



**KUVVET ANTRENMANLARINDA KAN AKIMI
KISITLAMA UYGULAMASININ AKUT FİZYOLOJİK VE
HORMONAL DEĞİŞİMLERİ**

DOKTORA TEZİ

DERYA SELDA SINAR ULUTAŞ

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR
ANABİLİMDALI**

**MERSİN
AĞUSTOS-2023**

**KUVVET ANTRENMANLARINDA KAN AKIMI
KISITLAMA UYGULAMASININ AKUT FİZYOLOJİK VE
HORMONAL DEĞİŞİMLERİ**

DOKTORA TEZİ

**DERYA SELDA SINAR
ULUTAŞ**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi YASİN ERSÖZ**

**MERSİN
AĞUSTOS-2023**

ONAY

Derya Selda SINAR ULUTAŞ tarafından Dr. Öğr. Üyesi Yasin ERSÖZ danışmanlığında hazırlanan “Kuvvet antrenmanlarında kan akımı kısıtlama uygulamasının akut fizyolojik ve hormonal değişimleri” başlıklı çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından 23/08/2023 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Görevi	Unvanı, Adı ve Soyadı	İmza
Başkan	Dr. Öğr. Üyesi Yasin ERSÖZ	
Üye	Prof. Dr. Devrim ALICI	
Üye	Doç. Dr. Nevzat DEMİRCİ	
Üye	Doç. Dr. Zait Burak AKTUĞ	
Üye	Doç. Dr. Mehmet YILDIZ	

Jüri kararı, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun aşağıdaki tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Tarih :

Sayı :

Prof. Dr. Hakan AKDAĞ
Enstitü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, tablo ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZET

KUVVET ANTRENMANLARINDA KAN AKIMI KISITLAMA UYGULAMASININ AKUT FİZYOLOJİK VE HORMONAL DEĞİŞİMLERİ

Literatürde kan akımı kısıtlama uygulamasının; performans gelişimi üzerindeki olumlu etkinliği bilgileri mevcuttur. Bu çalışmada; kan akımı kısıtlama uygulaması ile sporcuların kuvvet gelişimleri üzerinde etkili olan bazı hormon ile fizyolojik parametreleri ve bunların akut etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Profesyonel düzeyde spor yapan 14 sağlıklı erkek katılımcı; kan akımı kısıtlamalı (KAK) ve kan akımı kısıtlamasız olarak diz extansion egzersizini iki farklı kuvvet türü olan çabuk kuvveti 6 set 20 tekrar ve maksimal kuvveti 3 set 5 tekrar olarak uygulamıştır. Antrenmanlar bir hafta ara ile kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak gerçekleştirilmiştir. Kan akımı kısıtlama manşon basıncı ayarlaması, her sporcu için 160 mmHg olarak belirlenmiştir. Sporcuların akut hormonal ve fizyolojik değişimlerini belirlemek amacıyla her antrenman protokolünde 3 farklı zaman diliminde [(1) Egzersiz öncesi, (2) Egzersiz sonrası, (3) Egzersizden 24 saat sonra] olmak üzere 3 ve her protokol için her sporcudan toplamda 12 kan numunesi alınmıştır. Tüm analizlerde $\alpha=0,05$ olarak alınmış ve istatistiksel olarak anlamlı farkın elde edildiği durumlar için kısmi eta kare ile hesaplanan etki büyüklüklerine yer verilmiştir. Kan akımı kısıtlama uygulaması ile hormonal ve fizyolojik değişimler arasındaki ilişki “ilişkili (tekrarlı) ölçümler için üç yönlü varyans analizi (ANOVA)” ile test edilmiştir. Değişkenlerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman etkileşimlerinin tümü ile değerlendirilmiştir. Growth hormonu ve IGF-1 için tüm değişkenlerde farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Sporcuların CK ve LDH ölçümleri ise kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız antrenmanlara ve zaman değişkenlerine göre farklılık gösterse de ($p<0,05$), maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenman şiddetine anlamlı farklılıklar göstermemiştir ($p>0,05$). Kalp atım hızının; etkileşim etkisi (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($F=10,295$; $p<0,05$). Oksijen saturasyonunda ise anlamlı bir fark görülmemiştir ($F=0,802$; $p>0,05$). Sistolik kan basınçlarında farkın anlamlı ($F=3,538$; $p<0,05$) ve diyastolik kan basınçlarında (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman) farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($F=0,320$; $p>0,05$). Bulgulara göre sonuç olarak, performans gelişiminde etkili değişkenlerde düşük şiddetli kan akımı kısıtlama uygulamasının yüksek şiddetli direnç egzersizlerine göre daha yüksek ortalamalara sahip olduğu söylenenebilir.

Anahtar Kelimeler: Hormon, Kan akımı kısıtlama, Kuvvet.

ABSTRACT
**ACUTE PHYSIOLOGICAL AND HORMONAL CHANGES OF BLOOD FLOW
RESTRICTION IN STRENGTH TRAINING**

In the literature, the application of blood flow restriction; there is information about its positive effect on performance improvement. In this study; it was aimed to determine some hormones and physiological parameters that are effective on the strength development of athletes and their acute effects with blood flow restriction application. 14 healthy male participants who do sports at a professional level; performed the knee extension exercise with and without blood flow restriction as two different types of strength, quick strength 6 sets of 20 repetitions and maximal strength 3 sets of 5 repetitions. The trainings were carried out with and without restrictions, with a one-week break. The blood flow restriction cuff pressure adjustment was set at 160 mmHg for each athlete. In order to determine the acute hormonal and physiological changes of the athletes, 3 blood samples were taken in 3 different time periods [(1) before exercise, (2) after exercise, (3) 24 hours after exercise] in each training protocol, and a total of 12 blood samples were taken from every athlete for each protocol. In all analyzes, $\alpha=0.05$ was taken and for cases where a statistically significant difference was obtained, effect sizes calculated with partial eta square were included. The relationship between blood flow restriction practice and hormonal and physiological changes was tested with “three-way analysis of variance (ANOVA) for correlated (repeated) measurements”. Statistical evaluation of the variables was evaluated with blood restriction*strength training*time interactions. The difference was statistically significant in all variables for growth hormone and IGF-1 ($p<0.05$). Although the CK and LDH measurements of the athletes differed according to blood-restricted and unrestricted training and time variables ($p<0.05$), they did not show significant differences in maximal strength and rapid strength training intensity ($p>0.05$). heart rate; interaction effect (blood restriction*strength training*time) was found to be statistically significant ($F=10.295$; $p<0.05$). There was no significant difference in oxygen saturation ($F=0.802$; $p>0.05$). The difference in systolic blood pressures was significant ($F=3.538$; $p<0.05$) and the difference in diastolic blood pressures (blood restriction*strength training*time) was statistically significant. was not found ($F=0.320$; $p>0.05$). According to the findings, it can be said that low-intensity blood flow restriction practice has higher averages than high-intensity resistance exercises in the variables that affect performance development.

Keywords: Blood flow restriction, Hormone, Strength.

TEŞEKKÜR

Uzun süren emek ve özveri isteyen doktora tezimi tamamlamanın mutluluğunu yaşıyorum. Öncelikle bu çalışmanın yürütülmesi sırasında değerli bilgi ve birikimlerini benimle paylaşarak, yol gösterici olan değerli hocam sayın Prof. Dr. İrfan YILDIRIM' a şükranlarımı belirtmek isterim. Tez danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Yasin ERSÖZ hocama tüm destekleri için ayrıca teşekkür ederim.

Tezimin istatistiksel analiz sürecinde değerli vakitlerini ayırarak destek veren, yüksek lisans eğitim dönemim itibari ile kendisini tanıma şerefi elde ettiğim çok değerli Prof. Dr. Devrim ALICI hocama sonsuz teşekkürler. Tez dönemim boyunca her zaman bilgi ve birikimlerini paylaşarak katkılarını sunan değerli hocam Doç. Dr. Nevzat DEMİRCİ' ye her şey için teşekkür ederim. Ayrıca, tez jürimde bulunan Doç. Dr. Zait Burak AKTUĞ ve Doç. Dr. Mehmet YILDIZ hocalarıma pek kıymetli katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Akademik hayatta iyi bir takım arkadaşı bulmak çok büyük mutluluk. Ekip arkadaşlarım Arş. Gör. Gizem AKARSU ve Arş. Gör. Erkan GÜVEN hocalarım iyi ki sizleri tanıdım, iyi ki bu ekibin bir parçası oldum. Desteğinizi her koşulda hissettim. Sizlere her şey için teşekkürler.

Bu hayatta bir abim yoktu ama bir abim oldu seninle Arş. Gör. Dr. Nasuh Evrim ACAR. İyi günümde kötü günümde her zaman beni dinlediğin ve desteğini esirgemediğin, yeri geldi yanırlarımı söyleyip doğru yolu gösterdiğin için ve çok daha fazlası için sonsuz teşekkürler.

İçinden geçtiğim bu zorlu süreçte bana her zaman destek çıkan, yanımda olan, en büyük şansım, hayat arkadaşım, değerli eşim Mehmet Erkan ULUTAŞ iyi ki varsın, her anım için teşekkürler.

Yaşadığı tüm acılara rağmen ayakta kalabilme başarısı gösteren, her koşulda yanımda olabilen, beni bugünlere getiren canım annem Muazzez SINAR, senin kızın olmak büyük şans ve mutluluk, her şey için teşekkürler annem.

Son olarak bu bölümde aslında beni her zaman gördüklerine, duyduklarına inandığım babam ve kardeşime teşekkür etmek istedim. Kızın olmaktan son nefesime kadar gurur duyacağım canım babam Nafiz SINAR ve en büyük özlemim, en kıymetlim canım kardeşim Mehmet Deniz SINAR. Ne çok isterdim bugün yanımda olmanızı. Dilerim cennetin en güzel yerindesinizdir şimdi. Sonsuz hasretinizle...

“Bu çalışma Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimince 2021-1-TP3-4346 Proje Numarası ile desteklenmiştir.”

İÇİNDEKİLER

ONAY	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
RESİMLER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1.Problem Durumu	4
1.2.Araştırmanın Amacı ve Önemi	5
1.3.Araştırma Problemi	5
1.4.Sayıtlılar	6
1.5. Sınırlılıklar.....	6
1.6.Tanımlar	7
BÖLÜM 2 KURAMSAL TEMEL VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	8
2.1. Kas Kuvveti, Kas Hipertrofisi ve Kas Hasarı	8
2.1.1. Kas Kuvveti	8
2.1.2. Kas Hasarı	13
2.1.3. Kas Hipertrofisi	14
2.2. Kuvvet Antrenman Metodları	15
2.3. Kan Akımı Kısıtlama Fizyolojisi	19
2.4. Kan Akımı Kısıtlama Uygulamasına İlişkin Çalışmalar	26
2.5. Kan Akımı Kısıtlama ile Hormonal Etki Mekanizmasına İlişkin Çalışmalar	28
2.5.1. Growth Hormonu	30
2.5.2. İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü	31
2.5.3. Kreatin Kinaz	32
2.5.4. Laktat Dehidrogenaz	33
BÖLÜM 3 YÖNTEM	34
3.1. Araştırmanın Yöntemi.....	34
3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi/ Çalışma Grubu	35
3.3. Veri Toplama Araçları.....	35
3.4.Veritoplama Süreci	40
3.5. Verilerin Analizi.....	42
BÖLÜM 4 BULGULAR.....	45
BÖLÜM 5 TARTIŞMA	85
BÖLÜM 6 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	99
KAYNAKÇA	101
EKLER	120
EK-1ETİK BEYANI	120
EK-2ORJİNALLİK RAPORU	121
EK-3 ÖZGEÇMİŞ.....	122
EK-4 (ETİK KURUL KARARI.....	124
EK-5 (TEZ ANALİZİ NORMALLİK İNCELEMELERİ)	129

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1 Kuvvet yüklenme ölçütleri ve farklı antrenman yöntemleri	16
Tablo 2 Kan akımı kısıtlama antrenman önerileri	21
Tablo 3 Araştırma modeli	34
Tablo 4 Çalışma grubuna ait yaş ve fiziksel özellikler	35
Tablo 5 Testlerde incelenen parametreler	39
Tablo 6 GH tanımlayıcı istatistikler	45
Tablo 7 GH anova tablosu	46
Tablo 8 IGF-1 tanımlayıcı istatistikler	50
Tablo 9 IGF-1 anova tablosu	51
Tablo 10 CK tanımlayıcı istatistikler	56
Tablo 11 CK anova tablosu	56
Tablo 12 LDH tanımlayıcı istatistikler	60
Tablo 13 LDH anova tablosu	61
Tablo 14 HR tanımlayıcı istatistikler	65
Tablo 15 HR anova tablosu	66
Tablo 16 SPO2 tanımlayıcı istatistikler	70
Tablo 17 SPO2 anova tablosu	71
Tablo 18 Sistolik kan basıncı tanımlayıcı istatistikler	75
Tablo 19 Sistolik kan basıncı anova tablosu	75
Tablo 20 Diyastolik kan basıncı tanımlayıcı istatistikler	80
Tablo 21 Diyastolik kan basıncı anova tablosu	80

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 <i>Hipoksik antrenman çeşitleri</i>	17
Şekil 2 <i>Tez ölçüm işlem sırası</i>	42
Şekil 3 <i>GH grafik gösterimi</i>	48
Şekil 4 <i>IGF-1 grafik gösterimi</i>	53
Şekil 5 <i>CK grafik gösterimi</i>	58
Şekil 6 <i>LDH grafik gösterimi</i>	63
Şekil 7 <i>HR grafik gösterimi</i>	68
Şekil 8 <i>SPO2 grafik gösterimi</i>	73
Şekil 9 <i>Sistolik kan basıncı grafik gösterimi</i>	78
Şekil 10 <i>Diyastolik kan basıncı grafik gösterimi</i>	82



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1 <i>Isınma protokolü</i>	36
Resim 2 <i>Leg extansion cihazı</i>	36
Resim 3 <i>Leg extansion hareketi</i>	37
Resim 4 <i>Oksijen satürasyonu, sistolik/diyastolik kan basıncı ölçümü</i>	38
Resim 5 <i>H+CUFF manşon uygulaması</i>	38
Resim 6 <i>Serum ve plazma örnekleri santrifüj işlemleri</i>	40
Resim 7 <i>Kan örneklerinin alınması</i>	40



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm:	Santimetre
kg:	Kilogram
m:	Metre
mm:	Milimetre
sn:	Saniye
dk:	Dakika
vd:	ve diğerleri
E.Ö/A.Ö:	Egzersiz öncesi, Antrenman öncesi
E.S/A.S:	Egzersiz sonrası, Antrenman sonrası
E.S/A.S+24:	Egzersizden, Antrenmandan 24 saat sonra
ACSM:	Amerikan Spor Birliği Koleji
KAK:	Kan Akımı Kısıtlama
CK:	Kreatin Kinaz
LDH:	Laktat Dehidrogenaz
GH:	Growth Hormon
IGF-1:	İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü
O2:	Oksijen
SpO2:	Oksijen Saturasyonu
pO2:	Oksijen Parsiyel Basıncı
PB:	Barometrik Basınç
HR:	Heart Rate
1MT/TM:	1 Maksimum Tekrar
mmHG:	Milimetre Civa
ng/ml:	nanogram / mililitre
IU/L:	Litre başına uluslararası birim
Ph:	Potansiyel hidrojen
VO₂ max:	Maksimum Oksijen Kapasitesi
AOP:	Arteriyel Oklüzyon Basıncı
SKB/SBP:	Sistolik kan basıncı
DKB/DPB:	Diyastolik kan basıncı
ISC:	İskemik hipoksi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Profesyonel sporcular için bir sezon hazırlanırken genel olarak iki dönemden söz edilmektedir; sezon öncesi (antrenman dönemi), sezon sırası(yarışma dönemi). Yarışma ya da turnuva sezonları öncesi sporcuların, performanslarını etkileyen hem fizyolojik hem fiziksel hem de metabolik etkilerin sağlanabilmesi için çok kısa bir hazırlık dönemleri bulunmaktadır. Bu etkileri maksimum seviyelere çıkartabilmek için antrenör ve sporcular yüksek yoğunluktaki antrenman programlarını tercih etmektedir (Gatterer vd., 2015). Bu antrenman programlarının amacı sporcuların fiziksel veya fizyolojik performanslarını daha hızlı bir şekilde arttırmaktır. Bununla beraber günümüzde bu antrenman programları ile beraber daha düşük yoğunluklardaki hipoksik ortamda uygulanan antrenmanlar da iyi bir yöntem olarak görülmektedir (Gatterer vd., 2015; Girard vd., 2013).

Oksijen parsiyel basıncının (pO_2) 40 mmHg' nin altına düşmesi durumuna hipoksi denir. Hipoksinin oluşturduğu durumlar ise solunan oksijen frekansı (FiO_2) ve barometrik basınç (PB) ile ifade edilmektedir. Yapılan her türlü fiziksel aktivitenin vücutta akut ve kronik etkiler yarattığı bilinmektedir. Bu etkiler; iskelet kas sistemi, merkezi sinir sistem, kardiyovasküler sistem, solunum sistemi olarak sıralanmaktadır (Faiss, 2014; Jain, 2017). Vücutta oluşan bu değişiklikler hipoksik koşullar altında da gerçekleşmektedir. Ortaya çıkan bu değişimleri ise; dokuların oksijen içeriğinde bulunan glikolitik seviyelerde artış (Gatterer vd., 2015)., kaslar ve kalp debisi için gerekli olan kan akımında artış, oksijen tüketimi ve ventilasyonda (Jain, 2017) artış olarak sıralamak mümkündür. Hipoksik bir koşul sırasında vücutta; oluşan hipoksi ile beraber bazı biyokimyasal ve fizyolojik değişimlerden de bahsedilmektedir. Dinlenik duruma kıyasla, artan egzersiz ile birlikte oksijen (O_2) saturasyonunda (SpO_2) azalma olurken, periferik oksijende de bir miktar azalma oluşmaktadır. Bu azalmalara bağlı olarak, sempatik aktivitede artış oluşmaktadır. Vücuda yeterli O_2 sağlanabilmesi için, sempatik aktivitedeki artış ile taşikardi uyarılarak azalan kalp debisinde bir artış görülmektedir (Favret ve Richalet, 2007; Goods vd., 2014; Peltonen vd., 2001; Smith ve Billaut, 2010). Ayrıca, geleneksel orta/yüksek yüklü antrenmanlarda, antrenman yükünün artmasıyla birlikte kalp atım hızı ve kan basıncının artması gibi bir dizi kardiyovasküler reaksiyonlarda gerçekleşmektedir. Hipoksik koşul altında kasta gelişimi öngören kan akımı kısıtlama antrenman (KAK) uygulaması ile kasta giden oksijen miktarı azaltılmaktadır (Fitschen, 2014; Loenneke, 2011).

Doktor Yoshiaki Sato tarafından 1966 yılında Japonya’ da keşfedilen KAK antrenman uygulamaları için bir manometre bulunan Kaatsu cihazı kullanılmaktaydı (Sato, 2005a). Bu sistemler ulaşılabilirlik açısından yüksek maliyetler içermekle birlikte, yüksek katılımlı çalışmalar için uygun bulunmamıştır. Bu sisteme alternatif olarak geliştirilmiş uygulaması daha pratik olan yöntemler geliştirilmiştir. Herhangi bir manometre bulunmayan manşonlar elastik bant veya kumaşlardan yapılmaktadır ve üzerlerinde basıncı subjektif olarak ayarlamayı sağlayan basınç sayıları bulunmaktadır (Lowery vd., 2014; Wilson vd., 2013). Ancak bu sistemin dezavantajlarından bahsetmekte mümkündür. Basınç subjektif olarak ayarlanacağı için, istenilen düzeye göre eğer basınç az ayarlandıysa, kasa yeterli uyaran gitmeyecek, eğer fazla ayarlandıysa riskli bir ortama oluşabilmesine neden olacaktır (Rolnick ve Schoenfeld, 2020). Bu nedenle basıncı bir pompa vasıtasıyla şişirilerek uygulanan ve basınç göstergesi olan manşon tipleri ile belirlemek daha geçerli olacaktır (Rolnick ve Schoenfeld, 2020). H-CUFF bu yöntemlerden bir tanesidir. KAK yöntemi ile uygulanan antrenmanların kuvvet antrenmanlarıyla benzer etki yarattığı yapılan çalışmalarda görülmektedir (Yasuda, 2011). Çeşitli protokoller ile uygulanan KAK antrenmanları sporcu performansını arttırmayı hedeflemekle birlikte (Pişkin vd., 2022; Yasuda vd., 2017) sakatlıkların rehabilitasyonunda da etkilerinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur (Hughes vd., 2017; Loenneke vd., 2012c).

KAK antrenman uygulamaları pratikte çeşitli egzersiz tipleri (diz ekstansiyonu ve fleksiyonu, dirsek ekstansiyonu ve fleksiyonu gibi) ile birleştirilerek uygulanabilmektedir. (Lowery vd., 2014; Takarada vd., 2000a). KAK uygulaması; hem alt hem de üst extremitede kullanılabilmektedir. Uygulama ile çalışılan kas grubunda uzvun vücuda en yakın bölümü olan proksimal bölgesine bantlar yerleştirilir ve bu sayede oluşan baskı ile o bölgedeki venöz kan akımı kısmen kısıtlanmaktadır (Christopher vd., 2012; Loenneke vd., 2011). Oluşan bu kan kısıtlamasının, vücut açısından çok düşük yüzdeliklerde yan etkileri ile birlikte herhangi bir tehlike barındırmadığı ve güvenilir olduğu bildirilmiştir (Loenneke vd., 2011). Literatüre bakıldığında, KAK antrenman uygulamaları genellikle genç ya da elit sporculardaki kasta hipertrofi amacı ile sürdürülmektedir. Yüksek yoğunlukta (1TM’in %70-80’ i) uygulanan antrenmanlar ile düşük yoğunlukta (1 TM ‘ nin %20-30’ u) uygulanan antrenmanların benzer etkilere sahip olabileceği düşünülmüş ve bu nedenle KAK antrenmanlarının hipertrofi oluşumu açısından alternatif bir yöntem olabileceği bildirilmiştir (Lowery vd., 2014; Yasuda vd., 2011). Kas kuvveti gelişimi açısından bilinen en eski yöntem ağırlık kaldırmaktır (Clark, 2011). Ancak bu yöntemle birlikte kas ve eklemlere mekanik yüklenmeler olacağı ve sakatlıkların da artabileceği bilinen bir gerçektir. Bu noktada düşük şiddetli KAK

antrenmanları kas kuvvetinin artırılması için bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır (Abe vd., 2005; Takarada vd., 2002). Tekrarlayan şiddetli kasılmalar ve neden oldukları mekanik streste artış ile birlikte KAK uygulamaları sırasında birçok fizyolojik süreç aktifleşerek, hipertrofi mekanizmasında görev almaktadır (Kraemervd., 1998; Kraemer vd., 1999; Vir vd., 1998). Aktifleşen fizyolojik süreçler arasında ilk olarak egzersize bağlı artış gösteren büyüme hormonu (GH) ve endojen anabolik hormonların salınımları gelmektedir (Hakkinen ve ark, 1992). Aynı şekilde KAK ile, IGF-1 ve GH gibi sistematik hormonların daha fazla arttığı bildirilmiştir (Takarada vd., 2000a).

Kas hipertrofisi için gerekli olan kas hasarı aşırı yüklenmeden kaynaklanan enflamasyonun bir sonucudur (Tiidus, 2010). KAK direnç egzersizinin hipertrofik adaptasyonlarında bir rol oynayıp oynamadığı bilgileri net değildir. Bir çalışmada KAK direnç egzersizinin yalnızca minimum düzeyde kas hasarı indüklediği gösterilmişken (Thiebaud vd., 2014), başka bir çalışmada ise KAK direnç egzersiziyle yeterli derecede egzersize bağlı kas hasarı olduğu bildirmiştir (Umbel vd., 2009). Kas hasarının değerlendirilmesi; kreatin kinaz (CK) başta olmak üzere, laktat dehidrogenaz (LDH), aspartat aminotransferaz (AST) ve alanin aminotransferaz (ALT), gibi kas enzimlerinin serum düzeylerinin artması ile gözlenmektedir (Friden vd., 1989).

Literatürde KAK uygulamalı kuvvet antrenmanlarının kronik etkilerini inceleyen çalışmalar çoğunlukta olmakla birlikte, son yıllarda akut performansın incelendiği çalışmalarda gittikçe artmaktadır (Lorenz, 2011; Thomas vd., 2017). Alan çalışmada KAK uygulamasının sporcularda kas kuvveti ve kas hipertrofisi üzerine ilişkisinin etkileri incelenmesine rağmen, akut hormon ve fizyolojik etkileri konusundaki çalışmalar sınırlı sayıdadır (Blaisdell, 2012; Oliveira vd., 2020; Pope vd., 2013). Kan akımı kısıtlama antrenmanının kas hipertrofisini kolaylaştırabilecek mekanizmalardan birisi olarak ileri sürülen metabolik stresi artırdığı kanıtlanmıştır. Nitekim, muhtemelen hidrojen iyonları ve metabolitlerin artışı nedeniyle kan akışı kısıtlama antrenmanlarının Büyüme hormonu (GH) veya İnsülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1) gibi anabolik hormonların salınımını (Inagaki vd., 2011; Takona vd., 2005), ve kas protein sentezindeki artışı uyardığı kanıtlanmıştır (Wernborn vd., 2023). Bu bilgiler ışığında, yapılan araştırma ile alandaki bu ihtiyacın karşılanması, alana literatür zenginliği kazandırılması ve bundan sonra yapılacak bu tür çalışmalara öncelik etmesi amaçlanmıştır.

1.1.Problem Durumu

Profesyonel sporcular için direnç egzersizleri kasta hacim artışının yanı sıra performans için önemli bir bileşen olan kuvvet artışını da oluşturmak için kullanılan temel bir antrenman yöntemidir (ACSM, 2009). Araştırmalar, maksimal bir tekrarın %60-80 arası şiddetindeki egzersizlerin kas kuvveti, kas hacmini en iyi şekilde arttırdığını bildirmiştir (ACSM, 2002). Bununla birlikte, bu tür ağır yüklerin sporcular tarafından antrenmanlarda sıklıkla uygulamaları sakatlık risklerini arttırmasının yanında kas hipertrofisi ve kuvveti açısından zayıf sporcular için de oldukça zorlayıcı bir durum olmaktadır. (Roth vd., 2000). Bu nedenle, son yıllarda, antrenman süre ve yoğunluğu daha az olmasına karşı performansta olumlu değişimler sağlayan yeni antrenman yöntemlerine artan bir ilgi vardır. Bu yöntemlerden biri de kan akımı kısıtlama (KAK) antrenmanlarıdır. 1 tekrarlı maksimalin yüksek yüklerle (%70-%80) yapılan kuvvet antrenmanlarına karşı düşük yüklerle yapılan (%20-%30) kuvvet antrenmanlarının aynı etkilere sahip olduğu ve alternatif bir antrenman yöntemi olabileceğini belirten çok sayıda çalışma mevcuttur (Abe vd., 2006; Lowery vd., 2014; Takarada vd., 2002; Yasuda vd., 2011). Kan akımı kısıtlama uygulamasının amacı, bir manşet kullanarak hipoksik bir ortam yaratarak yüksek yoğunluklu egzersizin etkilerini taklit etmektir (Wilson vd., 2013). Buna göre; düşük yoğunluklu KAK uygulamasının, normal düşük yoğunluklu egzersizle karşılaştırıldığında daha büyük kas çevresi sağladığı (Hamilton vd., 2009), uygulamada kullanılan manşet çıkarıldıktan sonra bir hipereminin (kan damarlarında fazla kan) oluşacağı ve bunun daha fazla hücre şişmesine neden olacağı ve yaklaşık 4-6 haftalık kısa süreli, düşük yoğunluklu KAK uygulamasının kas gücünde en az %10-20'lik bir artışa neden olduğu gösterilmiştir (Spranger vd., 2015).

Buna ek olarak, Büyüme Hormonu (GH) , İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü 1 (IGF-1) gibi anabolik hormonlar kasta hipertrofi mekanizmalarından biridir. KAK antrenmanlarının bu hormonlar ile birlikte kasta hipertrofi oluşması için gerekli olan kas hasarı mekanizmasında da etkili artışlara neden olduğu bildirilmiştir (Takano vd., 2005; Takarada vd., 2004).

KAK antrenmanlarının kas gücü ve kas hipertrofisi üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar çoğunlukta (Sousa vd., 2017) olmasına rağmen hormonlar ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkisini inceleyen akut çalışmalar sınırlı sayıdadır (Rossow vd., 2015). Araştırma ile antrenman bilimine yönelik alandaki bu ihtiyacın karşılanması, alana literatür zenginliği kazandırılması ve bundan sonra yapılacak bu tür çalışmalara öncül olunması amaçlanmıştır.

1.2.Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmada, alt ekstremitede (leg extantion hareketi) kan akımı kısıtlamalı kuvvet antrenman çeşitlerinin (maksimum kuvvet/çabuk kuvvet) vücutta oluşturduğu akut fizyolojik parametrelerdeki değişimi ve kas hipertrofi belirteçleri (Büyüme hormonu, IGF-1) ile kas hasarı belirteçleri (LDH, CK) olan hormon değerlerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Kas kuvvetini arttırmada yüksek yoğunluklu direnç egzersiz programlarının başarılı bir yöntem olduğu bilinmektedir. Ancak çeşitli nedenlerden (sakatlık, zayıf kas gücü) dolayı bu yöntemin uygulanması mümkün olmayabilir. KAK ile birlikte uygulanan 1 TM' ın %20-30' u şiddetinde yapılan antrenman protokolleri ile bile kas kuvveti ve kas hipertrofi gelişiminin ortaya çıktığı gösterilmiştir (Loenneke vd., 2009, Loenneke vd., 2010).

Egzersiz organizmaya olan etkilerine bakıldığında akut ve kronik olarak ikiye ayrılmaktadır. Tek bir seferlik egzersiz uygulamasını takiben akut değişiklikler oluşmakta, tekrarlayan egzersiz uygulamalarını takiben ise kronik değişiklikler oluşmaktadır (Demir ve Filiz, 2004). Orta şiddetli yapılan akut kuvvet egzersizleri ile birlikte oluşan kas hasarına karşı, birçok faydalı etki de bulunmaktadır (Keul ve Doll, 1972). KAK uygulamalarında, kan akımındaki azalma ile birlikte laktik asidin kastan kana geçip metabolize olma hızı da azaltmakta ve bu durum vücutta laktik asit birikimini arttırmaktadır (Baikoğlu ve Kaldırımcı, 2019; Nitzsche vd., 2018). Bu artışla beraber kuvvet gelişimi için önemli olan bazı anabolik hormonların da (GH- IGF-1) artışı gerçekleşmektedir KAK antrenmanlarının hormonlar üzerindeki etkisini inceleyen akut çalışmalar sınırlı sayıdadır (de Queiros vd., 2022).

İlgili çalışma ile bu branşta yetersiz kalan akademik çalışmalara katkı sağlanacağı ve antrenör ile sporculara yıllık antrenman programlarını oluşturmalarında bir yol göstereceği düşünülmektedir. Ayrıca, ilgili literatür araştırıldığında; çalışmamızdaki gibi kan akımı kısıtlamalı ve kısıtlamasız, maksimal ve çabuk kuvvet şeklinde iki farklı kuvvet egzersiz protokolünün zamana bağlı hem hormonal hem de fizyolojik değişimlerini her bir değişkene göre ayrı ayrı ve birlikte olmak üzere inceleyen bir başka çalışmaya ulaşılamamıştır.

1.3.Araştırma Problemi

Araştırmanın problem cümlesi, “Kan akımı kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak farklı kuvvet antrenmanları (1TM %30 - 1TM %80) gerçekleştiren sporcuların akut fizyolojik ve hormonal parametreleri antrenman öncesi dinlenik durum, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra ölçümlerinde anlamlı farklılık göstermekte midir?” şeklinde

belirlenmiştir. Bu temel probleme dayalı olarak çalışmanın alt problem cümleleri şöyle sıralanabilir:

Alt problemler

- Kan akımı kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak farklı kuvvet antrenmanları (çabuk kuvvet ve maksimal kuvvet) gerçekleştiren sporcuların kas hipertrofi belirteçlerine (Growth hormonu, IGF-1) ilişkin ölçümleri antrenman öncesi (dinlenik durum), antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra anlamlı farklılık göstermekte midir?
- Kan akımı kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak farklı kuvvet antrenmanları (çabuk kuvvet ve maksimal kuvvet) gerçekleştiren sporcuların kas hasarı belirteçlerine (Kreatin Kinaz, LDH) ilişkin ölçümleri antrenman öncesi (dinlenik durum), antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra anlamlı farklılık göstermekte midir?
- Kan akımı kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak farklı kuvvet antrenmanları (çabuk kuvvet ve maksimal kuvvet) gerçekleştiren sporcuların fizyolojik parametrelerine (Kalp atım hızı, Sistolik kan basıncı, Diyastolik kan basıncı, Spo2) ilişkin ölçümleri antrenman öncesi (dinlenik durum), antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra anlamlı farklılık göstermekte midir?

1.4.Sayıtlar

Bu araştırma aşağıdaki sayıtlar üzerine temellendirilmiştir:

- Testlerde bireylerin maksimum performanslarını gösterdikleri sayılmıştır.
- Katılımcıların 24 saatlik besin tüketim formunda belirttikleri hormon değerlerini etkilemeyecek besinleri tükettikleri ve yine hormon değerlerini etkileyen alkol kullanımı, uyku düzeni, hareket gibi sınırlılıkları uyguladığı sayılmıştır.

1.5.Sınırlılıklar

Bu araştırma aşağıdaki sınırlılıklar üzerine temellendirilmiştir:

- Çalışma Mersin İli içerisindeki erkek sporcular ile sınırlıdır.
- Çalışma 18-25 yaş aralığı ile sınırlıdır.
- Çalışma her hangi bir sakatlığı veya sağlık problemi bulunmayan sporcular ile sınırlıdır.
- Çalışma kullanılan ölçüm metodları ile sınırlıdır.

- Çalışma hormon değerlerini etkileyebilecek herhangi bir ilaç kullanmayan sporcular ile sınırlıdır.
- Çalışma gönüllü olur alma formunu imzalayarak çalışmaya katılmayı kabul etmiş olmak ile sınırlıdır.

1.6.Tanımlar

Egzersiz: Planlı, yapılandırılmış, istemli, fiziksel zindeliğin bir ya da birkaç unsurunu (kardiyovasküler fitness, kas gücü ve dayanıklılığı, esneklik ve vücut kompozisyonu) geliştirmeyi amaçlayan sürekli aktiviteler olarak tanımlanmaktadır (Thompson vd., 2009).

Kuvvet: Sporda bir dirence karşı dayanma ve bir dirence karşı koyabilme durumu olarak açıklanabilir (Sevim, 2002).

Hormon: Harekete geçiren madde ya da etki maddesi (Özden, 2014) anlamına gelir ve iç salgı bezlerince üretimi gerçekleştirilerek, kan salınımı gerçekleştirilen ve sadece uyarı ile kodlanan hücrelere etki yapan bileşiklerdir (Meriç vd. 2014).

Fizyoloji/Fizyolojik: Canlıların mekanik, fiziksel ve biyokimyasal fonksiyonlarını ve sistemlerinin işleyişini inceleyen bilim dalıdır ve fizyoloji ile ilgili bir terimdir.

BÖLÜM 2

ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

2.1. Kas Kuvveti, Kas Hasarı ve Kas Hipertrofisi

2.1.1. Kas Kuvveti

Spor biliminde kuvvet kavramı spor bilimciler tarafından değişik tanımlamalarla ifade edilmiştir. Kuvvet “bir dirençle karşı karşıya kalan kasların kasılabilme ya da bu direnç karşısında belli bir ölçüde dayanabilme yeteneğidir” şeklinde tanımlanırken (Sevim, 2007); Kuvvete biyolojik açıdan bakıldığında ise; kas hareketleri ile dirençlere karşı koyma veya onları aşabilme olarak tanımlanmaktadır. Basit ama genel bir tanımlamaya göre ise kuvvet; her insanın temel bir özelliği olup, bu sayede bir kütleyi hareket ettirerek (kendi vücut ağırlığını ya da bir aracı), bir dirence karşı kas gücü ile karşı koymaktır (Bompa, 2003; Hazar, 1998; Muratlı vd., 2000). Bütün tanımlardan anlaşılacağı üzere, bir kas veya kas grubunun kasılması ile kuvvet oluşmaktadır. Sportif performansın en önemli belirteçlerinden biri olan kuvvet, oldukça önemli bir biyomotor beceridir (Kılınç, 2008). Sürat, çeviklik gibi özellikler de anaerobik performans için önemlidir. Kuvvet ise bu özelliklerin temelini oluşturmaktadır. Kuvvet antrenmanları, sporcunun performansını artırmanın yanı sıra, sakatlıkların önlenmesinde ve sakatlık sonrası geri dönüşlerde tedavi amacı ile de kullanılmaktadır (Bompa, 2006). Konuyla ilgili olarak literatür incelendiğinde; sporsal fayda seviyesiyle, yüksek seviyelerdeki kas kuvvetinin istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkide olduğu bildirilmiştir (Bompa, 2015). Tüm spor branşları için kuvvet antrenmanlarının vazgeçilmez olduğu bir gerçektir. Profesyonel sporcular için hem üst hem de alt ekstremitelerde kaslarındaki kuvvet ve güç oldukça önemli parametrelerdir (Chelly vd., 2010). Hemen hemen tüm spor branşları için gerekli olan spesifik hareketlerden; çabukluk, sprint, sıçrama, yön değiştirme gibi hareketler alt ekstremitelerde kas kuvveti ile ilişkilidir. Bu nedenle sporcuların antrenman programları hazırlanırken, alt ekstremitelerde kuvvetinin saptanması, performans gelişimi açısından önemli olacaktır (Paasuke vd., 2001). Kuvvet antrenmanlarında kaslar 3 şekilde (eksantrik, konsantrik ve izometrik) kasılmaktadır. Kas boyunun kısalarak oluşturduğu kasılma, konsantrik kasılma (Biceps curl, Leg Extension gibi) olarak kabul edilmektedir ve konsantrik kasılma sonrası oluşan eksantrik kasılma ile bir dirence karşı kasların uzatarak oluşturduğu kasılma şeklinde gerçekleşmektedir (Herzog, 2018). Sportif performansı arttırmak için eksantrik yüklenme ile konsantrik maksimal kuvvetin üzerinde hem düşük (%20-30) hem de

yüksek (%70-80) şiddetli yüklemeler yapılabilmektedir (Tinwala vd., 2017). Son yıllarda bu yüklenme çeşitlerine imkan veren ekipmanlar artık spor salonlarında da mevcuttur.

2.1.1.1. Kuvvet Türleri (Genel kuvvet, özel kuvvet)

Kuvvet, kapsamlı ve karmaşık bir yapıda olması ile birçok farklı sınıflandırmalarla açıklanmaya çalışılmıştır. Kuvvet türleri; branşa özgü olup olmamasına, kasın kasılma çeşitlerine, karşı konulan dirence ve çalışma biçimine göre farklılık göstermektedir Örneğin; Letzelter' e göre, kuvvet (dolayısı ile kuvvet antrenmanı) ikiye ayrılır (Letzelter, 1972):

- **Genel kuvvet;** Spesifik bir spor dalına yönelmeden bütün iskelet kaslarının tüm kuvveti veya gelişimidir. Genel kuvvet tüm kuvvet programının temeli sayıldığı için, antrenmana yeni başlayan sporcuların ilk birkaç yılında ya da hazırlık evresinde özenli bir biçimde geliştirilmelidir.
- **Özel kuvvet;** Her sporun özellikleri göz önünde bulundurularak belli bir spor dalına yönelik. Özel kuvvet antrenmanının amacı, kuvvet uygulamasını amaca uygun hale getirmek ve spor türünün gereksinimi doğrultusunda kuvvetin seyrini gerçekleştirmektir. Bu nedenle her spor türünün kuvvet gereksinim profilinin oluşturulması gerekir. Genel antrenmanlarda % 60-70 genel, % 30 özel; özel antrenmanlarda % 60-70 özel ve % 30 genel çalışma yapılmalıdır.

2.1.1.2. Maksimal kuvvet, Çabuk kuvvet, Kuvvette devamlılık

Bütün spor dalları için farklı önem derecesine sahip olan kuvvetle ilgili değişik sınıflandırmalar vardır (Özkara, 2002). Kuvvet antrenman çeşitleri, gelişimi istenilen kuvvete göre farklılık göstermektedir ve şu şekilde sıralanmaktadır:

- **Maksimal kuvvet;** Maksimal kuvvet Sinir-Kas sisteminin maksimum gerginlikli egzersizlerde ortaya çıkarttığı, mümkün olan en yüksek seviyedeki kuvveti ifade eder. Kas sisteminin isteyerek geliştirebildiği en büyük kuvvettir (Sevim, 1995). Kuvvet, güç kazanımı için önemli bir özellik olarak belirlenmektedir. Bu nedenle kuvvet; sıfırdan en yüksek güç kazanımına büyüklüğe ve gelişmeye açık olan en yüksek güç değeri olarak bilinir. Maksimal kuvvet, gücün değerlerini etkileyen asıl nitelik olup maksimal kuvvet egzersizlerinde az tekrarlı, maksimum yüklenmeli, çalışmalar arası 2 dakika dinlenmelerin olduğu ve setlerden sonra 3 ile 5 dakika dinlenme biçiminde tavsiyelerde bulunmaktadır (Stone vd., 2004; Weineck, 2011). Maksimal kuvvet gelişimi için en bilinen yöntem, serbest ağırlık antrenmanlar ve izometrik kasılma yöntemidir. Buna göre, izometrik kasılma yönetemi ile kastaki 4-6 saniyelik gerilim

ile gelişim sağlanabilmekte ve verimli bir antrenman sezonu tamamlanmaktadır (Weineck, 2011). Harre'ye göre izometrik kasılma %80-100 şiddetinde ve Feser'e göre ise %70-100 şiddetinde, tekrar sayısı ise 1-10 arasında değişmektedir (Dündar, 2003).

- **Çabuk kuvvet;** Sporcularda maksimum verimi gösteren etkenlerden olan; maksimum kasılma, çabuk kuvvet, sürat ve tepki gerektiren eylemleri en kısa sürede ve en çabuk sayıda yapabilme becerisi çabuk kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Bompa, 2011). Çabuk kuvvet antrenmanlarında yüklenme, şiddet ve dinlenme sürelerinin arasındaki dengenin iyi ayarlanması, merkezi sinir sisteminde optimal bir uyarılma açısından oldukça önemlidir. Harre'ye göre çabuk kuvvet için; antrenmanların 4- 6 set ve 6-20 tekrar aralıklarında, Martin' e göre 6-10 set ve 6-12 tekrar aralıklarında uygulanması gerekmektedir (Dündar, 2003).
- **Kuvvette devamlılık;** Kassal dayanıklılık olarakta tanımlanan kuvvette devamlılık, kuvvet temellidir ve dayanıklılık ile kuvvetin sentezi ile oluşmaktadır. Uzun süren bir egzersiz sırasında sinir kas sisteminin yorgunluğa karşı en yüksek verimle karşı koyabilmesi ve devam edebilmesi veya tüm organizmaların yorgunluğa karşı baş edebilme yeteneği kuvvette devamlılık olarak nitelendirilmektedir. Bir başka tanımda ise, egzersizlerde dayanıklılık ve kuvvetin birlikte kullanılması kuvvette devamlılık için gereklidir (Bompa vd., 2015). Kuvvette devamlılık; kuvvet temelli spor branşlarında sporcunun yorgunluğa karşı kuvvetini devam ettirebilmesi ve bu sayede yorgunluğun üstesinden gelebilmesi yeteneğidir. Bu yeteneğin seviyesi, branşa ait olan sprint, patlayıcı kuvvet, ağırlık kaldırma, çekme, itme, atma, sıçrama, vurma gibi alt formlarla gözlenebilmektedir (Kurt, 2011).

Uygulanan her antrenman metodu kendine has baskın bir özelliği (kuvvet, dayanıklılık, çabukluk gibi) içermektedir. Antrenman yüklenmeleri maksimum seviyelere ulaştığında, bu bir kuvvet antrenmanı olmakta ve süre, şiddet ile dinlenme aralıklarına göre bu kuvvet antrenmanı; çabuk kuvvet antrenmanı ya da kuvvette devamlılık antrenmanı olarak değişmektedir (Bompa, 2007).

2.1.1.3. Kuvvet Antrenmanında Fizyolojik Akut Değişiklikler

Anaerobik (kısa süreli/oksijensiz) gücü kullanan aktiviteler kuvvet antrenmanlarıdır. Buradaki oksijensiz süreç, oksijen kullanımının tamamen durduğu anlamına gelmemekle birlikte egzersiz sırasında kaslar için gerekli olan oksijen ihtiyacını aşan bir şiddetteki

aktiviteyi ifade etmektedir. Buradaki oksijen ihtiyacı laktat gibi metabolik ürünlere yol açar ve egzersiz şiddetini aynı seviyede devam ettirememeye neden olmaktadır. Kuvvet antrenmanı sırasında vücutta kullanılan temel enerji ihtiyacı, depo edilmiş kas glikozu ve Adenozin trifosfat (ATP)' dir (Rogers, 2007). Bu enerji sistemi dâhilinde yüklenme devam ettiği takdirde atık madde olarak nitelendirilen laktik asit birikmeye devam eder. Laktik asit birikimi eşik seviyeyi geçip aşırı miktarda birikmeye başlarsa kasın kasılma kapasitesini azaltarak yorgunluğa neden olur ve kas kasılmasını engeller (Günay, 1998). Bunun sonuca olarak, vücutta aşırı yorgunluk oluşur ve sporcu antrenmana devam etmekte zorlanacaktır. İşte bu noktada, kısa süreli yüklenmelerdeki yüksek şiddetli yoğunluğa sporcuların karşı koyabilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Çünkü bu sayede sporcular, antrenman sırasında yorgunluğun başlangıç süresini uzattıkları için genel performans anlamında büyük ölçüde başarı sağlamış olacaktırlar (Ganong, 1996).

Kuvvet antrenmanlarının sonucu olarak ilk olarak sinirsel faktörlere bağlı kuvvet gelişimi oluşmaktadır. Sinir sistemi fonksiyonlarında hızlı ve büyük çaplı bir kuvvet artışı meydana gelirken kas boyutunda fazla bir değişiklik meydana gelmemektedir. Kas boyutunda bir artışın sağlanabilmesi için, minimum 3 hafta süreli bir kuvvet antrenmanına maruz kalınması gerektiği bilgisi mevcuttur (Mc Ardle vd., 2010).

Kuvvet antrenmanları sırasında vücutta bazı fizyolojik değişimler de gerçekleşebilmektedir. Dakika ventilasyon hacmi maksimal bir egzersiz sırasında istirahat durumuna oranla 20 kat artabilmektedir. Bunun nedeni olarak, solunum kaslarının daha fazla çalışması gösterilmektedir (Gordon vd., 2003).

Antrenmanın başlaması ile beraber kalp hızı da artmaya başlamaktadır. Düşük şiddetli ve sabit egzersizlerde, kalp hızı kısa sürede platoya erişmektedir. Eğer şiddet gittikçe artmakta ise kalp hızı da artmaya devam edecektir. Egzersiz şiddetli ile kalp hızı arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. Egzersizle birlikte stroke volüm de artmaktadır. Ancak, kişi maksimal kuvvet seviyelerini aşan bir şiddette antrenman yapmaya devam ederse, kalp atım hızı artacağından dolayı stroke volüm düşme eğilimi gösterecektir. Bunun nedeni olarak, diyastolik doluş zamanının kısalması gösterilmektedir. Antrenman yapan sporcunun vücut yüzeyinin genişliği ile antrenman durumu kardiyak çıkışı etkileyen faktörlerden en önemlileridir. Büyük kas gruplarını içeren antrenmanlar toplam sistemik vasküler dirençte düşme oluşturmaktadır. Bunun sonucu olarak artış gösteren metabolik ihtiyaçlar, otoregülasyon mekanizmaları koroner akım ve miyokarda oksijen taşınması arttırmaktadır. Aynı zamanda oksijenin kandan alınarak kullanılma miktarı da artacak ve bu durum koroner sinüsün, oksijen konsantrasyonunun düşüşüne sebep olacaktır (Denniston vd., 2006).

Antrenmanın etkilerine bağlı olarak, sistolik arter basıncı yükselirken, periferik direncin azalması ile diastolik basınç düşmekte, nabız basıncını arttırmaktadır. (Martin vd., 2004).

2.1.1.4. Kuvvet Antrenmanında Hormonal Akut Değişiklikler

Kuvvet antrenmanlarında oluşan stres ile birlikte akut olarak çeşitli hormonal, metabolik, kardiyovasküler ve nöromusküler yanıtlar ortaya çıkmaktadır (Schoenfeld, 2016).

Hormonal açıdan ise, anabolik hormonların salınımı akut fazda ve egzersizin hemen sonrasında artış göstermektedir. Büyüme hormonu, IGF-1, testosteron ve insülin anabolik etkisi bilinen en önemli hormonlardır (Schoenfeld, 2016). Kuvvet ve hipertrofi gelişimi için uygulanan antrenmanlarda, önemli bir anabolik hormon olan IGF-1 miktarını önemli oranda arttığı bildirilmiştir (Rubin vd., 2005). Direnç egzersizlerinde ise testosteron hormonunun akut etkisi ile ilgili literatürde sonuçlar tutarlı olmamakla birlikte kuvvet gelişimi için yapılan antrenmanlara yönelik egzersiz protokollerinde testosteron artışı daha belirgin olarak bildirilmiştir (Buresh vd., 2009; McCaulley vd., 2009; Smilios vd., 2003). Ancak bazı çalışmalarda anlamlı bir değişiklik olmadığı bilgisi de mevcuttur (Suga vd., 2010). Bu noktada farklılığın nedeni olarak katılımcıların cinsiyet, yaş, antrenman durumu gibi faktörler olabileceği belirtilmektedir (Kraemer vd., 1999). Akut hormonal yükselmelerin hipertrofideki rolü belirsiz olmakla beraber endokrin sistemin kas kuvvetindeki rolü bilinmektedir. Büyüme hormonu, insülin, testosteron ve IGF-1 ve diğer anabolik hormonların üretimi protein dengesini doğrudan etkilemektedir (Schoenfeld, 2016). Kuvvet ve dayanıklılık antrenmanlarının GH salınımını arttırdığı görülmektedir (Çelenk, 2011). Genel antrenman grubu ve kuvvet antrenmanı dahil edilmiş gruplar arasındaki GH ve testosteron düzeylerinin belirlendiği çalışmada, kuvvet antrenmanı grubunda artışlar saptanmıştır (Saritaş, 2006).

Antrenman sırasında ya da sonrasında yüklenmeye bağlı vücut ağırları meydana gelebilmektedir. Kuvvet antrenmanlarından 24 ile 48 saat arası bir süreçte oluşan bu ağırlar genellikle aşırı yorgunluğa neden olan antrenman protokollerinde oluşmaktadır. Antrenmandan 24 ile 48 saat sonra hissedilen bu ağırlar aynı zamanda gecikmiş kas ağrısı olarakta isimlendirilmektedir. Daha çok eksantrik kasılmalarla oluşan gecikmiş kas hasarı ile ilişkilendirilmektedir. Yoğun antrenmanlar sonrasında kanda bulunan kas enzimlerinde bir artış gözlemlenmekte ve oluşan kas hasarına bağlı olarak birtakım (CK, LDH gibi) enzimler membrandan kan dolaşımına sızmaktadır (Wilmore vd., 2008). Kas hasarı mekanizmasının güncel durumu hakkında bilgi sahibi olabilmek için antrenman yapan bireylerden kan numunelerinin alınması önemli olacaktır.

2.1.2. Kas Hasarı

Kas hasarı; yoğun veya alışılmamış bir egzersiz sonucunda oluşan yorgunluk, ağrı, güç ve kaslarda işlev kaybı durumu olarak bildirilmiştir (Clarkson ve Hubal, 2002). Kasta metabolik hasar, uzun süreli bitkinliğe kadar yapılan submaksimal çalışma sırasında oluşmaktadır. İskelet kası hasarı, darbelerin gerçekleştiği rekabet içeren sporlarda (örneğin; boks) olduğu gibi rekreasyonel olarak yapılan egzersizlerde de oluşan bir olaydır ve genellikle zorlanma veya aşırı yüklenmelerden kaynaklanan yaralanmaların bir sonucudur (Tiidus, 2010).

Hasar sürecinin oluşmasında kalsiyum değerleri, olası inflamatuvar reksiyonlar ve reaktif oksijen türlerinin üretimi etkilidir (Frieden ve Lieber, 2001). Kaslarda bulunan kalsiyum fazlalığı kalpain adı verilen kas proteazların aktivasyonundan sorumludur. Proteazlar myofibrilleri bir arada tutan proteinleri (desmin ve alfa-aktinin) parçaladığı için egzersiz sonrası kas hasarı ile ilişkilendirilmektedir. Myofibrillerden salınan proteinlerin kalpainler yüzünden bozulması, ubiquitin-proteazın gibi diğer proteolitik yolları arttırdığı görülmüştür (Raastad vd., 2010). Kalsiyum artışı iskelet kası mitokondirisinde de alışıktan olmayan egzersiz sonucunda görülmektedir (Ratnayake vd., 2011; 2013).

Kas hasarı, çoğu zaman egzersizin kas dokusunda neden olduğu yapısal değişiklikler ve klinik belirtiler ile sonuçlanır. Egzersiz sonrasında oluşan ilk kas hasarı; egzersiz sırasında kullanılan kas grubuna, eklem açısına da bağlıdır. Bu faktörlerin kas ağrısı, şişliği ve kuvveti üzerindeki etkileri birçok çalışmaya konu olmuştur. Tüm bunların yanı sıra kas içerisinde oluşan bu enflamasyonu ve kas uyumunun yeniden oluşturulmasının moleküler yönleri üzerindeki etkinliği ile ilgili bilgi eksikliği vardır. Her ne kadar kas hasarında oluşan enflamasyon, zararlı olarak nitelendirilse de bu enflamasyon kas tepkilerinin yeniden düzenlenmesi, kas onarımı ve yenilenmesi için ayrılmaz bir parçadır. Yapılan çalışmalarda kas hasarının, kas dokusunun yenilenmesini kolaylaştırmaya yardımcı olduğu görülmüştür (Jonathan vd., 2017). Kas hasarı üzerine açıklanan bir mantığa göre; kas büyümesi için kas hasarının gerekli olduğu bildirilse de birtakım potansiyel mekanizmalardan da söz edilmektedir. Bunlar; uydu hücrelerinin aktivasyonu, IGF-1 yukarı doğru salınımı düzenlemek ve kas hasarındaki inflamatuvar ajanların salınımıdır. Kas büyümesini maksimum seviyelere çıkartmak için gerekli olan en uygun kas hasarının seviyesi belli değildir (Schoenfeld, 2012). Bu bilgiye ek olarak; yüksek seviyelerdeki kas hasarının, kuvvet üretimini azaltarak bireyin performansını olumsuz etkileyebileceği ve kasın hipertrofik gelişimini olumsuz olarak etkileyebileceği bildirilmiştir (Krentz, 2010; Nosaka, 2003). Bu sebeple, araştırmalar, hipertrofik yanıtı en üst düzeye çıkartmak için en uygun antrenman

protokolünün orta düzey hasarlı bir antrenman programı olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak, optimum güç yüklenmesi kuvvet antrenmanlarında alternatif olarak kullanılmaktadır (Loturco vd., 2017).

Genel olarak, alışılmamış egzersizin, özellikle egzersiz çok sayıda eksantrik hareket içeriyorsa, kas hasarına ve gecikmiş kas ağrısına neden olduğu iyi bilinmektedir. Gecikmiş kas ağrısı, düşük şiddetli KAK eğitimi dahil alışılmamış egzersizden sonra normaldir ve 24-72 saat içinde gerilemelidir. Herhangi bir biçimdeki yüksek yük direnç egzersizi kas hasarına neden olabilir ve bu durum bir sonraki antrenmanda sergilenecek performansı olumsuz etkileyebilir. Bu noktada da kas hasarının belirlenmesi faydalı olacaktır. Çizgili kasın aşırı parçalanması eforlu rabdomiyoliz olarak bilinir ve organ hasarına neden olabilir. KAK ile birleştirilmiş direnç egzersizi kaynaklı rabdomiyoliz insidansı çok düşüktür, yaklaşık %0,07-%0,2'dir. Bu, normal yüksek yük direnci eğitimi sırasında rabdomiyoliz oluşumuna benzer görünmektedir. Düşük yüklü KAK ile bile artan metabolik stresin rabdomiyolizi tetikleyebileceğine dair endişeler vardır, ancak insidans seviyeleri o kadar düşüktür ki mevcut kanıtlar, diğer direnç egzersizi biçimlerine kıyasla KAK ile birleştirilmiş direnç egzersizi sırasında rabdomiyoliz riskinin arttığını göstermez (Patterson vd., 2019a). Bununla birlikte, kan akımı kısıtlanmalı direnç antrenmanı seanslarından sonra kas hasarına ilişkin kanıtları analiz eden yakın tarihli bir sistematik inceleme, kas yetmezliğine kadar yüksek antrenman yüklerinde KAK kullanımının belirgin kas hasarı seviyelerine yol açtığını ve bundan kaçınılması gerektiğini öne sürüyor. Bulgular, KAK ile ilk direnç eğitimi seansından sonra kas hasarının büyüklüğünün azaldığını ve bu tür egzersiz yoluyla koruyucu bir yük etkisi gösterdiğini vurgulamaktadır. Bu nedenle profesyoneller, klinik bağlamlarda KAK programlarıyla direnç eğitiminin yapılandırılmasında ilerleyici aşırı yüklenme ilkesini kullanabilirler (de Queiros vd., 2021).

2.1.3. Kas Hipertrofisi

Hipertrofi, organ ya da dokulardaki hücrelerin sayıca değişmeden hacim olarak artmasından kaynaklanan bir büyümedir. Kas miyofibril alanının artması ise kas hipertrofisi olarak tanımlanmaktadır. Kas hipertrofisinde miyofibril sayısı artarken hücrenin çekirdek sayısı da artmaktadır. Bunun nedeni miyofibril çapı ile miyonukleus sayısı arasında sürdürülmesi gereken bir oranın varlığıdır. İskelet kası aşırı yüklenme ile karşı karşıya kaldığında, ilgili hücreler ve miyofibrillerde pertürbasyonlara neden olur. Sonuç olarak miyofibriller kontraktil proteinlerin aktin ve miyozin büyüklüğünde ve miktarlarında, buna paralel olarak toplam sarkomerlerin sayısında artışa neden olan bir miyojenik olaylar zincirini

oluşturmaktadır. Bu da liflerin çapını arttırır ve böylelikle kas kesit alanında bir artış gerçekleşmiş olacaktır (Schoenfeld, 2010).

Hipertrofiyi kas lifinin enine kesit alanında artış olarak tanımlayan çalışmalar olduğu gibi, hipertrofi oluşumunda fasikül ve liflerin uzunluğundaki artışın da etkisi olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur (Valatamos, 2018). Kişinin kaldırabildiği en fazla %70' i (1 TM %70), ağırlık antrenmanı ile kas kesitinde hızlı bir büyüme gerçekleştiği görülmüştür (Bompa ve Haff, 2009). Hipertrofi için en sık kullanılan yöntem; haftada 4 gün olmak üzere 1 TM' ın %80' i ile yapılan 4 set kuvvet antrenmanlardır. Ancak farklı hacim ve şiddetlerde uygulanan antrenman programları da (1 TM' ın %70-80' i 3-5 set 6-12 tekrar) mevcuttur (Rhea, M., R., 2003, Wernbom, 2008). Ayrıca, kuvvet antrenmanlarından sonra oluşan hipertrofi akut ve kronik olmak üzere iki şekilde oluşmaktadır (Wilmore vd., 2008).

Kas hipertrofisini; kas hasarı, metabolik stres ve mekanik gerilim mekanizmalarının etkilediği düşünülmektedir (Schoenfeld, 2010; Schoenfeld, 2012). Kas hipertrofisi belirteçlerinden olan testosteron, GH ve kas hasarı belirteçlerinden olan CK, laktat seviyelerin; cinsiyete bağlı olarak etkilendiği literatürde yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Egzersiz ile beraber CK seviyelerinin hem kadınlarda hem erkeklerde yükseldiği ancak kadınlardaki seviyelerin erkeklere oranla daha düşük bulunduğu gösterilmiştir. Buna neden olarak, daha düşük olan östrojen hormonun egzersiz sonrası membran permeabilitesini azaltarak kasa daha az enzimin transfer edilmesi görülmektedir (Brancaccio vd., 2009).

