



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FUTBOLDA AŞIRI YÜKLEME ANTRENMANLARI  
VE AZALTIM ANTRENMANLARI SONRASI  
BİYOKİMYASAL DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ**

HAZIRLAYAN: MUSTAFA KARA  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN  
Dr.Öğr.Üyesi TURAN IŞIK

MANİSA- 2018



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FUTBOLDA AŞIRI YÜKLEME ANTRENMANLARI  
VE AZALTIM ANTRENMANLARI SONRASI  
BİYOKİMYASAL DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ**

HAZIRLAYAN: MUSTAFA KARA  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN  
Dr.Öğr.Üyesi TURAN IŞIK

TEZ SINAV JÜRİSİ  
Prof.Dr. NİYAZİ ENİSELER  
Doç.Dr. FARUK TURGAY

MANİSA- 2018

## **BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlamasından, veri toplanması ve yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışım olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Mustafa KARA



## TEŞEKKÜR

Bilim adına önemli bulgular elde ettiğimiz bu çalışmada bana yol gösteren, destekleri ve katkılarıyla çalışmamıza değer katan çok değerli tez danışmanım Sayın Dr. Öğretim Üyesi Turan IŞIK'a,

Çalışmanın biyokimyasal analizlerinin yapılması için Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Laboratuvarı'nın kullanılmasına imkan sağlayan ve güler yüzünü esirgmeden alanındaki bilgi ve yardımlarıyla her zaman yanımda olan ikinci tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ece ONUR'a,

Bu çalışmanın tamamlanması için değerli vaktini harcayarak çalışmanın biyokimyasal analizlerini yapan Sayın Araş. Gör. Arzu ORAN'a,

Çalışmam süresince saha ve laboratuvar testlerinin yapılmasında desteklerini esirgemeyen ve çalışmanın her noktasında beni yalnız bırakmayan Sayın Araş. Gör. Çağatay ŞAHAN'a,

Akademik hayatım süresince her zaman yanımda yer alarak yardımlarını eksik etmeyen ve tezimin her aşamasında tecrübelerini aktaran saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Niyazi ENİSELER'e,

Çalışmamda gönüllü olarak 9 haftalık antrenman programı boyunca düzenli bir şekilde yer alan ve yapılan test ve antrenmanlarda maksimum performans göstererek çalışmanın tamamlanmasını sağlayan Manisa Celal Bayar Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde okuyan değerli öğrenci arkadaşlarıma,

Çalışma süresince fikirleriyle yardımlarını eksik etmeyen çok sevdiğim arkadaşım Hasan Egemen KELEŞ'e,

Hayatımın her evresindeki tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve bugünlere gelmemi sağlayan değerli aileme ve tez çalışmamda hiçbir fedakarlıktan kaçınmadan bana destek veren arkadaşım Şirin UYSAL'a,

**Sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.**

Mustafa KARA

Manisa, 2018

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	v
ŞEKİL DİZİNİ .....	vii
TABLO DİZİNİ.....	viii
ÖZET .....	1
ABSTRACT.....	2
1. GİRİŞ .....	3
1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI.....	5
1.2. HİPOTEZLER .....	5
1.3. VARSAYIMLAR .....	6
1.4. LİMİTASYONLAR.....	7
2.GENEL BİLGİLER .....	8
2.1.FUTBOLUN FİZYOLOJİSİ.....	8
2.2.FUTBOLDA AEROBİK DAYANIKLILIK .....	13
2.2.1.Futbolda Aerobik Dayanıklılığı Etkileyen Faktörler .....	14
2.2.1.1.Maksimum Oksijen Tüketimi .....	14
2.2.1.2.Laktat Eşiği .....	15
2.2.1.3.Koşu Ekonomisi.....	16
2.3.DAR ALAN OYUNLARI .....	17
2.3.1.Dar Alan Oyunlarının Şiddetini ve Dizaynını Etkileyen Faktörler....	19
2.3.1.1.Oyuncu Sayısı .....	19
2.3.1.2.Saha Boyutu .....	21
2.3.1.3.Kalecinin Varlığı.....	22
2.3.1.4.Antrenörün Dışsal Motivasyonu .....	23
2.3.1.5.Kural Değişiklikleri.....	23
2.4.ANTRENMAN YÜKÜNÜN ÖLÇÜLMESİ .....	24
2.4.1.Kalp Atımına Dayalı Antrenman Yüğü Ölçüm Metodu .....	27
2.4.1.1.Banister TRIMP .....	28
2.4.1.2.Edwards TRIMP .....	30
2.4.1.3.Lucia TRIMP .....	31
2.4.1.4.Bireyselleşmiş TRIMP .....	33
2.4.2.RPE Yöntemine Dayalı Antrenman Yüğü Ölçüm Metodu.....	35

2.4.3.Biyokimyasal Parametrelere Dayalı Antrenman Yüğü Ölçüm Metodu	38
2.5.OVERREACHİNG VE OVERTRAINİNG.....	38
2.6.AZALTIM ANTRENMANLARI.....	41
2.6.1.Azaltım Antrenmanları Boyunca Antrenman Şiddeti.....	42
2.6.2.Azaltım Antrenmanları Boyunca Antrenman Sıklığı.....	43
2.6.3.Azaltım Antrenmanları Boyunca Antrenman Hacmi.....	44
2.6.4.Azaltım Antrenmanlarında Azaltım Antrenman Türü.....	45
2.6.5.Azaltım Antrenman Süresi.....	47
2.7.EGZERSİZİN SEBEP OLDUĞU KAS HASARI VE MEKANİZMASI	47
2.7.1.Egzersizin Sebep Olduğu Kas Hasarı Mekanizmasının Başlangıç Fazı	48
2.7.1.1.Faz 1a: Sarkomerde Oluşan Yapısal Hasar Süreci.....	48
2.7.1.2.Faz 1b: Uyarılma Kasılma Hasar Süreci.....	50
2.7.2.Faz 2: Otojenik Süreç.....	51
2.7.3.Faz 3: Fagositik Süreç.....	52
2.8.EGZERSİZİN SEBEP OLDUĞU KAS HASARI BELİRTECİ .....	55
2.8.1.Kreatin Kinaz .....	55
2.9.HORMONLAR.....	57
2.9.1.Steroid Hormonlar.....	58
2.9.1.1.Kortizol .....	60
2.9.1.2.Testosteron .....	63
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	66
3.1.YERLEŞİM.....	66
3.2.KATILIMCILAR.....	66
3.3.ÇALIŞMA DİZAYNI .....	66
3.4.ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER .....	68
3.4.1.Boy Uzunluğu Ölçümü .....	68
3.4.2.Vücut Ağırlığı Ölçümü .....	68
3.4.3.Deri Altı Yağ Kalınlığı Ölçümü.....	68
3.4.3.1.Triceps Skinfold Ölçümü .....	69
3.4.3.2.Abdominal Skinfold Ölçümü .....	69
3.4.3.3.Suprailiac Skinfold Ölçümü.....	69
3.4.3.4.Subscapula Skinfold Ölçümü.....	69
3.5.YO-YO ARALIKLI TOPARLANMA SEVİYE 1 TESTİ (Yo-Yo) .....	69

3.6.ANAEROBİK EŞİK TESTİ .....	70
3.7.ANTRENMAN DİZAYNI .....	70
3.8.DAR ALAN OYUN ANTRENMANI (DAOA) .....	74
3.9.ANTRENMAN YÜKÜNÜN HESAPLANMASI VE UYGULANMASI75	
3.9.1.Hissedilen Yorgunluk Düzeyi (RPE).....	75
3.9.2.Edwards TRIMP .....	76
3.10.KAN ALIMI .....	77
3.11.BİYOKİMYASAL ANALİZLER .....	77
3.12.İSTATİSTİKSEL ANALİZ .....	78
3.13.ETİK KURUL.....	79
4.BULGULAR.....	80
5.TARTIŞMA .....	90
5.1.VÜCUT AĞIRLIĞI ÖLÇÜMLERİ.....	90
5.2.VÜCUT YAĞ YÜZDESİ ÖLÇÜMLERİ.....	91
5.3.DAR ALAN OYUNLARI .....	92
5.4.ANTRENMAN YÜKÜ ÖLÇÜMLERİ .....	94
5.5.YOĞUN VE AZALTIM ANTRENMAN DÖNEMLERİ BOYUNCA ŞİDDET, SIKLIK VE HACİM.....	96
5.6.AZALTIM ANTRENMANLARI BOYUNCA UYGULANAN AZALTIM ANTRENMAN TÜRÜ .....	101
5.7.AZALTIM ANTRENMANLARI BOYUNCA UYGULANAN AZALTIM ANTRENMAN SÜRESİ.....	102
5.8.HEMOGLOBİN.....	103
5.9.HEMATOKRİT .....	105
5.10.KREATİN KİNAZ.....	107
5.11.KORTİZOL.....	109
5.12. TOTAL TESTOSTERON.....	112
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	116
7. KAYNAKLAR .....	117
EK-1 ETİK KURUL ONAY YAZISI .....	146
EK-2 TEZ KONUSU KABUL KARARI.....	147
EK-3 GÖNÜLLÜ OLUR FORMU.....	148
EK-4 KONGRE BİLDİRİSİ .....	150
ÖZGEÇMİŞ .....	151

## KISALTMALAR VE SİMGELER

A.A.D.S.	: Azaltım antrenman dönemi sonrası
ACTH	: Adrenokortikotropik hormon
ADP	: Adenozin difosfat
AE	: Aerobik eşik
AnE	: Anaerobik eşik
ATP	: Adenozin trifosfat
C	: Kortizol
CK	: Kreatin kinaz
CK-BB	: Beyin dokusunda bulunan kreatin kinaz
CK-MB	: Kalp kasında bulunan kreatin kinaz
CK-MM	: İskelet kasında bulunan kreatin kinaz
Cr	: Kreatin
CRH	: Kortikotropin salıcı hormon
DAO	: Dar alan oyunları
DAOA	: Dar alan oyun antrenmanı
FSH	: Folikül uyarıcı hormon
GnRH	: Gonadotropin salıcı hormon
Hb	: Hemoglobin
Hct	: Hematokrit
HPA	: Hipotalamus-Hipofiz-Adrenal aksisi
HPG	: Hipotalamus-Hipofiz-Gonad aksisi
IL-1 $\beta$	: İnterlökin 1 beta
iTRIMP	: Bireyselleştirilmiş TRIMP
KA	: Kalp atımı
KAH	: Kalp atım hızı
KA <sub>maks</sub>	: Maksimal kalp atımı
KA <sub>maks</sub> %	: Maksimal kalp atım yüzdesi
LH	: Luteinleştirici hormon
mRNA	: Mesajcı RNA
OR D.B.	: Overreaching dönemi başlangıcı
OR	: Overreaching
OT	: Overtraining
Ö.H.A.D.Ö.	: Ön hazırlık antrenman dönemi öncesi



PCr	: Fosfokreatin
PO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	: Fosfat
RPE A.Y.	: Hissedilen yorgunluk düzeyi antrenman yükü
RPE	: Hissedilen yorgunluk düzeyi
SHBG	: Seks hormonu bağlayıcı globulin
SR	: Sarkoplazmik retikulum
T tüpleri	: Transvers tüpler
T	: Testosteron
T/C	: Testosteron kortizol oranı
TNF- $\alpha$	: Tümör nekroz faktör $\alpha$
TRIMP <sub>BAN</sub>	: Banister TRIMP
TRIMP <sub>ED</sub>	: Edwards TRIMP
TRIMP <sub>LUCIA</sub>	: Lucia TRIMP
TT	: Total testosteron
U-K	: Uyarılma-kasılma çifti
VO <sub>2</sub>	: Oksijen tüketimi
VO <sub>2maks</sub>	: Maksimal oksijen tüketimi
y	: Ağırlıklı katsayısı faktörü
Y.A.D.S.	: Yoğun antrenman dönemi sonrası
y <sub>i</sub>	: Bireysel ağırlıklı kat sayısı
Yo-Yo	: Aralıklı toparlanma seviye 1 testi
$\Delta KA_{\text{oranı}}$	: Kalp atımındaki kademeli artış
$\eta_p^2$	: Etki büyüklüğü

## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Aerobik koşu interval antrenmanı ve 5x5 oyuncuyla yapılan dar alan oyunlarına cevap olarak verilen kalp atım eğrileri.....	18
Şekil 2. Antrenman sürecinin kavramsal modeli .....	26
Şekil 3. yi ağırlıklı katsayısı üstel eğrisi .....	34
Şekil 4. Azaltım antrenman türleri .....	46
Şekil 5. İskelet kasında uzama-gerilme eğrisinin şematik diagramı.....	50
Şekil 6. Farklı sarkomer uzunluklarında örtüşmeyen aktin ve miyozinlerin şematik diagramı .....	50
Şekil 7. Egzersizin sebep olduğu kas hasarı mekanizmasının şematik diagramı	54
Şekil 8. Steroid hormon sentez yolağı .....	59
Şekil 9. Hedef hormonların üzerinde steroid hormonların etkisi.....	60
Şekil 10. Kortizolün kimyasal yapısı .....	60
Şekil 11. Hipotalamus-hipofiz-adrenal aksisi .....	62
Şekil 12. Testosteronun kimyasal yapısı.....	64
Şekil 13. Hipotalamus-hipofiz-gonad aksisi .....	65
Şekil 14. Yo-Yo aralıklı toparlanma seviye 1 testi parkuru.....	70

## TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Farklı seviye ve ülkelerdeki futbolcuların müsabaka boyunca katettikleri ortalama mesafe .....	9
Tablo 2. Elit ve elit olmayan futbolcuların müsabaka boyunca yüksek şiddette koşu ve sprint ile katettikleri mesafe.....	10
Tablo 3. Futbolcuların müsabaka boyunca ortalama kalp atımları ve maksimal kalp atımlarına göre yüzdeleri .....	11
Tablo 4. Profesyonel ve amatör futbolcuların VO <sub>2</sub> maks, KA, KAmaks% ve O <sub>2</sub> tüketim değerleri .....	12
Tablo 5. Müsabaka boyunca futbolcuların ortalama kan laktat konsantrasyonları .....	13
Tablo 6. TRIMP <sub>BAN</sub> metodunun hesaplanması.....	29
Tablo 7. TRIMP <sub>ED</sub> metoduna göre tasarlanan KAmaks%, zon ve ağırlıklı katsayılar .....	30
Tablo 8. TRIMP <sub>ED</sub> metodunun hesaplanması .....	30
Tablo 9. TRIMP <sub>LUCIA</sub> metoduna göre tasarlanan zon, zon aralıkları ve ağırlıklı katsayılar .....	31
Tablo 10. TRIMP <sub>LUCIA</sub> metodunun hesaplanması .....	32
Tablo 11. iTRIMP metodunun hesaplanması .....	33
Tablo 12. RPE metodunun hesaplanması .....	36
Tablo 13. Modifiye edilmiş 10'lu RPE skalası.....	37
Tablo 14. Çalışmada yer alan katılımcıların fiziksel ve fizyolojik özellikleri....	66
Tablo 15. Dokuz haftalık çalışma dizaynı .....	67
Tablo 16. Dokuz haftalık antrenman dizaynı.....	72
Tablo 17. Dar alan oyunlarında kullanılan saha boyutları ve oyuncu sayıları .....	74
Tablo 18. Altı Haftalık Antrenman Dönemi Boyunca Oynatılan Dar Alan Oyunlarının Set Sayıları, Set Süreleri, Setler Arası Dinlenme Süreleri ve Haftalık Antrenman Sayısı.....	74
Tablo 19. Bir haftalık azaltım antrenman dönemi boyunca oynatılan dar alan oyunlarının set sayıları, set süreleri ve setler arası dinlenme süreleri.....	75
Tablo 20. RPE metodunun örnek hesaplanması .....	76
Tablo 21. TRIMP <sub>ED</sub> metodunun örnek hesaplanması.....	77
Tablo 22. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman dönemi süresince vücut ağırlığında saptanan değişiklikler .....	81

Tablo 23. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman dönemi süresince vücut yağ yüzdesinde saptanan değişiklikler.....	82
Tablo 24. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman dönemi süresince hemoglobin düzeyindeki değişiklikler.....	83
Tablo 25. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman süresince hematokrit değerindeki değişiklikler.....	84
Tablo 26. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman dönemi süresince serum CK aktivitesindeki değişiklikler.....	85
Tablo 27. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman süresince kortizol düzeyindeki değişiklikler.....	86
Tablo 28. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman dönemi süresince total testosteron düzeyindeki değişiklikler.....	87
Tablo 29. RPE metoduna göre 9 haftalık antrenman yükü dağılımı.....	88
Tablo 30. TRIMP <sub>ED</sub> metoduna göre 9 haftalık antrenman yükü dağılımı.....	89

## ÖZET

**Tezin Başlığı** : Futbolda Aşırı Yükleme Antrenmanları ve Azaltım Antrenmanları Sonrası Biyokimyasal Değişikliklerin İncelenmesi

**Öğrencinin Adı** : Mustafa KARA

**Danışmanı** : Dr. Öğretim Üyesi Turan IŞIK

**Anabilim Dalı** : Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, futbolda sezon öncesi hazırlık periyodu süresince yoğun ve azaltım antrenman programlarının biyokimyasal parametrelerde meydana getirdiği değişiklikleri incelemektir.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışmaya Manisa Celal Bayar Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde okuyan 25 amatör futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. 2 haftalık ön hazırlık, 6 haftalık yoğun ve 1 haftalık azaltım antrenman döneminden oluşan bu çalışma, antrenman sürecinin aksatılması, sakatlık ve kendi isteğiyle bırakma gibi sebeplerden dolayı 15 sporcuyla tamamlanmıştır. 2 haftalık ön hazırlık ve 6 haftalık yoğun antrenman dönemi öncesinde sporcuların antrenmanlardaki bireysel egzersiz şiddetini belirlemek için anaerobik eşik testi uygulanmıştır. Yoğun ve azaltım antrenman dönemi süresince anaerobik eşik şiddetinde uygulanan dar alan oyunları, antrenman metodu olarak kullanılmıştır. Bu dönemlerdeki antrenman yükleri günlük olarak hem RPE hem de TRIMP<sub>ED</sub> metotlarıyla hesaplanmıştır. Azaltım antrenman döneminde, antrenman hacmi ve sıklığı hızlı azalan üstel azaltım türüyle azaltılmıştır. Total testosteron (TT), kortisol (C), serum kreatine kinase (CK), hemoglobin (Hb) and hematocrit (Hct) ölçümleri ön hazırlık antrenman periyodu öncesinde, yoğun antrenman döneminin beşinci haftasında, yoğun ve azaltım antrenman döneminin sonunda olmak üzere toplamda dört kez alınmıştır.

**Bulgular:** İstatistiksel analiz sonuçlarına göre yoğun antrenman dönemi ile karşılaştırılan azaltım antrenman döneminde TT, Hb ve Hct değerlerinde anlamlı artış, CK ve C değerlerinde ise anlamlı azalmalar olduğu ortaya konmuştur (p<0,05).

**Sonuçlar:** Bu çalışmanın bulguları, futbolda yoğun antrenman dönemi sonrasında uygulanan azaltım antrenmanlarının süper kompenzasyon etkisi yaratabileceğini göstermektedir. Bu süper kompenzasyon etkisinin biyokimyasal verilerdeki artmış anabolizma ve azalmış kas hasarıyla ilişkili olduğu görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Futbol, Azaltım Antrenmanı, Aşırı Yükleme Antrenmanı, Antrenman Yüğü, Biyokimyasal Değişiklikler, Dar Alan Oyunları.

## ABSTRACT

**Original Title** : Analysis of Biochemical Changes After Overload and Taper Training in Soccer

**Student Name** : Mustafa KARA

**Supervisor Name** : Asistant Professor Turan IŞIK

**Department** : Department of Motion and Training

**Aim:** The aim of this study is to examine changes in biochemical parameters that occur after overload and taper trainings during the preseason period in soccer.

**Methods:** Twenty-five amateur soccer players who are a college student in Manisa Celal Bayar University Sports Sciences Faculty participated voluntarily in this study. This study is that consists of 2 weeks of general preparation, 6 weeks of overload and 1 week of taper training was completed by 15 soccer players due to reasons such as disability, not to participate in training and voluntary withdrawal. An anaerobic threshold test was performed before 6 weeks of overload and 2 weeks of general preparation training periods in order to determine the individualized exercise intensity. During the overload and taper training weeks, small-sided games were used as a method to train at the anaerobic threshold intensity. Also, daily training loads were calculated using both RPE and TRIMP<sub>ED</sub> methods in these periods. While maintaining the intensity, frequency and volume of the training sessions were decreased with the exponential fast decay taper method during the taper training week. Total testosterone (TT), cortisol (C), serum creatine kinase (CK), hemoglobin (Hb) and hematocrit (Hct) measures were taken 4 times; prior to general preparation and the fifth week of the overload period, and at the end of the overload period and the 7 days taper.

**Results:** According to the results of statistical analysis, significant decreases in CK activity and C concentration and significant increases in Hct, Hb and TT levels were detected after taper training when compared with overload period ( $p < 0,05$ ).

**Conclusion:** Findings of this study suggest that if taper training is completed following overload training period in soccer, supercompensation may be occur. This supercompensation effect in taper training appears to be related to increase anabolism and decrease in exercise induced muscle damage in biochemical data.

**Keywords:** *Soccer, Taper Training, Overload Training, Training Load, Biochemical Changes, Small Sided Games.*

# 1. GİRİŞ

Futbol, 90 dakikalık müsabaka süresince ortalama maksimal oksijen tüketiminin ( $VO_{2maks}$ ) %70-80'ine (Helgerud ve ark. 2001; Stølen ve ark. 2005) veya maksimal kalp atımının ( $KA_{maks}$ ) %80-90'ına denk gelen anaerobik eşik (AnE) şiddetinin biraz üstünde, birçok hız değişimi ile birlikte yaklaşık 9-14 km mesafe katedilerek oynanan, sporculardan çok boyutlu fizyolojik talepleri olan bir takım sporudur (J Bangsbo 1994; Ohashi ve ark. 1988; Polman ve ark. 2004).

Futbolun bu fizyolojik taleplerinden dolayı müsabaka süresince oyun şiddetinin korunarak futbolcuların sahip olduğu teknik, taktik, psikolojik özelliklerin üst seviyede tutulması ve çabukluk, sıçrama, yüksek kas kuvveti gibi kondisyonel özelliklere bağlı olarak tekrarlanan hareketlerin aynı kalitede yapılabilmesi sporcuların aerobik dayanıklılık düzeyine bağlıdır (Eniseler N. 2010; Köklü Y. Özkan A. 2009). Bu yüzden yüksek aerobik dayanıklılık düzeyi, futbolcular için bulunması gereken en önemli özelliklerden biridir (McMillan ve ark. 2005). Aerobik dayanıklılığın göstergesi olan  $VO_{2maks}$  profesyonel futbolcularda 55-68 ml/kg/dk aralığında değişmektedir (Stølen ve ark. 2005). Bu değer yüksek olması aynı zamanda müsabaka performansının göstergesi olan sahada katedilen mesafenin, yüksek şiddetli ve sprint koşu mesafelerinin artmasını sağlayarak profesyonel ve amatör futbolcular arasındaki farkı ortaya koymaktadır (Eniseler N. 1998; Mohr, Krustup ve Bangsbo 2003). Bu nedenle futbol takımlarında sezon öncesi hazırlık periyodu planlanırken AnE seviyesinin biraz üstünde, yüksek şiddetli aerobik dayanıklılık antrenmanlarına daha fazla yer verilmektedir. Yüksek şiddette aerobik dayanıklılık aktivitesinin oluşturacağı antrenman stresi ile başa çıkmak ve fiziksel adaptasyonu sağlayarak performansı geliştirmek için sporculara giderek artan aşırı yüklemeye antrenmanları uygulanmaktadır (Halsen ve Jeukendrup 2004). Aşırı yüklemeye antrenmanları özellikle sezon öncesi hazırlık döneminde geniş hacim, yüksek şiddet ve yetersiz toparlanmadan oluşan yoğun antrenman periyotlarından meydana gelmektedir (Kreider, Fry, ve O'Toole 1998). Yetersiz toparlanma ve yüksek antrenman yüklerinden oluşan yoğun antrenman periyotları, metabolizma üzerinde aşırı stres yaratmakta ve artan stres de performans kapasitesinde düşüşe, katabolik (yıkıcı) etkiye sahip biyokimyasal parametrelerde artışa sebep olabilmektedir (Halsen ve Jeukendrup 2004; Le Meur ve ark. 2013). Sporcuların kısa

sürekli performans düzeylerinde düşüşe sebep olan bu egzersiz stresi, overreaching (OR) olarak bilinen sendromu açığa çıkartmaktadır (Halson ve ark. 2002). Günümüzde futbolda sezon öncesi hazırlık dönemi genel antrenman döngüsü içerisinde performans artışının sağlanması için OR'i sıklıkla kullanmaktadır (Halson ve Jeukendrup 2004; Whyte 2006). Ancak yetersiz toparlanmadan oluşan yoğun antrenman döneminin iyi planlanamaması overtraining (OT) durumuna sebep olabilmektedir. Bu durum müsabaka dönemi başlangıcında takım performansının olumsuz yönde etkilenmesine ve başarısız sonuçların alınmasına neden olabilir. Bu yüzden aşırı yüklemenin yapıldığı yoğun antrenman döneminde oluşan OR'nin hemen sonrasında anabolik (yapıcı) etkiye sahip biyokimyasal parametrelerde ve performansta artışın gerçekleşmesi için azaltım antrenmanları önerilmektedir (Aubry ve ark. 2014). Azaltım antrenmanı, yoğun antrenman periyodundan sonra performansı en üst düzeye çıkarma amacıyla antrenman yükünün basamak, üstel veya doğrusal olarak azaltıldığı antrenman fazı olarak tanımlanmaktadır (Bosquet ve ark. 2007; Fessi ve ark. 2016; Mujika ve Padilla 2003). Azaltım antrenmanları, müsabakadan önceki günlerde azaltım antrenman fazında uygulanan antrenman yükünün sistematik olarak azaltımıyla gerçekleştirilmektedir (Mujika ve Padilla 2003). Antrenman yükündeki bu azaltım, antrenman hacmi, sıklığı ve şiddeti gibi antrenman yükü bileşenlerinde çeşitli değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmektedir (Mujika 2010).

Yapılan literatür taramasında bireysel spor branşlarında azaltım antrenmanları üzerine yapılan birçok çalışma bulunurken futbolda azaltım antrenmanlarının sportif performansla ilişkili olan biyokimyasal parametrelere etkisini inceleyen herhangi bir çalışma tespit edilmemiştir. "Futbolda Aşırı Yükleme ve Azaltım Antrenmanları Sonrası Biyokimyasal Değişikliklerin İncelenmesi" isimli çalışmamızda sportif performansla ilişkili bazı temel biyokimyasal parametrelerdeki değişimler incelenmeye çalışılmıştır.



## 1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI

Futbol, yüksek düzeyde fiziksel, fizyolojik ve teknik taleplerle oynanan bir spor branşıdır. Futbolda sezon öncesi hazırlık periyotlarında bu yüksek fiziksel, fizyolojik ve teknik taleplerin karşılanıp performans artışının sağlanması için sporculara giderek artan aşırı yüklemenin yapıldığı yoğun antrenman periyotları uygulanmaktadır. Ancak yüksek antrenman yüklerinden oluşan aşırı yüklemenin yapıldığı yoğun antrenman periyotları, sporcular üzerinde yüksek stres yaratmakta ve sporcuların performans kapasitesinde düşüşe ve önemli sakatlıklara yol açmaktadır. Aşırı yüklemenin yapıldığı yoğun antrenman periyodu sonrasındaki negatif fizyolojik ve psikolojik stres etkenlerini azaltmak ve performans kapasitesinde artışa sebep olmak için azaltım antrenman uygulamaları önerilmektedir. Azaltım antrenmanlarının sebep olduğu performans artışının altında yatan mekanizmaların anlaşılması için ise biyokimyasal parametrelerin incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat literatürde azaltım antrenmanlarının etkileri üzerine futbolda uygulanmış olan çalışma sayısı oldukça azdır. Bu yüzden bu çalışma, futbolda sezon öncesi hazırlık periyodu süresince AnE şiddetinde dar alan oyunları (DAO) kullanılarak aşırı yüklemenin yapıldığı 6 haftalık yoğun antrenman programı sonrasında uygulanan 1 haftalık hızlı üstel azalan azaltım antrenman programının sportif performansla ilişkili biyokimyasal parametrelere olan etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

## 1.2. HİPOTEZLER

1. Futbolda dar alan oyun metodu kullanılarak yapılan yüksek şiddetli yoğun antrenmanlar sonrasında uygulanan hızlı azalan üstel azaltım antrenmanları, kan hemoglobin düzeyinde istatistiksel olarak pozitif yönlü (artma) değişim meydana getirir.
2. Futbolda dar alan oyun metodu kullanılarak uygulanan yüksek şiddetli yoğun antrenmanlar sonrasında uygulanan hızlı azalan üstel azaltım antrenmanları, kan hematokrit değerinde istatistiksel olarak pozitif yönlü (artma) değişim meydana getirir.

3. Futbolda dar alan oyun metodu kullanılarak uygulanan yüksek şiddetli yoğun antrenmanlar sonrasında uygulanan hızlı azalan üstel azaltım antrenmanları, serum kreatin kinaz değerinde istatistiksel olarak pozitif yönlü (azalma) değişim meydana getirir.
4. Futbolda dar alan oyun metodu kullanılarak uygulanan yüksek şiddetli yoğun antrenmanlar sonrasında uygulanan hızlı azalan üstel azaltım antrenmanları, süper kompenzasyon etkisi göstererek serum kortizol düzeyinde istatistiksel olarak pozitif yönlü (azalma) değişim meydana getirir.
5. Futbolda dar alan oyun metodu kullanılarak uygulanan yüksek şiddetli yoğun antrenmanlar sonrasında uygulanan hızlı azalan üstel azaltım antrenmanları, süper kompenzasyon etkisi göstererek total testosteron düzeyinde istatistiksel olarak pozitif yönlü (artma) değişim meydana getirir.

### **1.3. VARSAYIMLAR**

1. Katılımcıların, antrenmanlar öncesinde eğitimi verilen antrenman yükü hesaplama metodu olan hissedilen yorgunluk düzeyi skalasını doğru bir şekilde öğrendikleri varsayılmıştır.
2. Çalışma süresince katılımcıların beslenme ve uyku düzenlerine dikkat ettikleri varsayılmıştır.
3. Katılımcıların biyokimyasal ve fizyolojik parametre ölçümlerini etkileyeceği konusunda uyarıldıkları yiyecek ve içecekleri ölçümler öncesindeki 24 saatte almaktan kaçındıkları varsayılmıştır.
4. Katılımcılardan kan örneklerinin, en az 12 saatlik açlık sonrası alındığı varsayılmıştır.
5. Katılımcıların çalışmada yer alan fiziksel ve fizyolojik testleri tam dinlenme durumunda gerçekleştirdikleri varsayılmıştır.
6. Çalışmada biyokimyasal analizler için alınan örneklerin en uygun yöntemle alındığı ve düzgün bir şekilde muhafaza edilerek zamanında laboratuvara ulaştırıldığı varsayılmıştır.
7. Çalışmada yer alan katılımcıların herhangi bir ilaç kullanmadıkları ve sakatlık veya hastalık problemlerinin olmadığı varsayılmıştır.
8. Katılımcıların 9 haftalık antrenman planı boyunca uygulanan antrenman, test ve kan ölçümlerinde yüksek motivasyonla yer aldıkları varsayılmıştır.

9. Katılımcıların çalışmada yer alan fiziksel ve fizyolojik testlerde en üst düzeyde performans gösterdikleri kabul edilmiştir.
10. Katılımcıların tüm antrenman ve testler boyunca eşit düzeyde çevresel etmenlerden etkilendikleri varsayılmıştır.

#### **1.4. LİMİTASYONLAR**

1. Bu çalışma, düşük fiziksel ve fizyolojik özelliklere sahip olan amatör lig seviyesindeki sağlıklı erkek sporcu grubuyla sınırlandırılmıştır.
2. Bu çalışmada deney grubuna uygulanmış olan antrenman programının etkileri, kontrol grubu kullanılmadan değerlendirme yapılmasıyla sınırlandırılmıştır.
3. Çalışmada yer alan katılımcıların beslenme durumları ve uyku düzenleri kontrol altında tutulmamıştır.
4. Çalışmada yer alan biyokimyasal analizler; kreatin kinaz, testosteron, kortizol ve hemogram ölçümleri ile sınırlandırılmıştır.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1.FUTBOLUN FİZYOLOJİSİ

Futbol, 90 dakika boyunca kısa süreli yüksek şiddette ve uzun süreli düşük ve orta şiddette bir çok hız değişiminin (intermittent) gerçekleştirilerek oynandığı çok boyutlu fizyolojik talepleri olan bir spor branşıdır (Polman ve ark. 2004). Futbolcular, futbol oyunu süresince her 2-4 saniyede bir meydana gelen sıçrama, sprint, hızlanma ve yavaşlama gibi toplamda 1200-1400 arasında yön değiştirme hareketini içeren fiziksel aktiviteleri gerçekleştirmektedir (Coelho, Morandi ve Melo 2011). Bu fiziksel aktivitelerin yanında futbolcular, futbol oyununun temelini oluşturan top kontrolü, şut atma, pas verme gibi futbola özel becerileri içeren aktiviteleri de yüksek düzeyde gerçekleştirmeye ihtiyaç duymaktadır (Stølen ve ark. 2005). Bu aktivitelerin doğurduğu taleplerden dolayı futbolda fiziksel aktivitelerin çoklu boyutu ve özel becerilerin birleşimi, futbolcuların yüksek düzeyde kas kuvvetine, aerobik ve anaerobik dayanıklılığa, çabukluğa, sürata ve sıçrama gibi fiziksel kaliteye sahip olmalarını gerektirmektedir (Reilly 1997).

Antrenman ve müsabaka boyunca en üst düzeyde performansa ulaşmak için fiziksel taleplerin değerlendirilmesi ve yönetilmesi futbolun performans taleplerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına bağlıdır (Bloomfield, Polman ve O'Donoghue 2007). Zaman hareket analizleri, müsabaka boyunca futbolcuların sahada katettikleri mesafeyi, bu mesafeyi katederken yapılan hareketlerin süresi, sıklığı, yüzdesi, yüklenme ve dinlenme oranları ve oyunun şiddeti üzerine veriler sağlayarak futbolun fiziksel ve fizyolojik gereksinimleri ve aktivite profilleri hakkında bilgi sağlamaktadır (Eniseler N. 2010; Reilly 1997). Yapılan zaman hareket analizleri sonucunda elit düzeydeki futbolcular 90 dakikalık müsabaka boyunca ortalama 9-14 km mesafe katederlerken bu toplam katedilen mesafenin 1-3 km'sini sprint ve yüksek şiddetli koşular oluşturmaktadır (Stølen ve ark. 2005). Kalecilerde ise katedilen toplam mesafenin 4 km olduğu rapor edilmektedir (Bangsbo, Nørregaard ve Thorsø 1991; Bradley ve ark. 2009; Mohr ve ark. 2003; Di Salvo ve ark. 2009; Stølen ve ark. 2005). Bu konuda yapılan bir çok çalışmada profesyonel oyuncuların amatör oyuncularından ve orta saha oyuncularının diğer mevkilerde oynayan oyuncularından daha fazla mesafe katettikleri rapor edilmektedir (Mohr ve ark. 2003) (Tablo 1).

**Tablo 1. Farklı seviye ve ülkelerdeki futbolcuların müsabaka boyunca katettikleri ortalama mesafe**

Referans	Ülke	Seviye	Kişi Sayısı (n)	Toplam Katedilen Mesafe (m)
Agnevik G.(1970)	İsveç	1.Lig	10	10200
Bangsbo J.(1991)	Danimarka	1.Lig 2.Lig	14	10530 10800
Eniseler N.(1998)	Türkiye	2.Lig Amatör	12	10255 9952
Rienzi E.(2000)	Brezilya İngiltere	1.Lig	17 6	8638 10104
Helgerud J.(2001)	Norveç	Elit Genç	10	9107
Mohr M.(2003)	Danimarka İtalya	1.Lig	24 18	10033 10086
Thatcher R.(2004)	İngiltere	1.Lig	12	9741
Randers M.B.(2007)	Danimarka İsveç	1.Lig	23	10800 10150
Di Salvo V.(2007)	----	Avrupa Kupası	791	11010
Rampinini E.(2009)	İtalya	Başarılı Takım Başarısız Takım	197 130	11647 12190
Bradley P.S.(2009)	İngiltere	Premier Lig	370	10714

n:Kişi sayısı

Yüksek şiddetli aktiviteler, genelde sprint ve yüksek şiddetli koşular olarak tanımlanmaktadır (Randers ve ark. 2010). Müsabaka boyunca bir futbolcu ortalama her 60 saniyede bir yüksek hızda ve her 4 dakikada bir ortalama 2-4 saniye süren maksimum hızda sprint koşmaktadır (Di Salvo ve ark. 2007). Sprintler, müsabaka boyunca toplam katedilen mesafenin yaklaşık %1-11'ini oluştururken (Van Gool D, Van Gerven D 1988; Mohr ve ark. 2003; Thomas ve Reilly 1976) topun oyunda kaldığı zaman olan etkili oyun zamanının %0,5-3'üne karşılık gelmektedir (Bangsbo ve ark. 1991; Mayhew ve Wenger 1985; Thomas ve Reilly 1976; Withers RT, Maricic Z, Wasilewski S 1982). Yüksek şiddetli koşular, futbol performansının en önemli bileşenidir (Di Salvo ve ark. 2009). Yüksek şiddetli koşular, topu kazanmak için gerçekleştirilen ani ataklar ve savunma oyuncusunu geçmek için çabuk yapılan hareketler gibi müsabaka sonucunu doğrudan etkileyen aktivitelerle ilişkili olmasından dolayı oldukça önemlidir (Stølen ve ark. 2005). Aynı zamanda

yüksek şiddetli koşular, futbolcuların mevkilerine, müsabaka sezonundaki değişikliklere ve antrenman programlarıyla ilişkili fizyolojik değişikliklere hassas olmasıyla hem erkek hem de kadın futbolcuların oyun düzeyleri arasındaki farklılıkları gösterebilmesinden dolayı futbolda fiziksel performansın geçerli bir ölçümü olarak da kullanılmaktadır (Ekblom 1986; Krustup ve Bangsbo 2001; Krustup ve ark. 2005; Mohr ve ark. 2003; E. Rampinini ve ark. 2007). Bu konuda yapılan birçok araştırmada, profesyonel futbolcuların amatör futbolculardan, forvet ve kanat oyuncularının ise diğer mevkilerde oynayan oyuncularından daha fazla miktarda yüksek şiddetli koşu ve sprint gerçekleştirdiği gösterilmiştir (Bangsbo ve ark. 1991; Mohr ve ark. 2008). Mohr M. ve arkadaşları (2003) (Mohr ve ark. 2003) tarafından yapılan bir çalışmada 90 dakika boyunca Avrupa'nın en üst düzey futbolcularının sıradan profesyonel 1. lig futbolcularından daha fazla yüksek şiddetli koşu (0,53 km, %28) ve sprint (0,24 km, %58) yaptıkları bildirilmiştir. Elit ve profesyonel futbolcuların müsabakada, daha fazla yüksek şiddetli efor yapabilme kabiliyetlerinin, ardı ardına yüksek şiddetli koşuları yapabilme ve çok iyi toparlanabilme kabiliyetine sahip olmalarından kaynaklanmaktadır (Eniseler N. 2010). Ayrıca aynı çalışmada forvet ve kanat oyuncularının diğer mevkilerde oynayan oyuncularından daha fazla yüksek şiddetli koşu ve sprint yaptıkları da rapor edilmiştir (Mohr ve ark. 2003) (Tablo 2).

**Tablo 2. Elit ve elit olmayan futbolcuların müsabaka boyunca yüksek şiddette koşu ve sprint ile katettikleri mesafe**

Referans	Ülke	Seviye	Yüksek Şiddetli Koşu (km) (Ortalama±SS)		Sprint (km) (Ortalama±SS)	
			Elit Sporcu	Elit Olmayan Sporcu	Elit Sporcu	Elit Olmayan Sporcu
Eniseler N.(1998)	Türkiye	2.Lig Amatör	0,50±0,20	0,36±0,20	0,126±0,07	0,074±0,07
Mohr M.(2003)	İngiltere Danimarka	Top Klas Orta Seviye	2,43±0,14	1,90±0,12	0,65±0,06	0,41±0,03

SS: Standart Sapma

Futbolda egzersiz şiddetinin ölçülmesinin en önemli fizyolojik kriterlerinden biri oksijen tüketimidir ( $VO_2$ ) (Stølen ve ark. 2005). Futbol müsabakası boyunca ortalama  $VO_2$ ,  $VO_{2maks}$ 'in %75'i civarında olmasıyla beraber profesyonel futbolcularda  $VO_{2maks}$  55-68 ml/kg/dk aralığında değişmektedir (Al-Hazzaa ve ark. 2001; Clark, A. N., Edwards, M. A., Morton, R. H., Butterly 2008; Hoff ve Helgerud

2004; McMillan ve ark. 2005; Reilly, Bangsbo ve Franks 2000; Da Silva D. C., Bloomfield J. 2008; Stølen ve ark. 2005).  $VO_{2maks}$ , futbolcuların mevkilerine, antrenman kalitelerine ve müsabaka düzeylerine göre değişmekte (Tumilty 1993) ve futbola özel dayanıklılık antrenman programlarıyla geliştirilebilmektedir (Helgerud ve ark. 2001). Futbolda yüksek  $VO_{2maks}$  değeri; artmış aerobik yanıtlar, laktat uzaklaştırılması ve fosfokreatin yenilenmesinden dolayı müsabaka boyunca daha fazla toplam mesafe katedilmesine ve yüksek şiddetli egzersizlerin gerçekleştirilmesine sebep olmaktadır (Tomlin ve Wenger 2001). Futbolda, kalp atım hızı (KAH) ve maksimal kalp atım yüzdesi ( $KA_{maks}\%$ ) fizyolojik şiddetin bir göstergesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Stølen ve ark. 2005). Futbol müsabakası sırasında futbolcuların kalp atım frekansı, müsabakada oluşan metabolik yükün ve egzersiz şiddetinin tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır (Eniseler N. 2010). Futbol müsabakası boyunca futbolcuların ortalama kalp atımı 155-170 kalp atım/dakika (KA/dk) arasındadır (Eniseler N. 2010). Futbol, aynı zamanda maksimal kalp atımının ( $KA_{maks}$ ) %80-90'ına denk gelen egzersiz şiddetinde oynanmaktadır (J Bangsbo 1994; J. Bangsbo 1994; Stølen ve ark. 2005). Ancak futbol oyununun yüksek şiddetli yoğun periyotları boyunca kalp atımı, maksimum kalp atımının %95'ini aştığı da görülmektedir (Ali ve Farrally 1991; J Bangsbo 1994) (Tablo 3).

**Tablo 3. Futbolcuların müsabaka boyunca ortalama kalp atımları ve maksimal kalp atımlarına göre yüzdeleri**

Referans	Ülke	Seviye	n	Maç Tipi	Süre (dk)	KA*	KA <sub>maks</sub> % <sup>#</sup>
Agnevik G.(1970)	İsveç	1.Lig	1	Lig Maçı	90	175	%93
VanGool D.(1988)	Belçika	Üni.Takımı	7	Özel Maç	90	167	%86,7-84,4
Bangsbo J.(1991)	Danimarka	1.Lig	6	Lig Maçı	90	159	----
Helgerud J.(2001)	Norveç	Elit Genç Ant. Grubu	8 9	Lig Maçı	90	----	%82,2 %85,6
Mohr M.(2004)	Danimarka	4.Lig	9 16	Özel Maç	90	160 162	%85 %86
Strøyer J.(2004)	Danimarka	Elit Puberte Öncesi Elit Puberte Sonrası	9 7	Lig Maçı	60 70	175 176	%86,8 %87,1
Eniseler N.(2008)	Türkiye	Genç Takım	8	Özel Maç	80	164	%81,62

n:Kişi sayısı, \*: Kalp atımı, #: Maksimal kalp atım yüzdesi

Müsabaka sırasındaki ortalama kalp atımı ve maksimal kalp atımı yüzdesi futbolcuların mevkilerine, düzeylerine ve müsabakanın 1. ve 2. yarısına göre

değişiklik göstermektedir (Stølen ve ark. 2005). Futbolcuların kalp atımı ve maksimal kalp atımı yüzdesi müsabaka sırasında maruz kaldıkları iş yüküne göre değişmektedir (Eniseler N. 2010). Orta saha ve forvet oyuncularını müsabaka boyunca daha fazla mesafe katettikleri ve yüksek şiddetli koşuları gerçekleştirdikleri için kalp atımı ve maksimal kalp atımı yüzdeleri diğer mevkilerdeki oyuncularından daha yüksektir (Mohr ve ark. 2003). Aynı zamanda müsabakanın 2. yarısında yorgunluk sebebiyle egzersiz temposuyla beraber kalp atımı ve maksimal kalp atımı yüzdesi düşmektedir (E. Rampinini ve ark. 2007). Van Gool ve arkadaşları (1988) (Van Gool D, Van Gerven D 1988) yaptığı çalışmada müsabakanın 1. yarısının maksimal nabzın %86,7'si ile oynanırken müsabakanın 2. yarısının %84,4 ile oynandığını göstermiştir. Profesyonel futbolcular müsabakada maksimal kalp atımlarının %83,4'ü ile oynarken amatör futbolcuların %77,4'ü ile oynadıkları bildirilmiştir (Bangsbo ve ark. 1992; Bangsbo, Iai ve Krusturp 2007). Bu durum profesyonel futbolcuların yüksek  $VO_{2maks}$  değerine sahip olmalarından kaynaklanmaktadır (Edwards ve Clark 2006) (Tablo 4).

**Tablo 4. Profesyonel ve amatör futbolcuların  $VO_{2maks}$ , KA, KAmaks% ve  $O_2$  tüketim değerleri**

Lig Seviyesi	$VO_{2maks}$ (ml/kg/dk)	Müsabakadaki $O_2$ Tüketimi (ml/kg/dk)	Müsabakadaki Kalp Atımı (KA/dk)	KAmaks%
Amatör	52,73	37,03	149,4	77,4
Profesyonel	65,62	50,97	158,8	83,4

Müsabaka boyunca oluşan kan laktat konsantrasyonu (LA), müsabaka şiddetinin ve laktasid anaerobik enerji üretiminin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (Stølen ve ark. 2005). Müsabaka sırasında futbolcuların ortalama kan laktat konsantrasyonları 4-6 mmol/L arasında değişmektedir (Mohr, Krusturp ve Bangsbo 2005). Fakat ortalama değer olarak 4-6 mmol/L kan laktat konsantrasyonunun kullanılması yüksek şiddetli yoğun periyotların sebep olduğu fizyolojik stresin görünüşünü değiştirmektedir (Glaister 2005). Bu periyotlar boyunca zirve kan laktat konsantrasyonu 8-12 mmol/L'ye kadar ulaşmaktadır (Ali ve Farrally 1991; J Bangsbo 1994).



**Tablo 5. Müsabaka boyunca futbolcuların ortalama kan laktat konsantrasyonları**

Referans	Ülke	Seviye	Laktat 1.Yarı (mmol/L)		Laktat 2.Yarı(mmol/L)	
			Müسابaka Sırasında Ort.±SS	1.Yarı Sonu Ort.±SS	Müسابaka Sırasında Ort.±SS	2.Yarı Sonu Ort.±SS
Smaros G. (1980)	Finlandiya	2.Lig	----	4,9±1,9	----	4,1±1,3
Gerish G. (1988)	Almanya	Üniversite	6,8±1,0	5,9±2,0	5,1±1,6	4,9±1,7
Rohde H.C. (1988)	Danimarka	1. ve 2.Lig	----	5,1±1,6	----	3,9±1,6
Florida G. (1995)	İngiltere	Üniversite	----	4,4±1,2	----	4,5 ± 2,1
Eniseler N. (2008)	Türkiye	Genç Takım	5,86±1,73	6,00±1,53	5,99±1,75	5,43±1,69

Tablo 5'te de görüldüğü üzere futbol müsabakası ortalama olarak anaerobik eşik (AnE) seviyesi (4 mmol/L) civarında veya biraz üstünde oynanmaktadır. Ayrıca müsabakanın 1. yarısının 2. yarısına göre daha yüksek laktat konsantrasyonunda oynandığı da görülmektedir (Mohr ve ark. 2003).

Sonuç olarak futbolun fiziksel, fizyolojik ve taktiksel taleplerinin iyi bir şekilde anlaşılması ve değerlendirilmesi doğru antrenman planlamalarının yapılmasına ve antrenman ve müsabaka boyunca optimal performansa ulaşılmasına katkı sağlayacaktır.

## 2.2.FUTBOLDA AEROBİK DAYANIKLILIK

Futbol, 90 dakikalık müsabaka süresince ortalama maksimal oksijen tüketiminin %70-80'ine (Van Gool D, Van Gerven D 1988; Helgerud ve ark. 2001) veya maksimal kalp atımının %80-90'ına denk gelen AnE şiddetinin biraz üstünde yaklaşık 9-14 km mesafe katedilerek oynanan bir takım sporudur (Bangsbo ve ark. 1991; J Bangsbo 1994; Van Gool D, Van Gerven D 1988; Ohashi ve ark. 1988; Withers RT, Maricic Z, Wasilewski S 1982). Müsabaka süresince futbolun doğasındaki bu oyun şiddetinin korunarak futbolcuların sahip olduğu teknik, taktik ve psikolojik özelliklerin üst seviyede tutulması ve kondisyonel özelliklere bağlı olarak tekrarlanan hareketlerin aynı kalitede yapılabilmesi sporcuların aerobik dayanıklılık düzeyine bağlıdır (Eniseler N. 2010; Köklü Y. Özkan A. 2009). Bu yüzden yüksek aerobik dayanıklılık düzeyi, futbolcular için bulunması gereken en önemli özelliklerden biridir (McMillan ve ark. 2005). Futbolda aerobik dayanıklılık performansının belirlenmesi ve değerlendirilmesi,  $VO_{2maks}$ , laktat eşiği ve koşu

ekonomisi ile yapılmaktadır (Conley ve Krahenbuhl 1980; Farrell ve ark. 1979; Helgerud 1994; Helgerud ve ark. 2001; Prampero ve ark. 1986). Aynı zamanda aerobik performansın belirlenmesi ve değerlendirilmesinde kullanılan bu bileşenler aerobik dayanıklılığı etkileyen en önemli faktörlerdir.

