31	- 0.23	0.08
KAH Farkı	- 0.40*	0.20	- 0.22	- 0.19	0.31	1	- 0.32*	0.003
O <sub>2</sub> Ort.	0.07	- 0.01	- 0.07	- 0.18	- 0.23	- 0.32*	1	0.01
O <sub>2</sub> Farkı	0.24	0.42**	- 0.21	- 0.01	0.08	0.003	0.01	1

KAH Ort. = Relax G testi süresince KAH ort

KAH Farkı = Relax G testinde en yüksek ve en düşük kalp atım hızı farkı

O<sub>2</sub> Ort = Relax G süresince O<sub>2</sub> saturasyonu ort.

O<sub>2</sub> Farkı = Relax G süresince en yüksek ve en düşük O<sub>2</sub> saturasyonu arasındaki fark

Tablo 22’de görüldüğü gibi Relax G manevra-maksimum farkı ile KAH farkı ( $r = - 0.389$ ;  $p < 0.05$ ), O<sub>2</sub> ort. ( $r = - 0.318$ ;  $p < 0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır.

Aerobik kapasite ile relax G manevra-maksimum farkı ( $r = 0.302$ ), KAH ort. ( $r = - 0.167$ ), KAH farkı ( $r = - 0.225$ ), O<sub>2</sub> ort. ( $r = - 0.071$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = - 0.215$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Anaerobik güç ile KAH ort. ( $r = - 0.111$ ), KAH farkı ( $r = - 0.194$ ), O<sub>2</sub> ort. ( $r = - 0.187$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = - 0.015$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Relax G manevra-maksimum farkı ile KAH ort. ( $r = - 0.046$ ), O<sub>2</sub> ort. ( $r = 0.066$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = 0.237$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. KAH ort. ile relax G manevra-maksimum farkı ( $r = 0.308$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = 0.077$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. KAH farkı ile O<sub>2</sub> farkı arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır ( $r = 0.003$ ). O<sub>2</sub> ort. ile O<sub>2</sub> farkı arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır ( $r = 0.007$ ).

Araştırmada elde edilen verilerden relax G toleransına göre grupların tanımlayıcı değişkenlere göre arasındaki ilişki Tablo 23’te gösterilmiştir.

Tablo 23

*Relax G toleransı yüksek olan ve düşük olanların tanımlayıcı özellikleri arasındaki ilişki*

Tanımlayıcı Özellikler	G1 (n=21) $\bar{X} \pm SS$	G2 (n=20) $\bar{X} \pm SS$	t	ES (d)	EB (r)
Yaş (yıl)	30.44 ± 0.85	30.70 ± 1.21	0.74	0.24	0.12
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	25.33 ± 1.45	26.77 ± 2.44	2.166*	0.71	0.34
Vücut Yağ Oranı (%)	21.08 ± 3.83	24.36 ± 5.54	2.097*	0.69	0.32
Kas Ağırlığı (kg)	35.41 ± 3.55	35.86 ± 3.60	0.386	0.12	0.01
Relax G toleransı	1.06 ± 0.47	1.66 ± 0.47	7.39***	1.27	0.53

G1 = G toleransı yüksek grup.

G2 = G toleransı düşük grup

ES (d) = Etki Büyüklüğü

EB (r) = Etki Boyutu

Tablo 23'te görüldüğü gibi vücut kompozisyonu açısından, G toleransı yüksek ve düşük olan gruplar arasında VKİ için anlamlı farklılık ( $p < 0.05$ ) ve orta etki boyutu (EB (r) = 0.34) bulunmakta, vücut yağ oranı için anlamlı farklılık ( $p < 0.05$ ) ve orta etki boyutu (EB (r) = 0.32) bulunmaktadır.

Araştırmada elde edilen verilerden Relax G toleransına göre grupların fiziksel değişkenlere göre arasındaki ilişki Tablo 24'te gösterilmiştir.

Tablo 24

*Relax G toleransı yüksek olan ve düşük olanların fiziksel değişkenleri arasındaki ilişki*

Fiziksel Özellikler	G1	G2	t	ES (d)	EB (r)
	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$			
Relatif Sağ El Kavrama Kuvveti (kg/kg)	0.56 ± 0.06	0.52 ± 0.07	- 1.544	0.61	0.29
Relatif Sırt Kuvveti (kg/kg)	1.59 ± 0.13	1.47 ± 0.28	- 1.649	0.54	0.26
Relatif Bacak Kuvveti (kg/kg)	1.70 ± 0.26	1.71 ± 0.40	0.024	0.02	0.01
Esneklik (cm)	29.0 ± 7.44	27.8 ± 7.90	- 0.472	0.15	0.08
Denge (cm)	6.99 ± 1.82	7.71 ± 2.90	0.900	0.29	0.15
Dikey Sıçrama (cm)	38.4 ± 5.67	36.1 ± 6.14	- 1.194	0.38	0.19
5 m Koşu Hızı (sn)	1.29 ± 0.08	1.39 ± 0.07	3.695**	1.33	0.55
İzokinetik Abduktor Sağ Kalça Ort.Güç (Nm/kg)	103.43 ± 31.83	94.35 ± 19.35	- 1.057	0.34	0.17
İzokinetik Abduktor Sol Kalça Ort. Güç (Nm/kg)	101.75 ± 32.34	84.55 ± 16.67	- 2.65*	0.66	0.32
İzokinetik Adduktor Sağ Kalça Ort.Güç (Nm/kg)	68.43 ± 31.04	63.85 ± 21.22	0.019	0.17	0.08
İzokinetik Adduktor Sol Kalça Ort. Güç (Nm/kg)	68.43 ± 29.85	63.70 ± 29.71	- 0.474	0.15	0.08

G1 = G toleransı yüksek grup.      G2 = G toleransı düşük grup  
ES (d) = Etki Büyüklüğü              EB (r) = Etki Boyutu

Tablo 24'te görüldüğü gibi fiziksel özellikler açısından, G toleransı yüksek ve düşük olan gruplar arasında 5 m. koşu hızı için anlamlı farklılık ( $p < 0.01$ ) ve orta etki boyutu (EB (r) = 0.55) bulunmakta, İzokinetik abduktor sol kalça ortalama güç için anlamlı farklılık ( $p < 0.05$ ) ve orta etki büyüklüğü (EB (r) = 0.32) bulunmaktadır.

Araştırmada elde edilen verilerden Relax G toleransına göre grupların fizyolojik değişkenlere göre arasındaki ilişki Tablo 25'te gösterilmiştir.

Tablo 25

*Relax G toleransı yüksek olan ve düşük olanların fizyolojik değişkenleri arasındaki ilişki*

Fizyolojik Özellikler	G1	G2	t	ES (d)	EB (r)
	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$			
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/dk)	41.34 ± 4.86	36.71 ± 4.83	- 2.936**	0.95	0.43
Anaerobik Kapasite (watts/kg)	6.34 ± 0.67	5.77 ± 0.53	- 2.927**	0.94	0.43
KAH Ort.	156.4 ± 13.14	157.7 ± 17.88	0.252	0.08	0.04

KAH Ort. = Kalp Atım Hızı Ort.  
G1 = G toleransı yüksek grup  
G2 = G toleransı düşük grup  
ES (d) = Etki Büyüklüğü  
EB (r) = Etki Boyutu

Tablo 25'te görüldüğü gibi fizyolojik özellikler açısından, G toleransı yüksek ve düşük olan gruplar arasında VO<sub>2max</sub> için anlamlı farklılık ( $p < 0.01$ ) ve orta etki büyüklüğü (EB (r) = 0.43) bulunmakta, anaerobik kapasite için anlamlı farklılık ( $p < 0.01$ ) ve orta etki büyüklüğü (EB (r) = 0.43) bulunmaktadır.

Araştırmada elde edilen verilerden + 4.5 G 30 sn. toleransı ile KAHD, VO<sub>2max</sub>, anaerobik güç, KAH ve O<sub>2</sub> saturasyon değişkenleri Tablo 26'da gösterilmiştir.

Tablo 26

*Katılımcıların + 4.5 G 30 sn. profilinde fizyolojik değişkenleri*

	$\bar{X} \pm SS$	Min.	Maks.
KAH Ort.	140.3 ± 17.7	97.1	175.6
O <sub>2</sub> Ort.	95.4 ± 15.5	94.3	98.9
SDNN	120.0 ± 84.0	22.3	391.0
RMSSD	104.6 ± 67.9	14.2	290.7

KAH Ort. = Relax G testi süresince KAH ort.  
O<sub>2</sub> Ort = Relax G süresince O<sub>2</sub> saturasyonu ort.  
SDNN = Ölçüm süresince birbirini takip eden kalp atımları arasındaki zamanların standart sapması  
RMSSD = Ölçüm süresince birbirini takip eden kalp atımları arasındaki zamanların farklılıklarının karelerinin toplamının karekökü  
ES (d) = Etki Büyüklüğü

Her 1 sn.'de + 1 G artışı ile ulaşılan + 4.5 G sırasında 30 sn. süre ile AGSM manevrası yapılarak denekler arasındaki KAH ortalamaları, O<sub>2</sub> saturasyon değişimleri ve KAHD değerleri Tablo 27'de bulunmaktadır.

Tablo 27

*Katılımcıların + 4.5 G 30 sn. toleransı ile fizyolojik değişkenleri arasındaki ilişki*

	R-R Ort.	SDNN	RMSSD	VO <sub>2max</sub>	Wingate	KAH Ort.	KAH Farkı	O <sub>2</sub> Ort.	O <sub>2</sub> Farkı
R-R Ort.	1	0.28	0.38*	- 0.14	- 0.04	0.15	0.09	0.13	0.03
SDNN	0.28	1	0.86**	0.02	- 0.05	- 0.06	0.32*	0.17	- 0.10
RMSSD	0.38*	0.86**	1	- 0.01	- 0.10	- 0.08	0.32*	0.18	0.02
VO <sub>2max</sub>	- 0.14	0.02	- 0.01	1	0.61**	0.04	0.15	- 0.19	0.06
Wingate	- 0.04	- 0.05	- 0.10	0.61**	1	- 0.03	0.16	- 0.35*	0.22
KAH Ort.	0.15	- 0.06	- 0.08	0.04	- 0.03	1	- 0.41*	0.12	- 0.16
KAH Farkı	0.09	0.32*	0.32*	0.15	0.16	- 0.41*	1	- 0.22	0.24
O <sub>2</sub> Ort.	0.13	0.17	0.18	- 0.19	- 0.34*	0.12	- 0.22	1	0.03
O <sub>2</sub> Farkı	0.03	- 0.10	0.02	0.06	0.22	- 0.16	0.24	0.03	1

R-R Ort. = Ölçüm süresince her 2 kalp atım arasındaki sürelerin ortalaması

SDNN = Ölçüm süresince birbirini takip eden kalp atımları arasındaki zamanların standart sapması

RMSSD = Ölçüm süresince birbirini takip eden kalp atımları arasındaki zamanların farklılıklarının karelerinin toplamının karekökü

KAH Ort. = Relax G testi süresince KAH ort

KAH Farkı = Relax G testinde en yüksek ve en düşük kalp atım hızı farkı

O<sub>2</sub> Ort = Relax G süresince O<sub>2</sub> saturasyonu ort.

O<sub>2</sub> Farkı = Relax G süresince en yüksek ve en düşük O<sub>2</sub> saturasyonu arasındaki fark

Tablo 27'de görüldüğü gibi KAH ort. ile KAH farkı arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $r = - 0.406$ ;  $p < 0.05$ ). R-R ort. ile RMSSD arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $r = 0.385$ ;  $p < 0.05$ ). SDNN ile RMSSD ( $r = 0.859$ ;  $p < 0.01$ ) ve KAH farkı ( $r = 0.325$ ;  $p < 0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. RMSSD ile KAH farkı arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $r = 0.322$ ;  $p < 0.05$ ).