2.2. Kuvvet antrenman metodları

Kaslarda kuvvet gelişimi sağlamak için kuvvet antrenmanı temelli ağırlık antrenmanları gereklidir. Spor branşı ve çalıştırılacak kas grubuna özel uygun bir antrenman modeli oluşturulmaktadır. Bu kas grupları bacak,kol, omuz, göğüs gibi birçok bölgeyi kapsamakla birlikte bacak kuvveti için quadriceps kasının gelişimini en çok sağlayan bazı hareketler aşağıdaki gibidir ve aynı zamanda bu hareketlerin elektromiyografi (EMG) değerleri yüksek tespit edilmiştir (Bompa vd., 2020):

- Smith Machine Squat, %60
- Leg Press, %76
- Barbell back squat, %78
- Leg extension, %86
- Safety squat bar ile front squat, %88

Bu hareketler, antrenman sırasında daha fazla kuvvet ve direncin uygulanmasını amaçlamaktadır (Şahin, 2008). Antrenman sırasında uygulama biçimi ile set-tekrar sayıları ve yüklenme şiddetleri değiştirilerek maksimal, çabuk kuvvet ya da kuvvette devamlılık gibi kuvvet gelişimleri sağlanabilmektedir (Weineck, 2011). Letzelter (1996) ‘ e göre kuvvet antrenmanları için yüklenme ölçütleri belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1 *Kuvvet Antrenmanları için Yüklenme Ölçütleri ve Farklı Antrenman Yöntemleri*
(Kaynak: Weineck, 2011)

Yöntem	Yüklenme Şiddeti %	Tekrar Sayısı	Dinlenme Süresi	Seri Sayısı	Hareket Temposu	Antrenman Hedefi
Tekrar Yüklenme Yöntemi	80-85	1-5	2-5 dk	3-5 5-8	Patlayıcı	Patlayıcı Kuvvet
Tekrar Yüklenme Yöntemi	75-80	5-10	2-4	3-5	Akıcı/Yavaş	Maksimal Kuvvet Kas hipertrofisi Çabuk Kuvvet
Yoğun İnterval Antrenmanı	30-70	6-10	3-5 dk	4-6	Patlayıcı	
Yoğun İnterval Antrenmanı	30-70	8-20	60-90 sn	3-6	Akıcı/Patlayıcı	Kuvvet ve Çabuk Kuvvet Dayanıklılığı Genel Kuvvet Dayanıklılığı
Yaygın İnterval Antrenmanı	40-60	15-30	30-60 sn	3-5	Akıcı	
Yaygın İnterval Antrenmanı	20-40	30+	30-60 sn	4-6	Akıcı	Kuvvet Dayanıklılığı

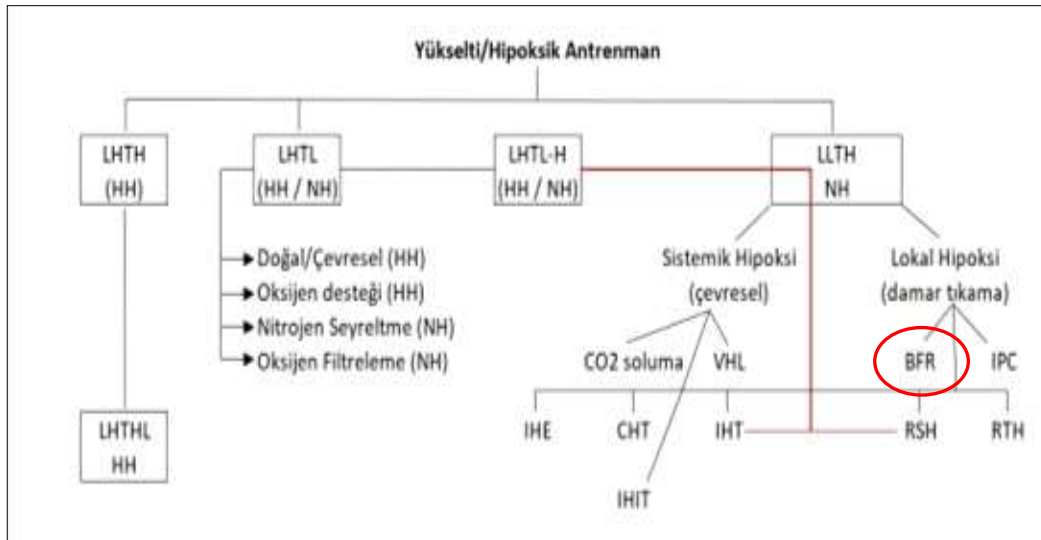
Motor ünite çalışırken ilk olarak, şiddeti düşük hareketlere bağlı yavaş kasılan fibriller (tip 1) ortaya çıkmaktadır. Güç ve kuvvete olan ihtiyacın artmasıyla birlikte daha fazla fibril (tip II) motor ünite devreye girmektedir (Bompa, 2009). Kuvvet gelişiminde kullanılan bazı antrenman metodları geliştirilmiştir:

- Piramidal Metot
- İstasyon Çalışmaları
- Süre Metodu

- Direnç egzersizleri
- Pliometrik çalışmalar
- Hipoksik koşullarda antrenmanlar
- Kan akımı kısıtlama (KAK) uygulamaları

2.2.1. Hipoksik Antrenmanlar

Hipoksida yapılan antrenmanların amacı kan için yeterli oksijen düzeyinin olduğu koşullarda daha iyi performans elde etmektir. Sezon öncesi dönemlerde hipoksik bir ortamda yapılacak olan antrenmanların sağlayacağı fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin performansa daha hızlı ve olumlu bir şekilde katkılar sunacağı bilinmektedir (Gatterer vd., 2015). Ancak bu katkıların elde edilebilmesi için; hipoksik koşullarda uzun süreler bulunulması bir gerekliliktir (minimum 10-14 gün arası ve günde 12 saatten fazla). Bu gereklilik yüksek rakımlı bölgelerde yaşamayı ya da hipoksik bir ortam yaratan uyku odalarında yaşama ile giderilebilmektedir (Brocherie vd., 2018; Girard vd., 2017; McLean vd., 2014). Ancak bu durumun gerçekleşmesi, zamanın kısıtlı olduğu antrenman sezonu dönemleri için oldukça zordur. Bu nedenle farklı yöntem ve konseptler geliştirilmiştir. Hipoksik koşulların sağladığı etkileri elde etmek ve sportif performansı geliştirmek için kullanılan bu konsept ve yöntemlerle birlikte gerçekleştirilen uygulamalar ve antrenmanlar ise şekil 1.'deki gibi sınıflandırılmıştır ve kan akımı kısıtlama (KAK) uygulaması bunlardan biri olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1 Hipoksik Antrenman Çeşitleri (Kaynak; Girard vd., 2017)

(HH) hiperbarik hipoksi, (NH) normobarik hipoksi, (LH) yüksek rakımda yaşamak , (LL) deniz seviyesinde yaşamak, (TH) yüksek şiddetli antrenman, (TL) düşük şiddetli antrenman,

(VHL): alt solunum hacminde istemli hiperventilasyon, (BFR) kan akımı kısıtlama, (IPC) iskemik ön koşullandırma, (IHE) aralıklı hipoksik maruziyet, (CHT) hipoksik antrenman, (IHT) interval hipoksik antrenman, (RSH) hipokside tekrarlı sprint antrenmanı, (RTH) hipokside direnç antrenmanı, (IHIT) interval antrenman sırasında aralıklı hipoksik maruziyet.

2.2.2. Kan Akımı Kısıtlama (KAK) Uygulaması

Egzersiz başlanmasıyla birlikte vücutta oluşan değişiklikler sonucunda aktif kaslarda metabolik gereksinim artar ve bunu karşılamak için daha fazla kan akımına ihtiyaç duyarlar (McArdle vd., 2000). Egzersiz sırasında vücutta meydana gelen bazı akut değişimler aşağıda sıralanmıştır: (Myers, 1996):

- Vagal aktivitede azalma
- Oksijen kullanımında artma
- Karbondioksit üretiminde artma
- Egzersizin ilerleyen dönemlerinde, yani anaerobik evrede, laktat birikiminin oluşumu
- Kan pH oranında artma
- Vücut enerji depolarında, özellikle glikojen depolarında hızla azalma
- Reaktif oksijen radikallerinde artma.

Egzersize bağlı gelişen bu değişiklikler sırasında bir turnike görevi gören kan akımı kısıtlama (KAK) bant sistemi; çalışılan uzuvda kan dolmasına izin verirken kalbe geri giden kan akımı yavaşlatarak hipoksik bir ortam yaratmaktadır. Bu durum ile, kılcıl damarlar daha fazla kan ile dolarak, kandaki laktik asit oranını önemli ölçüde arttırmaktadır. Bunu da sert ve uzun süreli egzersizleri simüle ederek yapmakta ve daha düşük egzersiz yoğunluğu ve ağırlıklarında aynı etkiyi yaratmaktadır. Bu durum, beyinde vücudun çok zor bir egzersizden geçtiğini düşünmesini sağlayarak ve hipofiz bezinden daha fazla miktarda büyüme hormonu (GH) salgılamasına neden olmaktadır. Böylece, sportif performansta bir ilerleme söz konusudur (Abe vd., 2005). Klasik bir direnç antrenmanına kıyasla GH seviyelerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. KAK uygulaması sonrasında GH' nun başlangıç ölçümlerine kıyasla 290 kat oranlarına varan bir artış gösterdiği gözlenmiştir (Takarada vd., 2000b). Bantların oluşturduğu basınç venöz kan akımı kısıtlayarak, kanın doğal dolaşımını tamamlamasını engellemekte ve kan akımında oluşan yetersiz oksijenden kaynaklı kasta laktik asit birikmesi nedeniyle vücut bu bölgeden metabolikleri uzaklaştıramadığı için yüksek miktarda hasar olduğu endişesi ile stres altında kalmakta ve hipofiz bezi bu stresten kaynaklı büyük oranda büyüme hormonu salgılamaya başlamaktadır (Dzelebdzic, 2014).

Kan akımı kısıtlama uygulamaları çeşitli egzersiz tipleri (bacak itiş, göğüs itiş, bisiklet sürme, yürüme, koşma, diz ekstansiyon, diz fleksiyon, dirsek fleksiyon gibi) ile birleştirilerek uygulanabilmektedir. KAK uygulaması ile yapılan düşük şiddetli (1 TM %20-30'u) yapılan egzersizlerin kasta orta ve yüksek şiddette yapılan direnç egzersizlerine oranla benzer kuvvet ve hacim arttırdığı ve bu şiddette yapılan egzersizlere alternatif antrenman metodu olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Lowery vd., 2014).

Kısıtlamalı yorgunluğa kadar yapılan düşük şiddetli dinamik diz ekstansiyonu egzersizinde her iki fibril tipinde glikojenin azaldığı ve kas biyopsisinde fosfokreatin düzeylerinin düşük görüldüğü bildirilmiştir. Bununla beraber, kısıtlama ile kombine edilen düşük şiddetli (1 TM %20-30) ağırlık antrenmanının kas kesit alanında hipertrofik artışa neden olduğu (tip II) görülmüştür (Yasuda vd., 2009).

1980'lerde ve 1990'lardan günümüze kan akımı kısıtlama üzerine farklı elastik bantları test edilmeye devam edilmiştir. Kan akımı kısıtlama eğitimi ilk olarak 1960 yıllarında Japonya'da Kaatsu eğitimi olarak bilinmekteydi (Vanwey vd., 2017). Ancak; Kan akımı kısıtlama (KAK) uygulama araçlarından biri olan 'Kaatsu' cihazı pahalı bir sistem olduğu için, zamanla yeni yöntemler gelişmiş, yine turnike görevi gören elastik bantlar, bir pompa ile basıncı manuel ya da otomatik olarak ayarlanan pnömatik manşonlar ya da kişilerin kendilerinin uygulanan baskıya verdikleri bir sıkılık ölçeği kullanılmaya başlanmıştır (Wilson vd., 2013).

2.3. Kan Akımı Kısıtlama Fizyolojisi

Kan akımı kısıtlama uygulamasının temelinde yatan mekanizmalara baktığımızda, aktif kaslara giden oksijenin azalması sonucu oluşan venöz tıkanıklığın neden olduğu metabolitlerin yığılması ile beraber kastaki hücresel sıvı artışının kas kuvveti ve hipertrofisini oluşturduğu düşünülmektedir (Loenneke vd., 2012a; Rolnick ve Schoenfeld, 2020).

Kan akımı kısıtlama uygulaması, oluşturduğu basınç ile, metabolit birikiminin artmasına neden olmakta ve kas liflerinin (hücre içi boşluğuna) içine kan akımını daha fazla aktarmaktadır. Hücresel şişme ve reperfüzyondaki bu artış, hücre membranının yapısal bütünlüğünü bozabilecek bir durumdur. Ancak, hücrede bozulan bu bütünlük yapısını korumak ve güçlendirmek için bazı sinyaller oluşmaktadır. Bu sinyalin hücrede integrinle ilişkili hacim osmosensörleriyle taşındığı ve bu sensörün hücre içi sinyal kaskatlarında merkezi bir noktaya yerleşmiş protein kinaz ailesine ait serin/treonin kinaz olan Mammalian Target of Rapamycin (mTOR)' dan bağımsız olarak mitojenle aktifleşen protein kinaz yoluyla

anabolik faaliyeti tetiklediği gösterilmiştir (Loenneke vd., 2012b; Lang 2007; Pearson vd., 2015; Schliess vd.,2006).

Nöromotor kontrol boyutundan ele alındığında düşük yoğunluklu bir fiziksel aktivite sırasında kasta önce tip I lifler (yavaş kasılan) etki mekanizmasına dahil edilir. Yoğunluk arttıkça, ihtiyaçla orantılı olarak tip II (hızlı kasılan) lifler de dahil olur. Bu prensibe göre, sadece yüksek yoğunluklu egzersizler ile hızlı kasılan kas lifleri mümkündür (Henneman vd., 1995). Ancak, oksijen yetersizliğine ve yüksek metabolit birikimine neden olan KAK, yavaş kasılan düşük şiddetli egzersizler sırasında bile tip II liflerinin sayısında artış olduğu gösterilmiştir (Moritani vd., 1992). Elektromyografi ile kasın boyutu üzerine yapılan çalışmalarda da düşük şiddetli KAK egzersizlerin, yeterli sayıda tip II liflerin aktivasyonuna neden olduğunu göstermiştir (Takarada vd., 2000b). Benzer olarak yapılan çalışmalarda kol kaslarında kuvvet ve kalınlık artışı gerçekleştiği bildirilmiştir (Yasuda vd., 2011).

Egzersiz sırasında, glikojen depolarının azalması ve kas fibrillerindeki fosfokreatin oranlarında meydana gelen değişimler normal olarak kabul edilmektedir (Vøllestad vd.,1984). Ancak, çok sayıda düşük şiddetli KAK antrenmanları ile, submaksimal şiddet ile oluşan yorgunluğa kadar devam ettirilen egzersiz sırasında turnikenin bölgede oluşturduğu basınca bağlı olarak motor ünitelerde sırasıyla tip II fibrillerin artmış olarak sıralandığını gösterilmiştir. Farklı olarak, kısıtlama ile kas içinde biriken asit nedeni ile tip II fibrillerinin kalsiyum bağlanmasının bozulduğu, zorlayıcı egzersizin devam etmesinden kaynaklı kuvvetin sürdürülebilmesi için tip I fibrillere daha fazla yük düştüğü ve bu sayede hipertrofi artışının gerçekleştiği bildirilmiştir (Gundermann, 2016). Bu görüşü destekler nitelikte bir başka çalışmada; KAK ile birleştirilmiş düşük şiddetli direnç egzersizlerinde tip I fibrillerin daha fazla glikojen tükenmesine yol açarak daha fazla strese maruz kaldığı raporlanmıştır (Cumming vd., 2014). primer olarak tip I fiberlerde tip II fiberlere kıyasla daha fazla ısı şok protein tepkisi verdiği ve daha fazla KAK uygulaması ile yorgunluğa kadar yapılan düşük şiddetli dinamik diz ekstansiyonu egzersizinde her iki fibril tipinde de (tip I, tip II) glikojenin azaldığı ve kas biyopsisinde fosfokreatin düzeylerinin düşük olduğu görülmüştür (Yasuda vd., 2005).

Yorucu egzersiz sırasında kasta metabolitlerin birikmesini ifade eden metabolik stres sırasında laktat ve hidrojen iyonları, kasın gevşemeden daha fazla çalışması nedeniyle birikir ve bu durum metabolitlerin temizlenmesini güç hale getirmekle beraber kas kaybına neden olmaktadır. (Wackerhage vd., 2019). KAK uygulaması sonrasında daha az kas kaybının olduğu (Takarada vd., 2000c) benzer olarak metabolik stresin azaldığı ve kas aktivasyonundaki artış sağlandığı (Wackerhage vd., 2019) bildirilmiştir. Birçok çalışmada,

KAK antrenmanlarının vücutta oluşturduğu adaptasyonlar ve bunlara neden olan mekanizmalar belirlenmeye çalışılmıştır (Pearson ve Hussain, 2015).

Aynı zamanda bazı kardiyovasküler reaksiyonlara da neden olan KAK uygulamalarına ilişkin araştırma sonuçları hala tartışmalıdır. Araştırmaların bazılarında, KAK ile birleştirilmiş düşük şiddetli direnç egzersizlerinin kardiyovasküler odeğişiklikler ile ilişkili olmadığını ve KAK'ın neden olduğu kan basıncındaki akut ve lokal artışın, periferik kan dolaşımı (Nascimento vd., 2019), gelişmiş vasküler endotel fonksiyonu, ve arteriyel/venöz uyumu gibi çeşitli pozitif kardiyovasküler adaptasyonlar sayesinde üretilebileceğini bildirmiştir (Iida vd., 2011; Liu vd., 2021; Yasuda vd., 2013).

Tüm bu sonuçlara bakıldığında KAK ile birleştirilmiş düşük şiddetli direnç egzersizlerin mekanik temellerini daha iyi anlayabilmek için araştırmalara ihtiyaç vardır.

2.3.1. Kan akımı kısıtlama ve egzersiz seçimi

Kan akımını kısıtlama temelli uygulamalar günümüzde sadece sportif performans gelişiminin dışında; bir egzersiz, rehabilitasyon ve sakatlık sonrası toparlanma şekli olarak da kullanılmaktadır (James, 2015).

KAK antrenmanlarının; izotonik kuvvet, izometrik kuvvet ve izokinetik kuvvet gelişiminde etkili olduğu ve patlayıcı kuvveti arttırdığı bilinmektedir (Burgomaster vd., 2003; Moore vd., 2004). Direnç antrenmanları temel olarak hipertrofi oluşturmada kuvvet kazanımı sağlamaktadır (Johnston vd., 1997; Paavolainen vd., 1999; akt: Atabek, Açıkada ve Çakır, 2007). Direnç, birçok spor branşında önemli bir temel oluşturmaktadır. Direnç antrenmanları sayesinde kas gücü açısından zayıf kalan kas gruplarının ve antagonistleri kuvvetlendirilerek lokomotor düzen dengeli bir şekilde gelişmiş olmaktadır (Muratlı ve Hindistan, 2018). Kan akımı kısıtlaması ile yapılan düşük yüklü direnç antrenmanları ile yüksek yüklü direnç antrenmanlarının kas kuvveti karşılaştırılmış, kas kuvveti her iki grupta da belirgin düzeylerde artmıştır (Grönfeldt vd., 2020). KAK antrenman önerisi için yapılan bir çalışma (Loenneke vd., 2012a) Tablo 2.' de gösterilmiştir:

Tablo 2 *Kan akımı kısıtlama antrenman önerisi* (Kaynak: Loenneke vd., 2012a)

Egzersiz	Yük/Şiddet	Tekrar	Set	Basınç
Direnç Egzersizi	1 TM %10-30	15-30	3-6	Setler bitene kadar sürekli devam eden manşon basıncı

KAK uygulamalarında genel olarak düşük şiddetlerin optimize edildiği belirtilmiş (Patterson vd., 2019) ve 1 TM %50'si ve üzeri şiddette uygulanan KAK antrenmanı uygulamalarının ek adaptasyon sağlamadığı bildirilse de (Laurentino vd., 2008) 1 TM %70' i şiddetinde uygulanan çalışmaları da literatürde görmek mümkündür (Cook vd., 2014). Set ve tekrar sayıları ile ilgili bir başka çalışmada ise; 4 setlik 30-15-15-15 tekrarlı protokol de yaygın olarak kullanılmaktadır (Loenneke, Thiebaud ve Abe, 2014; Wilson vd., 2013).

KAK uygulamaları ile çeşitli direnç egzersizleri ile kombine edilerek kullanılmıştır. Genel olarak, tek eklem içeren izole alt ekstremite egzersizleri (diz ekstansiyonu, diz fleksiyonu, parmak ucuna yükselme gibi) ve izole üst ekstremite (dirsek fleksiyonu, dirsek ekstansiyonu gibi) tercih edilmiştir (Denkinger vd., 2011). Direnç egzersizlerinin dışında; aerobik egzersizlerle birleştirilmiş KAK uygulamaları da mevcuttur. Oksijen tüketimi ile birlikte tükenene kadar egzersiz süresi de dahil olmak üzere, aerobik kondisyon belirteçlerinin hepsinde bir artış gözlenmiştir (Abe vd., 2010; Formigo vd., 2020).

Literatür incelendiğinde, yapılan çalışmaların birçoğu düşük şiddetli KAK protokolleri içersede yüksek şiddetli KAK çalışmalar da bildirilmiştir (Wills vd., 2019). Genellikle yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında, doku oksijen mevcudiyetini azaltır ve bu nedenle oksijen dağıtımını sürdürmek için oksijen ekstraksiyonunu artırır. Yüksek yoğunlukla yapılan egzersiz hipoksi ile birleştirildiğinde daha da zorlanır (Casey ve Joyner, 2012). KAK ile yüksek yoğunluklu egzersiz yapıldığında, lokalize hipoksiye bağlı olarak güçlü bir deoksijenasyona ek olarak, hem bacaklarda hem de kollarda kan perfüzyonundaki değişikliklerde daha büyük bir artış olacaktır (Willis vd., 2018 , 2019b). KAK ile yüksek yoğunluklu egzersiz, vasküler direnç ve değiştirilmiş vazodilatör tepkiler yoluyla güçlü bir uyarı oluşturabilir ve hem bacaklarda hem de kollarda sistemik hipoksiden daha güçlü olduğu gösterilmiştir (Peyrdard vd., 2019; Willis vd., 2019a,b).

2.3.2. Kan akımı kısıtlamada manşon tipleri

Günümüzde, kol veya bacakların proksimal bölgesine yerleştirilen ve kan akımı kısıtlamasını sağlayan; naylon pnömatik manşonlar, elastik pnömatik manşonlar, tansiyon aleti manşonları gibi birçok farklı manşon ve cihaz bulunmaktadır. Literatürde ise tüm yöntemlerle pozitif kas adaptasyonların olduğu gözlenmiştir (Slysz vd., 2016). Kas adaptasyonu sağlanması kısmında cihazın kendisinden daha çok kan akımının kısıtlanma derecesi ve KAK ile yapılan egzersiz şiddeti, türü daha önemli olarak kabul edilmiştir. Manşonların temelde standart manşon ve dinamik manşon olmak üzere 2' ye ayrıldığı bilgisi mevcut olmakla birlikte avantaj ve dezavantaj noktasında bazı farklılıklar içermektedir

(Hughes vd., 2017). Statik manşon basıncı, harekete başladıktan bir süre sonra alttaki uzuv hareketinden dolayı ilk başta ayarlanan basınçtan uzaklaşacak ve farklılaşabilecektir. Dinamik manşon basıncı ise, bir pompa ve sensör aracılığıyla belirlenen basıncı koruyabilmektedir. (Lorenz vd., 2021). Kullanılan manşonların antrenman boyunca sürekli uzuvda kalması gibi dinlenme aralıklarında çıkarıldığı protokoller de vardır (Biazon vd., 2019; Hill vd., 2020). Kan akımı kısıtlama uygulamasında kullanılan manşonun ölçüsü de çok önemli olmaktadır. Bu noktada iki tür manşon (geniş 6-13.5 cm., ve dar 3-6 cm.) bulunmaktadır (Scott vd., 2015).

Literatürde en çok tercih edilen manşon tipleri; standart pnömatik olmayan elastik bantlar (örneğin, bandajlar), bir pompa ve basıncı manuel olarak ayarlanan pnömatik manşonlar (örneğin, H+CUFF cihazı), pnömatik ve basıncı dijital olarak ayarlanabilen manşonlar (örneğin, Kaatsu cihazı) olarak karşımıza çıkmaktadır. Altın standart olarak; pnömatik ve basıncı dijital olarak ayarlanabilen manşonlar kabul edilse de maliyet, uygulanabilirlik ve erişilebilirlik noktasında kolay bir seçenek olarak kabul edilmemiştir. Bu noktada alternatif olarak elastik bant ve kumaş bantlarla basıncın subjektif olarak ayarlandığı bantlar geliştirilmiştir (Wilson vd., 2013; Lowery vd., 2014). Ancak bu bantlar ile hedeflenen basıncın tam oluşturulmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur (Bell vd., 2019; Rolnick ve Schoenfeld, 2020). Kan akımı kısıtlama uygulamasında kişiye özgü basıncın belirlenmesi önemli olmakla birlikte, pnömatik olan manşetler doppler (nabız sesini duymaya sağlayan) ile entegre edildiğinde sonuçlar optimum seviyelere ulaşabilmektedir (Bond vd., 2019). Doppler kullanılmadan basıncın uzuv hareketlerine göre standardize edildiği saha kullanımı için uygun olan uygulamalar da mevcuttur.

2.3.3. Kan akımı kısıtlamada manşon basıncı

Kan akımı kısıtlama uygulamasında manşon, ilgili uzvun en proksimal bölgesine yerleştirilmektedir. Literatürde bir yöntemin diğerinden üstün olduğu kesin ve açık olmamakla birlikte (Lorenz vd., 2021) farklı kan akımı kısıtlama manşet basınç yöntemleri bulunmaktadır (Bond vd., 2019):

1. Keyfi basınçların kullanılması
2. Bireyin uyluk genişliğine göre bir basınç
3. Bireyin dinlenik sistolik kan basıncına göre bir basınç (örneğin sistolik kan basıncından 1.2-1.5 kat daha yüksek olması)

Bu yöntemlere ek olarak; brakial sistolik kan basıncının %130'na denk gelecek bir basınç ile yapılmış çalışmalar da mevcuttur (Patterson vd., 2019; Scott vd., 2016). Sistolik

kan basıncı ve kalp hızı, arteriyel kan akışının dinamiklerini tanımlayan değişkenlerdir (Reimers vd., 2018).

Bir başka alternatif KAK uygulama basıncı; 10 üzerinden 7 algılanan sıkılık ölçeğidir. KAK uygulamalarının mantığı, venöz dönüşü tıkayarak kanın birikmesine izin verecek kadar yüksek olurken, arteriyel girişi koruyacak kadar da düşük olması gerektiğidir (Loenneke vd., 2015). 10 üzerinden 7 algılanan sargı sıklığının toplam venöz oklüzyonla sonuçlandığı bilgisi mevcuttur (Wilson vd., 2013).

Kan akımı kısıtlama uygulaması için günümüzde birçok farklı ekipman' ın kullanıldığı bilinmektedir. Ancak ekipmanın türünden daha önemli olarak, uygulama sırasında kullanılan basınç şiddeti görülmektedir (Slysz vd., 2016). Çalışmalar, farklı koşullar altında aynı basınç kullanmanın kan akışı miktarını engellediğini ve her bireye özel bir basınç kullanmanın daha güvenli olduğunu belirtmiştir (Bond vd., 2019). Bireylerin kendileri için doğru basınçta ve kullanılan manşon tipinde egzersiz yapmasını sağlayan ve arteriyel oklüzyon basıncını (AÖB) belirleyen, altın standart doppler kullanımıdır. Potansiyel komplikasyon risklerini en aza indiren ve antrenman hedeflerini en yüksek seviyelere çıkartan aralığın AÖB' nin %40-80 olduğu bildirilmiştir (Dünnwald vd., 2019). Üst ekstremitede AÖB'nin %40-50'si, alt ekstremitede ise AÖB'nin %60-80'i uygulama açısından tavsiye edilmiştir (Ilett vd., 2019). Manşon basıncının bireyselleştirilmesinde etkili olan doppler'e erişim eğer söz konusu değilse, araştırmalarda da en yaygın olarak kullanılan 160-200 mmHg arası bir basınç alternatif olabilir (Loenneke vd., 2012c). Tüm bu yöntemlerle ilgili olarak; bir yaklaşımın diğerlerinden daha üstün sonuçlara yol açıp açmadığı veya güvenliği artırıp artırmadığı bilgisi açık değildir (Clarkson vd., 2020; Scott vd., 2015).

Günümüzde genel olarak, düşük şiddetli direnç egzersizlerinde KAK basınç değerinin, arteriyel akışın tamamen tıkanması için gereken basınç değerinin arteriyel oklüzyon basıncın (AOP) %50-80'i olacak şekilde seçilebileceğine inanılmaktadır (Rossow vd., 2012). Önceki çalışmalar, iyi eğitim sonuçları elde etmek ve egzersiz sırasında ağrı ve yaralanmayı azaltmak için, basınç eğitiminin başlangıcında üst ekstremité kompresyon basıncının 140 mmHg' den ve alt ekstremité kompresyon basıncının 180 mmHg' den yüksek olmaması gerektiğini önermiştir (Patterson vd., 2019b).

Uygulanan basınç seviyesini belirlemede kullanılan manşonun boyutları önemli olmakla birlikte, daha geniş manşonların, muhtemelen sıkıştırılmış uzunluk boyunca sıvı akışına karşı sürtünme direncinin birikmesi nedeniyle, arterlerin tamamen çökmesine neden olmadan kan akışını ortadan kaldırdığı düşünülmüş (Crenshaw, 1988) ve bu düşünce birçok

çalışma tekrarı ile tekrarlanmıştır (Loenneke vd., 2012b; Tuncalı vd., 2016). Manşet ne kadar geniş olursa, toplam basıncın o kadar düşük olacağı unutulmamalıdır.

KAK uygulamalarında; basıncın sürekli ve aralıklı olarak kullanıldığı protokoller mevcuttur (Wilk vd., 2020). Kan akımı kısıtlama manşetlerinin genellikle egzersizin başlangıcında şişirildiği ve egzersiz tamamlandıktan sonra söndürüldüğü bildirilmiştir. Ancak bu durumun, lokal rahatsızlığa yol açabileceği de düşünülmüştür (Hughes vd., 2018). Bu nedenle, setler arasındaki dinlenme aralıklarında manşetlerdeki basıncın serbest bırakıldığı aralıklı basınçlar sayesinde rahatsızlıkların azaltılabileceği ve egzersiz tolere edilebilirliğinin artırılabilceği varsayılmıştır (Manini vd., 2012). Ancak bu yaklaşımın, akut fizyolojik tepkileri nasıl etkileyeceği bilinmemektedir. Başarısızlıkla sonuçlanıncaya kadar yapılan aralıklı KAK direnç egzersizinin, sürekli KAK direnç egzersiziyle karşılaştırıldığında egzersizin sonuna doğru daha az rahatsızlığa neden olma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, pozitif kas adaptasyonlarını tetiklemek için KAK direnç egzersizinin mutlaka başarısızlığa kadar yapılması gerekmektedir. Aslında, başarısızlıkla sonuçlanmayan KAK direnç eğitiminin, daha az rahatsızlıkla başarısızlığa karşı yapılan aynı direnç eğitimi protokolüyle karşılaştırıldığında benzer kas adaptasyonlarını tetikleyebileceği gösterilmiştir (Fitschen vd., 2014).

Bu nedenle, egzersiz yaparken dinlenme aralıkları sırasında manşetlerin basıncının serbest bırakılmasının, BFR direnç egzersiziyle ilişkili algısal tepkilerin zayıflaması üzerindeki etkisinin belirlenmesine kritik bir ihtiyaç vardır.

2.3.4. Kan akımı kısıtlamada güvenlik

Kan akımı kısıtlaması sırasında kas gücü ve kuvveti için önemli olan metabolitleri destekleyen proton ve laktat birikimi gerçekleşmektedir (Slysz vd., 2016). KAK uygulamaları sporcuların yanı sıra yüksek yoğunlukta direnç egzersizi yapamayan yaşlılar (Centner vd., 2019), cerrahi müdahale gören (Hughes vd., 2017), ve yine aynı şekilde kardiyak rehabilite gören (Madarame vd., 2013) popülasyonlar için oldukça etkilidir. Uygulanan KAK aktivitesinden sonra kasta oluşan yorgunluk, aynı şiddetteki KAK olmadan uygulanan aktiviteye oranla daha yüksek bir hipertrofik cevap verecektir (Hughes vd., 2017).

Kan akımı kısıtlama uygulamasının kas kuvveti ve hipertrofisi üzerine etkilerini ve mekanizmasını araştıran birçok araştırmaya karşılık güvenli bir yöntem olup olmadığı sorgulanan bir konu olmuş, literatür ışığında incelenmiştir (Loenneke vd., 2011).

KAK uygulamasının aynı anda hem alt hem de üst ekstremiteye uygulanmasının kardiyovasküler risk oluşturabileceği ve önerilmediği bildirilmiştir (Rolnick ve Schoenfeld, 2020).

KAK uygulaması ile egzersiz sırasında ağrı veya rahatsızlık, kas ağrısı, kardiyak stresle artan kalp hızı, artan kan basıncı, azalmış atım hacmi gibi yan etkiler bulunurken, daha ciddi ancak daha az yaygın yan etkiler olarak morarma veya iskemik yaralanma, baş dönmesi veya bayılma, trombüs oluşumu, uyuşma veya sinir yaralanması gibi oluşumlar yer almaktadır (Anderson vd., 2019; Patterson vd., 2019b). Yapılan çalışmalarda şimdiye kadar, KAK uygulamalarının güvenli olduğu, çok az sayıda komplikasyonların rapor edildiği ve görünür bir pıhtılaşma riski bildirilmemiştir. Buna ek olarak, KAK antrenman uygulamasının yaş aralığı, sporcu olup olmama gibi durumlara bakılmaksızın protokollere uyulduğu takdirde, uygulanmasında bir sakınca görülmediği ve güvenli bir antrenman yöntemi olduğu (Loenneke vd., 2021) bildirilmiştir. Bu uygulamaları atletlerin kuvvet gelişiminde kullanmalarının yanı sıra yaşlıların da yapabileceği düşük şiddetli bisiklet sürme, yürüyüş, ağırlık kaldırma gibi aktivitelerde kullanmaları gün geçtikçe popüler bir hale gelmiştir. Olumsuz reaksiyon riski taşıyan kullanıcılar, dolaşım sistemi zayıf, obezite, diyabet, arter kalsifikasyonu, orak hücre özelliği, şiddetli hipertansiyonu veya böbrek yetmezliği olan hastalardır. (DePhillipo vd., 2018). KAK çeşitli egzersiz ve modellerinin; bu hastalıklar ve benzeri durumlarda yardımcı tedavi olarak kullanıldığı bildirilmiştir. Yapılan kapsamlı çalışmada (12.642 kişi); pulmoner emboli (%0.008), rabdomyoliz (%0.008), venöz trombüs (%0.055) oranlar gibi çok az sayıda komplikasyonlar bildirilmiş ve KAK uygulamalarının hem sağlıklı bireyler hem de sporcular için güvenli bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Nakajima vd., 2006).

2.4. Kan Akımı Kısıtlama Uygulamasına İlişkin Çalışmalar

Kan akımı kısıtlama uygulaması ile ilgili makaleler incelenmiştir. Bu makaleler konularına göre; akut ya da kronik etkiler, fizyolojik parametrelerde meydana gelen değişiklikler, kullanılan araştırma yöntemlerine göre; nicel araştırmalar ve katılımcı türüne göre; sporcu ya da sedanter olarak belirlenmiştir.

Literatürde kan akımı kısıtlama uygulamasına yönelik çok sayıda araştırma gerçekleştirilmiştir (Rooney vd., 1994; Schott vd., 1995). Kas kuvveti ve hipertrofisi için yüksek şiddetli direnç egzersizlerinin vücutta yorgunluğa, metabolik artıklara ve mikrotravmalara neden olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, düşük şiddetli kan akımı kısıtlama egzersizleri geliştirilmiş, bu sayede kuvvet gelişiminin sağlanması ile kastaki yorgunluğun azaltılması hedeflenmiştir (Shinohara vd., 1998; Takarada vd., 1998; Takarada vd., 2000b).

Zaman içerisinde yapılan çalışmalarda; düşük ya da orta şiddetli antrenmanlar (1 M.T.'in %20-%50' si) kan kısıtlaması ile birleştirildiğinde, kas kuvveti ve hipertrofi gelişimi açısından geleneksel kuvvet antrenmanı ile benzer etkiler yarattığı gözlenmiştir (Abe vd., 2005; Burgomaster vd., 2003; Kubo vd., 2006; Takarada vd., 2002, 2004). Abe ve diğerleri (2006) yaptıkları çalışmada quadriceps hipertrofisinin kan akımı kısıtlamalı yürüyüş egzersizi sonrası gelişim hızının üzerine çok artışı sonucuna ulaşmışlardır.

Bir iskemik reperfüzyon etkisine sahip olan KAK uygulamasının egzersiz yapmamaya bağlı olarak gelişen atrofiyi azaltabileceği de bildirilmiştir (Kubota vd.,2008; Takarada vd., 2000a). KAK uygulamasının sporcu popülasyonu için yüksek şiddetli yaptıkları antrenmanlara kıyasla daha pratik bir yöntem olarak kabul edilmiştir (Manini ve Clark; 2009). Yüksek şiddetli yapılan antrenmanlar (1 TM %70-80) ile düşük şiddetli KAK antrenmanlarının (1 TM %20-30) benzer kuvvet ve hipertrofik cevaplar verdiği görülmüştür (Yasuda vd., 2011). Benzer olarak, geleneksel yüksek şiddetli direnç antrenmanları ile KAK uygulamalarının aynı etkilere sahip olduğu belirtilmiş ve KAK uygulamalarının performans gelişimi açısından alternatif bir yöntem olabileceği bildirilmiştir (Suga vd., 2012). Üst ekstremitede kolların proksimal bölgesine sadece tek bir kolda KAK uygulanmış ve KAK uygulanmayan diğer kol ile kıyaslandığında benzer oranda kuvvet ve hipertrofik cevaplar verdiği gözlenmiştir (Gökalp vd., 2013). KAK uygulamalarında; kuvvet dengesizliklerini önlemek, kas ve iskelet sisteminin sağlığını geliştirmek ve dolayısıyla sporcunun performansını attırmak önceliktir (Folland vd., 2008). Performansı kötü etkileyen faktörlerin başında kuvvet eksikliği gelmekte buna bağlı olarak ağrı ve sakatlıklar gelişebilmektedir. Bu nedenle bir antrenman programı planlanırken kuvvet antrenmanlarına yer verilmesi kaçınılmazdır. KAK uygulaması ile yapılan kuvvet antrenmanlarının yarı profesyonel sporcularda kuvvet ve kas adaptasyonlarını arttırdığı görülmüştür (Scott vd., 2016). Benzer konulu çalışmada; düşük şiddetli KAK uygulamasının akut etkileri araştırılmış kas hasarını arttırmadan kas kuvveti ve hipertrofisini arttırdığı gözlenmiştir (Wilson vd., 2013).

Bisiklet ergometresinde, alt ekstremitte bacak bölgesi hem kısıtlamalı hem kısıtlamasız uygulanan iki antrenman protokolünde (maksimum oksijen tüketimi (VO_{2max}) %20, 40 ve 60'ı) akut sonuçlar karşılaştırılmış, çalışma yüküne bağlı olarak; oksijen ihtiyacı, kalp atım oranı, arterier basınç ve toplam prifer direnç her iki grupta da artmış ancak gruplar arası fark gözlenememiştir. Çalışma, KAK uygulamalarının kalp ve dolaşım sistemini değil kas sistemini etkilediğini düşündürmüştür (Ozaki vd., 2010). KAK uygulamasının kronik etkilerinin araştırıldığı çalışmada, 32 kadın 4 gruba ayrılmış 160 mmHg ile 204 mmHg arası değişen basınçlarda koşu bandı üzerinde 2 dakikalık bir koşu protokolüne dahil

edilmişlerdir.Ön test ve son test ölçümlerinde; VO₂ max kapasitesi, izometrik bacak kuvveti, wingate anaerobik kapasite değerleri incelenmiş ve tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiş, bu farklılığın nedeni olarak, oksijen yetersizliğinin oluşturduğu metabolik stres gösterilmiştir (Shalamzari vd.,2019).

KAK uygulamalarında uygun basıncın belirlenmesi önemlidir. Yapılan çalışmada; sabit ve artan düşük basınç ile sabit ve artan yüksek basınç protokolleri uygulanmış en yüksek farkın sabit yüksek basınçta (240 mmHg) olduğu bilgisine ulaşılmış ve nedeni olarak yine oksijen yetersizliğinin oluşturduğu metabolik stres gösterilmiştir (Shalamzari vd., 2019a). Ancak buna karşı, düşük basınçta kuvvet ve dayanıklılık artışının gözlemlendiği çalışmalar da mevcuttur (Hill vd., 2021; Lemos vd., 2019).

Kan akımı kısıtlama temelli KAK uygulamasının kan laktat, GH ve Noradrenalin hormonları üzerindeki akut etkisi (egzersiz sonrası 0. dk.-15 dk. ve 60 dk.) son üzerine yaptıkları çalışmada (Sato vd., 2005), alt ve üst ekstremitelerde uygulanan egzersizlerin etkileri incelenmiştir. Katılımcıların maksimal kaldıracabildikleri ağırlıklar belirlenmiş ve bu ağırlıkların %20 si alınarak egzersiz protokollerinde bu oran kullanılmıştır. Basınç olarak ise, sporcuların sistolik kan basıncının % 50'si oranında bir basınç uygulanmıştır. Egzersiz bitimini takiben 0. dk. ile 15 dk. sonrasında laktat seviyeleri artmış ($p<0,01$), 60 dk. sonra ise hemen hemen her ikisinde eski düzeylerine düşmüştür. Fakat GH düzeyi 60 dk. sonrasında da farklı düzeyini korumuştur ($p<0,05$). KAK uygulaması hem bacak hem kol bölgesi açısından karşılaştırıldığında ise GH bacak egzersizlerinde anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p<0,001$).

KAK uygulamalarının sporcuların performansını geliştirmesinin yanı sıra fiziksel veya fizyolojik sağlık problemleri olan kişilerde tedavi edici etkisi ile güvenli olarak kabul edilmiş ve ciddi yan etkilerin olmadığı rapor edilmiştir (Nakajima vd., 2006). Ekstremitelerde çok sık KAK kullanımı ile beraber basıncın etkisi ile tromboz olabileceği ve pıhtı atabileceği düşünülmüştür. Ancak bu egzersizlere bağlı olarak gelişen bir pıhtılaşma aktivasyonu veya intravasküler pıhtı gözlenmemiştir (Takano vd., 2005). KAK uygulamasına bağlı olarak gelişen bir başka komplikasyon ise stroke hacmi ve plazma hacmindeki azalmadır. Ancak bu durumun sadece akut egzersiz sırasında olduğu ve istirahat ile beraber normal seviyelere düşeceği bildirilmiştir (Wernbom vd., 2008).

2.5. Kan Akımı Kısıtlama ile Hormonal Etki Mekanizmasına İlişkin Çalışmalar

İstirahat durumunda hormon miktarını takiben, fiziksel aktivite sırası veya sonrasında meydana gelen artış ve azalışlar endokrin sistemin organizmaya verdiği bir cevaptır. Egzersiz sırasında, oluşan strese karşılık olarak bazı biyokimyasal maddelerin konsantrasyonunda

değişiklikler gerçekleşmektedir. Egzersiz sırasında hormon sistemi, doğrudan ya da dolaylı olarak birçok etkileri ile organizma üzerinde kendisini gösterebilmektedir. Bu sebeple egzersiz sırasında ya da sonrasında birçok hormonun bazen az miktarda bazen de çok miktarda salgılanabildiği gözlenmektedir (Anthony, 2006). Yapılan bir kuvvet egzersizi, egzersiz sonrası kasların iyileşmesinden sorumlu olan büyüme hormonu (GH), insülin benzeri büyüme faktörü (IGF 1)' de önemli bir artışa neden olmaktadır (Takarada vd., 2000a). Ağır kuvvet egzersizleri plazmada akut hormon değişimlerini ortaya çıkarabilir. Bazı çalışmalar kısa süreli antrenman sonrası bu hormonların istirahat durumlarına kıyasla değişimlerini belirtmiştir (Kraemer vd., 2005). Uygulanan bu kuvvet ve direnç egzersizleri, düşük yüklü KAK ile kombine bir şekilde yapıldığında, metabolitlerin birikmesinden kaynaklanan yorgunluk ve hücrel şişmeye neden olmaktadır (Rolnick ve Schoenfeld, 2020). Düşük şiddetli yapılan KAK egzersizi ile plazma GH' da büyük oranda ani artışlar bazı çalışmalarda (Takarada vd., 2004) gösterilmiştir. Bu artışın nedeni olarak, KAK sırasında azalan kan hızı ile laktik asidin kastan kana geçerek metabolize olma hızını azaltması ve yüksek laktik asit birikimine neden olması gösterilmektedir (Baikoğlu ve Kaldırımcı, 2019; Nitzsche vd., 2018). Biriken yüksek laktik asitin daha sonra büyüme hormonu kanalı ile hipertrofiyi tetiklediği bildirilmiştir.

Egzersizden sonra oluşan kas ağrıları kas hasarı ile ilişkilendirilmiştir (Wilmore vd., 2008). Yoğun antrenmanların sonunda kas hasarı ile ilişkili olan kanda bulunan bazı kas enzimlerinde de (CK, LDH) artışlar gözlenmiştir (Wilmore ve Costill, 2004). Bu artışların egzersizden sonra 24-48 saat aralığında en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir (Lee vd., 2002). Kas hasarının farklı derecelerde oluşmasının nedeni olarak, yapılan kuvvet antrenmanlarının çeşidi gösterilmektedir. Kas hasarı ile kuvvetin ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Hazar vd., 2006). Ayrıca, kasta hipertrofi oluşumu için kas hasarının önemli bir rol oynadığını destekleyen bir düşünce vardır (Schoenfeld, 2012). Ancak, yüksek derecede bir kas hasarı mevcutsa bunun, etkilenen bölgede kasın kuvvet üretiminde bir azalma olacağı, bireyin antrenman potansiyelini bozabileceği ve sonuç olarak kas büyümesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olacağı da bilinmektedir (Krentz, 2010; Nosaka, 2003). Bu nedenle hipertrofik yanıtı en üst düzeye çıkarmak için en uygun olan antrenman protokolünün, orta düzeyde bir hasar oluşturmak olduğu bildirilmiştir (Loturco vd., 2017). Düşük şiddet ile yapılan bir KAK egzersizi sırasında oluşan kas hasarının, hipertrofiyi tetikleyen potansiyel bir mekanizma olarak öne sürülmüştür (Pearson vd., 2015). Bu egzersiz sonrası oluşan kas hasarının oluşum aşamaları şu şekilde karşımıza çıkmaktadır:

- Kas hasarı bir rejenerasyon tepkisi başlatır,

- İskelet kası kök hücreleri aktive olur,
- Hasar bölgesine göç eder,
- Burada çoğalır ve ardından tekrarlanan egzersiz tekrarlarından sonra kas hipertrofisine yol açan, bu süreçteki hasarlı liflerle birleşir (Hody vd., 2019),
- Kas içindeki diğer hücreler, hasarlanmaya yanıt olarak toplanan bağışıklık hücrelerinin aktivitesi ile birlikte, IGF-1 üretimi yoluyla kas yenilenmesine katkıda bulunur (Karalaki vd., 2009).

Hormon hipotezi literatürde önemli ölçüde destek görse de, birkaç araştırmacı bunun doğruluğu sorgulanan bir konu haline gelmiştir (Loenneke vd., 2011; Phillips vd., 2009). Bazı çalışmalar egzersiz sonrası hormonal yükselmelerin doku anabolizmasını desteklemekten çok yakıt depolarını harekete geçirmekten kaynaklandığını ileri sürmüştür (West ve Phillips, 2012). Oluşan bu hormonal artışların kas büyümesini maksimize edip etmeyeceği de araştırma konusudur (Schoenfeld, 2013).

Hormonların akut tepkileri ve sonraki adaptasyonlarında en etkili aracı faktör, direnç egzersizi uyarıcısıdır. Uygun direnç egzersizi reçetesi ile (örneğin; yoğunluk, hacim, dinlenme aralıkları, egzersiz seçimi gibi) akut değişimlerde optimal bir endokrin yanıt sağlanacağı düşünülmektedir (Kraemer ve Ratamess, 2000; Kraemer vd., 2003).

2.5.1. Growth Hormonu (GH)

Hormonlar, hücreSEL büyüme ve gelişme için gerekli olan birkaç fizyolojik sistemin entegre iletişiminden büyük ölçüde sorumludur. Bu noktada, testosteron, büyüme hormonu (GH), ve insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1), anabolik devler olarak kabul edilmiştir (Kraemar vd., 2017). GH, ön hipofiz bezi tarafından salgılanan ve anabolizma, protein sentezi ve substrat mobilizasyonu gibi çoklu biyolojik süreçlere katkıda bulunan bir polipeptit hormonudur (Giustina vd., 1998; Harvey vd., 1995). GH ayrıca çoklu organları ve fizyolojik sistemleri içeren çok çeşitli fiziksel aktivitelerde de rol oynamaktadır. GH' nun toplam >100 moleküler izoformu endojen olarak üretildiği ve her birinin kesin işlevleri henüz belirlenmediği bildirilmiştir (Nindl, 2011). Kas dokusu ile ilgili olarak ise, GH' nun birincil olarak IGF-1'in eylemleri yoluyla hipertrofik adaptasyonlara aracılık ettiğine inanılmaktadır (Velloso, 2008). Çalışmalar, GH' nun kas fonksiyonu ve kütlesi üzerindeki etkilerinin sağlam bir IGF-1 reseptörüne bağlı olduğunu göstermektedir (Kim vd., 2005). Buna karşı olarak bazı araştırmacılar ise, GH' nun iskelet kası büyümesine aracılık etmek için yalnızca IGF-1'e bağlı olduğu iddiasına karşı çıkmaktadır (Sotiropoulos, 2006).

Endokrin aktiviteler, metabolik talepler, nöromotor kontrol ve mekanik stres gibi faktörlerin kombinasyonları egzersizin çeşidine bağlı olarak bazı anabolik hormonların salgılanmasını ve kas hipertrofisini artırmada önemli olduğu açıkça gösterilmiştir (Kraemer vd., 1991). İskelet kası, yaşam döngüsü boyunca büyümesi ve gelişmesi için endokrin işlevine bağımlıdır. Özellikle büyüme hormonu (GH), protein dönüşümünü doğrudan veya dolaylı olarak düzenleyerek kas hipertrofisini uyardığı bilinmektedir (Pierce vd., 2006). Bu nedenle, GH çoğu kuvvet egzersizi çalışmasının odak noktası olmuştur (Wallace vd., 2011).

Kan akımı kısıtlamanın dahil edilmesinden kaynaklanan hipertrofideki artışlar, kas kasılmasından türetilen metabolitlerin birikmesinden kaynaklanan artan metabolik stres seviyeleri, hızlı kasılan kas liflerinin artması, artan serum hormonlarının konsantrasyonu, kas ödemi ve artan reaktif oksijen türlerinin üretimi konsantrasyon gibi birkaç faktöre bağlanmıştır (Pearson vd., 2015). Kısıtlamanın oluşturduğu hafif direnç egzersizinin, önemli derecede doku hasarı olmaksızın bölgesel metabolit birikimi yoluyla GH salgılanmasını büyük ölçüde uyardığı ifade edilmektedir (Takarada, Nakamura, vd., 2002). İskemik hipoksiyi (ISC) oluşturan KAK ile düşük yoğunluklu direnç egzersizi plazma GH konsantrasyonlarını arttırırken, ISC tek başına GH salgısını değiştirmez. Egzersiz ve ISC sırasında artan plazma GH konsantrasyonlarının mekanizmaları iyi anlaşılmamıştır, ancak muhtemelen tekrarlanan ISC ve düşük yoğunluklu egzersiz, kas kütlelerini ve gücünü artırmak için endokrin ortamı yeterince değiştirebilir ve rehabilitasyonda önemli etkileri olabilir (Takarada vd., 2000c).

Direnç antrenmanları IGF-1, testosteron ve büyüme hormonu dahil olmak üzere bu hormonların birçoğunun egzersiz sırasında ve sonrasında yükselmesi üzerinde akut bir etkiye sahip olabilmektedir. Araştırmalar genel olarak hormonal artışların orta ve yüksek şiddetli antrenmanları takiben gerçekleştiğini göstermektedir (Kraemer ve Ratamess, 2005).

2.5.2. İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü (IGF-1)

İnsülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1), insüline yapısal benzerlikleri olan ve büyüme hormonuna (GH) bağımlı olarak sentez edilen karaciğer tarafından üretilen homolog polipeptitlerdir. IGF-1, hücre proliferasyonunu, farklılaşmasını ve hayatta kalmasını düzenleyerek organların hastalığa bağlı işlev bozukluğunu tersine çevirmede önemli bir rol oynar. IGF-1, protein sentezini uyarmak, protein bozulmasını hafifletmek ve glikoz ile serbest yağ asidi alımını kolaylaştırmak dahil olmak üzere bir dizi kritik fizyolojik sürece katkıda bulunmaktadır (Nindl, 2009). Kişinin genetik yapısının, IGF-1 seviyesindeki doğal varyasyonu güçlü bir şekilde etkilediği bildirilmiştir (Kord-Varkaneh vd., 2020; Rosendal vd., 2002). Bireylerin, IGF-1 değerlerini optimum seviyelerde düzenlemelerinin yaşam tarzındaki

değişiklerle mümkün olabileceği ve bunun da daha iyi bir zindeliğe olanak sağlayabileceği bildirilmiştir (Brugts vd., 2008; Guo vd., 2020).

IGF-1 'in kas kütlesi ve kuvvet gelişimi ile ilişkili olduğu ve iskelet kası metabolizmasını ve yenilenmesini düzenlediği de bildirilmiştir (Ahmad vd., 2020). GH, iskelet kaslarındaki IGF-1' i uyararak egzersiz esnasında IGF-1 düzeylerinin artması ile sonuçlanmaktadır. Diğer protein (polipeptit) yapıdaki hormonlar gibi etkisini ilişkili olduğu hücrelerin membranında bulunan reseptörlere bağlanarak göstermektedirler. Kuvvet antrenmanı başlangıcı itibari ile IGF-1 sırasında protein sentezinin artışı ile kas hipertrofisini arttırmaktadır (Kahn vd., 2002). Bununla beraber, fiziksel aktivite düzeylerinin azaltılması sonucunda da IGF-1 düzeylerinde bir azalma meydana gelebilmektedir (Ferenc vd., 2013). Yoğun fiziksel aktivite sırasında çalıştırılan kas grupları IGF-1' in birincil üreticileridir ve dolaşımdaki IGF-1' in çoğunluğu, çalışan kaslar tarafından alınmaktadır (Goldspink, 2005).

IGF-1'in direnç egzersizine akut yanıtı belirsizliğini korumaktadır. Çalışmaların bazıları, akut direnç egzersizi sırasında veya hemen sonrasında IGF-1' de değişiklik bulamazken, (Chandler vd., 1994; Kraemer vd., 1995; Kraemer vd., 1998) bazı çalışmalar direnç egzersizi sırasında ve sonrasında akut yükselmeler bildirmiştir (Kraemer vd., 2000; Kraemer vd., 2011; Rubin vd., 2005).

2.5.3. Kreatin Kinaz (CK)

Yüksek efor içeren yorucu egzersiz türleri, iskelet kasına zarar verebilmektedir (Clarkson ve Hubal 2002; Clarkson ve Sayers, 2002). İskelet kasında oluşan hasar; gecikmiş kas ağrısı ve halsizliğin yanı sıra kreatin kinaz (CK), laktat dehidrojenaz (LDH) ve miyogloblin (Mb) gibi kas proteinlerinin dolaşımında artış ile kendini göstermektedir (Clarkson ve Hubal 2002; Proske ve Morgan, 2001).

Kas hasarındaki belirteçlerden biri olan CK seviyesi yaş, cinsiyet, egzersiz şiddeti, kas kütlesi ve iklimsel koşulları gibi değişkenlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Stomme vd., 2004). Egzersiz sonrası artmaya başlayan CK (2-12 saat), 48 saate kadar devam edebilmekte ve pik seviyesine 24. saatte ulaşmaktadır (Ünlü, 2015). Total CK seviyeleri ağır bir iş sonrası ya da egzersiz sonrasında geçici olarak yükselmektedir. Zorlu yüksek şiddetli bir fiziksel aktivite sonrasında normal seviyesinin üst sınırının neredeyse 30 katına kadar yükselebildiği ve 7 günün sonunda yavaşça düşüşe geçtiği bildirilmiştir. CK yüksekliğinin derecesinin egzersizin türüne ve süresine bağlı olduğu bilinmekle birlikte, antremansız kişilerde daha fazla yükselme eğiliminde olduğu belirtilmiştir (Kyriakides vd., 2010; Moghadam ve ar., 2016). Bununla birlikte CK' ın lif tiplerindeki yapısal farklılıklar

nedeni ile, tip 1 kas liflerine kıyasla tip 2 kas liflerinde daha fazla değişim gösterdiği çalışmalar da mevcuttur (Coşkun, 2011).

Yüksek kuvvetli eksantrik egzersizlerden sonra CK ve Mb gibi kas proteinleri hasarlı kastan salınıp ve kanda görülmektedir. İskelet kası (CK) ve kalp dokusu (CK-MB) hasarı hakkında bilgiler veren CK enzim değerlerinin öğrenilmesi hem sporcuların performans takipleri için hem de bireylerin sağlık taramaları için oldukça önemlidir (Skitek vd., 2014).

2.2.4. Laktat Dehidrogenaz (LDH)

Laktat dehidrogenaz (LDH), anaerobik metabolik yolun önemli bir enzimi olarak karşımıza çıkmaktadır (Schumann vd., 2002). Vücudumuzda tüm dokularda bulunan LDH enerji için glikoz kullanan dokularda; kas, karaciğer ve böbreklerde daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Drent vd., 1996). Şiddetli egzersiz sırasında kaslarda oluşan oksijen yetersizliğine bağlı olarak piruvat, LDH enzimi tarafından laktik asitte hiçbir değişmeye uğramadan tepkimenin olmasını sağlamaktadır. Eritrositlerde oluşan mitokondri yokluğu nedeniyle piruvat (anaerobik koşullarda laktik asit sürecinin bir bileşeni) daha fazla kimyasal değişikliklere uğrayamadan sitoplazmada kalarak sonunda laktata dönüşmektedir (Adeva vd., 2014).

Kas hasarı belirteçlerinden olan LDH egzersiz sonrası iskelet kaslarında oluşan metabolik değişimleri göstermektedir. Normal şartlar altında (istirahat) kandaki Ldh seviyeleri düşük seviyede olup şiddetli egzersizler sonrasında yüksek seviyelere varan artışlar göstermektedir (Coombes vd., 2000). Aerobik egzersiz ve kuvvet antrenmanının LDH' da ani artışlara neden olmakla birlikte kuvvet antrenmanının daha büyük bir artışı tetikliyor olduğu bilgisi mevcuttur (Callegari vd., 2017).

BÖLÜM 3

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Bu bölümde araştırmanın problemine uygun olarak seçilen araştırma modeli, evren ve örnekleme, veri toplama araçları ve verilerin analiz edilmesi ile ilgili bilgiler alt başlıklarla verilmiştir.