## **2.2.1.Futbolda Aerobik Dayanıklılığı Etkileyen Faktörler**

### **2.2.1.1.Maksimum Oksijen Tüketimi**

Maksimum oksijen tüketimi, aerobik dayanıklılık performansının belirlenmesi ve değerlendirilmesi için kullanılan en önemli fizyolojik belirteçlerden biridir (Åstrand 2003; Hoff ve Helgerud 2004).  $VO_{2maks}$ , vücudun giderek artan egzersiz boyunca dakikada tükettiği maksimum oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır (McArdle WD, Katch KI 2009). Yapılan çalışmalar futbolda ortalama  $VO_{2maks}$  değerinin elit seviyedeki erkek futbolcular için 55-68 ml/kg/dk aralığında olduğunu göstermektedir (Al-Hazzaa ve ark. 2001; Clark, A. N., Edwards, M. A., Morton, R. H., Butterly 2008; Hoff ve Helgerud 2004; McMillan ve ark. 2005). Bununla beraber bireysel ölçümler sonucunda bu değer 70 ml/kg/dk'ya kadar arttığı da görülmüştür (Davis, Brewer ve Atkin 1992; Wisløff, Helgerud ve Hoff 1998).  $VO_{2maks}$  düzeyi, futbolda müsabaka performansını ve takım başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri olarak görülmektedir (J. Bangsbo 1994; Helgerud ve ark. 2001; J Hoff, Gran ve Helgerud 2002). Gelişmiş oksijen taşıma sistemi-yüksek  $VO_{2maks}$  düzeyi- futbol müsabakası sırasında glikojen sarfiyatındaki ve kas pH'sındaki düşüşlerin en aza indirilerek anaerobik enerji sisteminin az kullanılmasına, dolayısıyla enerji sarfiyatının daha fazla aerobik enerji sistemleri yoluyla gerçekleştirilerek yorgunluğun daha geç oluşmasına sebep olmaktadır (Impellizzeri ve ark. 2006). Bunun yanısıra futbolda  $VO_{2maks}$  değeri ile sporcuların müsabaka sırasında gerçekleştirdiği toplam iş miktarı arasında da doğrusal bir ilişki bulunmaktadır (J Hoff ve ark. 2002). Bu konuda çalışma yapan Helgerud ve arkadaşları (2001) (Helgerud ve ark. 2001), futbolcularda artmış aerobik performans düzeyinin müsabaka süresince kat edilen toplam mesafenin %20, sprint sayısının %100, müsabaka süresince oynanan oyun şiddetinin ve topla temas sayısının %24 artmasına sebep olduğunu bildirmiştir. Bu bulgular, Mcmillan ve arkadaşları (2005) (McMillan ve ark. 2005) tarafından yapılan çalışmayla da doğrulanmıştır. Bununla beraber yüksek  $VO_{2maks}$ 'ın futboldaki önemi takımların ligdeki başarı sıralamalarını da etkilemektedir. Wisløff ve arkadaşları (1998) (Wisløff ve ark. 1998) tarafından

yapılan çalışmada, Norveç Süper Ligi'nde birinci sırada yer alan Rosenborg (67,6 ml/kg/min) ve sıralamanın en sonunda yer alan Strindheim (59,9 ml/kg/min) takımları arasında  $VO_{2maks}$  düzeylerindeki farklılık açık bir şekilde gösterilerek lig sıralamasındaki başarı ve maksimum oksijen tüketimi arasındaki ilişki desteklemiştir. Ayrıca yüksek  $VO_{2maks}$  düzeyi, tekrar eden yüksek şiddetli eforlar süresince güç çıktısını korumaya ve yüksek şiddetli eforlar arasında hızlı bir şekilde toparlanmaya yardımcı olmaktadır (Bishop ve Spencer 2004). Bu konuda çalışma yapan Thomas Reilly (1996) (Reilly T 1996), yetenekleri birbirine yakın iki takımdan yüksek  $VO_{2maks}$  düzeyine sahip olan takımın yüksek şiddetli eforlar süresince güç çıktısını koruyarak müsabakayı daha yüksek tempolarda oynayabildiğini göstermiştir.

Sonuç olarak elde edilen veriler doğrultusunda yüksek  $VO_{2maks}$  düzeyi, müsabakanın artan enerji taleplerini karşılamada ve performans kapasitesini arttırmada günümüz futbolunun ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (Carling ve ark. 2008; Iaia, Rampinini ve Bangsbo 2009).

#### **2.2.1.2.Laktat Eşiği**

Aerobik dayanıklılık performansının değerlendirilmesi ve belirlenmesi için kullanılan bir diğer önemli fizyolojik belirteç ise laktat eşiğidir (Åstrand 2003; Hoff ve Helgerud 2004). Laktat eşiği, giderek artan dinamik bir egzersiz süresince laktatın dinlenme seviyesinin üstüne çıkarak kanda oluşturulduğu ve aynı anda kandan uzaklaştırılarak dengenin sağlandığı belirli bir iş yükündeki oksijen tüketimi, kalp atımı veya koşu hızıdır (Helgerud ve ark. 2001; Jan Hoff ve ark. 2002). Laktat eşiği, AE (2 mmol/L) ve AnE (4 mmol/L) olmak üzere iki çeşittir (Eniseler N. 2010). AE, giderek artan egzersiz süresince kandaki laktatın dinlenme durumuna göre önemli miktarda artmaya başladığı ilk laktat eşiği noktasıdır (Aunola ve Rusko 1984). AE seviyesine göre daha yüksek koşu şiddeti seviyesinde olan AnE ise laktat birikiminin dengelenerek yorgunluğun meydana gelmediği uzun süreli submaksimal bir egzersizi devam ettirebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Jones ve Carter 2000).

Laktat eşiğine göre aerobik dayanıklılık, kanda 2 ve 4 mmol/L laktat seviyesine denk gelen koşu hızlarının tespitine göre değerlendirilmektedir (McMillan ve ark. 2005). Dolayısıyla aerobik antrenmanlar sonucunda laktat eşiği seviyelerinde meydana gelen gelişim, sporcuların yorgunluk belirtisi olmaksızın müsabakayı daha yüksek ortalama şiddette oynamalarını ve müsabakada daha fazla mesafe

katetmelerini sağlamaktadır (Helgerud ve ark. 2001). Ayrıca sporcuların yüksek laktat eşiği seviyeleri, takımların ligteki sıralamalarını da pozitif olarak etkilemektedir (Reilly 2007). Bu konuda Kalapotharakos ve arkadaşları (2006) (Kalapotharakos ve ark. 2006) yaptığı çalışmasıyla Yunanistan Futbol Süper Ligi'nde yer alan en başarılı takım ( $14\pm 0,8$ ) ve en başarısız takım ( $13,3\pm 0,8$ ) arasındaki laktat eşiğine denk gelen koşu hızlarındaki farkı ve takımların lig sıralamasındaki başarı düzeyi arasında bulunan pozitif ilişkiyi göstermiştir.

Bunun yanı sıra laktat eşiği, futbol gibi aerobik dayanıklılığın ön planda olduğu spor branşlarında antrenman sonucunda  $VO_{2maks}$ 'da herhangi bir gelişim olmaksızın artış gösterebilme özelliğine de sahiptir (Heck ve ark. 1985). Bu yüzden yüksek performans düzeyine ulaşmak için laktat eşiğindeki kalp atımı veya koşu hızı kullanılarak bilinen şiddette uygulanan aerobik dayanıklılık antrenmanları, performans gelişiminin takibi ve değerlendirilmesi için daha etkili ve pratik bir gösterge olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

### **2.2.1.3.Koşu Ekonomisi**

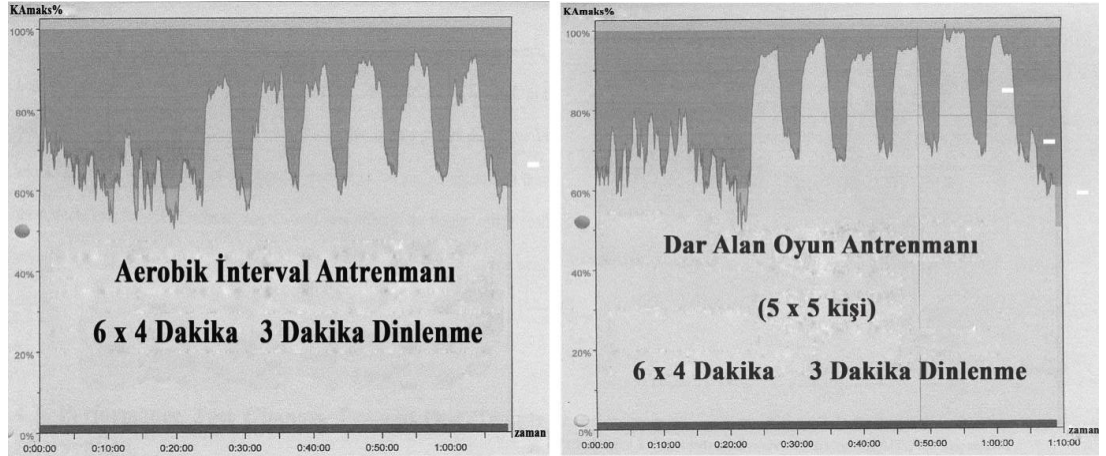
Aerobik dayanıklılık performansının değerlendirilmesi için gerekli olan bir diğer belirteç de koşu ekonomisidir (Åstrand 2003; Hoff ve Helgerud 2004). Koşu ekonomisi, submaksimal bir egzersiz süresince herbir metrede harcanan oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır (Jan Hoff ve ark. 2002; Köklü Y. Özkan A. 2009). Yüksek düzey aerobik dayanıklılık performansına ulaşmada  $VO_{2maks}$  ve laktat eşiği gelişimi kadar koşu ekonomisinin gelişimi de oldukça önemlidir. Koşu ekonomisinin önemi,  $VO_{2maks}$ , laktat eşiği ve diğer tüm verileri eşit olan iki sporcudan koşu ekonomisi daha iyi olan sporcunun daha yüksek hızlarda, az laktat birikimiyle ve az enerji harcayarak yüksek düzey performans göstermesiyle açıklanabilmektedir (Çolakoğlu M. 1995). Bununla beraber bireyler arası farklılıklara bağlı olarak koşu ekonomisi düzeyine etki eden birtakım faktörler bulunmaktadır. İyi bir koşu ekonomisi düzeyi üzerinde, hem genetik faktörler hem de uzun yıllar boyunca yapılan yüksek şiddetli yoğun antrenmanlar rol oynamaktadır (Martin ve Coe 1991). Ayrıca anatomik yapı, mekaniksel beceri, sinir kas uyumu becerisi ve elastik enerji depoları da sporcularda iyi bir koşu ekonomisi düzeyinin oluşmasını etkileyen diğer faktörler olarak gösterilmektedir (Pate ve Kriska 1984). Literatürde aerobik performans gelişimi üzerine koşu ekonomisinin etkilerini inceleyen çok az çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birini yapan Helgerud ve arkadaşları (2001)

(Helgerud ve ark. 2001), 8 haftalık antrenman programında haftada iki kez maksimal kalp atımının %90–95'i şiddetinde 4 setten 4 dakikalık interval koşu antrenmanlarının sebep olduğu  $VO_{2maks}$  düzeyindeki artışların koşu ekonomisinde de gelişmeye sebep olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde başka bir çalışmada Hoff ve arkadaşları (1999) (Hoff, Helgerud ve Wisløff 1999) ise 8 hafta, haftada 3 gün, 4 setten 4 tekrarlı maksimal kuvvet antrenman uygulamasının koşu ekonomisinin ve dolayısıyla  $VO_{2maks}$  düzeyinin geliştirilmesinde önemli bir antrenman şekli olduğunu göstermiştir.

### **2.3.DAR ALAN OYUNLARI**

Beceri temelli kondisyon oyunları veya oyun temelli antrenmanlar olarak tanımlanan dar alan oyunları, belirlenmiş kurallar çerçevesinde daha az sayıda oyuncuyla daha küçük alanda oynanarak düzenlenen bir antrenman metodudur (Hill-Haas ve ark. 2011). Dar alan oyunları, önceleri futbolda teknik ve taktik becerileri geliştirmek için kullanılırken son yıllarda futbol müsabakalarının fizyolojik taleplerini benzer şekilde karşıladığının gösterilmesi teknik ve taktik beceriler yanında sporcuların kondisyonel yetilerini özellikle de futbola özgü dayanıklılık performanslarını en üst düzeye çıkarması nedeniyle profesyonel ve amatör futbol takımları tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Balsom 1999; Gabbett, Jenkins ve Abernethy 2009; Reilly ve Gilbourne 2003) (Şekil 1). Sahip olduğu bu özelliklerle dar alan oyunları, geleneksel kondisyon antrenmanlarına göre sporcuların performanslarıyla ilişkili birçok faktörü eş zamanlı olarak geliştirebilmektedir (Michailidis 2013). Aynı zamanda literatürde yaygın bir şekilde belirtildiği gibi futbol oyununun küçük parçalar halinde azaltılarak oynanması sporcuların oyun seviyelerini, karar verme yeteneklerini, antrenmandan yüksek düzeyde keyif duymalarını, mücadele isteklerini ve müsabakaya olan adaptasyonlarını da arttırmaktadır (Clemente ve ark. 2012; Hill-Haas ve ark. 2011). Bu konuda çalışma yapan Impellizzeri ve arkadaşları (2006) (Impellizzeri ve ark. 2006), futbolcularda dar alan oyunu kullanarak uyguladığı 12 haftalık aerobik interval antrenmanlarının teknik beceri gelişimini sağlamasının yanısıra aerobik ve fiziksel maç performansını da geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir.

**Şekil 1. Aerobik koşu interval antrenmanı ve 5x5 oyuncuyla yapılan dar alan oyunlarına cevap olarak verilen kalp atım eğrileri**



Dar alan oyunlarında, oyunun şiddetinin belirlenmesi ve sürdürülmesi sporcular üzerinde oluşacak olan fizyolojik cevapların bilinmesiyle sağlanmaktadır. Bu fizyolojik cevaplar kalp atımı, kan laktat konsantrasyonu ve hissedilen yorgunluk düzeyi skalası ile belirlenebilmektedir (Bangsbo, Mohr ve Krstrup 2006; Coutts ve ark. 2009) Ancak futbol branşının intermitten doğası, dar alan oyunları süresince antrenman şiddetinin amaçlanan seviyede sürdürülmesini oldukça zorlaştırmaktadır (Hill-Haas ve ark. 2011). Günümüzün teknolojik gelişimiyle birlikte kullanılan çoklu telemetrik nabız ölçerler, hedeflenen kalp atımı aralığında dar alan oyunlarının oynanmasını ve sporcuların anlık kalp atımlarının takip edilebilmesini sağlamaktadır (Eniseler N. 2010). Bu duruma rağmen yakın zamana kadar dar alan oyunlarının futbola özgü dayanıklılık ve müsabaka performansını geliştirmek için yeterli egzersiz şiddeti sağlamadığı düşünülmüştür (Koklu ve ark. 2011). Fakat Hoff ve arkadaşları (2002) (Jan Hoff ve ark. 2002) yaptığı çalışmada 50 x 40 m'lik ölçülmüş olan saha üzerinde 5 x 5 kişiden oluşan dar alan oyunlarının, daha önce Helgerud ve arkadaşları tarafından 2001 yılında (Helgerud ve ark. 2001) maksimal kalp atımının %90-95'inde yapılan koşu interval antrenmanlarının dayanıklılık ve futbol performansını geliştirdiğini gösterdiği bu şiddet aralığındaki kalp atımı yanıtlarını ürettiğini bulmuştur. Sassi ve arkadaşları (2005) (Sassi, Reilly ve Impellizzeri 2005) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise elit düzeydeki futbolcularda topsuz interval koşular ve oyun bazlı antrenmanların oluşturduğu kalp atımı ve kan laktat yanıtları karşılaştırılmış ve oyun bazlı antrenmanların topsuz interval koşulara benzer uyarılar gösterdiği bildirilmiştir. Dar alan oyunu antrenmanlarında oluşan bu fizyolojik yanıtlarla birlikte bu oyun formunun

kullanılma potansiyeli kanıtlanmış ve günümüzdeki futbol antrenmanlarında futbola özgü topla yapılan, şiddeti bilinen ve kontrol edilebilen dar alan oyunlarının futbolcuların performansının geliştirilmesi için topsuz aerobik-anaerobik eşik antrenmanları yerine tercih edilmesine sebep olmuştur (Reilly T. ve White C. 2005).

Dar alan oyunlarının şiddetini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler aynı zamanda dar alan oyunlarının niteliklerini değiştirerek antrenörlere, sporcularda geliştirilmek istenilen fiziksel ve teknik-taktik özellikleri çalışabilme imkanı sağlamaktadır (Michailidis 2013). Bu faktörler saha boyutları, oyuncu sayısı, antrenörün dışsal motivasyonu, kalecinin varlığı ve değişik kuralların benimsenmesi olarak gösterilmektedir (Ermanno Rampinini ve ark. 2007).

### **2.3.1.Dar Alan Oyunlarının Şiddetini ve Dizaynını Etkileyen Faktörler**

#### **2.3.1.1.Oyuncu Sayısı**

Dar alan oyunlarında her bir takımdaki oyuncu sayısı, bu antrenman metodunun şiddetinin ve tasarımının düzenlenmesi için değiştirilebilmektedir (Hill-Haas ve ark. 2011). Dar alan oyunlarında oyuncu sayısı değişiminin etkisini inceleyen araştırmalarda, saha boyutu dahil olmak üzere dar alan oyunlarının şiddetini etkileyen tüm faktörler sabit tutularak oyuncu sayısında değişiklikler gerçekleştirmiştir (Hill-Haas ve ark. 2011). Yapılan son araştırmalar, farklı oyuncu sayısı ile oynanan dar alan oyun formatlarının farklı fizyolojik, algısal ve zaman hareket özelliklerine sebep olduğunu göstermekte (Aroso J., Rebelo N. 2004; Hill-Haas ve ark. 2009; Katis ve Kellis 2009; Owen, Twist ve Ford 2004; Ermanno Rampinini ve ark. 2007) ve daha az oyuncu ile oynanan dar alan oyunlarının istatistiksel olarak kalp atım yanıtlarında, kan laktat konsantrasyonunda, hissedilen yorgunluk düzeyinde ve katedilen toplam mesafede artışa sebep olduğunu bildirmektedir (Aguiar ve ark. 2012; Clemente ve ark. 2012; Hill-Haas ve ark. 2011).

Dar alan oyunlarında karşılıklı takımların dizaynı eşit, farklı ve değişken sayıda oyuncu kullanılarak yapılabilmektedir (Aguiar ve ark. 2012). Dar alan oyunları, genelde karşılıklı iki takımın oyuncu sayılarının eşit olarak dağılımından oluşmaktadır. Farklı sayılarda eşit oyunculardan oluşan dar alan oyunlarının farklı fizyolojik, teknik ve zaman hareket yanıtları oluşturduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (Aroso J., Rebelo N. 2004; Owen ve ark. 2004; Sampaio J. Garcia G. Maças V. Ibanez J. Abrantes C. Caixinha P. 2007). Bu çalışmalardan birinde Rampinini ve arkadaşları (2007) (Ermanno Rampinini ve ark. 2007), 20 amatör

futbolcuda 3 x 3, 4 x 4, 5 x 5 ve 6 x 6 oyuncuyla oynanan 4 farklı dar alan oyununda maksimal kalp atımı, kan laktat birikimi ve hissedilen yorgunluk düzeyi üzerine oyuncu sayılarındaki değişimin etkilerini incelemiştir. 3 x 3 oyuncuyla oynanan dar alan oyunlarında diğer dar alan oyunlarına göre maksimal kalp atımının, kan laktat birikiminin ve hissedilen yorgunluk düzeyinin daha yüksek olduğunu bildirilmiştir.

Dar alan oyunlarında takımlar arasındaki sayısal dengesizlik, sakatlıktan dolayı yeterli oyuncunun olmaması veya oyuncuların savunma ve hücum yeterliliklerinin geliştirilmesinin sağlanması amacıyla uygulanmaktadır (Hill-Haas ve ark. 2011). 4 x 3 veya 6 x 5 gibi sabit sayısal dezavantajlı bir takıma karşı sabit sayısal avantajla oynayan başka bir takım oluşturularak dizayn edilen dar alan oyunları, antrenörler tarafından oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Hill-Haas ve ark. 2011). Dar alan oyunlarında oyuncu sayıları üzerine yapılan daha ileri değişiklikler ise iki takım arasında geçici aşırı ve yetersiz yüklenme durumları yaratılarak topa sahip olan takıma değişken oyuncunun geçişinin sağlanmasıdır (Hill-Haas ve ark. 2011). Bu şekilde yapılan dar alan oyun tasarımları, dar alan oyunu sırasında değişken oyuncunun üzerindeki fiziksel yükün arttırmasına sebep olmaktadır (Hill-Haas ve ark. 2011). Bu yüzden antrenörler, değişken oyuncu kullandıkları zaman antrenmanın amacına bağlı olarak, dar alan oyunları süresince değişken oyuncuları değiştirecek şekilde antrenmanlarını dizayn etmektedir (Halouani ve ark. 2014). Bu konuda çalışma yapan Hill-Haas ve arkadaşları (2010) (Hill-Haas ve ark. 2010), sabit sayılı değişken oyunculu (3 x 3+1 ve 5 x 5+1) ve sabit sayısal avantajlı (4 x 3 ve 6 x 5) dar alan oyun formatları arasındaki farklılıkları incelemiş ve diğer oyuncularla karşılaştırılan değişken oyuncunun, 4 oyunculu takımın toplam kat ettiği mesafeden anlamlı bir şekilde daha fazla mesafe katettiğini (2668±220 metreye 2408±231 metre) ve 5 ve 6 oyuncudan oluşan takımla karşılaştırıldığında ise daha fazla sprint sayısına (>18,0 km h<sup>-1</sup> 15±3 , 9±5 ve 8±4) ulaştığını bildirerek değişken oyuncunun dar alan oyunlarındaki fiziksel yükünün artışı göstermiştir.

Sonuç olarak elde ettiğimiz bu verilerle birlikte sporcuların fizyolojik, teknik ve zaman hareket özellikleri bakımından daha etkili sonuçlar elde etmesi, dar alan oyunları boyunca kullanılan farklı oyuncu sayısının saha boyutları ve dar alan oyunlarını etkileyen diğer faktörlerle olan etkileşiminin daha iyi anlaşılmasıyla gerçekleşecektir.



### 2.3.1.2.Saha Boyutu

Dar alan oyunlarının dizaynında saha boyutu, fizyolojik stresi etkileyen bir diğer faktör olarak düşünülmektedir (Halouani ve ark. 2014). Araştırmalar, farklı ölçülerdeki saha boyutlarının farklı fizyolojik, zaman hareket ve algısal yanıtlara neden olabileceğini göstermiş (Aguiar ve ark. 2012) ve daha büyük saha boyutlarında kalp atım yüzdesinde, kan laktat konsantrasyonunda ve hissedilen yorgunluk düzeyinde bir artış bildirmiştir (Casamichana ve Castellano 2010; Owen ve ark. 2004; Williams K ve Owen A. 2007). Büyük saha boyutlarında oynanan dar alan oyunlarında, oyunun hem ofansif hem de defansif kısmında her oyuncu için hareket alanının daha fazla olması nedeniyle daha fazla fizyolojik zorlanma oluşmaktadır (Halouani ve ark. 2014). Bu durum dar alan oyunu boyunca topa sahip olan oyuncunun, daha fazla boş alan bularak topa sahip olmayan oyuncudan uzaklaşması ve topa sahip olmayan oyuncunun ise topu engellemek veya topa sahip olmak için daha fazla koşması ve yer değiştirmesinden kaynaklanmaktadır (Halouani ve ark. 2014). Bu bağlamda Rampinini ve arkadaşları (2007) (Ermanno Rampinini ve ark. 2007), 3 x 3 oyuncudan oluşan 20 x 12, 25 x 15 ve 30 x 18 metrelik saha boyutlarında oynanan dar alan oyunlarında, saha boyutunun artırılmasının maksimal kalp atımı, kan laktat konsantrasyonu ve hissedilen yorgunluk düzeyi üzerine etkilerini incelemiş ve saha boyutu arttıkça bu parametrelerde de bir artış olduğunu göstermiştir. Teknik talepler açısından dar alan oyunlarında saha boyutunun etkisini inceleyen bazı araştırmacılar ise isabetli pas verme, top kaybı, çalım, dribling gibi birçok hareketin sıklığında anlamlı farklılıklar olmadığını tespit etmiştir (Kelly ve Drust 2009; Tessitore ve ark. 2006). Fakat Kelly ve Drust (2008) (Kelly ve Drust 2009) yaptığı çalışmasında daha küçük saha boyutundaki dar alan oyunlarında rakip oyuncuların birbirlerine daha yakın olması nedeniyle fiziksel temasın artmasından dolayı ikili mücadelenin ve çalım atmanın arttığını bildirmiştir. Aynı zamanda daha küçük saha boyutundaki dar alan oyunlarında şut sayısının artışı oyuncuların gol pozisyonlarına yakınlıklarıyla gerekçelendirmiştir.

Dar alan oyunlarında saha boyutlarındaki artış, oyuncular üzerinde oluşan fizyolojik yanıtları arttırmasına rağmen antrenörler, dar alan oyunlarındaki saha boyutu faktörünü ilgili spor branşının taleplerine göre ve sezon boyunca her bir antrenman fazının amaçlarına göre değiştirerek kullanmalıdır (Halouani ve ark. 2014). Aynı zamanda saha boyutundaki değişikliklerin oyuncu sayısı gözönünde bulundurularak gerçekleştirilmesi dar alan oyunlarının verimini arttıracaktır.

### 2.3.1.3.Kalecinin Varlığı

Futbolda takım yapısının oluşturulmasında, bütünlüğünün korunmasında ve de sporcular arası iletişimin artmasında önemli role sahip olan kalecilerin, (Hill-Haas ve ark. 2011) sahadaki diğer oyuncularla karşılaştırıldığında belirgin bir şekilde farklı zaman hareket özellikleri gösterdikleri ve fizyolojik yanıtlar ürettikleri bilinmektedir (Hill-Haas ve ark. 2011; Di Salvo ve ark. 2007). Futbolun ayrılmaz bir parçası olan kalecilerin, dar alan oyunlarındaki etkisini inceleyen çok az çalışma bulunmaktadır (Hill-Haas ve ark. 2011). Mevcut çalışmalar, dar alan oyunlarında kaleci varlığının veya yokluğunun diğer oyuncuların sergilediği fizyolojik ve teknik yanıtlar üzerine bazı etkilere sahip olduğunu göstermektedir (Aguiar ve ark. 2012). Kaleci varlığında oynanan dar alan oyunlarında, oyuncuların fizyolojik, teknik ve taktik davranışlarının değiştiği gözlenmiştir (Mallo ve Navarro 2008). Bu davranış değişiklikleri, kalecinin oyun içerisindeki varlığından dolayı bazı oyuncuların diğer oyunculara göre oyuna daha fazla motive olmasından kaynaklanmaktadır (Dellal ve ark. 2008). Fakat araştırmacıların çoğu, kaleci varlığında oynanan dar alan oyunlarında daha düşük oyun şiddeti ve fizyolojik yanıt bildirmektedir (Aguiar ve ark. 2012). Kaleci varlığında oynanan dar alan oyunları boyunca oyun şiddetinde ve fizyolojik yanıtlardaki düşüş, oyuncuların muhtemelen gol yememek için defansta daha fazla organize olmasından kaynaklanmaktadır (Aguiar ve ark. 2012). Sassi ve arkadaşları (2005) (Sassi ve ark. 2005) yaptığı çalışmada, futbolda 4 x 4 oyuncudan oluşan dar alan oyunlarında fizyolojik yanıtlar üzerine kaleci varlığının etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar, kalecisiz oyunlarla karşılaştırıldığında kalecili dar alan oyunları süresince kalp atımında anlamlı bir düşüş olduğunu bildirirken kan laktat konsantrasyonunda meydana gelen düşüşün anlamlı olmadığını bildirmiştir. Benzer şekilde Mallo ve Navarro'da (2008) (Mallo ve Navarro 2008), futbolda 3 x 3 oyuncudan oluşan dar alan oyunları süresince kaleci varlığının fizyolojik yanıtlara olan etkilerini incelemiş ve kalecili dar alan oyununda katedilen toplam mesafede, yüksek şiddetteki koşu zamanında ve kalp atımında anlamlı bir düşüş bildirmiştir. Bu sonuçların aksine Dellal ve arkadaşları (2008) (Dellal ve ark. 2008) ise kaleci varlığında 8 x 8 oyuncudan oluşan dar alan oyununda kalp atımı rezervi yüzdesinde 10,7'lik bir artışı rapor etmiştir.

Bu çelişkili sonuçlara rağmen kaleci varlığında dar alan oyunlarının oynanması, takımların gol atma amacıyla oyuncuların taktik bakış açılarını geliştirebilir (Hill-Haas ve ark. 2011). Ancak oyuncuların gol bölgesinin yakınındaki artmış defansif

yerleşiminden dolayı azalmış fizyolojik ve zaman hareket yanıtları (Hill-Haas ve ark. 2011; Mallo ve Navarro 2008), oyun şiddetini ve kat edilen toplam mesafeyi azaltmaktadır (Clemente ve ark. 2012).

#### **2.3.1.4. Antrenörün Dışsal Motivasyonu**

Antrenörün dışsal motivasyonu, görsel ve sözel işaretlerle desteklenerek sporcunun motivasyon ve güvenini arttırmada bir metot olarak kullanılabilir (Balsom 1999). Antrenörlerin sağladığı dışsal motivasyon, sporcuların antrenmana olan katılımını ve antrenman şiddetini arttırdığı görülmüştür (Coutts, Murphy ve Dascombe 2004; Mazzetti ve ark. 2000; Ermanno Rampinini ve ark. 2007). Futbolda dar alan oyunları boyunca antrenörün dışsal motivasyonunun, futbolcuların fizyolojik yanıtlarını etkileyen faktörlerden biri olduğu bir çok yazar tarafından gösterilmiştir (Balsom 1999; Bangsbo 1998; Jan Hoff ve ark. 2002). Örneğin Rampinini ve arkadaşları (2007) (Ermanno Rampinini ve ark. 2007) yaptığı çalışmada 3 x 3, 4 x 4, 5 x 5 ve 6 x 6 oyuncudan oluşan farklı dar alan oyun formatları süresince kalp atımı, kan laktat konsantrasyonu ve hissedilen yorgunluk düzeyi yanıtları üzerine 20 amatör futbolcuda antrenörün dışsal motivasyonunun etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar, dar alan oyunları süresince antrenörün dışsal motivasyonda bulunduğu futbolcuların kalp atımı, kan laktat konsantrasyonu ve hissedilen yorgunluk düzeylerinin dışsal motivasyon almayan futbolculardan anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Sonuç olarak dar alan oyunları süresince antrenman şiddetinin ve sporcuların fizyolojik yanıtlarının artırılmasında antrenörlerin sporculara sürekli dışsal motivasyon sağlaması, dar alan oyunlarındaki fizyolojik yanıtların daha fazla pozitif hale gelmesini sağlamaktadır.

#### **2.3.1.5. Kural Değişiklikleri**

Futbolda dar alan oyunları boyunca oyuncular üzerinde meydana gelen fiziksel ve teknik yükleri değiştirmek için antrenörler tarafından kural değişiklikleri yapılması oldukça yaygın bir uygulamadır (Aguiar ve ark. 2012; Verissimo 2013). Antrenörlerin taktik beceri ve özel teknikleri geliştirmek ve daha yüksek oyun şiddetine ulaşmak amacıyla yaptıkları kural değişiklikleri; her oyuncu veya takımın topla temas sayısının sınırlandırılması, ofsait kuralının uygulanması, adam markajı, topa sürekli baskı yapılması, sahadaki kalelerin sayısının ve yerlerinin değiştirilmesi, takımlarda üstünlük veya zayıflık oluşturmak için oyuncu değişikliğinin yapılması ve

sahadaki gol pozisyonlarında çeşitli değişikliklerin yapılmasından oluşmaktadır (Aguiar ve ark. 2012). Dar alan oyunları boyunca bir çok futbol takımı tarafından kullanılan bu kural değişiklikleri, taktik, teknik ve fizyolojik gelişim için hedeflenen amaçları gerçekleştirirken aynı zamanda belirli süre içerisinde antrenmanların sıradanlaşmasını engelleyerek oyuncuların antrenmana olan bağlılığının artmasına da sebep olmaktadır (Hill-Haas ve ark. 2011). Dar alan oyunlarındaki kural değişikliklerinin her birinin oyuncuların fizyolojik, teknik, taktik ve zaman-hareket yanıtları bakımından nasıl etkilediğini inceleyen çok az çalışma bulunmaktadır (Hill-Haas ve ark. 2011). Bu çalışmalardan birini yapan Dellal ve arkadaşları (2011) (Dellal ve ark. 2011) futbolcularda fiziksel talepler, teknik performans ve fizyolojik yanıtlar üzerine dar alan oyunları boyunca serbest oyun ve topla temas sayısının sınırlandırılmasının etkisini incelemiştir. Araştırmacılar, topla 1 veya 2 temas yapılarak oynanan dar alan oyunlarına göre serbest oyun kurallarıyla oynanan oyunlarda daha fazla ikili mücadele, azalmış sprint ve yüksek şiddetli koşu performansı bildirmiş ve başarılı pas ve top kaybı gibi teknik hareketlerin etkinliğinde ise bir değişiklik olmadığını göstermiştir (Halouani ve ark. 2014). Ngo ve arkadaşları (2012) (Ngo ve ark. 2012) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise futbolda 3 x 3 oyuncudan oluşan dar alan oyunlarında defansif kural uygulamalarından adam markajının egzersiz şiddeti üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmacılar adam markajı ile oynanan dar alan oyununun adam markajı yapılmaksızın oynanan oyuna göre kalp atımında yaklaşık %4,5'lik artış olduğunu bulmuştur. Benzer şekilde dar alan oyunları boyunca adam markajı uygulatan Aroso ve arkadaşları (2004) (Aroso J., Rebelo N. 2004) kan laktat değerinde, topla ve oyuncuya baskı uygulayan Little ve Williams (2006) (Little ve Williams 2006) ise kalp atım yüzdesinde artışa sebep olduğunu göstermiştir.

Günümüze kadar araştırmacı ve antrenörler tarafından çok az önem verilen bu değişkenin, futbolda dar alan oyunları süresince oyuncuların fiziksel performanslarını, teknik-taktik taleplerini ve algısal ve zaman-hareket yanıtlarını etkileyebildiği ve değiştirebildiği açıkça görülmektedir (Aguiar ve ark. 2012).

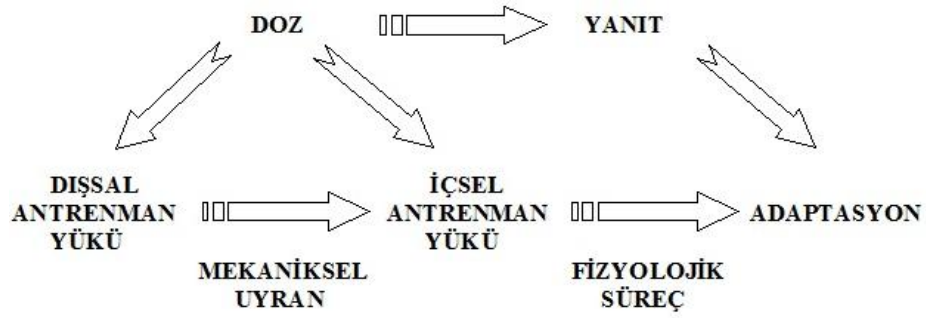
#### **2.4.ANTRENMAN YÜKÜNÜN ÖLÇÜLMESİ**

Antrenman, sporcuların müsabakalarda en iyi şekilde performans göstermesi için yapılan hazırlıklar olarak ifade edilmektedir (Suzuki ve ark. 2006). Antrenmanlar

boyunca sporcuların fiziksel kapasitelerinin en üst düzeye çıkarılması ve oluşan yorgunluğun yönetilmesi için antrenman doğru bir şekilde planlanmalıdır (Borresen ve Lambert 2008; Lambert ve Borresen 2010). Spor branşının gereksinimlerine dayanarak planlanmış olan antrenman programlarının değerlendirilmesi, analizi, değiştirilmesi ve uygulanması için antrenmana her bir sporcunun bireysel toleransının daha iyi anlaşılmasını sağlayan antrenman yüklerinin doğru bir şekilde gözlem ve ölçümüne gereksinim duyulmaktadır (Coutts, A. J., Wallace, L., & Slattey 2004; Suzuki ve ark. 2006).

Antrenmanlar, doz olarak ifade edilen sporcular tarafından gerçekleştirilen antrenman ve sonrasında performans değişiklikleriyle sonuçlanan yanıtın olduğu doz-yanıt ilişkisine dayanmaktadır (Lambert ve Borresen 2010). Bu ilişkide yanıt, sporcuların performans değişikliklerini veya fiziksel yeteneklerinin belirli bir özelliğini değerlendiren saha ve laboratuvar testleriyle ölçülmektedir. Buna karşılık sporcular tarafından gerçekleştirilen dozu ölçmek için uygun metodun belirlenmesi en büyük zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır (Borresen ve Lambert 2008). Doz olarak ifade edilen antrenmanların oluşturduğu tüm antrenman stresi, antrenman yükü olarak tanımlanmaktadır (Impellizzeri ve ark. 2004). Antrenörler tarafından hazırlanan dozun ölçülmesini sağlayan antrenman yükleri, içsel ve dışsal antrenman yükü olarak ifade edilen iki kısma ayrılmaktadır (Malone ve ark. 2015). Dışsal yük, antrenörler tarafından hazırlanan antrenmanda sporcunun gerçekleştirdiği iş olarak tanımlanırken içsel yük, dışsal yük tarafından oluşturulan stres etkenlerine bireysel fizyolojik yanıtların oluşması olarak ifade edilmektedir (Booth ve Thomason 1991; Malone ve ark. 2015). Örneğin bir sporcunun antrenman veya müsabaka boyunca toplam katettiği koşu mesafesi veya bir kuvvet antrenmanı boyunca kaldırdığı ağırlığın hacmi sporcunun dışsal yükünü gösterirken sporcunun dışsal yük sonucu oluşan akut kalp atımı yanıtları gibi deneyimlediği metabolik, yapısal, nöral veya hormonal stres etkenleri içsel antrenman yükünü oluşturmaktadır. Oluşan içsel antrenman yükleri de antrenmanın doğasına özel fizyolojik süreçler yoluyla adaptasyonu veya performans gelişimini uyarmaktadır (Lambert ve Borresen 2010; Spiering ve ark. 2008) (Şekil 2).

Şekil 2. Antrenman sürecinin kavramsal modeli



Dışsal antrenman yüklerine yanıtta sporcular arasında farklılıklar olmasına rağmen antrenörler, antrenmanlarını genellikle dışsal yük parametreleri kullanarak planlamaktadır (Gallo ve ark. 2015). Dışsal antrenman yüklerine göre planlanmış olan antrenmanlar, özellikle takım sporlarında bazı sporculara aşırı yüklemeye yapılmasına sebep olurken bazı sporcularda ise pozitif adaptasyon için yeterli antrenman uyararı oluşmamasına sebep olan içsel antrenman yüküyle sonuçlanmasına neden olmaktadır (Borresen ve Lambert 2008; Gallo ve ark. 2015; Impellizzeri, Rampinini ve Marcora 2005; Scott ve ark. 2013). Bu yüzden antrenörler, etkili bir antrenman programı planlamak için sporcuların her birinde dışsal antrenman yüklerinin sebep olduğu içsel yanıtları anlamalı ve antrenmanlarını hem içsel hem de dışsal antrenman yükünün ölçümlerini birleştirerek gerçekleştirmelidir (Gallo ve ark. 2015).

Sporcuların antrenmana olan yanıtları ve müsabakaya hazır olma durumlarının anlaşılmasına bilimsel bir yaklaşım olarak antrenman yükünün gözlemlenmesinin birçok önemli nedeni bulunmaktadır. Öncelikle antrenman yükünün gözlemlenmesi, performanstaki değişikliklerin olası sebeplerine ilişkin bilimsel bir açıklama sağlamakta ve değişikliklerle ilişkili belirsizliklerin derecesini en aza indirmektedir (Halsen 2014). Elde edilen bu veriler, geçmişe dönük yük performans ilişkisinin incelenmesini sağlamasının yanısıra antrenman ve müsabaka için uygun planların yapılmasına da olanak sağlamaktadır (Halsen 2014). Ayrıca antrenman yüklerinin gözlemlenmesi, sporcularda fonksiyonel olmayan overreaching, overtraining ve sakatlık oluşumu risklerinin azaltılması için de kullanışlı bir uygulama olmaktadır (Halsen 2014).

Spor branşlarındaki farklı fizyolojik talepler, tüm spor branşları için antrenman yükünü ölçmede tek bir metodu kullanmanın ideal olmadığını göstermektedir (Akubat 2012). Dolayısıyla içsel ve dışsal antrenman yükünü ölçmede doğru ve etkili

ölçüm için spor branşının fizyolojisine uygun yöntem kullanılmalıdır. Son yıllarda güvenilir sporcu izleme teknolojilerinin gelişimi, sporcular tarafından gerçekleştirilen işin yani saha tabanlı dışsal antrenman yükünün daha iyi anlaşılmasına olanak sağlamaktadır (Bartlett ve ark. 2016). Yüksek maliyet, gerekli uzman ekip ve veri analizine zaman harcanması bu tarz teknolojilerin kullanım yaygınlığını sınırlamasına rağmen günümüzde dışsal antrenman yükünü ölçmek için en yaygın metot olarak GPS kullanılmaktadır (Malone ve ark. 2015). Araştırmacılar, günümüze kadar bireysel antrenman şiddetini kapsayarak içsel antrenman yükünü ölçmede en uygun metodu geliştirmek için birçok çaba ortaya koymuştur. Günümüzde içsel antrenman yükünü ölçmek için en yaygın metot olarak kalp atımından faydalanılmaktadır (Lee Wallace 2012). Fakat içsel antrenman yükünü ölçmek için hissedilen yorgunluk düzeyi ve biyokimyasal ölçümler gibi yöntemler de kullanılmaktadır (Borresen ve Lambert 2008; Impellizzeri ve ark. 2005).

#### **2.4.1.Kalp Atımına Dayalı Antrenman Yükü Ölçüm Metodu**

Sporcularda içsel antrenman yükünün gözlemlenmesi ve ölçülmesi için her bir antrenman şiddetinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir (Foster, Florhaug ve ark. 2001; Fry, Morton ve Keast 1991; Kuipers 1998; O'Toole, Douglas, ve Hiller 1998). Kalp atımı, sporcularda içsel antrenman yükünü değerlendirmede kullanılan en yaygın yöntemdir (Halson 2014) Egzersiz süresince kalp atımının kullanımı, kalp atımı ve oksijen tüketimi arasındaki doğrusal ilişkiye dayanmaktadır (Halson 2014). Kalp atımı ve  $VO_2$  arasındaki bu ilişki taşınabilen ve kablosuz olan kalp atım takip cihazlarının gelişimi ile birlikte sahada takım düzeyinde kolay bir şekilde uygulanarak egzersiz şiddetinin ve içsel antrenman yükünün belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Achten ve Jeukendrup 2003).

Kalp atımına dayalı içsel antrenman yükünün ölçüldüğü araştırmaların bir çoğu takım sporlarında uygulanmıştır. Bu çalışmaların birinde Little ve Williams (2006) (Little ve Williams 2006) futbolda 28 profesyonel futbolcunun yer aldığı farklı oyuncu sayılarından oluşan dar alan oyunları süresince kalp atımının egzersiz şiddetinin ve içsel antrenman yükünün ölçülmesinde pratik ve etkili olduğunu göstermiştir.

İçsel antrenman yükünün belirlenmesinde kalp atımına dayalı birçok metot bulunmaktadır. Bu metotlar Banister TRIMP ( $TRIMP_{BAN}$ ), Edwards TRIMP

(TRIMP<sub>ED</sub>), Lucia TRIMP (TRIMP<sub>LUCIA</sub>) ve Bireyselleşmiş TRIMP (iTRIMP) olarak tanımlanmaktadır (Akubat ve ark. 2012; William Markwick 2015).

#### **2.4.1.1. Banister TRIMP**

Kalp atımı ile içsel antrenman yükünü ölçmek için kullanılan ilk metot, Banister tarafından geliştirilmiş ve antrenman impulsu (TRIMP) olarak nitelendirilmiştir. Banister ve ekibi başlangıçta egzersizleri düşük, orta ve yüksek şiddetli olarak kategorize ettiği 3 bölgeyi bir model önermiş ve her bir bölgeyi sırasıyla 1, 2 ve 3 ağırlıklı kat sayılar ile ağırlıklandırmıştır (Banister ve ark. 1975). Fakat daha sonra Banister (1991) (Banister 1991), TRIMP metodunu (TRIMP<sub>BAN</sub>) geliştirerek günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır (Van Winckel 2014).

TRIMP<sub>BAN</sub> metodu siklik, dayanıklılık tarzı spor branşlarında antrenman yüklerini hesaplamak için tasarlanmıştır (Banister 1991). Bu metotta her bir antrenman için kalp atımı bilgisi kayda ve dinlenme ve maksimum kalp atımı değerlerinin bilgisine gereksinim duyulmaktadır. TRIMP<sub>BAN</sub> metodu, egzersiz şiddetini ölçmek için fiziksel eforun büyüklüğüne katkı sağlayan egzersiz süresi ve egzersiz boyunca kalp atımındaki ortalama egzersiz kademeli artışıyla ( $\Delta KA_{orani}$ ) çarpılarak içsel ve dışsal yük bileşenlerini tek bir ölçümde birleştirmiştir (Banister 1991). Aynı zamanda, kısa süreli yüksek şiddetli yoğun egzersizler ile karşılaştırılan düşük şiddetli uzun süreli egzersizlere orantısız bir önem vermeye karşı bir koruma olarak  $\Delta KA_{orani}$ , yüksek şiddetli antrenmanların önemini daha fazla vurgulamak için y ağırlıklı katsayısı faktörü ile çarpılarak ağırlıklandırılmaktadır (Banister 1991). y ağırlıklı katsayı faktörü, kadın ve erkek sporcuların inkremental egzersiz boyunca gözlemlenen kalp atımındaki kademeli artış ve kan laktat konsantrasyonu arasındaki üstsel ilişkiyi gösteren sabit sayı olarak tanımlanmaktadır (Akubat ve ark. 2012) (Tablo 6).



**Tablo 6. TRIMP<sub>BAN</sub> metodunun hesaplanması**

$$\text{TRIMP}_{\text{BAN}} = \text{Antrenman Süresi} \times \Delta\text{KA}_{\text{oran}} \times y$$

$$\Delta\text{KA}_{\text{oran}} = \text{KA}_{\text{egzersiz}} - \text{KA}_{\text{dinlenim}} / \text{KA}_{\text{maks}} - \text{KA}_{\text{dinlenim}}$$

$\Delta\text{KA}_{\text{oran}}$  = Kalp Atımındaki Kademeli Artış

$y = 0.64e^{1.92x}$  (Erkek Sporcu İçin Sabit Sayılar)

$y = 0.86e^{1.67x}$  (Kadın Sporcu İçin Sabit Sayılar)

$e$  = Napierian Logaritmasında Taban (2.712)

$x = \Delta\text{KA}_{\text{oran}}$

Futbol gibi intermittent spor branşlarında TRIMP<sub>BAN</sub> metodunun kullanılmasının 2 önemli sınırlaması bulunmaktadır.

Banister, antrenman yükünün hesaplanmasında ortalama kalp atımının kullanılmasını savunmuştur (Banister 1991). Oysa bir çok hız değişimleri içeren ve kalp atımında büyük değişimlerin meydana geldiği spor branşlarında ortalama kalp atımının kullanılması, antrenman veya müsabaka şiddetinin daha düşük ölçülmesine sebep olacaktır. Dolayısıyla bu yöntem, egzersiz süresince kalp atımında büyük değişimlerin olmadığı, sabit şiddet ve uzun süreli olan dayanıklılık spor branşları için daha uygun görülmüştür (Drust, Reilly ve Cable 2000).

TRIMP<sub>BAN</sub> metodunun kullanılmasında meydana gelen bir diğer sınırlama ise hem erkek hem de kadın sporcular için genel eşitliğin kullanılmasıdır. Cinsiyetin sporcuları farklı kılan bir özellik olduğu ve hem erkek hem de kadın sporcular için bireysel özellikler gözatılmeksizin aynı genel eşitliğin kullanılması içsel antrenman yükünü etkileyen bireysel farklılıkların göz önünde bulundurulmadığının göstergesi olmaktadır (Impellizzeri ve ark. 2005).

Antrenman yükünü ölçmek için kullanılan bu metodun sınırlılıkları daha ileriki araştırmaların ortaya konmasını sağlamıştır (Busso ve ark. 1997; FOSTER 1998; Foster ve ark. 1995, 1996; Iñigo Mujika ve ark. 1996; Mujika 1998).

### 2.4.1.2.Edwards TRIMP

İçsel antrenman yükünün ölçülmesi için Edwards, bir diğer ölçüm yöntemi olarak kalp atımına dayalı zon temelli bir metot tasarlamıştır (Edwards 1993). Edwards'ın kalp atımına dayalı zon temelli metodu ( $TRIMP_{ED}$ ), maksimal kalp atımına bağlı olarak %10 zon aralıklarla 5 farklı egzersiz şiddetinden oluşan 5 farklı zondan meydana gelmektedir (Akubat ve ark. 2012) (Tablo 7). Her bir zon kendisine karşılık gelen birimsiz bir katsayıdan oluşmaktadır (Akubat ve ark. 2012). Her bir antrenman için içsel antrenman yükü, her bir zona verilen çarpanın her bir zonda geçirilen süreyle çarpılması sonucu elde edilen birimsiz skorların tümünün toplanmasıyla hesaplanmaktadır (Abt ve Lovell 2009; Edwards 1993) (Tablo 8).

**Tablo 7.  $TRIMP_{ED}$  metoduna göre tasarlanan  $KA_{maks}\%$ , zon ve ağırlıklı katsayılar**

Kalp Atım Zonu	$KA_{maks}\%$	Katsayı
Zon 1	50-60	1
Zon 2	60-70	2
Zon 3	70-80	3
Zon 4	80-90	4
Zon 5	90-100	5

**Tablo 8.  $TRIMP_{ED}$  metodunun hesaplanması**

$$TRIMP_{ED} = (t_1 \times 1) + (t_2 \times 2) + (t_3 \times 3) + (t_4 \times 4) + (t_5 \times 5)$$

$$t_{(1-5)} = \text{Zon 1-5'te geçirilen zaman}$$

$TRIMP_{ED}$  metodu, kalp atımı izleme sistemlerinin kullanılmasının yaygınlaşmasıyla popüler bir hale gelmiştir (Van Winckel 2014).  $TRIMP_{ED}$  metodunun bir önceki antrenman yükü hesaplama yöntemi olan  $TRIMP_{BAN}$  metoduyla karşılaştırıldığında en önemli farklılığın futbol gibi intermitten tabanlı spor branşlarındaki egzersizlerin  $TRIMP_{ED}$  metodunda daha iyi yansıtılmasıdır (Edwards 1993). Fakat bu duruma rağmen  $TRIMP_{ED}$  metodunun kullanılmasının bir

takım sınırlamaları bulunmaktadır.  $TRIMP_{ED}$  metodunun kullanılmasında meydana gelen en önemli sınırlama zonlara denk gelen katsayıların fizyolojik temellerinin olmamasından kaynaklanmaktadır (Edwards 1993).

#### 2.4.1.3. Lucia TRIMP

Kalp atımına dayalı olarak içsel antrenman yükünü hesaplayan bir diğer yöntem, Lucia ve ekibi tarafından tasarlanmıştır (Luciá ve ark. 1999).  $TRIMP_{ED}$  metodunun değiştirilmiş versiyonu olan bu metod, Impellizzeri ve arkadaşları tarafından Lucia'nın TRIMP'i ( $TRIMP_{LUCIA}$ ) olarak ifade edilmiştir (Borresen ve Lambert 2008). Lucia ve arkadaşları, bireysel olarak aerobik ve anaerobik eşik noktalarını parametre olarak belirleyen 3 kalp atım zonu kullanmıştır (Luciá ve ark. 1999). Bu kalp atımı zonları sırasıyla aerobik eşik altı, aerobik ve anaerobik eşik arası ve anaerobik eşik üstünden oluşmaktadır (Luciá ve ark. 1999). Her bir zona sırasıyla birimsiz değerlerden oluşan 1, 2 ve 3 katsayıları verilmiştir (Luciá ve ark. 1999). Bu katsayılar, zon 3'teki antrenman adaptasyonunun zon 1'dekinden 3 kat daha fazla olduğuna işaret etmekte ve antrenman şiddeti arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Van Winckel 2014) (Tablo 9).  $TRIMP_{LUCIA}$  metodu, 3 kalp atım zonunun her birinde geçirilen zamanın her bir zon ile ilişkili katsayı ile çarpıldıktan sonra elde edilen skorların toplanarak içsel antrenman yükü hesaplanmasına dayanmaktadır (Luciá ve ark. 1999).