O<sub>2</sub> ort. ile anaerobik güç arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $r = - 0.349$ ;  $p < 0.05$ ). KAH farkı ile KAH ort. arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $r = - 0.406$ ;  $p < 0.05$ ). R-R ort. ile SDNN ( $r = 0.281$ ), aerobik kapasite ( $r = - 0.136$ ), anaerobik güç ( $r = - 0.041$ ), KAH ort. ( $r =$

0.147), KAH farkı ( $r = 0.188$ ), O<sub>2</sub> ort. ( $r = 0.126$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = 0.034$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. SDNN ile aerobik kapasite ( $r = 0.023$ ), anaerobik güç ( $r = - 0.055$ ), KAH ort. ( $r = - 0.064$ ), O<sub>2</sub> ort. ( $r = 0.170$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = - 0.100$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. RMSSD ile aerobik kapasite ( $r = - 0.006$ ), anaerobik güç ( $r = - 0.100$ ), KAH ort. ( $r = - 0.080$ ), O<sub>2</sub> ort. ( $r = 0.183$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = 0.024$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Aerobik kapasite ile KAH ort. ( $r = 0.045$ ), KAH farkı ( $r = 0.154$ ), O<sub>2</sub> ort. ( $r = - 0.189$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = - 0.029$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Anaerobik güç ile KAH ort. ( $r = 0.061$ ), KAH farkı ( $r = 0.154$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = 0.223$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. KAH ort. ile O<sub>2</sub> ort. ( $r = 0.122$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = - 0.161$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. KAH farkı ile O<sub>2</sub> ort. ( $r = - 0.219$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = 0.237$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. O<sub>2</sub> ort. ile O<sub>2</sub> farkı arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır ( $r = 0.027$ ).

Araştırmada elde edilen verilerden + 7 G 15 sn. toleransı ile KAHD, VO<sub>2max</sub>, anaerobik güç, KAH ve O<sub>2</sub> değişkenleri Tablo 28’de gösterilmiştir.

Tablo 28

*Katılımcıların + 7 G 15 sn. sırasında fizyolojik değişkenleri*

	$\bar{X} \pm SS$	Min.	Maks.
KAH Ort.	138.7 ± 15.5	108.0	165.6
O <sub>2</sub> Ort.	98.3 ± 15.7	95.4	98.9
SDNN	90.3 ± 44.5	13.4	196.6
RMSSD	95.2 ± 63.5	12.0	281.2

KAH Ort. = Relax G testi süresince KAH ort

O<sub>2</sub> Ort = Relax G süresince O<sub>2</sub> saturasyonu ort.

SDNN = Ölçüm süresince birbirini takip eden kalp atımları arasındaki zamanların standart sapması

RMSSD = Ölçüm süresince birbirini takip eden kalp atımları arasındaki zamanların farklılıklarının karelerinin toplamının karekökü

Her 1 sn.’de + 1 G artışı ile ulaşılan + 7.0 G sırasında 15 sn. süre ile AGSM manevrası yapılarak denekler arasındaki KAH ortalamaları, O<sub>2</sub> saturasyonu değişimleri ve bazı KAHD değerleri Tablo 29’da bulunmaktadır.

Tablo 29

*Katılımcıların + 7 G 15 sn. toleransı ile fizyolojik değişkenleri arasındaki ilişki*

	R-R Ort.	SDNN	RMSSD	VO <sub>2max</sub>	Wingate	KAH Ort.	KAH Farkı	O <sub>2</sub> Ort.	O <sub>2</sub> Farkı
R-R Ort.	1	0.39*	0.42*	- 0.12	- 0.02	- 0.01	- 0.22	- 0.14	0.13
SDNN	0.39*	1	0.89**	0.21	0.28	0.08	- 0.49**	- 0.35	0.32
RMSSD	0.42*	0.89**	1	0.15	0.27	- 0.01	- 0.47**	- 0.42*	0.40*
VO <sub>2max</sub>	- 0.12	0.21	0.15	1	0.61**	- 0.17	0.33*	- 0.41**	0.38*
Wingate	- 0.02	0.28	0.27	0.61**	1	- 0.26	0.40*	- 0.41**	0.39*
KAH Ort.	- 0.01	0.08	- 0.01	- 0.17	- 0.26	1	- 0.26	0.03	- 0.21
KAH Farkı	- 0.22	- 0.49**	- 0.47**	0.33*	0.40*	- 0.26	1	0.08	0.07
O <sub>2</sub> Ort.	- 0.14	- 0.35	- 0.42*	- 0.41**	- 0.41**	0.03	0.08	1	- 0.10**
O <sub>2</sub> Farkı	0.13	0.32	0.40*	0.38*	0.39*	- 0.21	0.07	- 0.10**	1

R-R Ort. = Ölçüm süresince her 2 kalp atım arasındaki sürelerin ortalaması

SDNN = Ölçüm süresince birbirini takip eden kalp atımları arasındaki zamanların standart sapması

RMSSD = Ölçüm süresince birbirini takip eden kalp atımları arasındaki zamanların farklılıklarının karelerinin toplamının karekökü

KAH Ort. = Relax G testi süresince KAH ort

KAH Farkı = Relax G testinde en yüksek ve en düşük kalp atım hızı farkı

O<sub>2</sub> Ort = Relax G süresince O<sub>2</sub> saturasyonu ort.

O<sub>2</sub> Farkı = Relax G süresince en yüksek ve en düşük O<sub>2</sub> saturasyonu arasındaki fark

Tablo 26'da görüldüğü gibi R-R ort. ile SDNN ( $r = 0.394$ ;  $p < 0.05$ ) ve RMSSD ( $r = 0.425$ ;  $p < 0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. SDNN ile RMSSD ( $r = 0.894$ ;  $p < 0.01$ ) ve KAH farkı ( $r = - 0.493$ ;  $p < 0.01$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. RMSSD ile KAH farkı ( $r = - 0.473$ ;  $p < 0.01$ ), O<sub>2</sub> ort. ( $r = - 0.420$ ;  $p < 0.05$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = 0.396$ ;  $p < 0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. KAH farkı ile aerobik kapasite ( $r = 0.330$ ;  $p < 0.05$ ) ve anaerobik güç ( $r = 0.397$ ;  $p < 0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. O<sub>2</sub> ort. ile aerobik kapasite ( $r = - 0.409$ ;  $p < 0.01$ ) ve anaerobik güç ( $r = - 0.415$ ;  $p < 0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. O<sub>2</sub> farkı ile aerobik kapasite ( $r = 0.384$ ;  $p < 0.05$ ) ve anaerobik güç ( $r = 0.395$ ;  $p < 0.05$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır.

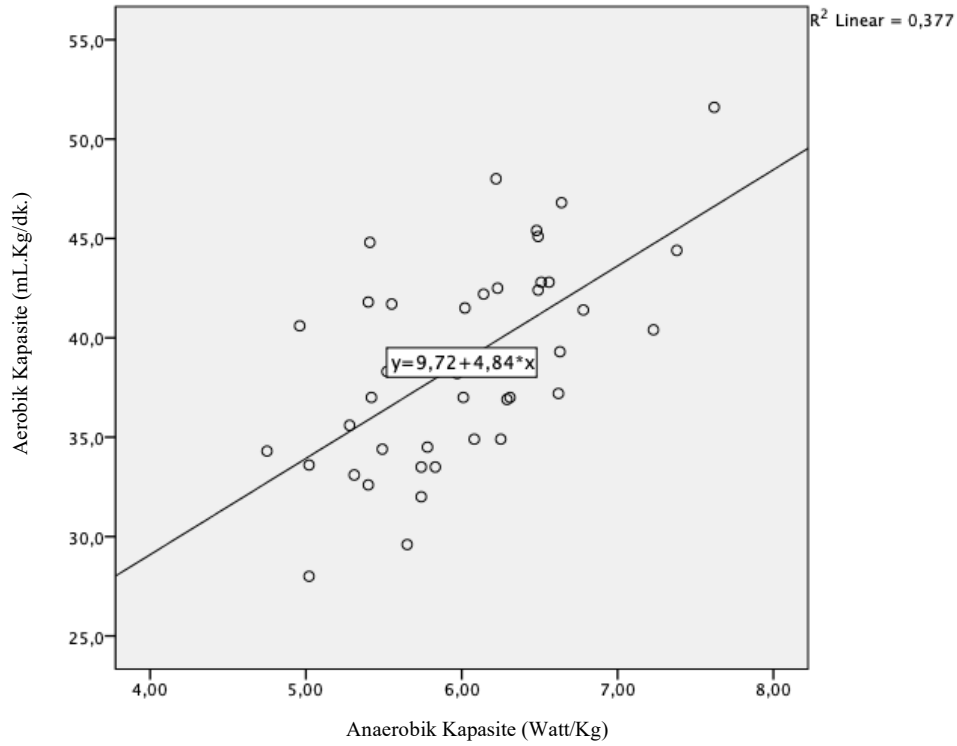
R-R ort. ile aerobik kapasite ( $r = - 0.121$ ), anaerobik güç ( $r = - 0.023$ ), KAH ort. ( $r = - 0.010$ ), KAH farkı ( $r = - 0.221$ ), O<sub>2</sub> ort. ( $r = - 0.137$ ) ve O<sub>2</sub> farkı ( $r = 0.128$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. SDNN ile aerobik kapasite ( $r = 0.213$ ), anaerobik güç

( $r = 0.277$ ), KAH ort. ( $r = 0.076$ ),  $O_2$  ort. ( $r = - 0.352$ ) ve  $O_2$  farkı ( $r = 0.324$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. RMSSD ile aerobik kapasite ( $r = 0.151$ ), anaerobik güç ( $r = 0.275$ ) ve KAH ort. ( $r = - 0.010$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. Aerobik kapasite ile KAH ort. arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır ( $r = - 0.171$ ). Anaerobik kapasite ile KAH ort. arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır ( $r = - 0.256$ ). KAH ort. ile KAH farkı ( $r = - 0.261$ ),  $O_2$  ort. ( $r = 0.034$ ) ve  $O_2$  farkı ( $r = - 0.206$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır. KAH farkı ile  $O_2$  ort. ( $r = 0.083$ ) ve  $O_2$  farkı ( $r = 0.067$ ) arasında anlamlı ilişki bulunmamaktadır.

$VO_{2max}$  ile anaerobik güç arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $r = 0.614$ ;  $p < 0.01$ ).