Araştırma da nicel yöntem kullanılmış olup, araştırma modeli tek gruplu yarı deneysel modeli ile yürütülmüştür (Karasar, 2012). Araştırma; zaman serisi (geçici uygulamalı) desenli bir çalışmadır. (Gliner, Morgan ve Leech, 2015). Yarı deneysel desenler bazı avantaj ve dezavantajlar içermektedir. Yarı deneysel, tek gruplu ön test ve son test desen, zayıf deneysel desenler arasında yer almaktadır. Bunun nedeni olarak; zaman, olgunlaşma, araştırmacının karakteristik özellikleri, araştırmacının önyargısı, ölçme işlemi, konulara ilişkin tutum ve uygulama durumlarının kontrolünün zorluğu gelmektedir (Akgün, Büyüköztürk, Çakmak Kılıç, Demirel ve Karadeniz 2014, s. 270). Gerçek deneylerle karşılaştırıldığında, yarı deneysel çalışmaların iç geçerliliği daha düşüktür ve bu nedenle nedensellik kurmada o kadar etkili değildir (Cohen ve Manion, 1997). Buna karşı; deneysel tasarımların en önemli noktalarından biri katılımcıların deneysel gruplara tesadüfi olarak atanmasıdır (Kardes ve Herr; 2019). Tesadüfi atama ile grupların benzer özelliklere sahip olması garanti değildir ve değişkenler üzerinde daha az kontrol söz konusu olacaktır.

Tablo 3 *Araştırma modeli*

D	X	Q (ÖLÇÜMLER)		
Kısıtlamasız	Maksimal Kuvvet	E.Ö.	E.S.	E.+24 Saat
	Çabuk Kuvvet	E.Ö.	E.S.	E.+24 Saat
Kısıtlamalı	Maksimal Kuvvet	E.Ö.	E.S.	E.+24 Saat
	Çabuk Kuvvet	E.Ö.	E.S.	E.+24 Saat

D: Deney grubu X: Deneysel işlem Q: Elde edilen değer/skor/puan

(E.Ö= Egzersiz öncesi, E.S= Egzersiz sonrası, E.+24 saat= Egzersizden 24 saat sonra)

3.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini kuvvet gerektiren herhangi bir spor branşında gençler ve büyükler kategorisinde yarışan sporcular ve örneklem grubunu Mersin ilinde yaşayan sporcular oluşturmuştur. Örneklem yöntemi olarak kolayda örneklem metodu tercih edilmiştir (Büyüköztürk, 2008). Örneklem grubu büyüklüğünü belirlemek için Yong ve Chang'ın (2015) yapmış olduğu çalışma referans alınarak, G*Power analizi yapılmıştır. Buna göre 0,95 güçte [*etki büyüklüğü* (η^2) (EB)=1,15, $Df=11$, *Kritik t değeri*=2,20] yeterli örneklem sayısı 14 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada örneklem grubunu; atletizm (n=5), futbol (n=6) ve badminton (n=3) branşları ile uğraşan sporcular oluşturmuştur. 18-25 yaş aralığında bulunan 14 sporcu çalışmaya dâhil edilmiştir.

Tablo 4 Çalışma Grubuna Ait Yaş ve Fiziksel Özellikler

n=14	Ortalama ($\bar{x}$)	Standart sapma (ss)
Yaş	21,79	$\pm 2,38$
Vücut Ağırlığı	73,5	$\pm 4,66$
Boy	1,70	$\pm 0,4$
VKİ	22,96	$\pm 1,75$

3.3. Veri Toplama Araçları

Tez ölçüm işlem sırası Şekil 2.' de verilmiş olup buna göre ölçümlerde yapılan işlemlerin detayları aşağıda sunulmuştur.

3.3.1. Isınma Protokolü

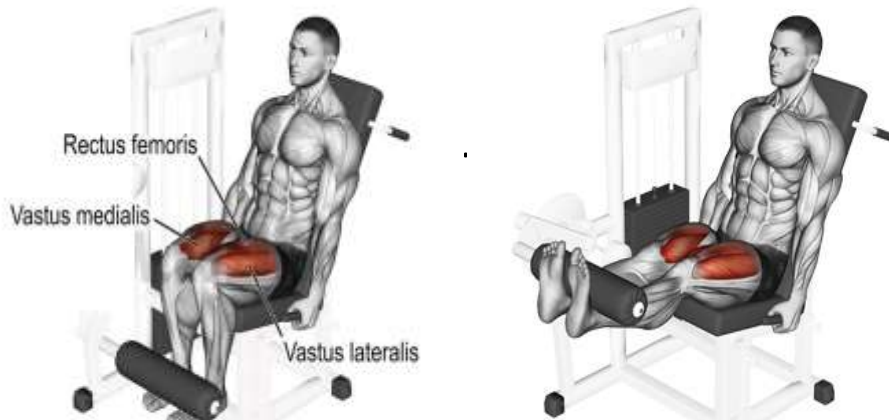
Sporcular antrenmana başlamadan önce aynı ısınma protokolünü uygulamışlardır (Resim 1). 5 dakika 5-6 km/saat hızda yürüyüş ve 5 dakika 7-8 km/saat hızda koşunun ardından 3-5 dakika stretching hareketleri yapmışlardır. Leg extension hareketine adaptasyon kısmında, antrenmana başlamadan önce kan akımı kısıtlaması olmadan sporcunun aynı hareketlerde maksimal kaldırabileceği ağırlığının % 20'si ile 10 tekrar, % 30'u ile 5 tekrar yapması istenmiştir. Isınma setlerinin arasında 1 dakika süre verilmiştir. Yapılan 2 ısınma setinin ardından belirlenen yüzde ile antrenmana başlamadan önce 3-5 dakika dinlenme süresi verilmiştir. Sporculara test öncesi gerekli açıklamalar yapılmış ve test hakkında bilgi verilmiştir. Tüm uygulamalar sırasında yetkili bir acil doktoru olası bir müdahale için hazır bulunmuştur.



Resim 1 Isınma protokolü

3.3.2. Leg Extension Hareketi

Leg extension egzersizi (Resim 2); “leg extension machine” de oturarak yapılan, makinenin ayak ağırlık pedlerini kullanarak, alt bacağı (diz ve ayak arası) üst bacağı (diz ve kalça arası) dik pozisyondan, üst bacağı paralel hale getirerek yapılan bir üst bacak egzersizidir. Sporcuların 1 RM değerlerinin %80’inde 5 tekrar x 3 set olarak egzersizi ve 1 RM değerinin %30’ unda 20 tekrar x 6 set olarak kuvvet egzersizini uygulamışlardır (Resim 3).



Resim 2 Leg Extension (Kaynak; <https://www.skimble.com/exercises/65281-leg-extension-how-to-do-exercise>)



Resim 3 Leg Extension Hareketi

3.3.3. Antropometrik Ölçümler

Bireylerin antropometrik özelliklerinin belirlenmesi için boy ve kilo ölçümleri yapılacak ve vücut yağ yüzdeleri Bioelektrik Impedans Analizi (Tanita 418-MA Japonya) yöntemiyle belirlenmiştir. Vücut ağırlığı (VA); sporcular standart spor kıyafeti içerisinde (şort, atlet) ayakkabısız ± 0.1 hata ile baskülde (T Tanita 418-MA Japonya), boy; baş frankfort düzlemindeyken, derin bir inspirasyonu takiben başın verteksi ile ayak arasındaki mesafe stadiyometre (Holtain Ltd. U.K.) ± 1 mm hata ile ölçülmüştür.

3.3.4. Diğer Fizyolojik Ölçümler

Sporcuların kan basınçları (sistolik/diyastolik basınç), oksijen saturasyonları (SpO2) ve nabızları ölçülmüştür. Tüm katılımcılar test başlamadan önce 5 dakika süreyle bir sandalyede oturur pozisyonda bekleyerek dinlenik nabız değerleri (sol koldan, arm style microcomputer intelligent electronic blood pressure monitör cihazı ile) ile egzersiz öncesi ve sonrasında ölçülmüştür. Oksijen saturasyon (SpO2) değerleri (Pulse oksimetre cihazı ile) egzersiz uygulamaları esnasında bacak egzersizlerinde el işaret parmağı ucundan ölçülerek kaydedilmiştir. Kan basınç (sistolik/diyastolik basınç) değerleri (sağ koldan, arm style microcomputer intelligent electronic blood pressure monitör cihazı ile) egzersiz öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür (Resim 4).



Resim 4 Oksijen satürasyonu ölçümü, Sistolik/Diyastolik kan basıncı ölçümü

3.3.5. Kan Akımı Kısıtlama Uygulaması (KAK)

Bu pratik kan akımı kısıtlama antrenmanı, çeşitli egzersiz tipleri (diz ekstansiyon, diz fleksiyon, bacak itiş, bisiklet, yürüme, dirsek fleksiyonu ve göğüs itiş) ile birleştirilerek uygulanabilmektedir. KAK ile düşük şiddette (1 tekrar maksimumun %20-30'u) yapılan bu egzersizlerin kasta orta şiddette yapılan direnç egzersizlerine benzer oranda kuvvet - hacim arttırdığı ve bu şiddette yapılan egzersizlere alternatif antrenman metodu olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Kan akımı kısıtlama egzersizinde FDA listeli H+CUFF KAK antrenman manşonu kullanılmıştır (Resim 5). H+CUFF cihazı ile ne kadar bir basınç uygulanabildiği pompa sayesinde gözlenebilmektedir. Manşon basıncı; her sporcu için 160 mmHg olarak belirlenmiştir.



Resim 5 H+CUFF KAK antrenman manşonu ve manşonların uygulanma şekli

3.3.6. Kan Örneklerinin Alınması

Kan örnekleri ile incelenecek parametreler Tablo 5.' de belirtilmiştir.

Tablo 5 *Testlerde incelenen parametreler*

Kas Kuvveti Belirteçleri	Kas Hasarı Belirteçleri	Diğer Fizyolojik Parametreler
- Growth Hormonu (GH)	- Kreatin Kinaz (CK)	- Kalp Atım Hızı
- İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü (IGF-1)	- Laktat Dehidrogenaz (LDH)	- Sistolik/Diyastolik Kan Basıncı
		- O ₂ Satürasyonu

Hormon değerlerinin etkilenmemesi için, egzersize başlamadan önce 48 saat ağır egzersizden kaçınılmış ve 24 saatlik besin tüketim formunu doldurup egzersize başlamadan 2 (iki) saat önceye kadar beslenmesini tamamlamış deneklerden, farklı şiddetlerde yapılan her egzersiz protokolünde (Kişinin maksimum kaldırabildiği ağırlığın %80 ve %30'u) 3 farklı zaman aralıklarında, 3 (üç) numune kan örneği alınmıştır. Sporcular farklı egzersiz yoğunluğunda ve farklı uygulama biçimlerinde egzersiz yapacakları için testlerin başladığı günden bitirileceği ana kadar her bir sporcudan toplam 12 (oniki) numune kan örneği alınmıştır. Sporcuların hemogram (tam kan) değerleri çalışılmıştır. Katılımcılardan egzersiz öncesi, egzersiz sonrası 0.dakika(akut etkinin en yüksek olduğu zaman) ve egzersiz bitirildikten 24 saat sonra antekübital bölgeden 5 mL kan örnekleri her oturumda damar yolu açılarak holder vasıtasıyla jelli tüplere alınmıştır. Daha sonra buz aküleri kullanılarak soğuk zincir bozulmadan 30 dk. içerisinde biyokimya laboratuvarına taşınmıştır. Serum örnekleri tam kandan 2000 g'de + 4 ° C'de 15 dakika santrifüj edilerek ayrılmıştır (Resim 6). Kan örnekleri Nüve marka NF400 model santrifüj cihazı ile 3000 rpm'de 10 dk. santrifüj edilerek serum örnekleri elde edilmiştir. Serum örnekleri ependorf tüplerine ayrılıp analiz edilinceye kadar -80°C'de saklanmıştır. Serum örneklerinden kas hasarı belirteçleri LDH (Laktat Dehidrogenaz), CK (Kreatin Kinaz) ve kas hipertrofisi belirteçleri olan IGF-1 (İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü-1) ve GH (Büyüme Hormonu) uygun kitler kullanılarak çalışılmıştır. Analizlerde kullanılan elisalar protokollerine göre farklılık göstermektedir. Tüm numuneler biyokimyasal analize kadar -80 ° C'de saklanmıştır. İlgili kan alma ve analiz işlemleri hizmet alımı marifetiyle gerçekleştirilmiştir. Hormon analizlerimizde kullanılan kitlerin referans aralıkları GH için 0.05-15 ng/ml, IGF-1 için ise 0.1-40 ng/ml.' dir. CK

referans aralıkları ise; 39-308 U/L, LDH referans aralıkları <225 U/L olarak bildirilmiştir. Deneklerin her birinden alınan kan örnekleri, bir hemşire tarafından alınmıştır (Resim 7).



Resim 6 Serum ve plazma örnekleri santrifüj işlemi



Resim 7 Kan örneklerinin alınması

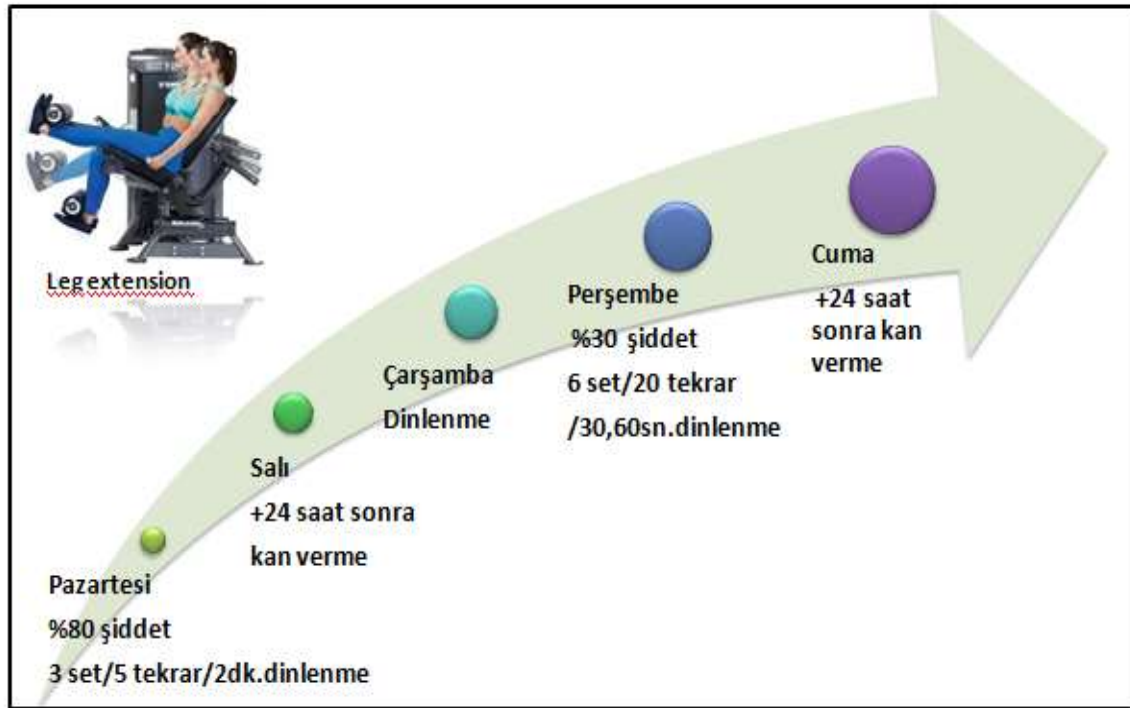
3.4. Veri Toplama Süreci

Tez ölçümlerinde takip edilecek işlem sırası Şekil 2.' de gösterilmiştir. Çalışma, alt ekstremitede quadriceps kas grubunu çalıştırmayı amaçlayan leg extension hareketinin antrene edilmesi üzerine kurgulanmıştır. Sporculara önce ilgili hareketlerde kaldırabilecekleri maksimum yükü belirleyebilmek maksadıyla tek tekrar maksimum kuvvet (1RM) testi yaptırılmıştır. Buna göre ACSM' de belirtilen esaslar doğrultusunda sadece tek seferlik kaldırabilecekleri yük aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (ACSM, 2006):

- Denek bir dizi submaksimal tekrarı tamamlayarak ısınmıştır.
- Denemeler arasında 3 ila 5 dakikalık dinlenme süreleri ile dört denemede 1-TM belirlenmiştir.
- Sporcunun algılanan kapasitesi dahilinde (kapasitesinin %50-%70'i) bir başlangıç ağırlığı seçilmiştir.
- Sporcu seçilen tekrar(lar)ı tamamlayamayana kadar direnç kademeli olarak 2,5 kg ila 20 kg arttırılmış, denemeler arasında tutarlılık sağlamak için tüm tekrarlar aynı hareket hızında ve hareket aralığında gerçekleştirilmiştir.
- Başarıyla tamamlanan son ağırlık mutlak 1 maksimal (1-R) olarak kayıt edilmiştir.

Bu doğrultuda antrenmanlarda kaldıracakları %80 ve %30 şiddetindeki ağırlıklar ölçümlerin başlamasından 1 hafta önce belirlenmiştir. Her sporcu için 3 günlük dinlenmenin ardından ölçümlere başlanmış, kan akımı kısıtlaması olmadan maksimum kuvvet antrenmanı yaptırılmış ve takiben 2 günlük dinlenmenin ardından yine kan akımı kısıtlaması olmadan çabuk kuvvet antrenmanı yaptırılmıştır. 1 hafta dinlenme aralığından sonra aynı sporcu grubuna aynı dinlenme aralıkları ile beraber kan akımı kısıtlamalı maksimum kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanları yaptırılmıştır. Ölçümlerin daha sağlıklı yapılabilmesi için farklı yoğunluktaki egzersizler 2 (iki)'şer gün, farklı uygulama biçimindeki egzersizler ise 1 (bir)'er hafta dinlenme arası ile gerçekleştirilmiştir.

Katılımcıların hormon düzeylerini belirlemek amacıyla antrenman yaptırılan günlerde [(1) egzersiz öncesinde dinlenik durumda, (2) antrenmanın hemen sonrası, (3) 24 saat sonrası] olmak üzere her antrenman protokolü için 6 olmak üzere toplamda 12 tüp kan numunesi alınmıştır.



Şekil 2 Tez Ölçüm İşlem Sırası

3.5. Verilerin Analizi

Bu araştırmada sporcuların, kas hipertrofi belirteçleri [(Growth hormonu (GH) ve İnsülin benzeri büyüme faktörü 1 (IGF-1)] ile kas hasarı belirteçleri [(Kreatin Kinaz (CK) ve LDH)] ve çeşitli fizyolojik parametreleri [(Kalp atım hızı (HR), Sistolik ve Diyastolik kan basıncı, Oksijen (O₂) Satürasyonu) (SPO₂)] kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak gerçekleştirilen farklı kuvvet antrenmanlarına göre üç farklı zamanda (dinlenik, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra) elde edilen ölçümlere göre karşılaştırılmıştır. Bu doğrultuda sporcuların dikkate alınan akut fizyolojik parametreleri, kas hipertrofi belirteçleri ve kas hasarı belirteçleri araştırmanın bağımlı değişkenlerini oluşturmaktadır. Buna göre araştırmanın GH, IGF-1, CK ve LDH, HR, Sistolik basınç, Diyastolik basınç, SPO₂ ölçümleri olmak üzere sekiz bağımlı değişkeni bulunmaktadır. Bu değişkenlerin her biri nicel, sürekli, oranlı ölçme düzeyinde değişkendir.

Araştırmanın üç bağımsız değişkeni bulunmaktadır: İlki, “kan kısıtlaması”, ikincisi “kuvvet antrenmanı” ve üçüncüsü de “zaman” olarak adlandırılmıştır. Kan kısıtlaması değişkeni “kısıtlama var/kısıtlama yok” olmak üzere iki düzeylidir. Kuvvet antrenmanı değişkeni, “çabuk kuvvet (%30) ve maksimal kuvvet (%80)” olmak üzere iki düzeylidir.

Zaman değişkeni ise, “dinlenik durum, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra” olmak üzere, üç düzeyli olarak tanımlanmıştır. Bağımsız değişkenlerin her bir düzeyi için aynı sporcuların Growth hormonu, IGF-1, Kreatin Kinaz ve LDH, Kalp atım hızı HR, Sistolik basınç, Diyastolik basınç, O₂ Satürasyonu değerleri ölçüldüğünden, ilişkili ölçümler söz konusudur. Tüm bu açıklamalardan hareketle, verilerin analizinde her bir alt problem için “ilişkili (tekrarlı) ölçümler için üç yönlü varyans analizi (ANOVA)” yapılması kararlaştırılmıştır. Bu analiz aracılığıyla, her bağımsız değişken için ayrı ayrı ana etkilerin (main effect) yanı sıra, bağımsız değişkenlerin ikili kombinasyonu için etkileşim etkisi ve üç bağımsız değişkenin birlikte etkileşim etkisi de (interaction effect) gözlenebilecektir. İlişkili ölçümlerde üç yönlü varyans analizinin yapılabilmesi için öncelikli olarak bazı varsayımların karşılanması gereklidir (Şen, 2022 s.83):

1. Bağımlı değişkenler en az eşit aralıklı ölçme düzeyinde olmalıdır.

Bu araştırmada yer alan sekiz bağımlı değişken de oranlı ölçme düzeyindedir. Bu varsayım karşılanmıştır (EK 5, s.129).

2. Üç bağımsız değişken olmalıdır.

Bu araştırmada üç bağımsız değişken yer almaktadır ve bu değişkenlerin tanımları yukarıda yapılmıştır. Bu varsayım karşılanmıştır (EK 5, s.129).

3. Bağımlı değişkenlere ait puanlarda uç değer olmamalıdır.

Bu varsayıma göre, araştırmadaki her bağımlı değişken için üç bağımsız değişkenin düzeylerinde elde edilen ölçümlerin uç değer içerip içermediği ayrı ayrı incelenmelidir. Bu amaçla, bağımlı değişken*kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman=4*2*2*3=48 dağılım için saplı kutu grafikleri (boxplot) incelenmiştir (EK 5, s.129).

4. Bağımlı değişkenlere ait puanlar normal dağılmalıdır.

Dağılımın normalliğinin iki temel göstergesi, çarpıklık ve basıklık olarak ifade edilebilir. Dağılımın çarpıklık katsayısı $\pm 1,00$ aralığında iken basıklık katsayısının da $\pm 2,00$ aralığında olması durumunda ya da tam tersi çarpıklık katsayısı $\pm 2,00$ aralığında iken basıklık katsayısının da $\pm 1,00$ aralığında olması durumunda dağılımın normal kabul edilebileceği ifade edilmektedir (George ve Mallery, 2001; Leech ve diğerleri, 2005). Tabachnick ve Fidell (2013) ise, küçük ya da orta büyüklükte örneklem için çarpıklık ve basıklık katsayılarını kendi standart hatalarına bölmek suretiyle elde edilen standart değerlere göre karar verilebileceğini söylemektedir. Bu araştırmada küçük örneklemle çalışıldığından, basıklık ve çarpıklık katsayılarının standart değerleri hesaplanmış ve $\alpha=0,05$ için basıklık ve çarpıklık standart değeri $\pm 1,96$ aralığında olan dağılımlar normal kabul edilmiştir (EK 5, s.146).

5. Ölçüm setlerinin ikili kombinasyonları için grupların varyansları eşit olmalıdır.

Bu varsayım aynı zamanda “küresellik (sphericity) varsayımı” olarak da adlandırılır ve Mauchly testi ile incelenir. Araştırmada her alt problem için küresellik varsayımı test edilmiş ve varsayımın karşılanmadığı durumlarda ANOVA’dan elde edilen F değeri yerine $\epsilon > 0,75$ olduğunu durumlar için Greenhouse and Geiser düzeltmesi; $\epsilon < 0,75$ olduğu durumlar için de Hunh and Feldt düzeltmesi ile elde edilen F değerleri dikkate alınmıştır (EK 5, s.152).

Tüm analizlerde $\alpha=0,05$ olarak alınmış ve istatistiksel olarak anlamlı farkın elde edildiği durumlar için kısmi eta kare ile hesaplanan etki büyüklüklerine yer verilmiştir.



BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1. Birinci alt probleme ilişkin bulgular:

Kan akımı kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak farklı kuvvet antrenmanları (çabuk kuvvet ve maksimal kuvvet) gerçekleştiren sporcuların antrenmanlar içi ve antrenmanlar arası kas hipertrofi belirteçlerine (Growth hormonu ve IGF-1) ilişkin ölçümleri antrenman öncesi (dinlenik durum), antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra anlamlı farklılık göstermekte midir?

Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin ilişkili ölçümlerde Growth hormonu için tanımlayıcı istatistikleri Tablo 6., üç yönlü ANOVA sonuçları Tablo 7.' de verilmiştir.

Tablo 6 Sporcuların Growth hormonu (ng/ml) kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Growth Hormonu	Ortalama	Standart Sapma	N
Kısıtlamasız %80 E.Ö.	0,60	0,304	14
Kısıtlamasız %80 E.S.	1,45	0,457	14
Kısıtlamasız %80 E.S+24saat	0,67	0,238	14
Kısıtlamasız %30 E.Ö.	0,57	0,212	14
Kısıtlamasız %30 E.S.	1,94	1,104	14
Kısıtlamasız %30 E.S+24saat	0,65	0,234	14
Kısıtlamalı %80 E.Ö.	0,69	0,211	14
Kısıtlamalı %80 E.S.	4,96	3,231	14
Kısıtlamalı %80 E.S+24saat	0,73	0,248	14
Kısıtlamalı %30 E.Ö.	0,86	0,505	14
Kısıtlamalı %30 E.S.	7,25	3,735	14
Kısıtlamalı %30 E.S+24saat	0,68	0,384	14

Egzersiz öncesi (E.Ö), Egzersiz sonrası (E.S), Egzersizden 24 saat sonra (E.S+24saat)

Tablo 7 Sporcuların büyüme hormonlarının (ng/ml) kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin ilişkili ölçümlerde üç yönlü ANOVA sonuçları

Değişkenlik	Kareler toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi eta kare
Kan kısıtlaması	100,625	1,000	100,625	23,181	0,000	0,641
Hata (kan kısıtlaması)	56,431	13,000	4,341			
Kuvvet antrenmanı	9,439	1,000	9,439	21,082	0,001	0,619
Hata (kuvvet antrenmanı)	5,820	13,000	0,448			
Zaman	386,121	1,011	381,958	47,983	0,000	0,787
Hata (zaman)	104,612	13,142	7,960			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	4,525	1,000	4,525	14,791	0,002	0,532
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı)	3,977	13,000	0,306			
Kan kısıtlaması * zaman	171,763	1,007	170,576	21,469	0,000	0,623
Hata (kan kısıtlaması*zaman)	104,006	13,090	7,945			
Kuvvet antrenmanı * zaman	17,799	1,313	13,553	72,815	0,000	0,849
Hata (kuvvet antrenmanı*zaman)	3,178	17,073	0,186			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	6,904	1,494	4,623	13,923	0,000	0,517
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman)	6,447	19,417	0,332			

Tablo 7.' e göre kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız gerçekleştirilen iki farklı kuvvet antrenmanının dinlenik durum, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra farklılık gösterip göstermediğine ilişkin etkileşim etkisinin (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F=13,923$; $p<0,05$). Diğer ifadeyle, sporcuların kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak gerçekleştirdikleri maksimal ve çabuk kuvvet antrenmanlarının zamana bağlı olarak growth hormonları üzerinde etkisi bulunmaktadır. Etki büyüklüğü (0,517) ise, gözlenen bu farklılığın uygulamada orta düzeyde önemli kabul edilebilecek bir fark olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 7., birinci alt probleme ilişkin yanıtın yanı sıra, ana etkiler ve diğer etkileşim etkileri bakımından da istatistiksel sonuçları vermektedir. Bu bulgular aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Sporcuların growth hormonu ölçümleri kan kısıtlamalı (ort=2,528) ve kan kısıtlamasız (ort=0,980) antrenman yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=23,181$; $p<0,05$). Bu bulguya göre, kan kısıtlamalı gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların growth hormon ölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,641).

Sporcuların growth hormonu ölçümleri maksimal kuvvet (ort= 1,517) ve çabuk kuvvet (ort=1,991) antrenmanı yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=21,082$; $p<0,05$). Bu bulguya göre, çabuk kuvvetle gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların growth hormon ölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,619).

Sporcuların dinlenik olma (ort=0,679), antrenman sonrası (ort=3,898) ve antrenmandan 24 saat sonra (ort=9,685) yapılan growth hormonu ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=47,983$; $p<0,05$). Bu farklılığın kaynağı incelendiğinde (post-hoc testler), sporcuların antrenman sonrası growth hormonu ölçümlerinin dinlenik olma ve antrenmandan 24 saat sonra ölçümlerine göre daha yüksek olduğu ve bu farklılığın uygulamada önemli kabul edilebilecek büyük bir fark olarak kabul edilebileceği görülmüştür (kısmi eta kare= 0,787).

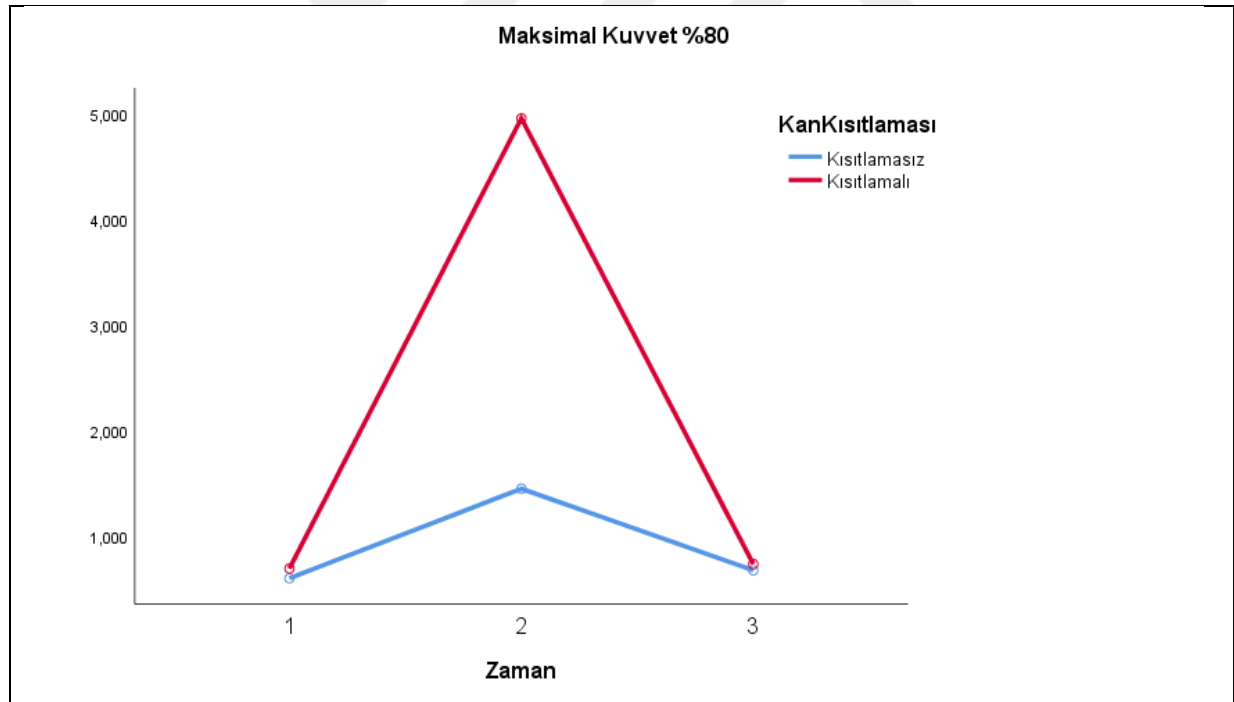
Sporcuların growth hormonu ölçümleri kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=14,791$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,532). Kan kısıtlamasız maksimal kuvvet (ort=0,907), kan kısıtlamasız çabuk kuvvet (ort=1,053), kan kısıtlamalı maksimal kuvvet (ort=2,127) ve kan kısıtlamalı çabuk kuvvet (ort=2,929) ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların growth hormonu ölçümleri kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında, diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, kan kısıtlamalı maksimal kuvvet antrenmanı, kan kısıtlamasız çabuk kuvvet antrenmanı ve kan kısıtlamasız maksimal kuvvet antrenmanı izlemektedir.

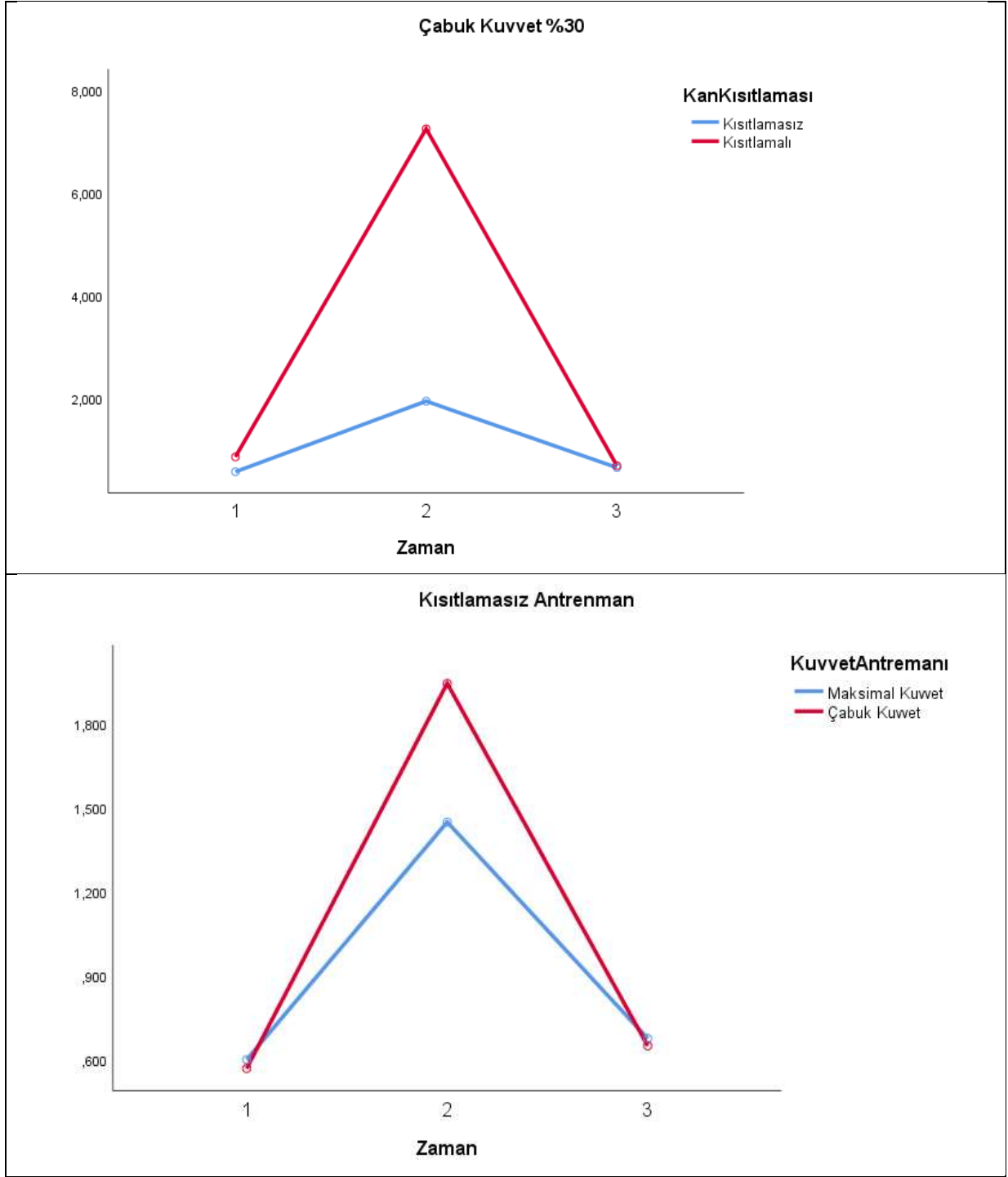
Sporcuların kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları antrenmanlarda dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan growth hormonu ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=21,469$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,623). Kan kısıtlamasız dinlenik durum (ort=0,584), kan kısıtlamasız antrenman sonrası (ort=1,695), kan kısıtlamasız antrenmandan 24 saat sonra (ort=0,662), kan kısıtlamalı dinlenik durum (ort=0,774), kan kısıtlamalı antrenman sonrası (ort=6,101), kan kısıtlamalı antrenmandan 24 saat sonra (ort=0,709), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların kan kısıtlamalı kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası growth hormonu ölçümleri diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, kan kısıtlamasız kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, kan kısıtlamalı dinlenik durum, kan kısıtlamalı

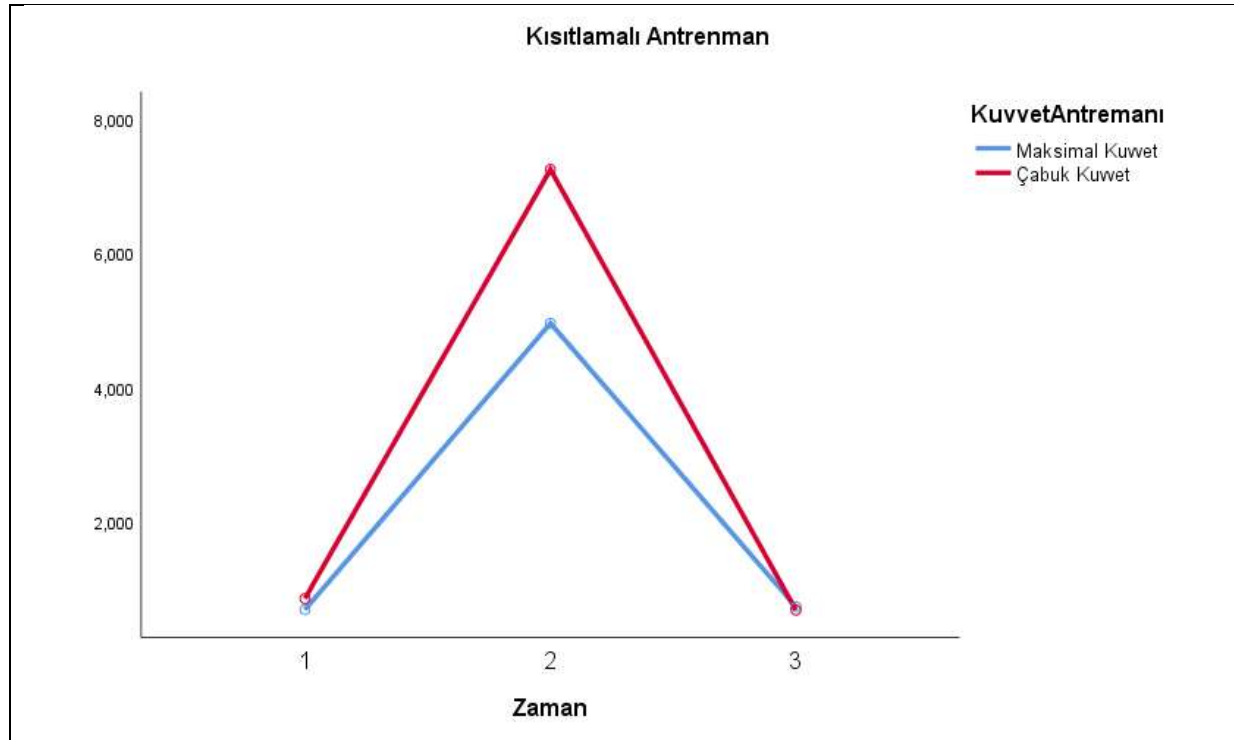
antrenmandan 24 saat sonra, kan kısıtlamasız antrenmandan 24 saat sonra ve kan kısıtlamasız dinlenik durum için yapılan ölçümler izlemektedir.

Sporcuların maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarında dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan growth hormonu ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=72,815$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada önemli kabul edilebilecek büyük bir farktır (kısmi eta kare= 0,849). Maksimal kuvvet dinlenik durum (ort=0,646), maksimal kuvvet antrenman sonrası (ort=3,202), maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=0,704), çabuk kuvvet dinlenik durum (ort=0,713), çabuk kuvvet antrenman sonrası (ort=4,595), çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=0,667), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların çabuk kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası growth hormonu ölçümleri diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, maksimal kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, çabuk kuvvet dinlenik durum, çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra ve maksimal kuvvet dinlenik durum için yapılan ölçümler izlemektedir.

Gözlenen tüm farklılıklara ilişkin tüm değişimler Şekil 3., grafiksel olarak verilmiştir.







Şekil 3 Growth hormonu verileri için grup içi karşılaştırmaların gösterimi

Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin ilişkili ölçümlerde IGF-1 hormonu için tanımlayıcı istatistikleri Tablo 8., ve üç yönlü ANOVA sonuçları Tablo 9.' da verilmiştir.

Tablo 8 Sporcuların IGF-1hormonunun (ng/ml) kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

IGF-1 Hormonu	Ortalama	Standart Sapma	N
Kısıtlamasız %80 E.Ö.	1,18	0,738	12
Kısıtlamasız %80 E.S.	1,90	0,846	12
Kısıtlamasız %80 E.S+24saat	1,16	0,671	12
Kısıtlamasız %30 E.Ö.	1,07	0,649	12
Kısıtlamasız %30 E.S.	1,58	0,585	12
Kısıtlamasız %30 E.S+24saat	1,34	0,662	12
Kısıtlamalı %80 E.Ö.	1,05	0,570	12
Kısıtlamalı %80 E.S.	4,45	2,419	12
Kısıtlamalı %80 E.S+24saat	1,04	0,414	12
Kısıtlamalı %30 E.Ö.	0,80	0,456	12
Kısıtlamalı %30 E.S.	9,42	4,478	12
Kısıtlamalı %30 E.S+24saat	1,43	0,585	12

Egzersiz öncesi (E.Ö), Egzersiz sonrası (E.S), Egzersizden 24 saat sonra (E.S+24saat)

Tablo 9 *Sporcuların IGF -1 hormonunun (ng/ml) kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin ilişkili ölçümlerde üç yönlü ANOVA sonuçları*

Değişkenlik	Kareler toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi eta kare
Kan kısıtlaması	99,069	1	99,069	37,422	0,000	0,773
Hata (kan kısıtlaması)	29,121	11	2,647			
Kuvvet antrenmanı	23,620	1	23,620	19,682	0,001	0,641
Hata (kuvvet antrenmanı)	13,201	11	1,200			
Zaman	329,208	1,034	318,287	59,836	0,000	0,845
Hata (zaman)	60,520	11,377	5,319			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	28,516	1,000	28,516	9,518	0,010	0,464
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı)	32,957	11,000	2,996			
Kan kısıtlaması * zaman	224,961	1,066	211,098	45,584	0,000	0,806
Hata (kan kısıtlaması*zaman)	54,285	11,722	4,631			
Kuvvet antrenmanı * zaman	42,776	1,108	38,602	13,328	0,003	0,548
Hata (kuvvet antrenmanı*zaman)	35,304	12,189	2,896			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	55,267	1,172	47,144	12,840	0,003	0,539
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman)	47,346	12,895	3,672			

Tablo 9.' a göre kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız gerçekleştirilen iki farklı kuvvet antrenmanının dinlenik durum, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra farklılık gösterip göstermediğine ilişkin etkileşim etkisinin (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F=12,840$; $p<0,05$). Diğer ifadeyle, sporcuların kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak gerçekleştirdikleri maksimal ve çabuk kuvvet antrenmanlarının zamana bağlı olarak IG-1 hormonları üzerinde etkisi bulunmaktadır. Etki büyüklüğü (0,539) ise, gözlenen bu farklılığın uygulamada orta düzeyde bir fark olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 9., birinci alt probleme ilişkin yanıtın yanı sıra, ana etkiler ve diğer etkileşim etkileri bakımından da istatistiksel sonuçları vermektedir. Bu bulgular aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Sporcuların IGF-1 hormonu ölçümleri kan kısıtlamalı (ort=3,031) ve kan kısıtlamasız (ort=1,372) antrenman yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=34,422$; $p<0,05$). Bu bulguya göre, kan kısıtlamalı gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların IGF-1 hormon

ölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılık uygulamada yüksek düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,773).

Sporcuların IGF-1 hormonu ölçümleri maksimal kuvvet (ort= 1,797) ve çabuk kuvvet (ort=2,607) antrenmanı yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=19,682$; $p<0,05$). Bu bulguya göre, çabuk kuvvetle gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların IGF-1 hormon ölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,641).

Sporcuların dinlenik olma (ort=1,025), antrenman sonrası (ort=4,336) ve antrenmandan 24 saat sonra (ort=1,244) yapılan IGF-1 hormonu ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=59,836$; $p<0,05$). Bu farklılığın kaynağı incelendiğinde (post-hoc tests), sporcuların antrenman sonrası IGF 1 hormonu ölçümlerinin dinlenik olma ve antrenmandan 24 saat sonra ölçümlerine göre daha yüksek olduğu, sporcuların antrenmandan 24 saat sonra IGF 1 hormonu ölçümlerinin de dinlenik ölçümlerine göre daha yüksek olduğu ve bu farklılığın uygulamada önemli kabul edilebilecek büyük bir fark olarak kabul edilebileceği görülmüştür (kısmi eta kare= 0,845).

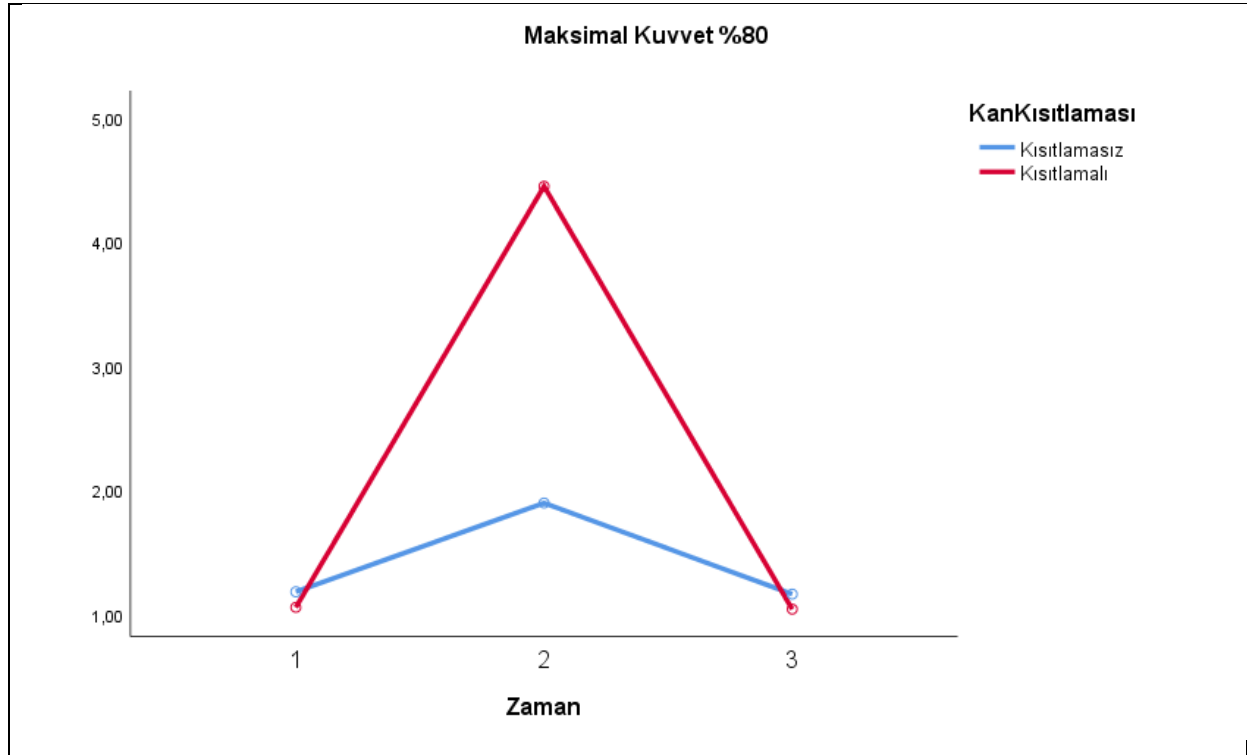
Sporcuların IGF-1 hormonu ölçümleri kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=9,518$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,464). Kan kısıtlamasız maksimal kuvvet (ort=1,412), kan kısıtlamasız çabuk kuvvet (ort=1,332), kan kısıtlamalı maksimal kuvvet (ort=2,181) ve kan kısıtlamalı çabuk kuvvet (ort=3,881) ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların IGF 1 hormonu ölçümleri kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında, diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, kan kısıtlamalı maksimal kuvvet antrenmanı, kan kısıtlamasız maksimal kuvvet antrenmanı ve kan kısıtlamasız çabuk kuvvet antrenmanı izlemektedir.

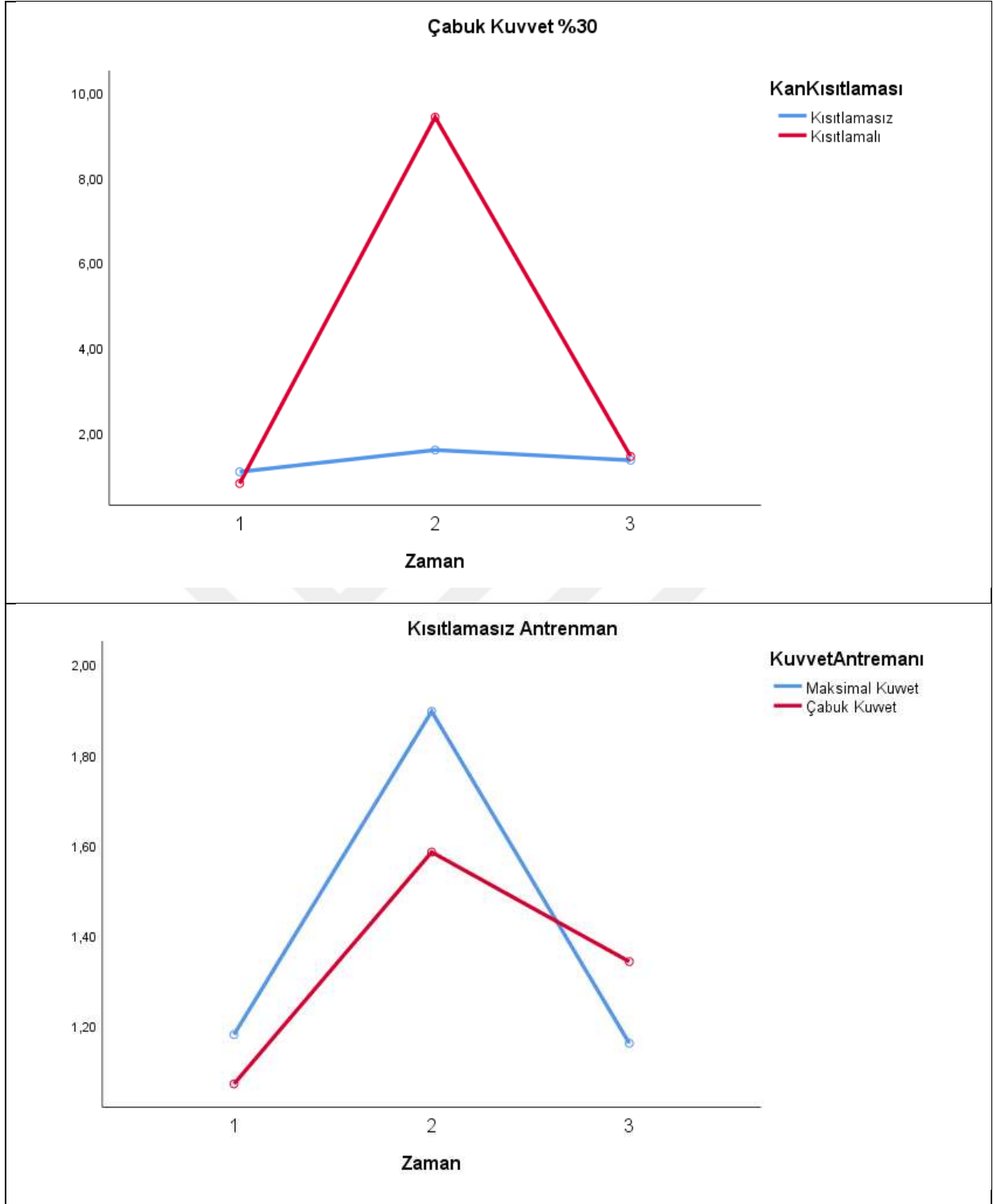
Sporcuların kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları antrenmanlarda dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan growth hormonu ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=45,584$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada yüksek düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,806). Kan kısıtlamasız dinlenik durum (ort=1,125), kan kısıtlamasız antrenman sonrası (ort=1,740), kan kısıtlamasız antrenmandan 24 saat sonra (ort=1,251), kan kısıtlamalı dinlenik durum (ort=0,925), kan kısıtlamalı antrenman sonrası (ort=6,932), kan kısıtlamalı antrenmandan 24 saat sonra (ort=1,236), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların kan kısıtlamalı kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası IGF-1 ölçümleri diğerlerine göre

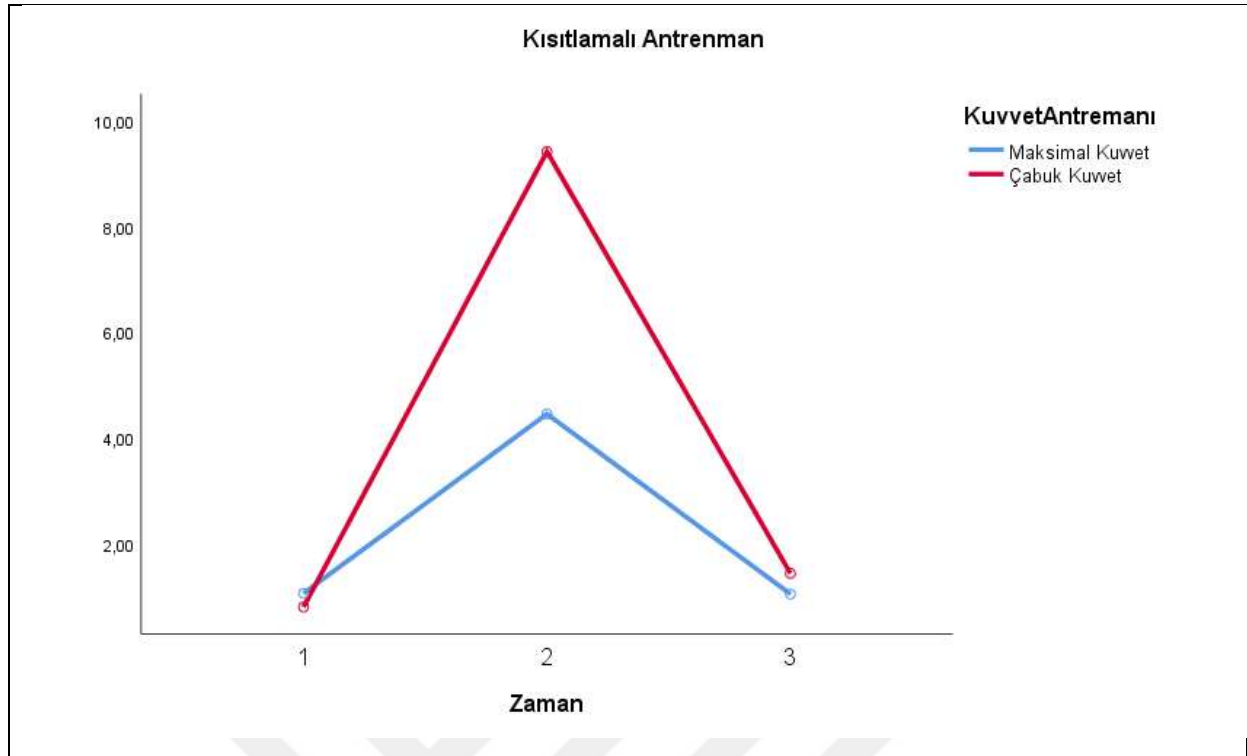
en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, kan kısıtlamasız kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, kan kısıtlamasızantrenmandan 24 saat sonra, kan kısıtlamalı antrenmandan 24 saat sonra, kan kısıtlamasız dinlenik durum ve kan kısıtlamalıdinlenik durum için yapılan ölçümler izlemektedir.

Sporcuların maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarında dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan IGF-1 hormonu ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=13,328$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada ortadüzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,548).Maksimal kuvvet dinlenik durum (ort=1,117), maksimal kuvvet antrenman sonrası (ort=3,172), maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=1,100), çabuk kuvvet dinlenik durum (ort=0,933), çabuk kuvvet antrenman sonrası (ort=5,500), çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=1,387), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcularınçabuk kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası IGF-1 hormonu ölçümleri diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, maksimal kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra, maksimal kuvvet dinlenik durum,maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra ve çabuk kuvvet dinlenik durum için yapılan ölçümler izlemektedir.

Gözlenen tüm farklılıklara ilişkin tüm değişimler Şekil 4.' de grafiksel olarak verilmiştir.







Şekil 4 IGF-1 hormonu verileri için grup içi karşılaştırmaların gösterimi

4.2. İkinci alt probleme ilişkin bulgular:

Kan akımı kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak farklı kuvvet antrenmanları (çabuk kuvvet ve maksimal kuvvet) gerçekleştiren sporcuların antrenmanlar içi ve antrenmanlar arası kas hasarı belirteçlerine (CK (IU/L) ve LDH) ilişkin ölçümleri antrenman öncesi (dinlenik durum), antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra anlamlı farklılık göstermekte midir?

Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin ilişkili ölçümlerde CK (IU/L) için tanımlayıcı istatistikler Tablo 10., ve üç yönlü ANOVA sonuçları Tablo 11.' de verilmiştir.

Tablo 10 *Sporcuların CK (IU/L)kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin tanımlayıcı istatistikler*

CK (IU/L)	Ortalama	Standart Sapma	N
Kısıtlamasız %80 E.Ö.	161,00	35,353	14
Kısıtlamasız %80 E.S.	254,57	60,328	14
Kısıtlamasız %80 E.S+24saat	311,21	62,705	14
Kısıtlamasız %30 E.Ö.	119,50	36,018	14
Kısıtlamasız %30 E.S.	166,71	58,134	14
Kısıtlamasız %30 E.S+24saat	325,07	105,704	14
Kısıtlamalı %80 E.Ö.	119,71	44,739	14
Kısıtlamalı %80 E.S.	308,14	40,659	14
Kısıtlamalı %80 E.S+24saat	411,07	63,476	14
Kısıtlamalı %30 E.Ö.	237,57	104,123	14
Kısıtlamalı %30 E.S.	338,14	71,215	14
Kısıtlamalı %30 E.S+24saat	496,78	235,072	14

Egzersiz öncesi (E.Ö), Egzersiz sonrası (E.S), Egzersizden 24 saat sonra (E.S+24saat)

Tablo 11 *Sporcuların CK (IU/L)kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin ilişkili ölçümlerde üç yönlü ANOVA sonuçları*

Değişkenlik	Kareler toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi eta kare
Kan kısıtlaması	383528,149	1,000	383528,149	68,723	0,000	0,841
Hata (kan kısıtlaması)	72550,101	13,000	5580,777			
Kuvvet antrenmanı	16264,339	1,000	16264,339	1,203	0,293	0,085
Hata (kuvvet antrenmanı)	175702,244	13,000	13515,557			
Zaman	1438872,583	1,172	1227253,590	87,478	0,000	0,871
Hata (zaman)	213830,083	15,242	14029,346			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	142159,339	1,000	142159,339	17,208	0,001	0,570
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı)	107398,244	13,000	8261,403			
Kan kısıtlaması * zaman	72424,155	1,724	42006,917	6,763	0,007	0,342
Hata (kan kısıtlaması*zaman)	139210,845	22,413	6211,080			
Kuvvet antrenmanı * zaman	50558,821	1,144	44179,777	2,200	0,158	0,145
Hata (kuvvet antrenmanı*zaman)	298733,845	14,877	20080,182			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	13410,250	1,562	8585,312	1,187	0,314	0,084
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman)	146879,417	20,306	7233,306			

Tablo 11.' e göre kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız gerçekleştirilen iki farklı kuvvet antrenmanının dinlenik durum, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra farklılık gösterip göstermediğine ilişkin etkileşim etkisinin (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($F=1,187$; $p>0,05$). Diğer ifadeyle, sporcuların kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak gerçekleştirdikleri maksimal ve çabuk kuvvet antrenmanlarının zamana bağlı olarak CK üzerinde etkisi bulunmamaktadır.

Tablo 11., ikinci alt probleme ilişkin yanıtın yanı sıra, ana etkiler ve diğer etkileşim etkileri bakımından da istatistiksel sonuçları vermektedir. Bu bulgular aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Sporcuların CK ölçümleri kan kısıtlamalı (ort=318,571) ve kan kısıtlamasız (ort=223,012) antrenman yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=68,723$; $p<0,05$). Bu bulguya göre, kan kısıtlamalı gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların CK ölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılığın uygulamada önemli kabul edilebilecek büyük bir fark olarak kabul edilebileceği görülmüştür (kısmi eta kare= 0,841).