**Tablo 9.  $TRIMP_{LUCIA}$  metoduna göre tasarlanan zon, zon aralıkları ve ağırlıklı katsayılar**

Zon	Zon Aralıkları	Katsayı
Zon 1	Aerobik Eşik Altı	1
Zon 2	Aerobik ve Anaerobik Eşik Arası	2
Zon 3	Anaerobik Eşik Üstü	3

**Tablo 10. TRIMP<sub>LUCIA</sub> metodunun hesaplanması**

$$\text{TRIMP}_{\text{LUCIA}} = (t_1 \times 1) + (t_2 \times 2) + (t_3 \times 3)$$

$t_{(1-3)}$  = Zon 1-3'te geçirilen zaman

Lucia ve arkadaşları (2003) (Lucía ve ark. 2003) tarafından yapılan bir çalışmada iki farklı bisiklet turundaki antrenman yüklerini karşılaştırmak için bu metot kullanılmıştır. Araştırmacılar iki farklı bisiklet turu için antrenman yükünü hesapladıkları kendi metotlarında anlamlı farklılıkların olmadığını bildirmiştir (Lucía ve ark. 2003). Ancak TRIMP<sub>LUCIA</sub> metodunu kullanarak yapılan çalışmalarda bu metodun fizyolojik alt yapısından ziyade elit sporcular üzerinde kullanılmasından dolayı bir takım sınırlamaların göz ardı edilmesine sebep olmuştur (Esteve-Lanao ve ark. 2007; Seiler ve Tønnessen 2009). Oysa futbol gibi intermitten spor branşlarında TRIMP<sub>LUCIA</sub> metodunun kullanılmasının birtakım sınırlamaları bulunmaktadır.

Aerobik ve anaerobik eşiklere bağlı olarak oluşturulan TRIMP<sub>LUCIA</sub> metodunda kullanılan zonlar, bireyselliği göstermesine ve fizyolojik eşiklere dayanmasına rağmen bu metodun en önemli sınırlılığı zonlara denk gelen katsayıların fizyolojik temellerinin olmamasıdır (Van Winckel 2014).

TRIMP<sub>LUCIA</sub> metodunun kullanılmasında meydana gelen bir diğer sınırlama ise anaerobik eşiği maksimal kalp atımının %85'i olarak tanımlanan bir sporcunun, maksimal kalp atımının %95'i şiddetinde yaptığı bir antrenmanla maksimal kalp atımının %85'inde yaptığı başka bir antrenmana benzer katsayının verilecek olmasıdır (Van Winckel 2014). Oysa Denadai ve arkadaşları (2006) (Denadai ve ark. 2006) yaptığı çalışmayla antrenman şiddetindeki %5 farklılığın bile farklı antrenman adaptasyonlarına sebep olduğunu göstermiştir.

Bu tür sınırlılıklar, içsel antrenman yükünü ölçmek için bir araç olarak kullanılan bu yöntemin doğruluğunu doğrudan etkileyebilmekte ve daha kusursuz yöntemler oluşturma çabalarının artmasına sebep olmaktadır.

#### 2.4.1.4. Bireyselleşmiş TRIMP

Kalp atımına dayalı içsel antrenman yükünü hesaplayan önceki metotların sınırlılıkları gözönünde bulundurularak her bir sporcunun fizyolojik özellikleri doğrultusunda antrenman yükünü hesaplayan iTRIMP metodu (Manzi ve ark. 2009) tarafından tasarlanmıştır. Bireysel ağırlıklı kat sayı kullanan bu metot, kademeli olarak artan standart laktat eşiği test protokolü boyunca her bir sporcu için belirlenen kalp atımı ve kan laktat yanıtına bağlı olarak antrenman yükünü hesaplamaktadır (Van Winckel 2014). Bu metotta  $\Delta KA$ , temel egzersiz değişkeni olarak görülmekte ve tablo 11'de görüldüğü gibi formülize edilmektedir (Iellamo ve ark. 2013). Daha önceki antrenman yükü hesaplama metotlarında her bir sporcu için aynı y ağırlıklı kat sayısının kullanılması her bir antrenmanın bireysel fizyolojik taleplerinin yansıtılmasında hataya sebep olması nedeniyle iTRIMP metodunda her bir sporcu için bireysel  $y_i$  ağırlıklı kat sayısı kullanılmaktadır (Iellamo ve ark. 2013). Bireysel  $y_i$  ağırlıklı kat sayısı, üstel regresyon modeli kullanılarak artan egzersiz şiddetine  $\Delta KA$  ve kan laktat yanıt eğrisinin profilini yansıtarak her bir sporcu için ayrı ayrı hesaplanmaktadır (Şekil 3) (Iellamo ve ark. 2013). Dolayısıyla iTRIMP metodunda kısa süreli yüksek şiddetli yoğun egzersizler ile karşılaştırılan düşük şiddetli uzun süreli egzersizlere orantısız bir önem vermeye karşı bir koruma olarak  $\Delta KA$ , antrenman şiddetinin eforunu doğru bir şekilde yansıtması amacıyla her bir sporcu için bireysel olarak hesaplanmış olan  $y_i$  ağırlıklı kat sayısı ile çarpılarak ağırlıklandırılmaktadır (Iellamo ve ark. 2013). Aynı zamanda iTRIMP metodunda antrenman yükünün hesaplanması için her bir antrenmanın kalp atımı bilgisi kaydına ve de dinlenim ve maksimum kalp atımı değerlerinin bilgisine gereksinim duyulmaktadır (Iellamo ve ark. 2013).

**Tablo 11. iTRIMP metodunun hesaplanması**

---

$$iTRIMP = \text{Antrenman Süresi} \times \Delta KA \times y_i$$

$$\Delta KA = \frac{KA_{\text{egzersiz}} - KA_{\text{dinlenim}}}{KA_{\text{maks}} - KA_{\text{dinlenim}}}$$

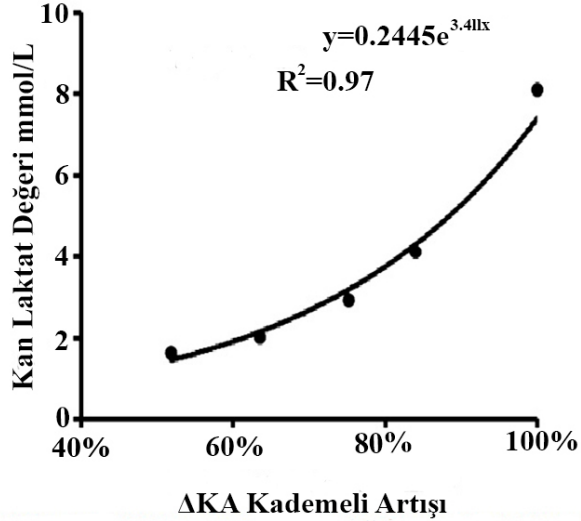
$$\Delta KA_{\text{oran}} = \text{Kalp Atımındaki Kademeli Artış}$$

$$y_i = \text{Bireysel Ağırlıklı Kat Sayı}$$

---

Manzi ve arkadaşları (2009) (Manzi ve ark. 2009) tarafından geliştirilen bu metodun bireyselliğe ve fizyolojik temellere dayalı olmasından dolayı diğer metotlara göre birçok üstünlüğü bulunmaktadır. iTRIMP metodu, TRIMP<sub>BAN</sub> metodunda kullanılan ortalama kalp atımını kullanmayarak bu metodun futbol gibi birçok hız değişimleri içeren ve kalp atımında büyük değişimlerin meydana geldiği spor branşlarında da kullanılmasını sağlamaktadır (Van Winckel 2014). Ayrıca TRIMP<sub>BAN</sub> kullanılan  $y$  genel ağırlıklı kat sayısına karşı  $y_i$  bireysel ağırlıklı kat sayı kullanımını her bir antrenmanda sporcunun bireysel fizyolojik eforunu yansıtmasına sebep olmaktadır (Van Winckel 2014). Benzer şekilde iTRIMP metodunda, TRIMP<sub>ED</sub> ve TRIMP<sub>LUCIA</sub> metotlarında fizyolojik altyapısı olmayan birimsiz katsayılar kullanılmamaktadır (Van Winckel 2014). Bu özelliklerle iTRIMP metodu, daha önceki bahsedilen metotların yarattığı sınırlamaların üstesinden gelmektedir. Ancak diğer metotlara göre birçok üstünlüğe sahip olmasına rağmen iTRIMP metodunun da birçok sınırlaması bulunmaktadır.

Şekil 3.  $y_i$  ağırlıklı katsayısı üstel eğrisi



Düzenli olarak uygulanan antrenmanlar, sporcuların dinlenik, submaksimal ve maksimal kalp atımlarında pozitif değişimlere sebep olmaktadır (Borresen ve Lambert 2008). Dolayısıyla bu durum antrenmanların sebep olduğu fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerle etkileşim halinde olan kan laktat konsantrasyonunu da etkilemektedir (Gladden 2004). Bu yüzden iTRIMP metodunun potansiyel sınırlılığı  $y_i$  ağırlıklı katsayısının belirli periyotlarda yeniden hesaplanması için düzenli ve

geçerli kan laktat testinin yapılmasına ihtiyaç duyulmasıdır (Troels Ravn Pedersen 2015). Düzenli olarak kan laktat testinin uygulanması ve antrenmanlar boyunca kalp atım monitörünün kullanılması bu metodun uygulanabilme maliyetinin artmasına sebep olmaktadır (Van Winckel 2014). Aynı zamanda resmi müsabakalarda kalp atım verilerinin alınamaması antrenman yükünün ölçümünde bu metodun en büyük sınırlılığını oluşturmaktadır (Van Winckel 2014).

#### **2.4.2.RPE Yöntemine Dayalı Antrenman Yükü Ölçüm Metodu**

Hissedilen yorgunluk düzeyi (RPE); somatik belirtiler, duygusal faktörler, davranış değerlendirmeleri ve duylara ait ipuçlarının dahil olduğu bir çok faktöre dayanarak sporcular üzerinde yerleşmiş olan tüm hissedilen yorgunluğu ve antrenman şiddetini subjektif olarak ölçen bir yöntemdir (Borg 1998; Foster, Florhaug ve ark. 2001). Foster ve arkadaşları (2001) (Foster, Florhaug ve ark. 2001) tarafından uyumlu bir hale getirilen RPE skalası (0-10), hissedilen yorgunluğun ve antrenman şiddetinin geçerli ve güvenilir tahminini sağlamak için geliştirilmiştir (Tablo13). Bu skala; sporcunun test, antrenman ve rehabilitasyon amaçlı egzersiz boyunca gerçekleştirdiği antrenman şiddeti ve hissedilen yorgunluk düzeyini değerlendirerek antrenman yükünün belirlenmesinde kullanılmaktadır (Borg 1998; Day ve ark. 2004).

Antrenman yükünün hesaplanması için Foster ve arkadaşları (2001) (Foster, Florhaug ve ark. 2001) tarafından uyumlu hale getirilen skalada öncelikle sporculara her bir sayısal değere karşılık gelen açıklamalarla ilgili yeterince eğitim verilmelidir (Foster, Cadwell ve ark. 2001). Daha sonra her antrenman bitiminden sonra 30 dakika içerisinde sporcuya "Bugün antrenman nasıldı?" gibi basit bir soru sorulur (Aaron J. Coutts , Karim Chamari, Impellizzeri ve Ermanno Rampinini. n.d.). Sporcular, antrenörlere 0-10 arası skaladan antrenmanda hissettikleri yorgunluk düzeyi ve antrenman şiddetine denk gelen sayıyı bildirir (Aaron J. Coutts , Karim Chamari, Impellizzeri ve Ermanno Rampinini. n.d.). Antrenman yükü, dakika olarak antrenman süresinin ve hissedilen yorgunluk düzeyi skalasından elde edilen sayının çarpılmasıyla belirlenmektedir (Aaron J. Coutts , Karim Chamari, Impellizzeri ve Ermanno Rampinini. n.d.). Antrenman sonunda elde edilen yük birimsiz bir sayısal ünite olarak ifade edilmektedir (Aaron J. Coutts , Karim Chamari, Impellizzeri ve Ermanno Rampinini. n.d.) (Tablo 12).

**Tablo 12. RPE metodunun hesaplanması**

---

Futbol Takımı / Kondisyon Antrenmanı

Antrenman Süresi = 90 dakika

Hissedilen Yorgunluk = 5 (Zor)

Antrenman Yüğü = Antrenman Süresi x Hissedilen Yorgunluk

Antrenman Yüğü = 90 x 5 = 450

---

Kuvvet antrenmanlarının antrenman yükünün hesaplanmasında tekrar sayısı kabul edilir bir değişken olarak kullanılmasına rağmen kuvvet antrenmanları, takım sporu yapan sporcuların antrenmanlarının bir parçası olarak kullanılırsa kuvvet antrenmanları süresince hissedilen yorgunluk düzeyinin hesaplanmasında süre kullanılmaktadır (Alexiou ve Coutts 2008; Manzi ve ark. 2010).

Her bir antrenmandan sonra yaklaşık 30 dakika içerisinde hissedilen yorgunluk düzeyi verilerinin toparlanması, sporcunun en son yaptığı egzersizdeki hissettiği yorgunluktan ziyade tüm antrenmanın sporcuda hissettirdiği yorgunluk düzeyini göstermesi amacıyla uygulanmaktadır (Impellizzeri ve ark. 2004).

Hissedilen yorgunluk düzeyi yöntemi, içsel antrenman yükünü ölçen diğer yöntemler ile karşılaştırıldığında maliyet, zaman, kolay uygulanma ve hızlı bir şekilde analiz edilebilme özelliğine sahip olmasına rağmen uygulamanın subjektif doğası yöntemin en büyük sınırlılığını oluşturmaktadır (Coutts 2001).

Bu antrenman yükü ölçme yöntemi, kalp atımına dayalı antrenman yükünün hesaplanamadığı yerlerde farklı antrenman aktivitelerinin aynı birimlerde değerlendirmesine olanak sağlamaktadır. Impellizzeri ve arkadaşları (2004) (Impellizzeri ve ark. 2004) antrenman yükünün ölçülmesinde kullanılan metotların sınırlılıklarını göz ardı ederek hissedilen yorgunluk düzeyi yöntemini; Banister (1991) (Banister 1991), Edwards (1993) (Edwards 1993) ve Lucia ve arkadaşlarının (2003) (Lucia ve ark. 2003) metotlarıyla karşılaştırarak hissedilen yorgunluk düzeyi yönteminin geçerliliğini göstermiştir. Alexiou ve Coutts (2008) (Alexiou ve Coutts



2008) tarafından kadın futbolcularda yapılan benzer bir çalışmada hissedilen yorgunluk düzeyi yönteminin diğer yöntemlerle ilişkisi karşılaştırılmış ve hissedilen yorgunluk düzeyi yönteminin Banister (1991) (Banister 1991) ( $r=0,84$ ;  $p<0,01$ ; çok büyük), Edwards (1993) (Edwards 1993) ( $r=0,83$ ;  $p<0,01$ ; çok büyük ) ve Lucia ve arkadaşlarının (2003) (Lucía ve ark. 2003) ( $r=0,85$ ;  $p<0,01$ ; çok büyük ) metotlarıyla anlamlı ilişkiler gösterdiğini bulmuştur (Akubat 2012; Alexiou ve Coutts 2008). Gabbett & Domrow (2007) (Gabbett ve Domrow 2007) tarafından yapılan başka çalışmada ise hissedilen yorgunluk düzeyinin kalp atımı ( $r=0,89$ ) ve plazma laktat konsantrasyonu ( $r=0,86$ ) arasındaki yüksek ilişki gösterilmiştir.

Sonuç olarak hissedilen yorgunluk düzeyi yönteminin sınırlılıkları olmasına rağmen bu yöntem, sporcuların gerçekleştirdiği antrenman yüklerini ölçme ve antrenman periyodizasyonunu daha iyi kontrol edebilmede geçerliliği ispatlanarak futbol gibi intermitten tabanlı takım sporlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Foster, Florhaug ve ark. 2001).

**Tablo 13. Modifiye edilmiş 10'lu RPE skalası**

Skor	Zorlanma Derecesi
0	Dinlenik
1	Çok Kolay
2	Kolay
3	Orta
4	Biraz Zor
5	Zor
6	-
7	Çok Zor
8	-
9	-
10	Maksimal

### **2.4.3. Biyokimyasal Parametrelere Dayalı Antrenman Yüğü Ölçüm Metodu**

Antrenman ve müsabaka sırasında oluşan fizyolojik yanıtlar, sporcuların antrenmana uyumunun ve yanıt verme yeteneklerinin anlaşılmasını destekleyen önemli bir faktör olarak görülmektedir (Lambert ve Borresen 2010). Bu sürecin daha iyi anlaşılmasını sağlamak için birçok araştırmacı içsel antrenman yüklerini ölçmede biyokimyasal yanıtları kullanmış ve diğer içsel antrenman yükü hesaplama yöntemleriyle olan ilişkisini karşılaştırmıştır (Coutts ve ark. 2009; Haff ve ark. 2008; McLean ve ark. 2010; McLellan, Lovell ve Gass 2011; Perandini ve ark. 2012; Urhausen, Gabriel ve Kindermann 1995). Bu araştırmaların çoğu özellikle yorgunluk, OR, OT ve sakatlık oluşumunu gözlemek amacıyla yüksek şiddetli egzersizlere karşı sporcuların enzimatik, hormonal ve immünolojik yanıtlarını incelemeye odaklanmıştır. (Halsen 2014). Örneğin Haff ve arkadaşları (2008) (Haff ve ark. 2008) bayan haltercilerde 11 haftalık antrenman periyodu boyunca testosteron kortizol oranının (T/C) yanıtlarını ölçmüş ve kilogram olarak antrenman hacmi olan dışsal yükler ile T/C arasında oldukça kuvvetli bir ilişki saptamıştır. M. Gaviglio ve J. Cook (2014) (Gaviglio ve Cook 2014) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise 22 ragbi oyuncusundan oluşan takımın müsabaka kazanma ve sporcuların hormonal düzeyleri arasındaki ilişki incelenmiş ve kazanılan müsabakalardan önce anlamlı derecede testosteron düzeyinin yüksek olduğu bulunmuştur.

Biyokimyasal ölçümlerde testosteron, kortizol ve kreatin kinaz aktiviteleri, analizlerinin kolaylığından dolayı sıklıkla fizyolojik stresin ölçümünde kullanılmaktadır (Halsen 2014). Fakat düzenli temeller üzerine içsel yükü ölçmek için bu ölçümlerin kullanılabilirliği halen incelenmektedir (Halsen 2014). Ayrıca bu ölçümler uygulamada uzman, yüksek maliyet, zaman gerektiren ve günlük veri sağlamada sınırlılıkları olan ölçümlerden oluşmaktadır (Twist ve Highton 2013). Bu sebeplerden dolayı antrenörler içsel antrenman yükü ölçümünde fizyolojik ve psikolojik değerlendirmeleri esas alan diğer içsel antrenman yükü ölçüm metotlarını tercih etmektedir.

### **2.5. OVERREACHİNG VE OVERTRAINİNG**

Antrenman programlarının temel amaçlarından biri, fiziksel adaptasyonu sağlamak ve performansı geliştirmek için sporculara giderek artan aşırı yüklemeye

antrenmanlarının uygulanmasıdır (Halsen ve Jeukendrup 2004). Aşırı yüklenme antrenmanları özellikle sezon öncesi hazırlık döneminde geniş hacim, yüksek şiddet ve yetersiz toparlanmadan oluşan yoğun antrenman periyotlarından meydana gelmektedir (Kreider ve ark. 1998). Yetersiz toparlanma ve yüksek antrenman yüklerinden oluşan yoğun antrenman periyotları, bilişsel ve fizyolojik sistemler üzerinde aşırı stres yaratmakta ve artan stres de homeostazda bozulmaya ve performans kapasitesinde düşüşe yol açmaktadır (Halsen ve Jeukendrup 2004; Le Meur ve ark. 2013). Sporcuların sınırlı içsel yük direncini aşarak fiziksel performans düzeylerinde düşüşe sebep olan bu egzersiz stresi, overreaching olarak bilinen sendromu açığa çıkartmaktadır (Halsen ve ark. 2002).

OR, progresif aşırı yüklenmeden dolayı performans kapasitesinde kısa süreli azalmanın meydana geldiği ve uygun toparlanmayla bu kapasitedeki yenilenmenin birkaç günden birkaç haftaya kadar sürerek süperkompansasyon etkisi ve performans artışlarıyla sonuçlandığı antrenman birikimi ya da antrenmansızlık stresi olarak ifade edilmektedir (Halsen ve Jeukendrup 2004; Meeusen ve ark. 2006). Günümüzde antrenörler özellikle sezon öncesi hazırlık dönemi olmak üzere genel antrenman döngüsü içerisinde performansı arttırmak için OR'yi sıklıkla kullanmaktadır (Halsen ve Jeukendrup 2004; Whyte 2006). OR durumunu yansıtan birçok belirti olmasına rağmen antrenörlerin genel antrenman döngüleri içerisinde OR'yi tespit etmelerini sağlayan güvenilir bir yöntem bulunmamaktadır. Literatürde bildirilen OR belirtilerinden bazıları; performans düşüşü, artmış yorgunluk, uyku bozuklukları, azalmış istek, kilo kaybı, duygudurumu değişiklikleri, bozulmuş kalp fonksiyonları, artmış kas hasarı ve hormonal değişikliklerdir (Achten ve Jeukendrup 2003; Shephard ve Shek 1998; Urhausen ve ark. 1995). Aşırı yüklenme antrenmanları döneminde yukarıda sözü edilen belirtilerle kendini gösteren OR'nin hemen sonrasında uygulanan toparlanma periyodu, başlangıç performans düzeyiyle karşılaştırıldığında performansta artışa sebep olmaktadır (Aubry ve ark. 2014). Bu konuda yapılan çalışmalar, OR'nin hemen sonrasında uygun toparlanmanın sağlanması amacıyla azaltım antrenman metodu uygulanmasını önermektedir (Bosquet ve ark. 2007; A. Coutts ve ark. 2007; Le Meur, Hausswirth ve Mujika 2012; Mujika ve Padilla 2003). Coutts ve arkadaşları (2007) (A. J. Coutts, Slattery ve Wallace 2007), 4 haftalık aşırı yüklenme, 2 haftalık azaltım antrenmanı ve 4 haftalık normal antrenman, 2 haftalık azaltım antrenmanı uyguladıkları çalışmalarında toplam 16 triatloncunun yer aldığı iki ayrı grubun performans değişikliklerini

karşılaştırmıştır. 4 haftalık antrenman programı sonunda aşırı yüklemeye yapılan grupta OR'nin etkisi ile 3 km koşu performansında %3,7'lik azalma olurken 2 haftalık azaltım antrenmanı sonrası %7'lik performans artışı olduğu bildirilmiştir. Oysa normal antrenman grubunda performans değişikliği gözlenmemiştir.

Antrenman programında OR belirtileri görülmesine rağmen yetersiz toparlanma periyotları ile aşırı yüklemeye antrenmanlarına devam edilirse overtraining meydana gelmektedir (Budgett 1990; Kuipers ve Keizer 1988; Meeusen ve ark. 2006). OT, performans kapasitesinde uzun süreli azalmanın meydana geldiği ve bu kapasitedeki yenilenmenin birkaç haftadan birkaç aya kadar sürmesiyle sonuçlandığı antrenman birikimi ya da antrenmansızlık stresi olarak ifade edilmektedir (Halson ve Jeukendrup 2004; Kellmann 2010; Urhausen, Gabriel ve Kindermann 2002). Antrenmana uyumsuzluğun en şiddetli formu olarak görülen OT, sporcuların performansına, kariyerine ve sağlığına ciddi bir tehdit olarak görülmesi nedeniyle bu konuda yapılmış çok az çalışma bulunmaktadır. Dolayısıyla OT ile ilgili bilgilerin çoğu sözel kanıtlara dayanmaktadır (Budgett ve ark. 2000; Meeusen ve ark. 2006; Le Meur ve ark. 2013). Bu kanıtlardan elde edilen bilgilerde OT' nin azalmış performans ve artmış yorgunlukla beraber uyku ve duygudurumu bozuklukları, konsantrasyon güçlükleri, aşırı kullanım sakatlıkları ve immün sistem hasarları ile ilişkili belirtiler gösterdiği bildirilmektedir (Kellmann 2010). Uygun olmayan antrenman yapısı, antrenman yükündeki büyük artışlar, antrenmanların monotonluğu ve diğer sosyal etkenlere bağlı olarak sezonun herhangi bir zamanında gelişen bu belirtilerin elit düzeydeki sporcuların %7-30'unda meydana geldiği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (FOSTER 1998; Kenttä, Hassmén ve Raglin 2001; Lehmann ve ark. 1997; Meeusen ve ark. 2006).

Sonuç olarak aşırı yüklemeye antrenmanlarının etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi için beklenmedik OR ve OT durumlarından sakınmak amacıyla antrenman programlarında antrenman yüklerinin ve antrenmanların sistematik etkilerinin tam olarak ölçülmesi büyük önem taşımaktadır (Borresen ve Lambert 2008; Kenttä ve Hassmén 1998). Dolayısıyla bu durum, antrenmana uyumsuzluk oluşturan noktanın belirlenmesine ve sonrasında azaltım antrenmanlarının uygulanmasıyla performans artışının sağlanmasına yardımcı olacaktır.

## 2.6.AZALTIM ANTRENMANLARI

Azaltım antrenmanı, yoğun antrenman periyodundan sonra performansı en üst düzeye çıkarma amacıyla antrenman yükünün basamak, üstel veya doğrusal olarak azaltıldığı antrenman fazı olarak tanımlanmaktadır (Bosquet ve ark. 2007; Fessi ve ark. 2016; Mujika ve Padilla 2003). Bu antrenman fazının temel amacı, yoğun antrenman periyodunun sebep olduğu fizyolojik ve psikolojik stres etkenlerini azaltarak performansı en üst düzeye çıkartmaktır (Aubry ve ark. 2014; Mujika 2010). Birçok spor branşında üst düzey performans, müsabakadan önceki günlerde azaltım antrenman fazında uygulanan antrenman yükünün sistematik azaltımıyla gerçekleştirilmektedir (Mujika ve Padilla 2003). Antrenman yükündeki azaltım, antrenman hacmi, sıklığı ve şiddeti gibi antrenman yükü bileşenlerinde çeşitli değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmektedir (Mujika 2010). Ancak azaltım antrenman döneminde antrenman yükündeki uygun olmayan azaltım, antrenmanın sebep olduğu anatomik, fizyolojik ve performans uyumlarının tamamının ya da bir kısmının kaybına sebep olan detraining etkisini açığa çıkartmaktadır (Mujika ve Padilla 2000). Dolayısıyla azaltım antrenman döneminde detraining etkisinden kaçınmak ve performansı geliştirmek için antrenman yükünün hangi boyutta azaltılacağı önemli bir durum olarak görülmektedir (Mujika 2010). Azaltım antrenman döneminin, takım ve bireysel spor yapan sporcular için benzer şekilde dizayn edilmesi tavsiye edilmektedir (Mujika 2010). Ancak takım sporu yapan sporcuların aylar boyunca her hafta yüksek düzeyde performans göstermek zorunda olması yıllık antrenman programları içinde birden fazla azaltım antrenman döneminin uygulanmasını engellemektedir (Mujika 2010). Bu yüzden takım sporlarında azaltım antrenmanları, sezon öncesi hazırlık döneminde ya da önemli turnuvalar öncesinde uygulanması tavsiye edilmektedir (Mujika 2009). Literatürde azaltım antrenmanlarının etkilerini inceleyen çalışmaların çoğunluğu bireysel spor branşlarında yapılmış olup takım sporlarında uygulanmış olan çok az çalışma bulunmaktadır. Azaltım antrenmanları üzerine yapılmış olan çalışmaların birinde Coutts ve arkadaşları (2007) (A. Coutts ve ark. 2007), yarı profesyonel ragbi ligi oyuncularında sınırlı toparlanma periyotlarıyla aşırı yükleme yapılan 6 haftalık yoğun antrenman döneminin ve sonrasında uygulanan 7 günlük azaltım antrenman döneminin güç, kuvvet, sürat, dayanıklılık performansı ve çeşitli biyokimyasal parametreler üzerine etkilerini incelemiştir. 6 haftalık aşırı yükleme yapılan yoğun

antrenman periyodunu takiben sporcuların dayanıklılık performansı %12,3 azalırken kuvvet, güç ve hız performanslarında %3,7-%13,8 arasında azalma olduğu görülmüştür. Aynı zamanda analizleri yapılmış olan biyokimyasal parametrelerden plazma testosteron/kortizol ve glutamin/glutamat oranlarında, kreatin kinaz ve glutamat değerlerinde değişiklikler saptanmıştır. 7 günlük azaltım antrenmanı sonrasında ise güç, kuvvet, dayanıklılık ve hız performansında artışlar görülmüş ve analizi yapılmış olan biyokimyasal parametrelerin normal değerlere döndüğü bulunmuştur. Ayrıca birçok araştırmacı, azaltım antrenmanlarının psikometrik faktörlere olan etkisini incelemiş ve yüksek şiddetli yoğun antrenmanların sebep olduğu yüksek stres, duygudurum ve uyku bozukluklarının azaltım antrenmanı sonrasında normale döndüğünü bildirilmiştir (Hooper ve ark. 1995; Hooper, Mackinnon ve Ginn 1998; Morgan ve ark. 1987).

Azaltım antrenmanlarının yoğun antrenman döneminin oluşturduğu fizyolojik ve psikolojik stres etkenlerini azaltarak gösterdiği optimal yanıtlar, azaltım antrenmanlarının dizaynını etkileyen faktörlerin anlaşılmasına ve bu faktörlerin doğru bir şekilde uygulanmasına dayanmaktadır. Dolayısıyla azaltım antrenman döneminde azaltım antrenman türü, süresi ve antrenman bileşenleri olan şiddet, sıklık ve hacim gibi faktörlerin antrenman yükünün azaltılmasındaki kombinasyonunun nasıl olacağının bilinmesi başarılı azaltım antrenman döneminin temelini oluşturacaktır.

### **2.6.1. Azaltım Antrenmanları Boyunca Antrenman Şiddeti**

Antrenman yükü, önemli müsabakalardan önce optimal performans kazançlarının elde edilmesi için azaltım antrenman döneminde azaltılmaktadır (Mujika 2009). Azaltım antrenmanları süresince azaltılabilecek antrenman yükü bileşenlerinden birisi de şiddettir. Şiddet, maksimal performansın yüzdesi olarak tanımlanmaktadır (Wilson ve Wilson 2008). Ancak azaltım antrenman dönemi süresince antrenman şiddetinin azaltılması, müsabaka performansına sebep olan antrenman adaptasyonlarının negatif olarak etkilenmesine sebep olmaktadır (Mujika 2009). Dolayısıyla azaltım antrenmanları süresince antrenman şiddetinin değiştirilmemesi önerilmektedir (Mujika 1998). Antrenman şiddetinin değiştirilmemesinin performans üzerine kazançlar sağlanmasında tercih edildiği birçok araştırmacı tarafından da gösterilmektedir (Bosquet ve ark. 2007; Hickson ve ark. 1985; Mujika ve Padilla 2003). Hickson ve arkadaşları (1985) (Hickson ve ark.

1985), orta düzeyde antrenmanlı deneklere 10 hafta boyunca sporcuların  $VO_{2maks}$  düzeylerine yakın bir şiddete antrenman yaptırmış ve takip eden 15 hafta boyunca antrenman hacmi ve sıklığı değiştirilmeden deneklerin  $VO_{2maks}$  düzeyleri 1/3 ve 2/3 oranında düşürülerek antrenman şiddeti azaltılmıştır.  $VO_{2maks}$  düzeyi 2/3 oranında azaltılan deneklerde performans kaybı bulunmuştur. Benzer şekilde Bosquet ve arkadaşlarının (2007) (Bosquet ve ark. 2007) meta analiz çalışmasında antrenman şiddetinin, antrenmanın sebep olduğu adaptasyonu korumada önemli bir parametre olduğu ve azaltım antrenmanları süresince antrenman yükünde şiddetin azaltılmaması gerektiği belirtilmiştir.

Sonuç olarak azaltım antrenmanları süresince antrenman yükü bileşeni olan antrenman şiddetinin değiştirilmemesi antrenmanın sebep olduğu adaptasyonun korunması ve daha ileri performans kazançları sağlanması için gerekli görülmektedir.

### **2.6.2. Azaltım Antrenmanları Boyunca Antrenman Sıklığı**

Azaltım antrenman dönemi sonrasında optimal performans kazançların elde edilmesi için azaltılan antrenman yükü bileşenlerinden bir diğeri ise antrenman sıklığıdır. Antrenman sıklığı, belirli bir zaman periyodu içerisinde sporcuların gerçekleştirdiği toplam antrenman sayısı olarak tanımlanmaktadır (Wilson ve Wilson 2008). Azaltım antrenman dönemi süresince antrenman sıklığının azaltılması, sporcuların antrenmanlılık düzeylerine göre farklılık göstermektedir (Mujika 1998). Mujika ve Padilla (2003) (Mujika ve Padilla 2003), düşük ve orta düzey antrenman seviyesine sahip sporcularda antrenman sıklığının %30-50 arasında azaltılmasının antrenmanın sebep olduğu adaptasyonları korumak ve geliştirmek için yeterli olduğunu gösterirken yüksek düzey antrenman seviyesine sahip sporcularda ise antrenman sıklığının korunmasını ya da %20'den fazla azaltılmamasını önermektedir. Azaltım antrenmanlarında antrenman sıklığının etkilerini inceleyen Mujika ve arkadaşları (2002) (Mujika ve ark. 2002) yüksek düzeyde antrenmanlı 9 orta mesafe koşucusuyla yaptığı çalışmada antrenman sıklığının sabit tutulmasının ve %33 azaltılmasının etkilerini incelemiş ve 6 günlük azaltım antrenmanı sonrasında antrenman sıklığının değiştirilmediği grubun 800 m koşu zamanında %1,92'lik artış bulmuştur. Yapılan başka bir çalışmada ise Dressendorfer ve arkadaşları (2002) (Dressendorfer ve ark. 2002), yarışmacı 9 bisikletçide 14 haftalık antrenman programından sonra uygulanan 10 günlük azaltım antrenmanında antrenman

sıklığındaki %50'lik azaltımın sporcuların 20 km bisiklet performansına olan etkisinde artış bulmuştur.

Bu bilgilerden hareketle azaltım antrenmanı döneminde, kazanılan adaptasyonu kaybetmeksizin sporcuların antrenmanlılık düzeylerine göre antrenman sıklığında azaltım yapılması gerekmektedir.

### **2.6.3. Azaltım Antrenmanları Boyunca Antrenman Hacmi**

Azaltım antrenman dönemi sonrasında optimal performans kazançların elde edilmesi için antrenman yükünde azaltılan en önemli bileşen antrenman hacmidir. Hacim, antrenman süresince yapılan toplam iş olarak tanımlanmaktadır (Wilson ve Wilson 2008). Antrenman hacmi, antrenmanda katedilen mesafe, toplam antrenman süresi veya kuvvet antrenmanlarında set ve tekrar sayısıyla belirlenmektedir (Wilson ve Wilson 2008). Azaltım antrenmanı süresince antrenman yükünün azaltılması, bir önceki antrenman boyunca gerçekleştirilen toplam antrenman hacminde antrenman süresi, katedilen mesafe veya kuvvet antrenmanlarında set ve tekrar sayılarının azaltılmasına göre ayarlanmaktadır (Wilson ve Wilson 2008). Yapılan çalışmaların bulguları azaltım antrenmanlarında antrenman hacmindeki azaltımın, performans kazançlarına daha duyarlı olduğunu göstermektedir (Bosquet ve ark. 2007; Le Meur ve ark. 2012). Dolayısıyla antrenman yükündeki azaltımların öncelikle antrenman hacmindeki azaltımlarla gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Bosquet ve ark. 2007). Bosquet ve arkadaşlarının (2007) (Bosquet ve ark. 2007) yaptığı meta analiz çalışması, zaman-hacim eğrisi hesaplamalarına göre antrenman hacminin azaltım antrenmanı öncesindeki değerinin %41-60 oranında azaltılmasıyla maksimal performans kazançlarına ulaşabileceğini göstermektedir. Fakat yapılan çalışmalarda antrenmanın sebep olduğu performans kazançlarının daha düşük veya daha yüksek antrenman hacmi azaltımlarıyla da gerçekleştirilebildiği görülmektedir (Mujika 2009). Azaltım antrenmanlarında antrenman hacminin azaltılmasının etkilerini inceleyen Mujika ve arkadaşları (2000) (Mujika ve ark. 2000), orta mesafe koşucularında 6 günlük azaltım antrenmanı boyunca antrenman hacminde progresif olarak %50 ve %75'lik azaltımın etkilerini incelemiş ve antrenman hacmindeki %75'lik azaltımın 800 m koşu performansında daha yüksek performans artışıyla sonuçlandığını bulmuştur. Başka bir çalışmada ise Neary ve arkadaşları (2003) (Neary, Bhambhani ve McKenzie 2003), 1 haftalık azaltım antrenman süresince hacimde %30, %50 ve %80'lik azaltımın etkilerini incelemiş ve 11 erkek bisikletçide



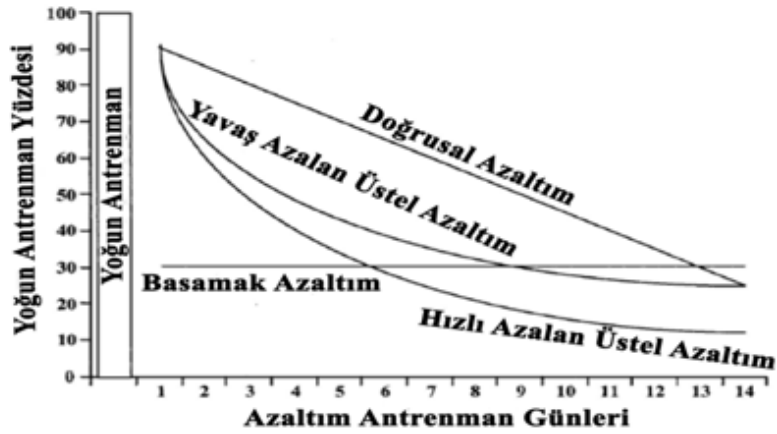
3 haftalık antrenmandan sonra antrenman hacminde %50'lik azaltımın en yüksek performans artışına sebep olduğunu göstermiştir.

Antrenman programının ana birimini oluşturan antrenman hacminin azaltım antrenmanları boyunca yapılan son meta analiz çalışmalar doğrultusunda azaltılması optimal fizyolojik, psikolojik ve performans sonuçlarının elde edilmesini sağlayacaktır.

#### **2.6.4. Azaltım Antrenmanlarında Azaltım Antrenman Türü**

Azaltım antrenmanları, önemli bir müsabaka öncesinde sporcuların maruz kaldıkları antrenman yükünün sistematik olarak azaltılmasını gösteren son antrenman fazıdır (Mujika 2010). Bu antrenman fazında, antrenmanın sebep olduğu yorgunluğun ortadan kaldırılması ve optimal performansın elde edilmesinde antrenman yüklerinin azaltılmasının yanısıra hangi tür azaltımın kullanılacağı da önem taşımaktadır. Bu amaçla Şekil 4'te de görüldüğü gibi Mujika ve Padilla (2003) (Mujika ve Padilla 2003) antrenman yükü azaltım yöntemi olarak basamak azaltım, doğrusal azaltım, hızlı azalan üstel ve yavaş azalan üstel azaltım olmak üzere toplam 4 adet azaltım antrenman türü tanımlamıştır. Bosquet ve arkadaşları (2007) (Bosquet ve ark. 2007) ise yaptıkları meta analiz çalışmasında azaltım yöntemleri olan doğrusal azaltım ve üstel azaltım türlerini progresif azaltım olarak tanımlamış ve azaltım türlerini basamak azaltım ve progresif azaltım olmak üzere 2 sınıfta toplamıştır. Bilinen ilk azaltım türü olan basamak azaltım, antrenman yükünün aniden düşürülerek sabit bir değere azaltılmasıdır (Pyne, Mujika ve Reilly 2009). Bir başka azaltım yöntemi olan doğrusal azaltım, antrenman yükünün doğrusal bir şekilde giderek azaltılması olarak ifade edilirken hızlı ve yavaş üstel azaltım, antrenman yükünün doğrusal olmayan bir şekilde yüzdesel oranla hızlı ve yavaş bir şekilde azaltılması olarak tanımlanmaktadır (Pyne ve ark. 2009).

Şekil 4. Azaltım antrenman türleri



Azaltım antrenmanları süresince antrenmanın sebep olduğu adaptasyonların muhafaza edilmesi veya performans kazançlarının sağlanmasında en etkili azaltım antrenman türü üzerine yapılan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Literatürde var olan bu sınırlı çalışmalar daha yüksek performans kazancı sağlanmasında antrenman yükünün aniden sabit bir değere azaltıldığı basamak azaltımdan ziyade progresif tarzda azaltımın daha uygun bir yöntem olduğunu göstermektedir (Banister, Carter ve Zarkadas 1999; Zarkadas, Carter ve Banister 1995). Bu çalışmalardan birinde Banister ve arkadaşları (1999) (Banister ve ark. 1999), 3 aylık antrenman dönemi boyunca toplam 11 triatloncuda ilk olarak basamak ve progresif ardından hızlı azalan üstel ve yavaş azalan üstel azaltım antrenman türlerinin performansla olan etkilerini incelemiştir. 1 aylık yoğun antrenman periyodu sonrası, antrenman hacminin %31, antrenman sıklığının ise %50 azaltılarak progresif azaltım yöntemi olan üstel azaltımın uygulandığı grubun 5 km koşu zamanında %4 azalma bulunurken basamak azaltımla antrenman hacminin %22'lik azaltıldığı grupta 5 km koşu zamanında değişiklik olmadığı saptanmıştır. Tekrar uygulanan 1 aylık yoğun antrenman dönemi sonrasında ise hızlı azalan ve yavaş azalan üstel azaltım uygulanan gruplar arasındaki performans değişiklikleri incelenmiş ve antrenman hacminde %50 yavaş üstel azaltımın yapıldığı grupta ön test sonuçlarına göre 5 km koşu zamanı %2,4 azalırken, hacimde %65'lik hızlı üstel azaltımın yapıldığı grupta 5 km koşu zamanının %6,3 azaldığı saptanmıştır. Bosquet ve arkadaşları da (2007) (Bosquet ve ark. 2007) yaptığı meta analiz çalışmasında, Banister ve arkadaşlarının (1999) (Banister ve ark. 1999) çalışmasına benzer sonuçlar bildirmiştir.

Sonuç olarak yapılan çalışmalarla azaltım antrenman döneminde, antrenman yükünün azaltılması amacıyla basamak azaltım yöntemi kullanılmasının performans

gelişimine katkı sağladığı görülmesine karşın hızlı azalan üstel azaltımın daha yüksek pozitif etkilere sahip olduğu gösterilmektedir (Banister ve ark. 1999; Mujika 2009; Zarkadas ve ark. 1995).

### **2.6.5.Azaltım Antrenman Süresi**

Azaltım antrenman dönemi süresi, azaltım antrenmanlarının sonuçlarını etkileyen faktörlerden biridir. Azaltım antrenman döneminde antrenman bileşenleri olan şiddet, sıklık ve hacimdeki azaltımlardan dolayı azaltım antrenman dönemi süresi, azaltım antrenmanlarının meydana getirdiği performans değişimleri üzerinde etkileyici bir faktör olarak görülmektedir (McNeely ve Sandler 2007). Uygun azaltım antrenman süresi, optimal spor performansı ve pozitif fizyolojik ve psikolojik adaptasyonlara sebep olmaktadır (Mujika 2009). Ancak azaltım antrenmanlarının süresinin belirlenmesi kolay değildir. Çünkü yetersiz antrenmanın negatif sonuçlarından azaltım antrenmanlarının pozitif etkilerini ayıran kritik periyodu belirlemek oldukça zordur (Mujika ve Padilla 2003). Mevcut bilimsel bulgular ise azaltım antrenmanı sonrasında pozitif fizyolojik ve performans ilerlemelerinin 4-28 gün arasında görülebileceğini bildirmektedir (Mujika 1998). Mujika ve Padilla (2003) (Mujika ve Padilla 2003) ise yaptığı çalışmada farklı spor branşlarında pozitif fizyolojik, psikolojik ve performans ilerlemelerinin farklı azaltım antrenman süresi boyunca meydana geldiğini bildirmiş ve yüzücülerde 10-35 gün, bisiklet ve triatloncularda 4-14 gün, kuvvet antrenmanlı sporcularda 10 gün, orta ve uzun mesafe koşucularında ise yaklaşık 7 günlük azaltım antrenmanının etkili olduğunu göstermiştir. Fakat takım sporlarında azaltım antrenmanlarıyla ilgili mevcut çalışmaların bulunmaması varolan bulgular doğrultusunda optimal azaltım antrenman süresinin belirlenmesini gerektirmektedir. Dolayısıyla sporcu ve antrenörler, azaltım antrenman döneminin tasarımında kardiyorespiratuvar, metabolik ve kassal adaptasyonlara zarar vererek performans kayıplarına sebep olan detraining etkisini açığa çıkarmayacak azaltım antrenman dönemi süresini belirlemede dikkatli olmak zorundadır (Mujika ve Padilla 2001a, 2001b).

### **2.7.EGZERSİZİN SEBEP OLDUĞU KAS HASARI VE MEKANİZMASI**

Egzersiz sebep olduğu kas hasarı, yüksek şiddetli yoğun antrenman periyotlarından ve özellikle egzantrik kasılmaların bulunduğu egzersizlerden sonra

normal kas yapısının ve fonksiyonunun bozulmasına sebep olarak sıklıkla görülen bir dizi fizyolojik olaydır (Allen 2001). Literatürde egzersizin sebep olduğu kas hasarı ve kas hasarının oluşturduğu negatif etkiler detaylı olarak anlatılmasına rağmen egzersizin sebep olduğu kas hasarından sorumlu mekanizmalar halen tartışma konusudur (Howatson ve Van Someren 2008; Pyne 1993). Ancak bir çok araştırmacı, egzersizin sebep olduğu kas hasarı mekanizmasını 4 fazdan oluşan bir modelle açıklamaktadır. (Allen 2001; Byrne, Twist ve Eston 2004; Kendall ve Eston 2002; Morgan ve Allen 1999; Morgan 1990; Warren ve ark. 1993, 2001). Araştırmacılar tarafından açıklanan bu fazlar, ilgili mekanizmaları açısından aşağıda gösterildiği gibi sıralanmaktadır. Aynı zamanda egzersizin sebep olduğu kas hasarı mekanizması süreçleri ve bu süreçlerin birbirleriyle olan etkileşimleri şekil 5'te gösterilmektedir (Allen 2001; Morgan 1990; Warren ve ark. 1993).

1. Başlangıç Süreci–hasar sürecini başlatan olay;
  - a. Sarkomerde oluşan yapısal hasar süreci
  - b. Uyarılma kasılma hasarı süreci
2. Otojenik Süreç–kas fibrillerinde proteolitik sistemlerin hücrel yapıların parçalanmasının başlaması;
3. Fagositik Süreç–hücrel kalıntıların ayrılmasından sorumlu olan inflamasyon süreci ve hasarlı fibrillerin rejenerasyonu;
4. Toparlanma Süreci– kas fibrillerinin düzeltilmesi ve kas fibrillerinde normal durumun oluşması.

### **2.7.1.Egzersizin Sebep Olduğu Kas Hasarı Mekanizmasının Başlangıç Fazı**

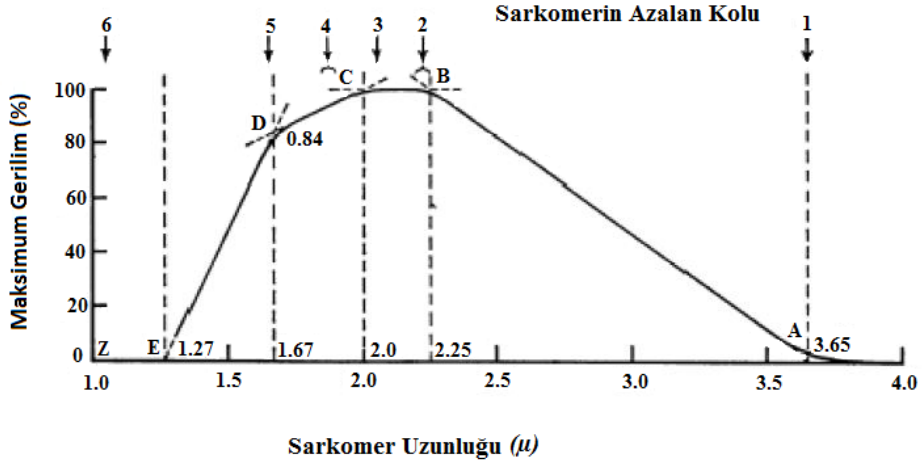
Egzersizin sebep olduğu kas hasarının başlangıç fazı, iki farklı mekanizmaya dayandırılmaktadır. Bu mekanizmalar, mekaniksel yükün sarkomer üzerinde yarattığı yapısal hasar veya uyarılma kasılma süreci hasarı olarak tanımlanmaktadır (Allen 2001; Morgan 1990; Warren ve ark. 1993).

#### **2.7.1.1.Faz 1a: Sarkomerde Oluşan Yapısal Hasar Süreci**

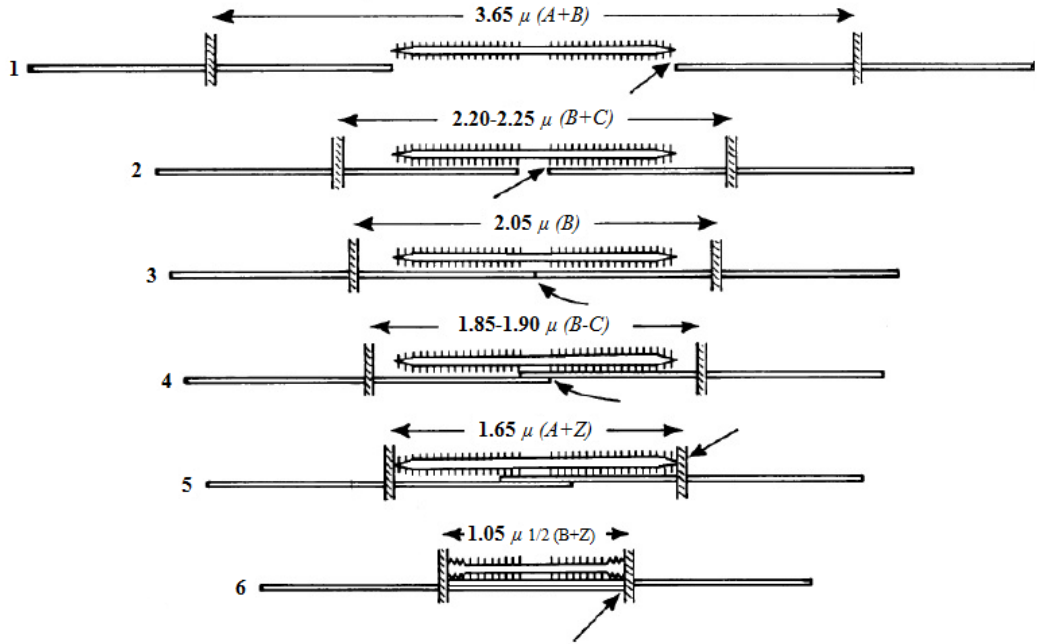
Mekaniksel olarak sarkomerde oluşan yapısal hasar süreci, kas üzerinde mekaniksel yük sonucunda meydana gelen egzersizin sebep olduğu kas hasarının başlangıç fazı olarak tanımlanmaktadır (Howatson ve Van Someren 2008). Bu süreç, konsantrik ve izometrik kasılmalarla karşılaştırıldığında egzantrik kasılmaların uzayarak kasılma özelliklerinden kaynaklanmakta ve sarkomerlerin uzama gerilme ilişkisiyle açıklanmaktadır (Armstrong, Warren ve Warren 1991). Egzantrik

kasılmalar, sarkomerlerin aşırı gerilmesine sebep olan aktin ve miyozin filamentlerinin merkezin zıt yönünde uzayarak güç oluşturduğu kasılmalardır (McComas 1996). Bu kasılma türünde sarkomerlerin en uygun zirve uzama gerilme uzunluğu, 2,00-2,20  $\mu\text{m}$  arasındadır (Gordon, Huxley ve Julian 1966; Morgan 1990) (Şekil 5). Ancak sarkomerlerin uzama gerilme uzunluğunun 2,25  $\mu\text{m}$  aşması, aktin ve miyozinler arasındaki etkileşimin ortadan kalkmasına ve gerilmenin uzama gerilme ilişkisi eğrisinin azalan kolu yönünde ilerlemesine sonuç olarak da egzersizin sebep olduğu kas hasarının oluşmasına sebep olmaktadır (Gordon ve ark. 1966; Morgan 1990) (Şekil 6). Mekaniksel olarak oluşan bu süreçte, egzantrik kasılmalarla sarkomerlerin aşırı uzamasına bağlı olarak meydana gelen bu kas hasarı "Popping Sarkomer Teorisi" olarak ifade edilmektedir (Morgan 1990). Bu teoriye göre hasarlanmış olan sarkomer, tekrar eden egzantrik kasılmalarla hasarın komşu fonksiyonel sarkomerler boyunca yayılmasına ve gevşeme fazında sarkomerlerin tekrar birbirlerine bağlanamamasına yol açmaktadır (Morgan ve Allen 1999; Morgan ve Proske 2004; Proske ve Allen 2005). Aynı zamanda sarkomerler boyunca meydana gelen hasar, sarkolemma ve SR'de de hasara yol açmaktadır (Allen 2001; Morgan ve Allen 1999; Proske ve Allen 2005; Proske ve Morgan 2001). Bu durum hücre içi kalsiyum konsantrasyonda artışa sebep olan bir dizi yıkıcı yolakların devreye girdiği otojenik sürecin başlamasına neden olmaktadır (Morgan ve Allen 1999; Proske ve Allen 2005).