### Şekil 21

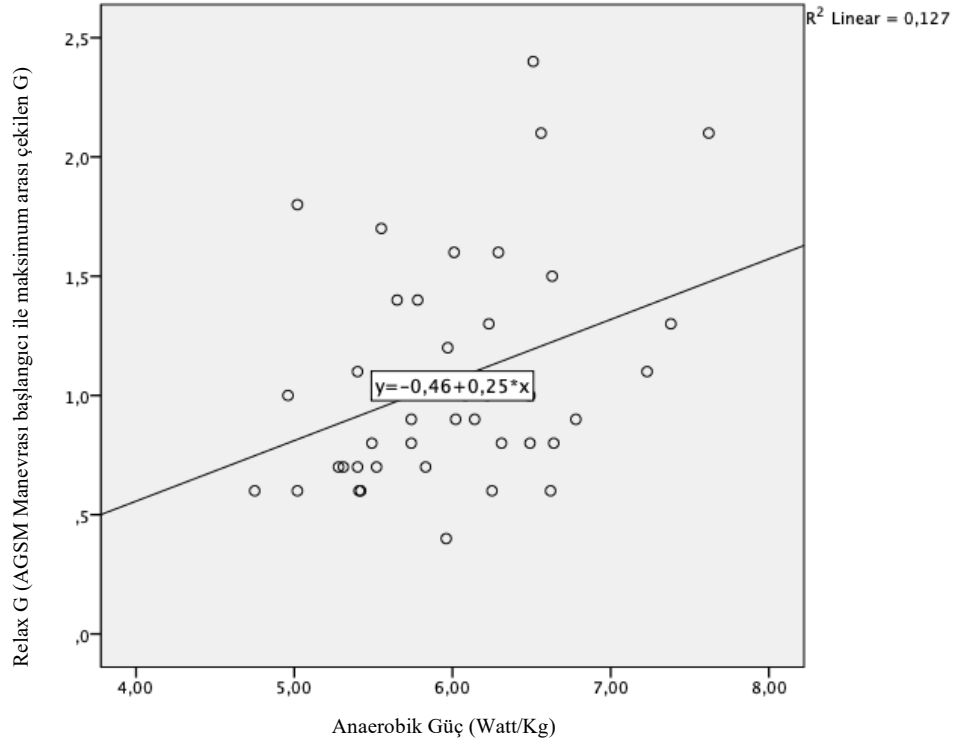
*Katılımcuların aerobik kapasite – anaerobik güç değerleri karşılaştırması*



Relax G'de kaslar kasılmadan gözlerin kararmaya başladığı noktada, kas kasılması ve zorlu nefes alışverişi ile başlanılan AGSM manevrasından G-LOC belirtileri başlamasıyla bırakılan noktaya kadar (Relax G manevra-maksimum farkı) gerçekleştirilen performans ile anaerobik kapasite arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $r = 0.36$ ;  $p < 0.05$ ).



## Şekil 22

*Katılımcıların Relax G - anaerobik güç değerleri karşılaştırması*

Relax G’de kaslar kasılmadan gözlerin kararmaya başladığı noktada, kas kasılması ve zorlu nefes alışverişi ile başlanılan AGSM manevrasından G-LOC belirtileri başlamasıyla bırakılan noktaya kadar (Relax G manevra-maksimum farkı) gerçekleştirilen performans ile koşu hızı arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır ( $r = 0.43$ ;  $p < 0.01$ ).

## 5.BÖLÜM

### TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Havacılık teknolojisi, özellikle son yıllarda 5. nesil uçakların da ülkelerin envanterine girmeye başlamasıyla birlikte yüksek bir seviyede erişmekte, fakat bu teknolojiyi etkili şekilde kullanabilmek için yine yetiştirilmiş insan faktörü ön plana çıkmaktadır.

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak yüksek performanslı araçları kullanacak olan insan, teknolojiyi her zaman kendi fizyolojisinin sınırlarına kadar kullanabilmektedir. O zaman burada insan fizyolojisinin sınırları ve bu sınırların ne kadar genişletilebildiği konusu önem kazanmaktadır (Davis, Ros P, Jan Roscoe, ve Roscoe, 2000).

Bir insan santrifüjünde + 7  $G_z$  15 sn., ani artan G profilini tolere edememek, düşük G toleransının uluslararası kabul görmüş (NATO, ASCC) tanımlarının temelini oluşturur (Gillingham, 1986). Buradan anlaşıldığı üzere bir pilotun muharebe şartlarında jet uçağıyla görev yapabilmesi için daha öncesinde G santrifüjünde + 7  $G_z$  15 sn. profilini başarıyor olması gerekir. Bizim çalışmamıza da + 7  $G_z$  15 sn. profili dahil edilmiştir.

Daha önce yapılan deneysel araştırmalarda G kuvvetine karşı koymada birbirinden bağımsız olarak bazı vücut kompozisyonu özellikleri (Boy, ağırlık, vücut yağ yüzdesi), fiziksel parametreler (kuvvet, dayanıklılık vb.) ve fizyolojik parametrelerin (anaerobik güç, aerobik kapasite, kalp atım hızı,  $O_2$  saturasyonu) etkisi genellikle tekil olarak araştırılmaya ve açıklanmaya çalışılmıştır (Burton, 1988; Epperson, 1980; Galvagno ve ark., 2004; Gillingham, 1986; Guardiera, 2007; Honkanen, 2017; Kim, 2017; Park, Yun, ve ark., 2016; Sauvet, 2009; Tesch ve Balldin, 1984; Webb, Oakley, ve Meeker, 1991; Yang ve ark., 2007). Bizim yaptığımız araştırmada ise G-toleransını etkilediği düşünülen vücut kompozisyonu, fiziksel ve fizyolojik parametrelerin pek çoğu bir arada bir grup üzerinde test ederek açıklanmaya çalışılmıştır. Dolayısıyla aynı denekler üzerinde farklı değişkenlerin etkisi araştırılarak hangi özelliklerin G toleransında daha etkin olabileceği konusu ayrıntılı şekilde araştırılabilmektedir.

Vücut kompozisyonunun G toleransında etkisini incelemek amacıyla yapılan ilk çalışmalarda Gillingham (1986), 1434 savaş pilotunda antropometrik ve fizyolojik değişkenlerle + G<sub>z</sub> tolerans ilişkisini incelemek için korelasyon ve regresyon analizlerini kullanmış ve yüksek + G<sub>z</sub> eğitimi sırasında + G<sub>z</sub> toleransının öngörülmesinin antropometrik ve fizyolojik değişkenler kullanılarak güvenilir olduğu sonucuna varmıştır. Epperson, Burton, ve Bernauer (1985), yaptıkları çalışmada 7 genç erkeğin 12 haftalık bir ağırlık programına uyumlu cevabı, vücut çevresi, vücut kitlesi ve vücut yağ yüzdesi ölçülerek değerlendirilmiş, eğitimde kullanılan ağırlıkların uygunluğu ve büyüklüğü, her bireyin SACM toleransı ile karşılaştırılmış ve ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak G toleransı ile yüksek korelasyon olduğu bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Daha sonra Webb ve ark. (1991), 102 kadın ve 139 erkekten oluşan denek grubunun G toleranslarını karşılaştırmış ve araştırmasının sonucunda boy uzunluğunun + G<sub>z</sub> toleransı üzerinde negatif etkisi olduğu ve vücut ağırlığının pozitif bir etkisi olduğu belirlemiştir.

Bizim çalışmamıza katılan deneklerin yaş ortalaması ( $30.6 \pm 1.0$  yıl) ile Relax G arasında anlamlı ilişki yoktu, G toleransı yüksek olanların VKİ'leri ( $25.33 \pm 1.45 \text{ kg/m}^2$ ) ile düşük olanların VKİ'leri ( $26.77 \pm 2.44 \text{ kg/m}^2$ ) arasında yüksek olanların lehine anlamlı farklılık bulundu ( $p < 0.05$ ). Relax G toleransı yüksek olanların vücut yağ yüzdesi ( $\% 21.08 \pm 3.83$ ) ile düşük olanların vücut yağ yüzdesi ( $\% 24.36 \pm 5.54$ ) arasında yüksek olanlar lehine vücut yağ oranına göre anlamlı fark ( $p < 0.05$ ) bulundu. Gowda, Pipraiya, ve Baburaj (2013), vücut yağ yüzdesi ile Relax + G<sub>z</sub> toleransı ilişkisini araştırmak amacıyla 30 gönüllü (yaş ortalaması  $26.2 \pm 3.03$  yıl) üzerinde yaptığı çalışmada biyoelektrik impedans analizi ile vücut yağ yüzdesini ölçmüş ve vücut yağ yüzdesi, Relax + G<sub>z</sub> toleransı ile anlamlı pozitif korelasyon göstermiştir ( $p < 0.01$ ). Bu da bize pilotlarda G toleransının daha yüksek olması için yağ yüzdesinin düşük seviyelerde olması gerektiğini düşündürmektedir.

G toleransında fiziksel özelliklerin etkisini inceleyen ilk araştırmalarda sürekli G-toleransı ile kas lif tipi kompozisyonu arasındaki ilişki 28 savaş pilotunda ve pilot olmayan 10 kişide incelendi. SACM hızlanma profili ve modifikasyonları ile değerlendirilen G toleransı, bir insan santrifüjünde ölçüldü. Hızlı kasılan (FT) ve yavaş kasılan (ST) lif tiplerinin yüzdesini belirlemek ve hesaplamak için histokimyasal analizler yapıldı. Kas lif tipi bileşimin ve ilişkili metabolik özelliklerin önemli ölçüde kalıcı G toleransını değiştirmediği sonucuna varılmıştır (Tesch ve Balldin, 1984). Yapılan başka bir çalışmada savaş uçağı pilotları (n = 10) ve pilot olmayan genel popülyasyondan (n = 10) oluşan test gönüllülerinin boyun kas kuvvetini değerlendirilmiş ve 2 grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Uçuş performansının en üst düzeye çıkarılması, + G<sub>z</sub> kaynaklı boyun yaralanmalarının en aza indirilmesi için, savaş pilotlarının boyun kas kuvvetlendirme egzersizini ve uçuş sırasında kafa konumlandırma tekniklerini yapmaları gerektiği belirtilmiştir (Seng, 2003). Guardiera (2007), tecrübesiz pilotların +1 G<sub>z</sub>'de izometrik olarak ürettikleri kuvvetin gerekenden daha fazla olduğunu ve yüksek G'de gerekecek izometrik kuvvet öncesi gereksiz bir yorgunluk oluşturduğu gözlenmiştir. Bu durumda, +1 G<sub>z</sub>'de uçuş manevraları sırasında pilotların izometrik görevler üzerindeki performansı tehlikeye girebileceğini belirtmiştir. Kondisyonel özelliklerin yüksek seviyede olmasının yanı sıra bu özelliklerin uzun veya tekrarlı görevler esnasında en verimli şekilde kullanılması da önemlidir. Duda, Jarchow, ve Young (2012), iki ayrı grupta 28 erkek ile santrifüjdeki merkeze bağlı ivmelenmeye bağlı olarak, diz fleksiyon-ekstansiyon açlarına karşı toplam ayak tepki kuvvetinin farklılık gösterdiğini belirtmiş ve gelecekteki santrifüj tabanlı egzersiz protokollerinin tasarımı için çeşitli öneriler yapmıştır. Eiken, Mekjavic, Sundblad, ve Kölegård (2012), basınç-dirençli bacak arterleri ve arteriyoller sergileyen kişilerin, basınç-dayanıklı prekapiller bacak damarları olanlara göre G-toleransının daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Muhtemelen, + G<sub>z</sub> maruziyetleri sırasında, yüksek basınç direnci bağımsız prekapiller damarlar, periferik akış direncini arttırmak ve dolayısıyla arter basıncını

korumak için hareket edecektir. Bu nedenle, prekapiller damarlardaki G-indüklü abartılı hidrostatik basınç gradyanları, arterler ve arterioller için kritik basınç artışları nedeniyle normal bir uçma pozisyonunda, ayak bileklerinde 3 ile 4 G arasında değişen G-yüklerinde, uyluklarda 5–6 G'ye ulaşacaktır (Eiken ve ark., 2012; Kolegard ve ark., 2013).