Sporcuların CK ölçümleri maksimal kuvvet (ort=223,012) ve çabuk kuvvet (ort=318,571) antrenmanı yapmaya göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($F=1,203$; $p>0,05$).

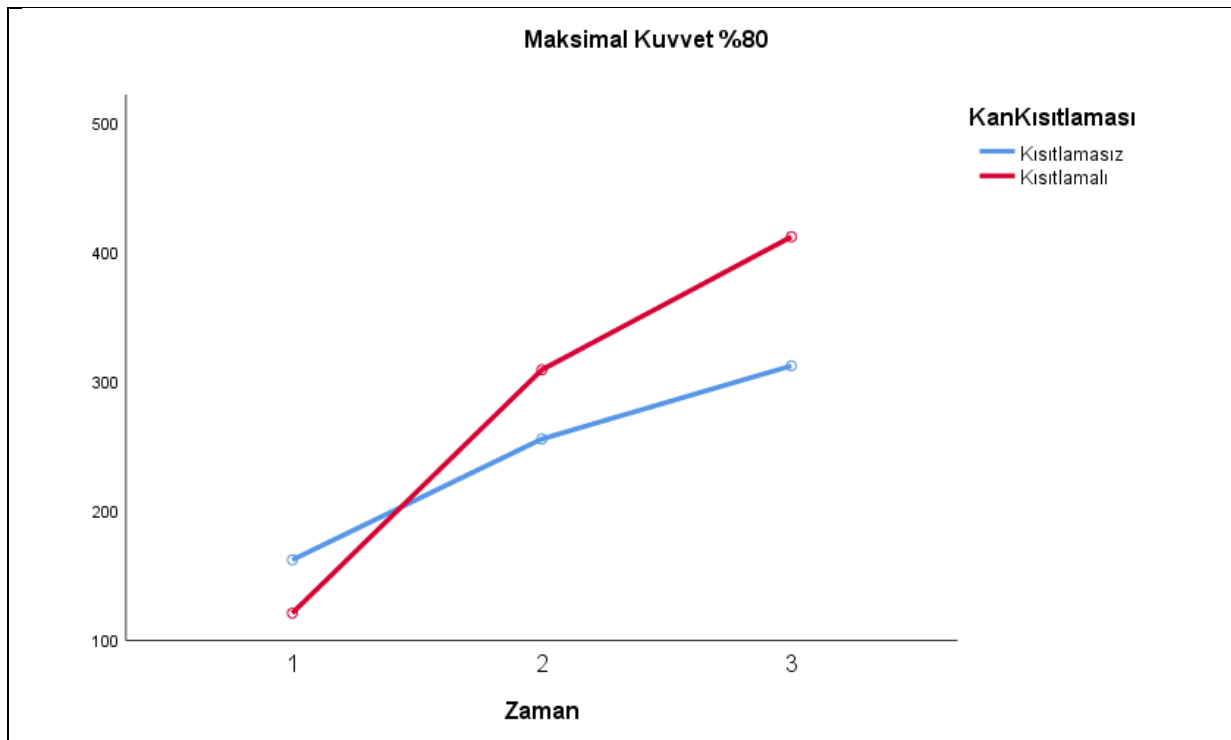
Sporcuların dinlenik olma (ort=159,446), antrenman sonrası (ort=266,893) ve antrenmandan 24 saat sonra (ort=386,036) yapılan CK ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=87,478$; $p<0,05$). Bu farklılığın kaynağı incelendiğinde (post-hoc tests), sporcuların antrenman sonrası CK ölçümlerinin dinlenik olma ölçümlerine göre daha yüksek; antrenmandan 24 saat sonra ölçümlerinin de antrenman sonrası CK ölçümlerine göre daha yüksek olduğu ve bu farklılığın uygulamada önemli kabul edilebilecek büyük bir fark olarak kabul edilebileceği görülmüştür (kısmi eta kare= 0,871).

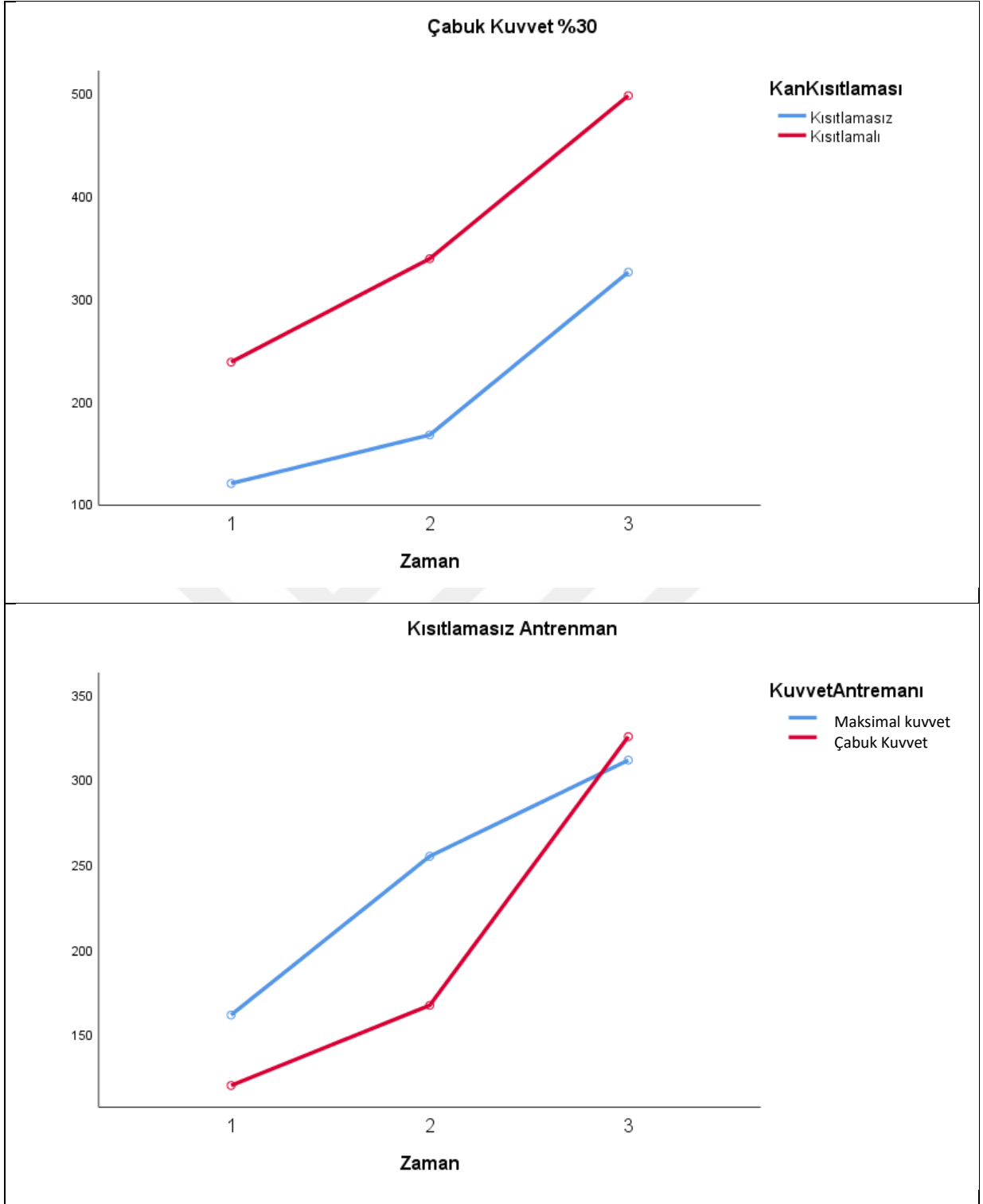
Sporcuların CK ölçümleri kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=17,208$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,570). Kan kısıtlamasız maksimal kuvvet (ort=242,262), kan kısıtlamasız çabuk kuvvet (ort=203,762), kan kısıtlamalı maksimal kuvvet (ort=279,643) ve kan kısıtlamalı çabuk kuvvet (ort=357,500) ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların CK ölçümleri kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında, diğerlerine göre en yüksek ortalama sahiptir. Bunu sırasıyla, kan kısıtlamalı maksimal kuvvet antrenmanı, kan kısıtlamasız maksimal kuvvet antrenmanı ve kan kısıtlamasız çabuk kuvvet antrenmanı izlemektedir.

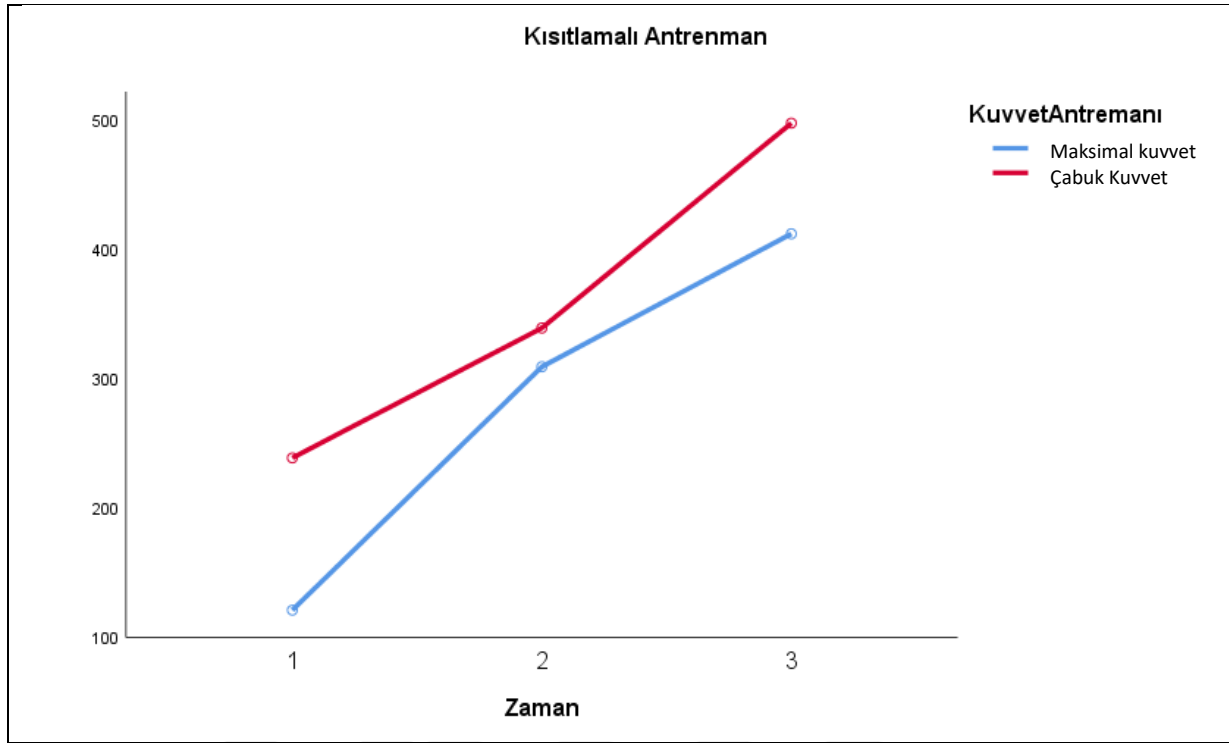
Sporcuların kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları antrenmanlarda dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan CK ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=6,763$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,342). Kan kısıtlamasız dinlenik durum (ort=140,250), kan kısıtlamasız antrenman sonrası (ort=210,643), kan kısıtlamasız antrenmandan 24 saat sonra (ort=318,143), kan kısıtlamalı dinlenik durum (ort=178,643), kan kısıtlamalı antrenman sonrası (ort=323,143), kan kısıtlamalı antrenmandan 24 saat sonra (ort=453,929), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların kan kısıtlamalı kuvvet antrenmanlarında antrenmandan 24 saat sonra CK ölçümleri diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, kan kısıtlamalı kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, kan kısıtlamasız antrenmandan 24 saat sonra, kan kısıtlamasız antrenmandan sonra, kan kısıtlamalı antrenmandan dinlenik durum ve kan kısıtlamasız dinlenik durum için yapılan ölçümler izlemektedir.

Sporcuların maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarında dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan CK ölçümleri anlamlı farklılık göstermemektedir ($F=2,200$; $p>0,05$).

Gözlenen tüm farklılıklara ilişkin tüm değişimler Şekil 5.' de grafiksel olarak verilmiştir.







Şekil 5 CK verileri için grup içi karşılaştırmaların gösterimi

Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin ilişkili ölçümlerde LDH için tanımlayıcı istatistikler Tablo 12., ve üç yönlü ANOVA sonuçları Tablo 13.' de verilmiştir.

Tablo 12 Sporcuların LDH (IU/L) kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

LDH	Ortalama	Standart Sapma	N
Kısıtlamasız %80 E.Ö.	111,83	12,946	12
Kısıtlamasız %80 E.S.	195,08	38,130	12
Kısıtlamasız %80 E.S+24saat	154,50	29,417	12
Kısıtlamasız %30 E.Ö.	107,67	6,624	12
Kısıtlamasız %30 E.S.	193,58	13,062	12
Kısıtlamasız %30 E.S+24saat	152,67	32,687	12
Kısıtlamalı %80 E.Ö.	128,42	28,551	12
Kısıtlamalı %80 E.S.	230,00	52,707	12
Kısıtlamalı %80 E.S+24saat	206,58	53,873	12
Kısıtlamalı %30 E.Ö.	163,17	31,435	12
Kısıtlamalı %30 E.S.	243,50	50,403	12
Kısıtlamalı %30 E.S+24saat	175,42	29,895	12

Egzersiz öncesi (E.Ö), Egzersiz sonrası (E.S), Egzersizden 24 saat sonra (E.S+24saat)

Tablo 13 *Sporcuların LDH (IU/L) kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin ilişkili ölçümlerde üç yönlü ANOVA sonuçları*

Değişkenlik	Kareler toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi eta kare
Kan kısıtlaması	53708,063	1	53708,063	22,160	0,001	0,668
Hata (kan kısıtlaması)	26660,021	11	2423,638			
Kuvvet antrenmanı	91,840	1	91,840	0,077	0,786	0,007
Hata (kuvvet antrenmanı)	13100,910	11	1190,992			
Zaman	184902,181	2	92451,090	85,947	0,000	0,887
Hata (zaman)	23664,986	22	1075,681			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	604,340	1	604,340	0,333	0,576	0,029
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı)	19975,076	11	1815,916			
Kan kısıtlaması * zaman	270,125	2	135,063	0,126	0,882	0,011
Hata (kan kısıtlaması*zaman)	23601,042	22	1072,775			
Kuvvet antrenmanı * zaman	6413,181	2	3206,590	5,180	0,014	0,320
Hata (kuvvet antrenmanı*zaman)	13618,319	22	619,015			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	7195,514	2	3597,757	5,997	0,008	0,353
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman)	13197,319	22	599,878			

Tablo 13.' e göre kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız gerçekleştirilen iki farklı kuvvet antrenmanının dinlenik durum, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra farklılık gösterip göstermediğine ilişkin etkileşim etkisinin (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F=5,997$; $p<0,05$). Diğer ifadeyle, sporcuların kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak gerçekleştirdikleri maksimal ve çabuk kuvvet antrenmanlarının zamana bağlı olarak LDH üzerinde etkisi bulunmaktadır. Etki büyüklüğü (0,353) ise, gözlenen bu farklılığın uygulamada orta düzeyde bir fark olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 13., ikinci alt probleme ilişkin yanıtın yanı sıra, ana etkiler ve diğer etkileşim etkileri bakımından da istatistiksel sonuçları vermektedir. Bu bulgular aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Sporcuların LDH ölçümleri kan kısıtlamalı ($ort=191,181$) ve kan kısıtlamasız ($ort=152,556$) antrenman yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=22,160$; $p<0,05$). Bu bulguya göre, kan kısıtlamalı gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların LDH ölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,668).

Sporcuların LDH ölçümleri maksimal kuvvet (ort=171,069) ve çabuk kuvvet (ort=172,667) antrenmanı yapmaya göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($F=0,077$; $p>0,05$).

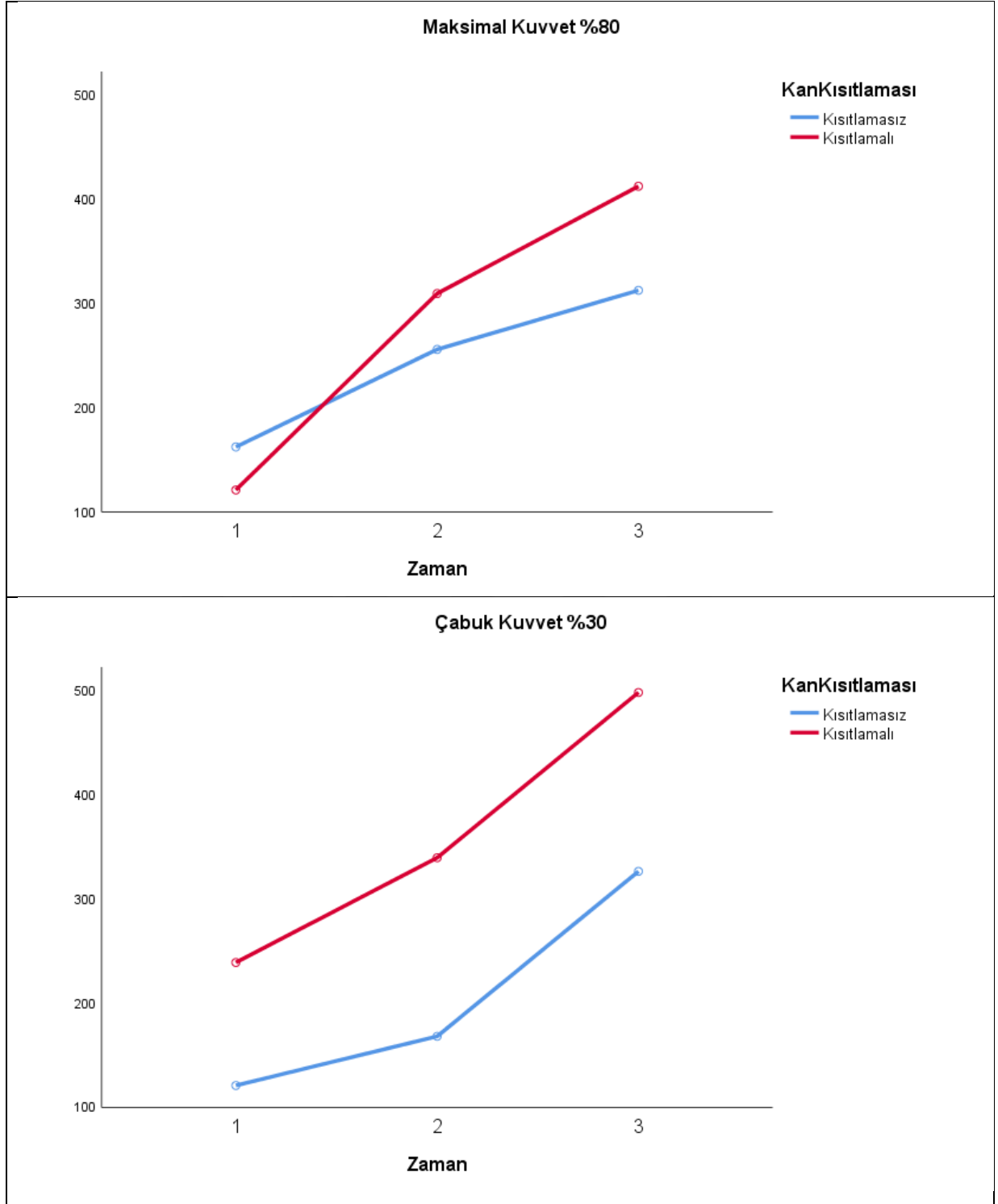
Sporcuların dinlenik olma (ort=127,771), antrenman sonrası (ort=215,542) ve antrenmandan 24 saat sonra (ort=172,292) yapılan LDH ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=85,947$; $p<0,05$). Bu farklılığın kaynağı incelendiğinde (post-hoc tests), sporcuların antrenman sonrası LDH ölçümlerinin dinlenik olma ve antrenmandan 24 saat sonra ölçümlerine göre daha yüksek; antrenmandan 24 saat sonra ölçümlerinin de dinlenik durum LDH ölçümlerine göre daha yüksek olduğu ve bu farklılığın uygulamada önemli kabul edilebilecek büyük bir fark olarak kabul edilebileceği görülmüştür (kısmi eta kare= 0,887).

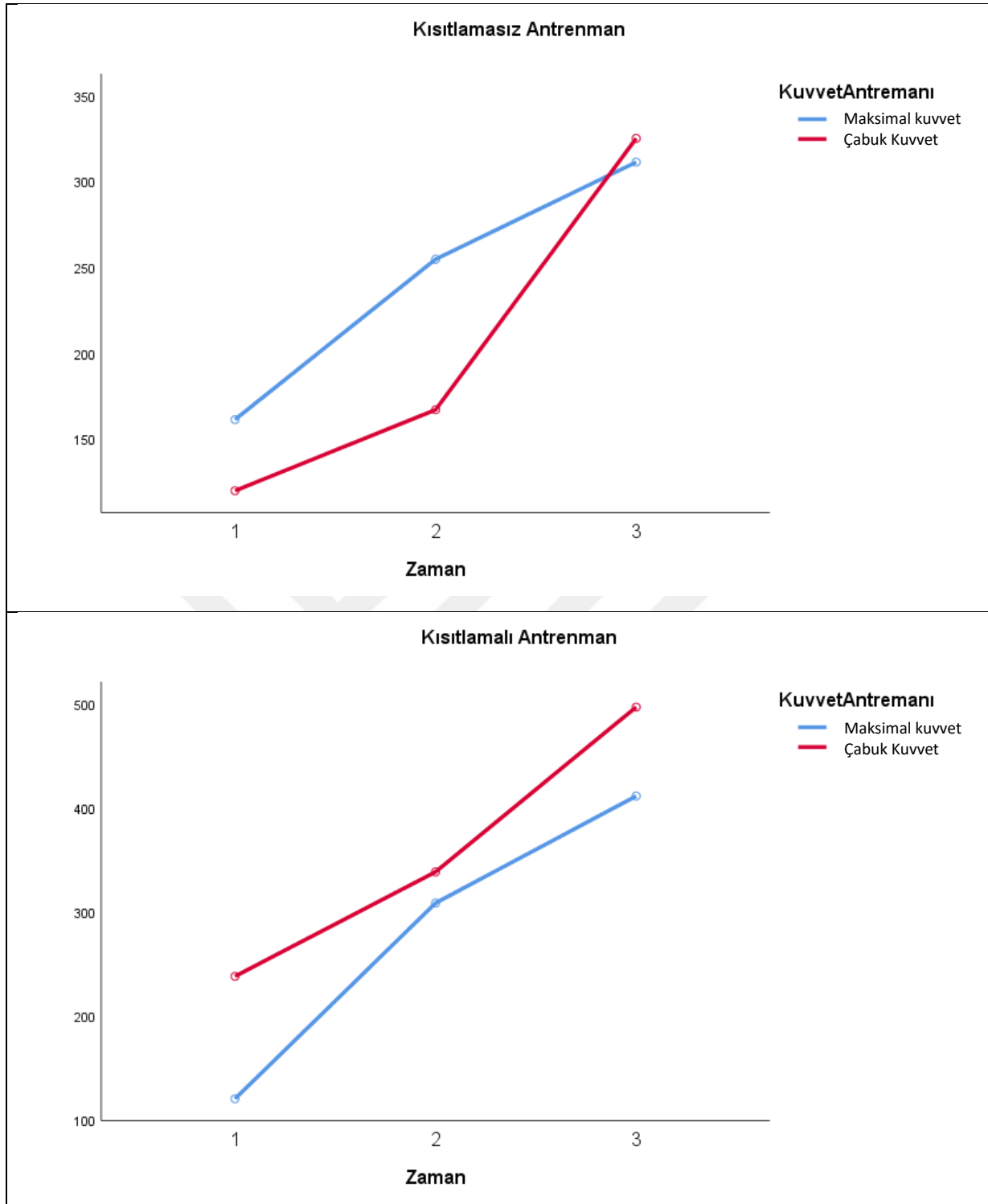
Sporcuların LDH ölçümleri kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($F=0,333$; $p>0,05$).

Sporcuların kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları antrenmanlarda dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan LDH ölçümleri anlamlı farklılık göstermemektedir ($F=0,126$; $p>0,05$).

Sporcuların maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarında dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan LDH ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=5,180$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada önemli kabul edilebilecek orta bir farktır (kısmi eta kare= 0,353). Maksimal kuvvet dinlenik durum (ort=120,125), maksimal kuvvet antrenman sonrası (ort=212,542), maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=180,542), çabuk kuvvet dinlenik durum (ort=135,417), çabuk kuvvet antrenman sonrası (ort=218,542), çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=164,042), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların çabuk kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası LDH hormonu ölçümleri diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, maksimal kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra, çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra, çabuk kuvvet dinlenik durum ve maksimal kuvvet dinlenik durumu için yapılan ölçümler izlemektedir.

Gözlenen tüm farklılıklara ilişkin tüm değişimler Şekil 6.' da grafiksel olarak verilmiştir.





Şekil 6 LDH verileri için grup içi karşılaştırmaların gösterimi

4.3. Üçüncü alt probleme ilişkin bulgular:

Kan akımı kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak farklı kuvvet antrenmanları (çabuk kuvvet ve maksimal kuvvet) gerçekleştiren sporcuların antrenmanlar içi ve antrenmanlar arası fizyolojik parametre belirteçlerine (kalp atım hızı, spo2, sistolik kan basıncı, diyastolik kan

basıncı) ilişkin ölçümleri antrenman öncesi (dinlenik durum), antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra anlamlı farklılık göstermekte midir?

Araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin ilişkili ölçümlerde kalp atım hızı için tanımlayıcı istatistikleri Tablo 14., ve üç yönlü ANOVA sonuçları Tablo 15.' de verilmiştir.

Tablo 14 *Sporcuların kalp atım hızı kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin tanımlayıcı istatistikler*

HR	Ortalama	Standart Sapma	N
Kısıtlamasız %80 E.Ö.	66,21	7,095	14
Kısıtlamasız %80 E.S.	79,43	6,198	14
Kısıtlamasız %80 E.S+24saat	70,36	5,183	14
Kısıtlamasız %30 E.Ö.	68,21	7,095	14
Kısıtlamasız %30 E.S.	94,43	14,141	14
Kısıtlamasız %30 E.S+24saat	70,36	5,183	14
Kısıtlamalı %80 E.Ö.	69,00	4,624	14
Kısıtlamalı %80 E.S.	121,79	12,342	14
Kısıtlamalı %80 E.S+24saat	69,57	5,140	14
Kısıtlamalı %30 E.Ö.	68,21	4,624	14
Kısıtlamalı %30 E.S.	153,00	9,798	14
Kısıtlamalı %30 E.S+24saat	72,50	4,519	14

Egzersiz öncesi (E.Ö), Egzersiz sonrası (E.S), Egzersizden 24 saat sonra (E.S+24saat)

Tablo 15 *Sporcuların kalp atım hızının kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin ilişkili ölçümlerde üç yönlü ANOVA sonuçları*

Değişkenlik	Kareler toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi eta kare
Kan kısıtlaması	13073,357	1,000	13073,357	126,786	0,000	0,907
Hata (kan kısıtlaması)	1340,476	13,000	103,114			
Kuvvet antrenmanı	2817,524	1,000	2817,524	119,708	0,000	0,902
Hata (kuvvet antrenmanı)	305,976	13,000	23,537			
Zaman	70223,893	1,701	41279,687	382,220	0,000	0,967
Hata (zaman)	2388,440	22,115	108,000			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	427,524	1,000	427,524	17,406	0,001	0,572
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı)	319,310	13,000	24,562			
Kan kısıtlaması * zaman	22630,750	1,493	15160,275	173,885	0,000	0,930
Hata (kan kısıtlaması*zaman)	1691,917	19,406	87,185			
Kuvvet antrenmanı * zaman	4687,655	1,063	4409,223	93,848	0,000	0,878
Hata (kuvvet antrenmanı*zaman)	649,345	13,821	46,983			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	522,655	1,063	491,582	10,295	0,006	0,442
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman)	660,012	13,822	47,752			

Tablo 15.' e göre kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız gerçekleştirilen iki farklı kuvvet antrenmanının dinlenik durum, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra farklılık gösterip göstermediğine ilişkin etkileşim etkisinin (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F=10,295$; $p<0,05$). Diğer ifadeyle, sporcuların kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak gerçekleştirdikleri maksimal ve çabuk kuvvet antrenmanlarının zamana bağlı olarak kalp atım hızı üzerinde etkisi bulunmaktadır. Etki büyüklüğü (0,442) ise, gözlenen bu farklılığın uygulamada orta düzeyde önemli kabul edilebilecek bir fark olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 15., üçüncü alt probleme ilişkin yanıtın yanı sıra, ana etkiler ve diğer etkileşim etkileri bakımından da istatistiksel sonuçları vermektedir. Bu bulgular aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Sporcuların kalp atım hızı ölçümleri kan kısıtlamalı (ort=92,143) ve kan kısıtlamasız (ort=74,500) antrenman yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=126,786$; $p<0,05$).

Bu bulguya göre, kan kısıtlamalı gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların kalp atım hızıölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılık uygulamada yüksek düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,907).

Sporcuların kalp atım hızı ölçümleri maksimal kuvvet (ort= 79,226) ve çabuk kuvvet (ort=87,417) antrenmanı yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=119,708$; $p<0,05$). Bu bulguya göre, çabuk kuvvetle gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların kalp atım hızı ölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılık uygulamada yüksek düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,902).

Sporcuların dinlenik olma (ort=67,107), antrenman sonrası (ort=112,161) ve antrenmandan 24 saat sonra (ort=70,696) yapılan kalp atım hızı ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=382,220$; $p<0,05$). Bu farklılığın kaynağı incelendiğinde (post-hoc tests), sporcuların antrenman sonrası kalp atım hızı ölçümlerinin dinlenik olma ve antrenmandan 24 saat sonra ölçümlerine göre daha yüksek olduğu ve bu farklılığın uygulamada önemli kabul edilebilecek büyük bir fark olarak kabul edilebileceği görülmüştür (kısmi eta kare= 0,967).

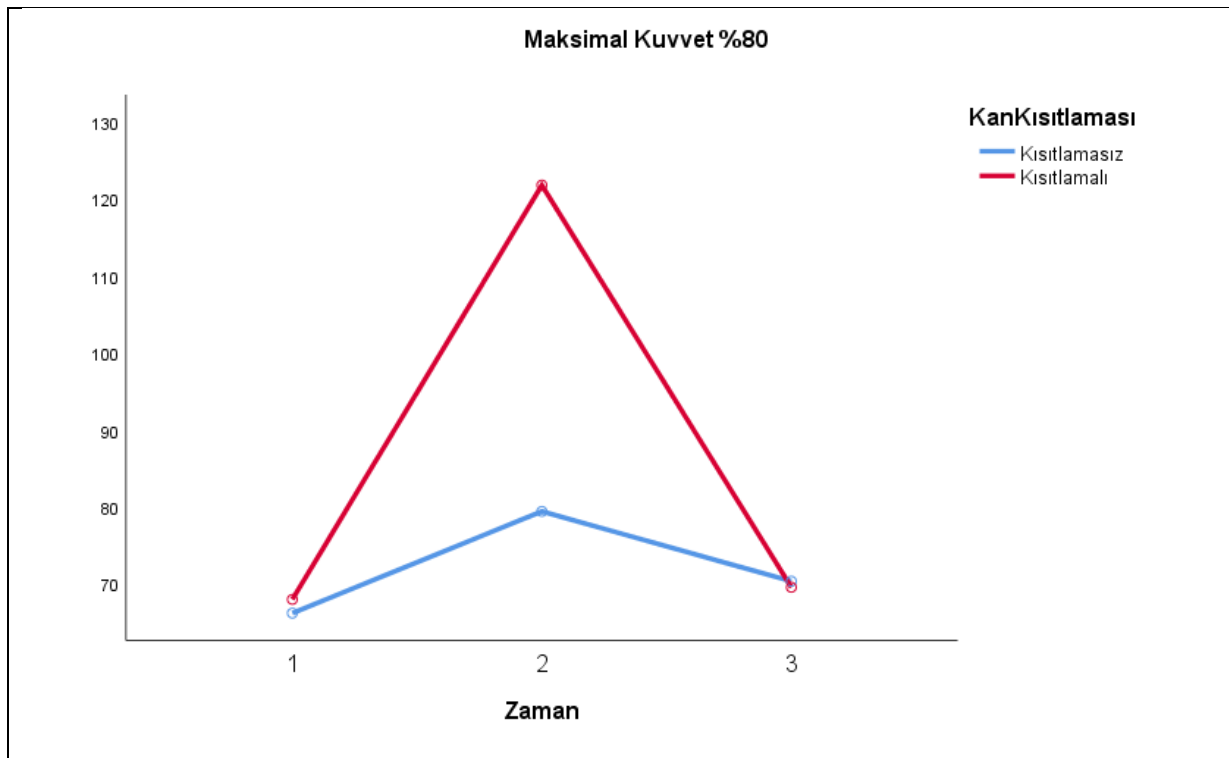
Sporcuların kalp atım hızıölçümleri kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=17,406$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,572). Kan kısıtlamasız maksimal kuvvet (ort=72,000), kan kısıtlamasız çabuk kuvvet (ort=77,000), kan kısıtlamalı maksimal kuvvet (ort=86,452) ve kan kısıtlamalı çabuk kuvvet (ort=97,833) ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların kalp atım hızı ölçümleri kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında, diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, kan kısıtlamalı maksimal kuvvet antrenmanı, kan kısıtlamasız çabuk kuvvet antrenmanı ve kan kısıtlamasız maksimal kuvvet antrenmanı izlemektedir.

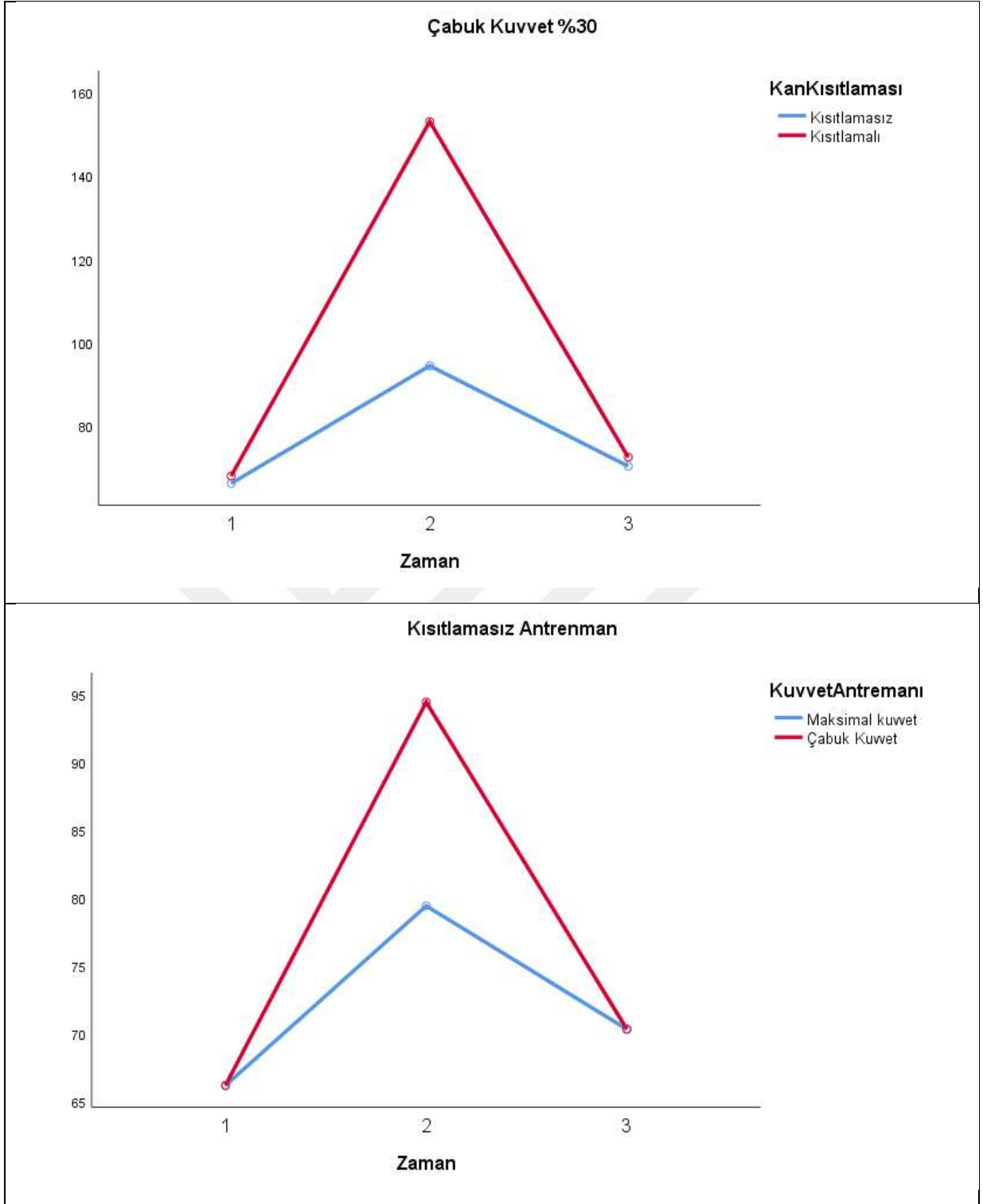
Sporcuların kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları antrenmanlarda dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan kalp atım hızıölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=173,885$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada önemli kabul edilebilecek büyük bir farktır (kısmi eta kare= 0,930). Kan kısıtlamasız dinlenik durum (ort=66,214), kan kısıtlamasız antrenman sonrası (ort=86,929), kan kısıtlamasız antrenmandan 24 saat sonra (ort=70,357), kan kısıtlamalı dinlenik durum (ort=68,000), kan kısıtlamalı antrenman sonrası (ort=137,393), kan kısıtlamalı antrenmandan 24 saat sonra (ort=71,036), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların kan kısıtlamalı kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası kalp atım hızıölçümleri diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir.

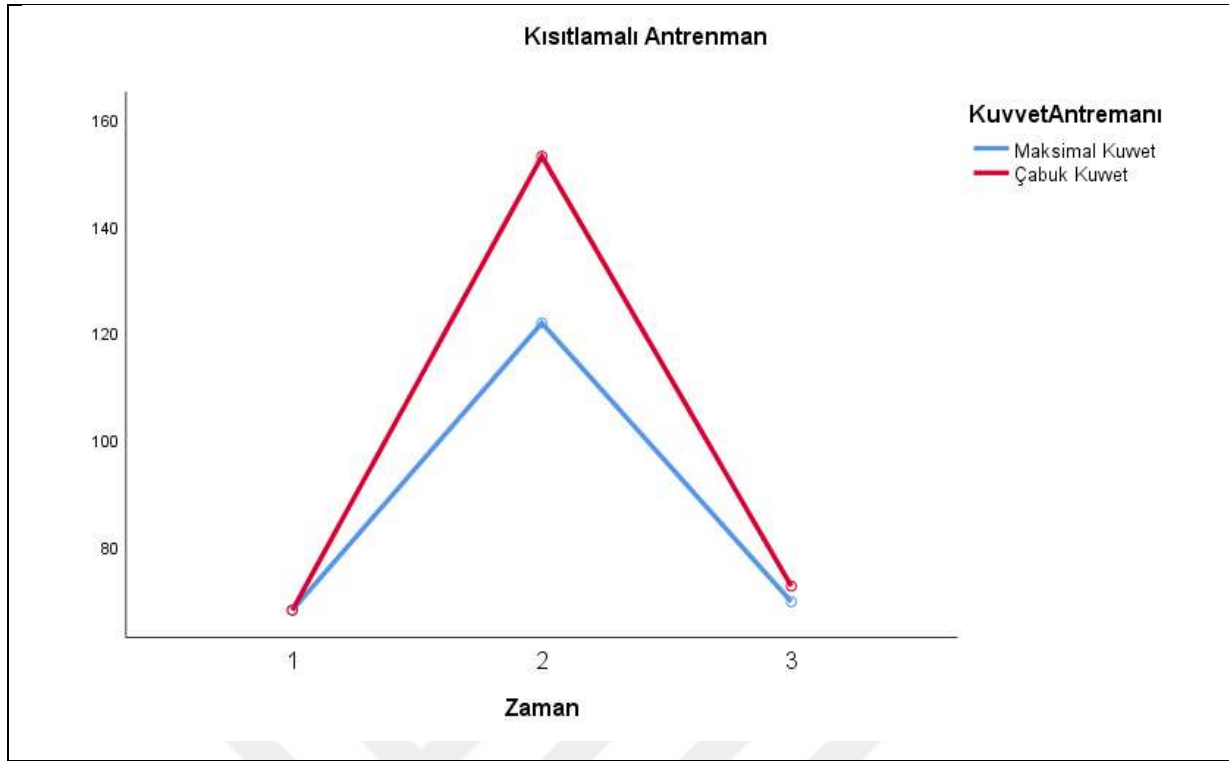
Bunu sırasıyla, kan kısıtlamasız kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, kan kısıtlamalı antrenmandan 24 saat sonra, kan kısıtlamasız antrenmandan 24 saat sonra, kan kısıtlamalı dinlenik durum ve kan kısıtlamasız dinlenik durum için yapılan ölçümler izlemektedir.

Sporcuların maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarında dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan kalp atım hızı ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=93,848$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada önemli kabul edilebilecek büyük bir farktır (kısmi eta kare= 0,878). Maksimal kuvvet dinlenik durum (ort=67,107), maksimal kuvvet antrenman sonrası (ort=100,607), maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=69,964), çabuk kuvvet dinlenik durum (ort=67,107), çabuk kuvvet antrenman sonrası (ort=123,714), çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=71,429), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların çabuk kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası kalp atım hızı ölçümleri diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, maksimal kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra, maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra ve maksimal ve çabuk kuvvet dinlenik durum için yapılan ölçümler izlemektedir.

Gözlenen tüm farklılıklara ilişkin tüm değişimler Şekil 7.' de grafiksel olarak verilmiştir.







Şekil 7 Kalp atım hızı verileri için grup içi karşılaştırmaların gösterimi

Araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin ilişkili ölçümlerde SPO2 için tanımlayıcı istatistikler Tablo 16., ve üç yönlü ANOVA sonuçları Tablo 17.'de verilmiştir.

Tablo 16 Sporcuların SPO2 kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

SPO2	Ortalama	Standart Sapma	N
Kısıtlamasız %80 E.Ö.	97,58	1,564	12
Kısıtlamasız %80 E.S.	95,42	7,561	12
Kısıtlamasız %80 E.S+24saat	92,92	7,342	12
Kısıtlamasız %30 E.Ö.	89,08	7,645	12
Kısıtlamasız %30 E.S.	99,42	13,194	12
Kısıtlamasız %30 E.S+24saat	90,17	6,847	12
Kısıtlamalı %80 E.Ö.	88,17	14,402	12
Kısıtlamalı %80 E.S.	93,25	7,875	12
Kısıtlamalı %80 E.S+24saat	89,00	5,737	12
Kısıtlamalı %30 E.Ö.	89,25	3,911	12
Kısıtlamalı %30 E.S.	113,08	16,228	12
Kısıtlamalı %30 E.S+24saat	94,17	5,750	12

Egzersiz öncesi (E.Ö), Egzersiz sonrası (E.S), Egzersizden 24 saat sonra (E.S+24saat)

Tablo 17 Sporcuların SPO2 kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin ilişkili ölçümlerde üç yönlü ANOVA sonuçları

Değişkenlik	Kareler toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi eta kare
Kan kısıtlaması	5,444	1	5,444	0,080	0,783	0,007
Hata (kan kısıtlaması)	751,722	11	68,338			
Kuvvet antrenmanı	354,694	1	354,694	3,364	0,094	0,234
Hata (kuvvet antrenmanı)	1159,806	11	105,437			
Zaman	2599,042	2	1299,521	19,511	0,000	0,639
Hata (zaman)	1465,292	22	66,604			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	1111,111	1	1111,111	13,039	0,004	0,542
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı)	937,389	11	85,217			
Kan kısıtlaması * zaman	648,014	2	324,007	2,337	0,120	0,175
Hata (kan kısıtlaması*zaman)	3050,319	22	138,651			
Kuvvet antrenmanı * zaman	1531,931	2	765,965	12,408	0,000	0,530
Hata (kuvvet antrenmanı*zaman)	1358,069	22	61,730			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	104,514	2	52,257	0,802	0,461	0,068
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman)	1433,486	22	65,158			

Tablo 17.' e göre kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız gerçekleştirilen iki farklı kuvvet antrenmanının dinlenik durum, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra farklılık gösterip göstermediğine ilişkin etkileşim etkisi (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($F=0,802$; $p>0,05$).

Tablo 17., üçüncü alt probleme ilişkin yanıtın yanı sıra, ana etkiler ve diğer etkileşim etkileri bakımından da istatistiksel sonuçları vermektedir. Bu bulgular aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Sporcuların SPO2 ölçümleri kan kısıtlamalı (ort=94,486) ve kan kısıtlamasız (ort=94,097) antrenman yapmaya göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($F=0,080$; $p>0,05$).

Sporcuların SPO2 ölçümleri maksimal kuvvet (ort=92,722) ve çabuk kuvvet (ort=95,861) antrenmanı yapmaya göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($F=3,364$; $p>0,05$).

Sporcuların dinlenik olma (ort=91,021), antrenman sonrası (ort=100,292) ve antrenmandan 24 saat sonra (ort=91,563) yapılan SPO2 ölçümleri anlamlı farklılık

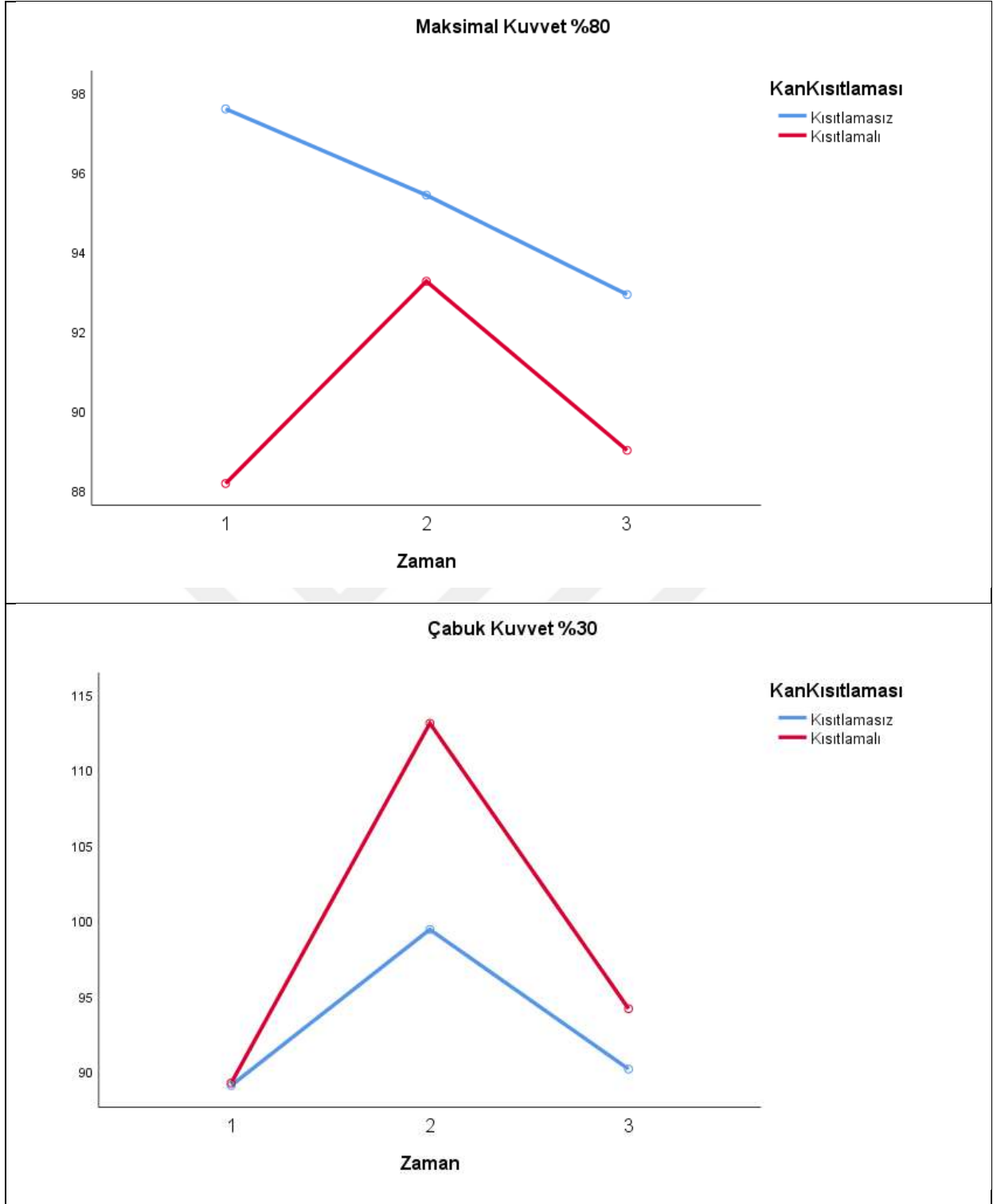
göstermektedir ($F=19,511$; $p<0,05$). Bu farklılığın kaynağı incelendiğinde (post-hoc tests), sporcuların antrenman sonrası SPO2 ölçümlerinin dinlenik olma ve antrenmandan 24 saat sonra ölçümlerine göre daha yüksek olduğu ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,639).

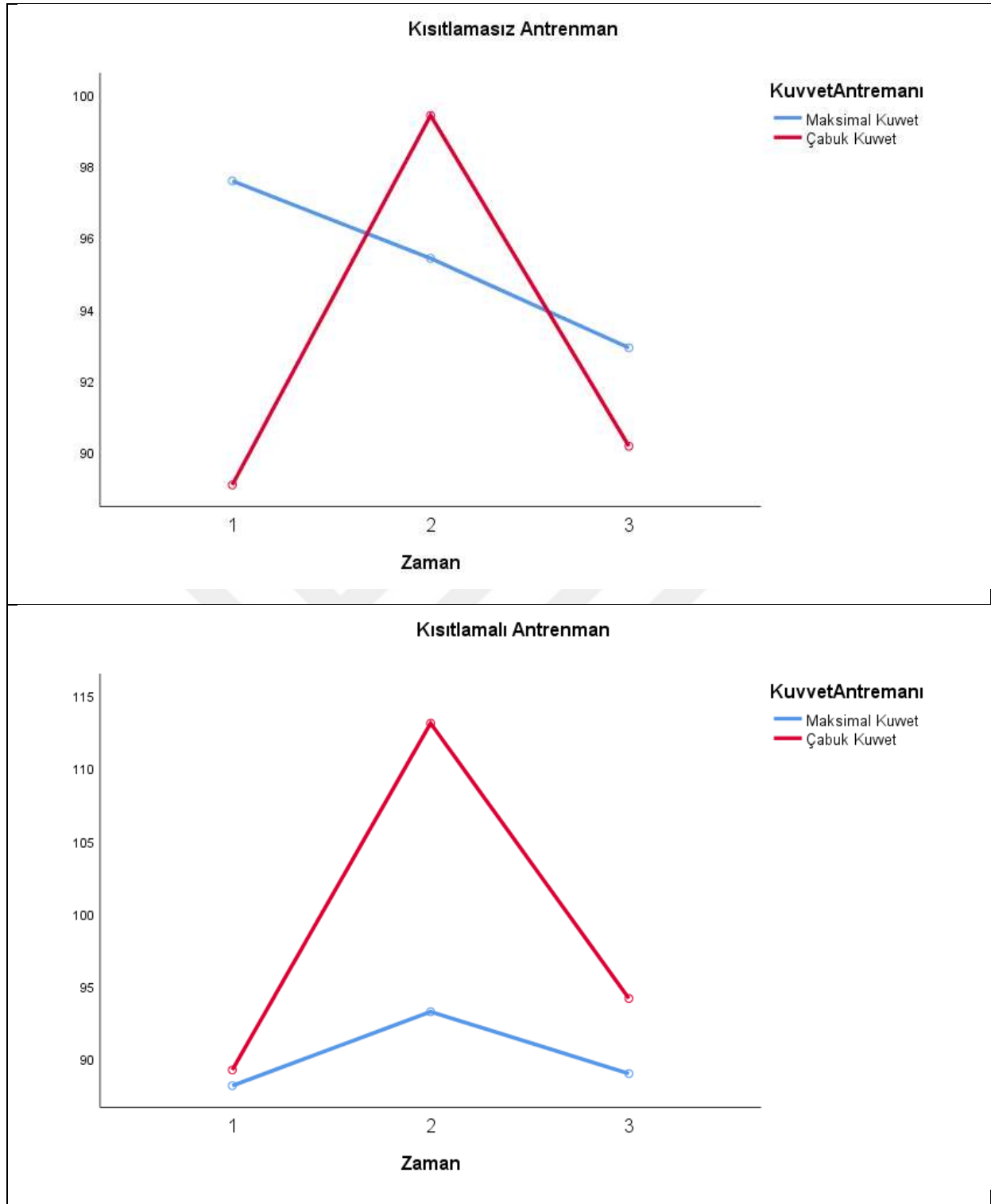
Sporcuların SPO2 ölçümleri kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=13,039$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,542). Kan kısıtlamasız maksimal kuvvet (ort=95,306), kan kısıtlamasız çabuk kuvvet (ort=92,889), kan kısıtlamalı maksimal kuvvet (ort=90,139) ve kan kısıtlamalı çabuk kuvvet (ort=98,833) ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların SPO2 ölçümleri kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında, diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, kan kısıtlamasız maksimal kuvvet antrenmanı, kan kısıtlamasız çabuk kuvvet antrenmanı ve kan kısıtlamalı maksimal kuvvet antrenmanı izlemektedir.

Sporcuların kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları antrenmanlarda dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan SPO2 ölçümleri anlamlı farklılık göstermemektedir ($F=2,337$; $p>0,05$).

Sporcuların maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarında dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan SPO2 ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=12,408$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,530). Maksimal kuvvet dinlenik durum (ort=92,875), maksimal kuvvet antrenman sonrası (ort=94,333), maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=90,958), çabuk kuvvet dinlenik durum (ort=89,167), çabuk kuvvet antrenman sonrası (ort=106,250), çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=92,167), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların çabuk kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası SPO2 ölçümleri diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, maksimal kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, maksimal kuvvet dinlenik durum, çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra, maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra ve çabuk kuvvet dinlenik durum için yapılan ölçümler izlemektedir.

Gözlenen tüm farklılıklara ilişkin tüm değişimler Şekil 8.' de grafiksel olarak verilmiştir.





Şekil 8 SPO2 verileri için grup içi karşılaştırmaların gösterimi

Araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin ilişkili ölçümlerde sistolik kan basıncı için tanımlayıcı istatistikler Tablo 18 ve üç yönlü ANOVA sonuçları Tablo 19.' da verilmiştir.

Tablo 18 *Sporcuların sistolik kan basıncı kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin tanımlayıcı istatistikler*

Sistolik Kan Basıncı	Ortalama	Standart Sapma	N
Kısıtlamasız %80 E.Ö.	115,00	10,806	14
Kısıtlamasız %80 E.S.	135,00	6,748	14
Kısıtlamasız %80 E.S+24saat	121,71	8,213	14
Kısıtlamasız %30 E.Ö.	116,79	11,088	14
Kısıtlamasız %30 E.S.	135,71	7,151	14
Kısıtlamasız %30 E.S+24saat	121,79	9,006	14
Kısıtlamalı %80 E.Ö.	113,57	11,400	14
Kısıtlamalı %80 E.S.	142,57	7,418	14
Kısıtlamalı %80 E.S+24saat	121,99	9,006	14
Kısıtlamalı %30 E.Ö.	117,49	11,088	14
Kısıtlamalı %30 E.S.	162,14	11,831	14
Kısıtlamalı %30 E.S+24saat	123,14	7,273	14

Egzersiz öncesi (E.Ö), Egzersiz sonrası (E.S), Egzersizden 24 saat sonra (E.S+24saat)

Tablo 19 *Sporcuların sistolik kan basıncının kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin ilişkili ölçümlerde üç yönlü ANOVA sonuçları*

Değişkenlik	Kareler toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi eta kare
Kan kısıtlaması	1348,667	1	1348,667	7,171	0,019	0,356
Hata (kan kısıtlaması)	2444,833	13	188,064			
Kuvvet antrenmanı	832,595	1	832,595	14,040	0,002	0,519
Hata (kuvvet antrenmanı)	770,905	13	59,300			
Zaman	24609,190	2	12304,595	177,637	0,000	0,932
Hata (zaman)	1800,976	26	69,268			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	542,881	1	542,881	5,849	0,031	0,310
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı)	1206,619	13	92,817			
Kan kısıtlaması * zaman	2711,619	2	1355,810	17,495	0,000	0,574
Hata (kan kısıtlaması*zaman)	2014,881	26	77,495			
Kuvvet antrenmanı * zaman	702,333	2	351,167	4,400	0,023	0,253
Hata (kuvvet antrenmanı*zaman)	2075,167	26	79,814			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	714,619	2	357,310	3,538	0,044	0,214
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman)	2625,881	26	100,995			

Tablo 19.' a göre kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız gerçekleştirilen iki farklı kuvvet antrenmanının dinlenik durum, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra farklılık gösterip göstermediğine ilişkin etkileşim etkisi (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman)

istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F=3,538$; $p<0,05$). Diğer ifadeyle, sporcuların kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız olarak gerçekleştirdikleri maksimal ve çabuk kuvvet antrenmanlarının zamana bağlı olarak sistolik kan basıncı üzerinde etkisi bulunmaktadır. Etki büyüklüğü (0,214) ise, gözlenen bu farklılık uygulamada düşük düzeyde bir fark olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 19., üçüncü alt probleme ilişkin yanıtın yanı sıra, ana etkiler ve diğer etkileşim etkileri bakımından da istatistiksel sonuçları vermektedir. Bu bulgular aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Sporcuların sistolik kan basıncı ölçümleri kan kısıtlamalı (ort=130,00) ve kan kısıtlamasız (ort=124,333) antrenman yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=7,171$; $p<0,05$). Bu bulguya göre, kan kısıtlamalı gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların sistolik kan basıncı ölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,356).

Sporcuların sistolik kan basıncı ölçümleri maksimal kuvvet (ort=124,940) ve çabuk kuvvet (ort=129,393) antrenmanı yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=14,040$; $p<0,05$). Bu bulguya göre, çabuk kuvvetle gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların sistolik kan basıncı ölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,519).

Sporcuların dinlenik olma (ort=115,536), antrenman sonrası (ort=143,857) ve antrenmandan 24 saat sonra (ort=122,107) yapılan sistolik kan basıncı ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=177,637$; $p<0,05$). Bu farklılığın kaynağı incelendiğinde (post-hoc tests), sporcuların antrenman sonrası sistolik kan basıncı ölçümlerinin dinlenik olma ve antrenmandan 24 saat sonra ölçümlerine göre daha yüksek olduğu ve bu farklılığın uygulamada önemli kabul edilebilecek büyük bir fark olarak kabul edilebileceği görülmüştür (kısmi eta kare= 0,932).