Şekil 5. İskelet kasında uzama-gerilme eğrisinin şematik diagramı



Şekil 6. Farklı sarkomer uzunluklarında örtüşmeyen aktin ve miyozinlerin şematik diagramı



### 2.7.1.2.Faz 1b: Uyarılma Kasılma Hasar Süreci

Egzersiz sebep olduğu kas hasarının başlangıç fazı, sarkomerde oluşan yapısal hasar sürecine alternatif bir görüş olarak uyarılma-kasılma çifti (U-K) süreci hasarına da dayandırılmaktadır (Ingalls ve ark. 1998; Warren ve ark. 1993). U-K süreci, genellikle mekaniksel yanıtla sonuçlanan bir dizi fizyolojik olay olarak ifade edilmektedir (Costantin 1976). Bu süreç nöromusküler kavşakta sinaptik boşluğa

asetilkolinin salınarak aksiyon potansiyelinin oluşumuyla başlamaktadır. Sinaptik boşluk içine salınan asetilkolin, elektriksel uyarı kimyasal uyarana dönüştürerek bu uyarının T tüpleri boyunca yayılmasına ve kas fibrillerindeki iyon kanallarının açılmasına sebep olmaktadır. Kas fibrillerindeki iyon kanallarında bulunan dehidropiridin reseptörleri, oluşan kimyasal uyarı tespit ederek sitoplazmik konsantrasyonda SR'den  $Ca^{2+}$  çıkışıyla sonuçlanan ryonadin reseptörlerinin açılmasını tetiklemektedir. Salınan  $Ca^{2+}$ , troponin-C ile etkileşime geçerek kas kasılmasının gerçekleşmesini sağlamaktadır (Byrne ve ark. 2004; Eston, Byrne ve Twist 2003; Ingalls ve ark. 1998; Warren ve ark. 2001). Egzersizin sebep olduğu kas hasarının başlangıç fazına alternatif hipotez olarak ortaya konan U-K hasar süreci, yukarıda ifade edilen bir dizi fizyolojik olayın herhangi bir safhasında hasar veya bozulmanın meydana gelmesiyle oluşmaktadır. Bu oluşan hasar veya bozulma, sarkomerde oluşan yapısal hasar sürecinde olduğu gibi hücre içi kalsiyum konsantrasyonunda artışa sebep olan bir dizi yıkıcı yolakların devreye girdiği otojenik sürecin başlamasına neden olmaktadır (Morgan ve Allen 1999; Proske ve Allen 2005). Bu konuda Warren ve arkadaşlarının (1993) (Warren ve ark. 1993) yapmış olduğu deneysel çalışmada izole edilmiş olan soleus kasının 50mM kafeinin varlığında ve yokluğunda egzantrik kasılması sonrasında meydana gelen kas kasılması ve tetanik güç ölçülmüştür. Kafein alımı, SR'den kalsiyumun doğrudan salınmasına ve normal U-K kasılma çifti sürecinin kısılmasına sebep olmaktadır. Egzantrik egzersiz protokolleri sonrasında kafeinin yokluğunda ölçülen maksimal izometrik tetanik güçte ani azalma meydana gelirken kafein varlığında ölçülen maksimal izometrik tetanik güçte değişiklik meydana gelmemiştir. Araştırmacılar, egzersizin sebep olduğu kas hasarına bağlı olarak meydana gelen güç eksikliğinin sarkomerde oluşan yapısal hasar sürecinden değil U-K süreci hatasından kaynaklandığı belirtmiştir (Warren ve ark. 1993).

### **2.7.2.Faz 2: Otojenik Süreç**

Otojenik süreç, egzersizin sebep olduğu kas hasarının ilk safhası olan mekanik ve metabolik süreçleri takiben meydana gelen hücre içi kalsiyum homeostazında bozulmanın olduğu safhadır (Kendall ve Eston 2002). Myofibrillerin fonksiyonunda ve yapısında önemli bir role sahip olan kalsiyum, sarkolemma boyunca aksiyon potansiyelinin geçişiyle dinlenme düzeyi olan 50 nM'den 100 kat daha fazla olacak şekilde SR'den salınarak kas kasılmasının gerçekleşmesi için aktin ve miyozinlerin

birleşmesinde yer almaktadır (Berchtold, Brinkmeier ve Müntener 2000; Byrd 1992). Kas kasılmasında önemli görevi olan kalsiyum iyonunun hücre dışı konsantrasyonunun (1 mM) hücre içi konsantrasyonuna göre (50 nM) çok daha fazla olduğu bilinmektedir (Berchtold ve ark. 2000; Gissel 2005). Egzersiz aracılı kas hasarıyla birlikte sarkolemma ve SR'de meydana gelen yapısal hasar, fazla miktardaki hücre dışı kalsiyum iyonunun aşamalı olarak hücre içi girişine sebep olmaktadır (Armstrong ve ark. 1991; Armstrong 1984, 1986, 1990). Hücre içinde artan kalsiyum konsantrasyonu kas hücresinde hasara sebebiyet veren bir dizi olay meydana getirmektedir (Armstrong 1984, 1986; Ebbeling ve Clarkson 1989; Howatson ve Van Someren 2008). Hücre içi artmış kalsiyum konsantrasyonu, myofibrillerin yıkımında görevli kalsiyuma bağlı proteolitik enzim olan kalpainleri aktive etmektedir (Armstrong ve ark. 1991; Gissel ve Clausen 2001; Gissel 2005; Howatson ve Van Someren 2008; Kendall ve Eston 2002). Farklı hücre içi kalsiyum konsantrasyonuna göre aktive olan 3 farklı izoformdaki kalpainler, özellikle egzantrik egzersizlerden sonra myofibrillerin yapısal bütünlüğünü sağlayan desmin, titin, distrofin ve spektrin gibi proteinlerin yıkımını neden olarak kas dokusunun daha ileri düzeyde bozulmasına ve hasar görmesine yol açmaktadır (Verburg ve ark. 2005; Zhang ve ark. 2008). Ancak bu süreç içerisinde mitokondriler, artmış hücre içi kalsiyum konsantrasyonunu kendi içlerine alarak hücre içi hemoastazı sağlamaya çalışmaktadır. Fakat mitokondriyal kalsiyumun aşırı artması, hücrel respirasyonu bozmakta ve reaktif oksijen türleri oluşturarak hücrede kalpainlerle birlikte ilave hasar oluşumuna neden olmaktadır (Armstrong 1984, 1986; Ebbeling ve Clarkson 1989; Gissel ve Clausen 2001; Gissel 2005). Bu durumlar, daha sonraki süreçte kasta pasif gerginliğin meydana gelmesine ve kas dokusundaki beyaz kan hücrelerinin özellikle de nötrofil ve makrofajların dahil olduğu inflamasyon hücrelerinin infiltrasyonunu arttırarak fagositik sürecin başlatılmasına sebep olmaktadır (Beaton, Tarnopolsky ve Phillips 2002).

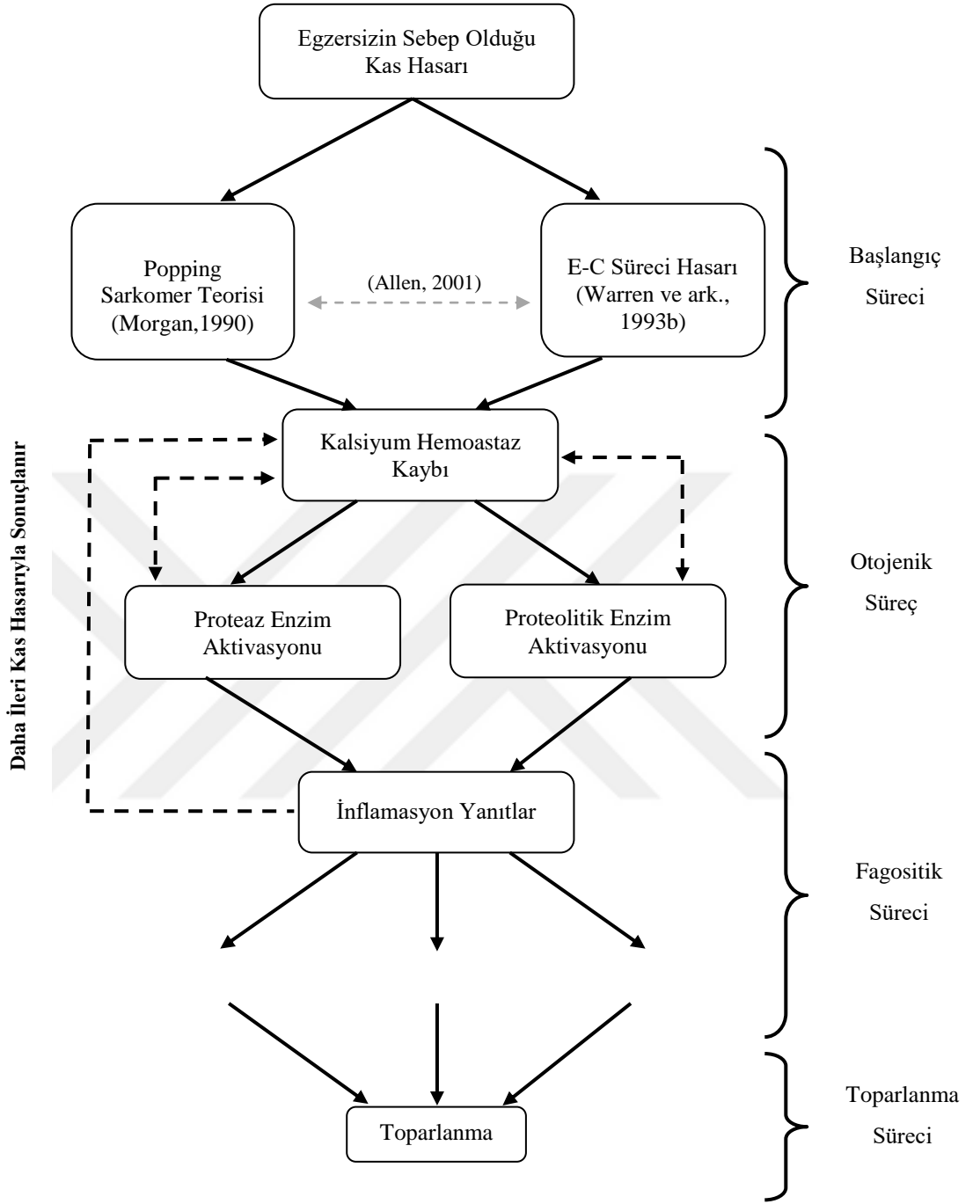
### **2.7.3.Faz 3: Fagositik Süreç**

Fagositik süreç, nekrotik dokuyu uzaklaştırmak ve hasarlı doku onarımını gerçekleştirmek için inflamasyona yanıtların üretildiği egzersizin sebep olduğu kas hasarı modellemesinin son safhadır (MacIntyre, Reid ve McKenzie 1995). Mekaniksel ve metaboliksel süreçler tarafından aktive edilen bu safhadaki yanıtlar, egzersiz aracılı oluşan kas hasarı bölgesine beyaz kan hücrelerinin infiltrasyonundan



oluşmaktadır (Butterfield, Best ve Merrick 2006; Cannon ve St. Pierre 1998; Clarkson ve Hubal 2002; Clarkson ve Sayers 1999; Kendall ve Eston 2002). Beyaz kan hücreleri, infiltrasyonu gerçekleştirmek için kemotaksis vasıtasıyla hasarlı bölgeye dolaşım boyunca hareket etmektedir. Hasarlı bölgeye infiltrasyonu gerçekleştirecek olan beyaz kan hücrelerini hücre kalıntıları ortadan kaldırmadan sorumlu olan nötrofiller ve hasarlanmış dokuyu yenilemeden sorumlu olan miyojenik makrofajlar olarak tanımlamıştır (Tidball 1995). Nötrofiller, hücre içi kalsiyum konsantrasyonuna bağlı olarak kalpainlerin oluşturduğu proteolizis ile meydana gelen nekrotik dokuyu ortadan kaldırmak için birikmeye başlayan ilk hücrelerdir (Butterfield ve ark. 2006; Peake, Nosaka ve Suzuki 2005). Bu hücrelerin hasarlı dokuya ilerlemesi, hücre fonksiyonu değiştirmek için miyositler tarafından salınan interlökin-1 beta (IL-1 $\beta$ ) ve tümör nekroz faktör  $\alpha$  (TNF $\alpha$ )'nın içinde olduğu çok sayıda sitokinle sağlanmaktadır (Butterfield ve ark. 2006; Kendall ve Eston 2002). Bu sitokinler, kan damarı duvarını oluşturan endotel hücrelerinden nötrofillerin ve diğer beyaz kan hücrelerinin geçişini düzenlemektedir (Butterfield ve ark. 2006; Kendall ve Eston 2002; Smith ve ark. 2008). Nötrofillerin geçişini düzenleyen sitokinlerin yanı sıra mast hücrelerinden salınan histaminler ise kan damarlarında vazodilatasyon oluşturarak endotel hücreler arasındaki geçirgenliğin artmasına ve nötrofillerin hasarlı dokuya göç etmesine sebep olmaktadır (Tidball 2005). Kas dokusuna infiltre olduktan sonra nötrofiller, nekrotik dokuyu fagositoz yoluyla parçalamaktadır (Tidball 2005). Ancak bu işlem sırasında nötrofiller, sağlıklı dokuların çevresinde de hasar oluşturarak ikincil inflamatuvar yanıtların oluşmasına da neden olmaktadır (Butterfield ve ark. 2006; Clarkson ve Hubal 2002; Kendall ve Eston 2002; Tidball 2005). Nötrofillerin egzersiz aracılı kas hasarı bölgesindeki artışını makrofajların infiltrasyonu takip etmektedir (Clarkson ve Hubal 2002). Makrofajlar, inflamatuvar süreçlerin farklı fazlarında görev alan farklı hücre yapılarıyla nekrotik dokudan kaynaklanan hücre kalıntıları ortadan kaldırma ve kas toparlanmasını başlatma gibi fonksiyonları ile fagositik sürece katkı sağlamaktadırlar (Butterfield ve ark. 2006; Smith ve ark. 2008). Bu özellikleriyle egzersizin sebep olduğu kas hasarı modellemesinin son safhası olan fagositik süreç, egzersiz aracılı kas hasarını ortadan kaldırıp toparlanma süreçlerinin devreye girmesini sağlamaktadır.

Şekil 7. Egzersizin sebep olduğu kas hasarı mekanizmasının şematik diagramı



## 2.8.EGZERSİZİN SEBEP OLDUĞU KAS HASARI BELİRTECİ

Egzersizın sebep olduğu kas hasarı, bir dizi mekanik ve metabolik süreç sonucunda meydana gelmektedir. Bu süreç sonucunda oluşan kas hasarı, çoğunlukla hücresele düzeyde saptanan direkt ve indirekt belirteçlerle ortaya konmaktadır (Warren, Lowe ve Armstrong 1999). Egzersizin sebep olduğu kas hasarının direkt belirteci olarak kas biyopsisi tekniği kullanılmaktadır. Direkt belirteç olarak kullanılan bu teknik, kastan küçük bir örnek alınmasından dolayı egzersizin sebep olduğu kas hasarının miktarında artmaya sebep olmaktadır (Roth, Martel ve Rogers 2000; Staron ve ark. 1992). Bu yüzden birçok araştırmacı tarafından egzersizin sebep olduğu kas hasarını ölçmek için gecikmiş kas ağrısı, istemli güç üretiminde azalma, azalmış eklem hareket açıklığı, kasın şişmesi ve kandaki kas proteinleri, egzersizin sebep olduğu kas hasarının indirekt belirteci olarak literatürde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Allen 2001; Clarkson ve Hubal 2002; Roth ve ark. 2000; Staron ve ark. 1992). Bu indirekt belirteçlerden en yaygın kullanılanı egzersizin sebep olduğu kas hasarı sonucunda kana salınan bir myofibril protein olan kreatin kinaz (CK) enzimidir (Hirose ve ark. 2004).

### 2.8.1.Kreatin Kinaz

CK, hücrelerin mitokondri ve sitoplazmalarında yer alan yaklaşık 82 kDa'luk moleküler kütleyle sahip, dimerik protein yapılu kompakt bir enzimdir (Brancaccio, Maffulli ve Limongelli 2007). İnsanda 3 izoformu sitoplazmada, 2 izoformu ise mitokondride olmak üzere CK enziminin toplam 5 izoformu bulunmaktadır (Van Steirteghem, Robertson ve Zweig 1979; Wallimann ve ark. 1992). CK'nin sitoplazmada saptanan dokuya özel 3 izoenzimi, beyinde bulunan CK-BB, kalp kasında bulunan CK-MB ve iskelet kasında bulunan CK-MM'dir (Baird ve ark. 2012). CK-MM, iskelet kas dokusunda myofibrillerin birçok bölgesinde yer almasına rağmen özellikle sarkomerde bulunan myofibril M çizgisi yapısında, sarkolemmada ve sağlıklı kas hücrelerinin mitokondriyal membranları arasındaki boşluklarda bulunmaktadır (Hornemann, Stolz ve Wallimann 2000). Kanda biriken toplam serum CK miktarının yaklaşık %90'ını CK-MM oluşturmaktadır (Hallvard Lilleng 2013).

CK, kas kasılması sırasında bir dizi reaksiyonu katalizleyerek fosfokreatindeki (PCr) fosfatın ( $PO_3^-$ ) adenzin difosfata (ADP) taşınmasından ve adenzin trifosfat (ATP) ve kreatinin (Cr) oluşturulmasından sorumlu enzimdir (Kenyon 1999;

McLeish ve Kenyon 2005). CK'nın enerji üretiminde yer almasının yanında bir diğer önemli görevi, bulunduğu hasarlı dokudaki dağılımına göre ilgili doku hakkındaki birtakım özel bilgileri sağlamasıdır (Brancaccio ve ark. 2007; Mougios 2007). CK-MB, akut mitokondriyal infarktüs nedeniyle kalp dokusunda hasar meydana gelmesi sonucu artarken (Borrayo-Sanchez ve ark. 2006), CK-BB beyin dokusunda meydana gelen hasar sonucunda yoğun bir şekilde görülmüştür (Pfeiffer, Homburger ve Yanagihara 1983). Mitokondriyal CK'nin ise mitokondriyal miyopatilerde yükseldiği tespit edilmiştir (Stadhouders ve ark. 1994). İskelet kasında yer alan CK-MM'nin ise fiziksel stresin bir belirteci olarak egzersizin sebep olduğu kas hasarı sonucunda kanda arttığı saptanmıştır (Brancaccio ve ark. 2007). İskelet kası hasarı sonucunda kanda meydana gelen bu artış, çeşitli egzersiz formlarıyla beraber bir dizi mekaniksel ve metaboliksel süreçler boyunca iskelet kası hücresinde yer alan Z-çizgileri ve sarkolemmada oluşan hasardan dolayı membran geçirgenliğinin artması sonucunda CK'nın interstisyel sıvıya sızmasıyla meydana gelmektedir (Brancaccio ve ark. 2007; Hody ve ark. 2013). CK'nın interstisyel sıvıya sızmasıyla tespit edilebilen kas hasarı, tekrarlı submaksimal kas kasılma döngüleri (Strojnik ve Komi 2000), tüketici dayanıklılık egzersizleri (Kim, Lee ve Kim 2007; Takashima ve ark. 2007), tek sette yüksek güç üretilen veya tekrar eden yüksek şiddetteki egzantrik egzersizler (Nicol ve ark. 2003; Tofas ve ark. 2008), çeşitli kuvvet antrenman protokolleri (Dolezal ve ark. 2000; Nosaka ve Newton 2002b; Uchida ve ark. 2009) ve takım sporlarında uygulanan yüksek şiddetli yoğun antrenman periyotları (Hoffman ve ark. 2002; Smart ve ark. 2008; Takarada 2003) gibi çeşitli egzersiz formlarından sonra yoğun bir şekilde görülmektedir. Ancak bu tür egzersizler sonrasında oluşan kas hasarının boyutu, dolayısıyla CK'nın salınımı, kanda zirve düzeye ulaşması ve kandan uzaklaştırılması, egzersizin türü, süresi ve şiddeti ile doğru orantılı olarak değişmektedir (Brancaccio ve ark. 2007; Millard ve ark. 1985; Tiidus ve Ianuzzo 1983). Temel faktör olarak görülen egzersizin türü, şiddeti ve süresinin yanında kas hasarının boyutunu etkileyen diğer faktörler ise cinsiyet, genetik faktörler ve sporcunun antrenmanlılık düzeyi olarak ifade edilmektedir (Millard ve ark. 1985). Bu konuda yapılmış olan birçok çalışmada, egzersiz sonrasında CK aktivitesinde gözlenen artışta ve CK'nın kandan dışarı atılma sürecinde birtakım gecikmelerin, ifade edilen faktörlere bağlı olarak farklı egzersiz protokollerine göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Andersson ve ark. 2008; Howatson ve Milak 2009; Kraemer ve ark. 2009). 200 km ultra maraton koşusu (Kim ve ark. 2007) ve 50 km kros-

country kayak yarışması (Takashima ve ark. 2007) gibi tüketici formdaki egzersizlerden hemen sonra CK aktivitesinin zirve yaptığı gözlenmiştir. Bununla beraber maraton koşuları (Smith 2004; Young 1984), egzantrik kasılmaların yoğun olduğu yokuş aşağı yapılan koşular (Sorichter ve ark. 2001), ilgili spor dalına özel olarak gerçekleştirilen tekrarlı sprint protokolleri (Howatson ve Milak 2009) ve hızlanma, yavaşlama, sprint, tekrar eden darbe ve ikili mücadele gibi aktiviteleri gerektiren takım sporu performansları (Andersson ve ark. 2008; Kraemer ve ark. 2009, 2013) sonrasında CK aktivitesinin yaklaşık ilk 18-24 saat arasında zirve yaptığı ortaya konmuştur. Bu verilere alternatif olarak lokal kassal egzantrik ve submaksimal izokinetik kuvvet egzersizleri sonrasında ise CK aktivitesinde izlenen zirve değerinin 48-96 saate kadar geciktiği saptanmıştır (Brown ve ark. 1997; Miliias ve ark. 2005; Nosaka ve Clarkson 1995; Nosaka ve Newton 2002a). Farklı egzersiz protokollerine göre CK'nın dolaşıma salınımının gecikmesi, büyük kütleli bir molekül olan protein yapısındaki CK'nın kapiller damarlar yerine interstisyel sıvıya sızarak lenfatik sistemle dolaşıma taşınmasından kaynaklanmaktadır (Ehlers, Ball ve Liston 2002; Sayers, Clarkson ve Lee 2000).

Egzersiz sonrasında ise lenfatik sistemle dolaşıma taşınarak kanda ölçülen zirve CK konsantrasyonunun litrede 300-500 U/L arasında olduğu belirlenmiştir (Brancaccio ve ark. 2007; Mougios 2007). Fakat bu değer, ilgili spor branşının taleplerine, sporcuların genetik özelliklerine ve kassal kalitelerine bağlı olarak daha yüksek aralıklarda da gözlenebildiği yapılan çalışmalarla belirtilmiştir (Brancaccio ve ark. 2007). Bununla beraber egzersiz sonrasında serum CK'da meydana gelen büyük artışlar, yüksek antrenman yüklerini devam ettirmedeki azalmış olan egzersiz toleransı ile birleştiğinde OR veya OT belirteci olarak da kullanılabilir (Hartmann ve Mester 2000).

## **2.9.HORMONLAR**

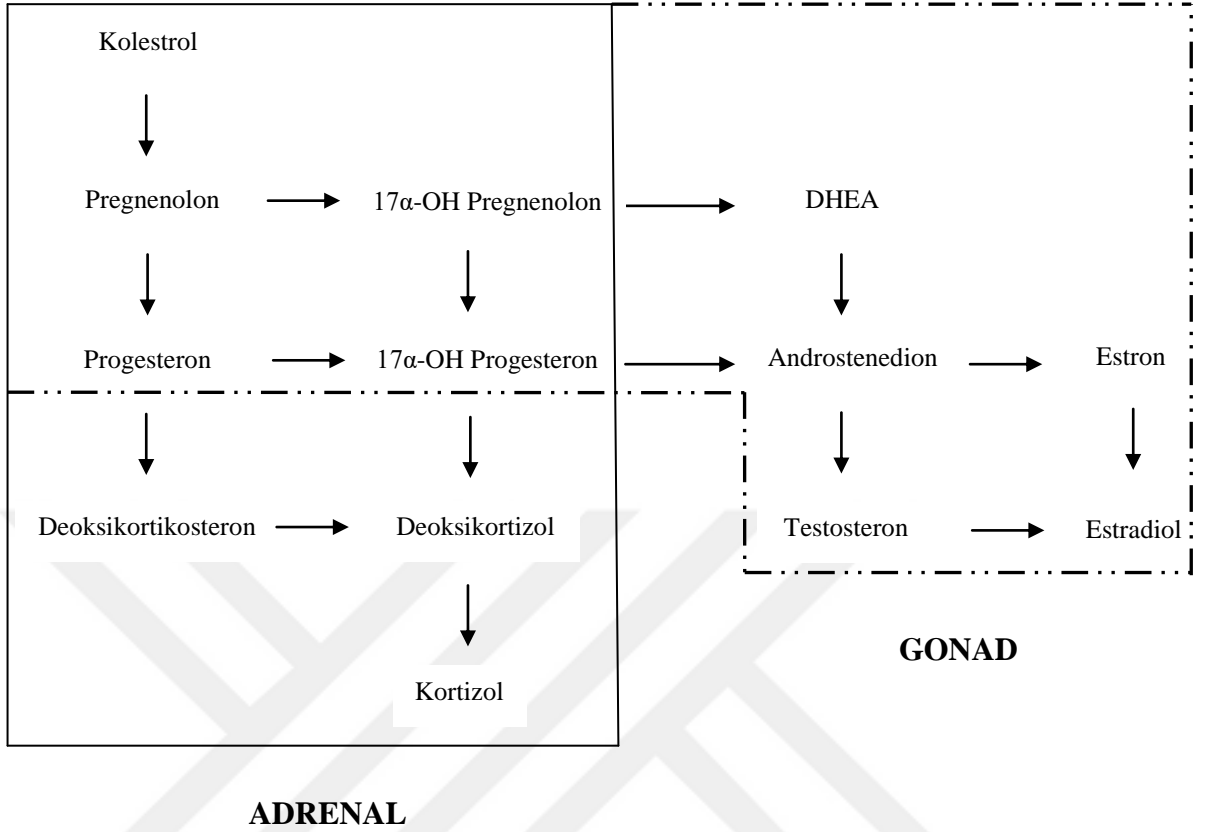
Hormonlar fizyolojik ve metabolik fonksiyonları düzenlemek suretiyle homeostazın korunmasını ve stres durumunda adaptasyonu sağlayan kimyasal iletilicilerdir (Borer 2003; McMurray, R.G. ve Hackney 2000). Bu kimyasal iletiliciler protein, amino asit, kolesterol, steroid ve glikoprotein gibi birçok farklı maddelerden oluşmaktadırlar (Neal 2002). Bu kimyasal iletiliciler, insan bedeninin çeşitli

bölgelerinde yerleşmiş olan özelleşmiş yapılar tarafından sentezlenmekte ve doğrudan dolaşım sistemine salınmaktadır (Martin 1976). Dolaşımdaki bu hormonların bir kısmı proteinlere bağlı bir şekilde bir kısmı da serbest halde biyolojik olarak aktif formda bulunmaktadır (Neal 2002). Hormon moleküllerinin hedef yörelerinde yer alan spesifik reseptörlere bağlanması sonucunda özel yanıtların meydana geldiği bir dizi olay başlamaktadır (McMurray ve Hackney 2005; Neal 2002). Hormonlar kimyasal yapılarına bağlı olarak peptid/protein hormonlar ve steroid hormonlar olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Norman, A.W., Litwack 1987).

### **2.9.1.Steroid Hormonlar**

Steroid hormonlar, bir dizi biyosentetik yolak aracılığıyla kolestrolden elde edilen düşük moleküler ağırlıklı lipofilik bileşiklerdir (Miller 1988) (Şekil 8). Bu hormonlar gonad ve adrenal korteks gibi endokrin bezlerde sentezlenir sentezlenmez venöz dolaşıma salınmaktadır ve merkezi sinir sistemi ve iskelet kası gibi hedef dokular üzerinde işlev göstermektedir. Steroid hormonların lipofilik özellikleri, bu hormonların büyük bir kısmının kandaki taşıyıcı proteinlere bağlı şekilde ilgili hedef dokuya taşındığını göstermektedir. Etki gösterdiği hücre tipine ve oluşan biyosentetik reaksiyonda görev alan enzime göre steroid hormonlardan kaynaklanan ürünler değişiklik gösterebilmektedir. Steroid hormonlar genellikle biyolojik aktivitelerine bağlı olarak tuz dengesini düzenleyen ve kan basıncını koruyan mineralokortikoidler; karbonhidrat metabolizmasını ve stres yanıtlarını düzenleyen glukokortikoidler; overler tarafından üretilen ve kadınların ikincil seks karakteristiklerini ve üreme fonksiyonlarını düzenleyen östrojenler ve esas olarak testislerde sentezlenen androjenler gibi gruplara ayrılmaktadır (Minna Heikkilä 2002). Yaptığımız çalışmada steroid yapılı birer hormon olan kortizol ve testosteronun yoğun ve azaltım antrenman dönemleri süresince egzersize bağlı değişimleri incelenmiştir.

Şekil 8. Steroid hormon sentez yolağı

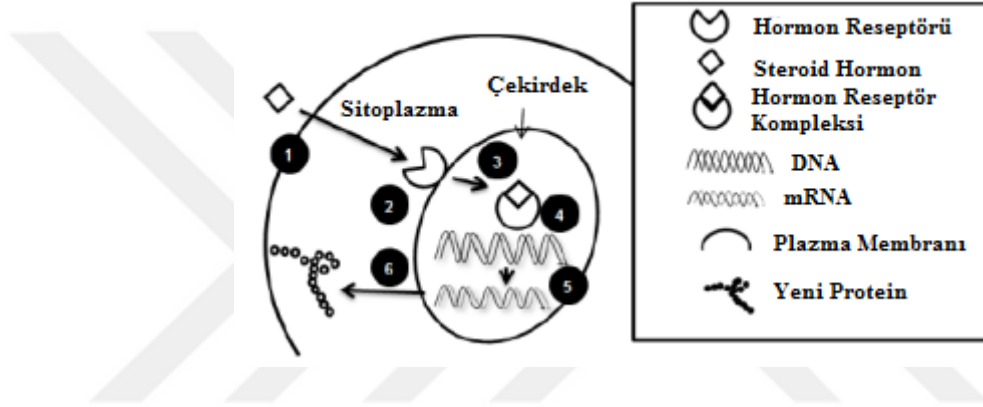


### **Hormonlar nasıl etki gösterir?**

Hormonlar, hedef yörelerinde bulunan spesifik reseptörler nedeniyle doğrudan bu dokularda etkilerini göstermektedir (McMurray ve Hackney 2005). Dolaşım sistemi, hormonal etkilerin meydana geldiği bu dokulara, ilgili hormonları taşımaktadır (McMurray ve Hackney 2005). Bir hormonun biyolojik bir yanıt oluşturabilmesi için serbest halde (herhangi bir taşıyıcı proteine bağlı olmayan) bulunması gerekmektedir (Norman, A.W., Litwack 1987). Hormon serbest hale geldiğinde, plazma membranında veya alıcı hücrenin sitoplazmasında yerleşmiş spesifik reseptörlere bağlanabilmektedir (Hough ve John 2012). Peptid/protein yapılı hormonların reseptörleri hedef hücrelerin sitoplazma membranında bulunmaktadır, steroid hormonların reseptörleri ise sitoplazmada yerleşmiştir (Hough ve John 2012). Peptid/protein yapılı hormonlar suda çözünebilirken steroid hormonlar yağda çözünmektedir. Bu özelliklerinden dolayı peptid/protein hormonların hücre içine girişi engellenirken steroid hormonlar plazma membranına doğrudan geçebilmektedir (Hough ve John 2012). Steroid hormonlar hücre membranına geçerek hücrenin sitoplazmasında yer alan spesifik reseptörler ile etkileşmektedir (Hough ve John

2012). Hormon-reseptör kompleksi oluştuğu zaman, bu kompleks hücre çekirdeğine girebilmektedir (Hough ve John 2012). Burada DNA'ya bağlı halde bulunan, protein sentezi için yapım kodlarını içeren bir proteine tutunmaktadır (Bender 2008). Bu olay, protein sentezinin gerçekleştiği yer olan sitoplazmaya çekirdekten kodları getiren spesifik mesajcı RNA (mRNA)'nın sentezlenmesine yol açan basamakları başlatmaktadır (Bender 2008). Bu süreç şekil 9'da gösterilmiştir. Hücredeki hormon reseptörlerinin sayısı veya duyarlılığının değişmesine bağlı olarak artabilmekte veya azalabilmektedir.

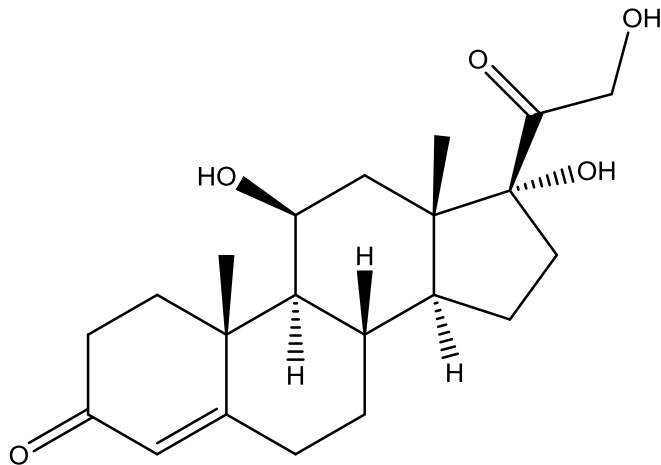
Şekil 9. Hedef hormonların üzerinde steroid hormonların etkisi



### 2.9.1.1. Kortizol

Kortizol, (11 $\beta$ )-11,17,21-trihidroksipregna-4-en-3,20-dion kimyasal yapısına sahip metabolizmada katabolik aktiviteye ve immün fonksiyonlara aracılık eden temel glukokortikoid hormondur (Virus ve Virus 2001). Bu hormon, tüm glukokortikoid aktivitenin yaklaşık %95'inden sorumludur (Virus ve Virus 2001).

Şekil 10. Kortizolün kimyasal yapısı

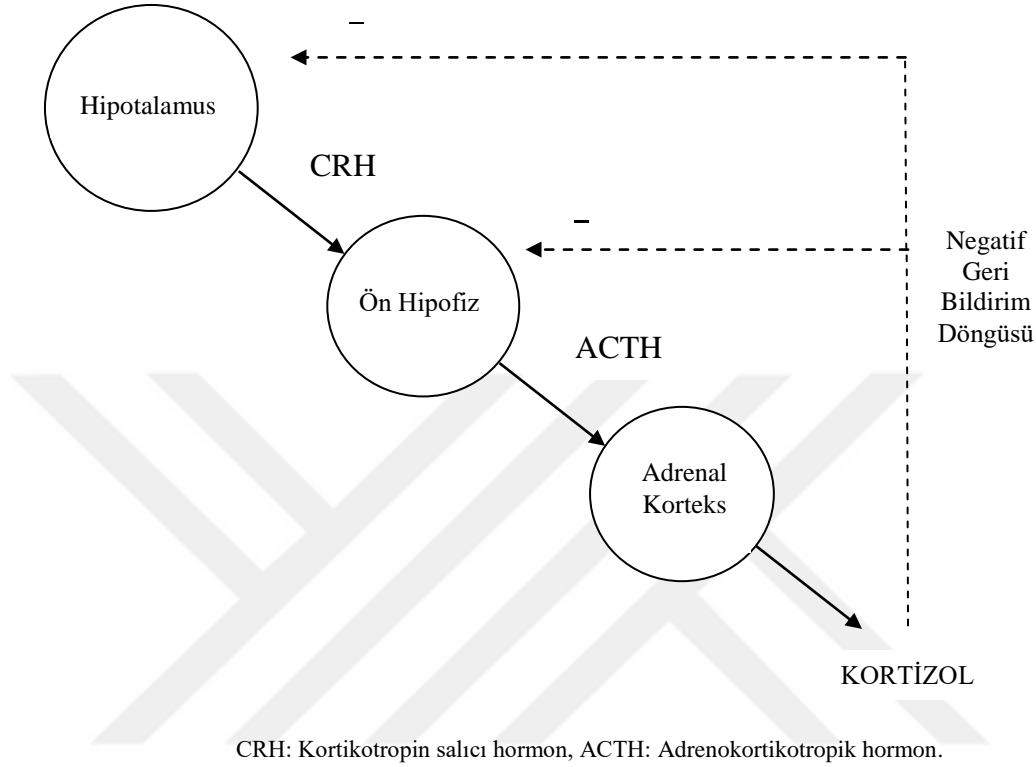




Metabolizmada çeşitli uyarıcılar tarafından salınımı uyarılan kortizol, egzersiz, sıcaklık ve negatif duygudurumu gibi çeşitli stres etkenlerine yanıt olarak artmaktadır (McMurray, R.G. ve Hackney 2000). Fiziksel veya psikolojik strese yanıt olarak oluşan bu adaptasyon hipotalamik kortikotropin salıcı hormonu, ön hipofiz adrenokortikotropik hormonu ve adrenal glukokortikoidlerin aktivasyonunu kapsamaktadır (Moreira ve ark. 2009). Bu hormonal ve nöroendokrin sistem, stres etkenlerine karşı hem kısa süreli homeostatik kontrolün düzenlenmesine hem de kronik hücrel adaptasyona katkı sağlamaktadır (Kraemer ve Ratamess 2005). Stres etkenlerinin şiddetiyle orantılı olarak oluşan yanıtlar, Hipotalamus-Hipofiz-Adrenal aksisi (HPA) aracılığıyla kortizol salınımıyla beraber dolaşımdaki hormon konsantrasyonunda artışı içermektedir (Moreira ve ark. 2009). Kortizol üretimi, merkezi sinir sistemi, kardiyovasküler sistem, metabolik sistem ve bağışıklık sistemlerinin homeostazının korunmasında görev alan HPA aksisinin aktivasyonu ile düzenlenmektedir (Şekil 11) (Cone, R. D., Low, M. J., Elmquist, J. K., & Cameron 2002). Homeostaz bozulduğunda HPA aksisinde yer alan hipotalamustaki paraventricüler nükleusun magnoselüler ve medial parvoselüler bölümündeki nörosekretuar nöronlar, merkezi sinir sisteminden gelen sinyaller ile etkileşerek aktive olmaktadır. Paraventricüler nükleusta aktive olan nörosekretuar nöronlar, hipofizden salınan adrenokortikotropik hormonun (ACTH) üzerinde sinerjistik bir etkiye sahip olan peptid yapılı kortikotropin salıcı hormonun (CRH) salınmasını uyarılmaktadır (Herman ve Cullinan 1997). Paraventricüler nükleus tarafından üretilen ve amigdala ve hipokampüse giren birçok veri tarafından kontrol edilen CRH'nın, hipofiz ön lobunun orta bölümüne ritmik salınımı sonucunda, ön hipofiz bezindeki kortikotropik hücrelerden ACTH salınımı uyarılmaktadır (Herman ve Cullinan 1997). Buradan salınan ACTH, her bir böbreğin üstünde yer alan adrenal bezlere sistemik dolaşım yoluyla taşınmaktadır. Bu adrenal bezler, adrenal medulla ve adrenal korteksten oluşmaktadır. Adrenal korteks, zona glomeruloz, zona fasikulata ve zona reticularis olmak üzere 3 bölümden meydana gelmektedir (Norman, A.W., Litwack 1987). ACTH, zona fasikulata ve zona reticularisin membranı üzerinde yer alan reseptörlerle etkileşerek bir dizi reaksiyon sonucunda C sentezini uyarılmaktadır. Aktivasyon sonrasında adrenal bez hücrelerinden glukokortikoid bir hormon olan kortizol sentezlenmekte ve kana ritmik bir şekilde gün boyunca salgılanmaktadır (Keenan ve Veldhuis 2003). Aynı zamanda adrenal korteksteki steroid biyosentezi, böbreğe giden sinirlerden kaynaklanan katekolaminler yoluyla da doğrudan

uyarılmaktadır (Keenan ve Veldhuis 2003). Ayrıca C'nin sentezlenmesinin ve salınımının düzenlenmesi negatif geri bildirim döngüsü yoluyla kontrol edilmektedir

**Şekil 11. Hipotalamus-hipofiz-adrenal aksisi**



C, lipofilik bir steroid hormon olduğu için kortikoid bağlayıcı globulin (yaklaşık %80) ve albumin (yaklaşık %10) olarak isimlendirilen plazma proteinlerine bağlı halde dolaşımda bulunmaktadır (Kraemer ve Ratamess 2005). Dolaşımdaki serbest kortizol miktarı ise toplam hormon konsantrasyonunun sadece %10'una karşılık gelmekte ve kortizolün biyoaktif kısmını temsil etmektedir (Kraemer ve Ratamess 2005; Obmiński ve Stupnicki 1997).

Kortizolün başlıca görevleri, vücudun enerji sürecini yönlendirmek, bireyi stresle başa çıkmak üzere hazırlamak ve yeterli glikoz kaynaklarının temin edilmesini sağlamaktır (Martini, F. H., & Welch 2001). Kortizol, enerji kaynaklarının sağlanması için amino asitlerin ve yağların hızlı mobilizasyonundan sorumlu birincil hormon olarak kabul edilmektedir (Hill ve ark. 2008). Bu amaçla kortizol, karaciğer tarafından glukoneojenezin ve glukoz-alanin döngüsünün uyarılmasına, hücreler tarafından kullanılan glikoz miktarını azalmasına, iskelet kasında protein yıkımı artışıyla serbest amino asit havuzunun artmasına, eritropoezin

uyarılmasına ve hücrel immüneyi bozarak antiinflamatuvar etki oluşumuna yol açmaktadır (McMurray, R.G. ve Hackney 2000). Bununla beraber kortizol egzersiz süresince oluşan hipoglisemiye karşı insülinin antagonisti şeklinde yanıt vererek kan glikozunu arttırmaktadır (McMurray, R.G. ve Hackney 2000). Bu durumda kortizol, hipoglisemiye yanıt olarak insülin salınımını baskılayarak, glikozun kullanımını inhibe etmekte ve karaciğerde glukoneojenezi uyararak lipolizin artmasıyla indirekt olarak kan glikoz düzeyinin normal düzeye gelmesini sağlamaktadır (McMurray, R.G. ve Hackney 2000).

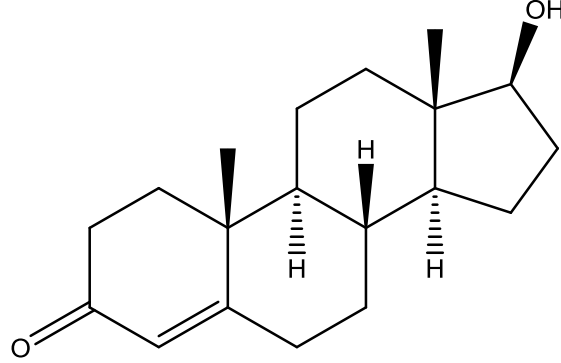
Egzersiz sırasında kortizol konsantrasyonu, birtakım faktörlere bağı olarak farklı yanıtlar göstermektedir. Bu faktörler, egzersizin süresi, şiddeti ve psikolojik stres etkenler olarak ifade edilmektedir (Handziski ve ark. 2006). Buna göre egzersiz sırasında kortizol yanıtların oluşması için gerekli olan kritik şiddet eşliğinin  $VO_{2maks}$ 'ın yaklaşık %60'ı olduğu bildirilmektedir (McMurray, R.G. ve Hackney 2000; Viru ve Viru 2001). Bu konuda çalışma yapan Davies ve Few (1973) (Davies, C.T.M. ve Few 1973)  $VO_{2maks}$ 'ın %50'sinden düşük ve  $VO_{2maks}$ 'ın %60-90'ı arasındaki yüklerde 10 sağlıklı bireyle yaptığı çalışmasında çoklu kan alımlarıyla  $VO_{2maks}$ 'ın %50'sinden düşük yüklerde kortizol konsantrasyonunda bir değişiklik olmadığını gözlemlememiş ve kortizol yanıtlarının uygulanan egzersiz şiddeti ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde egzersiz sırasında oluşan kortizol yanıtlar, şiddet eşliğine paralel egzersiz süresine bağı olarak da değişmektedir (McMurray, R.G. ve Hackney 2000). Bu konuda Inder ve arkadaşları (1998) (Inder ve ark. 1998), 6 yüksek antrenmanlı erkek triatloncuyla  $VO_{2maks}$ 'ın %70'inde 60 dakikalık bisiklet performansını takiben istemli yorgunluğa ulaşana kadar devam ettirdikleri antrenmanda, çalışma sırasında aldıkları çoklu kan örnekleri sonuçlarıyla, uzatılmış antrenman süresinin C'de artışa sebep olduğunu göstermiştir. Ayrıca fizyolojik stres etkenlerinin yanında müsabakayı kazanma, kaybetme ve seyirci baskısı gibi psikolojik stres etkenlerinin de sporcularda kortizol salınımının artışına sebep olduğu bildirilmektedir (Haneishi ve ark. 2007).

### **2.9.1.2. Testosteron**

Testosteron (T), 17- $\beta$ -hidroksiandroster-4-en-3-on kimyasal yapısına sahip steroid bir hormondur. T, erkeklerde testisler, kadınlarda ise adrenal bezler ve overler tarafından üretilmektedir (Brownlee, Moore ve Hackney 2005). T, testislerin

Leyding hücrelerinden salındığı için dolaşımdaki T düzeyleri erkeklerde kadınlardan daha fazladır (Fry ve Kraemer 1997).

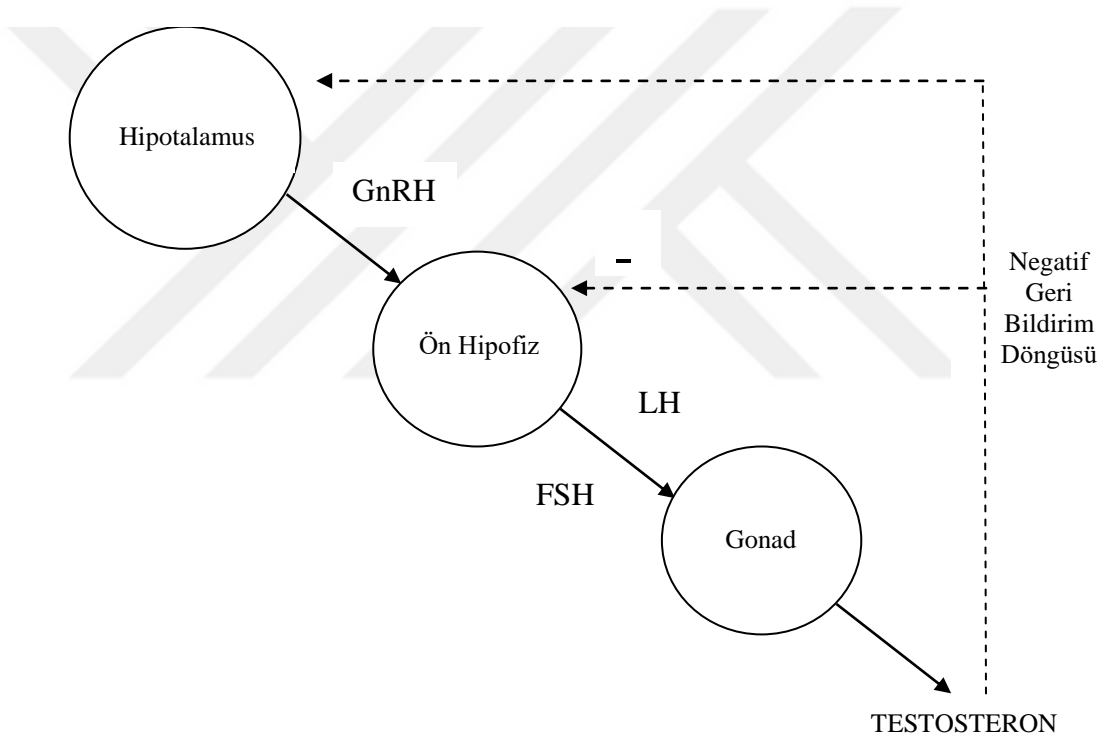
Şekil 12. Testosteronun kimyasal yapısı



T, androjenik ve anabolik olmak üzere vücutta birçok fizyolojik role sahiptir (Hackney 1989). T'nin androjenik özellikleri, erkeklerdeki seks organlarının normal büyümesi ve gelişmesi, kıllanma, sakalların oluşması, sesin kalınlaşması, agresiflik ve artmış libido gibi sekonder seks özelliklerinin oluşması ve sürdürülmesi olarak sayılabilir (Martini, F. H., & Welch 2001). T'nin temel anabolik fonksiyonları, kırmızı kan hücrelerinin oluşumundan sorumlu olan genlerin transkripsiyonu (Zitzmann, M., & Nieschlag 2001), hücrel hasarın onarımı (Virus ve Virus 2001), artmış kemik yoğunluğu (Gilsanz ve ark. 1988), artmış azot retansiyonu ve artmış yağsız vücut kitlesi ve kuvvet olarak sayılabilir (Bhasin ve ark. 1997). T, hedef hücrelerdeki sitozolik reseptörler ile etkileşerek etkilerini açığa çıkarmaktadır. Oluşan ligand-reseptör kompleksi, DNA transkripsiyonunun düzenlendiği çekirdeğe doğru hareket etmektedir. İskelet kası gibi hedef dokularda, T, spesifik genlerin aktivasyonu yoluyla, mRNA moleküllerinin transkripsiyonunu başlatarak aktin ve miyozin gibi kontraktıl proteinlerin sentezinin arttırmaktadır (Hackney 1989; Sheffield-Moore ve Urban 2004). Testosteron üretimi, Hipotalamus-Hipofiz-Gonad (HPG) aksisinin aktivasyonu ile düzenlenmektedir (Martini, F. H., & Welch 2001) (şekil 13). HPG aksisi, hipotalamusta üretilen bir nörohormon olan gonadotropin salıcı hormon (GnRH) salınımı ile başlamaktadır (Martini, F. H., & Welch 2001). GnRH, hipofizin orta kısmına kadar uzanan nöronlar ve hipofizyal portal kan yoluyla ön hipofizin gonadotrof hücrelerinden luteinleştirici hormonun (LH) sentezlenmesini ve buradan kan dolaşımına ritmik bir şekilde salınımını uyarmaktadır (Keenan ve ark. 2006). Dolaşıma salınan LH, testislerin

interstisyumlarında bulunan Leyding hücrelerinin reseptörlerine bağlanmakta ve bu hücrelerden testosteron salınımını sağlamaktadır (Martini, F. H., & Welch 2001). Hipotalamus ve testisler arasındaki nöral yolların yanısıra nörotransmitterler ve nöropeptidlerin de testisler üzerinde direkt etki oluşturarak testosteron üretiminin düzenlenmesinde yer aldıkları bilinmektedir (Selvage, Parsons ve Rivier 2006). Bunlar, adrenal ve noradrelin katekolaminleri gibi  $\alpha 1$  ve  $\beta 1$  adrenerjik reseptörlerin aktivasyonu aracılığıyla testosteron üretiminin uyarıcıları ve kortikotropin salıcı hormon (CRH) ve serotonin gibi testosteron biyosentezinin güçlü inhibitörlerinden oluşmaktadır (Frungeri ve ark. 2002).