Uygulanan egzersiz programlarının kronik etkilerini incelemek üzere yapılan araştırmalar da olmuştur. Epperson, Burton, ve Bernauer (1982), yaptıkları araştırmada, 12 hafta süreyle uygulanan kuvvet çalışmaları içeren antrenman programı neticesinde, deneklerin + G<sub>z</sub> tolerans ortalamalarının %77 oranında yükseldiğini belirlemişlerdir. Yine aynı araştırmada koşu grubunun + G<sub>z</sub> toleransı değerlerinde anlamlı bir yükseliş olmadığını ve karın kasları ve biceps kaslarının kuvveti ile + G<sub>z</sub> toleransı arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu bulmuşlardır. 11 savaş pilotu üzerinde yapılan bir araştırmada, 11 haftalık kas gelişim programı sonrasında deneklerin G-Toleransı, insan santrifüjünde Anti-G Straining Manevrası (AGSM) kullanılarak 15 saniyelik + 4,5 ve + 7 G'lik periyotlarla sonlanana kadar ölçülmüştür. AGSM süresi uygulanan antrenmanın sonucunda %39 oranında yükselmiştir (Tesch ve ark., 1983). Balldin, Kuronen, Rusko, ve Svensson (1994), 17 pilotta birleştirilmiş kuvvet ve dayanıklılık antrenman programının G dayanıklılık testlerinde submaksimal seviyelerde Algılanan efor puanları da kullanılarak kaydetti ve 12 aylık fiziksel antrenmandan sonra G toleransı, ortalama % 40 (p < 0.001) artış gösterdiğini açıkladı. İsveç Hava Kuvvetlerinde 17 pilot üzerinde yapılan bir araştırmada, 12 ay süreyle kuvvet ve dayanıklılık çalışma programları birleştirilerek oluşturulan programının etkileri incelenmiştir. Uygulanan program sonrasında G toleransı Mukavemet testinin %40 (p < 0.01)'lık oranda artış gösterdiği belirlenmiştir (Balldin ve ark., 1994). Durukan (2008), 12 hafta süreyle uygulanan anaerobik antrenman programının 14 genç pilota uygulanması sonucunda deneklerin Relax G toleransları, anaerobik güçleri, dikey sıçrama yükseklikleri, vücut ağırlıkları, vücut yağ yüzdeleri, yağsız vücut ağırlıkları, bacak-sırt kuvvetleri ve esneklik değerlerinde anlamlı değişiklikler belirlemiştir (p < 0.05). Antrenman

sonucu uyum ile operasyonel savaş pilotlarına faydalar sağlanabilir (Newman, 2008). Solunum kas sistemi, SACM sırasında G tolerans süresine ana sınırlayıcı faktör olarak görünmektedir (Bain, 1999). Epperson ve ark. (1985) 7 genç erkeğin 12 haftalık bir ağırlık programına uyumlu cevabı açısından leg press (bacak itiş) ve chest press (göğüs itiş) hareketlerinin SACM'ye daha az oranda katkı sağladığını, araştırma sonucunda ağırlık çalışmalarından dolayı SACM toleransında 53%'lük net bir yükselmenin gerçekleştiğini belirtmiştir. ABD Hava Kuvvetlerine bağlı Hava ve Uzay Hekimliği Okulunda 24 erkek pilot üzerinde 1978'de yapılan bir araştırmada; 12 haftalık bir periyot boyunca; ağırlık çalışması yapan, uzun mesafe koşu yapan ve antrenman yapmayan (kontrol) 3 grubun G toleransları karşılaştırılmış ve sonuç olarak G toleransını arttırmada uzun süreli koşma, yüzme gibi aerobik programlar bir fayda sağlamadığından, ağırlık ve mukavemet çalışmaları gibi anaerobik antrenmanlara daha çok önem verilmesi gerektiği belirtilmiştir (Epperson ve ark., 1982). Bulbulian (1986), spor programlarının + G<sub>z</sub> toleransına olan etkilerinin uzay hekimliği açısından önemli olduğunu vurgulamış ve kuvvet antrenmanlarının + G<sub>z</sub> toleransını olumlu yönde etkilediğini açıklamıştır. Kolegard ve ark. (2013), savaş pilotlarına genellikle G yüklerine dayanacak toleransı geliştirmenin bir aracı olarak kuvvet antrenmanı tavsiye edildiğini, kuvvet antrenmanının G toleransını artırdığı dayanıklılık antrenmanının G toleransını aksine azalttığını düşünmektedir. Yapılan diğer bir çalışmada 12 hafta süreyle yapılan antrenman programının + G<sub>z</sub> toleransı ile olan ilişkisini araştıran çalışmaya 45 askeri personel katılmasına karşın sadece 20'si uygulanan 24 antrenmanı tamamlayabilmiştir. Antrenmanları tamamlayan 20 deneğin antrenman programı öncesi ve sonrası bazı büyük kas gruplarının izokinetik kasılma sırasındaki kuvveti, maksimal anaerobik güçleri, antropometrik ölçümleri ve maksimal aerobik güçleri ölçülmüştür. Hidrolik makineler kullanılarak haftada 2-4 kez, 8 istasyon ve 3 setlik dairesel antrenmandan oluşan program sonucunda yapılan ölçümler neticesinde G toleransı ile olmasa da deneklerin yağsız vücut ağırlığında anlamlı yükselmeler olduğu bulunmuştur (Jacobs, Bell, Pope, ve Lee,

1987). Yang ve ark. (2007), yüksek +  $G_z$  ortamında AGSM'nin neden olduğu yorgunluğu iyileştirmek için solunum kasları antrenmanının faydalarının sınırlı olduğunu, Park, Yun, ve ark. (2016), aktif uçuş görevinde 361 genç erkek pilot ile en az 2 yıl boyunca yüksek performanslı uçaklarda tecrübe sahibi 351 katılımcıyı karşılaştırdıkları çalışma sonucunda kas kütlesi, dayanıklılık ve genel dayanıklılık gibi fiziksel koşulların iyi deneyimli havacılar da G-LOC ile ilişkili olmadığını, daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmasına rağmen, fiziksel durumun, deneyimli havacılar arasında G-LOC için önemli bir belirleyici olarak görünmediğini belirtmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada diz fleksiyon-ekstansiyon hareketi yerine uçuşta yapılan AGSM manevrasındakine benzer şekilde olan kalça abduksiyon-adduksiyon hareketi izokinetik olarak ölçülmüştür. Relax G toleransı ile izokinetik abduktor sol kalça kuvvet değeri ortalaması arasında ( $r = 0.47$ ) ( $p < 0.01$ ) pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Yaptığımız çalışma sonucunda deneklerin fiziksel testlerden aldıkları sonuçlar açısından; el kavrama kuvveti değerleri ortalaması ( $43.3 \pm 6.0$  kg) Tablo 3'e göre orta kategorisinde, sırt kuvveti değerleri ortalaması ( $91.0 \pm 6.5$  kg) Tablo 4'e göre ortalama altı kategorisinde, bacak kuvveti değerleri ortalaması ( $124.8 \pm 18.1$ ) Tablo 5'e göre düşük kategorisinde, esneklik değerleri ortalaması ( $27.6 \pm 7.9$ ) Tablo 8'e göre iyi kategorisinde ve dikey sıçramalarının ( $37.0 \pm 5.8$  cm) Tablo 12'ye göre ortalama altı kategorisindedir. Relax G toleransı ile el kavrama kuvveti ( $r = 0.24$ ), sırt kuvveti ( $r = 0.25$ ), bacak kuvveti ( $r = 0.12$ ) esneklik ( $r = 0.04$ ), dikey sıçrama ( $r = 0.03$ ) arasında pozitif fakat anlamlı olmayan bir ilişki tespit edilmiştir. Denge testi ortalaması ile Relax G toleransı arasında ise ( $r = - 0.12$ ) negatif yönlü anlamlı olmayan bir ilişki bulunmaktadır. Relax G toleransı yüksek olan ve düşük olan deneklerin fiziksel testlerden aldıkları değerler karşılaştırıldığında; 5 m koşu hızı ( $p < 0.01$ ) (EB ( $r$ ) = 0.55) ve izokinetik abduktor sol kalça kuvvet değeri ( $p < 0.05$ ) (EB ( $r$ ) = 0.32) ile aralarında anlamlı farklılık bulundu. El kavrama-

sırt-bacak kuvveti, esneklik, dikey sıçrama ve denge açısından G toleransı yüksek olanlar ile düşük olanlar arasında anlamlı farklılık yoktu.

G toleransında fizyolojik özelliklerin incelenmesi ile ilgili olarak; Epperson (1980), 24 sağlıklı erkek katılımcı ile koşu, ağırlık çalışması gibi yapılan egzersizler sonrasında ağırlık kazanmış olan katılımcıların, yüksek +  $G_z$  yüklerine tekrar tekrar ve uzun süreli maruziyet için gelişmiş toleransa sahip olduklarını belirtmiştir. Yapılan bir araştırmada, anaerobik metabolizmanın +  $G_z$  toleransı süresindeki rolünü tespit edebilmek için, venöz kan laktik asit konsantrasyonu farklı şiddetteki G seviyelerinde uygulanan G testinden önce ve sonra ölçülmüştür. Ölçümler neticesinde kan laktik asit seviyeleri + 4-5  $G_z$  seviyelerinde düşük ve + 7-9  $G_z$  seviyelerinde yüksek bulunmuştur. Kan laktik asit düzeyi G'ye maruz kalma esnasında maksimum kalp atım sayısı ile doğrudan korelasyon göstermektedir. Araştırma sonucunda anaerobik metabolizma ve izometrik egzersiz fizyolojisi ile +  $G_z$  toleransının her seviyesindeki yorgunluk süresi arasında doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir (Burton, 1988). Kan basıncını düzenleyen kardiyovasküler refleksler, kısa süreli (< 20 sn.) kesintilerle ayrılan +  $G_z$  ivmesi ile tekrarlanan maruz kalma sırasında adapte olur, ancak bu etkinin daha uzun aralıklarla korunup korunmadığı bilinmemektedir. Stevenson (2014), tek bir +  $G_z$  maruziyetini takiben artan istirahat kan basıncı ve total periferik direnç, kardiyovasküler sistemde, sonraki maruziyetler sırasında daha iyi tolerans sağlaması beklenen değişiklikler olduğunu belirtti. Buna karşın; tekrarlı G maruziyeti ile ilgili olarak Scott (2013), +  $G_z$  maruziyetinin, adaptasyondaki +  $G_z$  maruziyetinin sıklığı rolünün bilinmediğinden, iki farklı yoğunlukta +  $G_z$ 'ye tekrar tekrar maruziyetten önce ve sonra +  $G_z$  toleransını değerlendirdi. 10 deneyimli erkek santrifüj gönüllüsü, en az 3 haftalık olarak ayrılan iki deney koşulunu tamamladı. Denekler ardışık 3 hafta boyunca haftada iki veya dört kez bir insan santrifüjü üzerinde dört simüle edilmiş hava muharebe manevralarını (SACM) tamamladı. 3 hafta boyunca haftada 2 (8 SACM) veya 4 seans (16 SACM) gibi sık +  $G_z$  ivme, ortostatik strese kardiyovasküler toleransı arttırdığını,



ancak Relax G toleransını geliştirmedeği açıkladı. Whinnery (1987), 27 denek 2 yıl süresince aerobik antrenman yapan erkekler (yaş ort. 29 yıl), GOR ve ROR testleri yapmış ve araştırma sonucunda, uzun süreli yapılan programlarla elde edilen yüksek aerobik kondisyonun jet pilotları için genel sağlık açısından faydalı olsa da, + G<sub>z</sub> toleransına katkı sağlaması açısından + G<sub>z</sub> toleransı arasında ilişki bulamamıştır. Uçuş ve sonrasında kardiyovasküler sistemdeki iyileşme ile oluşan yüksek zihinsel iş yükü sırasında lineer ve nonlinear KAHD modülasyonlarını değerlendirmek için yapılan çalışmada, çok bacaklı bir kros uçuşu sonrasında vagal geri çekilmenin inişten sonra 5 saat süreyi içerdiği ve bu gecikmenin güvenlik süresi olarak önerilebileceği belirtilmiştir (Sauvet, 2009). 11 sağlıklı savaş pilotunun, eğitim uçuşu sırasında birkaç saatlik KAH aktivitesi kaydedildi. Mevcut bulgular, uçuş sırasında ve sonrasında aerobik kapasite ve vücut yağ yüzdesi arasında anlamlı ilişkiler olduğunu göstermiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, uçucuların stresini azaltmak ve performansı arttırmak için bu etkenlerin pilot eğitim üzerindeki etkisini daha fazla aydınlatılabilir (Oliveira-Silva, 2015). Tekrarlayan + G<sub>z</sub> maruziyetinin, ivmelenmeye kardiyovasküler yanıt üzerindeki uzunlamasına etkileri araştırıldı. Sonuçlar, + G<sub>z</sub> kaynaklı strese kardiyovasküler antrenmanın olumlu etkisi olduğunu düşündürmektedir. + G<sub>z</sub>'ye tekrar tekrar maruz kalma artan KAH yanıtı ile sonuçlanır, Wiegman, Burton, ve Forster (1995), 10 erkek pilot üzerinde yaptıkları bir çalışmada, pilotların anaerobik gücünü, kan laktat seviyelerini ve antropometrik ölçümleri ile akselerasyon toleranslarını, pilotları santrifüjde benzetilmiş hava muharebesi (SACM) profili uçurarak (+ 4,5 ve + 7 G 15 sn.de yorgunluk olana kadar) ölçtüler. Araştırma sonucunda; alt ve üst vücudun anaerobik gücü, çeşitli vücut çevre ölçümleri, yağsız vücut ağırlığı ile SACM süresi arasında pozitif bir korelasyon olduğunu buldular (p < 0.05). Sonuçta anaerobik gücün SACM toleransında önemli fizyolojik bir bileşen olduğunu tespit ettiler.