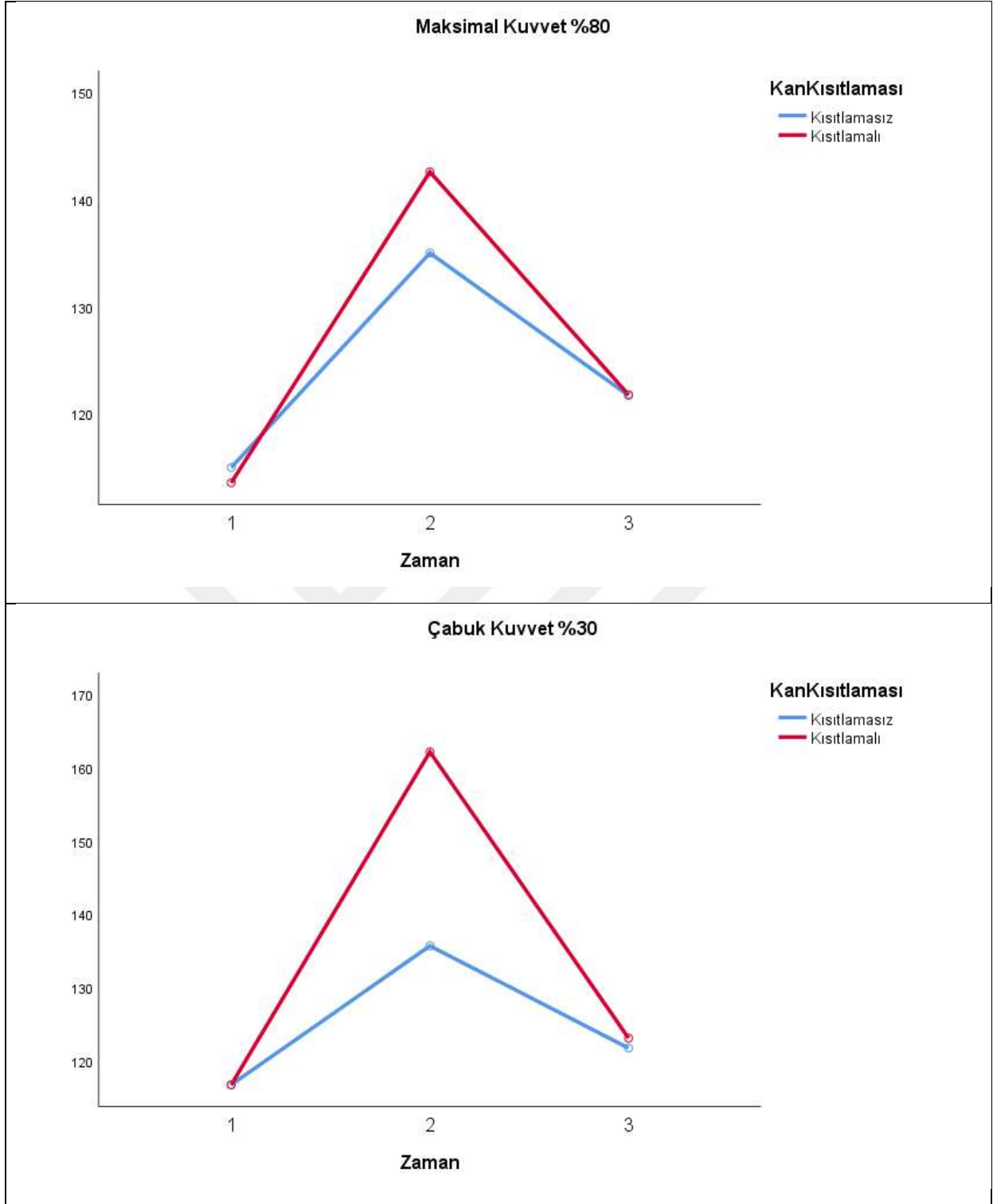
Sporcuların sistolik kan basıncı ölçümleri kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=5,849$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,310). Kan kısıtlamasız maksimal kuvvet (ort=123,905), kan kısıtlamasız çabuk kuvvet (ort=124,762), kan kısıtlamalı maksimal kuvvet (ort=125,976) ve kan kısıtlamalı çabuk kuvvet (ort=134,024) ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların sistolik kan basıncı ölçümleri kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında, diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu

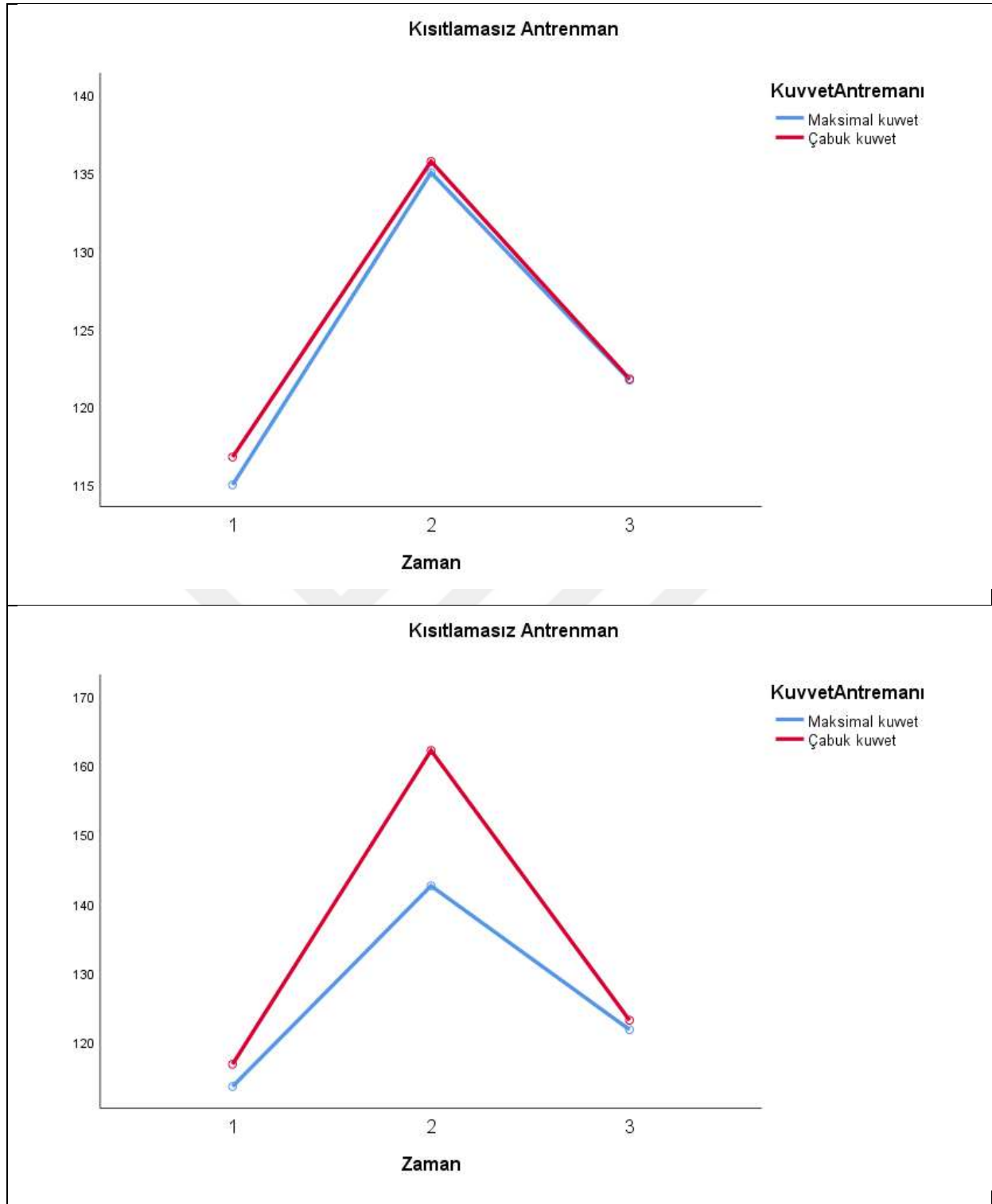
sırasıyla, kan kısıtlamalı maksimal kuvvet antrenmanı, kan kısıtlamasız çabuk kuvvet antrenmanı ve kan kısıtlamasız maksimal kuvvet antrenmanı izlemektedir.

Sporcuların kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları antrenmanlarda dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan sistolik kan basıncı ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=17,495$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde bir farktır (kısmi eta kare= 0,574). Kan kısıtlamasız dinlenik durum (ort=115,893), kan kısıtlamasız antrenman sonrası (ort=135,537), kan kısıtlamasız antrenmandan 24 saat sonra (ort=121,750), kan kısıtlamalı dinlenik durum (ort=115,179), kan kısıtlamalı antrenman sonrası (ort=152,179), kan kısıtlamalı antrenmandan 24 saat sonra (ort=122,464), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların kan kısıtlamalı kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası sistolik kan basıncı ölçümleri diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, kan kısıtlamasız kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, kan kısıtlamalı antrenmandan 24 saat sonra, kan kısıtlamasız antrenmandan 24 saat sonra, kan kısıtlamasız dinlenik durum ve kan kısıtlamalı dinlenik durum için yapılan ölçümler izlemektedir.

Sporcuların maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarında dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan sistolik kan basıncı ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=4,400$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada düşük düzeyde bir farktır (kısmi eta kare= 0,253). Maksimal kuvvet dinlenik durum (ort=114,286), maksimal kuvvet antrenman sonrası (ort=138,786), maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=121,750), çabuk kuvvet dinlenik durum (ort=116,786), çabuk kuvvet antrenman sonrası (ort=148,929), çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=122,464), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların çabuk kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası sistolik kan basıncı ölçümleri diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, maksimal kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra, maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra, çabuk kuvvet dinlenik durum ve maksimal kuvvet dinlenik durum için yapılan ölçümler izlemektedir.

Gözlenen tüm farklılıklara ilişkin tüm değişimler Şekil 9.' da grafiksel olarak verilmiştir.





Şekil 9 Sistolik kan basıncı verileri için grup içi karşılaştırmaların gösterimi

Araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin ilişkili ölçümlerde diyastolik kan basıncı için tanımlayıcı istatistikler Tablo 20., ve üç yönlü ANOVA sonuçları Tablo 21.' de verilmiştir.

Tablo 20 *Sporcuların diyastolik kan basıncı kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin tanımlayıcı istatistikler*

Diyastolik Kan Basıncı	Ortalama	Standart Sapma	N
Kısıtlamasız %80 E.Ö.	68,71	6,318	14
Kısıtlamasız %80 E.S.	78,64	5,514	14
Kısıtlamasız %80 E.S+24saat	69,36	3,543	14
Kısıtlamasız %30 E.Ö.	69,41	6,318	14
Kısıtlamasız %30 E.S.	89,93	6,019	14
Kısıtlamasız %30 E.S+24saat	72,29	6,219	14
Kısıtlamalı %80 E.Ö.	70,93	4,731	14
Kısıtlamalı %80 E.S.	86,71	6,821	14
Kısıtlamalı %80 E.S+24saat	69,07	6,627	14
Kısıtlamalı %30 E.Ö.	70,07	4,698	14
Kısıtlamalı %30 E.S.	99,64	5,078	14
Kısıtlamalı %30 E.S+24saat	70,43	8,150	14

Egzersiz öncesi (E.Ö), Egzersiz sonrası (E.S), Egzersizden 24 saat sonra (E.S+24saat)

Tablo 21 *Sporcuların diyastolik kan basıncının kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zamana göre incelenmesine ilişkin ilişkili ölçümlerde üç yönlü ANOVA sonuçları*

Değişkenlik	Kareler toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi eta kare
Kan kısıtlaması	430,720	1	430,720	23,231	0,000	0,641
Hata (kan kısıtlaması)	241,030	13	18,541			
Kuvvet antrenmanı	891,482	1	891,482	18,129	0,001	0,582
Hata (kuvvet antrenmanı)	639,268	13	49,174			
Zaman	13187,940	2	6593,970	196,633	0,000	0,938
Hata (zaman)	871,893	26	33,534			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	0,720	1	0,720	0,021	0,886	0,002
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı)	440,363	13	33,874			
Kan kısıtlaması * zaman	737,155	2	368,577	9,265	0,001	0,416
Hata (kan kısıtlaması*zaman)	1034,345	26	39,783			
Kuvvet antrenmanı * zaman	1227,536	2	613,768	15,359	0,000	0,542
Hata (kuvvet antrenmanı*zaman)	1038,964	26	39,960			
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	19,940	2	9,970	0,320	0,729	0,024
Hata (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman)	810,226	26	31,163			

Tablo 21.'e göre kan kısıtlamalı ve kısıtlamasız gerçekleştirilen iki farklı kuvvet antrenmanının dinlenik durum, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra farklılık

gösterip göstermediğine ilişkin etkileşim etkisi (kan kısıtlaması*kuvvet antrenmanı*zaman) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($F=0,320$; $p>0,05$).

Tablo 21., üçüncü alt probleme ilişkin yanıtın yanı sıra, ana etkiler ve diğer etkileşim etkileri bakımından da istatistiksel sonuçları vermektedir. Bu bulgular aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Sporcuların diyastolik kan basıncı ölçümleri kan kısıtlamalı ($ort=74,607$) ve kan kısıtlamasız ($ort=77,810$) antrenman yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=23,231$; $p<0,05$). Bu bulguya göre, kan kısıtlamalı gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların diyastolik kan basıncı ölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,641).

Sporcuların diyastolik kan basıncı ölçümleri maksimal kuvvet ($ort= 73,905$) ve çabuk kuvvet ($ort=78,512$) antrenmanı yapmaya göre anlamlı farklılık göstermektedir ($F=18,129$; $p<0,05$). Bu bulguya göre, çabuk kuvvetle gerçekleştirilen antrenmanlarda sporcuların diyastolik kan basıncı ölçümlerine ilişkin ortalama daha yüksektir ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde öneme sahiptir (kısmi eta kare= 0,582).

Sporcuların dinlenik olma ($ort=69,607$), antrenman sonrası ($ort=88,732$) ve antrenmandan 24 saat sonra ($ort=70,286$) yapılan diyastolik kan basıncı ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=196,633$; $p<0,05$). Bu farklılığın kaynağı incelendiğinde (post-hoc tests), sporcuların antrenman sonrası diyastolik kan basıncı ölçümlerinin dinlenik olma ve antrenmandan 24 saat sonra ölçümlerine göre daha yüksek olduğu ve bu farklılığın uygulamada önemli kabul edilebilecek büyük bir fark olarak kabul edilebileceği görülmüştür (kısmi eta kare= 0,938).

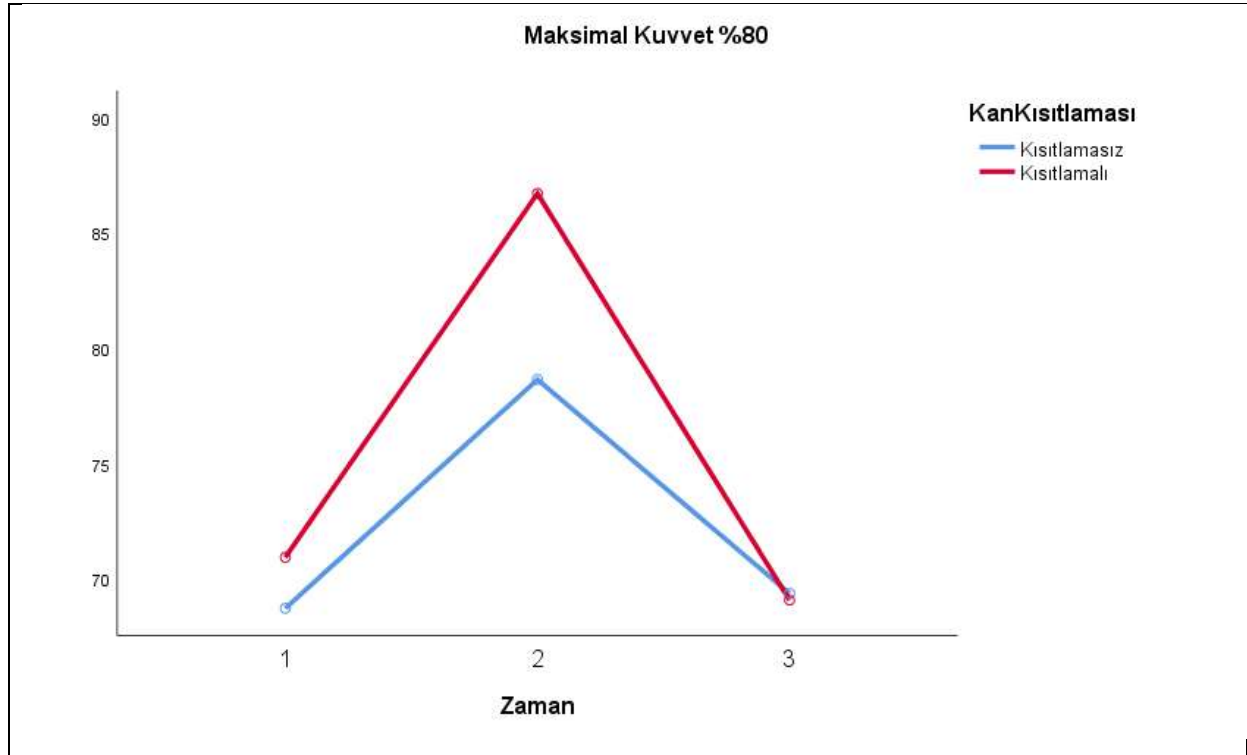
Sporcuların diyastolik kan basıncı ölçümleri kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarına göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($F=0,021$; $p>0,05$).

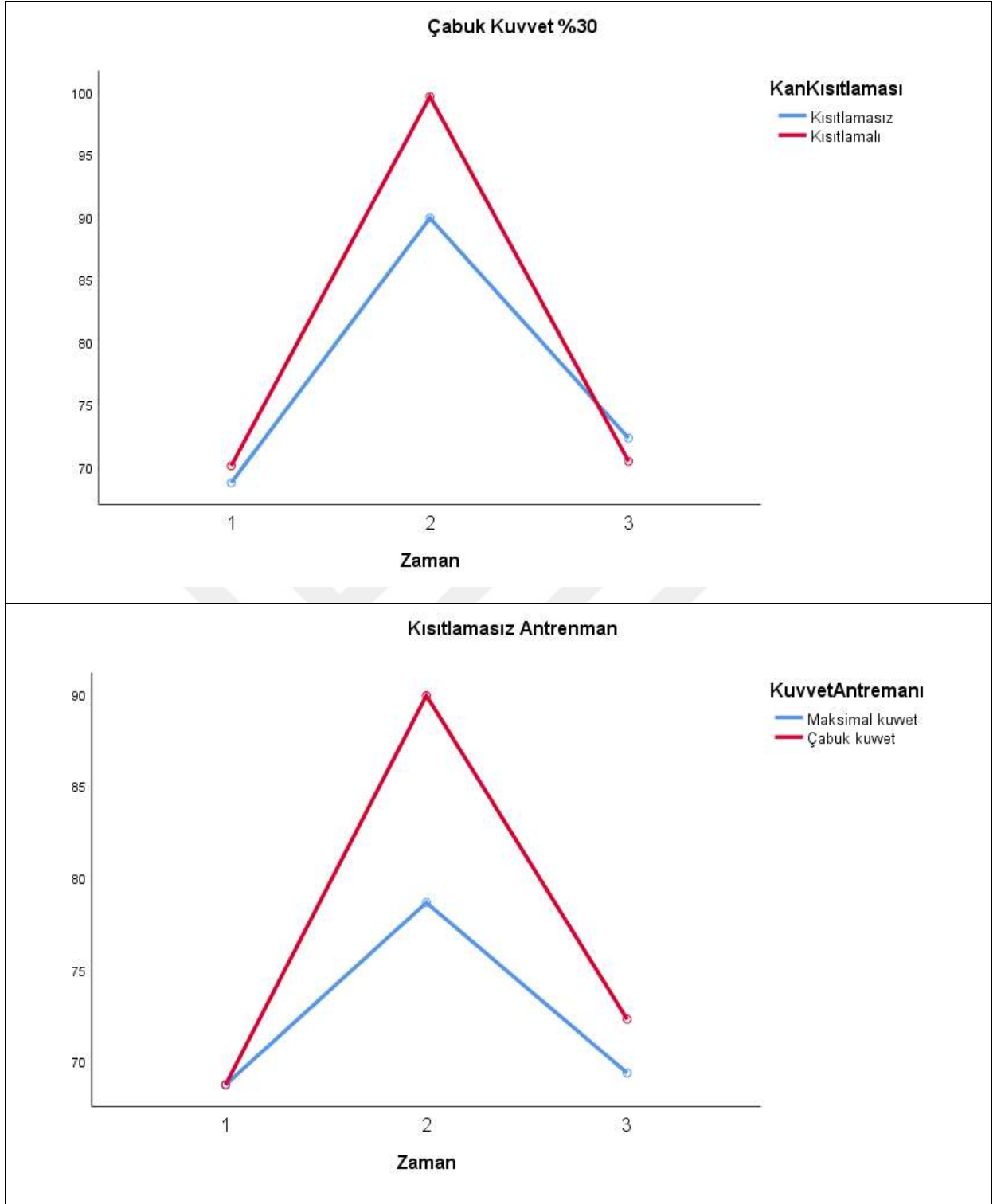
Sporcuların kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları antrenmanlarda dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan diyastolik kan basıncı ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=9,265$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde bir farktır (kısmi eta kare= 0,416). Kan kısıtlamasız dinlenik durum ($ort=68,714$), kan kısıtlamasız antrenman sonrası ($ort=84,286$), kan kısıtlamasız antrenmandan 24 saat sonra ($ort=70,821$), kan kısıtlamalı dinlenik durum ($ort=70,500$), kan kısıtlamalı antrenman sonrası ($ort=93,179$), kan kısıtlamalı antrenmandan 24 saat sonra ($ort=69,750$), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların kan kısıtlamalı kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası diyastolik kan basıncı ölçümleri

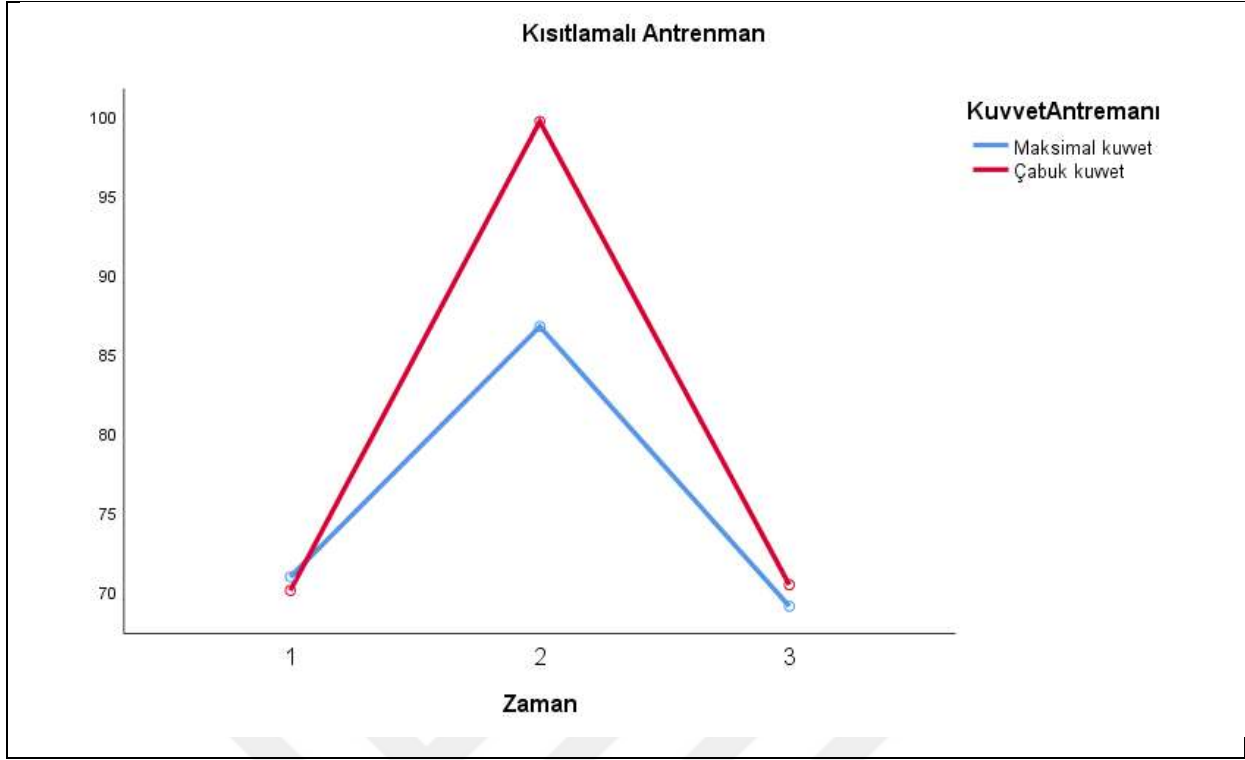
diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, kan kısıtlamasız kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, kan kısıtlamasız antrenmandan 24 saat sonra, kan kısıtlamalı dinlenik durum, kan kısıtlamalı antrenmandan 24 saat sonra ve kan kısıtlamasız dinlenik durum için yapılan ölçümler izlemektedir.

Sporcuların maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarında dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra yapılan diyastolik kan basıncı ölçümleri anlamlı farklılık göstermektedir ($F=15,359$; $p<0,05$) ve bu farklılık uygulamada orta düzeyde bir farktır (kısmi eta kare= 0,542). Maksimal kuvvet dinlenik durum (ort=69,821), maksimal kuvvet antrenman sonrası (ort=82,679), maksimal kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=69,214), çabuk kuvvet dinlenik durum (ort=69,393), çabuk kuvvet antrenman sonrası (ort=94,786), çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra (ort=71,357), ölçümleri arasında gözlenen tüm farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulguya göre, sporcuların çabuk kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası diyastolik kan basıncı ölçümleri diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Bunu sırasıyla, maksimal kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası, çabuk kuvvet antrenmandan 24 saat sonra, maksimal kuvvet dinlenik durum, çabuk kuvvet dinlenik durum ve maksimal kuvvetantrenmandan 24 saat sonra için yapılan ölçümler izlemektedir.

Gözlenen tüm farklılıklara ilişkin tüm değişimler Şekil 10.' da grafiksel olarak verilmiştir.







Şekil 10 Diyastolik kan basıncı verileri için grup içi karşılaştırmaların gösterimi

BÖLÜM 5

TARTIŞMA

Sporda performans gelişimi açısından endokrin (hormonal) sistem önemli bir yere sahiptir. Akut hormonal ve fizyolojik etkilerin incelendiği bu araştırmada elde edilen bulgular sonucunda, maksimal ve çabuk kuvvet antrenmanlar ile kan akımı kısıtlamalı ve kısıtlamasız antrenmanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. Bu farklılıklar zaman ve şiddet değişkenleri bakımından da anlamlı bulunmuştur. Buna göre elde edilen bulguların bir sonucu olarak, düşük şiddetli kan akımı kısıtlama antrenmanlarının iş yükü daha ağır ve zor olan geleneksel yüksek şiddetli kuvvet antrenmanlarına kıyasla, alternatif bir antrenman yöntemi olabileceği düşünülmüştür.

Bu araştırmada; erkek sporcularda alt ekstremiteye uygulanan kan akımı kısıtlamalı ve kısıtlamasız kuvvet antrenman çeşitlerinin (maksimal kuvvet/çabuk kuvvet) vücutta oluşturduğu akut hormonal ve fizyolojik parametrelerdeki değişimlerine ilişkin değişimler literatür kullanılarak aşağıda yorumlanmış ve tartışılmıştır.

5.1. Kas Hipertrofi Belirteçleri GH, IGF-1 Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Sürekli gelişen, yüksek şiddetli egzersiz protokolleri genel popülasyon arasında popülerlik kazanmış ancak akut adaptif tepkilere ilişkin kanıtlardan yoksundur. Literatürde kan akımı kısıtlamanın etkisine bakıldığı araştırmamızda kısıtlamanın uygulandığı ve uygulanmadığı maksimal ve çabuk kuvvet antrenman protokollerinin akut GH ve IGF-1 değişimlerine bakılmıştır.

Araştırmamızda sporcuların GH (Tablo 7) ve IGF-1 (Tablo 9) ölçümleri; kan kısıtlamalı, kısıtlamasız antrenman yapmaya göre; çabuk kuvvet, maksimal kuvvet antrenman şiddetine göre ve egzersiz öncesi, sonrası, 24 saat sonrası zaman farklılıklarına göre anlamlı farklılıklar göstermiştir. Bu bulgulara göre; en yüksek GH (Şekil 3) ve IGF- 1 (Şekil 4) ortalaması, sporcuların kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında ve antrenman sonrası ölçümlerinde oluşmuştur. Kan akımı kısıtlamalı ve kısıtlamasız yöntemlerin hipertrofik etkilerinden biri, kan laktat konsantrasyonlarında bir artışa neden olan iskemik basıncın neden olduğu metabolik stres seviyelerindeki artışla ilişkilidir (Loenneke vd., 2011). Metabolik stresin neden olduğu düşük pH ortamının, kas protein sentezi üzerinde, olası bir etki sergileyen büyüme hormonu (GH) salgılanmasını uyardığı (West ve Phillips 2012) öte yandan bazı çalışmalarda (Loenneke vd., 2012b), GH yükselmesinin, periferik kas dokusunda

lokal olarak üretilen ve ayrıca GH' na yanıt olarak karaciğer tarafından sistematik olarak sentezlenebilen insülin benzeri büyüme faktörü 1 (IGF-1)' in oranlarını da artırabileceği bildirilmiştir (Pearson ve Hussain 2015). Kan akımı kısıtlama antrenmanları ile hormon etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada araştırmamıza benzer şekilde bulgular tespit edilmiştir (Laurentino vd., 2022). Kısıtlamanın olmadığı yüksek şiddetli direnç egzersizi ile kan akımı kısıtlamalı düşük şiddetli direnç egzersizi ve sonrası endokrin yanıtındaki artışlar incelenmiştir. 29 erkek katılımcının bir maksimum tekrarları (1TM) önceden belirlenmiş ve buna göre 1TM' in %20' si (4 set 15 tekrar) ve %80' i (4 set 8 tekrar) şiddetlerinde bacak uzatma egzersizi uygulanmıştır. GH, IGF-1, testosteron, kortizol ve laktat konsantrasyonları ilk antrenman seansından önce istirahatte, egzersizin hemen sonrasında ve egzersizden 15 dakika sonra ölçülmüştür. GH ve IGF-1 değerleri egzersiz sonrası düşük şiddetli kan akımı kısıtlamalı direnç egzersiz ile yüksek şiddetli direnç egzersiz gruplarının her ikisinde de artmış ancak düşük şiddetli kan akımı kısıtlamalı direnç egzersiz grubundaki konsantrasyonlar yüksek şiddetli direnç egzersiz grubundan daha yüksek bulunmuştur ($p = 0.010$). Çalışmada bulgularımıza benzer olarak kısıtlamanın olduğu ve olmadığı kuvvet egzersiz protokollerin her ikisinde de hormon artışları gözlenmiş ancak bu artış kısıtlamanın olduğu protokolde daha yüksek bulunmuştur. Kuvvet egzersizinin tek başına kendisi zaten belirli bir miktarda metabolik strese neden olmaktadır ve kan akımı kısıtlaması ile birleştiğinde, metabolitlerin birikmesini uyarmak ve büyüme hormonunun salgılanmasını artırmak için bu metabolik stresi daha da arttırmaktadır (Madarama vd., 2010). Benzer şekilde, vücut geliştirmeciler ile plazma GH' u seviyelerinin kuvvet antrenman çeşitlerine göre farklılığını inceledikleri bir çalışmada; 4 farklı şiddette (150 mmHg KAK basınçlı 1 MT'ın %30'u - kısıtlamasız tam kas gevşemesine izin vermeyen 1 MT'ın %50' si - kısıtlamasız izometrik kuvvet gelişimini temel alan diz açısı 45° olacak şekilde 1 MT'ın %50' si ve 1 MT'ın %80' i) genel kuvvet antrenmanları yapılmıştır. Sonuçlarda; kısıtlamanın olmadığı kuvvet antrenmanlarında GH' u seviyeleri eşit oranda artmış ancak artış kısıtlamanın olduğu grupta daha yüksek bulunmuştur (Tanimo vd., 2005).

Araştırmamızla benzer bir başka çalışmada, kısa (<5 dakika) ve uzun (~15 dakika) şeklinde oluşturulan 2 farklı egzersiz protokolünün kas gelişiminin fizyolojik belirteçleri olan bazı hormon değerleri üzerindeki akut etkilerini inceleyen çalışmada (Yamanaka vd., 2012); egzersiz öncesi, sonrası, 1., 3. ve 6. saat aralıklarında kan numuneleri alınmıştır. Ortalama kan laktat her iki antrenman çeşidinde de 10 kattan fazla artmıştır. GH her iki antrenman protokolünde artarken, araştırmamızdan farklı olarak IGF-1, IGFBP-1, IGFBP-2 ve VEGF' de zamana bağlı değişiklik gözlenmemiştir ($p>0.05$). Bu tanımlayıcı çalışmanın bulguları, GH

dışında, diğer spesifik hormonda büyüme belirteçlerinde akut farklılıklar olmadığını göstermiştir. Kas hipertrofisine yol açan egzersizlerde özellikle IGF-1 önemli rol oynamaktadır. IGF-1; GH için direkt düzenleyicidir ve GH'nun egzersiz sırasında artması ve sonrasında bu artışın sürdürülebilmesi için aracı bir hormondur. Ancak; IGF-1'in egzersiz sonrası arttığına ilişkin literatür bilgileri kesin kanıtlardan yoksundur. Akut ve kronik egzersizler sonrasında IGF-1'de artışlar olduğu gibi, hiçbir değişiklik gözlenemeyen (Borst vd., 2002), hatta düşüşler rapor eden çalışmalar da mevcuttur (Nindl vd., 2010; Pomerants vd., 2008).

Araştırmamızdan farklı olarak, kan akımı kısıtlayan direnç egzersizlerin akut hormonal yanıtlarına bakıldığı bir başka çalışmada (Vilaves vd., 2022), 10 erkek katılımcıya 2 farklı deney protokolü uygulanmıştır: kan akımı kısıtlaması ile birlikte 1 TM' nin %20' si şiddette dört set (sırasıyla 30, 15, 15 ve 15 tekrar) yarım squat ve yatay göğüs presi (MJRE) uygulanmıştır. Diğer deney protokolü olarak ise, 1 TM' nin %75' i şiddette dört set (sırasıyla 8, 8, 8 ve 20 tekrar) aynı egzersiz programı uygulanmıştır. Setler arası dinlenme süreleri; ilk üç set arasında 90 sn. ve üçüncü ile dördüncü setler arasında 30 sn. olarak ayarlanmıştır. MJRE performansından önce, egzersizden hemen sonra ve 15 dakika sonra kan örnekleri alınmıştır. Büyüme hormonu (GH) ve insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) ve bağlayıcı protein-3 (IGFBP-3) için bir zaman etkisi gözlenmiş ancak protokol ve zamanlar arasında protokol etkisi gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Sadece, egzersiz öncesi ve egzersizden 15 dakika sonra GH serum konsantrasyonlarında sırasıyla %2072,73 ve %2278,5 anlamlı ($p < 0,05$) artışlar gözlenmiştir. Anabolik hormonların salınımının beklenen düzeylerde olmaması, kas fonksiyonu ve kas adaptasyonu ile yakından ilişkilidir. Düzenli antrenman yapmanın bu fonksiyon ve adaptasyonları arttırdığı bilinmekle birlikte, bedensel özelliklerin de performans üzerinde etkili bir unsur olduğu sıklıkla dile getirilmektedir (Barber, 2004). Ayrıca, düşük yük direnç egzersizlerinde farklı manşet basınçlarının bu adaptasyonlar üzerinde etkili olabileceği, kas sentezi ile yakından ilişkili olan GH ve diğer hormonların salgılanmasını tetikleyebileceği bildirilmiştir (Falqueto vd., 2021; Gharahdaghi vd., 2021). Bu basınçlar, 50 mmHg kadar düşük mutlak basınçlardan (Kubota vd., 2011) 300 mmHg yüksek basınçlara kadar (Cook vd., 2007) ulaşmıştır.

Literatüre baktığımızda akut ve kronik etkilerin araştırıldığı birçok çalışma mevcut olmakla birlikte, araştırmamızda akut etkiler gözlenmişti. Benzer şekilde, genç erkeklerde (18-35 yaş) kan akımı kısıtlaması olan ve olmayan direnç egzersizinin akut ve kronik endokrin yanıtları incelenmiştir (Bemben vd., 2022). Diz ekstansiyon ve diz fleksiyon egzersizleri için 6 hafta boyunca haftada 3 gün; 1 TM %20, 4 set (30, 15, 15, 15 tekrar), 1TM

%70, 3 set 10 tekrar, 1TM %45, 3 set 15 tekrar şeklinde üç farklı antrenman programı uygulanmıştır. Değerlendirmeler 1. hafta, 3.hafta ve 6.hafta şeklinde yapılmıştır. Akut hormon (testosteron, IGF-1, IGFBP-3, kortizol) yanıtları, bir gecelik açlığın ardından sabah kan alımı yapılarak 1. ve 6. haftalarda değerlendirilmiştir. Sonuçlar; %20 şiddetindeki antrenman protokolünde; testosteron, IGF-1 ve IGFBP-3'te 1. hafta akut artışlar bulunmuştur. 6.haftada ise artışlar IGF-1' de önemli oranda artmasına rağmen, testosteron ve IGFBP-3' de de benzer sonuçlar çıkmıştır. Buna göre; düşük yoğunluklu kan akımının kısıtlaması ile birleştirilmiş direnç eğitiminin, akut hormon tepkilerini uyarmak için etkili bir yöntem olduğu düşünülmüştür (Bemben vd., 2022)..

Düşük yoğunluklu kan akımı kısıtlama antrenmanın anabolik hormonların yanıt oranları üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada (Sharifi vd., 2020) 18 ila 25 yaşları arasında 40 sağlıklı genç erkek rastgele beş gruba ayrılmıştır: bir seans kısıtlama antrenmanı yapan grup, iki seans kısıtlama antrenmanı yapan grup, bir seans kısıtlama olmadan direnç egzersizi yapan grup , iki seans kısıtlama olmadan direnç egzersizi yapan grup ve kontrol grubu (egzersiz yapmayan). Uygulamalardaki antrenman şiddetleri ise; kısıtlamanın olduğu gruplarda 1TM %20-30 3 set 20 tekrar ve kısıtlamanın olmadığı gruplarda 1TM %70-80 3 set 10 tekrar şeklinde belirlenmiştir. Hem bir seans kısıtlama antrenmanı yapan grup, hem de bir seans kısıtlama olmadan direnç egzersizi yapan gruplar haftada 3 gün (günde 1 seans ve haftada üç seans), iki seans kısıtlama antrenmanı yapan grup ve iki seans kısıtlama olmadan direnç egzersizi yapan gruplar ise yine haftada üç gün (ancak günde iki seans ve haftada altı seans) antrenman yapmışlardır. Sonuçlar, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında dört eğitim grubunun her birinde GH ve testosteron düzeylerinde anlamlı bir artış olmakla birlikte ön test ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında hem akut hem de kronik kuvvet yanıtında bir fark olmamıştır($p>0.05$). Bu çalışmaya benzer nitelikte, akut hormonal yanıtın kas hipertrofisi ile ilişkisini inceleyen bir çalışmada (Ozaki vd., 2017) ; 7 kadın denek için kalp atım hızı rezervinin %45' inde koşu bandının üzerinde 20 dakika süren 2 farklı (kan akımı kısıtlamalı yürüyüş ve kan akımı kısıtlaması olmadan yürüyüş) protokolleri uygulanmış, hormon değerleri için ise egzersizden önce , hemen sonra ve egzersizden 15 dakika sonra kan örnekleri alınmıştır. Kas hipertrofisi ise bir mezura vasıtası ile ölçülmüştür. GH, insülin ve noradrenalindeki değişiklikler ile kan akımı kısıtlamalı yürümeye bağlı kas hipertrofisi değişiklikleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0.05$). Hormonal yanıtlar üzerinde yüksek yoğunluklu direnç egzersizleri gibi düşük yoğunluklu kan akımı kısıtlama egzersizlerinin benzer etkileri bilinmektedir. Akut hormon ve kuvvet gelişimleri arasında bir

ilişkinin olmaması durumu, egzersizlerin aynı hacim, şiddet ve setlerde yapıldıklarında tüm hormonlarda büyük tepkilerle sonuçlanamayacağı şeklinde bildirilmiştir (Sharifi vd., 2020). Kan akımı kısıtlamalı direnç egzersizi sırasında; basıncın seviyesi önemli olmakla birlikte bireysel basıncı belirleme imkanı sunan doppler' in altın standart olarak kabul edildiği daha önceki bölümlerde paylaşılmıştı. Ancak basınçlı manşetler pratik manşetlere kıyasla kullanımı pahalı ve zordur. Literatüre baktığımızda; otomatik basınçlı manşetlerin (Örneğin; KAATSU) yanı sıra araştırmamızla benzer şekilde basıncın dopplersiz manuel olarak ayarlandığı (Örneğin; H+CUFF) manşetler gibi basıncın hiç bilinmediği ve tamamen elastik bir bandın sıkılmasına dayalı olan pratik manşetler de kullanılabilir. Üst ekstremitede (lat pulldown , omuz pres, triseps pushdown'da bir tekrar maksimum (1TM) egzersizi) düşük şiddetli direnç egzersizi sırasında manşetler arasındaki hormonal ve metabolik tepkileri karşılaştıran çalışmada (Oliveira vd., 2020); kan örnekleri egzersizden önce, egzersizden 10 dakika ve 15 dakika sonra şeklinde alınmış hormon değerlerine bakılmıştır. Basınçlı manşet ve pratik manşet basınç uygulamalarının arasında bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Ancak KAK uygulamasında basıncın belirlenmesi için literatürde çoğunlukla kullanılan keyfi basınçların antrenman şiddetine ve kişiden kişiye göre değişebileceği bilgisi unutulmamalıdır. Araştırmamızın olası bir sınırlaması da basıncı kişiye özgü otomatik olarak belirleyen bir turnike sistemi yerine manuel şişirilebilir manşonların kullanılmasıdır.

Hem üst ekstremitede hem alt ekstremitede kullanılan kan akımı kısıtlama uygulamaları arasındaki hormonal değişiklikleri inceleyen çalışmada (Madarama vd., 2010); üst ekstremit ve alt ekstremit kasları için düşük şiddetli kan akımı kısıtlamalı direnç egzersizine verilen endokrin tepkiler incelenmiştir. Karşılaştırmalarda; kan laktatı, plazma noradrenalin ve serum büyüme hormonu, testosteron, kortizol değerleri ölçülmüştür. 9 erkek katılımcıdan (26.3 +/- 3.1 yıl) kısıtlama ile üst ekstremit (biceps curl ve triceps press down) ve alt ekstremit (leg extension ve leg curl) egzersizleri uygulanmış ve egzersizden önce ve sonra kan değerleri toplanmıştır. Tüm egzersizlerde, bir tekrar maksimumun (1TM) %30' u kadar yük kullanılmış, 30 tekrarlık ilk setin ardından ikinci ve üçüncü setler başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Her egzersiz programında, üst kollarının (üst ekstremit) veya uyluklarının (alt ekstremit) proksimal kısımları elastik kemerlerle iki taraflı olarak sıkıştırılmıştır. Sonuçlar; hem üst ekstremit hem de alt ekstremit, testosteron, laktat, noradrenalin, GH, kortizol ve IGF-I konsantrasyonlarında önemli artışlara neden olmuştur. Egzersiz öncesi değerlerle karşılaştırıldığında üst ekstremit ve alt ekstremit arasında sadece serum GH konsantrasyonunun eğri altındaki alanda kaldığı ve üst ekstremitedeki salınımın alt ekstremitiye göre daha az olduğu gözlenmiştir. Alt ekstremitiye

takip eden daha fazla GH salgılanmasının bu duruma neden olabileceği ve uzun süreli bir egzersiz periyodunun neden olacağı kas hipertrofisi için daha avantajlı olabileceği bildirilmiştir. Araştırmamızda benzer olarak kan akımı kısıtlama uygulaması alt ekstremitelerde kullanılmıştı. Benzer şekilde, aynı şiddetli (1 MT' nin %20' si ve sistolik kan basıncın %50' si basınç) kan akımı kısıtlama antrenmanlarının hem alt hem üst ekstremitelerde üzerindeki etkileri araştırılan çalışmada (Sato vd., 2005b) kan örnekleri laktat, GH ve noradrenalin değişimlerini incelemek için egzersiz hemen bitimi, 15 dk. sonrası ve 60 dk. sonrası şeklinde alınmıştır. Egzersizin hemen bitimi ve 15 dk. sonra laktat ve noradrenalin düzeyi anlamlı bir şekilde artmış ve 60 dk. sonra her ikisi eski seviyeleri oranında azalmıştır. Ancak, GH seviyesi azalmamış 60 dk. sonrasında da seviyesini korumuştur. Kol ve bacak kan akımı kısıtlama karşılaştırıldığında ise, GH' da alt ekstremitelerde anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ($P<0,001$). 1 MT' in %80' i şiddetinde yapılan bir kuvvet antrenmanının sonucu olarak GH, testosteron, IGF-1, kortizol atışı olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışma ile %20 şiddetinde bile benzer etkinin elde edilebileceği bildirilmiştir.

Egzersiz yoğunluğu açısından çoğu kısıtlama egzersiz protokolü, 1TM %20 ile %50 arasındaki egzersiz yüklerini içersede (Nakajima vd., 2010; Yasuda vd., 2010), literatürde sınırlı sayılarda olmakla birlikte yüksek şiddetli 1TM' nin %70-90' na denk gelen protokoller de mevcuttur. Yüksek şiddetlerde KAK kuvvet antrenmanının akut etkilerini araştıran çalışmalar (Neto vd., 2014; Rawska vd., 2019; Wilk vd., 2021; Wilk vd., 2022), hem squat hem de bench press için %70-90 1TM' ye kadar yükler kullanmıştır. KAK manşetlerinin takılması, KAK olmayan duruma kıyasla halter hızında ve güç çıkışlarında %20' ye varan bir artışla sonuçlanmıştır. Ancak literatürde çoğunlukla, 1 TM %50' den yüksek yüklerin herhangi bir ek avantaj sağladığı görülmemiştir (Laurentino vd., 2008). Bu bilgilere göre, kas hipertrofisi ve kuvvet performansı üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada (Wernbom vd., 2006); 16 fiziksel olarak aktif erkek birey, yüksek yoğunluklu KAK (HI ve KAK) ve orta yoğunluklu KAK (MI ve KAK) iki gruba ayrılmıştır. Egzersiz sırasında kan akımı azaltmak için sağ uyluğun proksimal ucuna oklüzyon manşeti takılmıştır. Sol bacak kontrol görevi görmüş, böylece damar tıkanıklığı olmadan egzersizlerine devam etmiştir. Diz uzatma 1 TM ve kuadriseps kas kesit alanı antrenman öncesi ve sonrası değerlendirilmiştir. Hem güç kazanımları hem de kuadriseps hipertrofisi için yalnızca ana zaman etkisi bulunmuş ($p < 0.001$), şiddet etkisi gözlenmemiştir ($p>0.05$). Bu çalışmada elde edilen veriler için olası açıklama yüksek yoğunluklu bir antrenman sırasında kaldırılan ağır yüklerin doğal bir intramüsküler oklüzyon oluşturmastır. Kaldırılan ağırlık, kişinin 1MT' nin % 50-60' ından fazla olması durumunda kas içinde oluşan gerilim doğal olarak kan akımı

kısıtlayacak kadar büyük olabilir ve yüksek yoğunluklu bir antrenman sırasında kan akımı kısıtlanması herhangi bir avantaj sağlamayacaktır. Bununla birlikte, 1MT' ın %50'si ile dinamik diz ekstansiyon egzersizi yapıldığında kan akımı kısıtlanmasının dayanıklılık üzerinde hiçbir etkisi olmadığı da bulunmuştur (Yasuda vd., 2009). Araştırmamızda da kuvvet gelişimi ile ilişkili olan hormon değerlerine bakılmış sonuçlar karşılaştırıldığında, kan kısıtlamalı çabuk kuvvet (1 TM %30) antrenmanları kan kısıtlamalı maksimal kuvvet (1 TM %80) antrenmanlarına göre daha yüksek ortalamalar göstermişti (ort=3,881; ort=2,181).

Literatür ile birlikte araştırma sonuçlarımız ele alındığında, kan akımı kısıtlama uygulaması ile birleştirilmiş düşük şiddetli kuvvet egzersizlerin kas kuvveti gelişiminin hormonal etki mekanizması üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

5.2. Kas Hasarı Belirteçleri CK, LDH Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Performans gelişiminde kuvvet egzersizlerin etkileri; yüklenme şiddeti, setler, tekrarlar, dinlenme süreleri ve hareket hızları gibi birçok faktöre bağlıdır (Spiering vd., 2008). Atletlerde kas gücü ve hipertrofisini artırmak için sıklıkla kullanılan yöntemler, büyük kas gruplarının aktif olarak kullanıldığı, yüksek yük ve hacimler (maksimum <10 tekrar, egzersiz başına 10 tekrardan oluşan 6 veya daha fazla set) ile setler arası kısa dinlenmelerin olduğu protokollerdir (Izquierdo vd.,2009; Tesch, 1988). Bununla birlikte, ağır kuvvet protokolleri sırasında aşırı mekanik kuvvet, kas sarkomerini zedeleyerek egzersize bağlı kas hasarına neden olabilmektedir. Kreatin Kinaz (CK) ve Laktat Dehidrogenaz (LDH) seviyeleri, yorucu veya alışılmamış egzersize verilen kas hasarı yanıtının dolaşımdaki önemli olan dolaylı göstergeleridir (Sorichter vd., 1999). Egzersiz sonrası ağrı ve yorgunluk ile kendisini gösteren CK ve LDH seviyeleri, kanda artması ile birlikte kısmen oksidatif stresin aracılık ettiği yüzey zarı hasarına ve sarkomer mimarisinin bozulmasına neden olmaktadır (Aoi vd., 2013; Gissel ve Clausen 2001). Bu bağlamda; farklı kan akımı kısıtlama uygulamaları ile (1 M.T.' ın %80-40-20' si basınçsız geleneksel kuvvet antrenmanı ile 160-300 mmHg arası değişen iki farklı basınçlı geleneksel kuvvet antrenmanı) protokollerinin yorgunluk ve yüzdesel olarak kuvvet azalımına baktıkları çalışmada (Summer vd., 2007); 3 set aralarındaki 90 saniyelik dinlenme sırasında basınç hem tamamen sıfırlanmış hem de hiç değiştirilmeden basınç sıklığı devam ettirilmiştir. Çalışmanın sonuçları; % 20 şiddette 160 mmHg basınçta aralı antrenmanın ve % 20 şiddette 300 mmHg basınçta aralıksız antrenmanın, % 80 ve %40 şiddetlerinde yapılan geleneksel kuvvet antrenmanlarına kıyasla daha fazla bir yoğunluk oluşturduğunu bildirmiştir. Çalışmada yorgunluk, set ve tekrarlardaki düşme sayısına bağlı olarak belirlenmiştir.

Kas hasarı aynı zamanda farklı bir bakış açısı ile kuvvet ve hipertrofi için gerekli bir durumdur. Mikrotravma teorisine göre; ağır direnç egzersizlerini takiben kas degradasyonundan sonra, kas tamir süreçleri başlamaktadır. Bu süreçte; kas satelit hücreleri veya kas uydu hücreleri adı verilen hücreler rol almaktadır. Bunlar aynı zamanda kasların gelişmesini de sağlamaktadır ve normal şartlar altında bu hücreler kendilerini çoğaltamazlar; ancak kas yırtılması gibi büyük veya kas çalışma sırasındaki gibi "mikro" ölçekte bir hasar oluştuğunda, hızla bölünmeye başlarlar ve yeni kas miyofiberleri oluştururlar (Charge, 2004; Morgen, 2003). Geniş katılımlı ve iyi kontrol edilmiş bir çalışmada; kuvvet ile kas hasarının ilişkili olduğu gösterilmiştir (Smith ve Miles, 2000). Araştırma konumuzda kas hasarını kuvvet gelişimi açısından incelemiştik.

Çalışmalar, yüksek antrenman sıklığında kısıtlama ile kombine edilmiş egzersizlerin çok kısa dinlenme aralıklarına sahip olan protokollerde dahi (haftada 6 güne kadar günde 2 KAK antrenmanı, haftada toplam 12 antrenman seansı) kısa bir süre içinde bile (1-2 hafta) başarılı olduğunu, kas hipertrofisi ve kuvvetinde önemli artışlar sağladığını göstermiştir (Pope vd., 2013). Literatürde kan akımı kısıtlama uygulamalarının faydalı kas etkilerini gösteren çok sayıda çalışma olmasına rağmen, kas hasarı insidansına yol açıp açmayacağı ve hatta artırabileceği konusunda sorular gündeme gelmiştir. Egzersiz sırasında kasa kan akımı kısıtlaması uygulamanın iskemik reperfüzyon ile kas hasarına neden olabileceği öne sürüldüğü gibi (Blaisdell, 2012), çok kısa sürelerde bile kas ve kuvvet gelişimi sağlayan KAK egzersiz uygulamalarının bu yüksek yoğunluğu sayesinde 24 saat sonra temel değerlere dönerek kas hasarını azaltabileceği veya koruyabileceği de düşünülmüştür (Curty vd., 2018; Loennneka vd., 2014; Sudo vd., 2015). Çelişkili sonuçlara rağmen, düşük şiddetli KAK egzersizin belirli koşullar altında kas hasarına neden olabileceği bildirilmiştir (Sieljacks vd., 2016).

Akut CK ve LDH değişimlerinin bakıldığı araştırmamızda; CK (Tablo 11) ve LDH (Tablo 13) ölçümleri kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız antrenman yapmaya göre, zaman farklılıklarına göre anlamlı farklılık göstermiş ($p<0,05$), ancak kuvvet şiddetlerine göre anlamlı farklılıklar göstermemiştir ($p>0,05$). Nielsen ve diğerleri (2012); kas hasarında oluşan büyük bir artışın, yüksek şiddetli yapılan kısıtlama antrenman protokollerinde genellikle görülmediğini bildirmiştir. Bu görüşü destekler nitelikte, araştırmamızda egzersiz sonrası ve 24 saat sonra ölçümlerinde % 30 KAK CK ortalama değerleri, % 80 KAK CK ortalama değerlerinden daha yüksek bulunmuştu (Tablo 10). Ayrıca uzatma kasılmalarının sayısı arttıkça kas hasarının da arttığı bildirilmiştir (Howatson vd., 2007; Nosaka vd.,2001).% 30

şiddetinde uygulanan çabuk kuvvet protokolümüzde de tekrar sayısı sayıca daha fazlaydı (Şekil 5) ve bu protokolde kas hasarı daha yüksek gözlenmişti (Tablo 10).

Orta yoğunlukta eksantrik 4 setten oluşan diz uzatma hareketi sırasında bacak kaslarına kan akımı kısıtlandığında, CK değerleri arasında farklılık olup olmadığına bakılan çalışmada; CK değeri 24 saat sonra pik seviyelerine ulaşmış, kan akımı kısıtlaması olmayan grup ile karşılaştırıldığında anlamlı farklar bulunmuştur (Behinger vd., 2018). Araştırmamızda da benzer olarak CK değerleri egzersizi takiben 24 saat sonra yapılan ölçümlerde en yüksek değerlerine ulaşmış, kan akımının kısıtlandığı ve kısıtlanmadığı antrenmanlara göre anlamlı bir farklılık göstermişti ($p<0,05$) (Şekil 5). KAK uygulamasının neden olduğu kas hasarını, muhtemelen metabolit oluşumu gibi diğer faktörlerle ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Takarada vd., 2000a ; Suga vd., 2010). Yine çalışma bulgularımızda CK ve LDH seviyeleri egzersizden hemen sonra istatistiksel olarak anlamlı yükselmeler göstermiş ancak LDH değerleri 24 saatlik istirahat sonrası tekrar bazal seviyelerine ulaşırken CK değerleri bazal seviyelerine gerilememiştir. Her iki enzimde de 24 saat sonra artışlar gözleyen çalışmalar olduğu gibi, LDH ile ilgili olarak bazal seviyelerine gerilediğini tespit eden çalışmalar da mevcuttur (Schneider vd., 2005).

Kan akımı kısıtlama egzersizine bağlı kas hasarının artış gösterip göstermemesi konusunda hala tutarsızlıklar vardır. Kas hasarının dolaylı belirteçlerindeki değişiklikler için KAK ve KAK olmadan dirsek fleksörlerinin düşük yoğunluklu (1TM %30) eksantrik kasılmalarının karşılaştırıldığı çalışmada; 9 sedanter erkek (18-26 yaş) katılımcıya, bir kola kısıtlama uygulanmış diğer kola ise uygulanmamıştır (Thiebaud vd., 2014). Sonuçlar; maksimum istemli izometrik kasılma torku, hareket açıklığı, üst kol çevresi, kas kalınlığı ve egzersize bağlı kas hasarı açısından egzersizden önce, hemen sonra, 1, 2, 3 ve 4 gün sonra ölçülmüştür. Sonuçlar, KAK uygulamasının düşük yoğunluklu eksantrik kasılmalarla kas hasarını etkilemediğini göstermiştir.

Maksimal ve çabuk kuvvet olmak üzere iki farklı şiddette egzersiz protokollerinin uygulandığı egzersiz yoğunluğunun kas hasarı üzerindeki etkilerini inceleyen kronik etkili bir çalışmada (Ertel vd., 2020) yüksek yoğunluklu egzersizin düşük yoğunluklu egzersize göre daha fazla kas hasarına neden olduğu görülmüştür. Bulguların aksine çalışmamızda bir fark bulunamamıştı ($p>0,05$). Bu noktada, araştırmamızın akut etkili olması ve antrenman etkisinin kısa olması düşünülmüştür.

Serum CK ve LDH görünümü kas zarı hasarını düşündürmektedir. Ancak bulgularımızın aksine KAK uygulamalarından sonra bu biyobelirteçlerde artışın gözlenmediği çalışmalar da mevcuttur (Takarada vd., 2000b). Bunun nedeni, egzersizden elde edilen plazma

İnterlökin-6 (IL-6)' nın ana kaynağının makrofajlardan değil, kas kasılmasının kendisinden olmasıdır (Pedersen ve Fischer, 2007). Bununla birlikte, bu çalışmanın potansiyel bir sınırlaması olarak, akut etkili olması ve günler boyunca süren bir zaman akışının olmaması, eğer süre uzatılırsa bu değişkenlerde farklı değişimlerin olabileceği düşünülmüştür. Bu düşünceyi destekler nitelikte; kas zarındaki olası hasarın göstergesi olarak akut plazma CK düzeylerinin değerlendirildiği çalışmada (Takarada vd., 2000b); KAK uygulamasını takip eden ilk 24 saat boyunca kan örnekleri toplanmış ve CK' da herhangi bir değişiklik gözlenmemiş ancak, egzersizden 2 ve 4 gün sonra büyük artışlar gözlenmiştir.

Kan akımının kısıtlandığı protokollere baktığımızda kısıtlamanın sürekli ve aralıklı olduğu çalışmalar mevcuttur. Düşük yük dirençli egzersizin, sürekli ve aralıklı kan akımı kısıtlaması (KAK) ile kas hasarı belirteçleri olan kreatin kinaz (CK), laktat dehidrogenaz (LDH), protein karbonil (PC) ve tiyobarbitürik üzerindeki etkisini karşılaştırıldığı çalışmada (Neto vd., 2018)., 10 erkek atlet; %20 1 TM' de düşük şiddetli sürekli kan akımı kısıtlaması ve %20 1 TM' de düşük şiddetli aralıklı kan akımı kısıtlama ile kan akımı kısıtlaması olmayan yüksek şiddetli direnç egzersizlerine katılmıştır. CK ve LDH seviyeleri egzersizden önce, egzersizden 24 saat sonra ve egzersizden 48 saat sonra ölçülmüştür. Sonuç olarak; egzersizden 24 saat sonra düşük yüklü sürekli kan akımı kısıtlaması ile düşük yüklü aralıklı kan akımı kısıtlamasında ve egzersizden 48 saat sonra yüksek yoğunluklu direnç egzersizi ile düşük şiddetli sürekli kan akımı kısıtlamalarında CK' da önemli bir artış gözlenmiştir. Ancak sürekli veya aralıklı KAK protokolleri arasında bir fark bulunamamıştır. Bu protokoller oksidatif stres belirteçlerini etkilememiştir. Araştırmamızda sürekli kısıtlama protokolü kullanılmıştı.

Kan akımı kısıtlama uygulamasında uygulanan basınç seviyesinin önemi daha önceki bölümlerde bildirilmişti. Eksantrik bir egzersiz sonrası bireyselleştirilmiş oklüzyon basıncı ile dolaylı kas hasarı belirteçleri üzerindeki etkileri değerlendiren çalışmada; 20 mmHg gibi sahte bir protokol oluşturulmuş CK değerlerine bakılmıştır. Hipotezin aksine sonuçlar, bireysel oklüzyon basıncının şaşırtıcı bir şekilde sahte oluşturulan protokolün yarattığı plasebo etkisinden farklı olmadığını göstermiştir (Santos vd., 2021). Bu durumda, hipoksiden önce gelen zarar verici bir egzersizin kas hasarı tepkilerini köreltebileceği öne sürülmüştür (Franz vd., 2018).