**Şekil 13. Hipotalamus-hipofiz-gonad aksisi**



GnRH: Gonadotropin salıcı hormon, LH: luteinleştirici hormon, FSH: Folikül uyarıcı hormon.

T, lipofilik yapıda steroid bir hormon olduğu için dolaşımda yer alan plazma proteinlerine, %38'i albümin ve %60'ı seks hormonu bağlayıcı globulin (SHBG) ile kompleks halde bağlı olarak bulunmaktadır (Loebel, C. C., & Kraemer 1998). T'nin dolaşımdaki biyoaktif kısmını temsil eden serbest haldeki kısmı ise %2'lik geri kalan kısımdan oluşmaktadır (Crewther ve ark. 2006; Lewis 2006).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1.YERLEŞİM

Bu çalışmada yer alan katılımcılara yapılacak olan test ve antrenmanlar, Celal Bayar Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi bünyesindeki futbol sahası, kondisyon spor merkezi ve performans laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Biyokimyasal analizler ise Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı bünyesinde yapılmıştır.

#### 3.2.KATILIMCILAR

Bu çalışmaya Manisa Celal Bayar Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencisi olan en az 5 yıl amatör olarak futbol oynamış ve çalışmanın yapıldığı dönemde aktif futbol oynamayan 25 erkek sporcu katılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı, Bilimsel Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığından Etik Kurul onayı alınmıştır. Çalışma öncesinde katılımcıların her birine çalışma ile ilgili karşılaşılabilecek risk ve rahatsızlıkları içeren ayrıntılı bilgi verilmiş ve gönüllü olur formu imzalatılmıştır (Ek 4). Çalışma, katılımcıların sakatlık, antrenman takipsizliği ve kendi isteğiyle bırakma gibi nedenlerden dolayı 15 sporcuyla tamamlanmıştır. Çalışmada yer alan katılımcıların fiziksel ve fizyolojik özellikleri Tablo 14’te verilmiştir. Katılımcılar oynadıkları mevkilere bakılmaksızın çalışmada yer almış ve kaleciler çalışmaya dahil edilmemiştir.

**Tablo 14. Çalışmada yer alan katılımcıların fiziksel ve fizyolojik özellikleri**

Katılımcılar	Boy (cm)	Vücut ağırlığı (kg)	Yaş (yıl)	VO <sub>2</sub> maks (ml/kg/dk)	Futbol antrenman geçmişi (yıl)
15	178,16±3,79	74,05±4,89	22±2	48,78±1,14	7±1,25

#### 3.3.ÇALIŞMA DİZAYNI

Bu çalışma; 2 hafta ön hazırlık, 6 hafta yoğun antrenman ve 1 hafta azaltım antrenman dönemi olmak üzere toplamda 9 hafta sürmüştür. 9 haftalık antrenman

periyodunda katılımcılar; fiziksel testlere, antrenmanlara ve toplam 6 adet müsabakaya tabi tutulmuş ve biyokimyasal ölçümler için belirlenen zamanlarda katılımcıların kan örnekleri alınmıştır. Çalışma öncesinde çalışmada yer alacak olan katılımcıların tespiti ve antrenman düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Yo-Yo aralıklı toparlanma seviye 1 testi yapılmıştır. Tablo 15’te bu çalışmanın dizaynı ayrıntılı bir şekilde gösterilmektedir.

**Tablo 15. Dokuz haftalık çalışma dizaynı**

		Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Ön Hazırlık Dönemi		-----	-----	-----	-----	Yo-Yo Testi	İzin	İzin
	1. Hafta	Ölçümler	Ant	Ant	Ant	Ant	İzin	İzin
		AnE Testi	Ant	Ant	Ant	Ant	Ant	İzin
2. Hafta	Ant	Ant	Ant	Ant	Ant	AnE Testi	İzin	
Yoğun Antrenman Dönemi	3. Hafta	Ant	Ant	Ant	Ant	Ant	İzin	Hazırlık Maçı
	4. Hafta	İzin	Ant	Ant	Ant	Ant	Ant	İzin
	5. Hafta	Ant	Ant	Ant	Ant	Ant	Hazırlık Maçı	İzin
	6. Hafta	Ant	Ant	Ant	Ant	Ant	Hazırlık Maçı	Ölçümler
	7. Hafta	Ant	Ant	Ant	Ant	Ant	İzin	Hazırlık Maçı
	8. Hafta	İzin	Ant	Ant	Ant	Ant	Ant	Hazırlık Maçı
Azaltım Antrenman Dönemi	9. Hafta	Ölçümler	İzin	Ant	Ant	Ant	Ant	Ant
		İzin	İzin	Ant	Ant	Ant	Ant	Ant
Son Ölçümler		Ölçümler	-----	-----	-----	-----	-----	-----
		Hazırlık Maçı	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ant: Antrenman, AnE Testi: Anaerobik Eşik Testi.

### 3.4.ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER

Katılımcıların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve değişimlerinin gözlemlenmesi amacıyla boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve deri altı yağ ölçümleri yapılmıştır. Bu antropometrik ölçümler antrenmanların başlamasından önce, yoğun antrenman döneminin tamamlandığı 8. haftanın sonrasında ve azaltım antrenman döneminin bitimi olan 9. haftanın sonrasında sabah 07:00-09:00 arasında yapılmıştır.

#### 3.4.1.Boy Uzunluğu Ölçümü

Katılımcıların boy uzunlukları; anatomik duruşta, çıplak ayak, ayak topukları birleşik, nefes tutulmuş, baş frontal düzlemde, baş üstü tablası verteks noktasına değecek şekilde pozisyon alındıktan sonra, hassasiyeti  $\pm 1$ mm olan antropometrik set (Holtin, USA) ile cm cinsinden ölçülmüştür.

#### 3.4.2.Vücut Ağırlığı Ölçümü

Vücut ağırlığı, katılımcılar anatomik duruşta iken şortla ve ayakkabısız olarak 0,01 kg hassasiyetteki elektronik tartıyla kg cinsinden ölçülmüştür.

#### 3.4.3.Deri Altı Yağ Kalınlığı Ölçümü

Vücut yağ yüzdesi ölçümleri, deri katlanması metodu ile vücut ve uçları arasında her açıklıkta standart  $10 \text{ gr/mm}^2$ lik bir basınç sağlayan skinfold kaliper aleti (Holtin, USA) kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler, denek ayakta iken vücudun sağ tarafından yapılmıştır. Kaliperin uçları ölçüm yapılan noktaya uygulandıktan sonra 2 – 3 sn içerisinde yavaşça bırakılmış ve alınan ölçüm mm cinsinden kayıt edilmiştir. Doğru sonuçların alınabilmesi için ölçümler arasında en fazla %5 fark olacak şekilde bir bölgeden en az iki defa ölçüm alınıp ortalama sonuçlar kullanılmıştır. Ölçümler triceps, subscapula, abdominal ve suprailiac bölgelerinden alınmış ve Yuhasz metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Metodun uygulanması ve formülü aşağıda açıklanmaktadır (Yuhasz 1962).

$$\% \text{ yağ} : (\text{Triceps} + \text{Subscapula} + \text{Abdominal} + \text{Suprailiac}) 0,153 + 5,7844$$



#### **3.4.3.1.Triceps Skinfold Ölçümü**

Ölçüm denek ayakta, dirsek yere göre 90<sup>0</sup> bükülü pozisyondayken üst kolun orta hattındaki triceps kası üzerinden acromion ve olecranon çıkıntıları arasındaki mesafenin ortasından dikey olarak yapılmıştır.

#### **3.4.3.2.Abdominal Skinfold Ölçümü**

Ölçüm denek ayakta, karın kasları gevşek konumdayken göbek deliğinin orta noktasının 3 cm yanından ve 1 cm altından yatay olarak yapılmıştır.

#### **3.4.3.3.Suprailiac Skinfold Ölçümü**

Ölçüm denek ayakta, kollar yanlarda serbestçe sarkıtılmış durumdayken vücudun yan orta hattında cristailliac'ın iki parmak üzerinden yarı yatay olarak yapılmıştır.

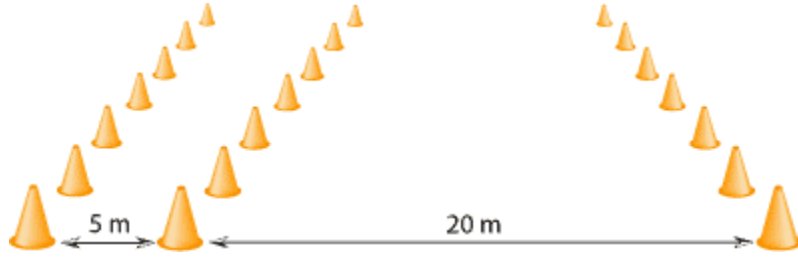
#### **3.4.3.4.Subscapula Skinfold Ölçümü**

Ölçüm denek ayakta, kollar yanlarda serbestçe sarkıtılmış durumdayken scapulanın medial kenarının uzantısı olacak şekilde inferior ucun yaklaşık 1-2 cm altından yapılmıştır.

### **3.5.YO-YO ARALIKLI TOPARLANMA SEVİYE 1 TESTİ (Yo-Yo)**

Futbol müsabakasının koşu-hareket analizlerine benzeyen Yo-Yo aralıklı toparlanma testi, antrenmanların başlamasından önce katılımcıların indirekt olarak VO<sub>2maks</sub>'lerini belirlemek için yapılmıştır. Katılımcılar, 10 km/sa hızla başlayan ve test protokolünün ön gördüğü şekilde gittikçe artan hızlarda 2 x 20 m'lik mekik koşusunu, 2 x 5 m'lik aktif toparlanma alanında yürüyerek 10 sn dinlenme aralıkları ile futbol sahası üzerinde gerçekleştirmiştir. Katılımcıların test sırasındaki koşu hızları, test düzeneğinin lisanslı CD'sinden bilgisayar aracılığıyla gelen "bip" sesine göre ayarlanmıştır. Katılımcı tükenme noktasına geldiğinde ve/veya ardı ardına iki "bip" sesini kaçırmaması durumunda test sonlandırılmıştır. Test, katılımcıların gösterdiği performansa bağlı olarak 3 ile 15 dk arasında sürmüştür (Krustrup ve ark. 2003). Bu test sırasında performans kriteri olarak kullanılan katedilen mesafe, çalışmada yer alan katılımcıların VO<sub>2maks</sub>'lerini belirlemek için kullanılmıştır (Bangsbo, Iaia ve Krustrup 2008).

Şekil 14. Yo-Yo aralıklı toparlanma seviye 1 testi parkuru



### 3.6.ANAEROBİK EŞİK TESTİ

Bu test, ön hazırlık ve yoğun antrenman periyodunun başlangıcından önce dar alan oyun antrenmanları sırasında katılımcıların bireysel egzersiz şiddetini tespit etmek için yapılmıştır (Castagna ve ark. 2011). Katılımcılar, ısınma egzersizleri sonrasında %1 eğimli olarak hazırlanan koşu bandı üzerinde (Cosmed Treadmill T150, Italy) başlangıç hızı 8 km/sa olan, her aşaması 5 dk süren, aşamalar arası artışın 1 km/sa hızla yapıldığı ve her aşama arasında 1 dk'lık pasif dinlenmenin verildiği bir koşu testine tabi tutulmuştur. Test, katılımcıların kan laktat değeri 4 mmol/L'i geçtiğinde sonlandırılmıştır. Her bir aşama sonunda katılımcıların KAH ölçümleri, her 5 sn'de bir KAH'nı kaydedebilen RS 400 (Polar Vantage NV, Polar Electro Oy, Finland) model saatler ile yapılmıştır. İki aşama arasındaki 1 dk'lık pasif dinlenme aralığında mikrohematokrit tüplerle katılımcıların parmak ucundan alınan kan örnekleri hemen analiz edilmiştir. Bu kan örnekleri, katılımcıların kan laktat konsantrasyonlarını  $\pm 0,01$  mmol/L hata ile ölçen ve ölçüm öncesinde 5 mmol/L laktat standart ile kalibre edilen YSI 1500 Sport Kan Laktat analizöründe (YSI 1500, Yellow Springs Instruments Inc., Ohio, USA) elektro–enzimatik yöntemle analiz edilmiştir. Ekstrapolasyon yöntemi kullanılarak katılımcıların 4 mmol/L laktat eşik hızları (AnEH) ve bu eşikteki kalp atımı değerleri (AnE KA) hesaplanmıştır (Eniseler N, Çolakoğlu M, Turgay F, Altun M 2005).

### 3.7.ANTRENMAN DİZAYNI

Çalışmada yer alan katılımcılara bir futbol sezonu içerisinde gerçekleştirilen 9 haftalık hazırlık dönemi antrenman planı uygulanmıştır. Çalışma boyunca katılımcıların uygulayacağı antrenmanların referans AE ve AnE nabızlarını belirlemek amacıyla 2 haftalık ön hazırlık antrenman döneminin başında ve sonunda

olmak üzere toplamda 2 kere laboratuvar ortamında anaerobik eşik testi yapılmıştır. AnE şiddetinde uygulanacak olan dar alan oyun antrenmanlarının öncesinde 15 dakikalık genel ve futbola özel ısınma egzersizleri yapılmış ve ısınma egzersizlerini takiben 20 dakikalık periyotta belirtilen günlerde core, denge, çabukluk, sürat ve plyometrik antrenmanlar uygulanmıştır. Katılımcılara çalışmanın başlangıcı olan 2 haftalık ön hazırlık antrenman döneminin 1. haftasında AE şiddetinde topsuz koşu, 2. haftasında ise AE şiddetinde dar alan oyun antrenmanları uygulanmıştır. 2 haftalık ön hazırlık antrenman dönemi sonrasındaki 6 haftalık yoğun antrenman dönemi, katılımcılara aşırı yükleme yapılacak şekilde haftalık antrenman hacmi ve sıklığı artırılarak tasarlanmıştır. Azaltım antrenman döneminden önceki son 2 haftada da ise antrenman hacmi ve sıklığına göre ayarlanan antrenman yükleri, katılımcılarda OR durumuna sebep olacak şekilde en yüksek seviyeye getirilerek uygulanmıştır. Yoğun antrenman döneminde katılımcılara haftalık 6 antrenmandan 9 antrenmana kadar artan sayıda anaerobik eşik şiddetinde futbola özel dar alan oyunları uygulanmış ve bu dönemde ortalama antrenman süresi haftada yaklaşık 6 saatten 13 saate kadar arttırılmıştır. 6 haftalık yoğun antrenman döneminden sonra tüm katılımcılara, hızlı üstel azalan antrenman modeli kullanılarak 7 günlük azaltım antrenmanı yaptırılmıştır. 7 günlük azaltım antrenman döneminde ise antrenman yükü, bir önceki haftanın antrenman yükünün sıklığından %44 ve süresinden %60 azaltılarak belirlenmiştir. Tablo 16'da bu çalışmanın antrenman dizaynı ayrıntılı bir şekilde gösterilmektedir.

Tablo 16. Dokuz haftalık antrenman dizaynı

	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
	-----	-----	-----	-----	Yo-Yo Testi	İzin	İzin
<b>1. Hafta</b>							
	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
<b>Sabah</b>	Ölçümler AnE Testi	Aerobik Koşu	Aerobik Koşu	Aerobik Koşu	Aerobik Koşu	İzin	İzin
<b>2. Hafta</b>							
	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
<b>Sabah</b>	Aerobik Oyun Ant	Aerobik Oyun Ant	Aerobik Oyun Ant	Aerobik Oyun Ant	Aerobik Oyun Ant	AnE Testi	İzin
<b>3. Hafta</b>							
	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
<b>Sabah</b>	Oyun Ant	Core Ant Oyun Ant	Çabukluk Ant Oyun Ant	Esneklik Ant Oyun Ant	Denge Ant Oyun Ant	İzin	Hazırlık Maçı
<b>4. Hafta</b>							
	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
<b>Sabah</b>	İzin	Core Ant Oyun Ant	Çabukluk Ant Oyun Ant	Core Ant Oyun Ant	Denge Ant Oyun Ant	Oyun Ant	İzin
<b>Akşam</b>	İzin	İzin	Esneklik Ant Oyun Ant	İzin	Esneklik Ant Oyun Ant	İzin	İzin
<b>5. Hafta</b>							
	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
<b>Sabah</b>	Core Ant Oyun Ant	Çabukluk Ant Oyun Ant	Denge Ant Oyun Ant	İzin	Denge Ant Oyun Ant	Hazırlık Maçı	İzin
<b>Akşam</b>	İzin	İzin	Esneklik Ant Oyun Ant	Core Ant Oyun Ant	İzin	İzin	İzin

6. Hafta							
	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Sabah	Sürat Ant	Oyun Ant	Esneklik Ant	Core Ant	Denge Ant	Hazırlık Maçı	Ölçümler
	Oyun Ant		Oyun Ant	Oyun Ant	Oyun Ant		
Akşam	İzin	Plyometrik Ant Oyun Ant	İzin	Sürat Ant Oyun Ant	İzin	İzin	İzin
7. Hafta							
	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Sabah	Çabukluk Ant	Plyometrik Ant	Denge Ant	Çabukluk Ant	Plyometrik Ant	İzin	Hazırlık Maçı
	Sürat Ant			Sürat Ant			
	Oyun Ant			Oyun Ant			
Akşam	İzin	Esneklik Ant Oyun Ant	İzin	Esneklik Ant Oyun Ant	Oyun Ant	İzin	İzin
8. Hafta							
	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Sabah	İzin	Denge Ant	Core Ant	Esneklik	Denge Ant	Oyun Ant	Hazırlık Maçı
		Oyun Ant	Oyun Ant	Oyun Ant	Oyun Ant		
Akşam	İzin	Çabukluk Ant Oyun Ant	Plyometrik Ant Oyun Ant	Sürat Ant Oyun Ant	İzin	İzin	İzin
9. Hafta (Azaltım Antrenmanları)							
	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Sabah	Ölçümler	İzin	Oyun Ant	Oyun Ant	Oyun Ant	Oyun Ant	Oyun Ant
Akşam	İzin	İzin	İzin	İzin	İzin	İzin	İzin
Son Testler							
	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Sabah	Ölçümler	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Akşam	Hazırlık Maçı	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ant: Antrenman, AnE Testi: Anaerobik Eşik Testi.

### 3.8.DAR ALAN OYUN ANTRENMANI (DAOA)

Katılımcılara, 6 haftalık yoğun ve 1 haftalık azaltım antrenman dönemi boyunca laboratuvarında anaerobik eşik testiyle bireysel olarak belirlenen anaerobik eşik nabızlarda ( $\pm 5$  KA/dk) dar alan oyun metoduyla anaerobik eşik antrenmanları uygulanmıştır (Reilly T. ve White C. 2005; Reilly 2005). Antrenman metodu olarak uygulanan dar alan oyunlarında saha boyutu ve oyuncu sayısı tablo 17’de gösterildiği gibi Rampinini ve arkadaşlarının (2007) (Ermanno Rampinini ve ark. 2007) yaptığı çalışmaya göre belirlenmiştir. Buna göre çalışmada kullanılan dar alan oyunlarında oyuncu sayısı ve saha boyutu, yoğun antrenman döneminin ilk 4 haftası 36 x 48 metrelik alanda 6 x 6, antrenman programının geri kalan döneminde ise 30 x 42 metrelik alanda 5 x 5 oyuncuyla oynanacak şekilde dizayn edilmiştir.

**Tablo 17. Dar alan oyunlarında kullanılan saha boyutları ve oyuncu sayıları**

Oyuncu Sayısı	Saha Boyutu
5 x 5 dar alan oyunu	30 x 42 m
6 x 6 dar alan oyunu	36 x 48 m

Yoğun ve azaltım antrenman dönemleri süresince 6 x 6 ve 5 x 5 olarak oynatılan dar alan oyunlarının her bir haftadaki set sayısı, her bir setteki yüklenme ve setler arasındaki dinlenme süreleri sırasıyla tablo 18 ve tablo 19’da gösterildiği gibi Bompa'nın (1999) (Bompa TO. 1999) çalışmasından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 18. Altı Haftalık Antrenman Dönemi Boyunca Oynatılan Dar Alan Oyunlarının Set Sayıları, Set Süreleri, Setler Arası Dinlenme Süreleri ve Haftalık Antrenman Sayısı**

Haftalar	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta
<b>Tek Antrenman</b>	3 x 5 dk	5 x 5 dk	5 x 6 dk	5 x 6 dk	5 x 7 dk	5 x 7 dk
<b>Çift Antrenman</b>	-----	5 x 5 dk	5 x 5 dk	5 x 6 dk	5 x 6.30 dk	5 x 7 dk
<b>Setler Arası Dinlenme</b>	3 dk	3 dk	3 dk	3 dk	3 dk	3 dk
<b>Antrenman Sayısı</b>	6	7	7	8	9	9

**Tablo 19. Bir haftalık azaltım antrenman dönemi boyunca oynatılan dar alan oyunlarının set sayıları, set süreleri ve setler arası dinlenme süreleri**

<b>Azaltım Antrenman Haftası</b>	<b>1.Gün</b>	<b>2.Gün</b>	<b>3.Gün</b>	<b>4.Gün</b>	<b>5.Gün</b>
<b>Tek Antrenman</b>	4 x 5,30 dk	4 x 5,15 dk	4 x 4,30 dk	4 x 4 dk	4 x 3,30 dk
<b>Setler Arası Dinlenme</b>	3 dk	3 dk	3 dk	3 dk	3 dk

Çalışma süresince dar alan oyunları; kalecisiz, adam markajı ve topa sürekli baskı yapılarak topu kazanma ve kaybetme şeklinde kural değişiklikleri ilavesiyle oynatılmıştır. Ayrıca her bir oyun süresince sporcuların antrenmana olan katılımını ve antrenman şiddetini arttırmak amacıyla antrenör tarafından görsel ve sözel işaretlerle dışsal motivasyon sağlanmıştır. Oyunlar süresince, top oyun alanının dışına çıktığı zaman oyunun hemen başlaması için oyun alanının çevresine yedek toplar yerleştirilmiş ve oyun, topun oyundan çıktığı yerden başlatılmıştır.

Dar alan oyunları süresince katılımcıların kalp atım yanıtları, çoklu kalp atım gözlem sistemi (ActivioFitnessSystem, Nordenflychtsvagen 66, SE-112 51 Stockholm-Sweden) yardımıyla yapılan antrenmana eş zamanlı olarak saha kenarında monitörden takip edilmiş ve katılımcıların kalp atım yanıtları AnE kalp atım değerinin ( $\pm 5$  KA/dk) dışına çıktığında katılımcılar ikaz edilerek hedeflenen aralığa dönülmesi sağlanılmıştır. Aynı zamanda tüm antrenmanlar saha kenarından dijital video kamerayla (Sony Handy Cam, HDR-CX 130 E, Sony New Zealand) kayıt altına alınmıştır.

### **3.9.ANTRENMAN YÜKÜNÜN HESAPLANMASI VE UYGULANMASI**

#### **3.9.1.Hissedilen Yorgunluk Düzeyi (RPE)**

Hissedilen yorgunluk düzeyi skoru, her bir antrenmandan sonra 10'luk Borg skalası kullanılarak 30 dakika içerisinde toplanmıştır (Borg, Hassmén, and Lagerström 1987; Impellizzeri ve ark. 2004). Her bir sporcuya antrenman süresi boyunca fizyolojik yükün subjektif değerlendirmesinin kaydı için "Antrenman boyunca hissettiğin yorgunluk nedir ?" sorusu sorulmuştur (Impellizzeri ve ark. 2004). Antrenman yükü, tablo 20'de gösterildiği gibi dakika cinsinden antrenman

süresinin Borg skalası kullanılarak elde edilen hissedilen yorgunluk düzeyi skoruyla çarpılması sonucunda hesaplanmıştır (Foster, Florhaug ve ark. 2001; Impellizzeri ve ark. 2004). Haftalık antrenman yükleri, günlük antrenmanlar boyunca elde edilen antrenman yüklerinin toplamı kullanılarak belirlenmiştir (Impellizzeri ve ark. 2004). 7 haftalık antrenman periyodu boyunca hissedilen yorgunluk düzeyine göre hesaplanan haftalık antrenman yükleri, ortalama ve standart sapmalar hesaplanarak analiz edilmiştir.

**Tablo 20. RPE metodunun örnek hesaplanması**

---

Antrenman Süresi = 90 dakika
Hissedilen Yorgunluk = 5 (Zor)
Antrenman Yüğü = Antrenman Süresi x Hissedilen Yorgunluk
Antrenman Yüğü = 90 x 5 = 450

---

### **3.9.2.Edwards TRIMP**

Kalp atımına dayalı bir metot olan  $TRIMP_{ED}$  kullanılarak antrenman yükü, maksimal kalp atımına bağı olarak %10 aralıklarla tasarlanmış 5 bölgede ayrı ayrı geçirilen dakika cinsinden sürenin her bölgeye karşılık gelen ilgili katsayıyla çarpılması sonucunda hesaplanmıştır (Edwards 1993) (Tablo 21). Tüm antrenmanlar boyunca her bir katılımcının kalp atım verileri, bireysel olarak kodlanmış olan kalp atım takip cihazıyla (RS 400 Polar Finland) her beş saniyede bir kayıt altına alınmıştır. Her bir antrenmanda kalp atım takip cihazı ile elde edilen veriler, Polar Trainer 5 programı ile bilgisayara aktarılmış ve Microsoft Office 2007 Excel üzerinde işlenmiştir. Kalp atımına dayalı yöntemle hesaplanan haftalık antrenman yükleri, günlük antrenmanlarda elde edilen antrenman yüklerinin toplamı kullanılarak belirlenmiştir (Impellizzeri ve ark. 2004). Antrenman periyodu boyunca kalp atımına dayalı olarak hesaplanan haftalık antrenman yükleri, ortalama ve standart sapmalar hesap edilerek analiz edilmiştir.



**Tablo 21. TRIMP<sub>ED</sub> metodunun örnek hesaplanması**

$$\text{TRIMP}_{\text{ED}} = (t_1 \times 1) + (t_2 \times 2) + (t_3 \times 3) + (t_4 \times 4) + (t_5 \times 5)$$

$t_{(1-5)}$  = Zon 1-5'te geçirilen zaman

### 3.10.KAN ALIMI

Katılımcılardan çalışma boyunca farklı günlerde toplamda 4 kez olmak üzere sabah 07:00-09:00 arası açlık venöz kan örnekleri alınmıştır. Kan örnekleri, 20-23°C sabit sıcaklıktaki sessiz bir laboratuvar ortamında uzman bir hemşire tarafından alınmış ve katılımcılara kan alımından 24 saat öncesinde kahve, çay, kola ve alkol içmemeleri söylenmiştir. Tüm kan örnekleri katılımcılar, 15 dk dinlendirildikten sonra oturur pozisyonda iken ön koldan toplamda 22 mL olacak şekilde alınmıştır. İlk kan örnekleri 9 haftalık antrenman programının başında, ikinci kan örnekleri yoğun antrenman döneminde antrenman yükünün en yüksek olduğu dönemin başlangıcı olan 7. hafta başlamadan önce, üçüncü kan örnekleri yoğun antrenman döneminin bitimi olan 8. hafta sonrasında ve son kan örnekleri ise 1 haftalık azaltım antrenman dönemi sonrasında alınmıştır.

### 3.11.BİYOKİMYASAL ANALİZLER

Katılımcılardan alınan kan örneklerinin serum ve plazmaları, 30 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra 2000 g'de 15 dk boyunca santrifüjlenerek serumları ayrılmıştır. Katılımcıların genel sağlık durumları hakkında bilgi veren hematolojik parametreler (hemogram), kan alımının yapıldığı gün 3-4 saat içerisinde çalışılmış ve diğer ölçümü yapılacak olan kreatin kinaz, total testosteron ve kortizolün serum numuneleri toplu olarak analizleri yapılmaya kadar derin dondurucuda (-80 °C) saklanmıştır.

- Hematolojik parametreler (hemogram), Beckman Coulter LH 780 Analyzer kan sayım cihazında analiz edilmiştir.

- Serum örneklerinde kreatin kinaz düzeyi, otoanalizörde (Siemens Advia 1800, Dublin, İrlanda) orijinal reaktifler ile IFCC referans (modifiye Szasz) yöntemi ile analiz edilmiştir.
- Serum örneklerinde kortizol düzeyi, analizörde (Siemens Centaur XP, Dublin, İrlanda) orijinal reaktifler ile kemilüminesans immünoanaliz yöntemi ile analiz edilmiştir.
- Serum örneklerinde total testosteron düzeyi, analizörde (Siemens Centaur XP, Dublin, İrlanda) orijinal reaktifler ile kemilüminesans immünoanaliz yöntemi ile analiz edilmiştir.

### 3.12.İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi, SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle analizi yapılan verilerin ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Verilerin istatistiksel analizinde güven aralığı %95 olarak seçilmiş ve  $p<0,05$ 'in altındaki değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Tüm istatistiksel işlemler öncesinde verilerin, normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Bu test sonucunda elde edilen verilere göre grupların normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

Normal dağılım gösteren verilerin tekrarlayan ölçümleri arasındaki farklılıkların incelenmesinde tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) kullanılmıştır. Tekrarlayan ölçümler arasındaki farkın hangi ölçüm yada ölçümlerden kaynaklandığının tespiti için ise çoklu karşılaştırmalar LSD Düzeltme Testiyle (Least Significant Difference) yapılmıştır. Ölçümlerin küresellik varsayımı Mauchly testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Mauchly testine göre küresellik varsayımı sağlayan ölçümlerde ( $p>0,05$ ) Sphericity Assumed kullanılırken küresellik varsayımının sağlanmadığı ölçümlerde ise ( $p<0,05$ ) Greenhouse-Geisser düzeltme faktörü küresellik varsayımı için kullanılmıştır. Etki büyüklüğü istatistikleri, partial eta kare ile ( $\eta_p^2$ ) SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programıyla hesaplanarak bulunmuştur. Elde edilen verilerin etki büyüklükleri, Cohen (1988) (Jacob Cohen 1988) tarafından yapılan çalışmaya göre sırasıyla 0,2-0,5 arası düşük, 0,5-0,8 arası orta ve  $>0,8$  üstü yüksek düzey olacak şekilde belirlenmiştir.

### **3.13.ETİK KURUL**

Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı, Bilimsel Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı 13/02/2015 tarihindeki toplantısında "Futbolda aşırı yükleme antrenmanları ve azaltım antrenmanları sonrası biyokimyasal değişikliklerin incelenmesi" isimli çalışmamızın gerçekleştirilmesine uygun olduğuna karar vermiş olup 20478486-89 nolu 25/02/2015 tarihli resmi yazı ile tarafımıza bildirmiştir.



## 4.BULGULAR

Futbolda aşırı yükleme ve azaltım antrenmanlarının biyokimyasal değişikliklere olan etkisinin incelendiği bu çalışmanın başlangıcında amatör lig seviyesindeki 25 sağlıklı erkek sporcu katılımcı olarak yer almıştır. Bununla beraber dokuz haftalık antrenman periyodu boyunca antrenman sürecinin aksatılması, sakatlık ve kendi isteğiyle bırakma gibi sebeplerden dolayı bu çalışmanın sonuçlarına ilişkin istatistiksel analizler 15 sporcu üzerinden yapılmıştır. Bu bölümde, 15 sporcu üzerinden çalışma süresince gerçekleştirilen fiziksel ve fizyolojik parametrelerin, hesaplanan antrenman yüklerinin ve belirtilen günlerde biyokimyasal analizler için alınan kan örneklerinin ölçümlerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

**Tablo 22. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman dönemi süresince vücut ağırlığında saptanan değişiklikler**

Sphericity Assumed			
N	F	p	$\eta_p^2$
15	29,275	0,000*	0,676

Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA)		
Ö.H.A.D.Ö. (1)	Y.A.D.S. (2)	A.A.D.S. (3)
73,38±4,77	72,22±4,62	71,54±4,61

Ölçümler Arası Farkların Anlamlılık Düzeyleri		
1-2	1-3	2-3
0,000*	0,000*	0,005*

\* $p < 0,05$ ,  $\eta_p^2$ : Etki Büyüklüğü

Ö.H.A.D.Ö. : Ön Hazırlık Antrenman Dönemi Öncesi (Çalışma Öncesi)

Y.A.D.S. : Yoğun Antrenman Dönemi Sonrası

A.A.D.S. : Azaltım Antrenman Dönemi Sonrası

Tablo 22 Ö.H.A.D.Ö., Y.A.D.S. ve A.A.D.S. vücut ağırlığındaki değişiklikleri göstermektedir. Analizler, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) istatistik yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Vücut ağırlığı değerleri için yapılan küresellik varsayımı Mauchly testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Vücut ağırlığı değerlerinin Mauchly testine göre küresellik varsayımı gösterdiği belirlenmiştir ( $p=0,374$  ;  $p > 0,05$ ). Bu yüzden Sphericity Assumed küresellik varsayımı için kullanılmıştır [ $F(2,28) = 29,275$  ; ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ )]. Hesaplanan etki büyüklüğü ölçümler arasındaki farkın orta düzeyde olduğunu göstermiştir ( $\eta_p^2 = 0,676$ ). Yapılan analizler sonucunda vücut ağırlığı değerlerinin tüm ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 23. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman dönemi süresince vücut yağ yüzdesinde saptanan değişiklikler**

Greenhouse-Geisser			
N	F	p	$\eta_p^2$
15	49,406	0,000*	0,779

Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA)		
Ö.H.A.D.Ö. (1)	Y.A.D.S. (2)	A.A.D.S. (3)
14,88±2,19	12,87±2,01	12,75±1,99

Ölçümler Arası Farkların Anlamlılık Düzeyleri		
1-2	1-3	2-3
0,000*	0,000*	0,002*

\* $p < 0,05$ ,  $\eta_p^2$ : Etki Büyüklüğü

Ö.H.A.D.Ö. : Ön Hazırlık Antrenman Dönemi Öncesi (Çalışma Öncesi)

Y.A.D.S. : Yoğun Antrenman Dönemi Sonrası

A.A.D.S. : Azaltım Antrenman Dönemi Sonrası

Tablo 23 Ö.H.A.D.Ö., Y.A.D.S. ve A.A.D.S. vücut yağ yüzdesindeki değişiklikleri göstermektedir. Analizler, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) istatistik yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Vücut yağ yüzdesi değerleri için yapılan küresellik varsayımı Mauchly testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Vücut yağ yüzdesi değerlerinin Mauchly testine göre küresellik varsayımı göstermediği belirlenmiştir ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ ). Bu yüzden Greenhouse-Geisser düzeltme faktörü küresellik varsayımı için kullanılmıştır [ $F(1,01 ; 14,17) = 49,406$ , ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ )]. Hesaplanan etki büyüklüğü ölçümler arasındaki farkın orta düzeyde olduğunu göstermiştir ( $\eta_p^2 = 0,779$ ). Yapılan analizler sonucunda vücut yağ yüzdesi değerlerinin tüm ölçüm ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 24. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman dönemi süresince hemogloblin düzeyindeki değişiklikler**

Greenhouse-Geisser					
N	F	p	$\eta_p^2$		
15	29,308	0,000*	0,677		

Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA)					
Ö.H.A.D.Ö. (1)	OR D.B. (2)	Y.A.D.S. (3)	A.A.D.S. (4)		
19,34±2,76	14,96±0,95	14,84±0,78	15,47±0,84		

Ölçümler Arası Farkların Anlamlılık Düzeyleri					
1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
0,000*	0,000*	0,000*	0,712	0,084	0,008*

\* $p < 0,05$ ,  $\eta_p^2$ : Etki Büyüklüğü

Ö.H.A.D.Ö. : Ön Hazırlık Antrenman Dönemi Öncesi (Çalışma Öncesi)

OR D.B. : Overreaching Dönemi Başlangıcı

Y.A.D.S. : Yoğun Antrenman Dönemi Sonrası

A.A.D.S. : Azaltım Antrenman Dönemi Sonrası

Tablo 24 Ö.H.A.D.Ö., OR D.B., Y.A.D.S. ve A.A.D.S. hemogloblin düzeyindeki değişiklikleri göstermektedir. Analizler, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) istatistik yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Hemogloblin değerleri için yapılan küresellik varsayımı Mauchly testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Hemogloblin değerlerinin Mauchly testine göre küresellik varsayımı göstermediği belirlenmiştir ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ ). Bu yüzden Greenhouse-Geisser düzeltme faktörü küresellik varsayımı için kullanılmıştır [ $F(1,33 ; 18,74) = 29,308$ , ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ )]. Hesaplanan etki büyüklüğü ölçümler arasındaki farkın orta düzeyde olduğunu göstermiştir ( $\eta_p^2 = 0,677$ ). Yapılan analizler sonucunda hemogloblin değerlerinden sırasıyla OR D.B. ile Y.A.D.S.'daki ve OR D.B. ile A.A.D.S.'daki ölçümlerin ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir ( $p=0,712$  ;  $p > 0,05$ ), ( $p=0,084$  ;  $p > 0,05$ ). Diğer ölçümlerde ise hemogloblin değerlerinin ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 25. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman süresince hematokrit değerindeki değişiklikler**

Greenhouse-Geisser					
N	F	p	$\eta_p^2$		
15	26,732	0,000*	0,656		

Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA)					
Ö.H.A.D.Ö. (1)	OR D.B. (2)	Y.A.D.S. (3)	A.A.D.S. (4)		
57,60±8,34	44,97±2,76	44,72±2,51	46,86±2,26		

Ölçümler Arası Farkların Anlamlılık Düzeyleri					
1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
0,000*	0,000*	0,000*	0,772	0,017*	0,005*

\* $p < 0,05$ ,  $\eta_p^2$ : Etki Büyüklüğü

Ö.H.A.D.Ö. : Ön Hazırlık Antrenman Dönemi Öncesi (Çalışma Öncesi)

OR D.B. : Overreaching Dönemi Başlangıcı

Y.A.D.S. : Yoğun Antrenman Dönemi Sonrası

A.A.D.S. : Azaltım Antrenman Dönemi Sonrası

Tablo 25 Ö.H.D.Ö., OR D.B., Y.A.D.S. ve A.A.D.S. hematokrit düzeyindeki değişiklikleri göstermektedir. Analizler, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) istatistik yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Hematokrit değerleri için yapılan küresellik varsayımı Mauchly testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Hematokrit değerlerinin Mauchly testine göre küresellik varsayımı göstermediği belirlenmiştir ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ ). Bu yüzden Greenhouse-Geisser düzeltme faktörü küresellik varsayımı için kullanılmıştır [ $F(1,29 ; 18,10) = 26,732$ , ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ )]. Hesaplanan etki büyüklüğü ölçümler arasındaki farkın orta düzeyde olduğunu göstermiştir ( $\eta_p^2 = 0,656$ ). Yapılan analizler sonucunda hematokrit değerlerinden sadece OR D.B. ile Y.A.D.S.'daki ölçümlerin ortalamaları arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p=0,772$  ;  $p > 0,05$ ). Diğer ölçümlerde ise hematokrit değerlerinin ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).



**Tablo 26. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman dönemi süresince serum CK aktivitesindeki değişiklikler**

Greenhouse-Geisser			
N	F	p	$\eta_p^2$
15	17,205	0,000*	0,551

Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA)			
Ö.H.A.D.Ö. (1)	OR D.B. (2)	Y.A.D.S. (3)	A.A.D.S. (4)
238,80±94,40	407,73±187,18	402,33±208,83	136,13±34,06

Ölçümler Arası Farkların Anlamlılık Düzeyleri					
1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
0,004*	0,011*	0,000*	0,878	0,000*	0,000*

\* $p < 0,05$ ,  $\eta_p^2$ : Etki Büyüklüğü

Ö.H.A.D.Ö. : Ön Hazırlık Antrenman Dönemi Öncesi (Çalışma Öncesi)

OR D.B. : Overreaching Dönemi Başlangıcı

Y.A.D.S. : Yoğun Antrenman Dönemi Sonrası

A.A.D.S. : Azaltım Antrenman Dönemi Sonrası

Tablo 26 Ö.H.A.D.Ö., OR D.B., Y.A.D.S. ve A.A.D.S. serum CK aktivitesindeki değişiklikleri göstermektedir. Analizler, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) istatistik yöntemi kullanılarak yapılmıştır. CK değerleri için yapılan küresellik varsayımı Mauchly testi kullanılarak değerlendirilmiştir. CK değerlerinin Mauchly testine göre küresellik varsayımı göstermediği belirlenmiştir ( $p=0,008$  ;  $p < 0,05$ ). Bu yüzden Greenhouse-Geisser düzeltme faktörü küresellik varsayımı için kullanılmıştır [ $F(1,71 ; 24,07) = 17,205$ , ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ )]. Hesaplanan etki büyüklüğü ölçümler arasındaki farkın orta düzeyde olduğunu göstermiştir ( $\eta_p^2 = 0,551$ ). Yapılan analizler sonucunda CK aktivite değerlerinden sadece OR D.B. ile Y.A.D.S.'daki ölçümlerin ortalamaları arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p=0,878$  ;  $p > 0,05$ ). Diğer ölçümlerde ise CK aktivite değerlerinin ortalamaları arasında anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 27. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman süresince kortizol düzeyindeki değişiklikler**

Sphericity Assumed			
N	F	p	$\eta_p^2$
15	5,128	0,004*	0,268

Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA)			
Ö.H.A.D.Ö. (1)	OR D.B. (2)	Y.A.D.S. (3)	A.A.D.S. (4)
16,18±4,32	18,67±3,80	17,77±5,64	14,36±3,38

Ölçümler Arası Farkların Anlamlılık Düzeyleri					
1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
0,031*	0,186	0,159	0,350	0,002*	0,043*

\* $p < 0,05$ ,  $\eta_p^2$ : Etki Büyüklüğü

Ö.H.A.D.Ö. : Ön Hazırlık Antrenman Dönemi Öncesi (Çalışma Öncesi)

OR D.B. : Overreaching Dönemi Başlangıcı

Y.A.D.S. : Yoğun Antrenman Dönemi Sonrası

A.A.D.S. : Azaltım Antrenman Dönemi Sonrası

Tablo 27 Ö.H.A.D.Ö., OR D.B., Y.A.D.S. ve A.A.D.S. kortizol düzeyindeki değişiklikleri göstermektedir. Analizler, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) istatistik yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Kortizol değerleri için yapılan küresellik varsayımı Mauchly testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Kortizol değerlerinin Mauchly testine göre küresellik varsayımı gösterdiği belirlenmiştir ( $p=0,353$  ;  $p > 0,05$ ). Bu yüzden Sphericity Assumed, küresellik varsayımı için kullanılmıştır [ $F(3, 42) = 5,128$ , ( $p=0,004$  ;  $p < 0,05$ )]. Hesaplanan etki büyüklüğü ölçümler arasındaki farkın düşük düzeyde olduğunu göstermiştir ( $\eta_p^2 = 0,268$ ). Yapılan analizler sonucunda Ö.H.A.D.Ö. ve OR D.B.'daki ölçümlerde tespit edilen kortizol ortalama değerleri arasında anlamlı farklılık görülmüştür ( $p=0,031$  ;  $p < 0,05$ ). Benzer şekilde OR D.B. ve A.A.D.S.'daki ölçümlerde gözlenen kortizol ortalama değerleri arasında da anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p=0,002$  ;  $p < 0,05$ ). Kortizol ortalama değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilen diğer ölçümler, Y.A.D.S. ve A.A.D.S.'dır ( $p=0,043$  ;  $p < 0,05$ ). Diğer ölçümlerde ise ortalama kortizol değerleri arasında anlamlı farklılıklar olmadığı görülmüştür ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 28. Antrenman dönemi öncesi ve antrenman dönemi süresince total testosteron düzeyindeki değişiklikler**

Sphericity Assumed			
N	F	p	$\eta_p^2$
15	3,481	0,024*	0,199

Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA)			
Ö.H.A.D.Ö. (1)	OR D.B. (2)	Y.A.D.S. (3)	A.A.D.S. (4)
494,17±116,21	487,28±97,63	419,05±133,89	503,39±125,67

Ölçümler Arası Farkların Anlamlılık Düzeyleri					
1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
0,781	0,002*	0,796	0,025*	0,631	0,024*

\* $p < 0,05$ ,  $\eta_p^2$ : Etki Büyüklüğü

Ö.H.A.D.Ö. : Ön Hazırlık Antrenman Dönemi Öncesi (Çalışma Öncesi)

OR D.B. : Overreaching Dönemi Başlangıcı

Y.A.D.S. : Yoğun Antrenman Dönemi Sonrası

A.A.D.S. : Azaltım Antrenman Dönemi Sonrası

Tablo 28 Ö.H.A.D.Ö., OR D.B., Y.A.D.S. ve A.A.D.S. total testosteron düzeyindeki değişiklikleri göstermektedir. Analizler, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) istatistik yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Total testosteron değerleri için yapılan küresellik varsayımı Mauchly testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Total testosteron değerlerinin Mauchly testine göre küresellik varsayımı gösterdiği belirlenmiştir ( $p=0,292$  ;  $p>0,05$ ). Bu yüzden Sphericity Assumed küresellik varsayımı için kullanılmıştır [ $F(3, 42) = 3,481$ , ( $p=0,024$  ;  $p<0,05$ )]. Hesaplanan etki büyüklüğü ölçümler arasındaki farkın düşük düzeyde olduğunu göstermiştir ( $\eta_p^2=0,199$ ). Yapılan analizler sonucunda Ö.H.A.D.Ö. ve Y.A.D.S.'daki ölçümlerde tespit edilen total testosteron ortalama değerleri arasında anlamlı farklılık görülmüştür ( $p=0,002$  ;  $p<0,05$ ). Benzer şekilde OR D.B. ve Y.A.D.S.'daki ölçümlerde gözlenen total testosteron ortalama değerleri arasında da anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p=0,025$  ;  $p<0,05$ ). Total testosteron ortalama değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilen diğer ölçümler, OR D.B. ve A.A.D.S.'dır ( $p=0,024$  ;  $p<0,05$ ). Diğer ölçümlerde ise ortalama total testosteron değerleri arasında anlamlı farklılıklar olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ).

**Tablo 29. RPE metoduna göre 9 haftalık antrenman yükü dağılımı**

Greenhouse-Geisser									
N		F		p		$\eta_p^2$			
15		517,467		0,000*		0,974			
Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA)									
1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta	7. Hafta	8. Hafta	9. Hafta	
Adaptasyon Dönemi		927,6±80,2	1749,5±152,8	2204,6±302,3	2318,2±236,5	2950,8±200,6	3326,2±230,6	1199,2±53,9	
Takip Eden Haftalar Arasındaki RPE A.Y. Anlamlılık Düzeyi									
3-4		4-5		5-6		6-7		7-8	8-9
0,000*		0,000*		0,039*		0,000*		0,000*	0,000*

\* $p < 0,05$ ,  $\eta_p^2$ : Etki Büyüklüğü, RPE A.Y. : Hissedilen Yorgunluk Düzeyi Antrenman Yükü

Tablo 29 RPE metoduna göre 9 haftalık antrenman yükü dağılımındaki değişiklikleri göstermektedir. Analizler, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) istatistik yöntemi kullanılarak yapılmıştır. RPE A.Y. değerleri için yapılan küresellik varsayımı Mauchly testi kullanılarak değerlendirilmiştir. RPE A.Y. değerlerinin Mauchly testine göre küresellik varsayımı göstermediği belirlenmiştir ( $p=0,003$  ;  $p < 0,05$ ). Bu yüzden Greenhouse-Geisser, küresellik varsayımı için kullanılmıştır [ $F(3,083 ; 43,168) = 517,467$ , ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ )]. Hesaplanan etki büyüklüğü ölçümler arasındaki farkın yüksek düzeyde olduğunu göstermiştir ( $\eta_p^2 = 0,974$ ). Yapılan analizler sonucunda birbirini takip eden haftalarda RPE A.Y.'ne göre hesaplanan ortalama değerler arasında anlamlı farklılıklar görülmüştür ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 30. TRIMP<sub>ED</sub> metoduna göre 9 haftalık antrenman yükü dağılımı**

Greenhouse-Geisser									
N		F		p		$\eta_p^2$			
15		439,235		0,000*		0,969			
Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA)									
1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta	7. Hafta	8. Hafta	9. Hafta	
Adaptasyon Dönemi		1160,4±102,8	1463,0±139,9	1745,9±177,6	1901,7±204,7	2069,0±239,6	2242,3±196,4	833,3±76,2	
Takip Eden Haftalar Arasındaki TRIMP <sub>ED</sub> A.Y. Anlamlılık Düzeyi									
3-4		4-5		5-6		6-7		7-8	8-9
0,000*		0,000*		0,000*		0,000*		0,000*	0,000*

\* $p < 0,05$ ,  $\eta_p^2$ : Etki Büyüklüğü, TRIMP<sub>ED</sub> A.Y.: Edwards TRIMP Antrenman Yükü

Tablo 30 TRIMP<sub>ED</sub> metoduna göre 9 haftalık antrenman yükü dağılımındaki değişiklikleri göstermektedir. Analizler, tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (Repeated Measures ANOVA) istatistik yöntemi kullanılarak yapılmıştır. TRIMP<sub>ED</sub> A.Y. değerleri için yapılan küresellik varsayımı Mauchly testi kullanılarak değerlendirilmiştir. TRIMP<sub>ED</sub> A.Y. değerlerinin Mauchly testine göre küresellik varsayımı göstermediği belirlenmiştir ( $p=0,01$ ;  $p < 0,05$ ). Bu yüzden Greenhouse-Geisser, küresellik varsayımı için kullanılmıştır [ $F(3,036 ; 42,498) = 439,235$  ; ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ )]. Hesaplanan etki büyüklüğü ölçümler arasındaki farkın yüksek düzeyde olduğunu göstermiştir ( $\eta^2 = 0,969$ ). Yapılan analizler sonucunda birbirini takip eden haftalarda TRIMP<sub>ED</sub> A.Y.'ne göre hesaplanan ortalama değerler arasında anlamlı farklılıklar görülmüştür ( $p < 0,05$ ).

## 5.TARTIŞMA

Bu çalışmada 2 haftalık ön hazırlık antrenman, 6 haftalık aşırı yüklemenin yapıldığı yoğun antrenman ve 1 haftalık azaltım antrenman döneminin uygulandığı antrenman dizaynı doğrultusunda birtakım fiziksel, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler analiz edilmiştir. Bu çalışmadaki biyokimyasal ölçümler; hemoglobin, hematokrit, kreatin kinaz, kortizol ve total testostreon ile sınırlı tutulmuştur. Aynı zamanda bireysel spor branşlarında azaltım antrenmanları üzerine çalışmalar yapılmış olmasına rağmen dünyada futbolda azaltım antrenmanları üzerine biyokimyasal parametrelerin incelendiği ilk çalışma niteliğindedir.

Bu bölümde çalışma dizaynında kullanılan DAOA, kullanılan antrenman yükleri, azaltım antrenman metotları ve çalışma sonucunda elde edilen biyokimyasal ölçüm, fiziksel ve fizyolojik parametrelerin sonuçları tartışılmıştır. Elde edilen bulgular, 1 haftalık hızlı üstel azalan azaltım antrenmanının süper kompenzasyonla sonuçlandığı ortaya koymuştur.