Yaptığımız araştırma sonucunda fizyolojik test sonuçları ile ilgili olarak; Relax G toleransı ile anaerobik kapasite arasında pozitif (r = 0.36) (p < 0.05) yönde anlamlı ilişki

bulunmaktadır. Relax G toleransı yüksek olanlar lehine aerobik kapasite ( $p < 0.01$ ) ( $EB (r) = 0.43$ ) ve anaerobik kapasite ( $p < 0.01$ ) ( $EB (r) = 0.43$ ) anlamlı farklılık bulunmaktadır. Anaerobik özellikler içeren 5m. Koşu hızı testinin de anlamlı sonuç çıkardığı düşünüldüğünde anaerobik özelliklerin G toleransında etkin olduğu sonucu daha önceki çalışmaları desteklemektedir (Epperson, 1982; Bulbulian, 1986; Newman, 2008).

+ 4.5 G 30 sn. profilinde + 7 G 15 sn. profiline göre  $O_2$  saturasyonunda daha fazla düşüşe sebep olurken KAH değerlerinde ve KAHD parametrelerinde + 7 G 15 sn. profilinde yüksek değerlere çıkmaktadır. + 4.5 G 30 sn. profilinde KAH ve  $O_2$  saturasyonunda + 7 G 15 sn. profiline göre daha yüksek değerlere ulaşıldığı, bunun sebebinin aradaki zaman farkından kaynaklandığı düşünülmektedir. + 4.5 G 30 sn. profilinde SDNN ile RMSSD değerleri R-R ortalaması ile ilişkisi anlamlı değil iken + 7 G 15 sn. profilinde anlamlıdır ( $p < 0.05$ ). RMSSD performans hakkında bilgi verebilen bir değişken olduğu için burada + 7 G 15 sn. profilinde kalbin daha yüksek bir efor sarf ettiğini söyleyebiliriz.

Araştırmaya katılan deneklerin aerobik kapasitesi ile anaerobik kapasitesi arasında da anlamlı ilişki ( $r = 0.61$ ) ( $p < 0.01$ ) bulunmaktadır. Yaptığımız çalışmada Relax G toleransı ile aerobik kapasite arasındaki ilişki ( $r = 0.36$ ) anlamlı olmasa da G toleransına göre oluşturulmuş gruplar arasında  $VO_{2max}$  için anlamlı fark ( $p < 0.01$ ) ve yüksek etki büyüklüğü ( $EB (r) = 0.43$ ) bulunmaktadır. + 4.5 G 30 sn. profilinde + 7 G 15 sn. profiline göre  $O_2$  saturasyonunda daha fazla düşüşe sebep olurken KAH değerlerinde ve KAHD parametrelerinde + 7 G 15 sn. profilinde yüksek değerlere çıkmaktadır.

Katılımcılara uygulanan Uluslararası Fiziksel Aktivite Ölçeği sonucunda Relax G toleransı ile fiziksel aktivite düzeyi daha yüksek olan grup ile daha düşük olan gruplar arasında anlamlı farklılık ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Bu da gösteriyor ki anaerobik kapasitenin, aerobik kapasitenin ve fiziksel aktivite düzeyinin yüksek olması G toleransını artırmakta, vücut yağ oranı ve yüksek VKİ G toleransını azaltmaktadır.

Yaptığımız araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara göre; G-toleransı ile koşu hızı, anaerobik kapasite, KAHD, kuvvet (izokinetik) fiziksel aktivite durumu arasında bir ilişki olduğuna dair hipotezler kabul edilmektedir. G toleransı yüksek olan ve düşük olan bireyler ile vücut kompozisyonu (vücut yağ oranı ve VKİ), fiziksel özellikler (koşu hızı ve izokinetik kuvvet), fizyolojik özellikler (anaerobik ve aerobik kapasite) açısından anlamlı farklılık olduğuna dair hipotezler kabul edilmektedir. G-toleransı ile vücut kompozisyonu, aerobik kapasite, denge, esneklik, dikey sıçrama ve kuvvet (el kavrama, sırt ve bacak) arasında bir ilişki olduğuna dair hipotezler reddedilmiştir.

Araştırma sonuçlarında daha önceki çalışmalarla paralellik gösteren testlerin (aerobik kapasite, anaerobik güç, KAHD) yanı sıra bilgimiz dahilinde ilk kez yapılan testlerde (denge, sırt kuvveti, bacak kuvveti, pençe kuvveti, esneklik, izokinetik abduktor ve adduktor kalça kuvveti, dikey sıçrama, koşu hızı) uygulanarak farklı G kuvvetlerine (Relax G, + 4.5 G ve + 7 G) etki eden faktörlerin belirlenmeye çalışılması, araştırmanın laboratuvar ortamında objektif ölçme araçları ile yapılması araştırmanın güçlü yanını göstermektedir. Araştırmanın zayıf yanı için her ne kadar araştırma her bir denek için 4 gün sürse bile yapılan testlerin sayısı ve uygulanan G profilleri açısından daha fazla zaman ayrılamamış olmasıdır. Araştırma sonucundan elde edilen sonuçlar ve yorumlar bireysel görüşü yansıtmakta, Türk Silahlı Kuvvetlerinin görüşünü yansıtmamaktadır. Araştırmada Türk Hava Kuvvetlerinde görev yapan savaş pilotları denek olarak kullanılmamıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen bilgilerin analiz edilmesi sonucunda; vücut kompozisyonu (vücut yağ yüzdesi, VKİ), fiziksel özellikler (izokinetik kuvvet, koşu hızı) ve fizyolojik özellikler (aerobik kapasite, anaerobik kapasite) açısından G toleransı daha yüksek olan grup ile düşük olan grup arasında anlamlı farklılık olduğu söylenebilir. Ayrıca G toleransı ile anaerobik kapasite ve yine anaerobik güç ile ilişkili olan koşu hızı arasında pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda jet pilotlarının ve pilot adaylarının

anaerobik özelliklerinin üst seviyede, aerobik kapasitelerinin de belirli bir seviyenin üzerinde olması gerektiği, buna karşılık vücut yağ yüzdesinin de düşük seviyelerde tutulması gerektiği söylenebilir.

Jet pilotlarının veya jet pilotu adaylarının; vücut yağ oranlarını ve buna paralel olarak vücut kitle indekslerini kontrol altında tutacak beslenme alışkanlıkları edinmeleri ve G toleranslarını geliştirmek için anaerobik özellikleri ön planda tutacak çalışmalar yapmaları, anaerobik özellikleri geliştirmeye odaklanırken aerobik kapasitenin de tamamlayıcı özellik olarak geliştirecek antrenman programlarını uygulayarak fiziksel aktivite düzeylerini yüksek seviyede tutmaları önerilmektedir.

G toleransını etkileyen özelliklerin daha ayrıntılı olarak belirlenmesinde ileride daha fazla katılımcıyla farklı özelliklere göre gruplandırılmış çalışmalar yapılabilir.

## KAYNAKÇA

- ACSM. (1993). *ACSM's resource manual for guidelines for exercise and prescription*. Philadelphia: Lea&Febiger.
- ACSM. (2006). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- ACSM. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*: Lippincott Williams & Wilkins.
- ACSM, Franklin, B. A., Whaley, M. H., Howley, E. T., ve Balady, G. J. (2000). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Açıkada, C., ve Ergen, E. (1990). *Bilim ve spor*. Ankara: Büro tek Ofset Matbaacılık.
- Adaş, T. (2008). *İzokinetik dinamometre ile yapılan ölçümlerde farklı eklemlere ait yük aralığının tespiti*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- AFRAM. (1999, 26.09.2018). Afram11-419. Retrieved from <http://www.e-publishing.af.mil/>
- Akgün, N. (1993). *Egzersiz fizyolojisi* (4.Baskı ed.). İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası.
- Akgün, N. (1994). *Egzersiz ve spor fizyolojisi* (Vol. 5'inci baskı). İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Akkoca, Ö., Öner, F., Saryal, S., Karabıyıkoglu, G., ve Gürkan, Ö. (2001). The relationship between dyspnea and pulmonary functions, arterial blood gases and exercise capacity in patients with copd. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi*, 49(4), 431-438.
- Aktaş, F. (2010). *Kuvvet antrenmanının 12-14 yaş grubu erkek tenisçilerin motorik özelliklerine etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Akyüz, M. (2007). *Bir müsabaka sonrasında erkek futbolcularda oluşan kas hasarı*. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Albery, W. B., ve Van Patten, R. E. (1991). Non-invasive sensing systems for acceleration-induced physiologic changes. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 10(1), 46-51.
- Andes, K. (1999). *The complete book of fitness: Mind, body, spirit*. New York: Three Rivers Press.
- Aslankeşer, Z., Korkmaz, S., Zeren, C., Örnek, O., ve Kurdak, S. (2010, 10-12 Kasım 2010). *Maksimal izometrik diz ekstensiyonu sırasında kuvvet- ortalama frekans ilişkisi*. Paper presented at the 11th International Sport Sciences Congress, Antalya.
- Åstrand, P. O., Rodahl, K., Dahl, H. A., ve Strømme, S. B. (1986). *Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise* (Vol. 3). New York: Hill Book Comp.
- Baechle, T. R., ve Earle, R. W. (2004). *Nsca's essentials of personal training: Human Kinetics*.
- Bağırhan, T. (1977). *Sürat çalışmaları*. Ankara: Bağırhan Yayınevi.
- Bain, J. B. (1999). *Muscle fatigue during exposure to headward (+g) acceleration*. Community Health University, Toronto.
- Balldin, U., Kuronen, P., Rusko, H., ve Svensson, E. (1994). Perceived exertion during submaximal g exposures before and after physical training. *Aviation, space, and environmental medicine*, 65(3), 199-203.
- Balldin, U., Werchan, P., French, J., ve Self, B. (2003). Endurance and performance during multiple intense high + gz exposures with effective anti-g protection. *Aviation, space, and environmental medicine*, 74(4), 303-308.
- Başpınar, O. (2009). *Futbolcularda izokinetik kas kuvvetinin anaerobik güce etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Bompa, T. O. (1992). Mukavemet antrenmanlarının planlanmasında fizyolojik şiddet değerlerinin kullanılması. *Hacettepe Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(7), 5-17.