5.3. Fizyolojik Parametrelerin Kalp atım hızı, Sistolik-Diyastolik Kan Basıncı, Oksijen satürasyonu Değerlendirilmesi

Vücut sisteminde akut yanıtlar, tek bir fiziksel aktivite veya egzersize yanıt olarak meydana gelen eylemlerdir. Fiziksel bir aktivite veya egzersiz sırasında vücudun yapması gereken çok iş ve çok sayıda adaptasyon bulunmaktadır. Vücudun akut tepkilerinin araştırılması ve incelenmesi fiziksel aktivite, egzersiz, spor ve atletik performans sırasında vücut sistemlerinin vücudun işleyişini nasıl kontrol ettiğinin çok daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır (ACSM, 2010).

Egzersiz sırasında artan metabolik stres ile birlikte aktif iskelet kaslarındaki oksijen talebinin artışı, hem merkezi hem de periferik vasküler tepkilere neden olmaktadır (Hogan, 2009). Artan metabolik stres ile birlikte, arter duvarının dıştan sıkıştırılması ve endotelin kayma stresi, vazomotor tonusun otonomik sempatik kontrolünü sınırlayarak, sonunda aktif kas içinde CO' in yeterli dağılımını sağlayan dengeli bir vazodilatasyon seviyesine yol açmaktadır (Saltin vd., 1998). Oluşan tüm bu tepkilerin kan akımı kısıtlama egzersizlerinden etkilendiği bilinmektedir (Credeur vd., 2010; Mouser vd., 2017). Kan akımı kısıtlamalı düşük şiddetli kuvvet egzersizlerinin kardiyovasküler yanıt üzerindeki etkinliği, kısıtlamanın seviyesine (Rossow vd., 2012), düşük ya da yüksek egzersiz şiddeti (Staunton vd., 2015) gibi faktörlere bağlıdır. Kan akımı kısıtlama sonucunda oluşan sempatik hiperaktivite, kan basıncını, kalp atım hızını, sistematik vasküler direnci artırmaktadır (Spranger vd., 2015). Ancak egzersize verilen akut cevapları az sayıda araştırma cevaplamıştır (Ferreira vd., 2017; Tai vd., 2019).

Akut etkilerine baktığımız araştırmada kalp atım hızı (Tablo 15) ile sistolik kan basıncı değerleri (Tablo 19); kısıtlamanın olduğu ve olmadığı gruplarda, egzersiz öncesi, sonrası, 24 saat sonrası zaman farklılıklarında ve maksimal kuvvet, çabuk kuvvet yüklenme şiddetlerinde anlamlı farklılıklar göstermişti ($p<0,05$). Oksijen satürasyonu (Tablo 17) ile diyastolik kan basıncı ölçümlerinin (Tablo 21) ise; kan kısıtlaması, kuvvet antrenmanı ve zaman etkileşim etkisi açısından istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştü ($p>0,05$).

Çalışmamızla benzer şekilde, düşük şiddetli kan akımı kısıtlama uygulamasının hemodinamik yanıtları ve vasküler fonksiyon üzerindeki etkilerine bakılan bir meta-analiz çalışmasında; toplam 1437 makale taranmış ve toplam 378 denekle 12 randomize kontrollü çalışma dahil edilmiştir. Düşük şiddetli kan akımı kısıtlama (LL- KAK) uygulamasının erişkinlerde kalp atım hızı, sistolik ve diyastolik kan basıncındaki artışlar dahil olmak üzere akut hemodinamik tepkileri uyardığını göstermiştir (de Queiros vd., 2022).

Kan akımı kısıtlamalı ve kan akımı kısıtlaması olmadan alt ekstremiteye uygulanan akut squat egzersizinin, egzersiz sonrasında kan laktat seviyesi ve kardiyovasküler tepkiler üzerine etkisi araştırılmıştır (Yalçın 2023). 30 sağlıklı erkek katılımcı squat egzersizlerini yapmak üzere hem deney, hem kontrol gurubu olarak ikiye ayrılmış, egzersiz öncesi ve sonrası kan değerleri alınmıştır. Katılımcıların diyastolik kan basınç değerlerinin deney ve kontrol gruplarına göre farklılık göstermediği, sistolik kan basınç değerlerinin, kalp atım hızı değerlerinin ve laktat değerlerinin deney ve kontrol gruplarına göre farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir ($p=0,015$). Araştırmamızın bulgularında da, sporcuların kalp atım hızı ve sistolik kan basıncı ölçümleri farklılık göstermişti. Araştırmamızın bulguları ile benzer olarak, egzersiz sonrası kalp atım hızı ve kan basıncında oluşan artışların düşük şiddetli kan akımı kısıtlama egzersizlerinden sonra kısıtlamanın olmadığı gruptan daha yüksek olduğu değerlendirilmiş ancak basınç ve egzersiz şiddeti gibi değişiklikler ile bu yüksekliğin azaltılabileceği bildirilmiştir (Shimizu vd., 2016). Kuvvet egzersizlerinde egzersizin şiddeti ile orantılı olarak kalp atım hızının arttığı bilinmektedir. Ağırlık kaldırma gibi anaerobik egzersizler (konsantrik, eksantrik) sırasında, kan basıncı aerobik egzersizdeki değerlerden biraz daha fazla yüksek değerler göstermekte ve yüklenme şiddeti arttıkça bu değerler daha da artmaktadır (Kenney vd., 2011). Araştırmamızda bir anaerobik egzersiz protokolü kullanılmıştı.

Bulgularımızın devamı olarak, diyastolik kan basıncı ölçümleri kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız yaptıkları maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarına göre anlamlı farklılıklar göstermemiştir. Kan basıncındaki değişikliklerin yapılan aktivitenin türüne, şiddetine bağlı olarakta değiştiği bilinmektedir. Yeterli yoğunluktaki akut aktivite sistolik kan basıncını artırırken, diyastolik kan basıncını değiştirmemekte ya da sınırlı sayıda arttırmaktadır (Gordon, 2009). Ayrıca, kan basıncının akut etkisi istirahat kan basıncı düzeyi ile de ilişkilidir. Tekrarlanan kan akımı döngüleri incelenmesine rağmen, kısıtlanmış egzersizin istirahat durumundaki kan basıncı değerlerine etkisi kapsamlı bir şekilde değerlendirilmemiştir (Wong vd., 2022). Araştırma bulgularımızda dinlenik sistolik ve diyastolik kan basıncı ortalama değerlerinde bir fark görülmemiştir. Benzer şekilde kan akımı uygulaması ile birleştirilmiş direnç egzersizinde normal sağlıklı bireylerde kan akımı kısıtlaması olan ve olmayan egzersizler arasında istirahat diyastolik kan basıncında bir fark gözlenmemiştir (Spranger vd., 2015). Geleneksel dinamik direnç eğitimi, kan basıncında akut olarak büyük değişiklikler üretmektedir, ancak bu tür egzersizin tekrarlanan nöbetleri söz konusu olduğunda, istirahat sistolik (~ 2 mmHg) ve diyastolik (~ 3 mmHg) kan basıncında

küçük de olsa düşüslere neden olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (Cornelissen ve Fagard, 2005).

Zaman değişimine göre incelemelerin yapıldığı çalışmada (Wong vd., 2022), kan akımı kısıtlaması olan ve olmayan antrenmanlar arasında kalp hızı, sistolik ve diyastolik kan basıncı ölçümlerinde ortalama farklar alınmış, kalp atım hızı ve sistolik kan basıncı istirahat halindeki değerlerle karşılaştırıldığında anlamlı farklar gözlenirken ($p<0,05$), diyastolik kan basıncı ölçümlerinde herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir ($p>0,05$). Düşük şiddetli kan akımı kısıtlama egzersizlerinin kan basıncı ve kalp atım hızı üzerindeki akut tepkisi ile ilgili olarak egzersizi takiben araştırmamızdan farklı olarak 0.dakikada değil 30 dakika sonra normal seviyelere gelebileceği, dinlenme sırasındaki sistolik kan basıncının kısıtlamanın uygulanmadığı kontrol gruplarında önemli ölçüde düşük çıktığı bildirilmiştir. Bunun nedeni olarak; kan akımı serbest bırakıldıktan sonra, lokal olarak, hızlı bir şekilde tıkanmış kanın reperfüzyon sürecinin başlatılmasıyla lokal kan akışında bir artış başlamakta ve bu da kan basıncının akut tepkisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Rossow vd., 2011; Neto vd., 2015). Sistolik kan basıncı ve kalp hızı, arteriyel kan akışının dinamiklerini tanımlayan değişkenlerdir. Fiziksel aktivite sırasında, kalp atım hızı kaslara ve beyne oksijen bakımından zengin ek kan sağlamak için artmaktadır. Aktiviteden kısa bir süre sonra kalp atım hızı düzenli olarak spor yapan kişilerde istirahatte azalmaktadır (Reimers vd., 2018). Fiziksel aktivitenin sık performansı da kan basıncını düşürmektedir (Carpio vd., 2016). Bu noktada, egzersiz sonrası 0. dakika' da ölçümlerin alınması çalışma bulgularımızdaki artışın nedeni olarak düşünülmüştür.

Kan akımı kısıtlama egzersizlerinin, kardiyak ön yükü azaltması ile yüksek kan basıncına sahip hastalar için etkili bir yöntem olabileceği belirtilmiştir (Araújo ve ark, 2014; Wong vd., 2018). Ancak önceki çalışmaların aksine, düşük şiddetli kan akımı kısıtlama antrenmanları ile geleneksel düşük veya yüksek şiddetli kuvvet antrenmanları arasında düşük seviyelerde kan basıncının etkisi olmasına rağmen, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmadığı çalışmalar da mevcuttur (Domingos vd., 2018). Alt ekstremitelerde kan akımı kısıtlama egzersizin 10 erkek katılımcının kardiovasküler sonuçlarına bakılan çalışmada (Ozaki., vd.,2010), hem kısıtlamalı olarak hem de kısıtlamasız olarak farklı günlerde bisiklet ergometresinde maksimal oksijen alımının ($VO_2 \max$) %20, 40 ve 60'ı ayarlanmış olarak bir protokol uygulanmış ve antrenmanların neden olduğu değişimler birbirleri ile kıyaslanmıştır. Her iki grubun da $VO_{2\max}$ ihtiyacı artmış, kalp debisi, atım hacmi, kalp atım oranı, arterier basıncı ve total prifer direnç parametrelerinde, artan egzersiz şiddeti ile orantılı olarak bir artış gözlenmiş, araştırmamızın bulgularının aksine gruplar arası bir fark

tespit edilememiştir. Uygulanan kısıtlamanın kalp ve dolaşım sal bir değişimi değil sadece kassal bir gelişimi tetiklediği düşünülmüştür. Benzer şekilde çalışmalar; düşük şiddetli kan akımı kısıtlama protokolleri ile kısıtlamanın olmadığı direnç egzersizi protokollerinin her ikisinde de artışların olduğunu ve bir fark olmaksızın benzer kalp atım hızı ve kan basıncı gelişimi ile sonuçlandığını bildirmiştir (Kacin vd., 2011; Loenneke vd., 2012a).

Araştırmamızda gözlemlenen bir başka değişken oksijen (O₂) satürasyonuydu (SPO₂). Akut veya kronik kısıtlamanın oluşturduğu hipoksik ortamda hem dinlenim hem de artan şiddetteki egzersiz sırasında kandaki SPO₂ ve dolayısıyla periferik O₂ varlığında azalma meydana gelmekte, bunun sonucunda sempatik aktivitede artış olmakta ve azalan kalp debisinde artış sağlanması için taşikardi uyarılarak yeterli O₂ sağlanması için bir cevap oluşmaktadır. Hipoksik ortamda yapılan maksimal egzersiz SpO₂'nin daha fazla azalmasına neden olurken ortaya çıkan azalmanın büyüklüğü hipoksi seviyesine de bağlıdır (Favret ve Richalet, 2007; Goods vd., 2014; Peltonen vd., 2001; Smith ve Billaut, 2010). Araştırmamızın bulgularında sporcuların SPO₂ ölçümleri kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında, diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahipti (Tablo 16). Sonuçlarımızın aksine, kısıtlama ile birlikte düşük yoğunlukta uygulanan kuvvet egzersizinin egzersiz sonrası SpO₂'yi azalttığı bulunmuştur (Neto vd., 2016). Sporcuların SPO₂ ölçümleri kan kısıtlamalı ve kan kısıtlamasız antrenman yapmaya göre anlamlı farklılık göstermemiştir. Bununla birlikte literatürdeki bilgilere baktığımızda, kan akımı kısıtlama uygulamasının SpO₂'yi düşürmesi beklendiğinden, araştırma sonuçlarımızda artması bir çelişki yaratmıştır (Şekil 8). Yakın tarihli bir çalışmada da benzer sonuçlar gözlenmiştir (Filippou vd., 2023). Kısıtlanmış uzuvun daha iyi oksijenlenmesi, sınırlı kan akımına bağlı olarak kısıtlama noktasına periferik olan telafi edici vazodilatasyon nedeniyle açıklanabilmektedir. Ayrıca ölçümlerde sürekli hareketin söz konusu olmasının ölçümleri etkileyebileceği düşünülmüştür. Çünkü hareket SpO₂ değerinin doğruluğu ve güvenilirliğini sınırlayan faktörlerden birisidir. Araştırmamızda oksijen satürasyonu ölçümleri için parmağa takılan pulse oksimetre cihazı kullanılmıştı (Resim 4). Aşırı hareket, titreme gibi dışsal faktörlerin cihazın çalışmasını veya doğruluğunu bozabileceği düşünülmüş ve olası sınırlılıklardan bir diğeri olarak nitelendirilmiştir.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, kuvvet antrenmanlarında kan akımı kısıtlama uygulamasının akut hormonal ve fizyolojik değişimlerinin sonuçları sıralanmış ve gelecekte yapılacak çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

- Sporcuların tüm değişkenleri; kısıtlamalı ve kısıtlamasız, maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet, antrenman öncesi, sonrası ve 24 saat sonrası şeklinde *kan kısıtlaması*kuvvet*zaman değişkenleri olarak değerlendirilmiştir.

- Sporcuların büyüme hormonu değerleri; kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında ve antrenman sonrası ölçümlerinde diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir.

- Sporcuların IGF-1 değerleri; kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında ve antrenman sonrası ölçümlerinde diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir.

- Sporcuların CK değerleri; kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında ve antrenmandan 24 saat sonrası ölçümlerinde diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir.

- Sporcuların LDH değerleri; kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında ve antrenman sonrası ölçümlerinde diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir.

- Sporcuların kalp atım hızları; kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında antrenman sonrası ölçümlerinde diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir.

- Sporcuların SPO2 değerleri; kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında, diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir. Kısıtlamalı ve kısıtlamasız dinlenik olma, antrenman sonrası ve antrenmandan 24 saat sonra ölçümlerinde ise bir farklılık görülmemiştir.

- Sporcuların sistolik kan basıncı değerleri; kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında, antrenman sonrası ölçümlerinde diğerlerine göre en yüksek ortalamaya sahiptir.

- Sporcuların diyastolik kan basıncı değerleri; kan kısıtlamalı çabuk kuvvet antrenmanlarında ve antrenman sonrası ölçümlerinde diğerlerine en yüksek ortalamaya sahiptir. Kan kısıtlamalı

ve kan kısıtlamasız yaptıkları maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanlarına göre ise bir farklılık görülmemiştir.

ÖNERİLER

-Geleneksel yüksek şiddetli kuvvet egzersizlerin tolere edilemediği durumlarda, kan akımı kısıtlama uygulaması ile birleştirilmiş düşük şiddetli kuvvet egzersizlerinin, performans gelişimi açısından alternatif etkili bir egzersiz yöntemi olabileceği söylenebilir.

-Araştırmamızda akut etiklere bakılmıştır. Benzer olarak kronik etkiler de araştırılabilir ve literatüre katkı sağlanabilir.

-Farklı yüklenme şiddetleri ile kan akımı kısıtlamanın etkileri araştırılabilir.

-Araştırmanın çalışma grubu; mevcut bütçe ile sınırlı biyokimyasal parametreler doğrultusunda değerlendirilmiş, tek bir gruplu 14 kişiden oluşmuş ve yarı deneysel olarak gerçekleştirilmiştir. Daha geniş katılımcı sayısına ulaşarak deneysel çalışmalarla desteklenebilir.

- Literatürde daha az çalışılan kadın sporcu ve sedanterlerde kan akımı kısıtlama antrenmanın etkileri araştırılabilir.

- Antrenörler, sezon öncesi hazırlık dönemi gibi belirli dönemlerde kas kuvveti gelişimi için, kan akımı kısıtlama antrenman metodundan faydalanabilir.

- Literatürde de yer alan kan akımı kısıtlama uygulamasındaki güvenlik sorunlarına yönelik kullanılan manşetler ile ilgili bir kılavuzun oluşturulması literatüre katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Abe, T., Yasuda, T., Midorikawa, T., Sato, Y., CF, K., Inoue, K., ... & Ishii, N. (2005). Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(1), 6-12. <https://doi.org/10.3806/ijktr.1.6>
- Abe, T., Kawamoto, K., Yasuda, T., CF, K., Midorikawa, T., & Sato, Y. (2005). Eight days KAATSU-resistance training improved sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(1), 19-23. <https://doi.org/10.3806/ijktr.1.19>
- Adeva-Andany, M., López-Ojén, M., Funcasta-Calderón, R., Ameneiros-Rodríguez, E., Donapetry-García, C., Vila-Altesor, M., & Rodríguez-Seijas, J. (2014). Comprehensive review on lactate metabolism in human health. *Mitochondrion*, 17, 76–100. <https://doi.org/10.1016/j.mito.2014.05.007>
- Ahmad, S. S., Ahmad, K., Lee, E. J., Lee, Y. H., & Choi, I. (2020). Implications of insulin-like growth factor-1 in skeletal muscle and various diseases. *Cells*, 9(8), 1773. <https://doi.org/10.3390/cells9081773>
- Akkoç, O., Gözübüyük, Ö. (2020). Klasik hipertrofi ile kan akışı sınırlandırılarak yapılan antrenmanların kas kuvveti ve kalınlığı açısından karşılaştırılması . *Spor Bilimleri Dergisi*, 30 (4) , 158-167.
- American College of Sports Medicine. (2009). American college of sports medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41, 687-708.
- American College of Sports Medicine position stand. (2002). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687.
- American College of Sports Medicine. (2010). Acsm's introduction to exercise scien. 1rd Ed. *Library of Congress Cataloging, Philadelphia*. ISBN: 978-0- 7817-7811-4.
- Anderson, A. B., Owens, J. G., Patterson, S. D., Dickens, J. F., & LeClere, L. E. (2019). Blood flow restriction therapy: from development to applications. *Sports medicine and arthroscopy review*, 27(3), 119–123. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000240>
- Anthony, C.H. (2006). Stress and the neuroendocrine system: the role of exercise as a stressor and association between muscle deoxygenation and muscle hypertrophy.
- Aoi W., Naito, Y., Yoshikawa, T. (2013). Role of oxidative stress in impaired insulin signaling associated with exercise-induced muscle damage. *Free Radical. biol. Med*; 65, 1265–1272.
- Araújo, J. P., Silva, E. D., Silva, J. C., Souza, T. S., Lima, E. O., Guerra, I., & Sousa, M. S. (2014). The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. *Journal of human kinetics*, 43, 79–85. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0092>
- Baikoglu, S, Kaldirimci, M. (2019). Effect of ischemic pre-conditioning on lactate and anaerobic performance. *Acta Medica Mediterranea*, 35(1), 159-164.
- Baikoglu, S. (2019). İskemik önkoşullamanın sporcu performansına etkisi derleme çalışması. *Ulusal Spor Bilimleri Dergisi*, 3(1),41-50.

- Behringer, M., Heinke, L., Leyendecker, J., & Mester, J. (2018). Effects of blood flow restriction during moderate-intensity eccentric knee extensions. *The journal of physiological sciences*, 68(5), 589–599.
- Bell, Z. W., Dankel, S. J., Spitz, R. W., Chatakondi, R. N., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2019). The perceived tightness scale does not provide reliable estimates of blood flow restriction pressure. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(4), 516-518.
- Bemben, D. A., Sherk, V. D., Buchanan, S. R., Kim, S., Sherk, K., & Bemben, M. G. (2022). Acute and chronic bone marker and endocrine responses to resistance exercise with and without blood flow restriction in young men. *Frontiers in physiology*, 13, 837631. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.837631>
- Biazon, T. M. P. C., Ugrinowitsch, C., Soligon, S. D., Oliveira, R. M., Bergamasco, J. G., Borghi-Silva, A., & Libardi, C. A. (2019). The association between muscle deoxygenation and muscle hypertrophy to blood flow restricted training performed at high and low loads. *Frontiers in physiology*, 10, 446. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00446>
- Bompa, T.O. ve Haff, G.G., (2015). *Dönemleme: antrenman kuramı ve yöntemi* (çev. Tanju Bağırhan). Spor Yayınevi ve Kitabevi, Ankara. (Eserin orijinali 2009 yılında yayımlandı.). 14, 43, 79, 109-131, 330-430.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization-: theory and methodology of training*. Human kinetics.
- Bond, C. W., Hackney, K. J., Brown, S. L., & Noonan, B. C. (2019). Blood flow restriction resistance exercise as a rehabilitation modality following orthopaedic surgery: a review of venous thromboembolism risk. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 49(1), 17-27.
- Borst, S. E., Vincent, K. R., Lowenthal, D. T., & Braith, R. W. (2002). Effects of resistance training on insulin-like growth factor and its binding proteins in men and women aged 60 to 85. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(5), 884–888. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50215.x>
- Brancaccio, P., Maffulli, N., & Limongelli, F. M. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British medical bulletin*, 81-82, 209–230. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldm014>
- Burgomaster, K. A., Moore, D. R., Schofield, L. M., Phillips, S. M., Sale, D. G., & Gibala, M. J. (2003). Resistance training with vascular occlusion: metabolic adaptations in human muscle. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(7), 1203–1208. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000074458.71025.71>
- Büyükoztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (18. baskı). Ankara, Pegem Akademi.
- Callegari, G. A., Novaes, J. S., Neto, G. R., Dias, I., Garrido, N. D., & Dani, C. (2017). Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after different resistance and aerobic exercise protocols. *Journal of human kinetics*, 58, 65–72. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0071>
- Carpio-Rivera, E., Moncada-Jiménez, J., Salazar-Rojas, W. & Solera-Herrera, A. (2016). Acute effects of exercise on blood pressure: a meta-analytic investigation. *Arq. Bras. Cardiol.*106, 422–433.
- Casey, D. P., & Joyner, M. J. (2012). Compensatory vasodilatation during hypoxic exercise: mechanisms responsible for matching oxygen supply to demand. *The Journal of physiology*, 590(24), 6321–6326. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.242396>

- Centner, C., Wiegel, P., Gollhofer, A., & König, D. (2019). Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(1), 95–108. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0994-1>
- Chandler, R. M., Byrne, H. K., Patterson, J. G., & Ivy, J. L. (1994). Dietary supplements affect the anabolic hormones after weight-training exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 76(2), 839–845. <https://doi.org/10.1152/jappl.1994.76.2.839>
- Chargé, S. B., & Rudnicki, M. A. (2004). Cellular and molecular regulation of muscle regeneration. *Physiological reviews*, 84(1), 209–238. <https://doi.org/10.1152/physrev.00019.2003>
- Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouadi, R., Khalifa, R., Van Den Tillaar, R., Chamari, K., & Shephard, R., (2011). Match analysis of elite adolescent team handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2410-2417.
- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 81(11), 52–69. <https://doi.org/10.1097/00002060-200211001-00007>
- Clarkson, M. J., May, A. K., & Warmington, S. A. (2020). Is there rationale for the cuff pressures prescribed for blood flow restriction exercise? A systematic review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(8), 1318–1336. <https://doi.org/10.1111/sms.13676>
- Cook, S. B., Clark, B. C., & Ploutz-Snyder, L. L. (2007). Effects of exercise load and blood-flow restriction on skeletal muscle function. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(10), 1708–1713. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31812383d6>
- Cook, C. J., Kilduff, L. P., & Beaven, C. M. (2014). Improving strength and power in trained athletes with 3 weeks of occlusion training. *International journal of sports physiology and performance*, 9(1), 166-172.
- Coombes, J. S., & McNaughton, L. R. (2000). Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 40(3), 240–246.
- Cornelissen, V. A., & Fagard, R. H. (2005). Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of hypertension*, 23(2), 251–259. <https://doi.org/10.1097/00004872-200502000-00003>
- Cumming, K. T., Paulsen, G., Wernbom, M., Ugelstad, I., & Raastad, T. (2014). Acute response and subcellular movement of HSP 27, α B-crystallin and HSP 70 in human skeletal muscle after blood-flow-restricted low-load resistance exercise. *Acta physiologica*, 211(4), 634-646.
- Curty, V.M., Melo, A.B., Caldas, L.C., Guimarães-Ferreira, L., de Sousa, N.F., Vassallo, P.F., Vasquez, E.C., ...Barauna, V.G. (2018). Restriction of blood flow reduces muscle damage caused by eccentric exercise without perceptual and cardiovascular overload. *Clin Physiol Function Monitoring*; 38 (3), 468–476.
- Çakır-Atabek, H., & Açıkada, C. (2007). Kuvvet antrenmanlarının koşu ekonomisi üzerine etkisi, *Atletizm Bilim ve Teknoloji dergisi*, 61(3), 18-25.
- Çelenk, Ç. (2011). *Farklı branşlardaki elit bayan sporcuların 2. ve 4.(2d: 4d) parmaklarının oranının sportif performansla etki eden bazı biyokimyasal ve endokrinolojik parametrelerle ilişkisi* (Yayın No. 288691) [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı.

- de Queiros, V. S., Dos Santos, Í. K., Almeida-Neto, P. F., Dantas, M., de França, I. M., Vieira, W. H. B., Neto, G. R., Dantas, P. M. S., & Cabral, B. G. A. T. (2021). Effect of resistance training with blood flow restriction on muscle damage markers in adults: A systematic review. *PloS one*, 16(6), e0253521. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253521>
- de Queiros, V. S., Rolnick, N., Dos Santos, Í. K., de França, I. M., Lima, R. J., Vieira, J. G., Aniceto, R. R., Neto, G. R., de Medeiros, J. A., Vianna, J. M., de Araújo Tinôco Cabral, B. G., & Silva Dantas, P. M. (2023). Acute effect of resistance training with blood flow restriction on perceptual responses: a systematic review and meta-analysis. *Sports health*, 15(5), 673–688. <https://doi.org/10.1177/19417381221131533>
- Demir, M. & Filiz, K. (2004). Spor egzersizlerinin insan organizması üzerindeki etkileri . *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2) , 109-114.
- Denkinger, J., Fontana, P., Weber, M., Boutellier, U., & Toigo, M. (2011). Combined effects of whole-body vibration, resistance exercise and vascular occlusion on skeletal muscle and performance. *International journal of sports medicine*, 781-787.
- Denniston, J. C. (1976). Measurement of cardiac output by electrical impedance at rest and during exercise. *J Appl Physiol*. 40(1), 91-5.
- DePhillipo, N. N., Kennedy, M. I., Aman, Z. S., Bernhardson, A. S., O'Brien, L. T., & LaPrade, R. F. (2018). The role of blood flow restriction therapy following knee surgery: expert opinion. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 34(8), 2506-2510.
- Domingos, E., & Polito, M. D. (2018). Blood pressure response between resistance exercise with and without blood flow restriction: A systematic review and meta-analysis. *Life sciences*, 209, 122–131. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.08.006>
- Drent, M., Cobben, N. A., Henderson, R. F., Wouters, E. F., & van Diejen-Visser, M. (1996). Usefulness of lactate dehydrogenase and its isoenzymes as indicators of lung damage or inflammation. *The European respiratory journal*, 9(8), 1736–1742. <https://doi.org/10.1183/09031936.96.09081736>
- Dündar, U. (2003). *Antrenman teorisi*. Nobel Yayın. Ankara.
- Dünnwald, T., Gatterer, H., Faulhaber, M., Arvandi, M., & Schobersberger, W. (2019). Body composition and body weight changes at different altitude levels: a systematic review and metaanalysis. *Frontiers in physiology*, 10, 430.
- Ertel, K. A., Hallam, J. E., & Hillman, A. R. (2020). The effects of training status and exercise intensity on exercise-induced muscle damage. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 60(3), 449–455.
- Faiss, R. (2014). *Innovations in hypoxic training*. [Doctoral Thesis, The University of Lausanne]. Switzerland.
- Falqueto, H., Júnior, J. L. R., Silvério, M. N. O., Farias, J. C. H., Schoenfeld, B. J., & Manfredi, L. H. (2021). Can conditions of skeletal muscle loss be improved by combining exercise with anabolic-androgenic steroids? A systematic review and meta-analysis of testosterone-based interventions. *Reviews in endocrine & metabolic disorders*, 22(2), 161–178. <https://doi.org/10.1007/s11154-021-09634-4>
- Favret, F., & Richalet J.P. (2007). Exercise and hypoxia: the role of the autonomic nervous system. *Respiratory Physiology&Neurobiology*. 158, 280-286.
- Ferreira, M. L. V., Sardeli, A. V., Souza, G. V., Bonganha, V., Santos, L. D. C., Castro, A., Cavaglieri, C. R., & Chacon-Mikahil, M. P. T. (2017). Cardiac autonomic and haemodynamic

- recovery after a single session of aerobic exercise with and without blood flow restriction in older adults. *Journal of sports sciences*, 35(24), 2412–2420. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1271139>
- Filippou, S., Iakovidis, P., Lytras, D., Kasimis, K., Solomonidou F., & Kopsidas C. (2023). Hemodynamic responses to a handgrip exercise session, with and without blood flow restriction, in healthy volunteers. *Physiologia*, 3(2), 259-271. <https://doi.org/10.3390/physiologia3020018>
- Fitschen, P. J., Kistler, B. M., Jeong, J. H., Chung, H. R., Wu, P. T., Walsh, M. J., & Wilund, K. R. (2014). Perceptual effects and efficacy of intermittent or continuous blood flow restriction resistance training. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(5), 356-363
- Folland, J. P., Mc Cauley, T. M., & Williams, A. G. (2008). Allometric scaling of strength measurements to body size. *European journal of applied physiology*, 102(6), 739–745. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0654-x>
- Franz, A., Behringer, M., Harmsen, J. F., Mayer, C., Krauspe, R., Zilkens, C., & Schumann, M. (2018). Ischemic preconditioning blunts muscle damage responses induced by eccentric exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 50(1), 109–115. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001406>
- Friden J., Sfakianos, P.N., & Hargens, A.R. (1989). Blood indices of muscle injury associated with eccentric muscle contractions. *J Orthop Res*, 7(1), 142-5.
- Ganong, W.F., (1996). *Tıbbi Fizyoloji* (17. Baskı). Bariş Kitabevi.
- Gatterer, H., Klarod, K., & Heinrich, D., (2015). Effects of a 12-day maximalshuttle-runshockmicrocycle in hypoxia on soccer specific performance and oxidative stress. *Physiol. Nutr. Metab.* 40, 842-845.
- Gharahdaghi, N., Phillips, B. E., Szewczyk, N. J., Smith, K., Wilkinson, D. J., & Atherton, P. J. (2021). Links between testosterone, oestrogen, and the growth hormone/insulin-like growth factor axis and resistance exercise muscle adaptations. *Frontiers in physiology*, 11, 621226. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.621226>
- Girard, O., Amann, M., & Aughey, R. (2013): Position statement altitude detraining for improving team sport players performance: current knowledge and unresolved issues. *Br J Sports Med*, 47, 8-16.
- Girard, O., Brocherie, F., & Millet, G.P. (2017). Effects of altitude/hypoxia on single- and multiple sprint performance: a comprehensive review. *Sports Med* 47 (28), 1931-1949.
- Gissel, H., & Clausen, T. (2001). Excitation-induced Ca²⁺ influx and skeletal muscle cell damage. *Acta physiologica Scandinavica*, 171(3), 327–334. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.2001.00835.x>
- Giustina, A., & Veldhuis, J. D. (1998). Pathophysiology of the neuroregulation of growth hormone secretion in experimental animals and the human. *Endocrine reviews*, 19(6), 717–797. <https://doi.org/10.1210/edrv.19.6.0353>
- Goldspink, G. (2005). Mechanical signals, IGF-I gene splicing, and muscle adaptation. *Physiology Bethesda* 20, 232–238.
- Goods, P. S. R., Dawson, B. T., & Landers, G. J. (2014). Effect of different simulated altitudes on repeat-sprint performance in team-sport athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 9, 857-862.

- Gordon, N. F., Kruger P. E. & Cilliers, J. F. (2003). Improved exercise ventilatory responses after training in coronary heart disease during long-term betaadrenergic blockade. *Am J Cardiol*, 51(5), 755-758.
- Gordon, N. F. (2009). Hypertension. in: acsm's exercise management for persons with chronic diseases and disabilities. *Durstine JL, Ed. Champaign, IL, Human Kinetics*, 107-13.
- Grønfeltdt, B. M., Lindberg Nielsen, J., Mieritz, R. M., Lund, H., & Aagaard, P. (2020). Effect of blood-flow restricted vs heavy-load strength training on muscle strength: Systematic review and meta-analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(5), 837–848. <https://doi.org/10.1111/sms.13632>
- Gundermann, D. (2016). *Mechanisms of blood flow restriction exercise in iskeletal muscle adaptations* [Doctoral Thesis, The University of Texas Medical Branch]. Galveston, TX.
- Guo, J., Xie, J., Zhou, B., Găman, M.A., Kord-Varkaneh, H., Clark, C.C., Salehi-Sahlabadi, A., ...& Hao, Y. (2020). The influence of zinc supplementation on IGF-1 levels in humans: a systematic review and meta-analysis. *J King Saud Univ Sci*, 32(3), 1824–1830.
- Günay, M. (1998). *Egzersiz fizyolojisi* (2.Baskı). Ankara- Bağırhan Yayinevi, 35- 174.
- Hakkinen, K., (1994). Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining, and immobilization. *Crit. Rev. Phys. Rehab. Med.*, (6), 161–198.
- Hamilton, D. L., MacKenzie, M.T., & Baar, K.T. (2009). Molecular mechanisms of skeletal muscle hypertrophy Using molecular biology to understand muscle growth. *Functional Molecular Biology Lab, Department of Molecular Physiology University of Dundee*, 45-93.
- Harvey, S., Scanes, C.G., & Daughaday, W.H. (1995). Expression of the growth hormone gene in immune tissues. *Endocr* 3, 729–735. <https://doi.org/10.1007/BF03000205>
- Hazar, M. (1998). *8 haftalık kuvvet antrenmanlarının beden eğitimi ve spor yüksekokulu erkek öğrencilerinin bazı kan hormon düzeyleri üzerine etkisi*. [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı.
- Hazar, S., Erol, E., & Gökdemir, K. (2006). Kuvvet antrenmanı sonrası oluşan kas ağrısının kas hasarıyla ilişkisi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 11(3), 49-58.
- Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D.O. (1995). Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *Journal of neurophysiology*, 28(3), 560-80.
- Herzog W. (2018). The mysteries of eccentric muscle action. *Journal of sport and health science*, 7(3), 253–254. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.05.006>
- Hill, E. C., Housh, T. J., Smith, C. M., Keller, J. L., Anders, J. P. V., Schmidt, R. J., & Johnson, G. O. (2021). Acute changes in muscle thickness, edema, and blood flow are not different between low-load blood flow restriction and non-blood flow restriction. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 41(5), 452-460.
- Hody, S., Croisier, J. L., Bury, T., Rogister, B., & Leprince, P. (2019). Eccentric muscle contractions: risks and benefits. *Frontiers in physiology*, 10, 536. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00536>
- Hogan T. S. (2009). Exercise-induced reduction in systemic vascular resistance: a covert killer and an unrecognised resuscitation challenge?. *Medical hypotheses*, 73(4), 479–484. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2009.06.021>

- Howatson, G., Van Someren, K., & Hortobágyi, T. (2007). Repeated bout effect after maximal eccentric exercise. *International journal of sports medicine*, 28(7), 557–563. <https://doi.org/10.1055/s-2007-964866>
- Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., & Patterson, S. D. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(13), 1003-1011.
- Iida, H., Nakajima, T., Kurano, M., Yasuda, T., Sakamaki, M., Sato, Y., Yamasoba, T., & Abe, T. (2011). Effects of walking with blood flow restriction on limb venous compliance in elderly subjects. *Clinical physiology and functional imaging*, 31(6), 472–476. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2011.01044.x>
- Inagaki, Y., Madarame, H., Neya, M., & Ishii, N. (2011). Increase in serum growth hormone induced by electrical stimulation of muscle combined with blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, 111(11), 2715-2721.
- Izquierdo, M., Ibañez, J., Calbet, J. A., Navarro-Amezqueta, I., González-Izal, M., Idoate, F., Häkkinen, K., ...& Gorostiaga, E. M. (2009). Cytokine and hormone responses to resistance training. *European journal of applied physiology*, 107(4), 397–409. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1139-x>
- Jain, K. K. (2017). Physical exercise under hyperbaric conditions. *Textbook of Hyperbaric Medicine*. Springer, 33-38.
- James, S. G. (2015). What is kaatsu and first experiments at an American governing body. *U.S. Ski & Snowboard Association*.
- Jonathan, M.P., Oliver, N., Paul, A., Della, G., & Kazunori, N. (2017). Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *J Appl Physiol*. 122, 559–70.
- Kacin, A., & Strazar, K. (2011). Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(6), e231–e241. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01260.x>
- Kahn, S.M., Hryb, D.J., & Nakhla, A.M. (2002). Sex hormone-binding globulin is synthesized in target cells. *J Endocrinol*. 175, 113–20.
- Karalaki M., Fili, S., Philippou, A., & Koutsilieris, M. (2009). Kas yenilenmesi: hücresel ve moleküler olaylar . *Vivo* (23), 779–96.
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemi* (24. baskı). Nobel Yayıncılık.
- Kardes, F. R., & Herr, P. M. (2019). *Handbook of research methods in consumer psychology* (N. Schwarz, Ed.). Routledge.
- Keul, J. & Doll, E. (1972). *Oxidative energy supply energy metabolism of human muscle*. Karger. 17–22.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2011). *Physiology of sport and exercise* (5. Baskı). Champaign, IL, Human Kinetics Publishers.
- Kılınç F. (2008). An intensive combined training program modulates physical, physiological, biomotoric, and technical parameters in women basketball players. *Journal of strength and conditioning research*, 22(6), 1769–1778. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181854bca>

- Kim, H., Barton, E., Muja, N., Yakar, S., Pennisi, P., & Leroith, D. (2005). Intact insulin and insulin-like growth factor-I receptor signaling is required for growth hormone effects on skeletal muscle growth and function in vivo. *Endocrinology* 146, 1772–1779.
- Kord-Varkaneh, H., Rinaldi, G., Hekmatdoost, A., Fatahi, S., Tan, S. C., Shadnouch, M., Khani, V., ...& Rahmani, J. (2020). The influence of vitamin D supplementation on IGF-1 levels in humans: A systematic review and meta-analysis. *Ageing research reviews*, 57, 100996. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2019.100996>
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., Maresh, C. M., Ratamess, N. A., Gordon, S. E., Goetz, K. L., Harman, E., ...& Patton, J. F. (1999). Acute hormonal responses to a single bout of heavy resistance exercise in trained power lifters and untrained men. *Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquee*, 24(6), 524–537. <https://doi.org/10.1139/h99-034>
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & Nindl, B. C. (2017). Recovery responses of testosterone, growth hormone, and IGF-1 after resistance exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 122(3), 549–558. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00599.2016>
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & Rubin, M. R. (2000). Basic principles of resistance exercise. *Nutrition and the strength athlete*.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2003). Endocrine responses and adaptations to strength and power training. *Strength and power in sport*, 361-386.
- Kraemer, W.J. & Ratamess, N.A. (2005) Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, 35(4), 339-361.
- Kraemer, W. J., Patton, J. F., Gordon, S. E., Harman, E. A., Deschenes, M. R., Reynolds, K., Newton, R. U., Triplett, N. T., & Dziados, J. E. (1995). Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of applied physiology*, 78(3), 976–989. <https://doi.org/10.1152/jappl.1995.78.3.976>
- Krentz, J. R., & Farthing, J. P. (2010). Neural and morphological changes in response to a 20-day intense eccentric training protocol. *Eur J Appl Physiol*. 110, 333–340.
- Kubo, K., Komuro, T., Ishiguro, N., Sato, Y., Ishii, N., Kanehisa H., & Fukunaga T. (2006), Effects of low-load resistance training with vascular occlusion on the Mechanical Properties of Muscle and Tendon. *Journal of Applied Biomechanics*, 22, 112-119.
- Kubota, A., Sakuraba, K., Sawaki, K., Sumide, T., & Tamura, Y. (2008). Prevention of disuse muscular weakness by restriction of blood flow. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(3), 529–534. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31815ddac6>
- Kubota, A., Sakuraba, K., Koh, S., Ogura, Y., & Tamura, Y. (2011). Blood flow restriction by low compressive force prevents disuse muscular weakness. *Journal of science and medicine in sport*, 14(2), 95–99. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.08.007>
- Kyriakides, T., Angelini, C., Schaefer, J., Sacconi, S., Siciliano, G., & Vilchez, J. J. (2010). European Federation of Neurological Societies. *EFNS guidelines on the diagnostic approach to pauci- or asymptomatic hyperCKemia*. *Eur J Neurol*, 17,767–73.
- Lang, F. (2007). Mechanisms and significance of cell volume regulation. *Journal of the American college of nutrition*, 613-23.
- Laurentino, G. C., Loenneke, J. P., Ugrinowitsch, C., Aoki, M. S., Soares, A. G., Roschel, H., & Tricoli, V. (2022). Blood-flow-restriction-training-induced hormonal response is not associated with gains in muscle size and strength. *Journal of human kinetics*, 83, 235–243.

- Laurentino, G., Ugrinowitsch, C., Aihara, A. Y., Fernandes, A. R., Parcell, A. C., Ricard, M., & Tricoli, V. (2008). Effects of strength training and vascular occlusion. *International journal of sports medicine*, 29(8), 664–667. <https://doi.org/10.1055/s-2007-989405>
- Lemos, M. C. H., Ramis, T. R., & Ribeiro, J. L. (2019). Effects of low-load resistance training with blood flow restriction on the perceived exertion, muscular resistance and endurance in healthy young adults. *Sport Sciences for Health*, 1-8.
- Liu, Y., Jiang, N., Pang, F., & Chen, T. (2021). Resistance training with blood flow restriction on vascular function: a meta-analysis. *International journal of sports medicine*, 42(7), 577–587. <https://doi.org/10.1055/a-1386-4846>
- Loenneke, J. P., & Pujol T. J. (2009). The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength & Conditioning Journal*, 31(3), 77-84.
- Loenneke, J., Wilson, G., & Wilson, J.A.(2010). Mechanistic approach to blood flow occlusion. *International journal of sports medicine*, 31(01), 1-4.
- Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Wilson, J. M., & Bembien, M. G. (2011). Blood flow restriction: the metabolite/volume threshold theory. *Medical hypotheses*, 77(5), 748-752.
- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Balapur, A., Thrower, A. D., Barnes, J. T., & Pujol, T. J. (2012a). Time under tension decreased with blood flow-restricted exercise. *Clinical physiology and functional imaging*, 32(4), 268–273. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2012.01121.x>
- Loenneke, J., Fahs C., Rossow L., Abe T., & Bembien M. (2012b). The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Medical hypotheses*, 78(1), 151-4.
- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marín, P. J., Zourdos, M. C., & Bembien, M. G. (2012c). Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European journal of applied physiology*, 112(5), 1849–1859. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2167-x>
- Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., & Abe, T. (2014). Does blood flow restriction result in skeletal muscle damage? A critical review of available evidence. *Scand J. Med. Sci. Sports*, 24 (6), 415–422.
- Loenneke, J.P., Kim, D., Fahs, C.A., Thiebaud, R.S., Abe, T., Larson, R.D., Bembien, D.A., ...& Bembien, M.G. (2015). Effects of exercise with and without different degrees of blood flow restriction on torque and muscle activation. *Muscle & nerve*, 51(5), 713-21.
- Lorenz, D. S., Bailey, L., Wilk, K. E., Mangine, R. E., Head, P., Grindstaff, T. L., & Morrison, S. (2021). Blood flow restriction training. *Journal of athletic training*, 56 (9), 937-944.
- Loturco, I., Kobal, R., & Kitamura, K. (2017). Mixed training methods: effects of combining resisted sprints or plyometrics with optimum power loads on sprint and agility performance in professional soccer players. *Frontiers in Physiology*, 8, 1034.
- Lowery, R. P., Joy, J. M., Loenneke, J. P., Souza, E. O., Machado, M., & Dudeck, J. E. (2014). Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clin Physiol Funct Imaging*, 34, 317-321.
- Madarame, H., Kurano, M., Fukumura, K., Fukuda, T., & Nakajima, T. (2013). Haemostatic and inflammatory responses to blood flow-restricted exercise in patients with ischaemic heart disease: a pilot study. *Clinical physiology and functional imaging*, 33(1), 11–17. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2012.01158.x>

- Madarame, H., Sasaki, K., & Ishii, N. (2010). Endocrine responses to upper- and lower-limb resistance exercises with blood flow restriction. *Acta physiologica Hungarica*, 97(2), 192–200. <https://doi.org/10.1556/APhysiol.97.2010.2.5>
- Manini, T. M., & Clark, B. C. (2009). Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exercise and sport sciences reviews*, 37(2), 78-85.
- Martin, C. E. (1974). Autonomic mechanisms in hemodynamic responses to isometric exercise. *J Clin Invest*, 54(1), 104-15.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. (2000) *Essentials of Exercise Physiology*. 2nd Edition Journal of Cardiovascular Nursing, 7, 2-53.
- McCaulley, G. O., McBride, J. M., Cormie, P., Hudson, M. B., Nuzzo, J. L., Quindry, J. C., & Travis Triplett, N. (2009). Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. *European journal of applied physiology*, 105(5), 695–704. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0951-z>
- McLean, B. D., Gore, C. J., & Kemp, J. (2014). Application of ‘live low-train high’ for enhancing normoxic exercise performance in team sport athletes. *Sports Med*, 44, 1275-1287.
- Meriç, F., Uğraş, S., Güllü, M., Çoban, D.Ç., Özen, G., Timurkaan, S., & Timurkaan, H.S. (2014). *Spor Fizyolojisi* (5. Baskı). Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, 77- 121- 29.
- Miller, B. C., Tirko, A. W., Shipe, J. M., Sumeriski, O. R., & Moran, K. (2021). The systemic effects of blood flow restriction training: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther.*2, 16(4), 978-90.
- Moghadam-Kia, S., Oddis, C. V., & Aggarwal, R. (2016). Approach to asymptomatic creatine kinase elevation. *Cleveland Clinic journal of medicine*, 83(1), 37–42. <https://doi.org/10.3949/ccjm.83a.14120>
- Moore, D. R., Burgomaster, K. A., Schofield, L. M., Gibala, M. J., Sale, D. G., & Phillips, S. M. (2004). Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4), 399-406.
- Morgan, J. E., & Partridge, T. A. (2003). Muscle satellite cells. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 35(8), 1151–1156. [https://doi.org/10.1016/s1357-2725\(03\)00042-6](https://doi.org/10.1016/s1357-2725(03)00042-6)
- Moritani, T., Sherman, W. M., Shibata, M., Matsumoto, T., & Shinohara, M. (1992). Oxygen availability and motor unit activity in humans. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 64(6), 552–556. <https://doi.org/10.1007/BF00843767>
- Muratlı, S., & Hindistan, İ. E. (2018). *Sporda kuvvet antrenmanı*. Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Muratlı, S., Toraman, F., & Çetin E. (2000). *Sportif hareketlerin biyomekanik temelleri*. Bağırhan Yayınevi.
- Myers, J.N. (1996). Essentials of cardio pulmonary exercise testing. *10th Ed. Human Kinetics Publishing*. 1-36.
- Nakajima, T., Kurano, M., Iida, H., Takano, H., Oonuma, H., Morita, T., Meguro, K., Sato, Y., Nagata, T., ...& Katsu Training Group, (2006). Use and safety of kaatsu training: results of a national survey, *Int. J. Kaatsu Training Res.* 2, 5-13.
- Nascimento, D. D. C., Petrizz, B., Oliveira, S. D. C., Vieira, D. C. L., Funghetto, S. S., Silva, A. O., & Prestes, J. (2019). Effects of blood flow restriction exercise on hemostasis: a systematic

- review of randomized and non-randomized trials. *International journal of general medicine*, 12, 91–100. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S194883>
- Neto, G. R., Sousa, M. S., Costa, P. B., Salles, B. F., Novaes, G. S., & Novaes, J. S. (2015). Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. *Journal of strength and conditioning research*, 29(4), 1064–1070. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000734>
- Neto, G. R., Sousa, M. S., Costa e Silva, G. V., Gil, A. L., Salles, B. F., & Novaes, J. S. (2016). Acute resistance exercise with blood flow restriction effects on heart rate, double product, oxygen saturation and perceived exertion. *Clinical physiology and functional imaging*, 36(1), 53–59. <https://doi.org/10.1111/cpf.12193>
- Neto, G. R., Novaes, J. S., Salerno, V. P., Gonçalves, M. M., Batista, G. R., & Cirilo-Sousa, M. S. (2018). Does a resistance exercise session with continuous or intermittent blood flow restriction promote muscle damage and increase oxidative stress?. *Journal of sports sciences*, 36(1), 104–110. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1283430>
- Nielsen, J. L., Aagaard, P., Bech, R. D., Nygaard, T., Hvid L. G., Wernbom M., Suetta C., & Frandsen U. (2012). Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction. *J Physiol*. 590, 4351– 4361.
- Nindl, B. C. (2009). Insulin-like growth factor-I as a candidate metabolic biomarker: military relevance and future directions for measurement. *J Diabetes Sci Technology*, 3(2), 371–376.
- Nindl, B. C., Hymer, W. C., Deaver, D. R., & Kraemer, W. J. (2001). Growth hormone pulsatility profile characteristics following acute heavy resistance exercise. *J Appl Physiol*. 91, 163–172.
- Nindl, B. C., & Pierce, J. R. (2010). Insulin-like growth factor I as a biomarker of health, fitness, and training status. *Med Sci Sports Exerc*. 42, 39-49.
- Nitzsche, N., Schulze, R., Weigand, F., Hummer, N., & Schulz, H. (2018). Comparison of an acute resistance training on the lactate concentration with and without blood flow restriction at different loads. *Dtsch Z Sportmed*, 69(11), 337-343.
- Nosaka, K., Sakamoto, K., Newton, M., & Sacco, P. (2001). The repeated bout effect of reduced-load eccentric exercise on elbow flexor muscle damage. *European journal of applied physiology*, 85(1-2), 34–40. <https://doi.org/10.1007/s004210100430>
- Nosaka, K., Lavender, A., Newton, M., & Sacco, P. (2003). Muscle Damage in Resistance Training—Is Muscle Damage Necessary for Strength Gain and Muscle Hypertrophy?—. *International Journal of Sport and Health Science*, 1(1), 1-8.
- Oliveira, J., Campos, Y., Leitão, L., Arriel, R., Novaes, J., & Vianna, J. (2020). Does acute blood flow restriction with pneumatic and non-pneumatic non-elastic cuffs promote similar responses in blood lactate, growth hormone, and peptide hormone?. *Journal of human kinetics*, 74, 85–97. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0016>
- Ozaki, H., Brechue, W. F., Sakamaki, M., Yasuda, T., Nishikawa, M., Aoki, N., Ogita, F., & Abe, T. (2010). Metabolic and cardiovascular responses to upright cycle exercise with leg blood flow reduction. *Journal of sports science & medicine*, 9(2), 224–230.
- Ozaki, H., Loenneke, J. P., & Abe, T. (2017). Blood flow-restricted walking in older women: does the acute hormonal response associate with muscle hypertrophy?. *Clinical physiology and functional imaging*, 37(4), 379–383. <https://doi.org/10.1111/cpf.12312>
- Özden, M. (2014). *Anatomi ve fizyoloji*. Yazarın Kendi Yayını, 256.

Özkara, A. (2002). *Futbolda testler*. İlksan Matbaacılık.

Paasuke, M., Ereline, J., & Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 41(3), 354–361.

Pope, Z. K., Willardson, J. M., & Schoenfeld, B. J. (2013). Exercise and blood flow restriction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2914-2926.

Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., ...& Loenneke, J. (2019). Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. *Frontiers in physiology*, 10, 533. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>

Pearson, S.J., & Hussain, S.R. (2015). A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training induced muscle hypertrophy. *Sports medicine*, 45(2), 187-200.

Pedersen, B. K. (2011). Muscles and their myokines. *The Journal of experimental biology*, 214(2), 337–346. <https://doi.org/10.1242/jeb.048074>

Peltonen, J. E., Tikkanen, H. O., & Rusko, H. K. (2001). Cardiorespiratory responses to exercise in acute hypoxia, hyperoxia and normoxia. *European journal of applied physiology*, 85(1-2), 82–88. <https://doi.org/10.1007/s004210100411>

Phillips S. M. (2009). Physiologic and molecular bases of muscle hypertrophy and atrophy: impact of resistance exercise on human skeletal muscle (protein and exercise dose effects). *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 34(3), 403–410. <https://doi.org/10.1139/H09-042>

Pişkin, N. E., Aktuğ, Z. B., İbiş, S., & Aka, H. (2022). The effect of the combined application of blood flow restriction-theraband training to lower and upper extremities on to athletic performance. *Journal of Human Sciences*, 19(1), 69-83.

Pope, Z. K., Willardson, J. M., & Schoenfeld, B. J. (2013). Exercise and blood flow restriction. *Journal of strength and conditioning research*, 27(10), 2914–2926. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182874721>

Pomerants, T., Tillmann, V., Karelson, K., Jürimäe, J., & Jürimäe, T. (2008). Impact of acute exercise on bone turnover and growth hormone/insulin-like growth factor axis in boys. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 48(2), 266–271.

Proske, U., & Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *The Journal of physiology*, 537(2), 333-345.

Rawski, M., Gepfert, M., Mostowik, A., Krzysztofik, M., Wojdala, G., Lulinska, A., & Wilk, M. (2019). Does blood flow restriction influence the maximal number of repetitions performed during the bench press? A pilot study. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 11(4), 2.

Raastad, T., Owe, S. G., Paulsen, G., Enns, D., Overgaard, K., Crameri, R., Kiil, S., Belcastro, A., Bergersen, L., & Hallén, J. (2010). Changes in calpain activity, muscle structure, and function after eccentric exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(1), 86–95. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ac7afa>

Rattray, B., Caillaud, C., Ruell, P. A., & Thompson, M. W. (2011). Heat exposure does not alter eccentric exercise-induced increases in mitochondrial calcium and respiratory dysfunction. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 2813-2821.

- Rattray, B., Thompson, M., Ruell, P., & Caillaud, C. (2013). Specific training improves skeletal muscle mitochondrial calcium homeostasis after eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 113, 427–436.
- Reimers, A. K., Knapp, G., & Reimers, C. D. (2018). Effects of exercise on the resting heart rate: a systematic review and meta-analysis of interventional studies. *J. Clin. Med.* 7, 503.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N., & Ball, S. D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(3), 456–464. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000053727.63505.D4>
- Rogers, P. (2007, 27 Haziran). *Before or After? When to do cardio in your weights session, cardio and weights: prioritize your workout.* WeightTraining. http://weighttraining.about.com/od/techniquesandstrategies/a/cardio_weights
- Rolnick, N., & Schoenfeld, B. J. (2020). Blood flow restriction training and the physique athlete: a practical research-based guide to maximizing muscle size. *Strength & Conditioning Journal*, 42(5), 22-36.
- Rooney, K. J., Herbert, R. D., & Balnave, R. J. (1994). Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Medicine and science in sports and exercise*, 26(9), 1160–1164.
- Rosendal, L., Langberg, H., Flyvbjerg, A., Frystyk, J., Ørskov, H., & Kjær, M. (2002). Physical capacity influences the response of insulin-like growth factor and its binding proteins to training. *J Appl Physiol* 93(5), 1669–1675.
- Rossow, L. M., Fahs, C. A., Sherk, V. D., Seo, D. I., Bemben, D. A., & Bemben, M. G. (2011). The effect of acute blood-flow-restricted resistance exercise on postexercise blood pressure. *Clinical physiology and functional imaging*, 31(6), 429–434. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2011.01038.x>
- Rossow, L. M., Fahs, C. A., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Sherk, V. D., Abe, T., & Bemben, M. G. (2012). Cardiovascular and perceptual responses to blood-flow-restricted resistance exercise with differing restrictive cuffs. *Clinical physiology and functional imaging*, 32(5), 331–337. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2012.01131.x>
- Roth, S. M., Martel, G. F., Ivey, F. M., Lemmer, J. T., Metter, E. J., Hurley, B. F., & Rogers, M. A. (2000). High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. *Journal of Applied Physiology*, 88(3), 1112–1118. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.3.1112>
- Rubin, M. R., Kraemer, W. J., Maresh, C. M., Volek, J. S., Ratamess, N. A., Vanheest, J. L., Silvestre, R., ...& Hymer, W. C. (2005). High-affinity growth hormone binding protein and acute heavy resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(3), 395–403. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000155402.93987.c0>
- Santos, Cerqueira, M., Kovacs, D., Martins de França, I., Pereira, R., da Nobrega Neto, S. B., Aires Nonato, R. D., De Araújo Moura Lemos, T. M., & De Brito Vieira, W. H. (2021). Effects of individualized ischemic preconditioning on protection against eccentric exercise-induced muscle damage: a randomized controlled trial. *Sports health*, 13(6), 554–564. <https://doi.org/10.1177/1941738121995414>
- Sarıtaş, N. (2006). *Sporcularda plazma büyüme hormonu ve testosteron düzeyleriyle maksimal ağırlık antrenmanları arasındaki ilişkiler.* [Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi]. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Sata, S. (2005). *Kaatsu training for patellatendinitis patient.* Int. J. Kaatsu Training Res.1, 29-32.

- Sato, Y. (2005b). *The history and future of kaatsu training*. International Journal of KAATSU Training Research, 1(1), 1-5.
- Sato, Y., Yoshitami A., Abe, T. (2005). Acute growth hormone response to lowintensity Kaatsu resistance exercise: Comparison between arm and leg. *Int. J. Kaatsu Training Res.* 1, 45-50.
- Schliess, F., Richter L., vom, Vom Dahl S., Häussinger D. (2006). Cell hydration and mTOR-dependent signalling. *Acta Physiologica*, 187(1-2), 223-9.
- Schneider, C. D., Barp, J., Ribeiro, J. L., Belló-Klein, A., & Oliveira, A. R. (2005). Oxidative stress after three different intensities of running. *Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquee*, 30(6), 723–734. <https://doi.org/10.1139/h05-15>
- Schoenfeld, B. J. (2016). *Science and development of muscle hypertrophy* (2. baskı). Illinois Human Kinetics. 15-87.
- Schoenfeld, B. J. (2013). Postexercise hypertrophic adaptations: a reexamination of the hormone hypothesis and its applicability to resistance training program design. *Journal of strength and conditioning research*, 27(6), 1720–1730.
- Schoenfeld B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 24(10), 2857–2872. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>
- Schoenfeld B. J. (2012). Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy?. *Journal of strength and conditioning research*, 26(5), 1441–1453. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31824f207e>
- Schott, J., McCully, K., & Rutherford, O. M. (1995). The role of metabolites in strength training. II. Short versus long isometric contractions. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 71(4), 337–341. <https://doi.org/10.1007/BF00240414>
- Schumann, G., Bonora, R., Ceriotti, F., Clerc-Renaud P., Ferrero, C.A., Férard, G., Franck, P.F., Gella, F.J., Hoelzel, W., Jørgensen, P.J., Kanno, T., Kessner, A., Klauke, R., Kristiansen, N., Lessinger, J.M, Linsinger, T.P., Misaki, H., Panteghini, M., Pauwels, J., Schimmel, H.G, Vialle A, Weidemann G., ...& Siekmann L. (2002). IFCC primary reference procedures for the measurement of catalytic activity concentrations of enzymes at 37 degrees. The reference procedure for measurement of the catalytic concentration is lactate dehydrogenase. *Clin Chem Lab Med.* June, 40(6), 643-8. <https://doi.org/10.1515/CCLM.2002.111>
- Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2016). Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *Journal of science and medicine in sport*, 19(5), 360–367. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.04.014>
- Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2015). Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(3), 313–325. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0288-1>
- Scott, B. R., Peiffer, J. J. & Goods, P. S. (2017). The effects of supplementary low-load blood flow restriction training on morphological and performance-based adaptations in team sport athletes. *The Journal of Strength ve ConditioningResearch*, 31(8), 2147-2154. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001671>
- Shalamzari, S. A., Rajabi, S., Rajabi, H., Gahreman, D. E., Paton, C., Bayati, M., Rosemann, T., Nikolaidis, T. P., ...& Knechtles, B. (2019). Effects of Blood Flow Restriction and Exercise Intensity on Aerobic, Anaerobic, and Muscle Strength Adaptations in Physically Active Collegiate Women. *Frontiers in Physiology*, 10, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00810>

- Sharifi, S., Monazzami, A., Nikousefat, Z., Heyrani, A., & Yari, K. (2020). The acute and chronic effects of resistance training with blood flow restriction on hormonal responses in untrained young men: A comparison of frequency. *Cellular and molecular biology (Noisy-le-Grand, France)*, 66(1), 1–8.
- Shinohara, M., Kouzaki, M., Yoshihisa, T., & Fukunaga, T. (1998). Efficacy of tourniquet ischemia for strength training with low resistance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 77(1-2), 189–191. <https://doi.org/10.1007/s004210050319>
- Shimizu, R., Hotta, K., Yamamoto, S., Matsumoto, T., Kamiya, K., Kato, M., Hamazaki, N., ...& Masuda, T. (2016). Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *European journal of applied physiology*, 116(4), 749–757. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3328-8>
- Sieljacks, P., Matzon, A., Wernbom, M., Ringgaard, S., Vissing, K., & Overgaard, K. (2016). Muscle damage and repeated bout effect following blood flow restricted exercise. *European journal of applied physiology*, 116(3), 513–525. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3304-8>
- Skitek, M., Kranjec, I., & Jerin, A. (2014). Glycogen phosphorylase isoenzyme BB, creatine kinase isoenzyme MB and troponin I for monitoring patients with percutaneous coronary intervention - a pilot study. *Medicinski glasnik official publication of the Medical Association of Zenica-Doboj Canton, Bosnia and Herzegovina*, 11(1), 13–18.
- Slysz, J., Stultz, J., & Burr, J. F. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 19(8), 669–675. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005>
- Smilios, I., Pilianidis, T., Karamouzis, M., & Tokmakidis, S. P. (2003). Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Med Sci Sports Exerc.* 35, 644-54. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000058366.04460.5F>
- Smith, L. L., & Miles, M. P. (2000). *Exercise-induced muscle injury*. Exercise and Sport Science. 163-173.
- Sorichter, S., Puschendorf, B., & Mair, J. (1999). Skeletal muscle injury induced by eccentric muscle action: muscle proteins as markers of muscle fiber injury. *Exerc. Immunol. Rev.* 5, 5–21.
- Sotiropoulos, A., Ohanna, M., Kedzia, C., Menon, R. K., Kopchick, J. J., Kelly, P. A., & Pende, M. (2006). Growth hormone promotes skeletal muscle cell fusion independent of insulin-like growth factor 1 up-regulation. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 103, 7315–7320.
- Sousa, J., Neto, G. R., Santos, H. H., Araújo, J. P., Silva, H. G., & Cirilo-Sousa, M. S. (2016). Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance in healthy subjects. *Biology of sport*, 34(1), 83-90. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.63738>
- Spiering, B. A., Kraemer, W. J., Anderson, J. M., Armstrong, L. E., Nindl, B. C., ...Volek J. S. (2008). Resistance exercise biology. *Sports Med.* 38, 527–540. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838070-00001>
- Spranger, M. D., Krishnan, A. C., Levy, P. D., O'Leary, D. S., & Smith, S. A. (2015). Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology* 4, 309(9), 1440-52. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00208.2015>
- Staunton, C. A., May, A. K., Brandner, C. R., & Warmington, S. A. (2015). Haemodynamics of aerobic and resistance blood flow restriction exercise in young and older adults. *European*

- journal of applied physiology*, 115(11), 2293–2302. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3213-x>
- Stomme, J. H., Rustad, P., Steensland, H., Theodorsen, L., & Urdal, P. (2004). Reference intervals for eight enzymes in blood of adult females and males measured in accordance with the international Federation of Clinical Chemistry reference system at 37°C: *Part of the Nordic Reference Interval Project*. *Scand J Clin Lab Invest*, 64, 371-384. <https://doi.org/10.1080/00365510410002742>
- Stone, M. H., Sands, W. A., Carlock, J., Callan, S., Dickie, D., Daigle, K., Cotton, J., Smith, S. L., ...& Hartman, M. (2004). The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 878-884. <https://doi.org/10.1519/14874.1>
- Sudo, M., Ando, S., Poole, D.C., & Kano, Y. (2015). Blood flow restriction prevents muscle damage but not protein synthesis signaling following eccentric contractions. *Physiol Rep*, 3(7), 12449. <https://doi.org/10.14814/phy2.12449>
- Suga, T., Okita, K., Morita, N., Yokota, T., Hirabayashi, K., Horiuchi, M., ... & Tsutsui, H. (2010). Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Journal of applied physiology*, 108(6), 1563-1567.
- Suga, T., Okita, K., Takada, S., Omokawa, M., Kadoguchi, T., Yokota, T., Hirabayashi, K., Takahashi, M., Morita, N., Horiuchi, M., Kinugawa, S., ...& Tsutsui, H. (2012). Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Eur J Appl Physiol*, 112, 3915–3920. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2377-x>
- Şahin, F. B. (2018). *Farklı toparlanma türlerinin kas hasarı ve sitokin salınımı üzerine etkisi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Şen S. (2022). *Mplus ile çok düzeyli modelleme uygulamaları*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Tai, Y. L., Marshall, E. M., Glasgow, A., Parks, J. C., Sensibello, L., & Kingsley, J. D. (2019). Autonomic modulation following an acute bout of bench press with and without blood flow restriction. *European journal of applied physiology*, 119(10), 2177–2183. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04201-x>
- Takano, H., Morita, T., Iida, H., Asada, K., Kato, M., Uno, K., Hirose, K., Matsumoto, A., Takenaka, K., Hirata, Y., Eto, F., Nagai, R., Sato, Y., ...Nakajima, T. (2005). Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1), 65-73. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-1389-1>
- Takarada, Y., Nakamura, Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., & Ishii, N. (2000). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of applied physiology*, 88(1), 61-5. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.1.61>
- Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y., & Ishii, N. (2000b). Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of applied physiology*, 88(6):2097-106. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.6.2097>
- Takarada, Y., Takazawa, H., & Ishii, N. (2000c), Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32, 2035– 2039. <https://doi.org/10.1097/00005768-200012000-00011>

- Takarada, Y., & Ishii, N. (2002). Effects of lowintensity resistance exercise with short interset rest period on muscular function in middle-aged women. *J Strength Cond Res.* 16, 123–128.
- Takarada, Y., Tsuruta, T., & Ishii, N. (2004). Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *Jpn. J. Physiol.*, 54, 585–592. <https://doi.org/10.2170/jjphysiol.54.585>
- Tesch, P.A. (1988). Skeletal muscle adaptations consequent to long-term heavy resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 20, 132–134. <https://doi.org/10.1249/00005768-198810001-00008>
- Thiebaud, R., Loenneke, J.P., Fahs, C.A., Kim, D., Ye, X., Abe, T., Nosaka, K., & Bemben, M.G. (2014). Muscle damage after low-intensity eccentric contractions with blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*, 101(2), 150–157. <https://doi.org/10.1556/APhysiol.101.2014.2.3>
- Thompson, W., Gordon, N., & Pescatello, L. S. (2009). Acsm's guidelines for exercise testing and prescription. 8th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 253-5.
- Tiidus, P. M. (2010): Skeletal muscle damage and repair: classic paradigms and recent developments, *Journal of Musculoskeletal Pain*, 18 (4), 396-402.
- Umbel, J. D., Hoffman, R. L., Dearth, D. J., Chleboun, G. S., Manini, T. M., & Clark, B. C. (2009). Delayed onset muscle soreness induced by low-load blood flow-restricted exercise. *Eur J Appl Physiol*, 107, 687-695. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1175-6>
- Ünlü, G. (2015). *Farklı kuvvet antrenmanlarının kas kuvveti ve hipertrofisi üzerine etkileri.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- VanWye, W. R., Weatherholt, A. M., & Mikesky, A. E. (2017). Blood flow restriction training: Implementation into clinical practice. *International journal of exercise science*, 10(5), 649.
- Velloso, C. P. (2008). Regulation of muscle mass by growth hormone and IGF-I. *Br J Pharmacol*, 154, 557–568.
- Vilaves, J., Magalhães, P. S., Rosa, C. V., Reis, V. M., Garrido, N. D., Payan-Carreira, R., Neto, G. R., & Costa, P. B. (2022). Acute hormonal responses to multi-joint resistance exercises with blood flow restriction. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 8(1), 3. <https://doi.org/10.3390/jfmk8010003>
- Vøllestad, N. K., & Blom, P.C.(1985), Effect of varying exercise intensity on glycogen depletion in human muscle fibres. *Acta Physiol. Scand.* 125, 395–405. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1985.tb07735.x>
- Wackerhage, H., Schoenfeld, B. J., Hamilton, D. L., Lehti, M., & Hulmi, J. J. (2019). Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 126(1), 30-43. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00685.2018>
- Wallace, J. D., Cuneo, R. C., & Bidlingmaier, M., (2001). The response of molecular isoforms of growth hormone to acute exercise in trained adult males. *J Clin Endocrinol Metab*, 86, 200–6. <https://doi.org/10.1210/jcem.86.1.7129>
- Weineck, J. (2011). *Futbolda kondisyon antrenmanı.* (Çev. Bağırhan T.). Spor Yayınevi ve Kitabevi, Ankara. (2011).
- Wernbom, M., Apro, W., Paulsen, G., Nilsen, T. S., Blomstrand, E., & Raastad, T. (2023). Acute low-load resistance exercise with and without blood flow restriction increased protein signalling

- and number of satellite cells in human skeletal muscle. *European Journal of Applied Physiology*, 113(12), 2953-2965. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2733-5>
- Wernbom, M., Augustsson, J., & Raastad T., (2008). Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise?, *Scandinavia Journal Of Medicine And Science In Sports*, 18, 401–416. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00788.x>
- West, D.W., & Phillips, S.M. (2012). Associations of exercise-induced hormone profiles and gains in strength and hypertrophy in a large cohort after weight training. *Eur J Appl Physiol*, 112, 2693–2702. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2246-z>
- Wilk, M., Geffert, M., Krzysztofik, M., Stastny, P., Zajac, A., & Bogdanis, G. C. (2020). Acute effects of continuous and intermittent blood flow restriction on movement velocity during bench press exercise against different loads. *Frontiers in Physiology*, 11, 569915. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.569915>
- Wilk, M., Trybulski, R., Krzysztofik, M., Wojdala, G., Campos, & Y., Zajac, A., (2021). Accute effects of different blood flow restriction protocols on bar velocity during squat exercise. *Front Physiol*, 12, 652896.
- Wilk, M., Krzysztofik, M., Filip, A., Zajac, A., Bogdanis, G.C., & Lockie, R.G. (2022). Short-term blood flow restriction increases power output and bar velocity during the bench press. *J Strength Cond Res*. 36(8), 2082–8.
- Willis, S. J., Borrani, F. & Millet, G.P. (2018). High-intensity exercise with blood flow restriction or in hypoxia as valuable spaceflight countermeasures? *Front. Physiol*. 10, 1266. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01266>
- Willis, S. J., Borrani, F., & Millet, G.P. (2019a). Leg-arm-bike repetitive sprints with blood flow restriction and systemic hypoxia. *Euro. J. Application Physiol*. 119, 1819–1828. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04171-0>
- Willis, S. J, Peyrard, A., Rupp, T., Borrani, F. & Millet, G.P. (2019b). Vascular and oxygenation responses of local ischemia and systemic hypoxia during repeated sprints on arm cycling. *J. Sci. Med. Sport*. 22, 1151–1156. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.05.001>
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Larry, W. (2008). *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics.
- Wilson, J. M., Lowery, R. P., Joy, J. M., Loenneke, J. P., & Naimo, M. A. (2013). Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 3068-3075. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828a1ffa>
- Wong L., Formiga M. F., Owens J., Asken T., & Cahalin L.P. (2018). Safety of blood flow restricted exercise in hipertansiyon a meta-analysis and systematic review with potential applications in orthopedic care. *Technology orthopedic*, 33, 80–88. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000288>
- Wong, V., Abe, T., Chatakondi, R. N., Bell, Z. W., Spitz, R. W., Dankel, S. J., & Loenneke, J. P. (2019). The influence of biological sex and cuff width on muscle swelling, echo intensity, and the fatigue response to blood flow restricted exercise. *Journal of sports sciences*, 37(16), 1865–1873.
- Wong, V., Song, J. S., Bell, Z. W., Yamada, Y., Spitz, R. W., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2022). Blood flow restriction training on resting blood pressure and heart rate: a meta-analysis of the available literature. *Journal of human hypertension*; 36(8), 738–743. <https://doi.org/10.1038/s41371-021-00561-0>

- Yalçın, S. (2023). Kan akışı kısıtlaması ile alt ekstremiteye uygulanan akut egzersizin algılanan efor, kan laktat seviyesi ve kardiyovasküler tepkiler üzerine etkileri. *ROL Spor Bilimleri Dergisi*, 4 (1), 142-157.
- Yamanaka, T., Farley, R. S., & Caputo, J. L. (2012). Occlusion training increases muscular strength in division IA football players. *Journal of strength and conditioning research*, 26(9), 2523–2529. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823f2b0e>
- Yasuda, T., Abe, T., Sato, Y., Midorikawa, T., Kearns C. F., Inoue, K., Ryushi, T., & Ishii N. (2005). Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily Kaatsu-resistance training, *Int. J. Kaatsu Training Res.* 1, 65-70.
- Yasuda, T., Fujita, S., Ogasawara, R., Sato, Y., & Abe, T. (2011) Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study. *Clin Physiol Funct Imaging*, 30, 338–343.
- Yasuda, T., Fukumura, K., Fukuda, T., Uchida, Y., Iida, H., Meguro, M., Sato, Y., Yamasoba, T., & Nakajima, T. (2014). Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(5), 799–806. <https://doi.org/10.1111/sms.12087>
- Yasuda, T., Meguro, M., Sato, Y., & Nakajima, T. (2017). Use and safety of kaatsu training: Results of a national survey in 2016. *International Journal of KAATSU Training Research*, 13(1), 1-9.

EKLER

EK-1 ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
 - Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
 - Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
 - Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi
- beyan ederim.

23 Ağustos 2023

İmza / Signature

Derya Selda SINAR ULUTAŞ

EK-2 ORJİNALLİK RAPORU



MERSİN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

MERSİN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih:23/08/2023

TezinAdı: Kuvvet antrenmanlarında kan akımı kısıtlama uygulamasının akut fizyolojik ve hormonal değişimleri

Yukarıda adı verilen tez çalışmamın tamamının (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin**adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edildiğini beyan ederim. Kontrol sonucu aşağıda sunulmaktadır:

Rapor Tarihi	26/07/2023	Tez Savunma Tarihi	23/ 08/ 2023
Sayfa Sayısı	133	Benzerlik Endeksi	%11
Karakter Sayısı	190.177	Gönderim Numarası	2137108379

Uygulanan filtreler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar dâhil
- 3- 10 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini,aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunubeyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

İmza

Adı Soyadı: Derya Selda SINAR ULUTAŞ
Öğrenci No: 1701010181007
Ana Bilim Dalı: Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Programı: Beden Eğitimi ve Spor
Statüsü: ☐ Yüksek Lisans ☒ Doktora

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Dr. Öğr. Üyesi Yasin ERSÖZ
(Unvan, Ad Soyad, İmza)

EK-3 ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Derya Selda SINAR ULUTAŞ

Doğum Tarihi :

E-Posta

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği	Mersin Üniversitesi	2006-2010
Yüksek Lisans	Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı/Antrenman Hareket	Mersin Üniversitesi	2012-2017
Doktora	Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı/ Beden Eğitimi ve Spor	Mersin Üniversitesi	2017- 2023

ESERLER

Uluslararası- SCI, SCI-Expanded, SSCI ve AHCI kategorisine giren

1. Umutlu, G., ACAR, N.E., Sınar, D., Akarsu, G., Güven, E., Yıldırım, İ., (2021). COVID-19 and physical activity in sedentary individuals: Differences in metabolic, cardiovascular, and respiratory responses during aerobic exercise performed with and without surgical face masks. *Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness*.

Uluslararası – Diğer

1. Sınar, D., Acar, N.E., Yıldırım, İ., (2020). Atletlerde İzokinetik Diz Kuvveti ile Kor Bölge Kuvveti Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Aksaray University Journal Of Sport And Health Researches*, 1, 1-9.

Ulusal – Diğer

1. **Sınar, D.**, Acar, N.E., Yıldırım, İ., (2019). Kafein ve Obezite. *Türkiye Spor Bilimleri Dergisi*, 3, 10-20.
2. Sınar, D. Acar, N.E., Yıldırım, İ., (2020). Enerji Metabolizması, Obezite ve Hormonlar. *Türkiye Spor Bilimleri Dergisi*, 4, 30-60.

Bildiriler

1. **Sınar, D.S.**, Akın, M. (2013). Küçük yaş grubundaki atletlerin sprint performanslarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *8. Ulusal Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Kongresi* (s. 101), Mersin Üniversitesi.
2. **Sınar, D.S.**, Akın, M. (2015). Kangoojump antrenmanın adölesan kız atletlerin denge ve durarak uzun atlama gelişimine etkisi. *8.Ulusal Spor Bilimleri Öğrenci Kongresi* (s. 77), Mersin Üniversitesi.
3. Akın, M., **Sınar, D.S.**, & Korkmaz C. (2017). Atlet atıcılarda cinsiyet ve branşa göre denge değerlerinin incelenmesi. *The International Conference in SportSciences* (s. 89), Uludağ Üniversitesi, Bursa.

4. Akın, M., Korkmaz, C., & **Sınar, D.S.** (2017). Yüzücülerde hipermobilite ve dinamik denge arasındaki ilişki. *The International Conference in SportSciences*(s.91), Uludağ Üniversitesi, Bursa. Akın, M., **Sınar, D.S.**, & Korkmaz C. (2017). Atlet atıcılarda cinsiyet ve branşa göre denge değerlerinin incelenmesi. *The International Conference in SportSciences* (s. 89), Uludağ Üniversitesi, Bursa.
5. Akın, M., **Sınar, D.S.**, & Korkmaz C. (2017). Spor yapmayan öğrenciler ile atıcı atletlerin dinamik denge becerilerinin incelenmesi. *4. Uluslararası Spor Bilimleri Turizm ve Rekreasyon Öğrenci Kongresi*, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.
6. Akın, M., **Sınar, D.S.**, Boyanmış, A.H., & Korkmaz C. (2017). Tekvandoculara hipermobilite ile plantarfleksiyondorsal hareket açıları arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *4. Uluslararası Spor Bilimleri Turizm ve Rekreasyon Öğrenci Kongresi*, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.
7. **Sınar, D.S.**, Akın, M., & Korkmaz C. (2017). Tekvandoculara hipermobilite ve dinamik denge ilişkisi. *4. Uluslararası Spor Bilimleri Turizm ve Rekreasyon Öğrenci Kongresi*, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.
8. **Sınar, D.S.**, Akın, M. (2015). Kangoojump kullanımının spora yeni başlayan kız atletlerde sprint ve durarak uzun atlama gelişimi üzerine olan etkisinin incelenmesi. *Uluslararası Spor Bilimleri Araştırma Kongresi*, Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
9. **Sınar, D.S.**, Akın, M. (2017). 13-15 yaş kadın atletlerde kangoojump ile yapılan antrenmanın denge, sprint ve durarak uzun atlama üzerine olan etkisi. *Dünya Spor Bilimleri Araştırmaları Kongresi* (s. 439) , Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.
10. Korkmaz, C., Akın, M., **Sınar, D.S.** (2017). Farklı spor branşlarındaki sporcuların dinamik denge değerlerinin karşılaştırılması. *15. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi* (s. 1320), Antalya.
11. **Sınar, D.S.**, Acar, N.E., Yıldırım, İ. (2019). Atlarda izokinetik bacak kuvveti ile kor bölge kuvveti arasındaki ilişkinin incelenmesi. *17. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi*, Antalya.
12. **Sınar, D.S.**, Yıldırım, İ. (2019). Kaatsu bant ile oluşan kan kısıtlamasının spor performansına etkisi. *3. Uluslararası Mersin Akdeniz Sempozyumu*, Mersin.
13. Demirezen, N.B., **Sınar, D.S.**, Yıldırım, İ. (2019). Yetişkin bireylerde obezite durumunun yeme davranışı ve fiziksel aktivite düzeylerine göre incelenmesi. *3. Uluslararası Mersin Akdeniz Sempozyumu*, Mersin.
14. Demir, A., Barut, A.i., **Sınar, D.S.** (2019). Sedanter üniversite öğrencilerinde beden kitle indeksi ile statik denge arasındaki ilişki. *3. Uluslararası Mersin Akdeniz Sempozyumu*, Mersin.
15. Demir A., Akın M., **Sınar D.S.** (2017). Atletizm Atmalar ve Taekwondo Sporcularının Dinamik Denge Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Uluslararası 9. Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Kongresi* ,Antalaya.

EK-4 ETİK KURUL KARARI

MERSİN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

KLİNİK ARAŞTIRMALAR

ETİK KURULU

Karar Tarihi	Toplantı Sayısı	Karar Sayısı
03/02/2021	03	112

Mersin Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Rekreasyon Bölümü Rekreasyon Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Doç. İrfan YILDIRIM'ın sorumluluğunda yapılması tasarlanan "Kuvvet Antrenmanlarında Kan Akımı Kısıtlama Uygulamasının Akut Fizyolojik ve Hormonal Değişimleri" adlı araştırma için hazırlanmış olan ve 02/02/2021 tarihinde sunulan Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar İçin Başvuru Formu ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu Başkanlığınca yayımlanan "COVID-19 Pandemisi Nedeniyle Klinik Araştırmalarda Alınacak Tedbirler" kapsamında gönüllüler ve araştırmacıların güvenliği açısından alınması gereken önlemler (sürekli olarak bir risk değerlendirmesi yapılması, COVID-19 kaynaklı öncelikler ve aciliyetin göz önünde bulundurulması, araştırma merkezinin yükünün azaltılması, sosyal izolasyon kurallarına uyulmasının sağlanması, araştırma ekibinin iş yükünün azaltılması vb.) doğrultusunda ve araştırmanın yapılabilmesi için izin alınması durumunda gereken izin yazısının başvuru dosyasına eklenmesi, araştırmanın yürürlükte olan yasal düzenlemelere uyularak yürütülmesi ve sonuçlandırılması koşulu ile gerçekleştirilmesinde etik sakınca bulunmadığına toplantıya katılanların oy birliği ile karar verilmiştir.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

İmza
Prof. Dr. Bahar
TUNÇTANBaşkan

İmza
Prof. Dr. Selma
ÜNALBaşkan
Yardımcısı

(Katılmadı)
Prof. Dr. F. Özlem
KANDEMİRÜye

İmza
Prof. Dr. Olgu HALLIOĞLU
KILINÇ
Üye

İmza
Prof. Dr. Murat
BOZLUÜye

İmza
Prof. Dr. M. Sami
SERİNÜye

İmza
Prof. Dr. İsmail
ÜNÜye

İmza
Prof. Dr. Nimet
KARAGÜLLEÜye

İmza
Doç. Dr. Ataman
KÖSEÜye

İmza
Doç. Dr. Gülhan
TEMELÜye

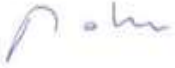
İmza
Dr. Öğr. Üyesi M. Türkan
IŞIKÜye

(Katılmadı)
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa
AZIZOĞLUÜye

İmza
Dr. Öğr. Üyesi Özge KURMUŞ
FERİKÜye

(Katılmadı)
H. Betül LEVENT
ERDALÜye

(Katılmadı)
Lale DAĞLI
Üye


Prof. Dr. Bahar TUNÇTAN
Başkan
ASLI GİBİDİR

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETKİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Kuvvet Antrenmanlarında Kan Akımı Kısıtlama Uygulamasının Akut Fizyolojik ve Hormonal Değişimleri
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	---

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Mersin Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Prof. Dr. Uğur ORAL Kültür Merkezi, 33343, Yenişehir/Mersin
	TELEFON	0 324 361 00 01 / 14417
	FAKS	---
	E-POSTA	meukaek@gmail.com

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç. Dr. İrfan YILDIRIM			
	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Rekreasyon Ana Bilim Dalı			
	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Mersin Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Rekreasyon Bölümü			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	---			
	DESTEKLEYİCİ	---			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	--			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	---			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
		In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
İlaç dışı klinik araştırma		☐			
Diğer ise belirtiniz ☐ - Vücut fizyolojisi ile ilgili araştırma ☐					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ	ULUSAL	ULUSLARARASI	

Prof. Dr. Bahar TUNÇTAN

Etik Kurul Başkanı

İmza: 

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Kuvvet Antrenmanlarında Kan Akımı Kısıtlama Uygulamasının Akut Fizyolojik ve Hormonal Değişimleri
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	---

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili			
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			☐ Türkçe	☐ İngilizce	☐ Diğer	
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	02.02.2021	2	☒ Türkçe	☐ İngilizce	☐ Diğer	
	OLGU RAPOR FORMU			☐ Türkçe	☐ İngilizce	☐ Diğer	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			☐ Türkçe	☐ İngilizce	☐ Diğer	
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama					
	SİGORTA	☒	10.05.2021-31.05.2021 tarihleri arasında kapsayan Klinik Araştırmalar Sorumluluk Sigortası Teklifi				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒					
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☒	13.01.2021 İmza Tarihli				
	ILAN	☐					
	YILLIK BİLDİRİM	☐					
	SONUÇ RAPORU	☐					
	GUVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐					
	DİĞER: GİRİŞİMSİZ OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR İÇİN BAŞVURU FORMU	☒					
	ARAŞTIRMACILARIN ÖZ GEÇMİŞİ	☒					
3 ADET LİTERATÜR	☒						
DİĞER	☒	- Çalışmanın Tez Olduğuna İlişkin Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Kararı, 14.10.2020					
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 112	Tarih: 03/02/2021					
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekeceği, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar çalışmaları için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.						
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU							
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu						
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Bahar TUNÇTAN						

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Etnisite	Araştırma ile ilişkisi	Katılım	İmza
Prof. Dr. Bahar TUNÇTAN	Farmakoloji	MEÜ Eczacılık Fakültesi Meslek Bilimleri Bölümü Farmakoloji ABD	☐ E ☒ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Prof. Dr. Selma UNAL	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	MEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları ABD	☐ E ☒ K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Prof. Dr. F. Özlen KANDEMİR	Klinik Mikrobiyoloji ve Enfeksiyon Hastalıkları	MEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü Enfeksiyon Hastalıkları ABD	☐ E ☒ K	☐ E ☒ H	☐ E ☒ H	Katılmadı
Prof. Dr. Olgun HALLIOĞLU KILINÇ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Serbest	☐ E ☒ K	☐ E ☒ H	☐ E ☒ H	

Prof. Dr. Bahar TUNÇTAN
Etik Kurul Başkanı
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETKİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Kuvvet Antrenmanlarında Kan Akımı Kısıtlama Uygulamasının Akut Fizyolojik ve Hormonal Değişimleri
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	---

Prof. Dr. Murat BOZLU	Uroloji	MEÜ Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü Uroloji ABD	E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. M. Sami SERİN	Mikrobiyoloji	MEÜ Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji ABD	E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. İsmail ÜN	Tıbbi Farmakoloji	MEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü Tıbbi Farmakoloji ABD	E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. Nimet KARAGÜLLE	Biyomühendislik	MEÜ Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü	E	K	E	H	E	H	
Doç. Dr. Ataman KÖSE	Acil Tıp	MEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü Acil Tıp ABD	E	K	E	H	E	H	
Doç. Dr. Gülhan TEMEL	Biyoistatistik	MEÜ Tıp Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Bölümü Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim ABD	E	K	E	H	E	H	
Dr. Öğr. Üyesi M. Türkan IŞIK	Tıp Tarihi ve Etik	MEÜ Hemşirelik Fakültesi Hemşirelik Bölümü Hemşirelik Esasları ABD	E	K	E	H	E	H	
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa AZİZÖĞLÜ	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	MEÜ Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü Anesteziyoloji ve Reanimasyon ABD	E	K	E	H	E	H	Katılmadı
Dr. Öğr. Üyesi Özge KURMUŞ FERİK	Kardiyoloji	Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü Kardiyoloji ABD	E	K	E	H	E	H	
Yüksek Şehir Plancısı H. Betül LEVENT ERDAL	Şehir ve Bölge Planlama/Uluslararası Proje Yönetimi	Mersin Mezidi Belediyesi	E	K	E	H	E	H	Katılmadı
Avukat Lale DAĞLI	Hukuk	Serbest	E	K	E	H	E	H	Katılmadı

*: Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. Bahar TUNÇTAN

Etik Kurul Başkanı

İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

EKLER

EK 5- TEZ ANALİZİ NORMALLİK İNCELEMELERİ

➤ En az eşit aralıklı ölçme düzeyinde olma varsayımı

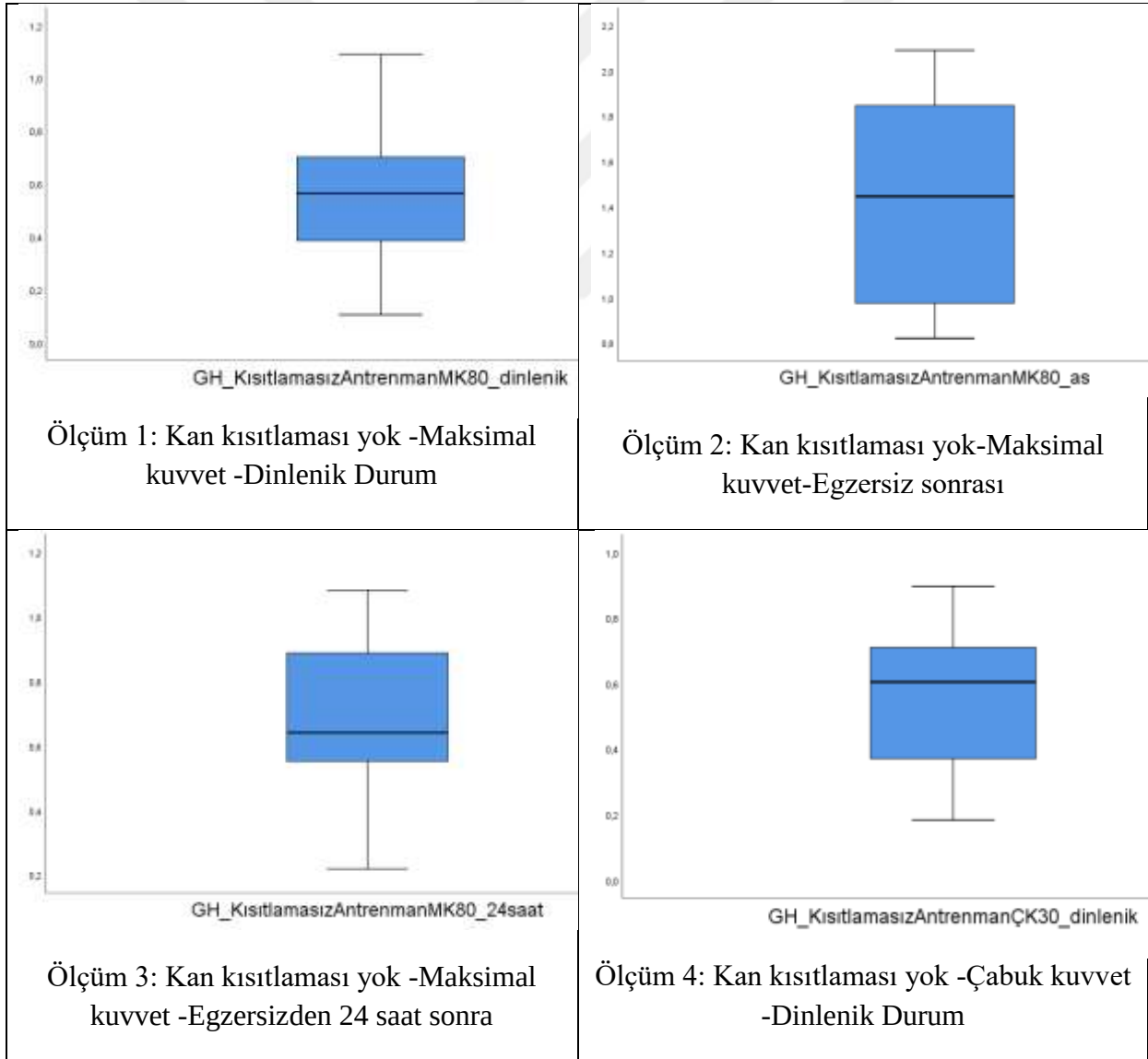
Bu araştırmada yer alan sekiz bağımlı değişken de oranlı ölçme düzeyindedir. Bu varsayım karşılanmıştır.

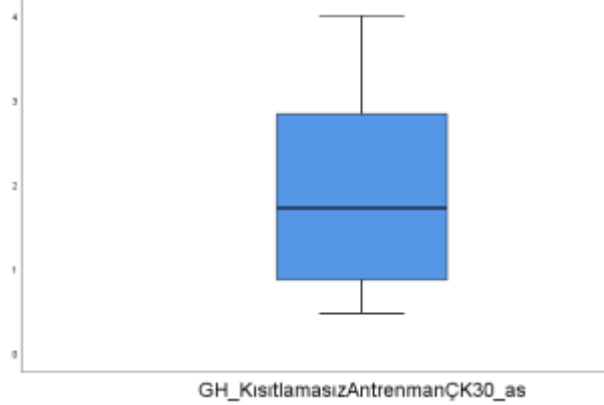
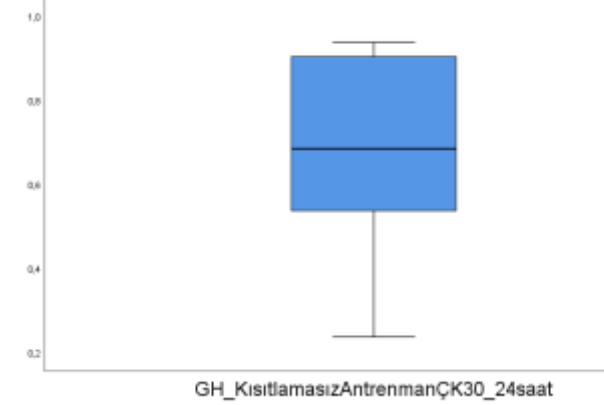
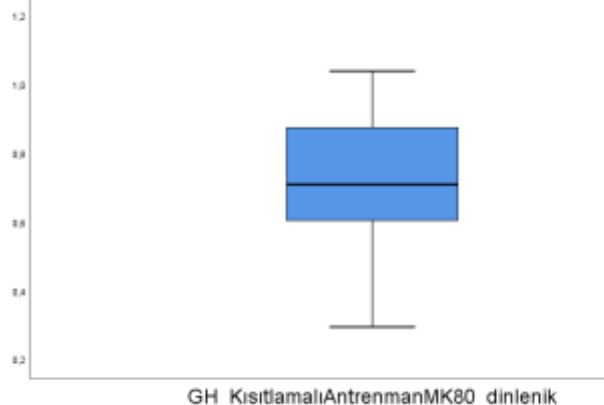
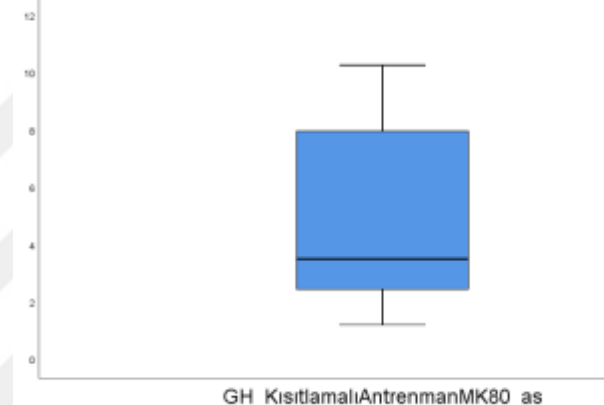
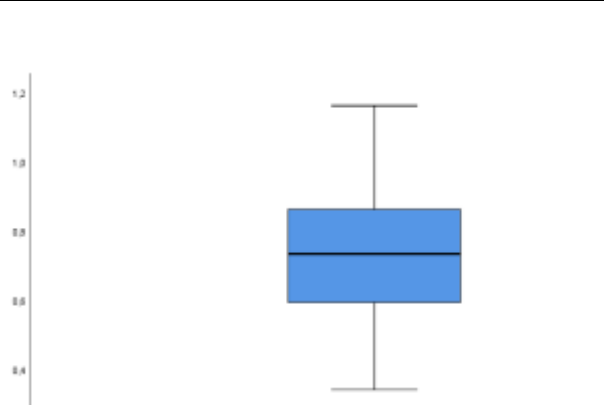
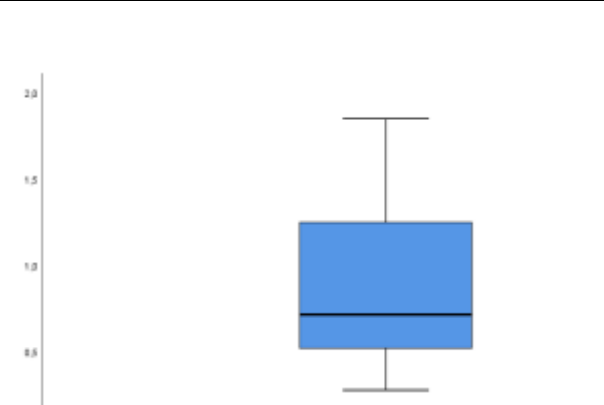
➤ Üç bağımsız değişken varsayımı

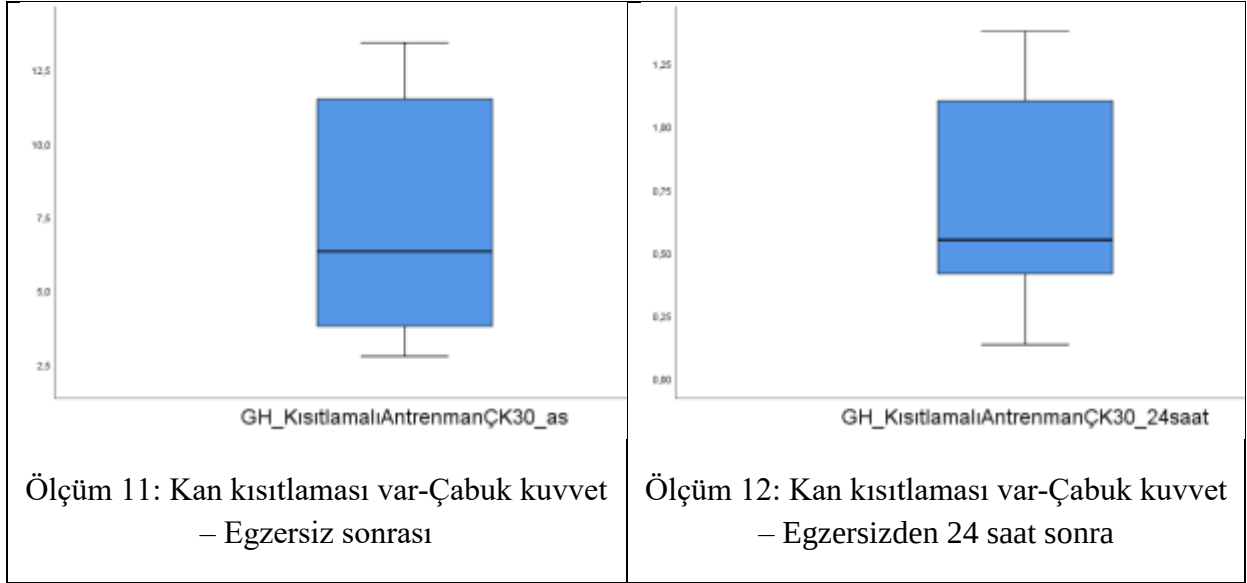
Bu araştırmada üç bağımsız değişken yer almaktadır ve bu varsayım karşılanmıştır.

➤ Sporcuların uç değer incelemeleri:

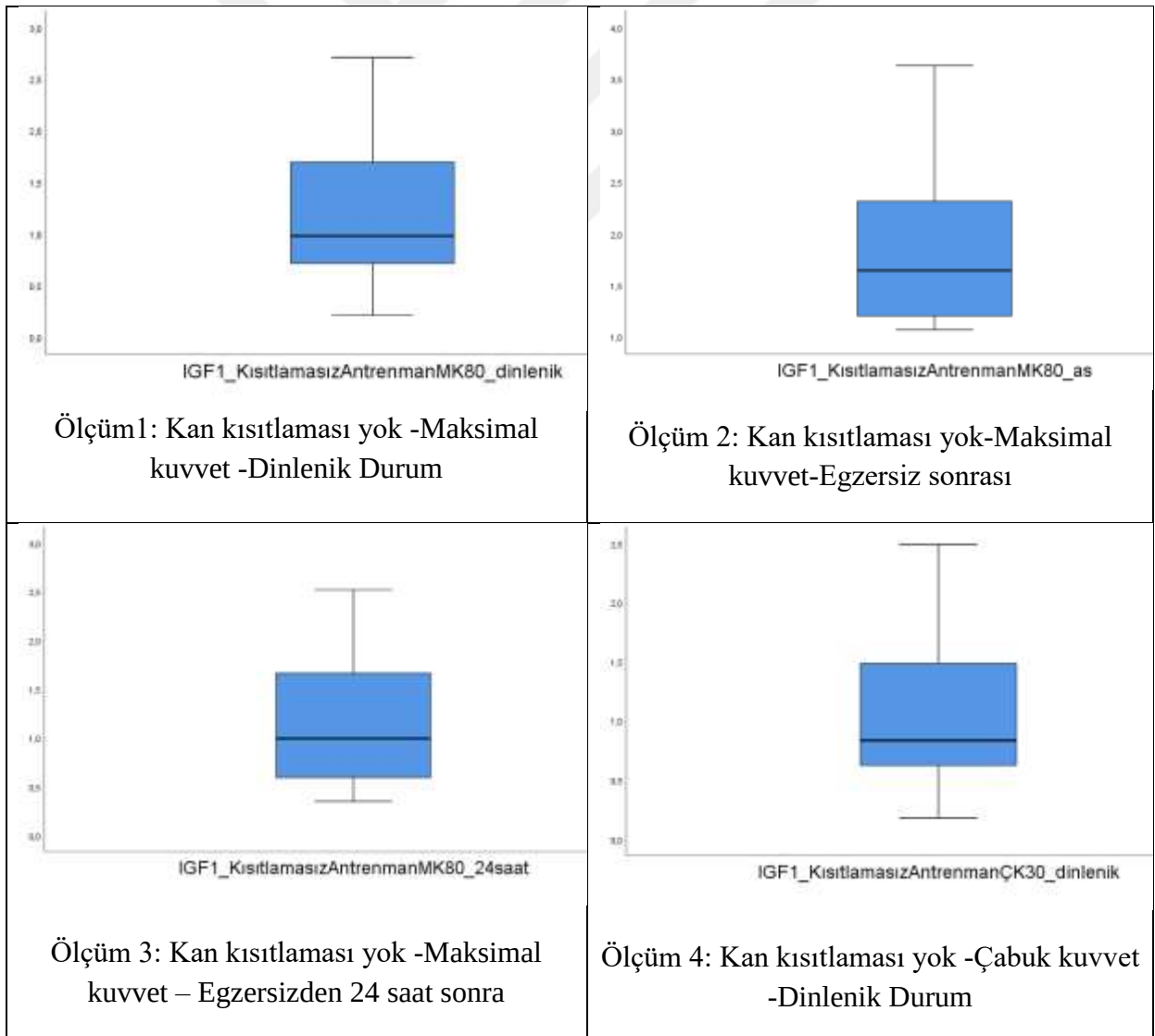
1. Büyüme hormonu (GH)

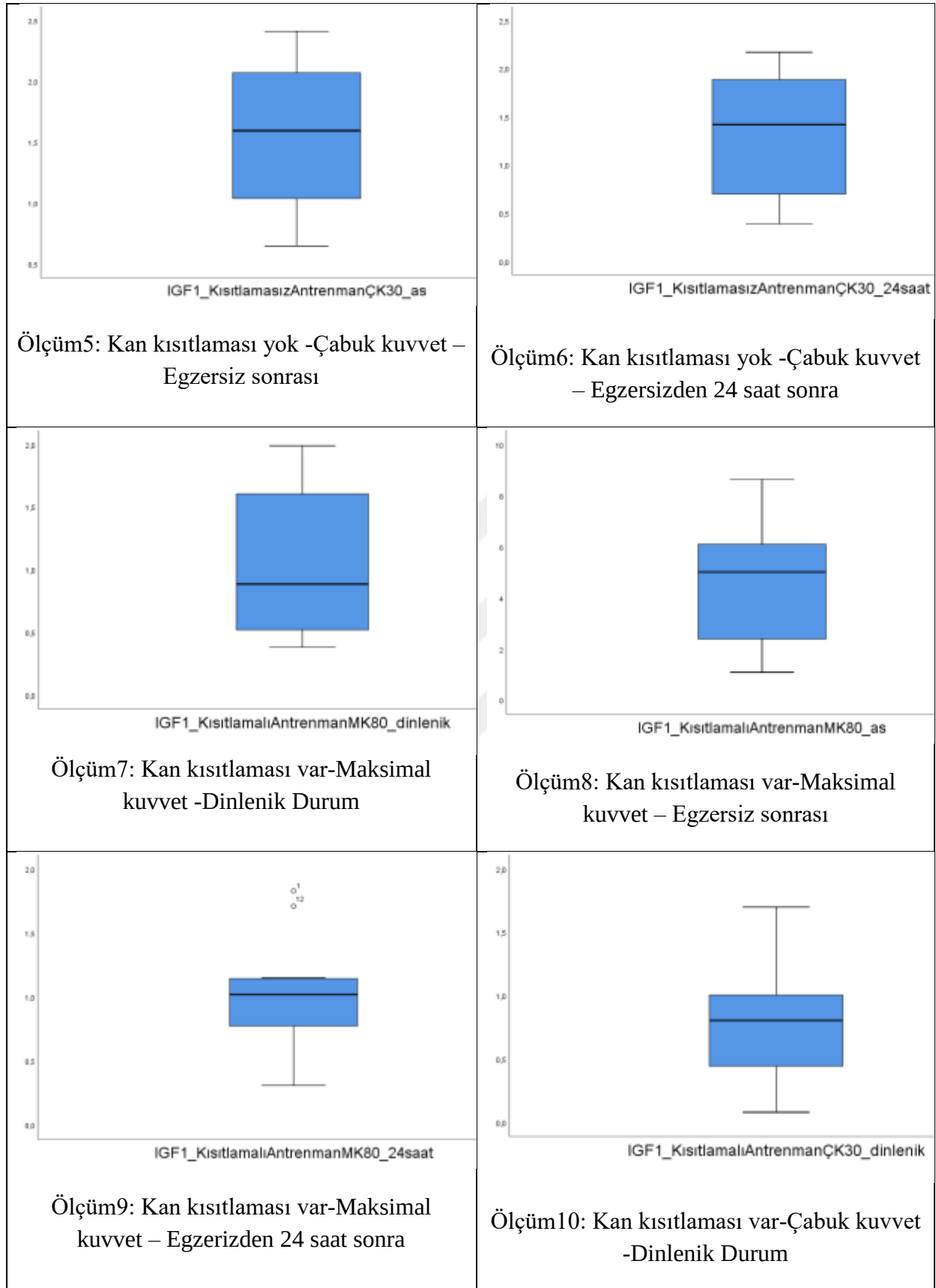


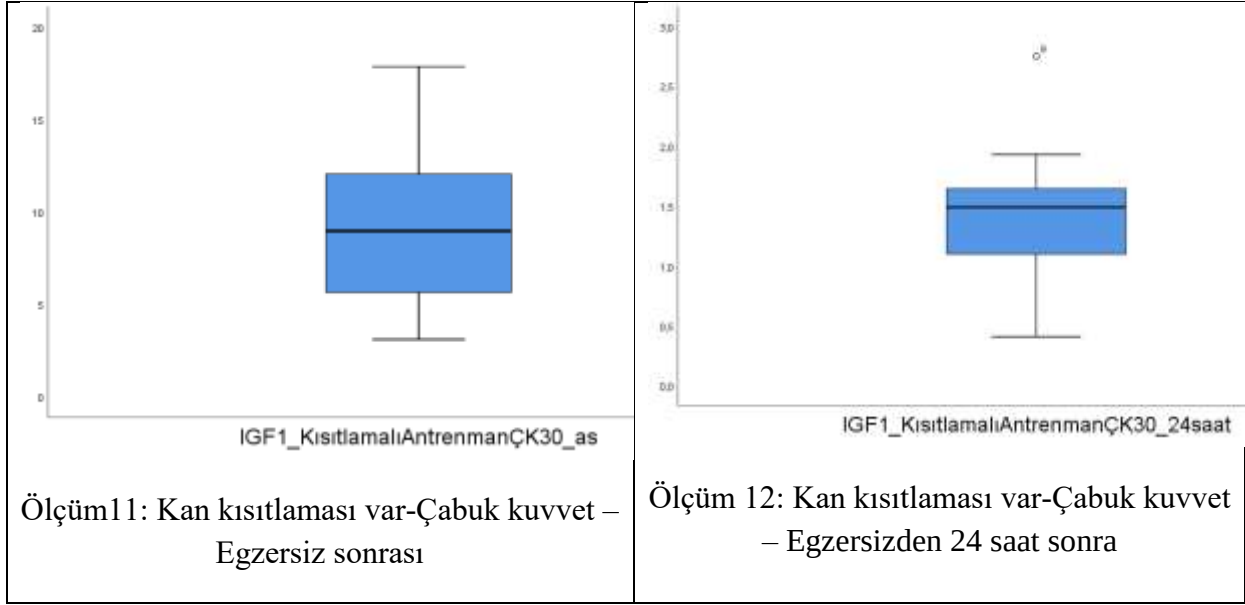
 GH_KısıtlamasızAntrenmanÇK30_as Ölçüm 5: Kan kısıtlaması yok -Çabuk kuvvet – Egzersiz sonrası	 GH_KısıtlamasızAntrenmanÇK30_24saat Ölçüm 6: Kan kısıtlaması yok -Çabuk kuvvet – Egzersizden 24 saat sonra
 GH_KısıtlıAntrenmanMK80_dinlenik Ölçüm7: Kan kısıtlaması var-Maksimal kuvvet -Dinlenik Durum	 GH_KısıtlıAntrenmanMK80_as Ölçüm8: Kan kısıtlaması var-Maksimal kuvvet – Egzersiz sonrası
 GH_KısıtlıAntrenmanMK80_24saat Ölçüm 9: Kan kısıtlaması var-Maksimal kuvvet – Egzersizden 24 saat sonra	 GH_KısıtlıAntrenmanÇK30_dinlenik Ölçüm 10: Kan kısıtlaması var-Çabuk kuvvet -Dinlenik Durum



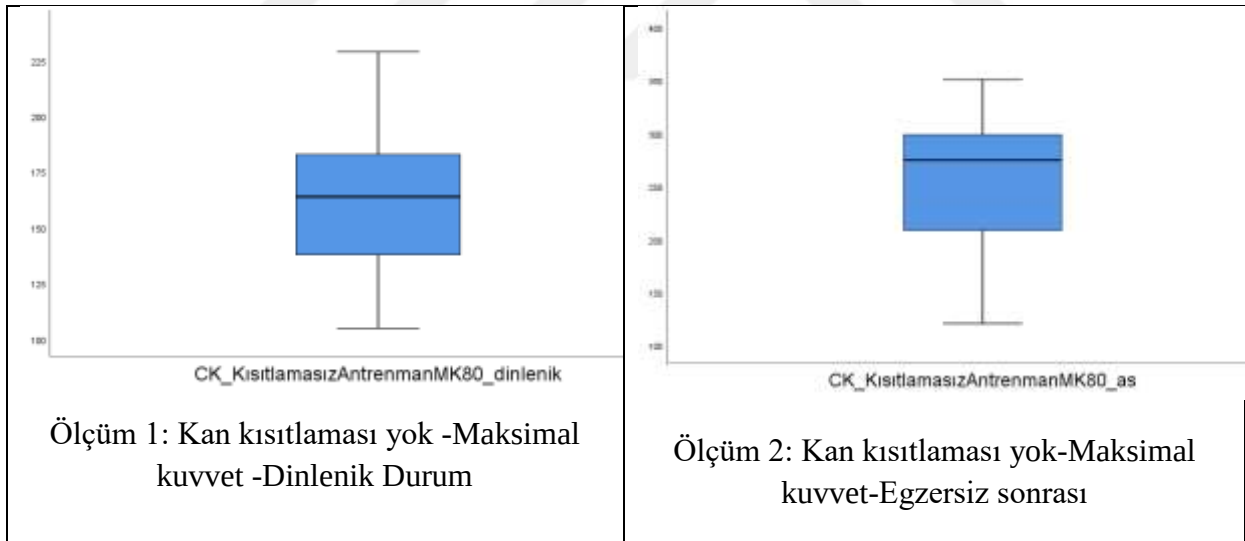
2. İnsülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1)

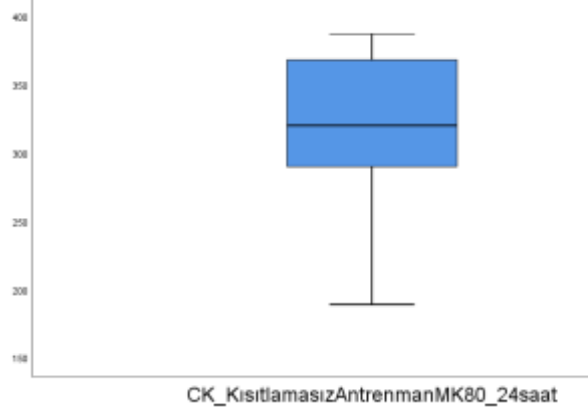
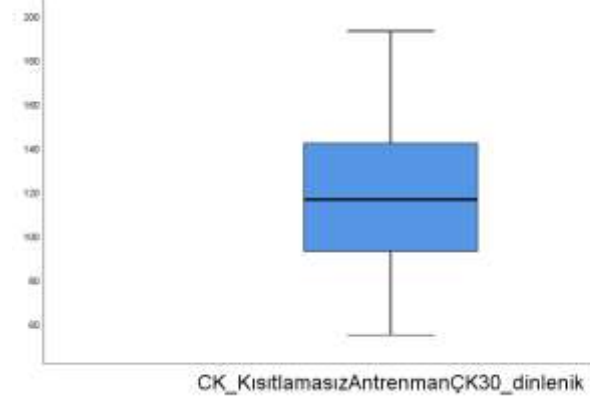
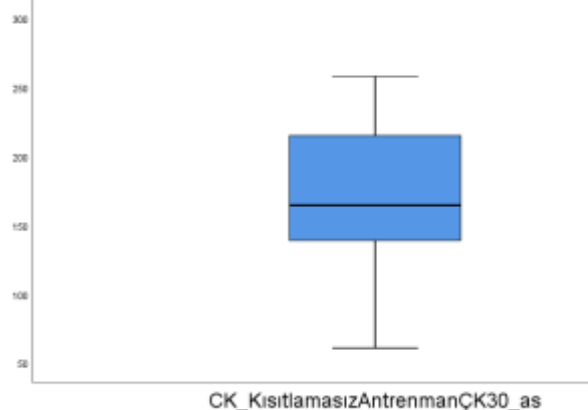
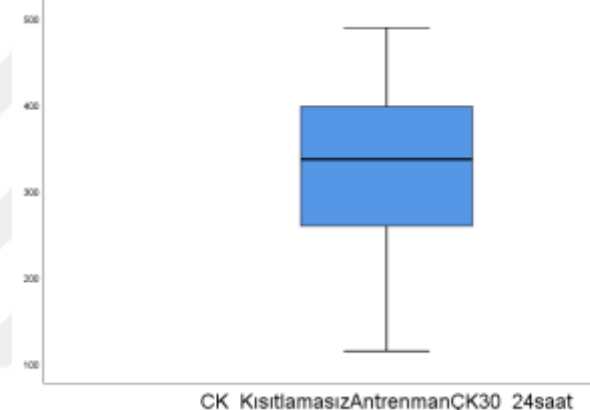
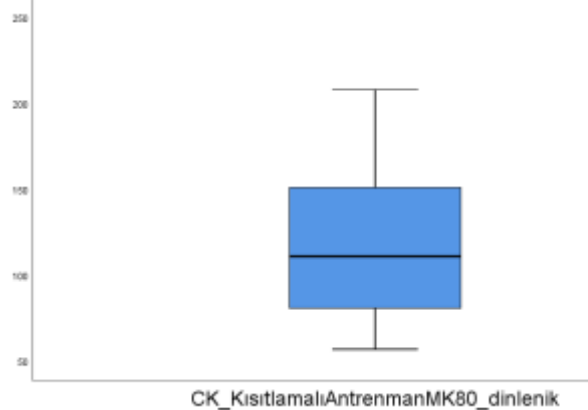
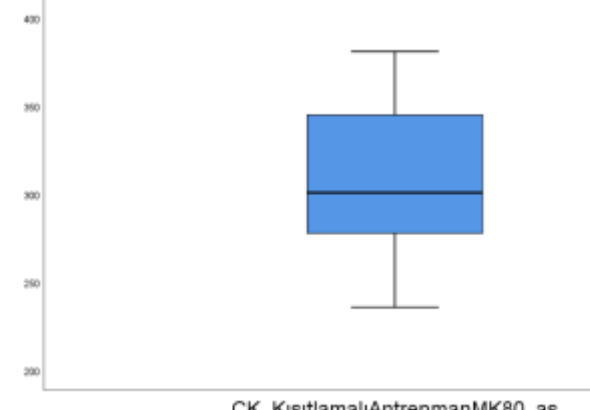


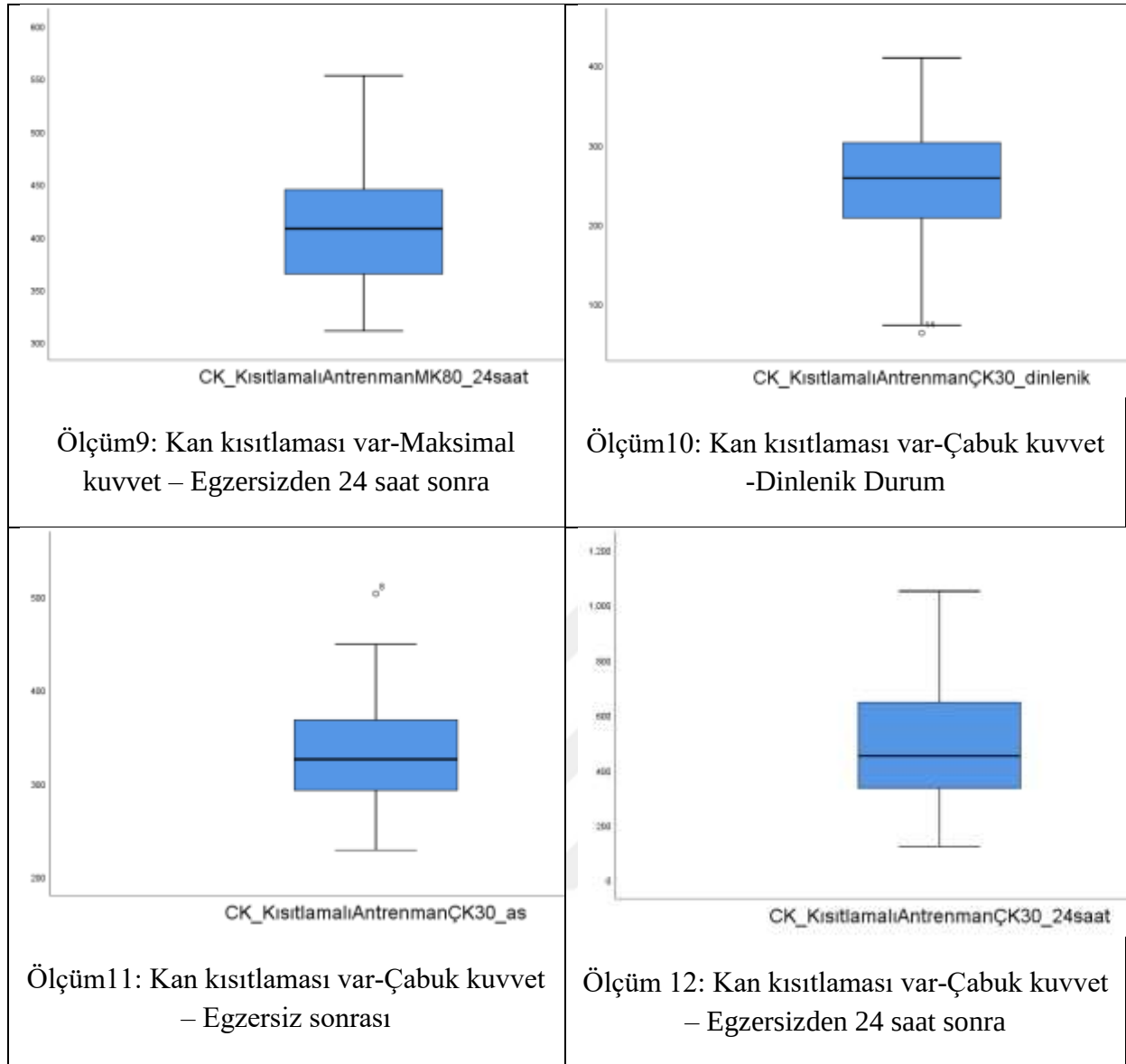




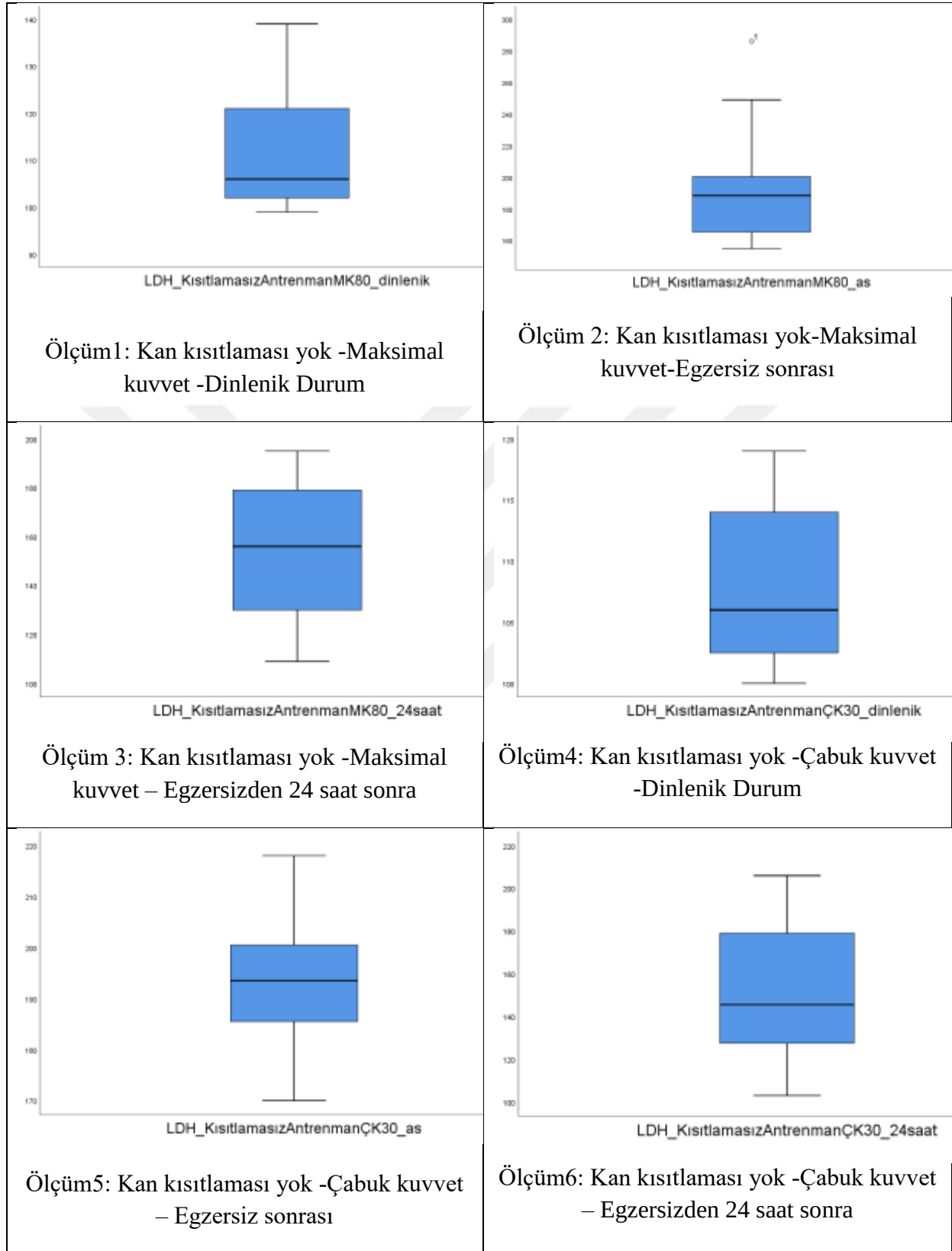
3. Kreatin kinaz (CK)

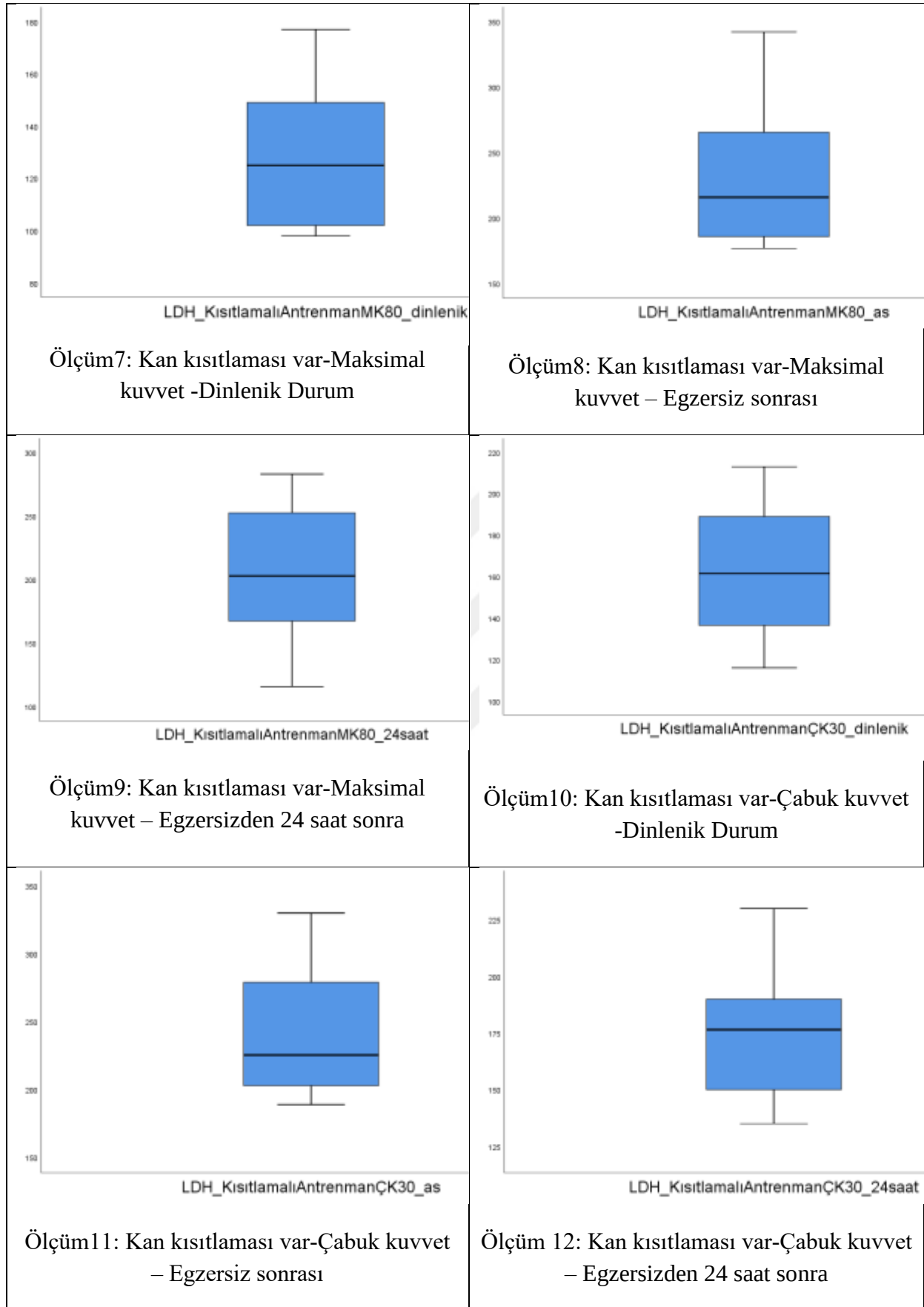


 CK_KısıtlamasızAntrenmanMK80_24saat Ölçüm 3: Kan kısıtlaması yok -Maksimal kuvvet -Egzersizden 24 saat sonra	 CK_KısıtlamasızAntrenmanÇK30_dinlenik Ölçüm 4: Kan kısıtlaması yok -Çabuk kuvvet -Dinlenik Durum
 CK_KısıtlamasızAntrenmanÇK30_as Ölçüm 5: Kan kısıtlaması yok -Çabuk kuvvet – Egzersiz sonrası	 CK_KısıtlamasızAntrenmanÇK30_24saat Ölçüm 6: Kan kısıtlaması yok -Çabuk kuvvet – Egzersizden 24 saat sonra
 CK_KısıtlıAntrenmanMK80_dinlenik Ölçüm7: Kan kısıtlaması var-Maksimal kuvvet -Dinlenik Durum	 CK_KısıtlıAntrenmanMK80_as Ölçüm8: Kan kısıtlaması var-Maksimal kuvvet – Egzersiz sonrası

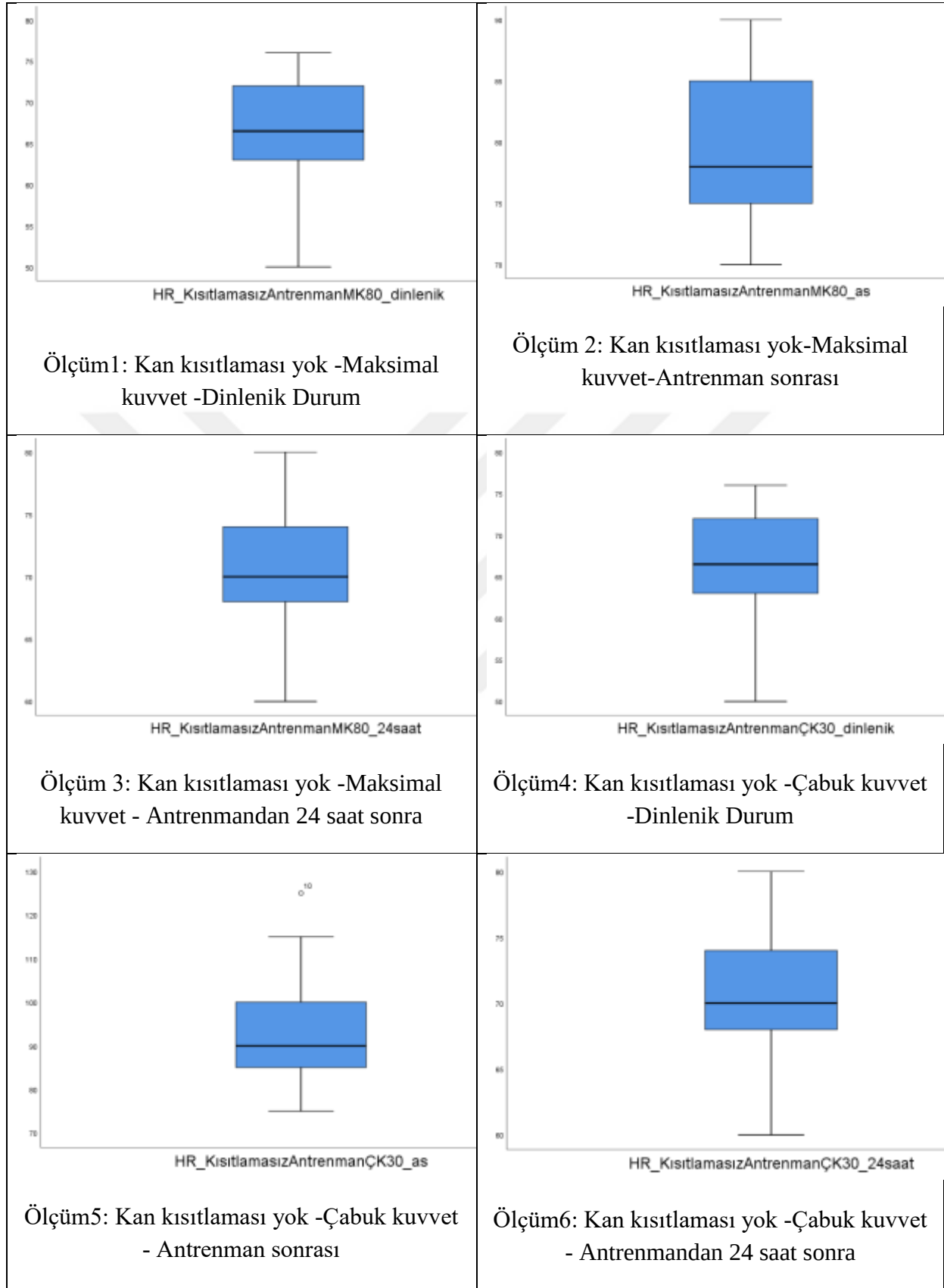


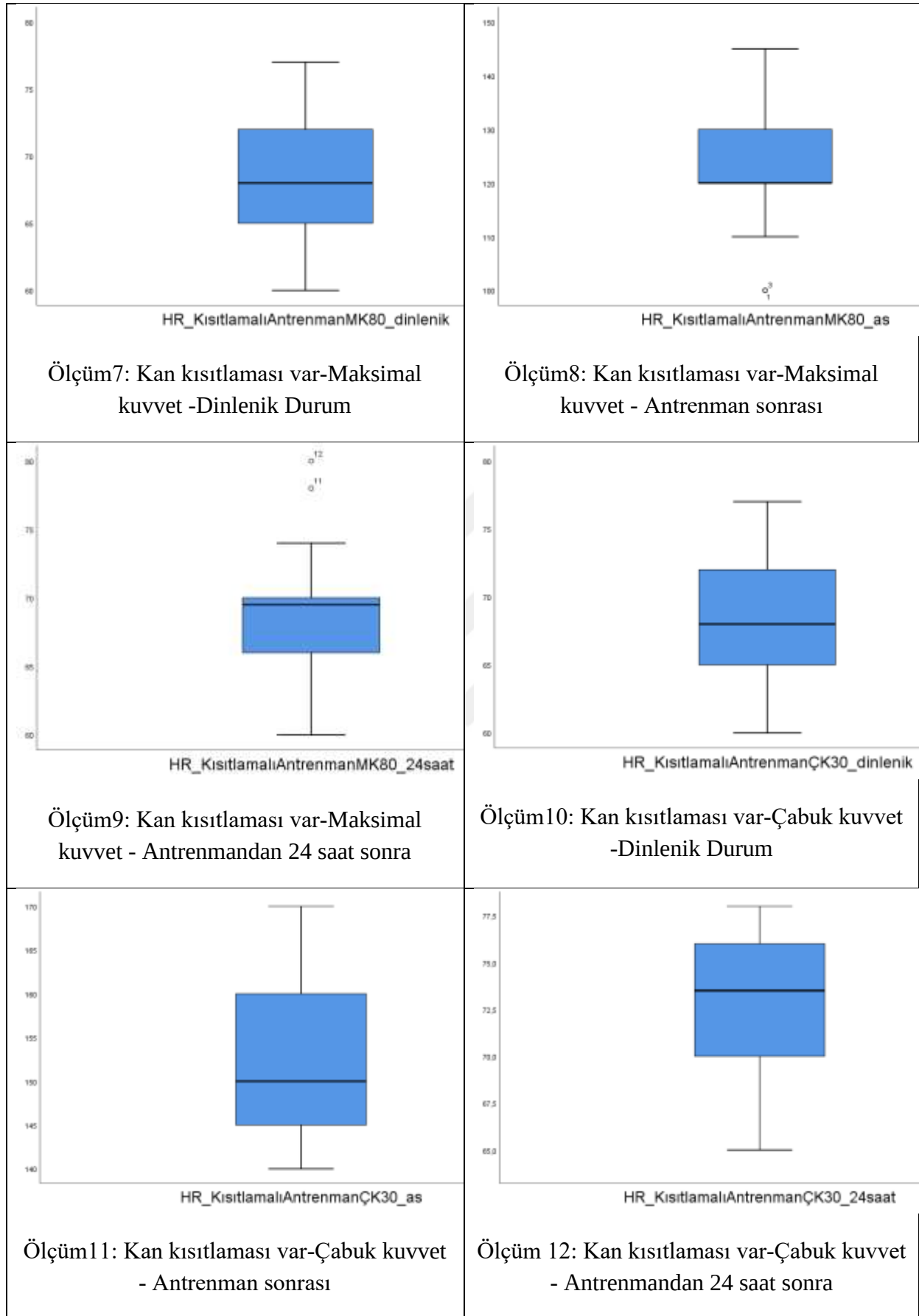
4. Laktat dehidrogenaz (LDH)



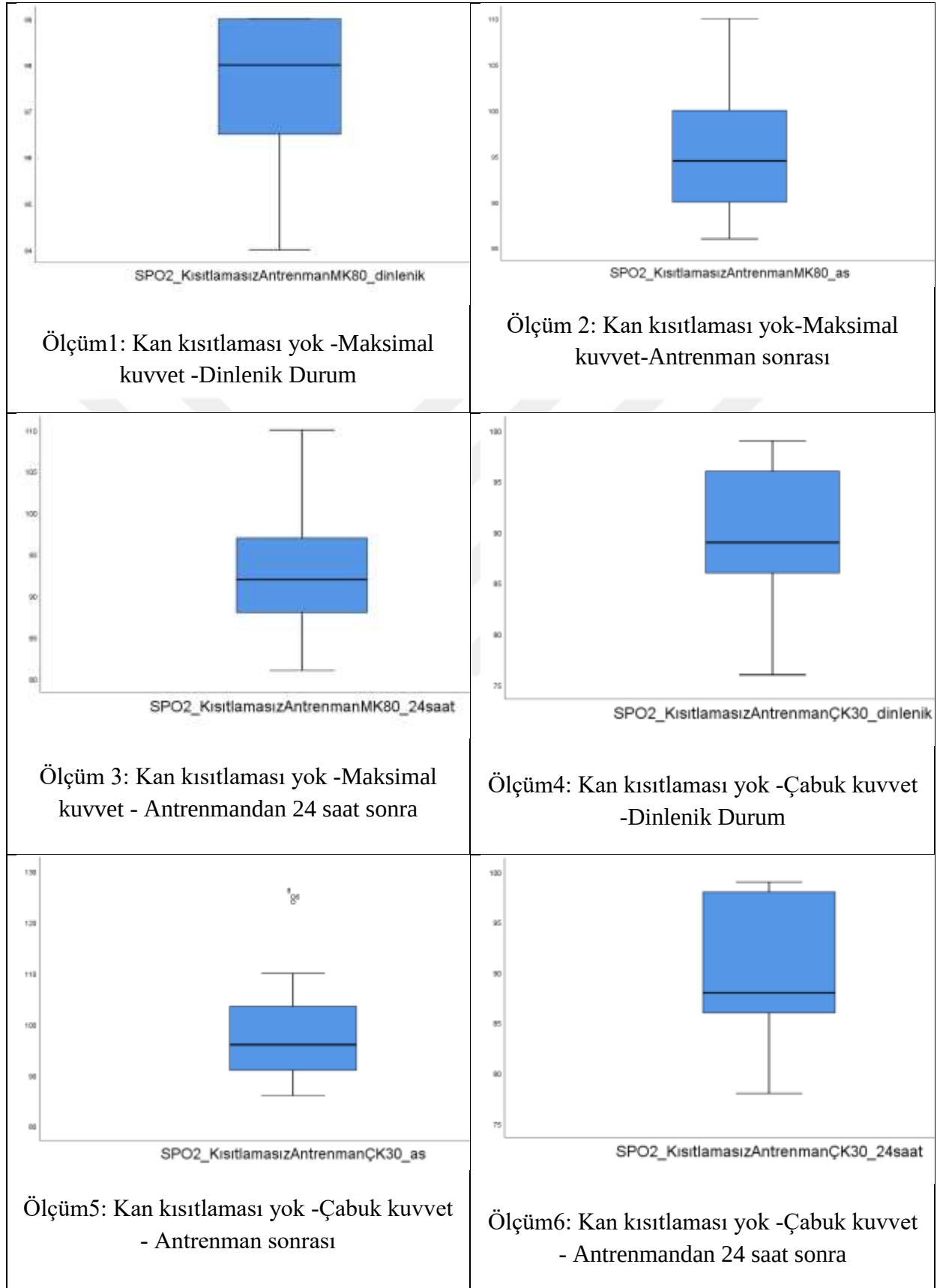


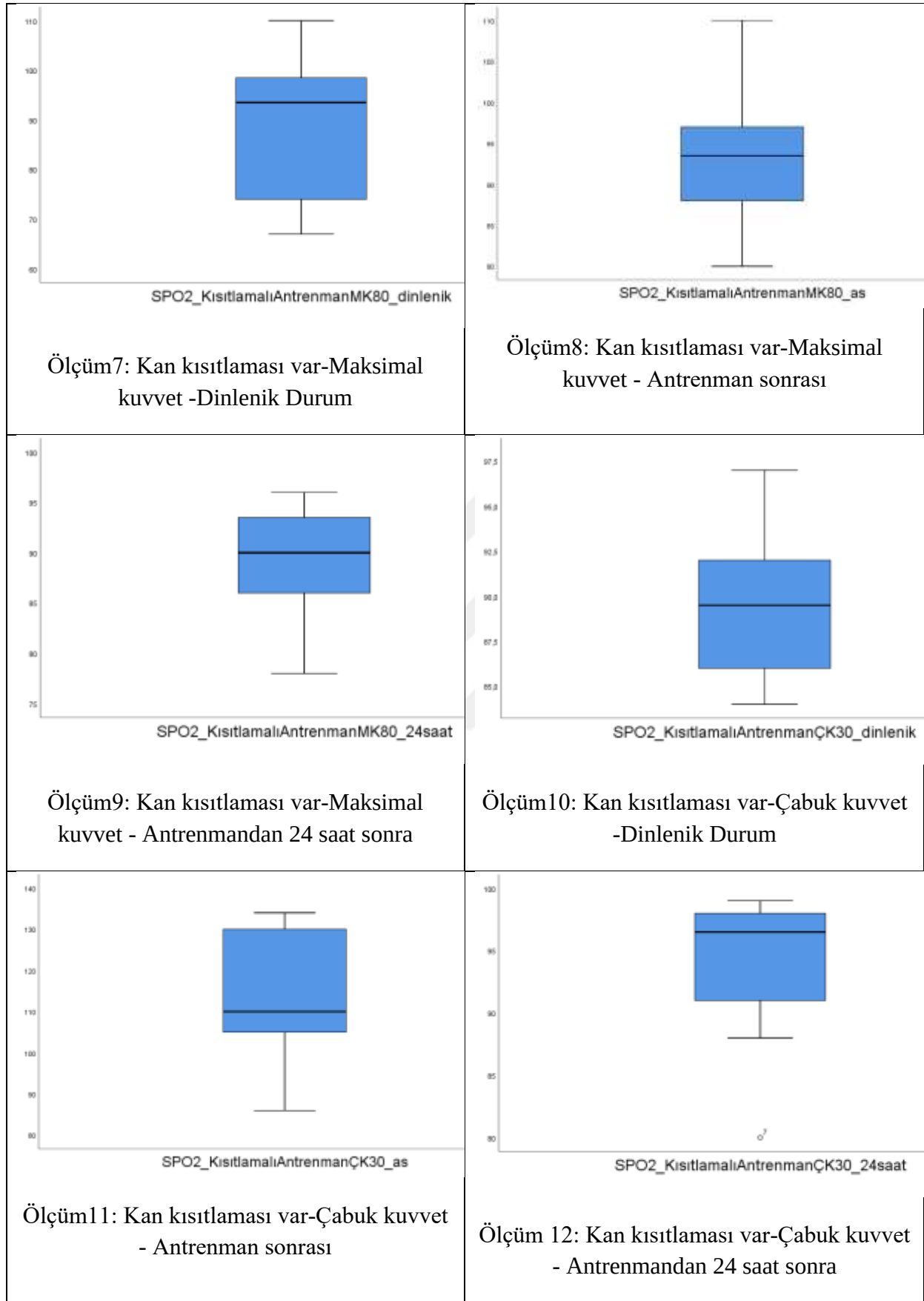
5. Kalp atım hızı (HR)



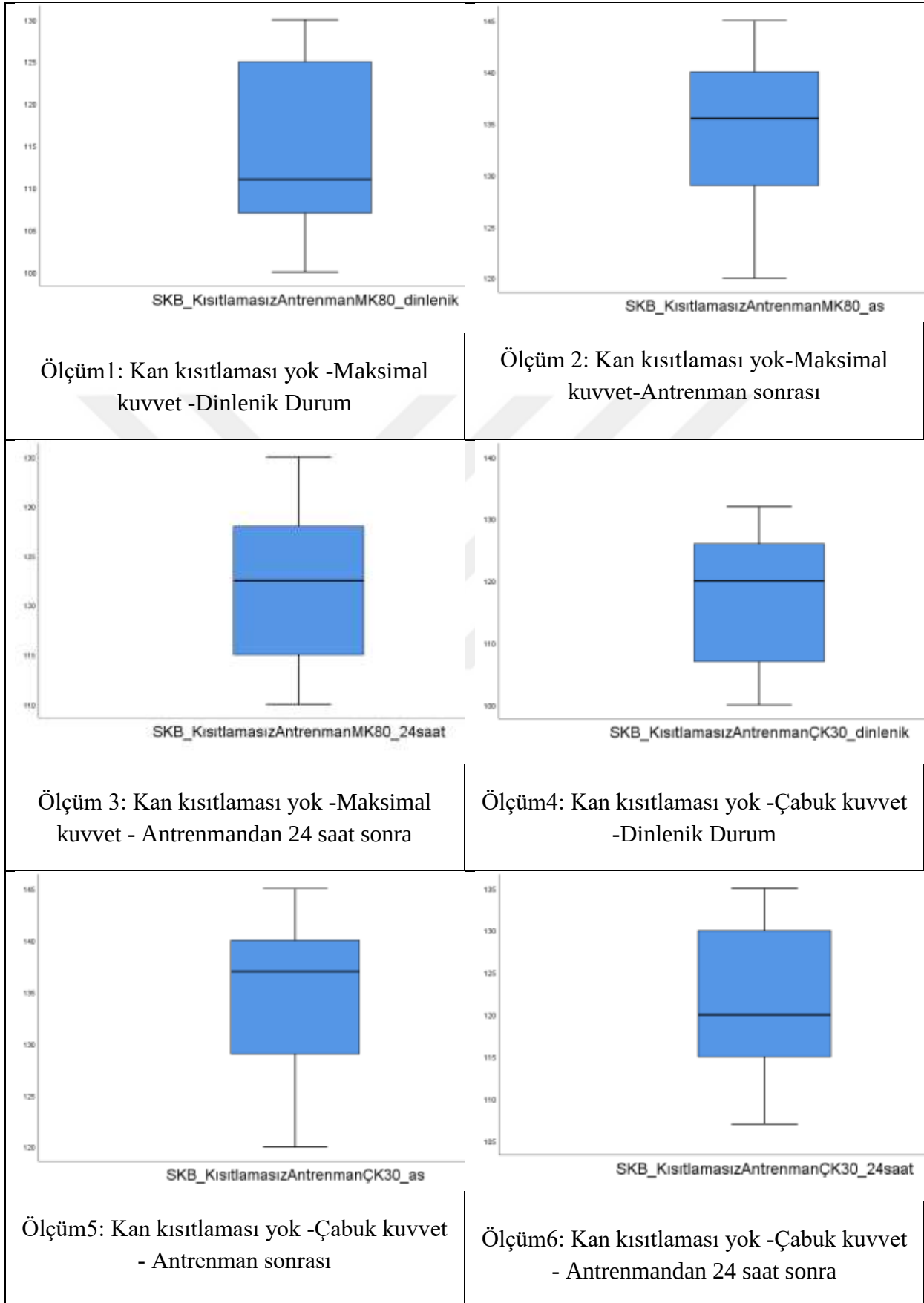


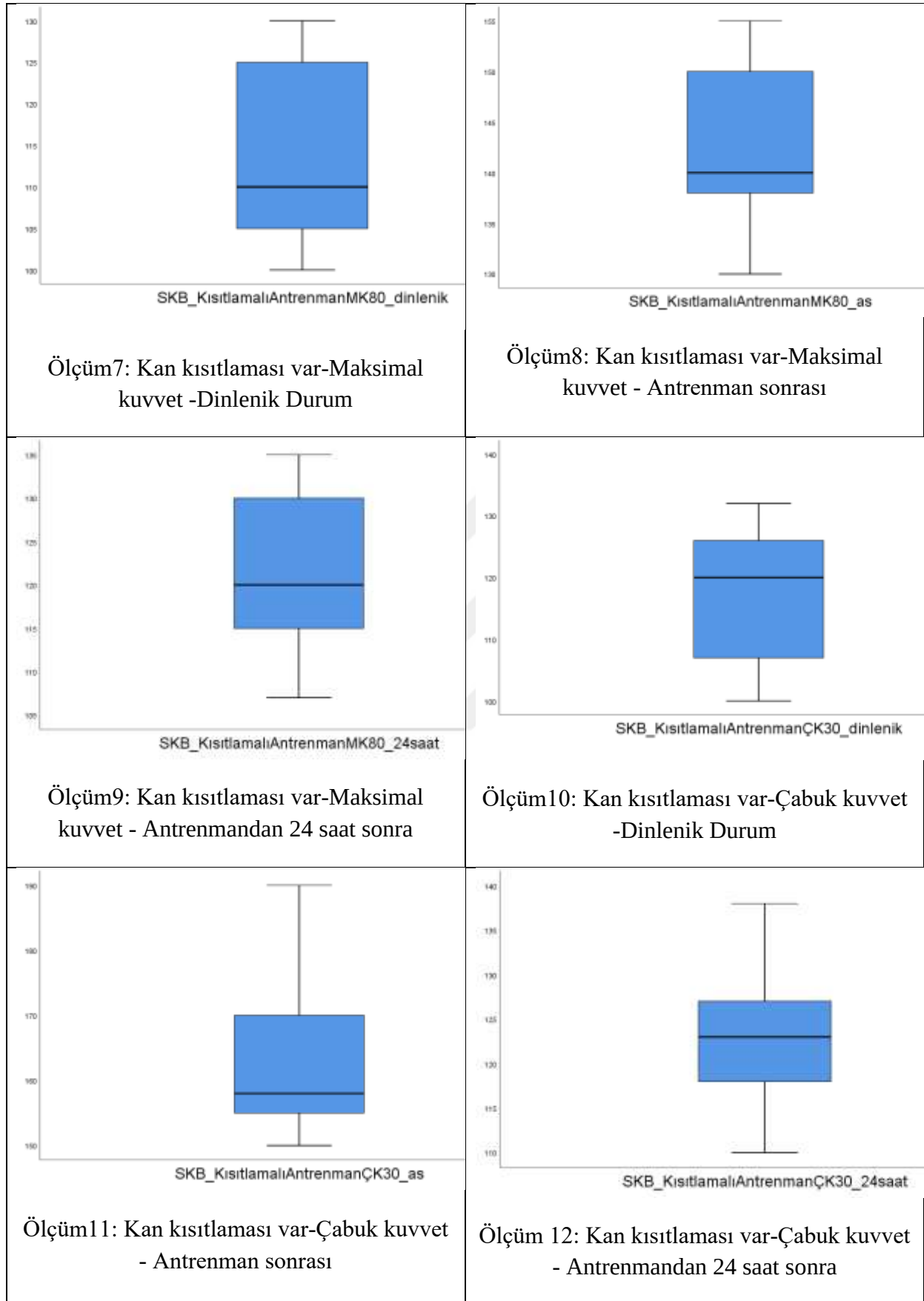
6. Oksijen satürasyonu (SPO2)



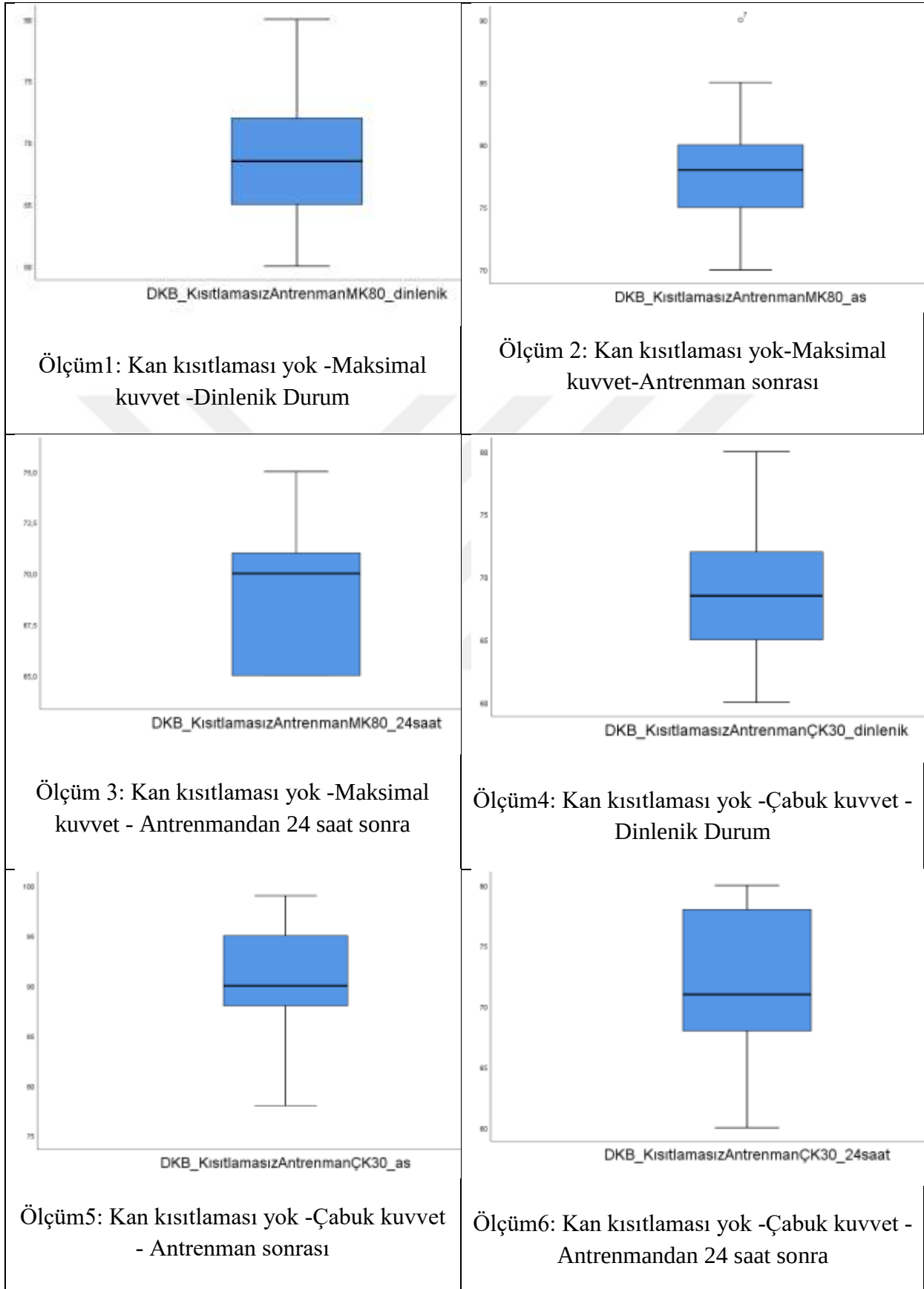


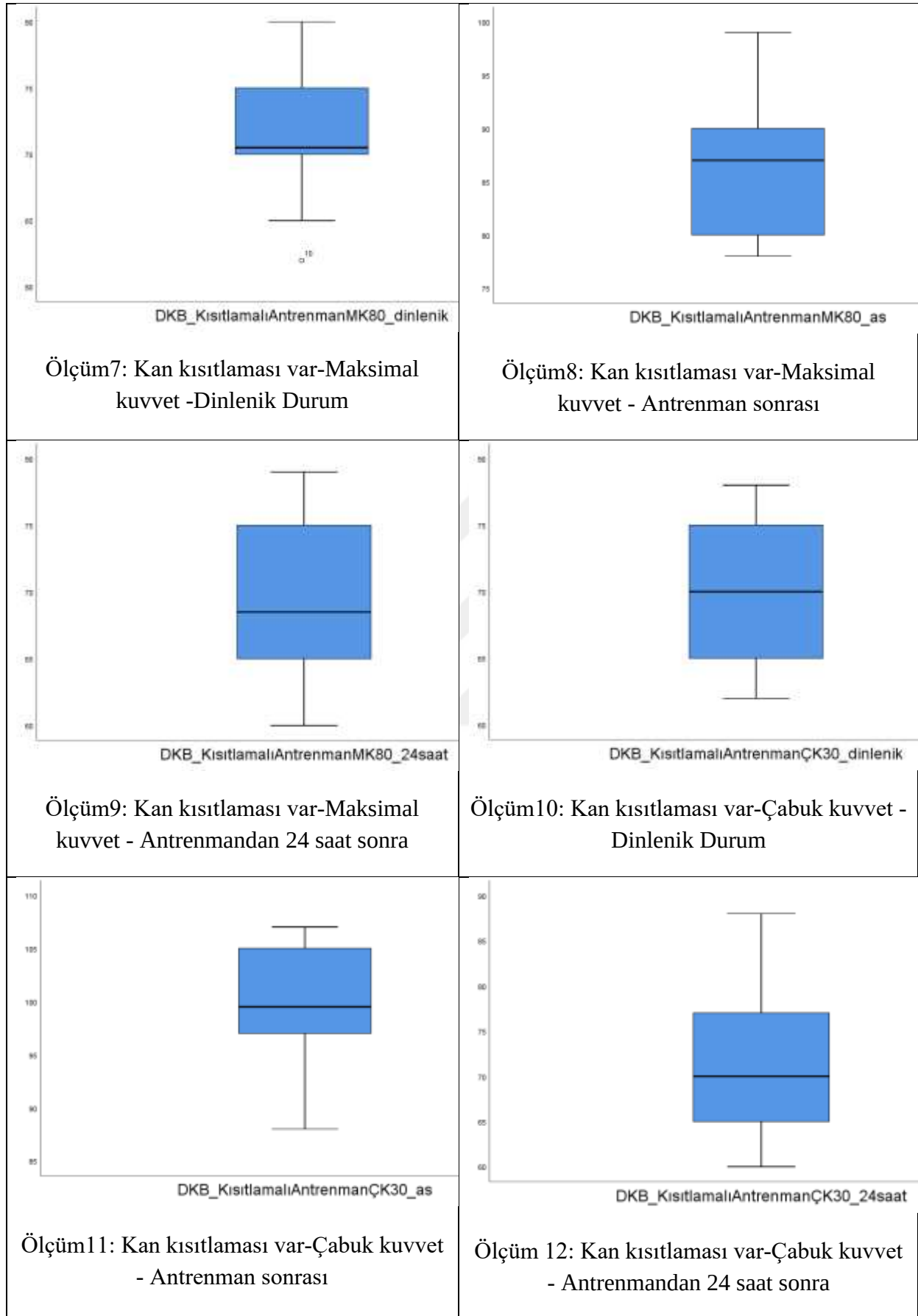
7. Sistolik kan basıncı (SKB)





8. Diyastolik kan basıncı (DKB)





➤ **Sporcuların normallik incelemeleri****1. Büyüme hormonu (GH)**

Ölçümler	Çarpıklık katsayısı- ÇK/ Standart hata- SH= Çarpıklık katsayısının standart değeri (ÇK/SH)	Basıklık katsayısı- BK/ Standart hata- SH= Basıklık katsayısının standart değeri (BK/SH)	Karar $\alpha=0,05$ için $\pm 1,96$
Ölçüm 1: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet -E.Ö.	0,412/0,597=0,690	-0,518/1,154= -0,449	Dağılım normaldir
Ölçüm 2: Kan kısıtlaması yok- Maksimal kuvvet-E.S.	-0,015/0,597=-0,025	-1,715/1,154= -1,486	Dağılım normaldir
Ölçüm 3: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	-0,141/0,597=-0,236	-0,406/1,154= -0,003	Dağılım normaldir
Ölçüm 4: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet -E.Ö.	-0,257/0,597=-0,430	-0,789/1,154= -0,684	Dağılım normaldir
Ölçüm 5: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S.	0,266/0,597=0,446	-1,130/1,154= -0,979	Dağılım normaldir
Ölçüm 6: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	-0,569/0,597=-0,953	-0,643/1,154= -0,557	Dağılım normaldir
Ölçüm 7: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet -E.Ö.	-0,587/0,597=-0,983	0,227/1,154= 0,197	Dağılım normaldir
Ölçüm 8: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S.	0,634/0,597=1,062	-1,211/1,154= -1,049	Dağılım normaldir
Ölçüm 9: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	0,132/0,597=0,221	-0,305/1,154= -0,264	Dağılım normaldir
Ölçüm 10: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet -E.Ö.	0,964/0,597=1,615	-0,186/1,154= -0,745	Dağılım normaldir
Ölçüm 11: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S.	0,443/0,597=0,742	-1,368/1,154= -1,185	Dağılım normaldir
Ölçüm 12: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S+24 saat sonra	0,642/0,597=1,075	-0,791/1,154= -0,685	Dağılım normaldir

2. İnsülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1)

Ölçümler	Çarpıklık katsayısı- ÇK/ Standart hata- SH= Çarpıklık katsayısının standart değeri (ÇK/SH)	Basıklık katsayısı- BK/ Standart hata- SH= Basıklık katsayısının standart değeri (BK/SH)	Karar $\alpha=0,05$ için $\pm 1,96$
Ölçüm 1: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet -E.Ö.	0,586/0,637=0,920	0,001/1,232= 0,001	Dağılım normaldir
Ölçüm 2: Kan kısıtlaması yok- Maksimal kuvvet-E.S.	0,901/0,637=-1,413	-0,125/1,232= -0,102	Dağılım normaldir
Ölçüm 3: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet - E.S+24 saat so	0,588/0,637=0,922	-0,385/1,232= -0,312	Dağılım normaldir

Ölçüm 4: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet -E.Ö.	0,872/0,637=1,368	0,536/1,232=0,435	Dağılım normaldir
Ölçüm 5: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S.	-0,230/0,637=-0,360	-1,210/1,232=-0,982	Dağılım normaldir
Ölçüm 6: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	-0,258/0,637=-0,405	-1,564/1,232=-1,270	Dağılım normaldir
Ölçüm7: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet -E.Ö.	0,349/0,637=0,548	-1,532/1,232=-1,244	Dağılım normaldir
Ölçüm 8: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S.	0,084/0,637=0,132	-1,012/1,232=-0,821	Dağılım normaldir
Ölçüm9: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	0,519/0,637=0,814	0,755/1,232=0,612	Dağılım normaldir
Ölçüm10: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet -E.Ö.	0,455/0,637=0,714	0,051/1,232=-0,042	Dağılım normaldir
Ölçüm11: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S.	0,462/0,637=0,725	-0,472/1,232=-0,383	Dağılım normaldir
Ölçüm 12: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	0,589/0,637=0,925	1,794/1,232=1,456	Dağılım normaldir

3. Kreatin kinaz (CK)

Ölçümler	Çarpıklık katsayısı- ÇK/ Standart hata- SH= Çarpıklık katsayısının standart değeri (ÇK/SH)	Basıklık katsayısı- BK/ Standart hata- SH= Basıklık katsayısının standart değeri (BK/SH)	Karar $\alpha=0,05$ için $\pm 1,96$
Ölçüm 1: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet -E.Ö.	0,079/0,597=0,133	-0,437/1,154=-0,378	Dağılım normaldir
Ölçüm 2: Kan kısıtlaması yok- Maksimal kuvvet-E.S.	-0,607/0,597=-1,017	0,325/1,154=0,282	Dağılım normaldir
Ölçüm 3: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	-0,703/0,597=-1,176	1,154/1,154=-0,253	Dağılım normaldir
Ölçüm 4: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet -E.Ö.	0,378/0,597=0,633	0,185/1,154=0,161	Dağılım normaldir
Ölçüm 5: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S.	-0,322/0,597=-0,540	-0,681/1,154=-0,590	Dağılım normaldir
Ölçüm 6: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	-0,178/0,597=-0,198	-0,142/1,154=-0,123	Dağılım normaldir
Ölçüm 7: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet -E.Ö.	0,405/0,597=0,679	-0,452/1,154=-0,392	Dağılım normaldir
Ölçüm 8: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S.	0,084/0,597=0,140	-1,602/1,154=-0,522	Dağılım normaldir
Ölçüm9: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	0,629/0,597=1,053	0,665/1,154=-0,577	Dağılım normaldir
Ölçüm10: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet -E.Ö.	-0,530/0,597=-0,888	-0,327/1,154=-0,283	Dağılım normaldir
Ölçüm11: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S.	1,000/0,597=1,674	1,253/1,154=1,086	Dağılım normaldir

Ölçüm 12: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	0,896/0,597=1,500	1,177/1,154= 1,020	Dağılım normaldir
--	-------------------	-----------------------	----------------------

4. Laktat dehidrogenaz (LDH)

Ölçümler	Çarpıklık katsayısı- ÇK/ Standart hata- SH= Çarpıklık katsayısının standart değeri (ÇK/SH)	Basıklık katsayısı- BK/ Standart hata- SH= Basıklık katsayısının standart değeri (BK/SH)	Karar $\alpha=0,05$ için $\pm 1,96$
Ölçüm1: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet -E.Ö.	1,075/0,637=1,687	0,083/1,232= 0,067	Dağılım normaldir
Ölçüm 2: Kan kısıtlaması yok- Maksimal kuvvet-E.S.	1,177/0,637=1,847	2,104/1,232= 1,707	Dağılım normaldir
Ölçüm 3: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	-0,158/0,637=- 0,247	-1,350/1,232= -1,095	Dağılım normaldir
Ölçüm4: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet -E.Ö.	0,628/0,637=0,985	-1,151/1,232=- 0,934	Dağılım normaldir
Ölçüm5: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S.	-0,012/0,637=- 0,019	0,245/1,232=0,199	Dağılım normaldir
Ölçüm6: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	0,144/0,637=0,226	-1,085/1,232=- 0,881	Dağılım normaldir
Ölçüm7: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet -E.Ö.	0,518/0,637=0,813	-1,159/1,232= 0,941	Dağılım normaldir
Ölçüm8: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S.	0,947/0,637=1,487	0,096/1,232= 0,078	Dağılım normaldir
Ölçüm9: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	-0,142/0,637=- 0,223	-0,973/1,232= -0,790	Dağılım normaldir
Ölçüm10: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet -E.Ö.	0,092/0,637=0,145	-1,318/1,232= -0,070	Dağılım normaldir
Ölçüm11: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S.	0,719/0,637=1,129	-0,866/1,232= -0,703	Dağılım normaldir
Ölçüm 12: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	0,478/0,637=0,750	-0,449/1,232= -0,365	Dağılım normaldir

5. Kalp atım hızı (HR)

Ölçümler	Çarpıklık katsayısı- ÇK/ Standart hata- SH= Çarpıklık katsayısının standart değeri (ÇK/SH)	Basıklık katsayısı- BK/ Standart hata- SH= Basıklık katsayısının standart değeri (BK/SH)	Karar $\alpha=0,05$ için $\pm 1,96$
Ölçüm1: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet -E.Ö.	-0,872/0,597=-1,460	0,832/1,154= 0,721	Dağılım normaldir
Ölçüm 2: Kan kısıtlaması yok- Maksimal kuvvet-E.S.	0,413/0,597=0,692	-0,826/1,154=- 0,716	Dağılım normaldir

Ölçüm 3: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet - E.S+24 saat sonra	0,083/0,597=0,138	0,471/1,154=-0,408	Dağılım normaldir
Ölçüm4: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet -E.Ö.	-0,872/0,597=-1,460	0,832/1,154=0,721	Dağılım normaldir
Ölçüm5: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S.	0,848/0,597=1,419	0,294/1,154=0,255	Dağılım normaldir
Ölçüm6: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	0,083/0,597=0,138	0,471/1,154=0,408	Dağılım normaldir
Ölçüm7: Kan kısıtlaması var-Maksimal kuvvet -E.Ö.	0,093/0,597=0,155	-0,321/1,154=-0,278	Dağılım normaldir
Ölçüm8: Kan kısıtlaması var-Maksimal kuvvet - E.S.	-0,337/0,597=-0,564	0,289/1,154=0,250	Dağılım normaldir
Ölçüm9: Kan kısıtlaması var-Maksimal kuvvet - E.S+24 saat sonra	0,495/0,597=0,828	0,793/1,154=0,687	Dağılım normaldir
Ölçüm10: Kan kısıtlaması var-Çabuk kuvvet -E.Ö.	0,093/0,597=0,155	-0,321/1,154=-0,278	Dağılım normaldir
Ölçüm11: Kan kısıtlaması var-Çabuk kuvvet - E.S.	0,444/0,597=0,743	-0,600/1,154=-0,520	Dağılım normaldir
Ölçüm 12: Kan kısıtlaması var-Çabuk kuvvet - E.S+24 saat sonra	-0,651/0,597=-1,089	-0,790/1,154=-0,684	Dağılım normaldir

6. Oksijen satürasyonu (SPO2)

Ölçümler	Çarpıklık katsayısı-ÇK/ Standart hata-SH= Çarpıklık katsayısının standart değeri (ÇK/SH)	Basıklık katsayısı-BK/ Standart hata-SH= Basıklık katsayısının standart değeri (BK/SH)	Karar $\alpha=0,05$ için $\pm 1,96$
Ölçüm1: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet -E.Ö.	-1,211/0,637=-1,900	1,067/1,232=0,866	Dağılım normaldir
Ölçüm 2: Kan kısıtlaması yok-Maksimal kuvvet-E.S.	0,569/0,637=0,892	-0,368/1,232=-0,298	Dağılım normaldir
Ölçüm 3: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	0,825/0,637=1,294	1,934/1,232=1,569	Dağılım normaldir
Ölçüm4: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet -E.Ö.	-0,351/0,637=-0,551	-0,556/1,232=-0,451	Dağılım normaldir
Ölçüm5: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S.	1,290/0,637=2,024	0,486/1,232=0,394	Dağılım normaldir
Ölçüm6: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	0,060/0,637=0,094	-0,845/1,232=-0,685	Dağılım normaldir
Ölçüm7: Kan kısıtlaması var-Maksimal kuvvet -E.Ö.	-0,404/0,637=-0,634	-1,126/1,232=-0,914	Dağılım normaldir

Ölçüm8: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S.	0,426/0,637=0,669	0,771/1,232= 0,626	Dağılım normaldir
Ölçüm9: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	-0,742/0,637=-1,164	-0,174/1,232= -0,142	Dağılım normaldir
Ölçüm10: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet -E.Ö.	0,410/0,637=0,643	-0,492/1,232=- 0,400	Dağılım normaldir
Ölçüm11: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S.	-0,201/0,637=-0315	-1,033/1,232= -0,838	Dağılım normaldir
Ölçüm 12: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	-1,570/0,637=-2,464	2,290/1,232= 1,859	Dağılım normaldir

7. Sistolik kan basıncı (SKB)

Ölçümler	Çarpıklık katsayısı- ÇK/ Standart hata- SH= Çarpıklık katsayısının standart değeri (ÇK/SH)	Basıklık katsayısı- BK/ Standart hata- SH= Basıklık katsayısının standart değeri (BK/SH)	Karar $\alpha=0,05$ için $\pm 1,96$
Ölçüm1: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet -E.Ö.	0,163/0,597=0,274	-1,418/1,154= -1,228	Dağılım normaldir
Ölçüm 2: Kan kısıtlaması yok- Maksimal kuvvet-E.S.	-0,718/0,597=-1,203	0,422/1,154= 0,365	Dağılım normaldir
Ölçüm 3: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	-0,132/0,597=-0,220	-1,223/1,154= -1,060	Dağılım normaldir
Ölçüm4: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet -E.Ö.	-0,299/0,597=-0,500	-1,482/1,154= -1,284	Dağılım normaldir
Ölçüm5: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S.	-0,805/0,597=-1,347	0,099/1,154= 0,086	Dağılım normaldir
Ölçüm6: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	-0,266/0,597=-0,445	-1,074/1,154= -0,931	Dağılım normaldir
Ölçüm7: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet -E.Ö.	0,368/0,597=0,616	-1,421/1,154= -1,231	Dağılım normaldir
Ölçüm8: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S.	0,105/0,597=0,176	-1,068/1,154= -0,925	Dağılım normaldir
Ölçüm9: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	-0,266/0,597=-0445	-1,067/1,154= -0,931	Dağılım normaldir
Ölçüm10: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet -E.Ö.	-0,299/0,597=-0,500	-1,482/1,154= -1,284	Dağılım normaldir
Ölçüm11: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S.	1,111/0,597=1,860	0,999/1,154= 0,866	Dağılım normaldir
Ölçüm 12: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	0,268/0,597=0,448	0,261/1,154= 0,227	Dağılım normaldir

8. Diyastolik kan basıncı (DKB)

Ölçümler	Çarpıklık katsayısı- ÇK/ Standart hata- SH= Çarpıklık katsayısının standart değeri (ÇK/SH)	Basıklık katsayısı- BK/ Standart hata- SH= Basıklık katsayısının standart değeri (BK/SH)	Karar $\alpha=0,05$ için $\pm 1,96$
Ölçüm1: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet -E.Ö.	0,383/0,597=0,642	-0,533/1,154= -0,461	Dağılım normaldir
Ölçüm 2: Kan kısıtlaması yok- Maksimal kuvvet-E.S.	0,318/0,597=0,532	0,321/1,154= 0,278	Dağılım normaldir
Ölçüm 3: Kan kısıtlaması yok - Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	0,140/0,597=0,235	-0,980/1,154= -0,849	Dağılım normaldir
Ölçüm4: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet -E.Ö.	0,383/0,597=0,642	-0,533/1,154= -0,461	Dağılım normaldir
Ölçüm5: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S.	-0,596/0,597=- 0,998	-0,045/1,154= -0,039	Dağılım normaldir
Ölçüm6: Kan kısıtlaması yok - Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	-0,332/0,597=- 0,555	-1,074/1,154= -0,628	Dağılım normaldir
Ölçüm7: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet -E.Ö.	-0,146/0,597=- 0,245	0,177/1,154= 0,154	Dağılım normaldir
Ölçüm8: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S.	0,358/0,597=0,599	-0,981/1,154= -0,850	Dağılım normaldir
Ölçüm9: Kan kısıtlaması var- Maksimal kuvvet - E.S+24 saat	0,272/0,597=0,445	-1,071/1,154= -0,928	Dağılım normaldir
Ölçüm10: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet -E.Ö.	-0,052/0,597=- 0,088	-0,831/1,154= -0,720	Dağılım normaldir
Ölçüm11: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S.	-0,637/0,597=- 1,066	0,722/1,154=0,626	Dağılım normaldir
Ölçüm 12: Kan kısıtlaması var- Çabuk kuvvet - E.S+24 saat	0,604/0,597=1,010	-0,043/1,154= -0,037	Dağılım normaldir

➤ **Mauchly's W küresellik testi sonuçları****1. Büyüme hormonu (GH)**

Grup içi etkiler	Mauchl y's W	Appro x. Chi- Square	sd	p	Epsilon Greenhou se- Geisser	Huynh -Feldt	Lower- bound
Kan kısıtlaması	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Zaman	0,017	48,703	2	0,000	0,504	0,505	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kan kısıtlaması * zaman	0,011	54,043	2	0,000	0,503	0,503	0,500
Kuvvet antrenmanı * zaman	0,394	11,171	2	0,004	0,623	0,657	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	0,553	7,106	2	0,029	0,691	0,747	0,500

2. İnsülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1)

Grup içi etkiler	Mauchl y's W	Appro x. Chi- Square	sd	p	Epsilon Greenhou se- Geisser	Huynh -Feldt	Lowe r- boun d
Kan kısıtlaması	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Zaman	0,051	29,700	2	0,000	0,513	0,517	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kan kısıtlaması * zaman	0,096	23,464	2	0,000	0,525	0,533	0,500
Kuvvet antrenmanı * zaman	0,152	18,812	2	0,000	0,541	0,554	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	0,231	14,638	2	0,001	0,565	0,586	0,500

3. Kreatin kinaz (CK)

Grup içi etkiler	Mauchl y's W	Appro x. Chi- Square	sd	p	Epsilon Greenhou se- Geisser	Huynh -Feldt	Lower- bound
Kan kısıtlaması	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Zaman	0,240	17,124	2	0,000	0,568	0,586	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kan kısıtlaması * zaman	0,712	4,079	2	0,130	0,776	0,862	0,500
Kuvvet antrenmanı * zaman	0,205	18,998	2	0,000	0,557	0,572	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	0,605	6,037	2	0,049	0,717	0,781	0,500

4. Laktat dehidrogenaz (LDH)

Grup içi etkiler	Mauchl y's W	Appro x. Chi- Square	sd	p	Epsilon Greenhou se- Geisser	Huynh -Feldt	Lower- bound
Kan kısıtlaması	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Zaman	0,814	2,059	2	0,357	0,843	0,979	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kan kısıtlaması * zaman	0,597	5,155	2	0,076	0,713	0,789	0,500
Kuvvet antrenmanı * zaman	0,955	0,458	2	0,795	0,957	1,000	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	0,999	0,005	2	0,997	0,999	1,000	0,500

5. Kalp atım hızı (HR)

Grup içi etkiler	Mauchl y's W	Appro x. Chi- Square	sd	p	Epsilon Greenhou se- Geisser	Huynh -Feldt	Lower -bound
Kan kısıtlaması	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Zaman	0,824	2,318	2	0,014	0,851	0,965	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kan kısıtlaması * zaman	0,552	7,120	2	0,028	0,691	0,746	0,500
Kuvvet antrenmanı * zaman	0,096	28,147	2	0,000	0,525	0,532	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	0,096	28,135	2	0,000	0,525	0,532	0,500

6. Oksijen saturasyonu (SPO2)

Grup içi etkiler	Mauchl y's W	Appro x. Chi- Square	sd	p	Epsilon Greenhou se- Geisser	Huynh -Feldt	Lower -bound
Kan kısıtlaması	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Zaman	0,975	0,252	2	0,881	0,976	1,000	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kan kısıtlaması * zaman	0,796	2,285	2	0,319	0,830	0,960	0,500
Kuvvet antrenmanı * zaman	0,831	1,849	2	0,397	0,856	0,998	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	0,907	0,978	2	0,613	0,915	1,000	0,500

7. Sistolik kan basıncı (SKB)

Grup içi etkiler	Mauchl y's W	Appro x. Chi- Square	sd	p	Epsilon Greenhou se- Geisser	Huynh -Feldt	Lower -bound
Kan kısıtlaması	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Zaman	0,935	0,809	2	0,667	0,939	1,000	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kan kısıtlaması * zaman	0,671	4,781	2	0,092	0,753	0,830	0,500
Kuvvet antrenmanı * zaman	0,656	5,061	2	0,080	0,744	0,818	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	0,935	0,811	2	0,667	0,939	1,000	0,500

8. Diyastolik kan basıncı (DKB)

Grup içi etkiler	Mauchl y's W	Appro x. Chi- Square	sd	p	Epsilon Greenhou se- Geisser	Huynh -Feldt	Lower -bound
Kan kısıtlaması	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Zaman	0,889	1,415	2	0,493	0,900	1,000	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı	1,000	0,000	0		1,000	1,000	1,000
Kan kısıtlaması * zaman	0,997	0,039	2	0,980	0,997	1,000	0,500
Kuvvet antrenmanı * zaman	0,816	2,444	2	0,295	0,844	0,957	0,500
Kan kısıtlaması * kuvvet antrenmanı * zaman	0,990	0,120	2	0,942	0,990	1,000	0,500