### 5.1.VÜCUT AĞIRLIĞI ÖLÇÜMLERİ

Bu çalışmada yer alan katılımcıların vücut ağırlığı ortalaması antrenmanlar öncesinde  $74,05 \pm 4,86$  kg, yoğun antrenman dönemi sonunda  $72,22 \pm 4,62$  kg ve azaltım antrenmanları sonrasında ise  $71,54 \pm 4,61$  kg olarak saptanmıştır (Tablo 22). Bu çalışmada vücut ağırlığı ortalamasının antrenman öncesindeki ölçüm değerleriyle yoğun ve azaltım antrenmanlarının sonunda yapılan ölçümler arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ayrıca yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçümle azaltım antrenmanlarının sonunda yapılan ölçüm arasında da istatistiksel olarak karşılaştırıldığında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Katılımcıların 6 haftalık yoğun antrenman dönemi sonunda vücut ağırlığı ortalamalarındaki azalmanın başlıca nedeni anaerobik eşikte uygulanan aerobik antrenmanların etkisi ve sezon öncesi uygulanan antrenman yüklerinin yarattığı artmış enerji talepleri olarak gösterilebilir (A. J. Coutts, Reaburn ve ark. 2007). Azaltım antrenmanları döneminde ise azalmış antrenman hacmi ve sıklığı ve sabit kalori alımının

sporcuların vücut ağırlığı ortalamalarında az bir artışa sebep olabileceği ileri sürülürken (Wilson ve Wilson 2008) yaptığımız çalışma süresince katılımcıların azaltım antrenman dönemi sonrası vücut ağırlığı ortalamalarında anlamlı bir düşüş saptanmıştır. Katılımcıların beslenme durumları, kalori hesaplanması yapılarak denetlenmediği için azaltım antrenmanı sonrası vücut ağırlığındaki düşüş hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle azaltım antrenmanlarının vücut ağırlığı üzerine etkileri konusunda yorum yapılması doğru bulunmamaktadır. Literatürde azaltım antrenmanları ile ilgili yapılan çalışmalarda, azaltım antrenmanları sonrasında ölçülen vücut ağırlığı değerlerine ilişkin farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bu çalışmaların birinde Margaritis ve arkadaşları (2003) (Margaritis ve ark. 2003), 20 erkek triatloncuda 4 haftalık yoğun antrenman dönemini takiben 2 haftalık azaltım antrenmanı sonrasında sporcuların vücut ağırlığında değişiklik olmadığını bildirmiştir. Başka bir çalışmada ise Coutts ve arkadaşları (2007), (A. J. Coutts, Wallace ve Slattery 2007) 16 erkek triatloncuda 6 haftalık yoğun antrenman dönemini takiben 1 haftalık azaltım antrenmanları sonrasında vücut ağırlığında istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma tespit etmiştir.

## **5.2.VÜCUT YAĞ YÜZDESİ ÖLÇÜMLERİ**

Bu çalışmada yer alan katılımcıların vücut yağ yüzdesi ortalaması antrenmanlar öncesinde  $14,88 \pm 2,19$ , yoğun antrenman dönemi sonunda  $12,87 \pm 2,01$  ve azaltım antrenmanları sonrasında ise  $12,75 \pm 1,99$  olarak saptanmıştır (Tablo 23). Bu çalışmada vücut yağ yüzdesi ortalamasının antrenman öncesindeki ölçümüyle yoğun ve azaltım antrenmanlarının sonunda yapılan ölçümü arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Ayrıca yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçümle azaltım antrenmanlarının sonunda yapılan ölçüm arasında da istatistiksel olarak karşılaştırıldığında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Katılımcıların 6 haftalık yoğun antrenman dönemi sonunda vücut yağ yüzdesi ortalamalarındaki azalmanın başlıca nedeni, anaerobik eşikte uygulanan aerobik antrenmanların sebep olduğu yüksek fiziksel taleplere bağlı olarak artmış enerji sarfiyatı gösterilebilir (A. J. Coutts, Reaburn ve ark. 2007; Halson ve ark. 2002). Çalışmamızın bulgularına benzer şekilde Coutts ve arkadaşları (2007), (A. J. Coutts, Reaburn ve ark. 2007) 9

erkek ragbi ligi oyuncusuyla azaltım antrenmanları üzerine yaptığı çalışmasında da 6 haftalık yüksek şiddetli yoğun antrenman dönemi sonrasında vücut yağ yüzdesinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma tespit edilmiştir. Azaltım antrenman döneminde ise çalışmada yer alan katılımcıların vücut yağ yüzdesi ortalamasında anlamlı bir düşüş saptanmıştır. Ancak sporcuların beslenme durumları kontrol altında tutularak yapılmış olan bir çok çalışma, azaltım antrenman döneminde antrenman sıklığı ve hacmindeki azaltıma bağlı olarak meydana gelen azalmış enerji sarfiyatının vücut yağ yüzdesinde bir artışa sebep olduğunu göstermiştir (Margaritis ve ark. 2003). Yaptığımız çalışmada ise katılımcıların beslenme durumlarının kontrol altında tutulmamasından dolayı azaltım antrenman dönemi sonrasında meydana gelen vücut yağ yüzdesindeki düşüşün azaltım antrenmanlarından kaynaklandığı hakkında yorum yapılması doğru bulunmamaktadır.

### **5.3.DAR ALAN OYUNLARI**

Bu çalışmada 6 haftalık yoğun ve 7 günlük azaltım antrenman döneminin katılımcıların biyokimyasal parametrelerine olan etkilerini incelemek için AnE kalp atım hızında uygulanan antrenmanlarda dar alan oyun metodu kullanılmıştır. Değişen saha boyutu ve oyuncu sayısında oynanan dar alan oyunları, futbolda aerobik dayanıklılık gelişimi için istenilen fizyolojik talepleri karşılaması ve futbola özgü egzersizleri içermesinden dolayı yaptığımız çalışmada aerobik interval koşu antrenmanlarının yerine tercih edilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda birçok araştırmacı futbolda dar alan oyunlarının hem kondisyonel hem de teknik-taktik gelişim için yararlı bir antrenman metodu olduğunu göstermiştir (Jan Hoff ve ark. 2002; Reilly T. ve White C. 2005). Bu çalışmalardan birinde Reilly ve White (2004) (Reilly T. ve White C. 2005), profesyonel akademi futbol oyuncularının kassal güç, çabukluk, beceri, anaerobik kapasite ve maksimal aerobik güç gelişimleri üzerine 6 haftalık aerobik interval koşu antrenmanları ve dar alan oyunlarının etkisini karşılaştırmış ve yapılan performans testleri sonucunda her iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulamamıştır.

Antrenmanlarda kullanılan dar alan oyunları, yoğun antrenman döneminin ilk 4 haftası 36 x 48 m alanda 6 x 6, antrenman programının geri kalan döneminde ise 30 x



42 m alanda 5 x 5 oyuncuyla oynatılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız saha boyutu ve oyuncu sayısı Rampinini ve arkadaşlarının (2007) (Ermanno Rampinini ve ark. 2007) çalışmasında gösterildiği gibi AnE şiddetinin hemen üstündeki kalp atımı değerinde en uygun fizyolojik yanıtları üretmesinden dolayı tercih edilmiştir.

Yaptığımız çalışma süresince dar alan oyunları; kalecisiz, dışsal motivasyonlu ve oyunun oynandığı bölgelerde topa baskı yapılarak oyunun oynanmadığı bölgelerde ise adam markajı kullanılarak dizayn edilmiştir. Dar alan oyunlarının dizaynında kullandığımız kaleci varlığı, dar alan oyunları boyunca gol bölgesinin yakınındaki artmış defansif yerleşimin oyun şiddetinde azalmaya sebep olacağı düşüncesiyle kullanılmamıştır. Casamichana ve arkadaşları da (2011), (Casamichana DG, Castellano Paulis J, Gonzales-Mora'n A, Garcı'a-Cueto H 2011) yaptıkları çalışmada 25 x 32 m saha boyutunda kalecisiz 4 x 4 oyuncudan oluşan dar alan oyununun, kalecili oyuna göre daha yüksek ortalama kalp atım değeri ürettiğini göstermiştir. Antrenörlerin antrenmanlar boyunca sporculara dışsal motivasyon sağlaması, sporcuların antrenmana olan katılımının artmasına ve antrenman şiddetinin korunmasına yardımcı olacağından dolayı tüm antrenmanlar süresince uygulanmıştır. Sampaio ve arkadaşları da (2007), (Sampaio J. Garcia G. Maças V. Ibanez J. Abrantes C. Caixinha P. 2007) 18 x 30 m saha boyutlarında 2 x 2 ve 3 x 3 oyuncudan oluşan dar alan oyunlarında dışsal motivasyonun maksimal kalp atım yüzdesi ve hissedilen yorgunluk düzeyinde anlamlı artışlara sebep olduğunu göstermiştir. Dar alan oyunları süresince topa baskı yapılması, adam markajının kullanılması ve kontrol pas oyunu gibi uygulanan özel kural değişikliklerinin maksimum kalp atım yüzdesinde, kan laktat değerinde ve hissedilen yorgunluk düzeyinde artışlara sebep olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Aroso J., Rebelo N. 2004; Little ve Williams 2006; Sampaio J. Garcia G. Maças V. Ibanez J. Abrantes C. Caixinha P. 2007). Dolayısıyla yaptığımız çalışma süresince yorgunluğa bağlı olarak azalan egzersiz şiddetinin AnE şiddeti düzeyinde kalmasını sağlamak için oynattığımız dar alan oyunlarına bu kural değişiklikleri dahil edilmiştir.

#### 5.4.ANTRENMAN YÜKÜ ÖLÇÜMLERİ

Yaptığımız çalışma boyunca antrenman yükleri katılımcıların antrenmana adaptasyonunu, yorgunluğunu ve OR oluşumunu gözlemek amacıyla ölçülmüştür. Bölüm 5.4 anlatıldığı gibi sporcularda içsel antrenman yükünün ölçülmesini sağlayan bir çok metot bulunmaktadır. Ancak yaptığımız çalışmada 6 haftalık yoğun antrenman ve 7 günlük azaltım antrenman dönemi boyunca günlük antrenman yükleri RPE ve TRIMP<sub>ED</sub> metoduna göre hesaplanmıştır. Yaptığımız çalışma boyunca antrenman yükünün hesaplanması için her iki metodun kullanılmasında  $r=0,75-0,90$  değerindeki korelasyon etkili olmuştur (Impellizzeri ve ark. 2004). Ancak bu metotların kullanılmasındaki en büyük etken içsel antrenman yükünü hesaplayan diğer metotların sınırlılıkları ve yaptığımız çalışmaya olan uyumsuzluklarıdır.

Futbol branşında ortalama kalp atımının kullanılması, antrenman yükünün yanlış ölçülmesine sebep olmaktadır (Dellal ve ark. 2010). Bu yüzden yaptığımız çalışmada antrenman yükünün ölçümünde, intermitten bir branş olan futbolun doğasına uygun olmadığı için ortalama kalp atımını kullanan TRIMP<sub>BAN</sub> metodu kullanılmamıştır. Banister da (1991) (Banister 1991) yaptığı çalışmada bu metodun, hız değişimleri içermeyen sabit kalp atımında egzersizlerin olduğu dayanıklılık tarzı spor branşları için daha uygun bir metot olduğunu bildirmiştir. Bir diğer içsel antrenman yükü hesaplama metodu olan TRIMP<sub>LUCIA</sub> metodunda ise aynı zon aralığındaki farklı kalp atımı değerlerinde yapılan egzersizlere benzer katsayı verilmesi Denadai ve arkadaşlarının (2006) (Denadai ve ark. 2006) yaptığı çalışmada da gösterildiği gibi farklı antrenman adaptasyonlarına sebep olduğu için çalışmamız boyunca kullanılmamıştır. Antrenmanlara bağlı olarak performans gelişiminden dolayı  $y_i$  ağırlıklı katsayısının yeniden hesaplanması için düzenli kan laktat testinin yapılmasını gerektiren iTRIMP metodu, çalışmamızda belirli zamanlarda laktat testinin yapılması antrenman programının aksamasına sebep olacağından tercih edilmemiştir.

RPE, aerobik (Impellizzeri ve ark. 2004) ve anaerobik (Day ve ark. 2004) aktiviteleri içeren futbol gibi takım sporlarında içsel antrenman yükünü hesaplamak için basit ve geçerli bir tekniktir. 6 haftalık yoğun antrenman ve 7 günlük azaltım

antrenman döneminden oluşan çalışmamızda oynatılan dar alan oyunları boyunca Dellal ve arkadaşlarının (2012) (Dellal ve ark. 2012) çalışmasında olduğu gibi içsel antrenman yükünün hesaplanmasında RPE kullanılmıştır. 6 haftalık yoğun antrenman döneminde RPE ile hesaplanan antrenman yükü, futbol branşının fizyolojik ihtiyaçları gözönünde bulundurularak OR belirtileri görülecek şekilde tasarlanmıştır. Bu dönemde antrenman yüklerinin tasarlanmasında, futbolda sezon içi ve sezon öncesi ortalama haftalık antrenman yükü değerleri gözönünde bulundurulmuştur. Futbolda ligler arası antrenman yükünde farklılıklar olmasına rağmen müsabaka sezonu içerisinde içsel antrenman yükü hesaplama metodu olan RPE ile hesaplanan ortalama haftalık antrenman yükü değerinin yaklaşık 2100 olduğu bildirilmiştir (Aaron J. Coutts , Karim Chamari, Impellizzeri ve Ermanno Rampinini. n.d.). Ancak futbol takımlarında sezon öncesi hazırlık periyotları boyunca ortalama haftalık antrenman yükü değeri çok daha yüksek olarak ölçülmektedir (Aaron J. Coutts , Karim Chamari, Impellizzeri ve Ermanno Rampinini. n.d.). Sezon öncesi hazırlık antrenman periyodu olarak tasarladığımız çalışmamızda 6 haftalık yoğun antrenman periyodunun son haftasında RPE antrenman yükü hesaplama metoduna göre haftalık ortalama 3326 antrenman yükü değeri ölçülmüş ve bu değere göre T/C oranına bağlı olarak OR belirtileri görülmüştür. Yaptığımız çalışmaya benzer şekilde Coutts ve arkadaşları da (2007), (A. Coutts ve ark. 2007) ragbi ligi oyuncularında yaptığı çalışmada sezon öncesi giderek artan yoğun antrenmanların son haftasında 3200 antrenman yükünde azalmış dayanıklılık ve kuvvet performansı ile OR belirtilerini bildirmiştir. Coutts ve arkadaşlarının (2007) (A. J. Coutts, Slattery ve ark. 2007) yaptığı başka bir çalışmada ise 8 iyi antrenmanlı triatloncuda yaklaşık 20 saatlik antrenman periyodu sonrasında haftalık toplam 6000 antrenman yükünde OR belirtileri saptanmıştır. Yüksek antrenman yükü değerinde OR belirtileri görülmesinin triatlon branşının yüksek fizyolojik taleplerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Antrenman yükünün giderek artan bir şekilde dizayn edildiği 6 haftalık yoğun antrenman döneminin son haftasındaki antrenman yükü toplamı, antrenman hacmi ve sıklığına bağlı olarak azaltım antrenman döneminde Bosquet ve arkadaşlarının (2007) (Bosquet ve ark. 2007) meta analiz çalışmasında ifade ettiği gibi %63 oranında azaltılmıştır. Azaltım antrenmanlarında antrenman yükünde gerçekleştirdiğimiz bu azaltım, çalışmamızda

doz yanıt ilişkisine bağılı olarak ortaya koyduğumuz hipotez doğrultusunda azalmış kas hasarı ve artmış anabolizmaya sebep olacak değişimlerin meydana gelmesini sağlamıştır. Yaptığımız çalışmada azaltım antrenmanları sonrasındaki benzer sonuçlar, Coutts ve arkadaşlarının (2007) (A. Coutts ve ark. 2007) 9 yarı profesyonel ragbi ligi oyuncusuyla azaltım antrenmanları üzerine yaptığı çalışmasında antrenman hacmine bağılı olarak antrenman yükünde yapılan %55'lik azaltımla da bildirilmiştir.

Çalışmamızda RPE metodunun yanında içsel antrenman yükünün ölçülmesi için kullandığımız bir diğer metot ise kalp atımına dayalı objektif bir metot olan TRIMP<sub>ED</sub>'dir. TRIMP<sub>ED</sub> metodu, antrenman şiddetinin takibinde kalp atım izleme sistemlerinin kullanılması nedeniyle futbolda dar alan oyunları boyunca içsel antrenman yükünün ölçülmesinde yaygın bir şekilde uygulanmaktadır (Casamichana ve ark. 2015; Moreira ve ark. 2016; Wrigley ve ark. 2012). TRIMP<sub>ED</sub> metoduna göre hesaplanan antrenman yükü, 6 haftalık yoğun antrenman periyodu boyunca giderek arttırılmış ve azaltım antrenman döneminde kalp atımına göre %65 azaltılmıştır.

Subjektif olan RPE metodunu desteklemek için kullandığımız TRIMP<sub>ED</sub> metodunda elde ettiğimiz benzer azaltım bulguları, her iki metot arasındaki paralelliği ortaya koymuştur. Aynı zamanda elde ettiğimiz sonuçlar, içsel antrenman yükünün ölçülmesinin futbolda optimal performans kazançları için azaltım antrenmanları gibi özel periyodizasyon stratejilerinin geliştirilmesinde büyük öneme sahip olduğunu göstermiştir.

## **5.5.YOĞUN VE AZALTIM ANTRENMAN DÖNEMLERİ BOYUNCA ŞİDDET, SIKLIK VE HACİM**

Antrenman yükü, antrenman şiddetinin, sıklığının ve hacminin birleşimi olarak tanımlanmakta ve azaltım antrenmanları süresince antrenmanın sağladığı adaptasyonlara zarar vermeksizin birikmiş yorgunluğu azaltmak amacıyla şiddet, sıklık ve hacimde değişiklikler yapılarak azaltılmaktadır (Le Meur ve ark. 2012). Ancak azaltım antrenmanları süresince antrenmanın sebep olduğu adaptasyonları korumak hatta geliştirmek için antrenman bileşenleri olan şiddet, sıklık ve hacimle değiştirilebilen antrenman yüklerinin hangi boyutta azaltılacağıının belirlenmesi oldukça önemlidir (Le Meur ve ark. 2012).

Yaptığımız çalışmada aşırı yüklemenin yapıldığı 6 haftalık yoğun antrenman döneminde antrenman yükleri, antrenman şiddeti sabit tutularak antrenman hacmi ve sıklığına göre giderek artan yüklenme prensibiyle arttırılmıştır. 7 günlük azaltım antrenman döneminde ise antrenman şiddeti korunmuştur. Birçok çalışmada, azaltım antrenmanları süresince antrenmanın sebep olduğu adaptasyonların muhafaza edilmesi veya performans kazançlarının sağlanmasında antrenman şiddetinin etkileri gösterilmiştir. Hickson ve arkadaşları (1985) (Hickson ve ark. 1985) tarafından yapılan bu çalışmaların birinde orta düzeyde antrenmanlı katılımcılarda antrenman şiddetinin azaltılmasının performans gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Katılımcılara günlük 40 dk olmak üzere haftanın 6 günü  $VO_{2maks}$  düzeylerine yakın bir şiddete 10 hafta boyunca antrenman yaptırılmış ve takip eden 15 hafta boyunca antrenman hacmi ve sıklığı korunarak katılımcılar  $VO_{2maks}$  düzeylerinin 1/3 ve 2/3 oranında antrenman şiddetinin azaltıldığı iki gruba ayrılmıştır. Azaltım antrenmanı süresince antrenman şiddetinin korunması prensibiyle antrenman şiddetinin 1/3 oranında azaltıldığı grupta performans kaybı görülmezken antrenman şiddeti 2/3 oranında azaltılan grupta ise performans kaybı görülmüştür. Yapılan bir başka çalışmada ise Shepley ve arkadaşları (1992) (Shepley ve ark. 1992) orta mesafe koşucularında 7 günlük yüksek şiddet düşük hacim, düşük şiddet orta hacim ve tam dinlenmenin yapıldığı 3 farklı azaltım antrenmanının fizyolojik ve performans değişkenlerine olan etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda sadece yüksek şiddet düşük hacimli azaltım antrenmanı sonrasında toplam kan hacmi, sitrat sentaz aktivitesi, kas glikojen konsantrasyonu, kas kuvveti ve koşu performansında artış olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde Mujika ve arkadaşları (2000) (Mujika ve ark. 2000) bir grup orta mesafe koşucusunda 7 günlük azaltım antrenmanları boyunca yüksek şiddetli antrenmanların anabolik aktiviteyi ve toparlanma süreçlerini arttırdığını bulurken düşük şiddet yüksek hacimli azaltım antrenmanlarının artmış kreatin kinaz aktivitesi ve düşük total testosteron düzeyleriyle sonuçlandığını bildirmiştir. Bu konuyla ilgili çalışan diğer araştırmacıların da belirttiği gibi azaltım antrenmanları süresince antrenmanın sebep olduğu adaptasyonu korumada antrenman şiddeti, antrenman yükünün temel parametresi olduğu için azaltılmaması önerilmektedir (Houmard ve Johns 1994; Kubukeli, Noakes ve Dennis 2002; Mujika ve Padilla 2003; Mujika 1998; Mujika ve ark. 2004; Neuffer 1989). Dolayısıyla

yaptığımız çalışmada literatür bulgularından elde edilen sonuçlar doğrultusunda azaltım antrenman dönemi süresince antrenman şiddeti korunmuştur.

Çalışmamız boyunca 7 günlük azaltım antrenman döneminde antrenman yükünün bir diğer bileşeni olan sıklık azaltılmıştır. Azaltım antrenmanları süresince antrenman sıklığının değiştirilmesinin etkileri bir çok çalışmada gösterilmiştir. Hickson ve arkadaşları (1981) (Hickson ve Rosenkoetter 1981) tarafından yapılan çalışmada haftada 6 gün 40 dk'lık bisiklet veya koşu protokolüne katılan 12 antrenmanlı sporcunun 10 haftalık antrenman programı sonrasında 15 hafta boyunca antrenman sıklığının 1/3 veya 2/3 oranında azaltılmasının etkileri incelenmiştir. Bu programın uygulandığı her iki grupta, 10 haftalık antrenman programında elde edilen  $VO_{2maks}$  düzeyinde sırasıyla %20 ve %25'lik performans kazançlarının 15 haftalık azaltım antrenmanı boyunca korunduğu bildirilmiştir. Johns ve arkadaşlarının (1992) (Johns ve ark. 1992) yarışmacı 12 yüzücü üzerinde yaptığı çalışmada ise yüzme şampiyonasına katılmayan 5 yüzücünün 10 günlük ve yüzme şampiyonasına katılan 7 yüzücünün 14 günlük azaltım antrenmanı süresince antrenman sıklığındaki %50'lik azaltımın artmış yüzme performansı ile sonuçlandığını bulmuştur. Yapılan başka bir çalışmada Dressendorfer ve arkadaşları (2002) (Dressendorfer ve ark. 2002), yarışmacı 9 bisikletçide 14 haftalık antrenman programından sonra uygulanan 10 günlük azaltım antrenmanında antrenman sıklığındaki %50'lik azaltımın performansa olan etkilerini incelemiş ve 20 km bisiklet performansında artış bulmuştur. Mujika ve arkadaşları (2002) (Mujika ve ark. 2002), yüksek antrenmanlı 9 orta mesafe koşucusunda, 18 haftalık antrenman programının ardından antrenman sıklığının %33 azaltıldığı ve azaltılmadığı iki grupta 6 günlük azaltım antrenmanının etkilerini incelemiştir. Azaltım antrenmanları sonrasında antrenman sıklığının değiştirilmediği grupta 800 m koşu performansında %1,92'lik artış görülürken antrenman sıklığında %33'lük azalma yapılan grubun performansında ise %0,4'lük artış bulunmuştur. Benzer sonuçlar Bosquet ve arkadaşlarının (2007) (Bosquet ve ark. 2007) meta analiz çalışmasında da görülmüş ve anlamlı performans ilerlemeleri için yüksek antrenmanlı sporcularda antrenman sıklığının korunması veya az miktarda azaltılmasının gerektiği vurgulanmıştır.

Azaltım antrenmanı süresince bu antrenman değişkeninin kullanımını gösteren çalışmalar, düşük, orta ve yüksek düzeyde antrenmanlı sporcularda antrenman

sıklığının farklı etkilere sebep olduğunu göstermektedir (Wilson ve Wilson 2008). Burada tartışılan sonuçlar birlikte ele alındığında azaltım antrenman döneminde düşük ve orta düzey antrenman seviyesine sahip sporcularda antrenmanın sebep olduğu adaptasyonları korumak için antrenman sıklığının %30-%50 arasında düşürülmesi önerilirken yüksek antrenmanlı sporcularda ise antrenman sıklığı en fazla %20 azaltılması tavsiye edilmektedir (Mujika ve Padilla 2003).

Tüm bu veriler çerçevesinde yaptığımız çalışmada antrenman sıklığı, 6 haftalık yoğun ve 7 günlük azaltım antrenman dönemi süresince katılımcıların fiziksel, fizyolojik ve antrenmanlılık düzeyleri göz önüne alınarak ve futbol branşının haftalık antrenman sayısı ihtiyacı düşünülerek belirlenmiştir. Yoğun antrenman döneminde aşırı yükleme antrenmanlarının son haftasında antrenman sıklığı, OR belirtilerinin görülmesini sağlayacak şekilde 9 antrenmana kadar yükseltilmiş ve azaltım antrenman döneminde %44'lük bir azaltımla haftalık 5 antrenmana düşürülmüştür.

Yaptığımız çalışmada 7 günlük azaltım antrenman döneminde antrenman yükünün en önemli bileşeni olan hacim azaltılmıştır. Azaltım antrenmanları boyunca antrenman hacmindeki azaltımın önemi, diğer antrenman bileşenleri olan sıklık ve şiddete göre performans gelişiminde daha etkili olmasından kaynaklanmaktadır (Bosquet ve ark. 2007; Le Meur ve ark. 2012). Dolayısıyla Bosquet ve arkadaşları (2007) (Bosquet ve ark. 2007) ve Le Meur ve arkadaşları (2012) (Le Meur ve ark. 2012) yaptıkları çalışmayla, azaltım antrenmanları boyunca antrenman yükündeki azaltımların, öncelikle antrenman hacmindeki azaltımlarla gerçekleştirilmesi gerektiğini göstermiştir. Azaltım antrenmanları süresince antrenman hacminin azaltılmasının etkileri bir çok çalışmada gösterilmiştir. Hickson ve arkadaşları (1982) (Hickson ve ark. 1982) tarafından yapılan çalışmaların birinde haftada 6 gün 40 dk'lık bisiklet veya koşu protokolüne katılan orta düzey antrenmanlı 13 sporcunun 10 haftalık antrenman programı sonrasında 15 hafta boyunca antrenman süresinin 1/3 veya 2/3 oranında azaltılmasının etkileri incelenmiştir. 15 haftalık azaltım antrenman dönemi boyunca antrenman süresinin 1/3 veya 2/3 oranında azaltıldığı her iki grupta zirve kan laktat konsantrasyonunda ve maksimal oksijen alımına denk gelen kısa süreli dayanıklılık performansında kazançların korunduğu ve arttığı bildirilmiştir. Fakat antrenman süresi 2/3 oranında azaltılan grupta, uzun süreli dayanıklılık performansında azalma görülmüştür. Houmard ve arkadaşları (1994) (Houmard ve

ark. 1994) ise, orta mesafe koşucularında 15 haftalık antrenman programından sonra 1 haftalık azaltım antrenmanı boyunca antrenman hacminde %85'lik azalmanın etkilerini araştırmış ve azaltım antrenmanı sonrasında 5 km koşu performansında artış tespit etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada Mujika ve arkadaşları (2000) (Mujika ve ark. 2000), orta mesafe koşucularında 6 günlük azaltım antrenmanı boyunca antrenman hacmindeki %50 ve %75'lik progresif azaltımın etkilerini incelemiştir. Azaltım antrenmanı döneminde antrenman hacmindeki %75'lik azaltımın 800 m koşu performansında daha yüksek bir artışla sonuçlandığını bildirmiştir. Neary ve arkadaşları (2003) (Neary ve ark. 2003) tarafından yapılan 1 haftalık azaltım antrenman süresince hacimde %30, %50 ve %80'lik azaltımın incelendiği bir çalışmada ise 11 erkek bisikletçide 3 haftalık antrenmandan sonra antrenman hacminde %50'lik azaltımın en yüksek performans artışına sebep olduğu gösterilmiştir. Bosquet ve arkadaşları (2007) (Bosquet ve ark. 2007) yaptıkları meta analiz çalışmasında, azaltım antrenmanının sebep olduğu değişiklikler üzerine antrenman hacminin etkilerini analiz etmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarla aynı doğrultuda olan Bosquet ve arkadaşlarının çalışması (2007) (Bosquet ve ark. 2007), azaltım antrenmanı süresince gerçekleşen performans kazançlarının antrenman hacmindeki azalmaya hassas olduğunu doğrulamış (Houmard ve Johns 1994; Mujika ve Padilla 2003) ve maksimal performans kazançlarının azaltım antrenmanı öncesi antrenman hacminin %41-60 arasında azaltılmasıyla elde edilebileceği sonucunu göstermiştir.

Yapılan en son literatür analizlerinde azaltım antrenmanları süresince antrenman hacmindeki azaltımın güvenli kazanımlarının sağlanması için %41-60 arasında olması gerektiği ifade edilmiştir (Bosquet ve ark. 2007). Ancak antrenmanın sebep olduğu performans kazançlarının daha düşük veya daha yüksek antrenman hacmi azaltımlarıyla da korunabildiği gözlemlenmiştir (Bosquet ve ark. 2007). Dolayısıyla yaptığımız çalışmada 6 haftalık yoğun ve 7 günlük azaltım antrenmanı süresince, antrenman hacmi bu konuda yapılmış araştırmaların bulguları göz önüne alınarak ve futbol branşının haftalık antrenman süresi ihtiyacı düşünülerek belirlenmiş, aşırı yüklemenin yapıldığı yoğun antrenman döneminin son haftasında 748 dk olan antrenman süresi azaltım antrenman döneminde 306 dk'ya düşürülerek %60'lık bir azaltım gerçekleştirilmiştir.



## 5.6.AZALTIM ANTRENMANLARI BOYUNCA UYGULANAN AZALTIM ANTRENMAN TÜRÜ

Müsabakalar için yapılan hazırlıklar genellikle azaltım antrenman dönemi ile tamamlanmaktadır. Ancak azaltım antrenman dönemi sonrasında optimal performansa ulaşmak için yalnızca antrenman yükü bileşenlerinin ne kadar azaltılacağı değil aynı zamanda hangi tip azaltım yönteminin kullanılacağı da düşünülmelidir. Mujika ve Padilla'ya (2003) (Mujika ve Padilla 2003) göre doğrusal azaltım, basamak azaltım, hızlı azalan üstel azaltım ve yavaş azalan üstel azaltım olmak üzere 4 azaltım antrenman türü bulunmaktadır. Yaptığımız çalışmada 7 günlük azaltım antrenmanı süresince antrenman yükü hızlı azalan üstel azaltım yöntemi kullanılarak azaltılmıştır (Mujika ve Padilla 2003; Smith 2003). Azaltım antrenmanları süresince antrenmanın sebep olduğu adaptasyonların muhafaza edilmesi veya performans üzerine kazançların sağlanmasında azaltım antrenman türü üzerine var olan çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmalardan birini yapan Banister ve arkadaşları (1999) (Banister ve ark. 1999), 3 aylık antrenman dönemi boyunca 11 triatloncuyla yaptığı çalışmada farklı azaltım antrenman türlerinin performansa olan etkilerini incelemiştir. Bir ay süren yüksek şiddetli antrenmanlar sonrası sporcular 2 haftalık azaltım antrenman programı için basamak azaltım ve üstel azaltım antrenman grubu olarak iki gruba ayrılmıştır. Azaltım antrenman döneminde hacimde %22'lik azaltım uygulanan basamak azaltım antrenman grubunda ön test sonuçlarına göre 5 km koşu zamanında değişim olmazken güç testinde %1'lik artış olmuştur. Aksine azaltım antrenman döneminde antrenman hacminin %31, antrenman sıklığının %50 azaltıldığı üstel azaltım uygulanan grupta ise ön test sonuçlarına göre 5 km koşu zamanı %4 azalırken güç testi %5'lik artışla sonuçlanmıştır. Çalışmanın devamında uygulanan 1 aylık ilave yüksek şiddetli antrenmanlar sonrasında 2 haftalık hızlı azalan üstel ve yavaş azalan üstel azaltım antrenmanlarının performansa olan etkileri incelenmiştir. Antrenman hacminde %65'lik azaltımın yapıldığı hızlı azalan üstel azaltım grubunda ön test sonuçlarına göre 5 km koşu zamanı %6,3 azalırken güç testi %7,9'luk artış bulunmuştur. Antrenman hacminde %50 azaltımın yapıldığı yavaş azalan üstel azaltım grubunda ise 5 km koşu zamanı %2,4 azalırken güç testi %3,8'lik artışla sonuçlanmıştır. Banister ve arkadaşlarının (1999) (Banister ve ark. 1999) sonuçlarına paralel olarak

Bosquet ve arkadaşlarının (2007) (Bosquet ve ark. 2007) meta analiz çalışmasında da azaltım antrenmanı boyunca antrenman yükünün progresif olarak azaltılmasının basamak azaltımdan daha büyük fizyolojik, psikolojik biyokimyasal ve performans kazançlarıyla sonuçlandığını göstermiştir.

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar birlikte ele alındığında azaltım antrenmanı süresince birikmiş yorgunluğun uzaklaştırılması ve maksimal kazançların sağlanmasında en etkili azaltım türü hızlı azalan üstel azaltım olarak gösterilmiştir (Mujika 2009; Pyne ve ark. 2009). Dolayısıyla literatürden elde ettiğimiz sonuçlar doğrultusunda yaptığımız çalışmada 7 günlük azaltım antrenmanı boyunca antrenman yükünün bileşenlerinden olan antrenman hacmi hızlı azalan üstel azaltım ile azaltılmıştır.

## **5.7.AZALTIM ANTRENMANLARI BOYUNCA UYGULANAN AZALTIM ANTRENMAN SÜRESİ**

Azaltım antrenmanları süresince yetersiz antrenmanın performans üzerine negatif etkileri ve başarılı bir azaltım antrenmanı sonucunda yorgunluğun kaldırılmasının pozitif etkileri arasındaki sınır çizgisini belirleyen zaman çerçevesi açık bir şekilde belirlenememiştir (Mujika ve Padilla 2000; Mujika 2009; Neuffer 1989). Bu yüzden azaltım antrenman dönemindeki en büyük zorluklardan biri, sporculara pozitif fizyolojik, psikolojik ve performans adaptasyonlarını sağlayacak olan en uygun azaltım antrenman uzunluğunun belirlenmesidir (Mujika ve Padilla 2003). Bu amaçla optimal azaltım antrenman dönemi süresinin belirlenmesi için bir çok çalışma yapılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmaların birinde Yamamoto ve arkadaşları (1988) (Yamamoto, Mutoh ve Miyashita 1988), 20 ulusal, 8 yüksekokul düzeyindeki yarışmacı yüzücüde 15 ve 45 günlük azaltım antrenmanı süresince bir çok hematolojik ve biyokimyasal parametreyi incelemiş ve azaltım antrenmanının sebep olduğu değişiklikleri 7. günde gözlemlemiştir. Fakat Burke ve arkadaşlarının (1982) (Burke ER, Falsetti HL, Feld RD, Patton GS 1982) yarışmacı yüzücülerin hematolojik durumları üzerine yaptığı çalışmada benzer ilerlemeler, 3 haftalık azaltım antrenmanı sonrasında bildirilmiştir. Ancak bu iki çalışmanın sonuçları arasında performans ölçüm verileri bulunmamaktadır. Mujika ve arkadaşları (1996)

(İñigo Mujika ve ark. 1996) ise 8 kadın ve 10 erkekten oluşan ulusal ve uluslararası toplam 18 yüzücü ile 21, 28 ve 42 günlük progresif olarak azaltılan azaltım antrenmanının, performans üzerine etkilerini incelemiş ve 21 ve 28 günlük azaltım antrenmanı yapan grupların performansında anlamlı ilerlemeler bulunurken 42 günlük azaltım antrenmanı yapan grupta performansta anlamlı ilerlemeler bulmamıştır. Yapılan başka bir çalışmada Bosquet ve arkadaşları (2007) (Bosquet ve ark. 2007), azaltım antrenmanı süresi ve performans ilerlemeleri arasındaki doz-yanıt ilişkisini incelemiştir. Pozitif antrenman adaptasyonları ve detraining arasındaki zaman çerçevesini belirleyerek optimal azaltım antrenman süresini 8 ile 14 gün arasında olduğunu bildirmiştir.

Sonuç olarak azaltım antrenman döneminin süresiyle ilgili mevcut bilimsel bulgular, 4 ile 28 gün arasında süren azaltım antrenmanlarının pozitif fizyolojik ve performans adaptasyonları gösterdiğini bildirmiştir (Mujika 1998). Ancak azaltım antrenman döneminin süresinin belirlenmesi ile ilgili mevcut çalışmaların çoğu bireysel spor branşlarında gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla yaptığımız çalışma süresince uygulanan 7 günlük azaltım antrenman süresi, var olan çalışmaların bulguları ve futbol branşının antrenman süresi ihtiyaçları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

## **5.8.HEMOGLOBİN**

Yaptığımız çalışmada 6 haftalık yoğun ve 7 günlük azaltım antrenman dönemlerinin hematolojik yanıt olarak kandaki Hb konsantrasyonuna olan etkileri amatör düzeydeki futbolcularda incelenmiştir. Bu çalışmada yer alan katılımcıların Hb konsantrasyonlarının ortalaması, ön hazırlık antrenman dönemi öncesi  $19,34 \pm 2,7$  g/dl, yoğun antrenman döneminin beşinci haftasına denk gelen overreaching dönemi başlangıcı  $14,96 \pm 0,9$  g/dl, yoğun antrenman dönemi sonrasında  $14,84 \pm 0,78$  g/dl ve azaltım antrenman dönemi sonrasında ise  $15,47 \pm 0,8$  g/dl olarak saptanmıştır (Tablo 24). Bu çalışmada analizi yapılmış olan Hb konsantrasyonu ortalamasının ön hazırlık antrenman dönemi öncesindeki ölçümüyle yoğun antrenman döneminin beşinci haftasının başlangıcında ve yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Belirlenen bu anlamlı farklılıklar, Hb konsantrasyonunda azalmalar şeklinde görülmüştür. Çalışmamızda yer alan katılımcıların, 6 haftalık yoğun antrenman dönemi süresince Hb konsantrasyonunda görülen %23'lük azalmanın, hematopoez ve intravasküler hemoliz arasındaki dengenin sağlanamaması, artmış kan plazma volümü nedeniyle oluşan hemodilüsyon veya demir yetersizliği kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Mujika ve ark. 2004). Yaptığımız çalışmaya paralel olarak yüksek şiddetli yoğun antrenman dönemlerinin azalmış Hb konsantrasyonu ile sonuçlandığı birçok çalışma tarafından da gösterilmiştir (A. J. Coutts, Reaburn ve ark. 2007; Rushall ve Busch 1980; Yamamoto ve ark. 1988). Bu çalışmalardan birinde Coutts ve arkadaşları (2007) (A. J. Coutts, Wallace ve ark. 2007) 16 profesyonel erkek triatloncuda antrenman yüklerinin giderek artan bir şekilde arttırıldığı 4 haftalık yoğun antrenman dönemi sonrasında yüksek şiddetli yoğun antrenmanlardan dolayı Hb konsantrasyonunun anlamlı bir şekilde azaldığını bildirmiştir.

Bir diğer ölçüm zamanı olan yoğun antrenman döneminin beşinci haftasının başlangıcıyla yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçüm arasında ise anlamlı farklılıklar görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Bu durumun nedeni olarak yoğun antrenman dönemi süresince uygulanan antrenmanların etkisiyle azalmış olan hemoglobinin değerinin homeostazın korunmasını sağlamak amacıyla daha fazla azalmaması olarak görülebilir.

Yoğun antrenman dönemi sonrasında ve azaltım antrenman dönemi sonunda ölçülen Hb konsantrasyonları arasında anlamlı düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). İstatistiksel olarak belirlenen bu anlamlı farklılığın Hb konsantrasyonunda %4'lük artış şeklinde olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonucun, azaltım antrenman dönemi boyunca antrenman hacmi ve sıklığına bağlı olarak azaltılan antrenman yükünün neden olduğu azalmış hemoliz ve artmış eritropoezden kaynaklandığı düşünülmektedir (Mujika ve ark. 1997, 2004; Shepley ve ark. 1992). Çalışmamızdan elde edilen sonuçlarla tutarlı bir şekilde Coutts ve arkadaşlarının (2007) (A. J. Coutts, Wallace ve ark. 2007) 16 triatloncuyla ve Yamamoto ve arkadaşlarının (1988) (Yamamoto ve ark. 1988) ise bir grup yüzücüyle yaptığı çalışmalarda da azaltım antrenmanı sonrasında Hb konsantrasyonu artmıştır. Bu görüş 1 haftalık azaltım antrenman boyunca bir grup orta mesafe koşucusunda eritrositlerin öncülü olan retikülosit sayısında ve Hb de artış gösteren Mujika ve

arkadaşları (2000) (Mujika ve ark. 2000) tarafından da doğrulanmıştır. Bununla birlikte Coutts ve arkadaşlarının (2007) (A. Coutts ve ark. 2007) 9 yarı profesyonel ragbi ligi oyuncusuyla yaptığı çalışmasında Hb değerlerinde yoğun antrenman dönemi sonrası artış görülmüştür. Ancak bu artışın anlamlı düzeyde olmadığı belirtilmiştir. Bu durumun nedeni ilgili branşın farklı fizyolojik taleplere sahip olması şeklinde düşünülebilir.

Bu çalışmanın sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda futbolda uyguladığımız azaltım antrenmanlarının yüksek şiddetli yoğun antrenmanların sebep olduğu hemoliz ile toparlanmayı gösteren eritropoez arasındaki pozitif dengeyi sağlayan bir antrenman stratejisi olduğu görülmüştür.

Yaptığımız çalışmanın bulguları, birinci hipotezimiz olan 'Futbolda dar alan oyun metodu kullanılarak uygulanan yüksek şiddetli yoğun antrenmanlar sonrasında uygulanan hızlı azalan üstel azaltım antrenmanları, kan hemoglobin düzeyinde istatistiksel olarak pozitif yönlü (artma) değişim meydana getirir.' hipotezinin doğruluğunu ortaya konmuştur.

## **5.9.HEMATOKRİT**

Yaptığımız çalışmada 6 haftalık yoğun ve 7 günlük azaltım antrenman dönemlerinin amatör düzeydeki futbolcuların hematokrit değeri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada yer alan katılımcıların hematokrit değerleri ortalaması, ön hazırlık antrenman dönemi öncesinde  $57,60 \pm 8,34$ , yoğun antrenman döneminin beşinci haftasına denk gelen overreaching dönemi başlangıcında  $44,97 \pm 2,76$ , yoğun antrenman dönemi sonrasında  $44,72 \pm 2,51$ , azaltım antrenman dönemi sonrasında ise  $46,86 \pm 2,26$  olarak saptanmıştır (Tablo 25). Bu çalışmada analizi yapılmış olan hematokrit değerleri ortalamasının ön hazırlık antrenman dönemi öncesindeki ölçümüyle yoğun antrenman döneminin beşinci haftasının başlangıcında ve yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Hematokrit değerlerinde belirlenen bu anlamlı farklılıkların sırasıyla %21 ve %22'lik azalmalar şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemler arasında hematokrit değerlerinde saptanan azalma, demir yetersizliği, artmış hemoliz ve azalmış hematopoez sonucunda artmış

plazma volümünden kaynaklanmış olabilir (Mujika ve ark. 2004). Elde ettiğimiz bulgulara benzer sonuçlar, Yamamoto ve arkadaşlarının (1988) (Yamamoto ve ark. 1988) ulusal seviyedeki 20 üniversite ve 8 lise öğrencisi yüzücüyle yaptıkları yaklaşık 6 haftalık yoğun antrenman periyodu sonrasında elde edilmiştir.

Hematokrit değerleri arasındaki anlamlı farklılıklar, yoğun antrenman döneminin beşinci haftasının başlangıcında ve yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçümlerle azaltım antrenman dönemi sonrasında yapılan ölçüm arasında da saptanmıştır ( $p<0,05$ ). İstatistiksel olarak belirlenen bu anlamlı farklılığın hematokrit değerinde %4'lük küçük bir artış şeklinde olduğu görülmüştür. Hematokrit değerindeki bu artışın, azaltım antrenmanlarının yarattığı etki sonucunda azalmış intravasküler hemolizle aynı anda artmış hematopoezden kaynaklandığı söylenebilir (Mujika ve ark. 2004). Shepley arkadaşları (1992) (Shepley ve ark. 1992) yüksek antrenmanlı sporculara uyguladıkları 3 farklı azaltım antrenman metodu sonrasında yüksek şiddet ve düşük hacimli azaltım antrenmanı uygulanan sporcuların hematokrit değerlerinde %2,6'lık artış olduğunu göstermiştir. Mujika ve arkadaşları (1997) (Mujika ve ark. 1997) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise 12 haftalık yoğun antrenman ve 4 haftalık azaltım antrenmanı sonrasında 8 yüksek düzeyde antrenmanlı yüzücüdeki hematolojik değişikliklerin performansla olan ilişkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar yüksek antrenmanlı yüzücüler arasında yarışmalarda daha başarılı olanların hematokrit ve kırmızı kan hücresi miktarlarında azaltım antrenman dönemi sonrasında daha büyük artış olduğunu göstermiştir.

Yoğun antrenman döneminin beşinci haftasının başlangıcıyla yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçüm arasında ise anlamlı farklılıklar görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Bu durum, yoğun antrenman dönemi süresince yüksek şiddet ve giderek artan hacimde uygulanan antrenmanların etkisiyle azalmış olan hematokrit değerinin homeostazın korunmasını sağlamak amacıyla daha fazla azalmaması olarak düşünülebilir.

Bu çalışmanın sonucunda Hb değerlerinden elde edilen sonuçlar ile paralel olarak futbolda uyguladığımız azaltım antrenman döneminin eritropoez yapımını uyararak hematokrit değerinde artış sağlayan bir antrenman stratejisi olduğu görülmüştür.

Yaptığımız çalışmanın bulguları, ikinci hipotezimiz olan 'Futbolda dar alan oyun metodu kullanılarak uygulanan yüksek şiddetli yoğun antrenmanlar sonrasında uygulanan hızlı azalan üstel azaltım antrenmanları, kan hematokrit değerinde istatistiksel olarak pozitif yönlü (artma) değişim meydana getirir.' hipotezinin doğruluğunu ortaya konmuştur.

## **5.10.KREATİN KİNAZ**

Yaptığımız çalışmada egzersizin sebep olduğu kas hasarının yarattığı fizyolojik stresin bir belirteci olarak kandaki serum CK konsantrasyonu kullanılmış, yoğun ve azaltım antrenman dönemlerinin serum CK konsantrasyonu üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma süresince kandaki serum CK konsantrasyonunun belirlenmesi için kan örneği alımları egzersiz sonrasındaki 24 saatlik dinlenmeyi takiben gerçekleştirilmiştir. Bu süre, takım sporlarında özellikle futbolda yapılan araştırmaların egzersiz sonrasındaki serum CK aktivitesinin zirve değerine 18-24 saatlik dinlenme sonrasında ulaşıldığının bildirilmesi üzerine seçilmiştir (Andersson ve ark. 2008; Kingsley ve ark. 2005; Kraemer ve ark. 2009; Senel Ö. 2010). Bu çalışmada yer alan katılımcıların 24 saatlik dinlenmeyi takiben ölçülen serum CK konsantrasyonlarının ortalaması, ön hazırlık antrenman dönemi öncesi  $238,80 \pm 94,40$  U/L, yoğun antrenman döneminin beşinci haftasına denk gelen overreaching dönemi başlangıcı  $407,73 \pm 187,18$  U/L, yoğun antrenman dönemi sonrasında  $402,33 \pm 208,83$  U/L ve azaltım antrenman dönemi sonrasında ise  $136,13 \pm 34,06$  U/L olarak saptanmıştır (Tablo 26).

Bu çalışmada analizi yapılan serum CK değerleri ortalamasının ön hazırlık antrenman dönemi öncesindeki ölçümle yoğun antrenman döneminin beşinci haftasının başlangıcında ve yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Belirlenen bu anlamlı farklılıklar, serum CK düzeyinde artışlar şeklinde görülmüştür. Katılımcıların, bu dönemlerdeki serum CK değerlerinde görülen %40'lık artışların nedeni olarak futbolun yüksek sayıda ikili mücadele ve ekzantrik kasılmaları gerektiren aktiviteleri içermesi ve çalışmanın yüksek şiddetli yoğun antrenmanlardan oluşması gösterilebilir (A. J. Coutts, Reaburn ve ark. 2007). Yaptığımız çalışmanın

bulgularına benzer şekilde egzersizin sebep olduğu kas hasarının bir belirteci olarak kullanılan CK konsantrasyonunun bir çok çalışmada yoğun antrenman periyodu süresince arttığı görülmüştür. Coutts ve arkadaşlarının (2007) (A. J. Coutts, Reaburn ve ark. 2007) 9 yarı profesyonel ragbi ligi oyuncusuyla OR etkisinin görüleceği şekilde dizayn ettiği 6 haftalık yoğun antrenman periyodu sonrasında CK konsantrasyonunun %68'lik bir artış gösterdiği bildirilmiştir. Benzer şekilde Coutts ve arkadaşlarının (2007) (A. Coutts ve ark. 2007) başka bir çalışmasında 7 yarı profesyonel ragbi ligi oyuncusuyla giderek artan antrenman yükleriyle uyguladığı 6 haftalık yoğun antrenman periyodu sonrasında CK konsantrasyonunun bir önceki çalışmasına paralel olarak %68'lik bir artış gösterdiği görülmüştür.

Bir diğer ölçüm zamanı olan yoğun antrenman döneminin beşinci haftasının başlangıcıyla yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçüm arasında ise anlamlı farklılıklar görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Yaptığımız çalışmada serum CK düzeyi, yoğun antrenman döneminin beşinci haftasında zirve değerine ulaşmış ve yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçümde küçük bir miktar -anlamlı olmayan düzeyde- düşüş görülmüştür. Bu durumun nedeni, OR etkisiyle sporcuların yüksek antrenman yükünü devam ettirmedeki azalmış egzersiz toleranslarından kaynaklanması olarak gösterilebilir (Hartmann ve Mester 2000). Ancak bu dönemlerde analizi yapılan bu bulguların başka akademik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Yoğun antrenman dönemi süresince ölçümü yapılan serum CK değerleri ile azaltım antrenman dönemi sonunda yapılan ölçüm arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Belirlenen bu anlamlı farklılığın serum CK düzeyinde azalma şeklinde olduğu görülmüştür. 7 günlük azaltım antrenmanı dönemi sonunda serum CK değeri ortalamasındaki %66'lık anlamlı azalma, azaltım antrenman döneminde antrenman hacmi ve sıklığına bağlı olarak antrenman yüklerinin sistematik bir şekilde azaltılmasının meydana getirdiği pozitif fizyolojik etkilerin sonucu olabilir (A. Coutts ve ark. 2007). Bu konuda yapılmış olan çalışmaların birçoğunda da azaltım antrenman dönemi süresince ölçülmüş olan CK konsantrasyonunda anlamlı düzeyde azalmalar bildirilmiştir. Bu çalışmalardan birinde Mujika (1996) (Mujika 1996) yüksek düzeyde antrenmanlı 8 yüzücüyle antrenman şiddetini ve sıklığını koruyarak antrenman hacminde %75'lik progresif azaltım ile yaptığı 4 haftalık azaltım antrenmanı sonrasında serum CK düzeyinde



%43'lük bir azalma bildirmiştir. Benzer şekilde Coutts ve arkadaşları (2007) (A. Coutts ve ark. 2007) 7 yarı profesyonel ragbi ligi oyuncusuyla antrenman hacminin %55, antrenman şiddetinin %17,5 azaltılarak gerçekleştirdiği yedi günlük basamak azaltım antrenmanı sonrasında serum CK düzeyinde %62'lik bir düşüş bildirmiştir. Ayrıca Houmard ve arkadaşları da (1990) (Houmard ve ark. 1990) iyi antrenmanlı koşucularda 3 haftalık basamak azaltım antrenmanlarının azalmış serum CK seviyeleri ile sonuçlandığını bulmuştur. Bu bulguların aksine Hooper ve arkadaşları (1999) (Hooper, Mackinnon ve Howard 1999) 10 elit düzeydeki yüzücüyle yaptığı çalışmada 2 haftalık azaltım antrenmanı sonrasında CK düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan %17'lik bir artış bulmuş ve bu anlamlı olmayan artışın çalışmada yer alan yüzücülerin CK değerlerindeki bireyler arası farklılıklardan kaynaklandığını bildirmiştir.

Sonuç olarak futbolda performans artışı için yapılan yüksek şiddetli yoğun antrenmanların kas hasarında artışa sebep olduğu ve bu dönemin hemen sonrasında uygulanan antrenman yükünün sistematik olarak azaltıldığı azaltım antrenmanlarının ise egzersizin sebep olduğu kas hasarında azalmaya sebep olarak sporcuların yüksek performans göstermesini sağlayabileceği elde ettiğimiz sonuçlarla desteklenmiştir.

Yaptığımız çalışmanın bulguları, üçüncü hipotezimiz olan 'Futbolda dar alan oyun metodu kullanılarak uygulanan yüksek şiddetli yoğun antrenmanlar sonrasında uygulanan hızlı azalan üstel azaltım antrenmanları, serum kreatin kinaz değerinde istatistiksel olarak pozitif yönlü (azalma) değişim meydana getirir.' hipotezinin doğruluğunu ortaya konmuştur.

## **5.11.KORTİZOL**

Yaptığımız çalışmada egzersizin sebep olduğu katabolik etkinin fizyolojik belirteci olarak C kullanılmış ve yoğun ve azaltım antrenman dönemlerinin C konsantrasyonu üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma süresince kandaki C konsantrasyonunun belirlenmesi için sporculardan kan örneği alımları, egzersiz sonrasındaki 24 saatlik dinlenmeyi takiben gerçekleştirilmiştir. Bu sürenin belirlenmesinde, yapılan araştırmalarda egzersiz sonrasında meydana gelen hormonal bozulmanın bazal düzeyden 12. saate kadar arttığı ve 60. saate kadar zirve değerini

koruduğu bilgilerinin edinilmesi etkili olmuştur (Ispirlidis ve ark. 2008). Ayrıca dolaşımdaki kortizol salınımının sirkadyen ritimden etkilenmesi nedeniyle kortizolün 24 saatlik periyot içerisinde zirve biyokimyasal etkilerini sabah uandıktan sonra yaklaşık 1. saatte gösterdiği ve gün boyunca salınımının azaldığı bildirilmiştir (Dimitriou, Sharp ve Doherty 2002). Bu yüzden kan örneklerinin alınımı katılımcıların uyanmalarını takiben sabah 07:00-09:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada yer alan katılımcıların C konsantrasyonlarının ortalaması, ön hazırlık antrenman dönemi öncesi  $16,18 \pm 4,32$   $\mu\text{g/dL}$ , yoğun antrenman döneminin beşinci haftasına denk gelen overreaching dönemi başlangıcı  $18,67 \pm 3,80$   $\mu\text{g/dL}$ , yoğun antrenman dönemi sonrasında  $17,77 \pm 5,64$   $\mu\text{g/dL}$  ve azaltım antrenman dönemi sonrasında ise  $14,36 \pm 3,38$   $\mu\text{g/dL}$  olarak saptanmıştır (Tablo 27).

Bu çalışmada analizi yapılmış olan C konsantrasyonu ortalamasının ön hazırlık antrenman dönemi öncesindeki ölçümüyle yoğun antrenman döneminin beşinci haftasının başlangıcında yapılan ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Belirlenen bu anlamlı farklılık, C konsantrasyonunda %13'lük artış şeklinde tespit edilmiştir. Bu dönem içerisinde C konsantrasyonunda görülen artışın sebebi yetersiz toparlanmayla birlikte uygulanan anaerobik eşik şiddetindeki yüksek şiddetli antrenmanların ve haftalar boyunca giderek artan antrenman hacminin oluşturduğu fizyolojik stres düşünülebilir (Filaire, Lac ve Pequignot 2003). Kirwan ve arkadaşları (1988) (Kirwan ve ark. 1988), 12 erkek yüzücüyle yaptıkları çalışmalarında yüksek antrenman şiddeti ve artmış antrenman hacminin C konsantrasyonu üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar, yüzücülerin maksimal oksijen tüketiminin yaklaşık %95'inde uyguladıkları yoğun antrenman periyodu süresince günlük yüzme mesafesinin 4 km'den 9 km'ye çıkarılması sonucunda serum C konsantrasyonunda anlamlı bir artış olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Costill ve arkadaşları da (1991) (Costill ve ark. 1991) 24 yüzücüyle yaptıkları çalışmalarında 6 haftalık yoğun antrenman periyodu içerisinde antrenman hacminin günlük 3 saate çıkarıldığı gruptaki yüzücülerin serum C konsantrasyonunda anlamlı bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte hafta sonları uyguladığımız hazırlık maçlarında katılımcıların müsabakayı kazanma veya kaybetme kaygısının yarattığı artmış psikolojik strese bu dönemde C'de artışa sebep olabilir (Hanton, Thomas ve Maynard 2004). Bu konuda

çalışma yapan Deborah Alix-Sy ve arkadaşları (2008) (Alix-Sy, Le Scanff ve Filaire 2008) Fransa Süper Liginde 18 erkek futbolcuyla yaptığı çalışmada antrenman yapılmayan güne göre müsabakanın hemen öncesinde sporcuların tükürük C düzeylerinin daha yüksek olduğunu bulmuştur.

Bir diğer ölçüm zamanı olan yoğun antrenman döneminin beşinci haftasının başlangıcıyla yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçüm arasında ise anlamlı farklılıklar görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Yaptığımız çalışmada C konsantrasyonu yoğun antrenman döneminin beşinci haftasında zirve değerine ulaşmış ve yoğun antrenman dönemi sonunda yapılan ölçümde anlamlı olmayan düzeyde %4'lük bir düşüş görülmüştür. Bu düşüşün nedeni, OR etkisiyle maksimal kortizol yanıtlarının azalması olarak gösterilebilir (Halson ve Jeukendrup 2004). Nitekim bu konuda çalışma yapan Snyder ve arkadaşları da (1995) (Snyder ve ark. 1995) OR ile sonuçlanan yoğun antrenman döneminde plazma C konsantrasyonunun düştüğünü bildirmiştir. Benzer şekilde Urhausen ve arkadaşları (1998) (Urhausen, Gabriel ve Kindermann 1998), OR olmuş olan sporcuların maksimal kortizol yanıtlarında azalma olduğunu tespit etmiştir.

Yoğun antrenman döneminin sonunda ve 5. haftasının başında ölçümü yapılan C konsantrasyonu ortalamaları ile 7 günlük azaltım antrenman dönemi sonunda ölçülen C konsantrasyonları arasında anlamlı düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). C konsantrasyonunda belirlenen bu anlamlı farklılıkların sırasıyla %19'lük ve %23'lük azalmalar şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Yoğun antrenman dönemi süresince ölçülen C konsantrasyonunun 7 günlük azaltım antrenman dönemi sonunda azalmasının nedeni, azaltım antrenman döneminde sistematik olarak antrenman hacminin %60 ve antrenman sıklığının %44 azaltılmasıyla fizyolojik stresin düşmesi ve sonuçta HPA aksisinin baskılanması, azalmış protein katabolizması ve artmış glikojen sentezi olarak düşünülebilir (Zehsaz ve ark. 2011). Yaptığımız çalışmaya paralel bir başka çalışmada O'Connor PJ ve arkadaşları (1989) (O'Connor ve ark. 1989), 14 üniversiteli bayan yüzücüyle antrenman hacmini progresif olarak %63 azalttığı 4 haftalık azaltım antrenmanı sonrasında salya C konsantrasyonunun bazal düzeye indiğini bildirmiştir. Benzer sonuçlar, Tharp G.D ve arkadaşları (1990) (Tharp ve Barnes 1990) tarafından 21 erkek yüzücüyle yapılan başka bir çalışmada tüm sezon boyunca en düşük C konsantrasyonunun görüldüğü azaltım antrenman

döneminde %4.8'lik anlamlı azalma şeklinde bildirilmiştir. Zehsaz ve arkadaşları (2011) (Zehsaz ve ark. 2011) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise araştırmacılar, 8 haftalık yoğun antrenman periyodu sonrasında kontrol ve azaltım antrenman grubu olarak ayırdıkları 24 ulusal bisikletçinin antrenman hacmini %50 azaltarak uyguladıkları 1 ve 3 haftalık azaltım antrenman grubunda C konsantrasyonunun anlamlı bir şekilde azaldığını bildirmiştir. Ancak bir çok araştırmacı yüzücülerde (I. Mujika, Chatard ve Geysant 1996), bisikletçilerde (Martin, Andersen ve Gates 2000), atletlerde (Mujika ve ark. 2002) ve ragbi oyuncularında (A. J. Coutts, Reaburn ve ark. 2007) azaltım antrenman döneminin sonucunda hafif düzeyde artmış veya değişmemiş C konsantrasyonu bildirmiştir. Değişik C konsantrasyonu değerlerini açıklayan bu çelişkili bulgular, C konsantrasyonunun bir çok farklı fizyolojik ve psikolojik stres etkenlerine bağlı olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar, azaltım antrenman dönemi öncesindeki yoğun antrenmanlarda üretilen fizyolojik stresin, azaltım antrenman döneminin hemen sonrasında yapılacak müsabakaların oluşturduğu psikolojik stres ile yer değiştirdiğini tespit etmiştir (I. Mujika ve ark. 1996).

Sonuç olarak antrenman yükünün sistematik olarak artırıldığı yoğun antrenman dönemi sonrasında katabolik etkinin göstergesi olan artmış C düzeyinin azaltım antrenman metodu uygulandığında süper kompenzasyon etkisiyle C düzeylerinin azalmasını sağladığı elde edilen sonuçlarla ortaya konmuştur.

Yaptığımız çalışmanın bulguları, üçüncü hipotezimiz olan 'Futbolda dar alan oyun metodu kullanılarak uygulanan yüksek şiddetli yoğun antrenmanlar sonrasında uygulanan hızlı azalan üstel azaltım antrenmanları, süper kompenzasyon etkisi göstererek serum kortizol düzeyinde istatistiksel olarak pozitif yönlü (azalma) değişim meydana getirir.' hipotezinin doğruluğunu ortaya konmuştur.

## **5.12. TOTAL TESTOSTERON**

Yaptığımız çalışmada egzersiz sonrasında meydana gelen anabolik etkinin fizyolojik belirteci olarak TT kullanılmış ve yoğun ve azaltım antrenman dönemlerinin TT konsantrasyonu üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma süresince kandaki TT konsantrasyonunun belirlenmesi için sporculardan kan örneği alımları,

egzersiz sonrasındaki 24 saatlik dinlenmeyi takiben gerçekleştirilmiştir. Bununla beraber kortizol gibi testosteronda, dolaşımda en yüksek düzeye sabah saatlerinde en düşük düzeye ise öğleden sonra ulaşarak sirkadiyen ritim ile karakterize bir hormondur (Cooke, McIntosh ve McIntosh 1993; Diver ve ark. 2003; Kraemer ve ark. 2001; Lévi ve ark. 1988). Bu yüzden total testosteron düzeyinin serum örneklerindeki biyokimyasal değerlendirmeler, testosteron salınımindaki sirkadiyen ritim göz önüne alınarak sabah 08:00-11:00 saatleri arasında yapılması tercih edilmektedir (Levent Gürkan, Murat Çakan 2005). Çünkü sabah saatlerinden itibaren dolaşımda artmaya başlayan testosteron konsantrasyonu, iskelet yapısına ait proteinler üzerinde artmış olan kortizolün proteolitik etkisine karşı kası korumak için anti katabolik role hizmet etmektedir (Kraemer 1988). Bu yüzden yaptığımız çalışmada kan örneklerinin alınımı katılımcıların uyanmalarını takiben sabah 07:00-09:00 arasında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada yer alan katılımcıların TT konsantrasyonlarının ortalaması, ön hazırlık antrenman dönemi öncesi  $494,17 \pm 116,21$  ng/dL, yoğun antrenman döneminin beşinci haftasına denk gelen overreaching dönemi başlangıcı  $487,28 \pm 97,63$  ng/dL, yoğun antrenman dönemi sonrasında  $419,05 \pm 133,89$  ng/dL ve azaltım antrenman dönemi sonrasında ise  $503,39 \pm 125,67$  ng/dL olarak saptanmıştır (Tablo 28).

Bu çalışmada analizi yapılmış olan TT konsantrasyonu ortalamasının ön hazırlık antrenman dönemi öncesindeki ölçümüyle yoğun antrenman döneminin sonunda yapılan ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Belirlenen bu anlamlı farklılık, TT konsantrasyonunda %15'lik azalma şeklinde tespit edilmiştir. Bu dönem içerisinde TT konsantrasyonunda görülen azalmanın sebebi anaerobik eşik şiddetinde uygulanan ve yetersiz toparlanmadan oluşan antrenmanların etkisi ve haftalar boyunca giderek artan antrenman hacminin oluşturduğu egzersiz stresi olarak düşünülebilir (Filaire, Lac ve Pequignot 2003). Böyle durumlarda vücut, fizyolojik olarak hipotalamus-hipofiz-gonadal düzenleyici eksenin merkezi ve periferik bileşenlerindeki inhibitör etkilere bağlı olarak testosteron üretimini ve sekresyonunu azaltabilir (Urhausen ve Kindermann 1987; Urhausen, Kullmer ve Kindermann 1987). Çalışmamızın sonucuna benzer olarak Aaron J. Coutts ve arkadaşlarının da (2007) (A. J. Coutts, Reaburn ve ark. 2007)

yoğun ve normal antrenman grubu olarak ayırdığı yarı profesyonel 18 ragbi ligi oyuncusuyla yaptığı çalışmada 6 haftalık yoğun antrenman grubunda yer alan oyuncuların TT konsantrasyonlarında azalma meydana gelmiş ve bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya konmuştur. Aynı zamanda yapılan başka çalışmalarda da yoğun antrenman periyodu sonrasında hem dayanıklılık hem de takım sporlarında testosteron konsantrasyonunun azaldığı bildirilmiştir (Filaire ve ark. 2001; Flynn ve ark. 1994; Kraemer ve ark. 2004). Bu çalışmalardan birinde Filaire ve arkadaşları (2001) (Filaire ve ark. 2001) 17 Fransız ulusal futbolcuyla yaptığı çalışmada yoğun antrenman dönemi sonrasında futbolcuların en düşük performans düzeyine sahip olarak testosteron seviyelerinde %21 azalma olduğunu göstermiştir.

Yoğun antrenman dönemi ve 7 günlük azaltım antrenman dönemi sonu arasında yapılan ölçümlerde ise istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmüştür ( $p < 0,05$ ). Yaptığımız çalışmada TT konsantrasyonu yoğun antrenman döneminin sonunda en düşük değerine ulaşmış ve bu değer 7 günlük azaltım antrenman dönemi sonunda yapılan ölçümle de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde %16'lık bir artış göstermiştir. Yoğun antrenman dönemi süresince ölçülen TT konsantrasyonunun 7 günlük azaltım antrenman dönemi sonunda artmasının nedeni olarak yoğun antrenman dönemine göre azalmış olan fizyolojik strese bağlı olarak artmış olan hipofiz yanıtlarının androjenik-anabolik aktivite üzerine pozitif etki yaratması düşünülebilir (Busso ve ark. 1992; Mujika 1996; Mujika ve ark. 2002) Yaptığımız çalışmayla benzer sonuçlara ulaşan Dressendorfer ve arkadaşları da (2002) (Dressendorfer ve ark. 2002) erkek bisikletçilerde yaptıkları çalışmada 10 günlük azaltım antrenman dönemi sonrasında 20 km koşu zamanında %1,2'lik, testosteron düzeyinde ise %5,3'lük bir artış bulmuştur. Başka bir çalışmada ise Steinacker ve arkadaşları (2000) (Steinacker ve ark. 2000) elit küçük kürekçilerde 7 günlük azaltım antrenmanı sonrasında 2000 m kürek müsabaka denemesinde performans %6,3, testosteron düzeyi ise %10 artmıştır. Bu sonuçlara rağmen Aaron J. Coutts ve arkadaşlarının (2007) (A. Coutts ve ark. 2007) 7 yarı profesyonel ragbici ile yaptığı çalışmada 6 haftalık yoğun antrenman sonrasındaki 7 günlük azaltım antrenman döneminde TT düzeyinde artış olmasına rağmen bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Literatürde

bulunan bu farklı sonuçlar TT konsantrasyonunun azaltım antrenman döneminde bir çok fizyolojik ve psikolojik stres etkenlerinden etkilendiği düşünülmektedir.

Sonuç olarak antrenman yükünün sistematik olarak artırıldığı yoğun antrenman dönemi sonrasında anabolik etkinin göstergesi olan azalmış TT düzeyinin azaltım antrenman metodu uygulandığında süper kompenzasyon etkisiyle TT düzeylerinin arttırılmasını sağladığı elde edilen sonuçlarla ortaya konmuştur.

Yaptığımız çalışmanın bulguları, beşinci hipotezimiz olan 'Futbolda dar alan oyun metodu kullanılarak uygulanan yüksek şiddetli yoğun antrenmanlar sonrasında uygulanan hızlı azalan üstel azaltım antrenmanları, süper kompenzasyon etkisi göstererek TT düzeyinde istatistiksel olarak pozitif yönlü (artma) değişim meydana getirir.' hipotezinin doğruluğunu ortaya konmuştur.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaptığımız çalışmada futbolda sezon öncesi hazırlık periyodu olarak tasarlanan 6 haftalık yoğun ve 1 haftalık azaltım antrenman dönemlerinin bazı temel biyokimyasal parametreler üzerine olan etkisi belirlenmiştir. Bu çalışmada performans gelişiminin sağlanması için yetersiz toparlanma periyotlarından oluşan yoğun antrenman döneminin azalmış TT, Hb ve Hct konsantrasyonuna, artmış C düzeyi ve CK aktivitesine ve OR sebep olduğu görülmüştür. OR etkisinin görülmesiyle dizayn edilen azaltım antrenmanlarında antrenman şiddeti korunarak antrenman sıklığı %44, antrenman hacmi ise %63 oranında azaltılmıştır. Bu değişiklikler doğrultusunda uygulanan 1 haftalık hızlı üstel azalan azaltım antrenmanının süper kompenzasyonla sonuçlandığı ortaya konmuştur. Çalışma süresince elde edilen biyokimyasal veriler, azaltım antrenman süresince görülen bu süper kompenzasyon etkisinin artmış anabolizma ve azalmış kas hasarı ile ilişkili olduğunu göstermiştir.

Literatürde azaltım antrenmanları üzerine bireysel spor branşlarında çeşitli çalışmalar yapılmış olmasına rağmen futbolda azaltım antrenmanlarının biyokimyasal parametreler üzerine olan etkisini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Böyle bir çalışmanın yapılması hem antrenörler tarafından azaltım antrenman metodunun uygulamada kullanılmasını sağlayabilir hem de ileride yapılacak olan bir çok çalışmaya katkıda bulunabilir. Antrenman periyodu süresince katılımcılarda gözlemlenen biyokimyasal parametrelerdeki değişimlerin, saha ve laboratuvar testleri yapılarak fizyolojik performans değerleriyle karşılaştırılması daha detaylı sonuçların elde edilmesini sağlayabilir. Bununla birlikte azaltım antrenman metodunun futbol veya farklı takım sporuyla uğraşan profesyonel sporcular üzerindeki etkisinin incelenmesi fizyolojik ve biyokimyasal cevaplar açısından bu metodun etkinliğinin ortaya konmasında daha faydalı olabilir.



## 7. KAYNAKLAR

Aaron J. Coutts , Karim Chamari, Franco M. and Impellizzeri and Ermanno Rampinini. n.d. *Monitoring Training in Soccer: Measuring and Periodising Training*.

Abt, Grant and Ric Lovell. 2009. "The Use of Individualized Speed and Intensity Thresholds for Determining the Distance Run at High-Intensity in Professional Soccer." *Journal of Sports Sciences* 27(9):893–98.

Achten, J. and A. E. Jeukendrup. 2003. "Heart Rate Monitoring: Applications and Limitations." *Sports Med* 33(7):517–38.

Aguiar, Marco, Goretí Botelho, Carlos Lago, Victor Maças, and Jaime Sampaio. 2012. "A Review on the Effects of Soccer Small-Sided Games." *Journal of Human Kinetics* 33(1).

Akubat, Ibrahim. 2012. "Training Load Monitoring in Soccer: The Dose-Response Relationships with Fitness, Recovery and Fatigue." The University of Hull.

Akubat, Ibrahim, Ebrahim Patel, Steve Barrett, and Grant Abt. 2012. "Methods of Monitoring the Training and Match Load and Their Relationship to Changes in Fitness in Professional Youth Soccer Players." *Journal of Sports Sciences* 30(14):1473–80.

Alexiou, Helen and Aaron J. Coutts. 2008. "A Comparison of Methods Used for Quantifying Internal Training Load in Women Soccer Players." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3(3):320–30.

Al-Hazzaa, H. M. et al. 2001. "Aerobic and Anaerobic Power Characteristics of Saudi Elite Soccer Players." *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 41(1):54–61.

Ali, A. and M. Farrally. 1991. "Recording Soccer Players' Heart Rates during Matches." *Journal of Sports Sciences* 9(2):183–89.

Alix-Sy, Déborah, Christine Le Scuff, and Edith Filaire. 2008. "Psychophysiological Responses in the Pre-Competition Period in Elite Soccer Players." *Journal of Sports Science and Medicine* 7(4):446–54.

Allen, D. G. 2001. "Eccentric Muscle Damage: Mechanisms of Early Reduction of Force." Pp. 311–19 in *Acta Physiologica Scandinavica*, vol. 171.

Andersson, Helena et al. 2008. "Neuromuscular Fatigue and Recovery in Elite Female Soccer: Effects of Active Recovery." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 40(2):372–80.

Armstrong, R. B. 1984. "Mechanisms of Exercise-Induced Delayed Onset Muscular Soreness: A Brief Review." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 16(6):529–38.

Armstrong, R. B. 1986. "Muscle Damage and Endurance Events." *Sports Medicine* 3(5):370–81.

Armstrong, R. B. 1990. "Initial Events in Exercise-Induced Muscular Injury." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 22(4):429–35.

Armstrong, R. B., G. L. Warren, and J. a Warren. 1991. "Mechanisms of Exercise-Induced Muscle Fibre Injury." *Sports Medicine* 12(3):184–207.

Aroso J., Rebelo N., Gomes-Pereira J. 2004. "Physiological Impact of Selected Game-Related Exercises." *Journal of Sports Sciences* 22(February):522.

Åstrand, Per-Olof. 2003. *Textbook of Work Physiology : Physiological Bases of Exercise / Per-Olof Åstrand ... [et Al.]*. Human Kinetics.

Aubry, Anaël, Christophe Hausswirth, Julien Louis, Aaron J. Coutts, and Yann Le Meur. 2014. "Functional Overreaching: The Key to Peak Performance during the Taper?" *Medicine and Science in Sports and Exercise* 46(9):1769–77.

Aunola, S. and H. Rusko. 1984. "Reproducibility of Aerobic and Anaerobic Thresholds in 20-50 Year Old Men." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 53(3):260–66.

Baird, Marianne F., Scott M. Graham, Julien S. Baker, and Gordon F. Bickerstaff. 2012. "Creatine-Kinase- and Exercise-Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery." *Journal of Nutrition and Metabolism* 2012.

Balsom, P. 1999. *Precision Football. Polar Electro Oy*.

Bangsbo, J. et al. 1992. "Elevated Muscle Acidity and Energy Production during Exhaustive Exercise in Humans." *The American Journal of Physiology* 263:R891–99.

Bangsbo, J. 1994. *Physiological Demands. In B. Ekblom (Ed.), Football (Soccer)*.

Bangsbo, J. 1994. "The Physiology of Soccer--with Special Reference to Intense Intermittent Exercise." *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum* 619:1–155.

Bangsbo, J. 1998. "Optimal Preparation for the World Cup in Soccer." *Clinics in Sports Medicine* 17(4):697–709.

Bangsbo, J., F. M. Iaia, and P. Krstrup. 2008. "The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports." *Sports Med* 38(1):37–51.

Bangsbo, J., L. Nørregaard, and F. Thorsø. 1991. "Activity Profile of Competition Soccer." *Canadian Journal of Sport Sciences = Journal Canadien Des Sciences Du Sport* 16(2):110–16.

Bangsbo, Jens, Fedon Marcello Iaia, and Peter Krstrup. 2007. "Metabolic Response and Fatigue in Soccer." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2(2):111–27.

Bangsbo, Jens, Magni Mohr, and Peter Krstrup. 2006. "Physical and Metabolic Demands of Training and Match-Play in the Elite Football Player." *Journal of Sports Sciences* 24(7):665–74.

Banister, E. W. 1991. *Modeling Elite Athletic Performance*.

Banister, E. W., J. B. Carter, and P. C. Zarkadas. 1999. "Training Theory and Taper: Validation in Triathlon Athletes." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 79(2):182–91.

Banister, EW, TW Calvert, MW Savage, and Et Al. 1975. "A Systems Model of Training for Athletic Performance." *Aust J Sports Med* 7:57–61.

Bartlett, Jonathan D., Fergus O'Connor, Nathan Pitchford, Lorena Torres-Ronda, and Samuel J. Robertson. 2016. "Relationships Between Internal and External Training Load in Team Sport Athletes: Evidence for an Individualised Approach." *International Journal of Sports Physiology and Performance* (May):1–20.

Beaton, Louise J., Mark A. Tarnopolsky, and Stuart M. Phillips. 2002. "Contraction-Induced Muscle Damage in Humans Following Calcium Channel Blocker Administration." *The Journal of Physiology* 544(3):849–59.

Bender, David A. 2008. *Introduction to Nutrition and Metabolism - Fourth Edition*.

Berchtold, M. W., H. Brinkmeier, and M. Müntener. 2000. "Calcium Ion in Skeletal Muscle: Its Crucial Role for Muscle Function, Plasticity, and Disease." *Physiological Reviews* 80(3):1215–65.

Bhasin, Shalender et al. 1997. "Testosterone Replacement Increases Fat-Free Mass and Muscle Size in Hypogonadal Men." *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 82(2):407–13.

Bishop, D. and M. Spencer. 2004. "Determinants of Repeated-Sprint Ability in Well-Trained Team-Sport Athletes and Endurance-Trained Athletes." *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 44(1):1–7.

Bloomfield, Jonathan, Remco Polman, and Peter O'Donoghue. 2007. "Physical Demands of Different Positions in FA Premier League Soccer." *Journal of Sports Science and Medicine* 6(1):63–70.

- Bompa TO. 1999. *Periodization Training for Sports*.
- Booth, F. W. and D. B. Thomason. 1991. "Molecular and Cellular Adaptation of Muscle in Response to Exercise: Perspectives of Various Models." *Physiological Reviews* 71(2):541–85.
- Borer, K. T. 2003. *Exercise Endocrinology*.
- Borg, Gunnar, Peter Hassmén, and Monica Lagerström. 1987. "Perceived Exertion Related to Heart Rate and Blood Lactate during Arm and Leg Exercise." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 56(6):679–85.
- Borg, Gunnar. 1998. *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Human Kinetics.
- Borrayo-Sanchez, G., F. Sosa-Jarero, B. Borja-Teran, I. Isordia-Salas, and R. Arguero-Sanchez. 2006. "Qualitative Determination of Markers for Myocardiac Necrosis during Pre-Hospital Admission for Acute Coronary Syndrome." *Cir Cir* 74(4):231–35.
- Borresen, Jill and Michael I. Lambert. 2008. "Quantifying Training Load: A Comparison of Subjective and Objective Methods." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3(1):16–30.
- Bosquet, Laurent, Jonathan Montpetit, Denis Arvisais, and Iñigo Mujika. 2007. "Effects of Tapering on Performance: A Meta-Analysis." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 39(8):1358–65.
- Bradley, Paul S. et al. 2009. "High-Intensity Running in English FA Premier League Soccer Matches." *Journal of Sports Sciences* 27(2):159–68.
- Brancaccio, Paola, Nicola Maffulli, and Francesco Mario Limongelli. 2007. "Creatine Kinase Monitoring in Sport Medicine." *British Medical Bulletin* 81-82(1):209–30.
- Brown, S. J., R. B. Child, S. H. Day, and A. E. Donnelly. 1997. "Exercise-Induced Skeletal Muscle Damage and Adaptation Following Repeated Bouts of Eccentric Muscle Contractions." *Journal of Sports Sciences* 15(2):215–22.
- Brownlee, Kaye K., Alex W. Moore, and Anthony C. Hackney. 2005. "Relationship between Circulating Cortisol and Testosterone: Influence of Physical Exercise." *Journal of Sports Science and Medicine* 4(1):76–83.
- Budgett, R. 1990. "Overtraining Syndrome." *British Journal of Sports Medicine* 24(4):231–36.
- Budgett, R. et al. 2000. "Redefining the Overtraining Syndrome as the Unexplained Underperformance Syndrome." *British Journal of Sports Medicine* 34(1):67–68.

Burke ER, Falsetti HL, Feld RD, Patton GS, Kennedy C. 1982. "Blood Testing to Determine Overtraining in Swimmers." *Swimming Technique* 18:29–32.

Busso, T. et al. 1992. "Hormonal Adaptations and Modelled Responses in Elite Weightlifters during 6 Weeks of Training." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 64(4):381–86.

Busso, T., C. Denis, R. Bonnefoy, A. Geysant, and J. R. Lacour. 1997. "Modeling of Adaptations to Physical Training by Using a Recursive Least Squares Algorithm." *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 82(5):1685–93.

Butterfield, Timothy A., Thomas M. Best, and Mark A. Merrick. 2006. "The Dual Roles of Neutrophils and Macrophages in Inflammation: A Critical Balance between Tissue Damage and Repair." *Journal of Athletic Training* 41(4):457–65.

Byrd, S. K. 1992. "Alterations in the Sarcoplasmic Reticulum: A Possible Link to Exercise-Induced Muscle Damage." *Med Sci Sports Exerc* 24:531–36.

Byrne, Christopher, Craig Twist, and Roger Eston. 2004. "Neuromuscular Function After Exercise-Induced Muscle Damage." *Sports Medicine* 34(1):49–69.

Cannon, Joseph G. and Barbara A. St. Pierre. 1998. "Cytokines in Exertion-Induced Skeletal Muscle Injury." *Molecular and Cellular Biochemistry* 179(1-2):159–67.

Carling, Christopher, Jonathan Bloomfield, Lee Nelsen, and Thomas Reilly. 2008. "The Role of Motion Analysis in Elite Soccer: Contemporary Performance Measurement Techniques and Work Rate Data." *Sports Medicine* 38(10):839–62.

Casamichana DG, Castellano Paulis J, Gonzá'lez-Mora'n A, Garc'ía-Cueto H, and Garc'ía-Lo'pez J. 2011. "Demanda Fisiolo'gica En Juegos Reducidos de Fútbol Con Diferente Orientacio' N Del Espacio." *Revista Internacional de Ciencias Del Deporte* 7:141–54.

Casamichana, David and Julen Castellano. 2010. "Time–motion, Heart Rate, Perceptual and Motor Behaviour Demands in Small-Sides Soccer Games: Effects of Pitch Size." *Journal of Sports Sciences* 28(14):1615–23.

Casamichana, David, Jaime San Román-Quintana, Julen Castellano, and Julio Calleja-González. 2015. "Influence of the Type of Marking and the Number of Players on Physiological and Physical Demands during Sided Games in Soccer." *Journal of Human Kinetics* 47(1):259–68.

Castagna, C., F. M. Impellizzeri, A. Chaouachi, C. Bordon, and V. Manzi. 2011. "Effect of Training Intensity Distribution on Aerobic Fitness Variables in Elite Soccer Players: A Case Study." *J Strength Cond Res* 25(1):66–71.

Clark, A. N., Edwards, M. A., Morton, R. H., Butterly, J. R. 2008. "Season to Season Variations of Physiological Fitness within a Squad of Professional Male Soccer Players." *Journal of Sports Science and Medicine* 7:157–65.

Clarkson, Priscilla M. and Monica J. Hubal. 2002. "Exercise-Induced Muscle Damage in Humans." *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation / Association of Academic Physiatrists* 81(11 Suppl):S52–69.

Clarkson, Priscilla M. and Stephen P. Sayers. 1999. "Etiology of Exercise-Induced Muscle Damage." *Canadian Journal of Applied Physiology* 24(3):234–48.

Clemente, Filipe, Micael S. Couceiro, Fernando M. L. Martins, and Rui Mendes. 2012. "The Usefulness of Small-Sided Games on Soccer Training." *Journal of Physical Education and Sport* 12(1):93–102.

Coelho, DB, RF Morandi, and MAA Melo. 2011. "Creatine Kinase Kinetics in Professional Soccer Players during a Competitive Season." *Revista Brasileira de* 13(3):189–94.

Cone, R. D., Low, M. J., Elmquist, J. K., & Cameron, J. L. 2002. "Neuroendocrinology." Pp. 81–176 in *Williams Textbook of Endocrinology*.

Conley, D. L. and G. S. Krahenbuhl. 1980. "Running Economy and Distance Running Performance of Highly Trained Athletes." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 12(5):357–60.

Cooke, R. R., J. E. McIntosh, and R. P. McIntosh. 1993. "Circadian Variation in Serum Free and Non-SHBG-Bound Testosterone in Normal Men: Measurements, and Simulation Using a Mass Action Model." *Clinical Endocrinology* 39(2):163–71.

Costantin, L. L. 1976. "Contractile Activation in Skeletal Muscle." *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 29:197–224.

Costill, D. L. et al. 1991. "Adaptations to Swimming Training: Influence of Training Volume." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 23(3):371–77.

Coutts, A. J., Wallace, L., & Slattery, K. 2004. "Monitoring Training Load." *Sports Coach* 27(1):12–14.

Coutts, A. J. 2001. "Monitoring Training in Team Sports." *Sports Coach* 24(3):19–24.

Coutts, Aaron J., Aron J. Murphy, and Ben J. Dascombe. 2004. "Effect of Direct Supervision of a Strength Coach on Measures of Muscular Strength and Power in Young Rugby League Players." *The Journal of Strength and Conditioning Research* 18(2):316.

Coutts, Aaron J., Ermanno Rampinini, Samuele M. Marcora, Carlo Castagna, and Franco M. Impellizzeri. 2009. "Heart Rate and Blood Lactate Correlates of Perceived Exertion during Small-Sided Soccer Games." *Journal of Science and Medicine in Sport* 12(1):79–84.

Coutts, Aaron J., Peter Reaburn, Terrence J. Piva, and Greg J. Rowsell. 2007. "Monitoring for Overreaching in Rugby League Players." *European Journal of Applied Physiology* 99(3):313–24.

Coutts, Aaron J., Katie M. Slattery, and Lee K. Wallace. 2007. "Practical Tests for Monitoring Performance, Fatigue and Recovery in Triathletes." *Journal of Science and Medicine in Sport* 10(6):372–81.

Coutts, Aaron J., L. K. Wallace, and K. M. Slattery. 2007. "Monitoring Changes in Performance, Physiology, Biochemistry, and Psychology during Overreaching and Recovery in Triathletes." *International Journal of Sports Medicine* 28(2):125–34.

Coutts, Aaron, P. Reaburn, T. J. Piva, and A. Murphy. 2007. "Changes in Selected Biochemical, Muscular Strength, Power, and Endurance Measures during Deliberate Overreaching and Tapering in Rugby League Players." *International Journal of Sports Medicine* 28(2):116–24.

Crewther, Blair, Justin Keogh, John Cronin, and Christian Cook. 2006. "Possible Stimuli for Strength and Power Adaptation: Acute Hormonal Responses." *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)* 36(3):215–38.

Çolakoğlu M. 1995. "Dayanıklılık Gelişiminin Metabolik ve Fizyolojik Temelleri." *BESBD* 1(1):34–43.

Davies, C.T.M. and Few, J. D. 1973. "Effects of Exercise on Adrenocortical Function." *Journal of Applied Physiology* 35(6):887–91.

Davis, J. A., J. Brewer, and D. Atkin. 1992. "Pre-Season Physiological Characteristics of English First and Second Division Soccer Players." *Journal of Sports Sciences* 10(6):541–47.

Day, Meghan L., Michael R. McGuigan, Glenn Brice, and Carl Foster. 2004. "Monitoring Exercise Intensity During Resistance Training Using the Session RPE Scale." *The Journal of Strength and Conditioning Research* 18(2):353–58.

Dellal, A., C. Varliette, A. Owen, E. N. Chirico, and V. Pialoux. 2012. "Small-Sided Games versus Interval Training in Amateur Soccer Players: Effects on the Aerobic Capacity and the Ability to Perform Intermittent Exercises with Changes of Direction." *J Strength Cond Res* 26(10):2712–20.

Dellal, Alexandre et al. 2008. "Heart Rate Responses During Small-Sided Games and Short Intermittent Running Training in Elite Soccer Players: A Comparative Study." *Journal of Strength and Conditioning Research* 22(5):1449–57.

Dellal, Alexandre et al. 2010. "Physiologic Effects of Directional Changes in Intermittent Exercise in Soccer Players." *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association* 24(12):3219–26.

Dellal, Alexandre, Carlos Logo-Penas, Del P. Wong, and Karim Chamari. 2011. "Effect of the Number of Ball Contacts within Bouts of 4 vs. 4 Small-Sided Soccer Games." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 6(3):322–33.

Denadai, Benedito S., Marcelo J. Ortiz, Camila C. Greco, and Marco T. de Mello. 2006. "Interval Training at 95% and 100% of the Velocity at VO<sub>2</sub> Max: Effects on Aerobic Physiological Indexes and Running Performance." *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme* 31(6):737–43.

Dimitriou, L., N. C. C. Sharp, and M. Doherty. 2002. "Circadian Effects on the Acute Responses of Salivary Cortisol and IgA in Well Trained Swimmers." *British Journal of Sports Medicine* 36(4):260–64.

Diver, Michael J., Komal E. Imtiaz, Aftab M. Ahmad, Jiten P. Vora, and William D. Fraser. 2003. "Diurnal Rhythms of Serum Total, Free and Bioavailable Testosterone and of SHBG in Middle-Aged Men Compared with Those in Young Men." *Clinical Endocrinology* 58(6):710–17.

Dolezal, B. a, J. a Potteiger, D. J. Jacobsen, and S. H. Benedict. 2000. "Muscle Damage and Resting Metabolic Rate after Acute Resistance Exercise with an Eccentric Overload." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32(7):1202–7.

Dressendorfer, Rudolph H., Stewart R. Petersen, Shona E. Moss Lovshin, and Carl L. Keen. 2002. "Mineral Metabolism in Male Cyclists during High-Intensity Endurance Training." *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 12(1):63–72.

Drust, B., T. Reilly, and N. T. Cable. 2000. "Physiological Responses to Laboratory-Based Soccer-Specific Intermittent and Continuous Exercise." *Journal of Sports Sciences* 18(11):885–92.

Ebbeling, C. B. and P. M. Clarkson. 1989. "Exercise-Induced Muscle Damage and Adaptation." *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)* 7(4):207–34.

Edwards, AM and NA Clark. 2006. "Thermoregulatory Observations in Soccer Match Play: Professional and Recreational Level Applications Using an Intestinal Pill System to Measure Core Temperature." *British Journal of Sports Medicine* 40(May 2008):133–38.

Edwards, S. 1993. *The Heart Rate Monitor Book*. Sacramento.

Ehlers, Greg G., Thomas E. Ball, and Linda Liston. 2002. "Creatine Kinase Levels Are Elevated during 2-a-Day Practices in Collegiate Football Players." *Journal of Athletic Training* 37(2):151–56.

Ekblom, Björn. 1986. "Applied Physiology of Soccer." *Sports Medicine* 3(1):50–60.



Eniseler N, Çolakoğlu M, Turgay F, Altun M, Vurgun. H. 2005. “Türkiye Birinci Ligi Oyuncularında Futbol Hazırlık Dönemi Antrenmanlarının 4 Mmol Laktat Eşiği ve Vücut Yağ Oranı Üzerine Etkileri.” *Performans* 11(4):31–35.

Eniseler N. 2010. *Bilimin Işığında Futbol Antrenmanı*. Manisa.

Eniseler N., Kaya R. 1998. “Amatör ve Profesyonel Futbolcuların Maç Boyunca Hareket Şekillerinin Karşılaştırmalı Olarak Analizi.” *Spor Hekimliği Dergisi* 33(1):29–38.

Esteve-Lanao, Jonathan, Carl Foster, Stephen Seiler, and Alejandro Lucia. 2007. “Impact of Training Intensity Distribution on Performance in Endurance Athletes.” *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association* 21(3):943–49.

Eston, Roger, Christopher Byrne, and Craig Twist. 2003. “Muscle Function after Exercise-Induced Muscle Damage: Considerations for Athletic Performance in Children and Adults.” *Journal of Exercise Science and Fitness* 1(2):85–96.

Farrell, P. A., J. H. Wilmore, E. F. Coyle, J. E. Billing, and D. L. Costill. 1979. “Plasma Lactate Accumulation and Distance Running Performance.” *Medicine and Science in Sports* 11(4):338–44.

Fessi, Mohamed Saifeddin et al. 2016. “Effects of Tapering on Physical Match Activities in Professional Soccer Players.” *Journal of Sports Sciences* 34(24):2189–94.

Filaire, E., X. Bernain, M. Sagnol, and G. Lac. 2001. “Preliminary Results on Mood State, Salivary Testosterone:cortisol Ratio and Team Performance in a Professional Soccer Team.” *European Journal of Applied Physiology* 86(2):179–84.

Filaire, Edith, Gérard Lac, and Jean-Marc Pequignot. 2003. “Biological, Hormonal, and Psychological Parameters in Professional Soccer Players throughout a Competitive Season.” *Perceptual and Motor Skills* 97(3):1061–72.

Flynn, M. G. et al. 1994. “Indices of Training Stress during Competitive Running and Swimming Seasons.” *International Journal of Sports Medicine* 15(1):21–26.

Foster, C., J. A. Florhaug, et al. 2001. “A New Approach to Monitoring Exercise Training.” *J Strength Cond Res* 15(1):109–15.

Foster, C., K. Cadwell, et al. 2001. “Physical Activity and Exercise Training Prescriptions for Patients.” *Cardiology Clinics* 19(3):447–57.

Foster, C., E. Daines, L. Hector, A. C. Snyder, and R. Welsh. 1996. “Athletic Performance in Relation to Training Load.” *Wisconsin Medical Journal* 95(April 2016):370–74.

Foster, Carl et al. 1995. "Effects of Specific versus Cross-Training on Running Performance." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 70(4):367–72.

FOSTER, CARL. 1998. "Monitoring Training in Athletes with Reference to Overtraining Syndrome." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 30(7):1164–68.

Frungieri, Mónica B., Karina Zitta, Omar P. Pignataro, Silvia I. Gonzalez-Calvar, and Ricardo S. Calandra. 2002. "Interactions between Testicular Serotonergic, Catecholaminergic, and Corticotropin-Releasing Hormone Systems Modulating cAMP and Testosterone Production in the Golden Hamster." *Neuroendocrinology* 76(1):35–46.

Fry, Andrew C. and William J. Kraemer. 1997. "Resistance Exercise Overtraining and Overreaching." *Sports Medicine* 23(2):106–29.

Fry, R. W., a R. Morton, and D. Keast. 1991. "Overtraining in Athletes. An Update." *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)* 12(1):32–65.

Gabbett, Tim J. and Nathan Domrow. 2007. "Relationships between Training Load, Injury, and Fitness in Sub-Elite Collision Sport Athletes." *Journal of Sports Sciences* 25(13):1507–19.

Gabbett, Tim, David Jenkins, and Bruce Abernethy. 2009. "Game-Based Training for Improving Skill and Physical Fitness in Team Sport Athletes." *International Journal of Sports Science & Coaching* 4(2):273–83.

Gallo, Tania, Stuart Cormack, Tim Gabbett, Morgan Williams, and Christian Lorenzen. 2015. "Characteristics Impacting on Session Rating of Perceived Exertion Training Load in Australian Footballers." *Journal of Sports Sciences* 33(5):467–75.

Gaviglio, Christopher M. and Christian J. Cook. 2014. "Relationship Between Midweek Training Measures of Testosterone and Cortisol Concentrations and Game Outcome in Professional Rugby Union Matches." *Journal of Strength and Conditioning Research* 28(12):3447–52.

Gilsanz, V. et al. 1988. "Vertebral Bone Density in Children: Effect of Puberty." *Radiology* 166(3):847–50.

Gissel, H. and T. Clausen. 2001. "Excitation-Induced Ca<sup>2+</sup> Influx and Skeletal Muscle Cell Damage." Pp. 327–34 in *Acta Physiologica Scandinavica*, vol. 171.

Gissel, Hanne. 2005. "The Role of Ca<sup>2+</sup> in Muscle Cell Damage." *Annals of the New York Academy of Sciences* 1066:166–80.

Gladden, L. B. 2004. "Lactate Metabolism: A New Paradigm for the Third Millennium." *The Journal of Physiology* 558(1):5–30.

Glaister, Mark. 2005. "Multiple Sprint Work: Physiological Responses, Mechanisms of Fatigue and the Influence of Aerobic Fitness." *Sports Medicine* 35(9):757–77.

Gordon, A. M., A. F. Huxley, and F. J. Julian. 1966. "The Variation in Isometric Tension with Sarcomere Length in Vertebrate Muscle Fibres." *The Journal of Physiology* 184(1):170–92.

Hackney, Anthony C. 1989. "Endurance Training and Testosterone Levels." *Sports Medicine* 8(2):117–27.

Haff, G. Gregory et al. 2008. "Force-Time Curve Characteristics and Hormonal Alterations during an Eleven-Week Training Period in Elite Women Weightlifters." *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association* 22(2):433–46.

Hallvard Lilleng. 2013. "Prevalence, Risk Factors for and Clinical Impact of Persistent hyperCKemia in a General Population." University of Tromso.

Halouani, Jamel, Hamdi Chtourou, Tim J. Gabbett, Anis Chaouachi, and Karim Chamari. 2014. "Small-Sided Games in Team Sports Training: A Brief Review." *Journal of Strength and Conditioning Research* 28(12):3594–3618.

Halson, Shona L. et al. 2002. "Time Course of Performance Changes and Fatigue Markers during Intensified Training in Trained Cyclists." *Journal of Applied Physiology* 93(3):947–56.

Halson, Shona L. 2014. "Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes." *Sports Medicine* 44:139–47.

Halson, Shona L. and Asker E. Jeukendrup. 2004. "Does Overtraining Exist? An Analysis of Overreaching and Overtraining Research." *Sports Medicine* 34(14):967–81.

Handziski, Z. et al. 2006. "The Changes of ACTH, Cortisol, Testosterone and Testosterone/cortisol Ratio in Professional Soccer Players during a Competition Half-Season." *Bratislavske Lekarske Listy* 107(6-7):259–63.

Haneishi, Kanae et al. 2007. "Cortisol and Stress Responses during a Game and Practice in Female Collegiate Soccer Players." *Journal of Strength and Conditioning Research* 21(2):583–88.

Hanton, S., O. Thomas, and I. Maynard. 2004. "Competitive Anxiety Responses in the Week Leading up to Competition: The Role of Intensity, Direction and Frequency Dimensions." *Psychology of Sport and Exercise* 5(2):169–81.

Hartmann, U. and J. Mester. 2000. "Training and Overtraining Markers in Selected Sport Events." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32(1):209–15.

Heck, H. et al. 1985. "Justification of the 4-Mmol/l Lactate Threshold." *International Journal of Sports Medicine* 06(03):117–30.

Helgerud, J. 1994. "Maximal Oxygen Uptake, Anaerobic Threshold and Running Economy in Women and Men with Similar Performances Level in Marathons." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 68(2):155–61.

Helgerud, J., LC Engen, U. Wisløff, and J. Hoff. 2001. "Aerobic Endurance Training Improves Soccer Performance." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 33(13):1925–31.

Herman, James P. and William E. Cullinan. 1997. "Neurocircuitry of Stress: Central Control of the Hypothalamo-Pituitary-Adrenocortical Axis." *Trends in Neurosciences* 20(2):78–84.

Hickson, R. C., C. Foster, M. L. Pollock, T. M. Galassi, and S. Rich. 1985. "Reduced Training Intensities and Loss of Aerobic Power, Endurance, and Cardiac Growth." *Journal of Applied Physiology* 58(2):492–99.

Hickson, R. C., C. Jr Kanakis, J. R. Davis, A. M. Moore, and S. Rich. 1982. "Reduced Training Duration Effects on Aerobic Power, Endurance, and Cardiac Growth." *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology* 53(1):225–29.

Hickson, R. C. and M. A. Rosenkoetter. 1981. "Reduced Training Frequencies and Maintenance of Increased Aerobic Power." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 13(1):13–16.

Hill, E. E. et al. 2008. "Exercise and Circulating Cortisol Levels: The Intensity Threshold Effect." *Journal of Endocrinological Investigation* 31(7):587–91.

Hill-Haas, Stephen V, Aaron J. Coutts, Brian T. Dawson, and Greg J. Rowsell. 2010. "Time-Motion Characteristics and Physiological Responses of Small-Sided Games in Elite Youth Players: The Influence of Player Number and Rule Changes." *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(8):2149–56.

Hill-Haas, Stephen V., Brian Dawson, Franco M. Impellizzeri, and Aaron J. Coutts. 2011. "Physiology of Small-Sided Games Training in Football: A Systematic Review." *Sports Medicine* 41(3):199–220.

Hill-Haas, Stephen V., Brian T. Dawson, Aaron J. Coutts, and Greg J. Rowsell. 2009. "Physiological Responses and Time–motion Characteristics of Various Small-Sided Soccer Games in Youth Players." *Journal of Sports Sciences* 27(1):1–8.

Hirose, Lisa et al. 2004. "Changes in Inflammatory Mediators Following Eccentric Exercise of the Elbow Flexors." *Exercise Immunology Review* 10:75–90.

Hody, S., B. Rogister, P. Leprince, F. Wang, and J. L. Croisier. 2013. "Muscle Fatigue Experienced during Maximal Eccentric Exercise Is Predictive of the Plasma Creatine Kinase (CK) Response." *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 23(4):501–7.

Hoff, J., A. Gran, and J. Helgerud. 2002. "Maximal Strength Training Improves Aerobic Endurance Performance." *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 12(5):288–95.

Hoff, J., J. Helgerud, and U. Wisløff. 1999. "Maximal Strength Training Improves Work Economy in Trained Female Cross-Country Skiers." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 31(6):870–77.

Hoff, Jan and Jan Helgerud. 2004. "Endurance and Strength Training for Soccer Players: Physiological Considerations." *Sports Medicine* 34(3):165–80.

Hoff, Jan, U. Wisløff, Lars Christian Engen, O. J. Kemi, and J. Helgerud. 2002. "Soccer Specific Aerobic Endurance Training." *British Journal of Sports Medicine* 36(3):218–21.

Hoffman, Jay R. et al. 2002. "Performance, Biochemical, and Endocrine Changes during a Competitive Football Game." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34(11):1845–53.

Hooper, S. L., L. T. Mackinnon, and A. Howard. 1999. "Physiological and Psychometric Variables for Monitoring Recovery during Tapering for Major Competition." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 31(8):1205–10.

Hooper, S. L., L. T. Mackinnon, A. Howard, R. D. Gordon, and A. W. Bachmann. 1995. "Markers for Monitoring Overtraining and Recovery." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27(1):106–12.

Hooper, Sue L., Laurel Traeger Mackinnon, and Enid M. Ginn. 1998. "Effects of Three Tapering Techniques on the Performance, Forces and Psychometric Measures of Competitive Swimmers." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 78(3):258–63.

Hornemann, T., M. Stolz, and T. Wallimann. 2000. "Isoenzyme-Specific Interaction of Muscle-Type Creatine Kinase with the Sarcomeric M-Line Is Mediated by NH(2)-Terminal Lysine Charge-Clamps." *The Journal of Cell Biology* 149(6):1225–34.

Hough, John and John. 2012. "Intensified Training and Salivary Hormone Response to High-Intensity Exercise." © John Hough.

Houmard, J. a, B. K. Scott, C. L. Justice, and T. C. Chenier. 1994. "The Effects of Taper on Performance in Distance Runners." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 26(5):624–31.

Houmard, J. A. et al. 1990. "Testosterone, Cortisol, and Creatine Kinase Levels in Male Distance Runners during Reduced Training." *International Journal of Sports Medicine* 11(1):41–45.

Houmard, Joseph A. and R. Anderson Johns. 1994. "Effects of Taper on Swim Performance: Practical Implications." *Sports Medicine: An International Journal of Applied Medicine and Science in Sport and Exercise* 17(4):224–32.

Howatson, Glyn and Adi Milak. 2009. "Exercise-Induced Muscle Damage Following a Bout of Sport Specific Repeated Sprints." *Journal of Strength and Conditioning Research* 23(8):2419–24.

Howatson, Glyn and Ken A. Van Someren. 2008. "The Prevention and Treatment of Exercise-Induced Muscle Damage." *Sports Medicine* 38(6):483–503.

Iaia, F. Marcello, Ermanno Rampinini, and Jens Bangsbo. 2009. "High-Intensity Training in Football." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 4(3):291–306.

Iellamo, Ferdinando et al. 2013. "Matched Dose Interval and Continuous Exercise Training Induce Similar Cardiorespiratory and Metabolic Adaptations in Patients with Heart Failure." *International Journal of Cardiology* 167(6):2561–65.

Impellizzeri, Franco M. et al. 2006. "Physiological and Performance Effects of Generic versus Specific Aerobic Training in Soccer Players." *International Journal of Sports Medicine* 27(6):483–92.

Impellizzeri, Franco M., Ermanno Rampinini, Aaron J. Coutts, Aldo Sassi, and Samuele M. Marcora. 2004. "Use of RPE-Based Training Load in Soccer." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 36(6):1042–47.

Impellizzeri, Franco M., Ermanno Rampinini, and Samuele M. Marcora. 2005. "Physiological Assessment of Aerobic Training in Soccer." *Journal of Sports Sciences* 23(6):583–92.

Inder, W. J., J. Hellems, M. P. Swanney, T. C. Prickett, and R. a Donald. 1998. "Prolonged Exercise Increases Peripheral Plasma ACTH, CRH, and AVP in Male Athletes." *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 85:835–41.

Ingalls, C. P., G. L. Warren, J. H. Williams, C. W. Ward, and R. B. Armstrong. 1998. "E-C Coupling Failure in Mouse EDL Muscle after in Vivo Eccentric Contractions." *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 85(1):58–67.

Ispirlidis, Ioannis et al. 2008. "Time-Course of Changes in Inflammatory and Performance Responses Following a Soccer Game." *Clinical Journal of Sport Medicine : Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 18(5):423–31.

Jacob Cohen. 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd Editio.

Johns, R. A. et al. 1992. "Effects of Taper on Swim Power, Stroke Distance, and Performance." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 24(10):1141–46.

Jones, A. M. and H. Carter. 2000. "The Effect of Endurance Training on Parameters of Aerobic Fitness." *Sports Medicine* 29(6):373–86.

Kalapocharakos, V. I. et al. 2006. "Physiological Characteristics of Elite Professional Soccer Teams of Different Ranking." *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 46(4):515–19.

Katis, Athanasios and Eleftherios Kellis. 2009. "Effects of Small-Sided Games on Physical Conditioning and Performance in Young Soccer Players." *Journal of Sports Science & Medicine* 8(3):374–80.

Keenan, Daniel M. et al. 2006. "An Ensemble Model of the Male Gonadal Axis: Illustrative Application in Aging Men." *Endocrinology* 147(6):2817–28.

Keenan, Daniel M. and Johannes D. Veldhuis. 2003. "Cortisol Feedback State Governs Adrenocorticotropin Secretory-Burst Shape, Frequency, and Mass in a Dual-Waveform Construct: Time of Day-Dependent Regulation." *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 285(5):R950–61.

Kellmann, M. 2010. "Preventing Overtraining in Athletes in High-Intensity Sports and Stress/recovery Monitoring." *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 20:95–102.

Kelly, David M. and Barry Drust. 2009. "The Effect of Pitch Dimensions on Heart Rate Responses and Technical Demands of Small-Sided Soccer Games in Elite Players." *Journal of Science and Medicine in Sport* 12(4):475–79.

Kendall, Becky and Roger Eston. 2002. "Exercise-Induced Muscle Damage and the Potential Protective Role of Estrogen." *Sports Medicine* 32(2):103–23.

Kenttä, G., P. Hassmén, and J. S. Raglin. 2001. "Training Practices and Overtraining Syndrome in Swedish Age-Group Athletes." *International Journal of Sports Medicine* 22(6):460–65.

Kenttä, Göran and Peter Hassmén. 1998. "Overtraining and Recovery. A Conceptual Model." *Sports Medicine* 26(1):1–16.

Kenyon, George. 1999. "Structure-Function Studies on Creatine Kinase." *Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements* 144(1):509–12.

Kim, Hyo Jeong, Yoon Hee Lee, and Chang Keun Kim. 2007. "Biomarkers of Muscle and Cartilage Damage and Inflammation during a 200 Km Run." *European Journal of Applied Physiology* 99(4):443–47.

Kingsley, Michael I., Daniel Wadsworth, Liam P. Kilduff, Jane McEneny, and David Benton. 2005. "Effects of Phosphatidylserine on Oxidative Stress Following Intermittent Running." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 37(8):1300–1306.

Kirwan, J. P. et al. 1988. "Physiological Responses to Successive Days of Intense Training in Competitive Swimmers." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 20(3):255–59.

Koklu, Yusuf, Alper Asci, Fatma Unver Kocak, Utku Alemdaroglu, and Ugur Dundar. 2011. "Comparison of the Physiological Responses to Different Small-Sided Games in Elite Young Soccer Players." *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(6):1522–28.

Köklü Y. Özkan A., Ersöz G. 2009. "Futbolda Dayanıklılık Performansının Değerlendirilmesi ve Geliştirilmesi." *BESBD* 4(3):142–50.

Kraemer, W. J. 1988. "Endocrine Responses to Resistance Exercise." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 20(5 Suppl):S152–57.

Kraemer, W. J. et al. 2001. "The Effect of Heavy Resistance Exercise on the Circadian Rhythm of Salivary Testosterone in Men." *European Journal of Applied Physiology* 84(1-2):13–18.

Kraemer, William J. et al. 2004. "Changes in Exercise Performance and Hormonal Concentrations over a Big Ten Soccer Season in Starters and Nonstarters." *Journal of Strength and Conditioning Research* 18(1):121–28.

Kraemer, William J. et al. 2009. "Recovery from a National Collegiate Athletic Association Division I Football Game: Muscle Damage and Hormonal Status." *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association* 23(1):2–10.

Kraemer, William J. et al. 2013. "Changes in Creatine Kinase and Cortisol in National Collegiate Athletic Association Division I American Football Players During a Season." *Journal of Strength and Conditioning Research* 27(2):434–41.

Kraemer, William J. and Nicholas a. Ratamess. 2005. "Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training." *Sports Med* 35(4):339–61.

Kreider, Richard B., Andrew C. Fry, and Mary Louise. O'Toole. 1998. *Overtraining in Sport*. Human Kinetics.

Krustrup, Peter et al. 2003. "The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability, and Validity." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35(4):697–705.

Krustrup, Peter and Jens Bangsbo. 2001. "Physiological Demands of Top-Class Soccer Refereeing in Relation to Physical Capacity: Effect of Intense Intermittent Exercise Training." *Journal of Sports Sciences* 19(11):881–91.



- Krustrup, Peter, Magni Mohr, Helga Ellingsgaard, and Jens Bangsbo. 2005. "Physical Demands during an Elite Female Soccer Game: Importance of Training Status." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 37(7):1242–48.
- Kubukeli, Zuko N., Timothy D. Noakes, and Steven C. Dennis. 2002. "Training Techniques to Improve Endurance Exercise Performances." *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)* 32(8):489–509.
- Kuipers, H. 1998. "Training and Overtraining: An Introduction." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30(7):1137–39.
- Kuipers, H. and H. A. Keizer. 1988. "Overtraining in Elite Athletes: Review and Directions for the Future." *Sports Medicine* 6(2):79–92.
- Lambert, Michael Ian and Jill Borresen. 2010. "Measuring Training Load in Sports Methods Used To Quantify Training Load." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 5(3):406–11.
- Lee Wallace. 2012. "Establishing the Validity of Methods for Quantifying Training Load in Endurance Athletes."
- Lehmann, M. J. et al. 1997. "Training and Overtraining: An Overview and Experimental Results in Endurance Sports." *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 37(1):7–17.
- Levent Gürkan, Murat Çakan, Ateş Kadioğlu. 2005. "Yaşlanan Erkeklerde Geç Başlayan Hipogonadizmde Tanı ve Tedavi." *Türk Üroloji Dergisi* 31(3):349–55.
- Lévi, F. a et al. 1988. "Circadian Rhythms in Circulating T Lymphocyte Subtypes and Plasma Testosterone, Total and Free Cortisol in Five Healthy Men." *Clinical and Experimental Immunology* 71(2):329–35.
- Lewis, John G. 2006. "Steroid Analysis in Saliva: An Overview." *The Clinical Biochemist. Reviews / Australian Association of Clinical Biochemists* 27(3):139–46.
- Little, T. and A. G. Williams. 2006. "Suitability of Soccer Training Drills for Endurance Training." *Journal of Strength and Conditioning Research* 20(2):316–19.
- Loebel, C. C., & Kraemer, W. 1998. "Brief Review: Testosterone and Resistance Exercise in Men." *J Strength Cond Res* 12(1):57–63.
- Lucía, a, J. Hoyos, a Carvajal, and J. L. Chicharro. 1999. "Heart Rate Response to Professional Road Cycling: The Tour de France." *International Journal of Sports Medicine* 20(3):167–72.
- Lucía, Alejandro, Jesús Hoyos, Alfredo Santalla, Conrad Earnest, and José L. Chicharro. 2003. "Tour de France versus Vuelta a España: Which Is Harder?" *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35(5):872–78.

MacIntyre, D. L., W. D. Reid, and D. C. McKenzie. 1995. "Delayed Muscle Soreness. The Inflammatory Response to Muscle Injury and Its Clinical Implications." *Sports Med* 20(1):24–40.

Mallo, J. and E. Navarro. 2008. "Physical Load Imposed on Soccer Players during Small-Sided Training Games." *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 48(2):166–71.

Malone, James J. et al. 2015. "Seasonal Training-Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Players." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 10(4):489–97.

Manzi, Vincenzo et al. 2010. "Profile of Weekly Training Load in Elite Male Professional Basketball Players." *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(5):1399–1406.

Manzi, Vincenzo, Ferdinando Iellamo, Franco Impellizzeri, Stefano D'Ottavio, and Carlo Castagna. 2009. "Relation between Individualized Training Impulses and Performance in Distance Runners." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 41(11):2090–96.

Margaritis, I., S. Palazzetti, A. S. Rousseau, M. J. Richard, and A. Favier. 2003. "Antioxidant Supplementation and Tapering Exercise Improve Exercise-Induced Antioxidant Response." *Journal of the American College of Nutrition* 22(2):147–56.

Martin, C. R. 1976. *Textbook of Endocrine Physiology*.

Martin, David E. and Peter N. Coe. 1991. *Training Distance Runners*. Leisure Press.

Martin, David T., Mark B. Andersen, and Ward Gates. 2000. "Using Profile of Mood States (POMS) to Monitor High-Intensity Training in Cyclists: Group versus Case Studies." *The Sport Psychologist* 14:138–56.

Martini, F. H., & Welch, K. 2001. *Fundamentals of Anatomy and Physiology*.

Mayhew, S. R. and H. A. Wenger. 1985. "Time-Motion Analysis of Professional Soccer." *Journal of Human Movement Studies* 11(1):49–52.

Mazzetti, S. a et al. 2000. "The Influence of Direct Supervision of Resistance Training on Strength Performance." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32(6):1175–84.

McArdle WD, Katch KI, Katch VL. 2009. *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*.

McComas, A. J. 1996. *Skeletal Muscle: Form and Function*. Champaign: Human Kinetics.

McLean, Blake D., Aaron J. Coutts, Vince Kelly, Michael R. McGuigan, and Stuart J. Cormack. 2010. "Neuromuscular, Endocrine, and Perceptual Fatigue Responses during Different Length between-Match Microcycles in Professional Rugby League Players." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 5(3):367–83.

McLeish, Michael J. and George L. Kenyon. 2005. "Relating Structure to Mechanism in Creatine Kinase." *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology* 40(1):1–20.

McLellan, Christopher P., Dale I. Lovell, and Gregory C. Gass. 2011. "Markers of Postmatch Fatigue in Professional Rugby League Players." *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(4):1030–39.

McMillan, K., J. Helgerud, R. Macdonald, and J. Hoff. 2005. "Physiological Adaptations to Soccer Specific Endurance Training in Professional Youth Soccer Players." *Br J Sports Med* 39:273–78.

McMurray, R.G. ve Hackney, A. C. 2000. "Endocrine Responses to Exercise and Training." Pp. 135–61 in *Exercise and Sport Sciences Reviews*.

McMurray, Robert G. and Anthony C. Hackney. 2005. "Interactions of Metabolic Hormones, Adipose Tissue and Exercise." *Sports Medicine* 35(5):393–412.

McNeely, Ed and David Sandler. 2007. "Tapering for Endurance Athletes." *Strength and Conditioning Journal* 29(5):18.

Meeusen, Romain et al. 2006. "Prevention, Diagnosis and Treatment of the Overtraining Syndrome." *European Journal of Sport Science* 6(1):1–14.

Le Meur, Y. et al. 2013. "A Multidisciplinary Approach to Overreaching Detection in Endurance Trained Athletes." *Journal of Applied Physiology* 114(3):411–20.

Le Meur, Y., C. Hausswirth, and I. Mujika. 2012. "Tapering for Competition: A Review." *Science and Sports* 27(2):77–87.

Michailidis, Yiannis. 2013. "Small Sided Games in Soccer Training." *Journal of Physical Education and Sport* 13(3):392–99.

Milias, George A., Tzortzis Nomikos, Elizabeth Fragopoulou, Spyridon Athanasopoulos, and Smaragdi Antonopoulou. 2005. "Effects of Eccentric Exercise-Induced Muscle Injury on Blood Levels of Platelet Activating Factor (PAF) and Other Inflammatory Markers." *European Journal of Applied Physiology* 95(5-6):504–13.

Millard, M., C. Zauner, R. Cade, and R. Reese. 1985. "Serum CPK Levels in Male and Female World Class Swimmers during a Season of Training." *Journal of Swimming Research* 1(2):12–16.

Miller, W. L. 1988. "Molecular Biology of Steroid Hormone Synthesis." *Endocrine Reviews* 9(3):295–318.

Minna Heikkilä. 2002. "Development of the Adreno-Genital System : Female Sex Determination, Ovarian and Adrenal Gland Ontogeny Regulated by Wnt-4 in Mice."

Mohr, Magni, Peter Krstrup, Helena Andersson, Donald Kirkendal, and Jens Bangsbo. 2008. "Match Activities of Elite Women Soccer Players At Different Performance Levels." *Journal of Strength and Conditioning Research* 22(2):341–49.

Mohr, Magni, Peter Krstrup, and Jens Bangsbo. 2003. "Match Performance of High-Standard Soccer Players with Special Reference to Development of Fatigue." *Journal of Sports Sciences* 21(7):519–28.

Mohr, Magni, Peter Krstrup, and Jens Bangsbo. 2005. "Fatigue in Soccer: A Brief Review." *Journal of Sports Sciences* 23(6):593–99.

Moreira, Alexandre et al. 2016. "Temporal Changes in Technical and Physical Performances during a Small-Sided Game in Elite Youth Soccer Players." *Asian Journal of Sports Medicine* 7(4).

Moreira, Alexandre, Franco Arsati, Ynara Bosco de Oliveira Lima Arsati, Danilo Augusto da Silva, and Vera Cavalcanti de Araújo. 2009. "Salivary Cortisol in Top-Level Professional Soccer Players." *European Journal of Applied Physiology* 106(1):25–30.

Morgan, D. L. 1990. "New Insights into the Behavior of Muscle during Active Lengthening." *Biophysical Journal* 57(2):209–21.

Morgan, D. L. and D. G. Allen. 1999. "Early Events in Stretch-Induced Muscle Damage." *Journal of Applied Physiology* 87(6):2007–15.

Morgan, David L. and Uwe Proske. 2004. "Popping Sarcomere Hypothesis Explains Stretch-Induced Muscle Damage." Pp. 541–45 in *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, vol. 31.

Morgan, W. P., D. R. Brown, J. S. Raglin, P. J. O 'connor, and K. A. Ellickson. 1987. "PSYCHOLOGICAL MONITORING OF OVERTRAINING AND STALENESS'." *J.Sports Med* 21(3):107–14.

Mougios, Vassilis. 2007. "Reference Intervals for Serum Creatine Kinase in Athletes." *British Journal of Sports Medicine* 41(10):674–78.

Mujika, I. 1998. "The Influence of Training Characteristics and Tapering on the Adaptation in Highly Trained Individuals: A Review." *International Journal of Sports Medicine* 19(7):439–46.

Mujika, I. et al. 2000. "Physiological Responses to a 6-D Taper in Middle-Distance Runners: Influence of Training Intensity and Volume." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32(2):511–17.

Mujika, I. et al. 2002. "Physiological and Performance Responses to a 6-Day Taper in Middle-Distance Runners: Influence of Training Frequency." *International Journal of Sports Medicine* 23(5):367–73.

Mujika, I. 2010. "Intense Training: The Key to Optimal Performance before and during the Taper." *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 20(SUPPL. 2):24–31.

Mujika, I., J. C. Chatard, and A. Geysant. 1996. "Effects of Training and Taper on Blood Leucocyte Populations in Competitive Swimmers: Relationships with Cortisol and Performance." *International Journal of Sports Medicine* 17(3):213–17.

Mujika, I. and S. Padilla. 2001a. "Cardiorespiratory and Metabolic Characteristics of Detraining in Humans. / Caracteristiques Cardiorespiratoires et Metaboliques Du Desentrainement Chez Les Humains." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 33(3):413–21.

Mujika, I. and S. Padilla. 2001b. "Muscular Characteristics of Detraining in Humans." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 33(8):1297–1303.

Mujika, I., S. Padilla, A. Geysant, and J. C. Chatard. 1997. "Hematological Responses to Training and Taper in Competitive Swimmers: Relationships with Performance." *Archives of Physiology and Biochemistry* 105(4):379–85.

Mujika, Iñigo. 1996. "Hormonal Responses to Training and Its Tapering off in Competitive Swimmers: Relationships with Performance." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 74(4):361–66.

Mujika, Iñigo et al. 1996. "Modeled Responses to Training and Taper in Competitive Swimmers." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 28(2):251–58.

Mujika, Iñigo and Sabino Padilla. 2000. "Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part II: Long Term Insufficient Training Stimulus." *Sports Medicine* 30(3):145–54.

Mujika, Iñigo and Sabino Padilla. 2003. "Scientific Bases for Precompetition Tapering Strategies." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35(7):1182–87.

Mujika, Iñigo, Sabino Padilla, David Pyne, and Thierry Busso. 2004. "Physiological Changes Associated with the Pre-Event Taper in Athletes." *Sports Medicine* 34(13):891–927.

Mujika, Iñigo. 2009. *Tapering and Peaking for Optimal Performance*. Human Kinetics.

- Neal, J. Matthew. 2002. *How the Endocrine System Works*. Blackwell Science.
- Neary, J. Patrick, Yagesh N. Bhambhani, and Donald C. McKenzie. 2003. "Effects of Different Stepwise Reduction Taper Protocols on Cycling Performance." *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne de Physiologie Appliquee* 28(4):576–87.
- Neufer, P. Darrell. 1989. "The Effect of Detraining and Reduced Training on the Physiological Adaptations to Aerobic Exercise Training." *Sports Medicine* 8(5):302–20.
- Ngo, Jake K. et al. 2012. "The Effects of Man-Marking on Work Intensity in Small-Sided Soccer Games." *Journal of Sports Science and Medicine* 11(1):109–14.
- Nicol, C., S. Kuitunen, H. Kyröläinen, J. Avela, and P. V. Komi. 2003. "Effects of Long- and Short-Term Fatiguing Stretch-Shortening Cycle Exercises on Reflex EMG and Force of the Tendon-Muscle Complex." *European Journal of Applied Physiology* 90(5-6):470–79.
- Norman, A.W., Litwack, G. 1987. *Hormones*.
- Nosaka, K. and P. M. Clarkson. 1995. "Muscle Damage Following Repeated Bouts of High Force Eccentric Exercise." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27(9):1263–69.
- Nosaka, Kazunori and Mike Newton. 2002a. "Concentric or Eccentric Training Effect on Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34(1):63–69.
- Nosaka, Kazunori and Mike Newton. 2002b. "Difference in the Magnitude of Muscle Damage between Maximal and Submaximal Eccentric Loading." *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association* 16(2):202–8.
- O'Connor, Patrick J., William P. Morgan, John S. Raglin, Charles M. Barksdale, and Ned H. Kalin. 1989. "Mood State and Salivary Cortisol Levels Following Overtraining in Female Swimmers." *Psychoneuroendocrinology* 14(4):303–10.
- O'Toole, M. L., P. S. Douglas, and W. D. B. Hiller. 1998. "Use of Heart Rate Monitors by Endurance Athletes: Lessons from Triathletes." *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 38(3):181–87.
- Obmiński, Z. and R. Stupnicki. 1997. "Comparison of the Testosterone-to-Cortisol Ratio Values Obtained from Hormonal Assays in Saliva and Serum." *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 37(1):50–55.
- Ohashi, J., H. Togari, M. Isokawa, and S. Suzuki. 1988. "Measuring Movement Speeds and Distances Covered during Soccer Match Play." Pp. 329–33 in *Science and Football*.

Owen, Adam, Craig Twist, and Paul Ford. 2004. "Small-Sided Games : The Physiological and Technical Effect of Altering Pitch Size and Player Numbers." *Insight* 7(2):50–53.

Pate, R. R. and A. Kriska. 1984. "Physiological Basis of the Sex Difference in Cardiorespiratory Endurance." *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)* 1(2):87–98.

Peake, J., K. Nosaka, and K. Suzuki. 2005. "Characterization of Inflammatory Responses to Eccentric Exercise in Humans." *Exerc Immunol Rev* 11:64–85.

Perandini, L. A., T. A. Siqueira-Pereira, N. M. Okuno, L. F. Soares-Caldeira, and F. Y. Nakamura. 2012. "Use of Session RPE to Training Load Quantification and Training Intensity Distribution in Taekwondo Athletes." *Science and Sports* 27(4).

Pfeiffer, F. E., H. A. Homburger, and T. Yanagihara. 1983. "Creatine Kinase BB Isoenzyme in CSF in Neurologic Diseases. Measurement by Radioimmunoassay." *Archives of Neurology* 40(3):169–72.

Polman, Remco, Darren Walsh, Jonathan Bloomfield, and Mark Nesti. 2004. "Effective Conditioning of Female Soccer Players." *Journal of Sports Sciences* 22(2):191–203.

Prampero, P. E. D. et al. 1986. "The Energetics of Endurance Running." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 55(0301-5548):259–66.

Proske, U. and D. L. Morgan. 2001. "Muscle Damage from Eccentric Exercise: Mechanism, Mechanical Signs, Adaptation and Clinical Applications." *Journal of Physiology* 537(2):333–45.

Proske, Uwe and Trevor J. Allen. 2005. "Damage to Skeletal Muscle from Eccentric Exercise." *Exercise and Sport Sciences Reviews* 33(2):98–104.

Pyne, D. B. 1993. "Exercise-Induced Muscle Damage and Inflammation: A Review." *Australian Journal of Science and Medicine in Sport* 26(3-4):49–58.

Pyne, David B., Iñigo Mujika, and Thomas Reilly. 2009. "Peaking for Optimal Performance: Research Limitations and Future Directions." *Journal of Sports Sciences* 27(3):195–202.

Rampinini, E., Aaron J. Coutts, C. Castagna, R. Sassi, and F. M. Impellizzeri. 2007. "Variation in Top Level Soccer Match Performance." *International Journal of Sports Medicine* 28(12):1018–24.

Rampinini, Ermanno et al. 2007. "Factors Influencing Physiological Responses to Small-Sided Soccer Games." *Journal of Sports Sciences* 25(6):659–66.

Randers, Morten B. et al. 2010. "Application of Four Different Football Match Analysis Systems: A Comparative Study." *Journal of Sports Sciences* 28(2):171–82.

- Reilly T. 1996. *Fitness Assessment*. edited by Science Soccer. London.
- Reilly T. and White C. 2005. "Small-Sided Games as an Alternative to Interval-Training for Soccer." Pp. 344–47 in *In: Science and Football V*.
- Reilly, T. 1997. "Energetics of High-Intensity Exercise (Soccer) with Particular Reference to Fatigue." *Journal of Sports Sciences* 15(3):257–63.
- Reilly, T. 2005. "An Ergonomics Model of the Soccer Training Process." *Journal of Sports Sciences* 23(6):561–72.
- Reilly, T., J. Bangsbo, and a Franks. 2000. "Anthropometric and Physiological Predispositions for Elite Soccer." *Journal of Sports Sciences* 18(9):669–83.
- Reilly, Thomas. 2007. *The Science of Training - Soccer : A Scientific Approach to Developing Strength, Speed and Endurance*. Routledge.
- Reilly, Thomas and David Gilbourne. 2003. "Science and Football: A Review of Applied Research in the Football Codes." *Journal of Sports Sciences* 21(9):693–705.
- Roth, Stephen M., Gregory F. Martel, and Mare A. Rogers. 2000. "Muscle Biopsy and Muscle Fiber Hypercontraction: A Brief Review." *European Journal of Applied Physiology* 83(4-5):239–45.
- Rushall, B. S. and J. D. Busch. 1980. "Hematological Responses to Training in Elite Swimmers." *Canadian Journal Of Applied Sport Sciences Journal Canadien Des Sciences Appliquees Au Sport* 5(3):164–69.
- Di Salvo, V. et al. 2007. "Performance Characteristics according to Playing Position in Elite Soccer." *International Journal of Sports Medicine* 28(3):222–27.
- Di Salvo, V., W. Gregson, G. Atkinson, P. Tordoff, and B. Drust. 2009. "Analysis of High Intensity Activity in Premier League Soccer." *International Journal of Sports Medicine* 30(3):205–12.
- Sampaio J. Garcia G. Maças V. Ibanez J. Abrantes C. Caixinha P. 2007. "Heart Rate and Perceptual Responses to 2x2 and 3x3 Small-Sided Youth Soccer Games." *J Sports Sci Med* 6:121–22.
- Sassi, R., T. Reilly, and F. Impellizzeri. 2005. "A Comparison of Small-Side Games and Interval Training in Elite Professional Soccer Players." *Science and Football V. Oxon:*
- Sayers, Stephen P., Priscilla M. Clarkson, and Joohyung Lee. 2000. "Activity and Immobilization after Eccentric Exercise: II. Serum CK." *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 32(9):1593–97.



Scott, Tannath J., Cameron R. Black, John Quinn, and Aaron J. Coutts. 2013. "Validity and Reliability of the Session-RPE Method for Quantifying Training in Australian Football: A Comparison of the CR10 and CR100 Scales." *Journal of Strength and Conditioning Research* 27(1):270–76.

Seiler, Stephen and Espen Tønnessen. 2009. "Intervals , Thresholds , and Long Slow Distance : The Role of Intensity and Duration in Endurance Training." *Training* 13(13):32–53.

Selvage, Daniel J., Loren Parsons, and Catherine Rivier. 2006. "Role Played by Brainstem Neurons in Regulating Testosterone Secretion via a Direct Neural Pathway between the Hypothalamus and the Testes." *Endocrinology* 147(6):3070–75.

Senel Ö., Akyüz M. 2010. "The Occurrence Of Muscle Damage In Male Soccer Players , Movement And Health, Vol. 10 ISSUE 1, 2010, Romania." *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport / Science* 10(1):55–59.

Sheffield-Moore, Melinda and Randall J. Urban. 2004. "An Overview of the Endocrinology of Skeletal Muscle." *Trends in Endocrinology and Metabolism* 15(3):110–15.

Shephard, R. J. and P. N. Shek. 1998. "Acute and Chronic over-Exertion: Do Depressed Immune Responses Provide Useful Markers?" *International Journal of Sports Medicine* 19(3):159–71.

Shepley, B. et al. 1992. "Physiological Effects of Tapering in Highly Trained Athletes." *Journal of Applied Physiology* 72:706–11.

Silva D. C., Bloomfield J., Marins B. C. J. 2008. "A Review of Stature, Body Mass and Maximal Oxygen Uptake Profiles of U17, U20 and First Division Players In Brazilian Soccer." *Journal of Sports Science and Medicine* 7:309–19.

Smart, D. J., N. D. Gill, C. M. Beaven, C. J. Cook, and A. J. Blazevich. 2008. "The Relationship between Changes in Interstitial Creatine Kinase and Game-Related Impacts in Rugby Union." *British Journal of Sports Medicine* 42(3):198–201.

Smith, Carine, Maritza J. Kruger, Robert M. Smith, and Kathryn H. Myburgh. 2008. "The Inflammatory Response to Skeletal Muscle Injury: Illuminating Complexities." *Sports Medicine* 38(11):947–69.

Smith, David J. 2003. "A Framework for Understanding the Training Process Leading to Elite Performance." *Sports Medicine* 33(15):1103–26.

Smith, J. E. 2004. "Effects of Prolonged Strenuous Exercise (Marathon Running) on Biochemical and Haematological Markers Used in the Investigation of Patients in the Emergency Department." *British Journal of Sports Medicine* 38(3):292–94.

Snyder, a C., H. Kuipers, B. Cheng, R. Servais, and E. Fransen. 1995. "Overtraining Following Intensified Training with Normal Muscle Glycogen." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27(7):1063–70.

Sorichter, S. et al. 2001. "Release of Muscle Proteins after Downhill Running in Male and Female Subjects." *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 11(1):28–32.

Spiering, Barry A. et al. 2008. "Resistance Exercise Biology: Manipulation of Resistance Exercise Programme Variables Determines the Responses of Cellular and Molecular Signalling Pathways." *Sports Medicine* 38(7):527–40.

Stadhouders, A. M., P. H. Jap, H. P. Winkler, H. M. Eppenberger, and T. Wallimann. 1994. "Mitochondrial Creatine Kinase: A Major Constituent of Pathological Inclusions Seen in Mitochondrial Myopathies." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 91(11):5089–93.

Staron, Robert S. et al. 1992. "Assessment of Skeletal Muscle Damage in Successive Biopsies from Strength-Trained and Untrained Men and Women." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 65(3):258–64.

Steinacker, J. M. et al. 2000. "Training of Junior Rowers before World Championships. Effects on Performance, Mood State and Selected Hormonal and Metabolic Responses." *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 40(4):327–35.

Stølen, Tomas, Karim Chamari, Carlo Castagna, and Ulrik Wisløff. 2005. "Physiology of Soccer: An Update." *Sports Medicine* 35(6):501–36.

Strojnik, V. and P. V Komi. 2000. "Fatigue after Submaximal Intensive Stretch-Shortening Cycle Exercise." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32:1314–19.

Suzuki, Shozo, Tasuku Sato, Akinobu Maeda, and Yasuo Takahashi. 2006. "Program Design Based on a Mathematical Model Using Rating of Perceived Exertion for an Elite Japanese Sprinter: A Case Study." *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association* 20(1):36–42.

Takarada, Y. 2003. "Evaluation of Muscle Damage after a Rugby Match with Special Reference to Tackle Plays." *British Journal of Sports Medicine* 37(5):416–19.

Takashima, Wataru, Kojiro Ishii, Kazuki Takizawa, Taichi Yamaguchi, and Kazunori Nosaka. 2007. "Muscle Damage and Soreness Following a 50-Km Cross-Country Ski Race." *European Journal of Sport Science* 7(1):27–33.

Tessitore, A., R. Meeusen, M. F. Piacentini, S. Demarie, and L. Capranica. 2006. "Physiological and Technical Aspects of '6-a-Side' soccer Drills." *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 46(1):36–43.

Tharp, Gerald D. and Marc W. Barnes. 1990. "Reduction of Saliva Immunoglobulin Levels by Swim Training." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 60(1):61–64.

Thomas, V. and T. Reilly. 1976. "A Motion Analysis of Work-Rate in Different Positional Roles in Professional Football Match-Play." *Journal of Human Movement Studies* 13:87–97.

Tidball, J. G. 1995. "Inflammatory Cell Response to Acute Muscle Injury." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27(7):1022–32.

Tidball, James G. 2005. "Inflammatory Processes in Muscle Injury and Repair." *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 288(2):R345–53.

Tiidus, Peter M. and C. D. Ianuzzo. 1983. "Effects of Intensity and Duration of Muscular Exercise on Delayed Soreness and Serum Enzyme Activities." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 15(6):461–65.

Tofas, Trifon et al. 2008. "Plyometric Exercise Increases Serum Indices of Muscle Damage and Collagen Breakdown." *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association* 22(2):490–96.

Tomlin, D. L. and H. a Wenger. 2001. "The Relationship between Aerobic Fitness and Recovery from High Intensity Intermittent Exercise." *Sports Medicine* 31(1):1–11.

Troels Ravn Pedersen. 2015. "Is Simple Better? A Methodical Comparison of Monitoring Training Load in Well-Trained Cyclists." University of Agder, Kristiansand.

Tumilty, Douglas. 1993. "Physiological Characteristics of Elite Soccer Players." *Sports Medicine* 16(2):80–96.

Twist, Craig and Jamie Highton. 2013. "Monitoring Fatigue and Recovery in Rugby League Players." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 8(5):467–74.

Uchida, Marco C. et al. 2009. "Effect of Bench Press Exercise Intensity on Muscle Soreness and Inflammatory Mediators." *Journal of Sports Sciences* 27(5):499–507.

Urhausen, a, H. H. Gabriel, and W. Kindermann. 1998. "Impaired Pituitary Hormonal Response to Exhaustive Exercise in Overtrained Endurance Athletes." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30(3):407–14.

Urhausen, A., H. Gabriel, and W. Kindermann. 2002. "Diagnosis of Overtraining: What Tools Do We Have?" *Sports Medicine* 32(2):95–102.

Urhausen, A. and W. Kindermann. 1987. "Behaviour of Testosterone, Sex Hormone Binding Globulin (SHBG), and Cortisol before and after a Triathlon Competition." *International Journal of Sports Medicine* 8(5):305–8.

Urhausen, A., T. Kullmer, and W. Kindermann. 1987. "A 7-Week Follow-up Study of the Behaviour of Testosterone and Cortisol during the Competition Period in Rowers." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 56(5):528–33.

Urhausen, Axel, Holger Gabriel, and Wilfried Kindermann. 1995. "Blood Hormones as Markers of Training Stress and Overtraining." *Sports Medicine* 20(4):251–76.

Van Gool D, Van Gerven D, Boutmans J. 1988. *The Physiological Load Imposed in Soccer Players during Real Match-Play*.

Van Steirteghem, André C., E. Arthur Robertson, and Mark H. Zweig. 1979. "Distribution of Serum Concentrations of Creatine Kinase MM and BB Isoenzymes Measured by Radioimmunoassay." *Clinica Chimica Acta* 93(1):25–28.

Verburg, Esther, Robyn M. Murphy, D. George Stephenson, and Graham D. Lamb. 2005. "Disruption of Excitation-Contraction Coupling and Titin by Endogenous Ca<sup>2+</sup>-Activated Proteases in Toad Muscle Fibres." *The Journal of Physiology* 564(Pt 3):775–90.

Verissimo, Marco Dias Aguiar. 2013. "Small Sided Games in High-Level Football: Integrating Physiological, Perceptual and Tactical Performances."

Viru, A. A. and Mehis Viru. 2001. *Biochemical Monitoring of Sport Training. Human Kinetics*.

Wallimann, T., M. Wyss, D. Brdiczka, K. Nicolay, and H. M. Eppenberger. 1992. "Intracellular Compartmentation, Structure and Function of Creatine Kinase Isoenzymes in Tissues with High and Fluctuating Energy Demands: The 'Phosphocreatine Circuit' for Cellular Energy Homeostasis." *Biochemical Journal* 281(Pt 1):21–40.

Warren, Gordon L. et al. 1993. "Excitation Failure in Eccentric Contraction-Induced Injury of Mouse Soleus Muscle." *Journal of Physiology* 468:487–99.

Warren, Gordon L., Christopher P. Ingalls, Dawn A. Lowe, and R. B. Armstrong. 2001. "Excitation-Contraction Uncoupling: Major Role in Contraction-Induced Muscle Injury." *Exercise and Sport Sciences Reviews* 29(2):82–87.

Warren, Gordon L., Dawn A. Lowe, and Robert B. Armstrong. 1999. "Measurement Tools Used in the Study of Eccentric Contraction-Induced Injury." *Sports Medicine* 27(1):43–59.

Whyte, Gregory P. 2006. *The Physiology of Training*. Churchill Livingstone/Elsevier.

William Markwick. 2015. "Training Load Quantification in Professional Australian Basketball and the Use of the Reactive Strength Index as a Monitoring Tool."

Williams K and Owen A. 2007. "The Impact of Player Numbers on the Physiological Responses to Small Sided Games." *J Sports Sci Med Suppl* 10:99–102.

Wilson, Jacob M. and Gabriel J. Wilson. 2008. "A Practical Approach to the Taper." *Strength and Conditioning Journal* 30(2):10–17.

Van Winckel, Jan. 2014. *Fitness in Soccer: The Science and Practical Application*.

Wisløff, U., J. Helgerud, and J. Hoff. 1998. "Strength and Endurance of Elite Soccer Players." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30(3):462–67.

Withers RT, Maricic Z, Wasilewski S, et al. 1982. "Match Analysis of Australian Professional Soccer." *J Hum Mov Stud* 8:159–76.

Wrigley, Russell, Barry Drust, Gareth Stratton, Mark Scott, and Warren Gregson. 2012. "Quantification of the Typical Weekly in-Season Training Load in Elite Junior Soccer Players." *Journal of Sports Sciences* 30(15):1573–80.

Yamamoto, Yoshiharu, Yoshiteru Mutoh, and Mitsumasa Miyashita. 1988. "Hematological and Biochemical Indices during the Tapering Period of Competitive Swimmers." Pp. 269–75 in *Swimming Science V*.

Young, A. 1984. "Plasma Creatine Kinase after the Marathon--a Diagnostic Dilemma." *British Journal of Sports Medicine* 18(4):269–72.

Yuhasz, Michael Stephen. 1962. "The Effects of Sports Training on Body Fat in Man With Predictions of Optimal Body Weight."

Zarkadas, P. C., J. B. Carter, and E. W. Banister. 1995. "Modelling the Effect of Taper on Performance, Maximal Oxygen Uptake, and the Anaerobic Threshold in Endurance Triathletes." *Adv Exp Med Biol* 393:179–86.

Zehsaz, Farzad, Mohammad Ali Azarbaijani, Negin Farhangimaleki, and Peter Tiidus. 2011. "Effect of Tapering Period on Plasma Hormone Concentrations, Mood State, and Performance of Elite Male Cyclists." *European Journal of Sport Science* 11(3):183–90.

Zhang, Bao-Ting, Simon S. Yeung, David G. Allen, Ling Qin, and Ella W. Yeung. 2008. "Role of the Calcium-Calpain Pathway in Cytoskeletal Damage after Eccentric Contractions." *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 105(1):352–57.

Zitzmann, M., & Nieschlag, E. 2001. "Testosterone Levels in Healthy Men and the Relation to Behavioural and Physical Characteristics: Facts and Constructs." *Eur J Endocrinol* 144:183–97.

# EK-1 ETİK KURUL ONAY YAZISI

T.C.  
Celal Bayar Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurulu  
Karar Formu

KARAR TARİH / NO	25 / 02 / 2015 / 20478486 - 89						
ARAŞTIRMANIN ADI	Futbolda Aşırı Yükleme Antrenmanları ve Azaltım Antrenmanları Sonrası Biyokimyasal Değişikliklerin İncelenmesi						
SORUMLU ARAŞTIRMACI	Yrd. Doç.Dr. Turan IŞIK - Celal Bayar Üniversitesi B.E.S.Y.O.						
ARAŞTIRMA EKİBİ	Mustafa KARA (Yüksek Lisans Öğrencisi),- Prof. Dr. Ece ONUR,- Araş. Gör. Dr. Arzu ORAN						
ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	UZMANLIK TEZİ <input type="checkbox"/>		YÜKSEK LİSANS--DOKTORA TEZİ <input checked="" type="checkbox"/>		AKADEMİK AMAÇLI <input type="checkbox"/>		
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	13 / 02 / 2015 / 58 – Tarih ve sayılı Araştırma dosyası						
KARAR BİLGİLERİ	13 / 02 / 2015 / 58 – Tarih ve sayılı Araştırma dosyası görüşülmüş, etik açıdan oy birliği ile UYGUN bulunmuştur.						
Ünvanı/Adı/Soyadı	Araştırma ile ilişkisi Olan Üye	Toplantıya Katılmayan Üye	Ünvanı/Adı/Soyadı	Araştırma ile ilişkisi Olan Üye	Toplantıya Katılmayan Üye		
Prof. Dr. Ercüment ÖLMEZ Farmakoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Necip KUTLU Fizyoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Prof. Dr. Cengiz KIRMAZ Alerji İmmünoloji BD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Ece ONUR Tıbbi Biyokimya AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Prof. Dr. Pelin ERTAN Çocuk Sağlığı Hastalıkları AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Canan TIKIZ F. T. R Algoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Prof. Dr. Erhun KASIRGA Çocuk Sağlığı Hastalıkları AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Prof. Dr. Gönül Tezcan KELEŞ Anestezi ve Reanimasyon AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Prof. Dr. Artuner DEVECİ Psikiyatri AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. F. Sırrı ÇAM Tıbbi Genetik AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Doç. Dr. Peyker TEMİZ Patoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Doç. Dr. Beyhan Cengiz ÖZYURT Halk Sağlığı AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Yrd. Doç. Dr. Selim ALTAN Tıbbi Etik AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Yrd. Doç. Dr. Tank ULUÇAY Adli Tıp AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Nazlı KÜEY Avukat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yrd. Doç. Dr. Dilek ÇEÇEN Cerrahi Hemşireliği AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Derviş KILIÇ Sivil Üye	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Etik Kurulumuzun kararı yukarıda belirtilmiştir. Araştırma Başvuru Formunun Taahhütname – Bölüm E kısmında belirtilmiş olan hususların dikkate alınarak istenilen bilgilerin Etik Kurulumuza zamanında iletilmesi konusunda bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Ercüment ÖLMEZ  
Başkan

## EK-2 TEZ KONUSU KABUL KARARI



T.C.  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ  
YÖNETİM KURULU

Toplantı Tarihi: 27.02.2015

Toplantı Sayısı: 07 Karar Sayısı: 41

**Karar 2-** Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı Başkanlığı'nın Yüksek Lisans öğrencisi Mustafa KARA'nın tez konusu ile ilgili 28.01.2015 tarih ve 13 sayılı yazısı ve Akademik Kurul Kararı görüşülerek; Etik Kurul Onayı alınması kaydı ile "Futbolda Aşırı Yükleme Antrenmanları ve Azaltım Antrenmanları Sonrası Biyokimyasal Değişikliklerin İncelenmesi" başlıklı tez konusunun kabulüne **OY BİRLİĞİ** ile karar verildi.

### ENSTİTÜ YÖNETİM KURULU

Prof. Dr. Ayşe AKTAŞ	Müdür	imza
Yrd. Doç. Dr. Süheyla RAHMAN	Müdür Yardımcısı	imza
Yrd. Doç. Dr. Şebnem ŞENOL	Müdür Yardımcısı	imza
Prof. Dr. Necip KUTLU	Üye	imza
Doç. Dr. Mehmet GÖRAL	Üye	imza
Doç. Dr. Sezgi ÇINAR PAKYÜZ	Üye	izimli
Özcan GERÇEKER	Raportör	imza

1



Prof. Dr. A. AKTAŞ	Yrd. Doç. Dr. S. RAHMAN	Yrd. Doç. Dr. Ş.ŞENOL	Doç. Dr. M. GÖRAL	Prof. Dr. N. KUTLU	Doç. Dr. S. ÇINAR PAKYÜZ	Raportör Ö.GERÇEKER
Paraf	Paraf	Paraf	Paraf	Paraf	Paraf	Paraf

## EK-3 GÖNÜLLÜ OLUR FORMU



T.C. CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI  
YEREL ETİK KURUL BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

### **Futbolda Aşırı Yükleme Antrenmanları ve Azaltım Antrenmanları Sonrası Biyokimyasal Değişikliklerin İncelenmesi**

*Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Eğer isterseniz, bu çalışmaya katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir. Çalışma amacıyla yapılan normal muayeneniz sırasında istenilen tetkikleriniz dışındaki tüm laboratuvar testleri çalışma destekleyicisi tarafından karşılanacak; size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna ödetilmeyecektir.*

#### **ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI :**

*Sınırlı alan oyunları modelini kullanarak, yoğun ve azaltım antrenman programının futbol oyuncularındaki sportif performansla ilgili biyokimyasal parametrelerdeki değişiklikleri değerlendirmektir.*

#### **ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:**

*Bu çalışmaya katılan sporcular 8 hafta boyunca üst düzey futbol takımları gibi antrenman yapacaklardır. Her hafta antrenman yüklerinde artışlar olacaktır. Bu artışlar 6. haftada en üst seviyeye çıkacak ve 2 hafta yüksek şiddette antrenmanlar yapılacaktır. Bu yüksek şiddette antrenmanlar sırasında sağlık ekibi hazır bulunacaktır. 8. hafta geldiğinde ise antrenman süreleri azaltılarak 1 haftalık azaltım antrenmanları dönemine girilecektir. Bu antrenmanlara başlamadan önce her sporcudan 3 tüp (22 ml) kan alınacaktır. Daha sonra yüksek şiddetli antrenman dönemi olan 6. haftanın başında 3 tüp, yoğun antrenman dönemi sonu olan 7. haftanın sonunda 3 tüp ve en son olarak azaltım antrenman dönemi olan 8. haftanın sonunda 3 tüp kan alınacaktır. Bu kan alım işlemleri uzman sağlık personelleri tarafından yapılacaktır.*

#### **ÇALIŞMAYA KATILMAMIN OLASI YARARLARI NELERDİR?**

*Profesyonel takımların antrenman modellerini uygulayarak öğrenme imkanı sağlar. Çalışmaya katılan sporcular iyi antrene olma fırsatını yakalayacaklardır. Bu durumda onlara ilerleyen futbol hayatlarında bir avantaj sağlayacaktır.*



## **KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?**

*Bu çalışmada elde edilen bilgiler sadece bu çalışmada kullanılacak olup, hiçbir şekilde paylaşılmayacaktır. Kullanılan verilerde isimler gizli tutulacaktır.*

## **SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER:**

- 1. Öğretim Üyesi Dr. Turan IŞIK**
- 2. Mustafa KARA**

### **Çalışmaya Katılma Onayı:**

*Yukarıdaki bilgileri doktorumla ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.*

<i>Gönüllü Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

<i>Veli / Vasinin Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

<i>Tanık<sup>1</sup> Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

<i>Araştırmacı<sup>2</sup> Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

1: Gönüllünün bilgilendirilme işlemine başından sonuna dek tanıklık eden kişi

2: Gönüllüyü araştırma hakkında bilgilendiren kişi

## Analysis of biochemical changes after overload and taper training in soccer

Mustafa Kara\*<sup>1</sup>, Turan Isık<sup>†1</sup>, Cagatay Sahan<sup>1</sup>, Niyazi Eniseler<sup>‡1</sup>,  
Arzu Oran<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Sport Science, Celal Bayar University, Manisa, Turkey – Turkey

<sup>2</sup> Faculty of Medicine, Manisa Celal Bayar University, Manisa, Turkey – Turkey

### Introduction

During the preseason period, a large volume of high-intensity training and insufficient recovery may lead into short-term performance reduction (Coutts et al., 2007). Taper training is a reduction strategy in the training loads of athletes in the final days of preseason period with the aim of optimizing performance (Mujika et al., 2004). It is important to investigate the biochemical parameters in order to explain the causes of the changes in performance. However, there are few studies examining the effect of taper training on biochemical changes in soccer. Therefore, the aim of this study is to examine changes in biochemical parameters that occur after overload and taper trainings during the preseason period in soccer.

### Methods

Fifteen male amateur soccer players completed 2 weeks of general preparation, 6 weeks of overload training with limited recovery periods and 1 week of taper training. An anaerobic threshold test was performed before overload training weeks in order to determine the individualized exercise intensity. During overload and taper training weeks, small-sided games were used as a method to train at the anaerobic threshold intensity. While maintaining the intensity, frequency and volume of the training sessions were decreased with the exponential fast decay taper method during the taper training week. Serum total testosterone (TT), serum cortisol (C), serum creatine kinase (CK), hemoglobin (Hb) and hematocrit (Hct) measures were taken 4 times; prior to general preparation and the fifth week of the overload period, and at the end of the overload period and the 7 days taper. To determine the differences, the data was analyzed using an analysis of variance (ANOVA) for repeated measures.

### Results & Discussion

Significant decreases in CK activity and C concentration and significant increases in Hct, Hb and TT levels were detected after taper training when compared with overload period ( $p < .05$ ). Significant decreases in Hct, Hb and TT levels and significant increases in CK activity were observed after overload period when compared with pre-training ( $p < .05$ ) whereas no significant changes were noted in C concentration ( $p > .05$ ).

### Conclusion

The biochemical data which shows increases in anabolism and decreases in muscle damage can be explained as a result of the 1 week of the exponential fast decay taper.

### References

- Coutts, A et al., (2007). *Int J Sports Med*, 28(2): 116-124  
Mujika, I et al., (2004). *Sports Med*, 34(13): 891-927

### Contact

mustafa.egebesyo@hotmail.com

\*Corresponding author: mustafa.egebesyo@hotmail.com

†Corresponding author: turan.20032003@yahoo.com

‡Corresponding author: niyazieniseler66@gmail.com

## ÖZGEÇMİŞ

<b>Adı</b>	MUSTAFA	<b>Soyadı</b>	KARA
<b>Doğum Yeri</b>	İZMİR	<b>Doğum Tarihi</b>	11/11/1982
<b>Uyruğu</b>	T.C	<b>Tel</b>	(507) 406 20 95
<b>E-mail</b>	mustafa_egebesyo@hotmail.com		

### Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
<b>Doktora/Uzmanlık</b>		
<b>Yüksek Lisans</b>	Celal Bayar Üniversitesi Antrenörlük Eğitimi Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı	2018
<b>Lisans</b>	Ege Üniversitesi Beden Eğitimi Spor Yüksekokulu Beden Eğitimi Öğretmenliği	2008

### Yabancı Dil Bilgisi

Yabancı Diller	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
İngilizce	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi

### Yabancı Dil Sınav Notu

YDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
65								

### Ales Sınav Sonucu

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
<b>ALES Puanı</b>	57,827	58,443	80,190

### Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanım Becerisi
Microsoft Office Programları	Çok İyi
SPSS	İyi
Maç Analiz Programları	Çok İyi

### Bilimsel Faliyetler

Şahan Ç., Eniseler N., Kara M. (2017): Effects of 7 Days Taper Training on Soccer Match Performance. World Conference on Science & Soccer - WCSS Rennes, France.
Kara M., Işık T., Şahan Ç., Eniseler N., Oran A. (2017): Analysis of Biochemical Changes After Overload Training and Taper Training in Soccer. World Conference on Science & Soccer - WCSS Rennes, France.
Diñç N., Ergin E., Şahan Ç., Cerrahoğlu L., Bereket S., Eniseler N., Işık T., Vurgun H., Seyhan S., Balıkçı İ., Kara M. (2017): Prospective Analysis Of The Parameters That Effect Soccer Injuries. World Congress of Sport Sciences Researches, Manisa, Turkey.
Eniseler N., Kara M., Şahan Ç. (2018): Effects of One Week Taper Training on Physical Performance Parameters in Soccer. The 5th International Congress of Exercise and Sport Sciences -The Academic College at Wingate, Netanya, Israel.