- Bompa, T. O. (1994). *Theory and methodology of training: The key to athletic training*. USA: Kendall/Hunt.
- Bompa, T. O. (2007). *Antrenman kuramı ve yöntemi*. Ankara: Spor Yayınevi.
- Bompa, T. O. (2013). *Sporda çabuk kuvvet antrenmanı* (Vol. 4). Ankara: Spor Yayınevi ve Kitapevi.
- Bompa, T. O., ve Haff, G. G. (2009). *Periodization: Theory and methodology of training*. USA: Human Kinetics.
- Booth, M. (2000). Assessment of physical activity: An international perspective. *Research quarterly for exercise and sport*, 71(sup2), 114-120.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med sci sports exerc*, 14(5), 377-381.
- Bulbulian, R. (1986). Physical training and+ gz tolerance reevaluated. *Aviation, space, and environmental medicine*, 57(7), 709-711.
- Burdon, J. G. W., Juniper, E. F., Killian, K. J., Hargreave, F. E., ve Campbell, E. J. M. (1982). The perception of breathlessness in asthma. *American Review of Respiratory Disease*, 126(5), 825-828.
- Burns, J. W., Ivan, D. J., Stern, C. H., Patterson, J. C., Johnson, P. C., Drew, W. E., ve Yates, J. T. (2001). Protection to + 12 gz. *Aviation, space, and environmental medicine*, 72(5), 413-421.
- Burton, R. R. (1988). G-induced loss of consciousness: Definition, history, current status. *Aviation, space, and environmental medicine*, 59(2).
- Cooper, K. H. (1968). A means of assessing maximal oxygen intake: Correlation between field and treadmill testing. *Jama*, 203(3), 201-204.
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjorstrom, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., . . . Sallis, J. F. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(8), 1381-1395.
- Davis, B., Ros P, R., Jan Roscoe, J., ve Roscoe, D. (2000). Physical fitness and fitness testing. *Davis, B et al. Physical Education and the study of sport. 4th ed. Spain: Harcourt*, 123.
- Davis, J. R., Johnson, R., ve Stepanek, J. (2008). *Fundamentals of aerospace medicine*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Demir, M. (1989). *Dayanıklılık antrenmanlarının aerobik kapasiteye etkisi*. (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Doğan, A. A. (1994). *Esneklik çalışmalarının bilimsel temelleri*. Trabzon: Derya Kitabevi.
- Dolu, E. (1993). Sprintte kuvvetin önemi ve geliştirilmesi. *Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(12), 9-13.
- Duda, K. R., Jarchow, T., ve Young, L. R. (2012). Squat exercise biomechanics during short-radius centrifugation. *Aviation, space, and environmental medicine*, 83(2), 102-110.
- Durukan, M. (2008). *Jet pilotlarına uygulanan anaerobik antrenman programlarının bazı bedensel ve fizyolojik parametreler ile g-toleransına olan etkilerinin incelenmesi*. (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi,
- Dündar, U. (1998). *Antrenman teorisi*. Ankara: Bağırhan Yayınevi.
- Dündar, U. (2003). *Antrenman teorisi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Dündar, U. (2004). *Basketbolda kondisyon*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Dvir, Z. (2000). Isokinetic muscle testing: Reflections on future venues. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 18(2), 41-46.
- Eiken, O., Mekjavic, I., Sundblad, P., ve Kölegård, R. (2012). G tolerance vis-à-vis pressure-distension and pressure-flow relationships of leg arteries. *European journal of applied physiology*, 112(10), 3619-3627.
- Epperson, W., Burton, R., ve Bernauer, E. (1982). *The influence of differential physical conditioning regimens on simulated aerial combat maneuvering tolerance*.

- Epperson, W., Burton, R., ve Bernauer, E. (1985). *The effectiveness of specific weight training regimens on simulated aerial combat maneuvering g tolerance*. Retrieved from
- Epperson, W. L. (1980). *Effect of physical conditioning on +gz tolerance*. (Doktora Tezi). University of California,
- Ergen, E. (2004). *Spor bilimleri ve hekimliği yazıları*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Ergen, E., Demirel, H., Güner, R., Turnagöl, H., Başoğlu, S., Zergeroğlu, A. M., ve Ülkar, B. (2002). *Egzersiz fizyolojisi*. Ankara.
- Ergen, E., ve Hazır, T. (2002). *Egzersiz fizyolojisi ders kitabı*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım Ltd.Şti.
- Erol, E. (2003). *Basketbol da yetenek seçimi ilkeleri ve seçimi ders notları*. Ankara.
- Ersöz, G., Mitat, K., ve Gündüz, N. (1997). Aerobik kapasitenin ölçümünde kullanılan ik farklı submaksimal bisiklet ergometresi test yönteminin karşılaştırılması. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2(3), 1-8.
- Fernandes, L., Linder, J., Krock, L. P., Balldin, U., ve Harms-Ringdahl, K. (2003). Muscle activity in pilots with and without pressure breathing during acceleration. *Aviation, space, and environmental medicine*, 74(6), 626-632.
- Fox, E. L., Bowers, R. W., ve Foss, M. L. (2011). *The physiological basis for exercise and sport* (M. Cerit, Trans.): Spor Bilimleri Yayınevi.
- Galvagno, S. M., Massa, T. V., ve Price, S. C. (2004). Acceleration risk in student fighter pilots: Preliminary analysis of a management program. *Aviation, space, and environmental medicine*, 75(12), 1077-1080.
- Gillingham, K. K. (1986). *G-tolerance standards for aircrew training and selection*.
- Gowda, A., Pipraiya, R., ve Baburaj, V. P. (2013). Relationship of body fat with relaxed g tolerance. *Ind J Aerospace Med*, 57(2), 9-13.
- Gradwell, D., ve Rainford, D. J. (2016). *Ernsting's aviation and space medicine: 5E*:CRC Press.
- Grant, S., Aitchison, T., Henderson, E., Christie, J., Zare, S., Mc Murray, J., ve Dargie, H. (1999). A comparison of the reproducibility and the sensitivity to change of visual analogue scales, borg scales, and likert scales in normal subjects during submaximal exercise. *Chest*, 116(5), 1208-1217.
- Guardiera, S., Bock, O., Pongratz, H., Krause, W. . (2007). Isometric force production in experienced fighter pilots during+ 3 gz centrifuge acceleration. *Aviation, space, and environmental medicine*, 78(11).
- Günay, M. (1998). *Egzersiz fizyolojisi*. Ankara: Bağırğan Yayınevi.
- Günay, M., ve Cicioğlu, İ. (2006). *Spor fizyolojisi ve performansın ölçülmesi*. Ankara: : Gazi Kitapevi Yayınları.
- Günay, M., Sevim, Y., Savaş, S., ve Erol, A. E. (1994). Pliometrik çalışmaların sporcularda vücut yapısı ve sıçrama özelliklerine etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 6(2), 38-45.
- Günay, M., ve Yüce, A. (2008). *Futbol antrenmanının bilimsel temelleri*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Heyward, V. (2005). *Advanced fitness assessment and exercise prescription package*: Human Kinetics Publishers.
- HKEK\_435-1-1. (1998). *Hkek 435-1-1 hava fizyolojisi el kitabı*. Ankara: Hv.Bas. ve Neş.Md.lüğü
- Hollman, W. (1972). *Zentrale themen der sportmedizin*. Germany: Springer-Verlag Berlin.
- Honkanen, T., Oksa, J., Mäntysaari, M. J., Kyröläinen, H., Avela, J. . (2017). Neck and shoulder muscle activation among experienced and inexperienced pilots in + gz exposure. *Aerospace medicine and human performance*, 88(2).
- Howatson, G., ve Van Someren, K. A. (2005). The reproducibility of peak isometric torque and electromyography activity in unfamiliarised subjects using isokinetic dynamometry on repeated days. *Isokinetics and exercise science*, 13(2), 103-109.

- Huttunen, K., Keränen, H., Väyrynen, E., Pääkkönen, R., ve Leino, T. (2011). Effect of cognitive load on speech prosody in aviation: Evidence from military simulator flights. *Applied ergonomics*, 42(2), 348-357.
- Ikemoto, Y., Demura, S., Yamaji, S., Minami, M., Nakada, M., ve Uchiyama, M. (2007). Force-time parameters during explosive isometric grip correlate with muscle power. *Sport Sciences for Health*, 2(2), 64.
- Inbar, O., Bar-Or, O., ve Skinner, J. S. (1996). *The wingate anaerobic test*: Human Kinetics.
- Jacobs, I., Bell, D., Pope, J., ve Lee, W. (1987). Effects of hydraulic resistance circuit training on physical fitness components of potential relevance to+ gz tolerance. *Aviation, space, and environmental medicine*, 58(8), 754-760.
- Jahnson, P. (1988). *Fitness you*. London: Sounders Company.
- Jogerst, C. J. D. (2016). The fifth-generation fighter pilot force. *Air & Space Power Journal*, 30(4), 78-81.
- Jonath, U., ve Krempel, R. (1981). *Konditions training*. Hamburg: Reinbek Bel.
- Kale, R. (1993). *Sporada dayanıklılık*. İstanbul: Alaş Ofset Ltd.
- Kalyon, T. A. (1990). *Spor hekimliği: Sporcu sağlığı ve spor sakatlıkları*. Ankara: Gata Yayınları.
- Karaca, A. (2007). Fiziks aktivi değerlendirm anketi'ni (fada) üniversi öğrenciler üzerind güvenilirli ve geçerli çalışması. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 12(3), 3-10.
- Karatosun, H. (2010). *Antrenmanın fizyolojik temelleri* (Vol. 3). Isparta: Altıntuğ Matbaası.
- Kaufman, W. C., Baumgardner, F. W., Gillingham, K. K., Nunneley, S. A., Pittman Jr, J. C., ve Stoffel, F. (1984). Standardization of units and symbols: Revised. *Aviation, space, and environmental medicine*, 55(2), 93.
- Kenney, W. L., Wilmore, J., ve Costill, D. (2012). *Physiology of sport and exercise 5th edition*: Human kinetics.
- Kim, S., Cho, T., Lee, Y., Koo, H., Choi, B., Kim, D. . (2017). G-loc warning algorithms based on emg features of the gastrocnemius muscle. *Aerospace medicine and human performance*, 88(8).
- Kolegard, R., Mekjavic, I. B., ve Eiken, O. (2013). Effects of physical fitness on relaxed g-tolerance and the exercise pressor response. *Eur J Appl Physiol*, 113(11), 2749-2759. doi:10.1007/s00421-013-2710-z
- Lacerte, M., Alquist, A. D., ve Questad, K. A. (1992). Concentric versus combined concentric-eccentric isokinetic training programs: Effect on peak torque of human quadriceps femoris muscle. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 73(11), 1059-1062.
- Leone, M., Lariviere, G., ve Comtois, A. S. (2002). Discriminant analysis of anthropometric and biomotor variables among elite adolescent female athletes in four sports. *Journal of sports sciences*, 20(6), 443-449.
- Letzelter, M. (1980). *Training grundlagen*. Hamburg.
- Loko, J., Aule, R., Sikkut, T., Ereline, J., ve Viru, A. (2000). Motor performance status in 10 to 17-year-old estonian girls. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 10(2), 109-113.
- Lyons, T. J., Harding, R., Freeman, J., ve Oakley, C. (1992). G-induced loss of consciousness accidents: Usaf experience 1982-1990. *Aviation, space, and environmental medicine*, 63(1), 60-66.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., ve Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance*: Lippincott Williams & Wilkins.
- McGinnis, P. M. (2013). *Biomechanics of sport and exercise*: Human Kinetics.
- Morehouse, E., ve Miller, T. A. (1973). *Egzersiz fizyolojisi*. İzmir.



- Morrow Jnr, J., Jackson, A., Disch, J., ve Mood, D. (1995). Measurement and evaluation in human performance. . In: Human Kinetics.
- Muratlı, S. (1976). *Antrenman ve istasyo çalışmaları*. Ankara: Pars Matbaası.
- Muratlı, S., Kalyoncu, O., ve Şahin, G. (2005). *Antrenman ve müsabaka*. İstanbul: Yayılım Yayıncılık.
- Myers, J., ve Ashley, E. (1997). Dangerous curves: A perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. *Chest*, 111(3), 787-795.
- Nagle, F. J. (1973). Physiological assessment of maximal performance. *Exercise and sport sciences reviews*, 1(1), 313-338.
- Nett, T. (1970). *Leichtatletisches musceltraining*. Berlin: Verlag Bartis.
- Newman, D. G. (2016). *High g flight: Physiological effects and countermeasures*: Routledge.
- Newman, D. G., Callister, R. (2008). Cardiovascular training effects in fighter pilots induced by occupational high g exposure. *Aviation, space, and environmental medicine*, 79(8).
- Normlar. (2018a, 13.04.2018). Dikey sıçrama normları. Retrieved from <https://www.topendsports.com/testing/norms/vertical-jump.htm>
- Normlar. (2018b, 14.08.2018). Dikey sıçrama normları. Retrieved from <http://www.mens-fitness-and-health.com/Vertical-Jump.html>
- Oliveira-Silva, I., Boullosa, D. A. (2015). Physical fitness and dehydration influences on the cardiac autonomic control of fighter pilots. *Aerospace medicine and human performance*, 86(10).
- Otsuki, T., Maeda, S., Iemitsu, M., Saito, Y., Tanimura, Y., Ajisaka, R., ve Miyauchi, T. (2007). Relationship between arterial stiffness and athletic training programs in young adult men. *American journal of hypertension*, 20(9), 967-973.
- Önder, U. Ö. (2007). *Ankara birinci lig takımlarında oynayan bayan voleybolcuların bazı fiziksel ve fizyolojik parametrelerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi,
- Özalevli, S., ve Uçan, E. S. (2004). Farklı dispne skalalarının kronik obstrüktif akciğer hastalığında karşılaştırılması. *Toraks Dergisi*, 5(2), 90-94.
- Özdil, G. (2016). *Boksörlerde kuvvet anteenmanlarının maksimal kuvvet ve anaerobik güce etkisi*. Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Özer, K. (1990, 15-16 Mart 1990). *Yetenek seçiminde yapısal faktörler*. Paper presented at the Hacettepe Üni.Spor Bilimleri 1. Ulusal Sempozyumu Bildirileri, Ankara.
- Özer, K. (2006). *Fiziksel uygunluk*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Pala, R. (2011). *Boks milli takımının avrupa şampiyonasına hazırlık kampları süresince bazı fiziksel ve oksidatif sitres parametrelerinin incelenmesi*. Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Park, J. S., Choi, J., Kim, J. W., Jeon, S. Y., ve Kang, S. (2016). Effects of the optimal flexor/extensor ratio on g-tolerance. *J Phys Ther Sci*, 28(9), 2660-2665. doi:10.1589/jpts.28.2660
- Park, J. S., Yun, C., ve Kang, S. (2016). Physical condition does not affect gravity-induced loss of consciousness during human centrifuge training in well-experienced young aviators. *PloS one*, 11(1), e0147921.
- Parpucu, T. İ. (2009). *Sağlıklı bireylerde el bileği çevre kas kuvvetinin değerlendirilmesinde dijital el dinamometresinin etkinlik ve güvenirliliğinin araştırılması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Powers, S. K., ve Howley, E. T. (2007). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*. USA: Brown & Benchmark Pub.
- Reilly, T., ve Thomas, V. (1977). Effects of a programme of pre-season training on the fitness of soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 17(4), 401.

- Saglam, M., Arıkan, H., Savcı, S., Inal-Ince, D., Bosnak-Guclu, M., Karabulut, E., ve Tokgozoglu, L. (2010). International physical activity questionnaire: Reliability and validity of the turkish version. *Perceptual and motor skills*, 111(1), 278-284.
- Sauvet, F., Jouanin, J. C., Langrume, C., Van Beers, P., Papelier, Y., Dussault, C. (2009). Heart rate variability in novice pilots during and after a multi-leg cross-country flight. *Aviation, space, and environmental medicine*, 80(10).
- Scott, C. (2005). Misconceptions about aerobic and anaerobic energy expenditure. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2(2), 32.
- Scott, J. P., Jungius, J., Connolly, D., & Stevenson, A. T. (2013). Subjective and objective measures of relaxed + gz tolerance following repeated + gz exposure. *Aviation, space, and environmental medicine*, 84(7).
- Seng, K. Y., Lam, P. M., Lee, V. S. (2003). Acceleration effects on neck muscle strength: Pilots vs. Non-pilots. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 74(2).
- Sevim, M., Sevim, E., M., G., ve Erol, E. (1996). Kombine kuvvet antrenmanlarında 18 – 25 yaş grubu elit bayan hentbolcuların performans gelişimine etkisinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1(3).
- Sevim, Y. (1992). *Antrenman bilgisi ders notları*. Ankara: Gazi Büro Kitabevi.
- Sevim, Y. (1995). *Antrenman bilgisi*. Ankara: Gazi Büro Kitabevi Özkan Matbaacılık.
- Sevim, Y. (1997). *Antrenman bilgisi*. Ankara: Tutibay Ltd.
- Sevim, Y. (2002). *Basketbol teknik-taktik antrenman*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Sevim, Y. (2006). *Antrenman bilgisi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Shender, B. S., Forster, E. M., Hrebien, L., Ryoo, H. C., ve Cammarota, J. P. (2003). Acceleration-induced near-loss of consciousness: The “a-loc” syndrome. *Aviation, space, and environmental medicine*, 74(10), 1021-1028.
- Stevenson, A. T., Scott, J. P., Chiesa, S., Sin, D., Coates, G., Bagshaw, M., Harridge, S. (2014). Blood pressure, vascular resistance, and + gz tolerance during repeated + gz exposures. *Aviation, space, and environmental medicine*, 85(5).
- Stone, M. H., Sands, W. A., Carlock, J., Callan, S., Dickie, D., Daigle, K., . . . Hartman, M. (2004). The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 878-884.
- Sugimoto, D., Mattacola, C. G., Mullineaux, D. R., Palmer, T. G., ve Hewett, T. E. (2014). Comparison of isokinetic hip abduction and adduction peak torques and ratio between sexes. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 24(5), 422.
- Sutton, B. (2012). *Nasm essentials of personal fitness training*. In: Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Şahin, Ö. (2010). Rehabilitasyonda izokinetik değerlendirmeler. *Cumhuriyet Medical Journal*, 32(4), 386-396.
- Şen, C. (1997). *Deplasmanlı milli ligde oynayan basketbolcuların üst ekstremite morfolojik özellikleri, istemli maksimal hareket genişlikleri, izometrik kuvvet ve serbest atış arasındaki ilişkiler*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Şenel, O. (1995). *Aerobik ve anaerobik antrenman programlarının 13-16 yaş grubu erkek öğrencilerin bazı fizyolojik parametreleri üzerindeki etkileri*. (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Tamer, K. (1991). *Fiziksel performansın ölçülmesi ve değerlendirilmesi*. Ankara: Gökçe Matbaacılık.
- Tamer, K. (2000). *Sporda fiziksel-fizyolojik performansın ölçülmesi ve değerlendirilmesi*. Ankara: Bağırğan Yayınevi.

- Tepetam, F. M. (2007). *Stabil kronik obstruktif akciğer hastalığında dispneyi değerlendiren yöntemlerin ve bode indeksini fonksiyonel parametrelerle karşılaştırılması*. (Uzmanlık Tezi). İstanbul.
- Tesch, P. A., ve Balldin, U. I. (1984). Muscle fiber type composition and g-tolerance. *Aviation, space, and environmental medicine*, 55(11), 1000-1003.
- Tesch, P. A., Hjort, H., ve Balldin, U. I. (1983). Effects of strength training on g tolerance. *Aviation, space, and environmental medicine*, 54(8), 691-695.
- Tiryaki, G. (2002). *Egzersiz ve spor fizyolojisi*. Bolu: Ata Ofset Matbaacılık.
- Truszczyński, O., Wojtkowiak, M., Lewkowicz, R., Biernacki, M. P., ve Kowalczyk, K. (2013). Reaction time in pilots at sustained acceleration of + 4.5 g. *Aviation, space, and environmental medicine*, 84(8), 845-849.
- Türel, M. (1990). *Futbol teknik-taktik-kondisyon*. İstanbul: T.F.F., Eğitim Müdürlüğü Yayıncılık.
- Ünver, K. (1999). Sürat koşularında gelişim. *Atletizm Federasyonu Yayınları*.
- Webb, J. T., Oakley, C. J., ve Meeker, L. J. (1991). Unpredictability of fighter pilot g tolerance using anthropometric and physiologic variables. *Aviation, space, and environmental medicine*, 62(2), 128-135.
- Wei, Y. T. (2000). *Integration of an expert system and experimental facility for advanced anti-g protection of jet fighter pilots*. Toronto University,
- Weineck, E. (1988). *Optimales training* (Vol. 2'nd ed). Köln: Veryag Rowohllt GMBH.
- Weineck, J. (2011). *Futbolda kondisyon antrenmanı* (T. Bağırhan, Trans.): Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Whinnery, J. E., & Parnell, M. J. . (1987). The effects of long-term aerobic conditioning on+ g tolerance. *Aviation, space, and environmental medicine*.
- Whinnery, J. E., ve Whinnery, A. M. (1990). Acceleration-induced loss of consciousness: A review of 500 episodes. *Archives of Neurology*, 47(7), 764-776.
- Wiegman, J. F., Burton, R., ve Forster, E. (1995). The role of anaerobic power in human tolerance to simulated aerial combat maneuvers. *Aviation, space, and environmental medicine*, 66(10), 938-942.
- Williams, C. (1998). *Fiziksel performansın değerlendirilmesi* (Vol. 3.Baskı): Tümay mATBAACILIK.
- Wilmore, J. H., ve Costill, D. L. (1994). *Physiology of exercise and sport*: Champaign, IL: Human Kinetics.
- Yang, P., Frier, B. C., Goodman, L., ve Duffin, J. (2007). Respiratory muscle training and the performance of a simulated anti-g straining maneuver. *Aviation, space, and environmental medicine*, 78(11), 1035-1041.
- Yapucu, G., Kara, Ü. D., ve Erbağcı, A. (2012). Dispne yakınması olan hastalarda farklı dispne ölçeklerinin karşılaştırılması. *Dokuz Eylül Hemşirelik Yüksekokulu Elektronik Dergisi*, 5(2), 65-71.
- Yıldız, S. A. (2012). Aerobik ve anaerobik kapasitenin anlamı nedir. *Solunum dergisi*, 14(1), 1-8.
- Yüceloğlu, D. O. (2009). *Sağlık ve solak futbolcularda izotonik bacak kuvveti ve reaksiyon zamanının araştırılması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Yürüktümen, A., Karcıoğlu, Ö., Topacoğlu, H., ve Karbek, F. (2009). Dispne il başvuran geriyatrik olgularda yakınma şiddeti il klinik ve laboratuvar verilerinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 9(4), 163-168.
- Zawadzki, J., Bober, T., ve Siemiński, A. (2010). Validity analysis of the biodex system 3 dynamometer under static and isokinetic conditions. *Acta Bioeng Biomech*, 12(4), 25-32.

- Zorba, E. (2001). *Fiziksel uygunluk*. Muğla: Gazi Kitabevi.
- Zorba, E., ve Ziyagil, M. A. (1995). *Vücut kompozisyonu ve ölçüm metotları*. Trabzon: Gen Matbaacılık Reklamcılık Ltd.Şti.
- Zupan, M. F., Arata, A. W., Dawson, L. H., Wile, A. L., Payn, T. L., ve Hannon, M. E. (2009). Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2598-2604.

## EKLER

Ek-1



T.C.  
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ  
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı



Sayı : 80558721-050.99-E.30552  
Konu : 2018 - 14 Karar

22/03/2018

Sayın Prof.Dr.Ramiz ARABACI  
Uludağ Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi  
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Tarafınızdan yürütülmekte olan **“G-toleransını Etkileyen Bazı Fizyolojik ve Fiziksel Faktörlerin İncelenmesi”** başlıklı proje hakkında alınan karar ilişikte gönderilmiştir. Bilgilerinizi ve gereğini saygı ile rica ederim.

Prof. Dr.Nihal DOĞAN  
Etik Kurul Başkanı

Bu evrak 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na göre elektronik olarak imzalanmıştır. Evrak doğrulama adresi:  
<https://ebysnetm.ogu.edu.tr/Home/Dogrulama/353e352e-13e7-4322-9141-3f8dc12fef02>

Adres	: Mecidiyeköy Kampüsü PK:26480 Odunpazarı	Ayrıntılı Bilgi	: Aysun SERTTAŞ - Bilgisayar İşletmeni
Telefon	: 0222 2392979-4690	Faks	: 222 239 37 72
E-Posta	: aserttas@ogu.edu.tr	Elektronik Ağ	: <a href="http://klinikarastirmalaretikkurul.ogu.edu.tr/">http://klinikarastirmalaretikkurul.ogu.edu.tr/</a>
		KEP Adresi	: esk.osmangaziunirek@hs01.kep.tr

**Uçucu Sağlık Araştırma ve Eğitim Merkezi Başkanlığı Tuncay ALPARSLAN'ın 09.03.2018 tarihli yazısı**

26.02.2018 tarihli Sayı:80558721-050.99-E.25150 sayılı ve 2018-14 Görüş konulu "G-toleransını Etkileyen Bazı Fizyolojik ve Fiziksel Faktörlerin incelenmesi" isimli projenin Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu görüşü tarafından yapılan değerlendirme sonucundaki görüşü çerçevesinde yapılan düzeltmeler aşağıda belirtilmiştir.

1. Çalışma protokolü ve başvuru formunda katılımcı sayısı 40 olarak düzeltilmiştir.
2. Örneklem grubunun hassas popülasyondan oluşması sebebiyle aydınlatılmış onam süresinde gönüllülük esasının korunması adına gerekli hassasiyeti ve özeni göstereceğimi beyan ederim.

Saygılarımla,

**ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BAŞKANLIĞI  
KARAR FORMU**

**Karar Tarihi:** 19 Mart 2018

**Karar Sayısı:** 08

Uludağ Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Prof.Dr.Ramiz ARABACI (Doktora Tez Danışmanı) sorumluluğunda yürütülen "*G-toleransını Etkileyen Bazı Fizyolojik ve Fiziksel Faktörlerin İncelenmesi*" başlıklı çalışmanın yapılmasının uygun olduğuna oy birliğiyle karar verilmiştir. Çalışmanızda başarılar dileriz.

Ek-2

## Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi (Kısa)

### International Physical Activity Questionnaire (Short)

Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_ Tarih: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

İnsanların günlük yaşayış içinde yaptıkları fiziksel aktiviteler hakkında bilgi edinmek istiyoruz. Aşağıda son 7 gün içinde fiziksel olarak harcanan zaman hakkında sorular bulunmaktadır. Lütfen, kendinizi çok hareketli bir kişi olarak görmesiniz bile her soruyu cevaplayın. Ev ve bahçe işlerinizi, işyerinde yaptığınız aktiviteleri, bir yerden bir yere gitmek için yaptıklarınızı, boş zamanlarınızda yaptığınız egzersiz veya spor gibi aktiviteleri düşünün. Son 7 gün içinde 10 dakika veya üstünde süren, nefesinizi hızlandıran, kuvvet gerektiren tüm yoğun faaliyetleri göz önünde bulundurun.

1	Son bir hafta içinde kaç gün ağır kaldırma, kazma, aerobik, basketbol, futbol veya hızlı bisiklet çevirme gibi şiddetli bedensel güç gerektiren faaliyetlerden yaptınız?		
	<input type="checkbox"/> Şiddetli fiziksel aktivite yapmadım. (3. Soruya Geçiniz → )	Haftada _____ gün	

2	Bu günlerin birinde şiddetli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?		
	<input type="checkbox"/> Bilmiyorum/Emin değilim	Günde _____ dakika	Günde _____ saat

Geçen bir hafta içinde yaptığınız orta dereceli fiziksel aktiviteleri düşünün. Bunlar 10 dakika veya daha uzun süren, orta derece fiziksel güç gerektiren ve normalden biraz sık nefes almaya neden olan aktivitelerdir.

3	Son bir hafta içinde kaç gün hafif yük taşıma, normal hızda bisiklet çevirme, halk oyunları, dans, bowling veya tenis gibi orta dereceli bedensel güç gerektiren faaliyetlerden yaptınız? (Yürüme hariç.)		
	<input type="checkbox"/> Orta dereceli fiziksel aktivite yapmadım. (5. Soruya Geçiniz → )	Haftada _____ gün	

4	Bu günlerin birinde orta dereceli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?		
	<input type="checkbox"/> Bilmiyorum/Emin değilim	Günde _____ dakika	Günde _____ saat

Geçen bir hafta içinde yürüyerek geçirdiğiniz zamanı düşünün. Bu; işyerinde, evde, bir yerden bir yere ulaşım amacıyla veya sadece dinlenme, spor, egzersiz veya hobi amacıyla yaptığınız yürüyüş olabilir.

5	Geçen 7 gün içerisinde, bir seferde en az 10 dakika yürüdüğünüz gün sayısı kaçtır?		
	<input type="checkbox"/> Yürümedim. (7. Soruya Geçiniz → )	Haftada _____ gün	

6	Bu günlerden birinde yürüyerek genellikle ne kadar zaman geçirdiniz?		
	<input type="checkbox"/> Bilmiyorum/Emin değilim	Günde _____ dakika	Günde _____ saat

Son soru, son bir hafta içinde oturarak geçirdiğiniz zamanlarla ilgilidir. İşte, evde, çalışırken ya da dinlenirken geçirdiğiniz zamanlar dahildir. Bu masanızda, arkadaşınızı ziyaret ederken, okurken, otururken veya yatarak televizyon seyrettiğinizde oturarak geçirdiğiniz zamanları kapsamaktadır.


7	Son bir hafta içinde günde oturarak ne kadar zaman harcadınız?		
	<input type="checkbox"/> Bilmiyorum/Emin değilim	Günde _____ dakika	Günde _____ saat


## Ek-3

**BORG SKALASI**

Size yapılan ölçüm sonrasında, "0" hiç nefes darlığı olmaması, "10" ise maksimum düzeyde nefes darlığı olması olacak şekilde değerlendirme yapınız

- 0 : Hiç nefes darlığı yok  
0,5 : Çok çok hafif nefes darlığı var  
1 : Çok hafif  
2 : Hafif  
3 : Orta  
4 : Biraz şiddetli  
5 : Şiddetli  
6 :  
7 : Çok şiddetli  
8 :  
9 : Çok çok şiddetli  
10 : Maksimal

Anaerobik kapasite testi : 

Aerobik kapasite testi : 

İnsan Santrifüjü : 

Katılımcının Adı Soyadı :

İmzası :



## ÖZGEÇMİŞ

**Doğum Yeri ve Yılı :** Balıkesir – 1977

<b>Öğr.Gördüğü Kurumlar :</b>	<b>Başlama Yılı</b>	<b>Bitirme Yılı</b>	<b>Kurum Adı</b>
<b>Lise</b>	1992	1995	Düzce Lisesi
<b>Lisans</b>	1997	2003	Ankara Üniversitesi
<b>Yüksek Lisans</b>	2003	2005	Ankara Üniversitesi
<b>Doktora</b>	2015	2019	Bursa Uludağ Üniversitesi

**Bildiği Yabancı Diller ve Düzeyi :** İngilizce – Orta

**Çalıştığı Kurumlar : Başlama ve Ayrılma Tar.Kurum Adı**

1. 2005-2015 Hava Harp Okulu K.lığı
2. 2015-2016 Işıklar As.Lis.K.lığı
3. 2016-2017 TSK Spor Gücü K.lığı
4. 2016-2017 GnKur Bşk.lığı Eğt.D.Bşk.lığı
5. 2017- Uçucu Sağlığı Araştırma ve Eğitim Merkezi.Bşk.lığı

**Yurt Dışı Görevleri :** 2006 Yılı Avrupa Harp Okulları Arası Basketbol Şampiyonası/İspanya

2008 Yılı Türkiye-Yunanistan Güven Artırıcı Önlemler Voleybol Müsabakası/Yunanistan

2011 Yılı Uluslararası Askeri Spor Konseyi Dünya Hava Pentatlon Şampiyonası/Norveç

**Üye Olduğu Bilimsel ve Mesleki Topluluklar :** Hava Kuvvetleri Yardımlaşma Derneği,

Kartal Vakfı, TSK Dayanışma Vakfı

**Dışı Bilimsel Toplantılar :** 2016 Yılı Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi/Antalya

2017 Yılı Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi/Antalya

2019 Yılı Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi/Antalya

**Yayımlanan Çalışmalar:**

ALPARSLAN T, ARABACI R, CANKAYA C, Examining The Relationship Between Multistage 20 M Shuttle Run Test And Running Tests Performed At Different Distances, Acta Kinesiologica Vol11 Pages:106-110, 2017.

ALPARSLAN T, ARABACI R, ERDOGAN M, ILBOGA E, An Investigation of the Effect of Model Training Program on Some Hematological Features Applied to Elite Orienteering Athletes, 15.th Sport Science Congress, 2017.

KORKMAZ, N., PANCAR, S., ALPARSLAN, T., & AYAN, A. Examination of the effect of high school students physical activity levels on their problem solving skills. Sport Mont, 15(2), 15-19, 2017.

ALPARSLAN T, KILCIGİL E, Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğrencilerinin Sosyo Kültürel Yapı-Meslek Seçimi İlişkisi, Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi,3(1):17-26, 2005.

ALPARSLAN T, KILCIGİL E, BAŞPINAR E, Türk Silahlı Kuvvetlerine Bağlı Türk Hava Kuvvetleri Komutanlığı Karargahında Görev Yapan Askeri Personelin Boş Zaman Değerlendirmelerinde Sporun Yeri, Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, Cilt: 1 Sayı: 2 DOI: 10.1501/Sporm\_0000000138 Yayın Tarihi: 2003.

ALPARSLAN T, KILCIGİL E Olimpik Olmayan Ve Federasyonu Bulunmayan Amerikan Futbolu Spor Branşının Türkiye’de Yapılma Nedenleri ve Yapan Kişilerin Psiko-Sosyal Özellikleri Cilt: 3 Sayı: 2 DOI: 10.1501/Sporm\_0000000045 Yayın Tarihi: 2005.

25.01.2020

Tuncay ALPARSLAN

## Tez Çoğaltma ve Elektronik Yayımlama İzin Formu

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

### TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLANMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Tuncay ALPARSLAN
Tez Adı	G-Toleransını Etkileyen Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Faktörlerin İncelenmesi
Enstitü	Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Ana Bilim Dalı	Beden Eğitimi ve Spor
Bilim Dalı	-
Tez Türü	Doktora tezi
Tez Danışman(lar)ı	Prof. Dr. Ramiz ARABACI
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) İzni	<input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama İzni	<input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasının ertelenmesini istiyorum 1 yıl. <input type="checkbox"/> 2 yıl. <input type="checkbox"/> 3 yıl. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin vermiyorum

Hazırlamış olduğum tezimin yukarıda belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikrî mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih:

İmza: