



**FUTBOLCULARDA OKSİJEN ALIM KİNETİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Burak AY

Yüksek Lisans Tezi

Eskişehir 2022

**FUTBOLCULARDA OKSİJEN ALIM KİNETİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Burak AY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Danışman: Doktor Öğretim Üyesi Elvin ONARICI GÜNGÖR

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Şubat 2022

ÖZET

FUTBOLCULARDA OKSİJEN ALIM KİNETİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Burak AY

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Şubat 2022

Danışman: Doktor Öğretim Üyesi Elvin ONARICI GÜNGÖR

Bu çalışmanın amacı aktif spor yapan U-19 yaş grubu futbolcularının antrenman dönemi öncesindeki ve 8 haftalık antrenman programı sonrasında oksijen alım kinetiği parametrelerindeki değişimlerin incelenmesidir. Çalışmaya 15 deney grubu ve 15 kontrol grubu olmak üzere toplam 30 futbolcu katılmıştır. Ölçümler koşu bandında Bruce protokolü ve oksijen alım kinetiği değerlendirme protokolleri ile gerçekleştirilmiştir. Oyuncular hazırlık sezonunun ilk 8 haftasında normal antrenman programlarına (Haftada 4 antrenman her antrenman 90 dk) devam etmişlerdir. Bu süreç boyunca oyuncuların dayanıklılık antrenmanı içeriği; %90-95 maksimal koşu hızında 4*30 m intervallerden oluşmaktadır ve dinlenmelerin süresi de 3 dakikadır. Yapılan sprint interval antrenman programı öncesi ve sonrasındaki parametreler karşılaştırılarak incelenmiştir. Kontrol grubunda VO_{2maks} (L/dk), VO_{2maks} (ml/kg/dk), süre (dk), VO_2 AE (% VO_{2maks}), KAH AE, KAH AE (%KAH) parametrelerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Deney grubunda ise VO_{2maks} (L/dk), VO_{2maks} (ml/kg/dk), RER, süre (dk), MET, Süre AE (dk), VO_2 AE (ml/kg/dk), VO_2 AE (% VO_{2maks}), KAH AE, KAH AE (%KAH), VE AE (L/dk), SF AE parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Egzersiz ve toparlanma oksijen alım kinetiği parametrelerinde deney kontrol grubunda toparlanmada $VO_{2genlik}$ (L.dk⁻¹), koşu ekonomisi (ml/kg/km⁻¹), τVO_2 (s) parametrelerinde anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Deney grubu sabit yüklü egzersizde τVO_2 (s) egzersiz sonrası toparlanmada $VO_{2genlik}$ (L.dk⁻¹), koşu ekonomisi (ml/kg/km⁻¹) parametrelerinde anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Sonuç olarak, sprint interval antrenman programının kardiyovasküler ve solunum adaptasyonu ve oksijen alım kinetiği yanıtları açısından fark yarattığı belirlenmiştir. Bu açıdan futbol antrenmanlarında yer alması önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Sprint interval antrenman, Bruce protokolü, Anaerobik eşik.

ABSTRACT

EVALUATION OF OXYGEN UPTAKE KINETICS OF FOOTBALL PLAYERS

Burak AY

Department of Physical Education and Sports

Anadolu University, Graduate School of Health Sciences, February 2022

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Elvin ONARICI GÜNGÖR

The aim of this study is to examine the changes in the oxygen uptake kinetic parameters of the U-19 age active football players before and after the 8-week training program. Thirty football players, 15 in the experimental group and 15 in the control group, participated in this study. Measurements were performed on the treadmill using the Bruce protocol and oxygen uptake kinetics evaluation protocol. The players continued their regular training programs (4 training sessions per week, 90 minutes each training) in the first 8 weeks of the preparatory season. Endurance training content of players throughout this process; It consists of 4*30 m intervals at 90-95% maximal running speed, and the rest period were 3 minutes. The parameters before and after the sprint interval training program were compared and examined. VO_{2max} (L/min), VO_{2max} (ml/kg/min), time (min), VO_2 AE (% VO_{2max}), HR AE, HR AE (%HR) were found different statistically significantly in the control group ($p<0,05$). VO_{2max} (L/min), VO_{2max} (ml/kg/min), RER, time (min), MET, Time AT (min), VO_2 AT (ml/kg/min), VO_2 AT (% VO_{2max}), HR AT, HR AT (%HR), VE AT (L/min), SF AT were found different statistically significantly in the experiment group ($p<0,05$). Oxygen uptake kinetic parameters at exercise and recovery, were found different statistically significant in the experimental control group in terms of VO_2 amplitude ($L \cdot min^{-1}$), running economy (ml/kg/km⁻¹), τVO_2 (s) parameters in recovery ($p<0,05$). A significant difference was found in τVO_2 (s) recovery after exercise, VO_2 amplitude ($L \cdot min^{-1}$), running economy (ml/kg/km⁻¹) parameters in the experimental group in fixed-loaded exercise ($p<0,05$). Recovery τVO_2 (s) VO_2 amplitude ($L \cdot min^{-1}$), running economy (ml.kg⁻¹.km⁻¹) was found different statistically different after exercise in the experimental group during fixed-loaded exercise ($p<0,05$). As a result, it was determined that the sprint interval training program made a difference in terms of cardiovascular and respiratory adaptation and oxygen uptake kinetic responses. In this respect, sprint interval training is recommended to take part in football training.

Keywords: Sprint interval training, Bruce protocol, Anaerobic threshold.

TEŞEKKÜR

Tezimin yürütülmesinde, yüksek lisans öğrenim sürecim boyunca bana yol gösteren, bilgilerini ve deneyimlerini benimle paylaşmaktan çekinmeyen, her adımda desteğini hissettiğim danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Elvin ONARICI GÜNGÖR'e,

Yüksek Lisans öğrenim süreci boyunca yardımını ve bilgisini eksik etmeyen Doç. Dr. Deniz ŞİMŞEK hocama,

Bilgisayarda ve diğer cihazlarda yaşadığım teknik sorunlarda destek veren Ansay HIZAL'a (Eskişehir Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Stadyum Müdürü),

Tez ölçüm verilerimi toplama aşamasında bana destek olan Doç. Dr. Celil KAÇOĞLU'na,

Tez ölçüm verilerimi toplama aşamasında takım sporcularının araştırmaya dahil edilmelerini sağlayarak tezime destek olan futbol takımı antrenörü Aydın UNGAN, Erol ARSLAN'a ve tüm takım sporcularına,

Her zaman ve her koşulda yanımda olan, hayatımın her aşamasında desteklerini eksiksiz hissettiğim ailem; annem Serpil AY, babam Erkan AY ve kardeşlerim Burcu AY, Ahmet AY'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
GÖRSELLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1. Problem	2
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Araştırmanın Önemi	2
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	2
1.5. Araştırmanın Varsayımları	3
1.6. Hipotez	3
2. KAYNAK BİLGİSİ	5
2.1. Futbol	5
2.2. Futbolun Fizyolojik Maliyeti	5
2.3. Dayanıklılık	7
2.4. Enerji Sistemleri ve Egzersiz	7
2.4.1. Anaerobik enerji sistemleri	8
2.4.1.1. ATP-CP enerji sistemi	8
2.4.1.2. Laktik asit enerji sistemi	8
2.4.1.3 Anaerobik kapasite	8

2.4.1.4. <i>Anaerobik eşik</i>	9
2.4.2. Aerobik enerji sistemi	9
2.4.2.1. <i>Aerobik kapasite</i>	9
2.4.2.2 <i>Aerobik eşik</i>	10
2.5. Maksimal Oksijen Tüketimi	10
2.5.1. VO_{2maks} için sınırlayıcı faktörler	10
2.5.2. VO_{2maks} testleri	11
2.5.3. VO_{2maks} belirlemede kullanılan test protokolleri	11
2.5.3.1 <i>Bruce protokolü</i>	13
2.6. Kalp Atım Hızı (KAH)	14
2.7. Solunum Değişim Oranı (RER)	15
2.8. Antrenman	16
2.8.1 Antrenmanın amacı	16
2.8.2. Antrenmana kardiyovasküler adaptasyonlar	16
2.8.3. İnterval antrenman metodu	16
2.8.3.1. <i>Yüksek yoğunluklu interval antrenman metodu</i>	17
2.8.3.2. <i>Sprint interval antreman metodu</i>	17
2.8.4. Futbolcularda yapılan sprint interval antrenman modelleri	18
2.9. Futbolcularda Yapılmış Oksijen Alım Kinetiği Çalışmaları	20
3. YÖNTEM	22
3.1. Araştırmanın Katılımcıları	22
3.2. Çalışma Dizaynı	22
3.3. Test Prosedürü	24
3.4. Birinci Ölçüm Günü	24
3.5. Test Öncesi Hazırlıklar	24
3.6. Oksijen Alım Kinetiği Ölçümü	25

3.7. Antrenman	25
3.8. Son Testler	30
3.9. Verilerin Analizi	30
3.9.1. Solunum verilerinin analizi ve anaerobik eşik noktasının belirlenmesi	30
3.9.2. Egzersizde oksijen alım kinetiği analizleri	38
3.9.3. Toparlanmada oksijen alım kinetiği analizleri.....	42
3.9.4. İstatistik	45
4. GEREÇLER	46
4.1. Koşu Bandı	46
4.2. Durma Butonu	47
4.3. Oksijen Analizörü	47
4.4. Nem Ölçer	48
4.5. Bilgisayar	49
4.6. Oksijen Tüpü	49
4.7. Maske	51
4.8. Cırtlı Bant	52
5. BULGULAR	53
5.1. Bulgular	53
6. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	65
6.1. Tartışma	65
6.2. Sonuç	70
6.3. Öneriler	70
7. KAYNAKÇA	72
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLER DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Maç içerisindeki çeşitli aktivitelerde katedilen mesafe ve süre	6
Tablo 2.2. Çeşitli spor branşlarında baskın enerji kaynakları	7
Tablo 2.3. VO_{2maks} belirlemede kullanılan test protokolleri	11
Tablo 2.4. Bisiklet ergonometresi ile koşu bandı karşılaştırılması	12
Tablo 2.5. Koşu bandı ve bisiklet ergometresinin avantaj ve dezavantajları	12
Tablo 2.6. Bruce protokol tablosu	13
Tablo 2.7. Sprint interval antrenman içeriği	18
Tablo 2.8. Sprint interval antrenman içeriği	19
Tablo 2.9. Sprint interval antrenman içeriği	19
Tablo 2.10. Futbolcularda yapılmış araştırma tasarımları	20
Tablo 3.1. Araştırmaya katılan oyuncuların tanımlayıcı bilgileri	22
Tablo 3.2. Deney grubu 8 haftalık antrenman programı	25
Tablo 3.3. Deney grubuna uygulanan antrenman programının içeriği	27
Tablo 3.4. Deney grubu antrenman programının şiddet, süre, sıklık, sayı ve kapsam bilgileri	28
Tablo 3.5. Kontrol grubu 8 haftalık antrenman programı	29
Tablo 5.1. Kontrol grubu 8 haftalık antrenman programı öncesi ve sonrasındaki değişimi	53

Tablo 5.2. Deney grubu 8 haftalık antrenman programı öncesi ve sonrasındaki değişimi	55
Tablo 5.3. Kontrol grubu oksijen alım kinetiği yanıtları	59
Tablo 5.4. Deney grubu oksijen alım kinetiği yanıtları	61



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. VO_{2maks} yüzdesine denk gelen çalışma şiddeti	15
Şekil 3.1. Deney ve kontrol grubu hakkında bilgiler	23
Şekil 5.1. Deney grubu maksimal yanıtları grafiği	58
Şekil 5.2. Deney grubu KAH (atım/dk) grafiği.....	58
Şekil 5.3. Deney grubu anaerobik eşik noktasındaki yanıtlar	59
Şekil 5.4. Deney grubu sabit yüklü egzersizde $VO_{2genlik}$ ($L.dk^{-1}$) parametresi grafiği	62
Şekil 5.5. Deney grubu sabit yüklü egzersizde τVO_2 (s) parametresi grafiği	63
Şekil 5.6. Deney grubu egzersiz sonrası toparlanmada τVO_2 (s) parametresi grafiği	63
Şekil 5.7. Kontrol grubu egzersiz sonrası toparlanmada τVO_2 (s) parametresi grafiği	64

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 3.1. Artırmalı Test Sonucu Bir Kişiyeye Ait Veriler	30
Görsel 3.2. Artırmalı Test Sonucu VO_2 ve VCO_2 Verilerinin Sigmaplot Programına Aktarılması	31
Görsel 3.3. VO_2 ve VCO_2 Verilerinin Saçılım Grafiği	31
Görsel 3.4. Lineer Regresyon Doğrusunun Çizimi	32
Görsel 3.5. VO_2 ve VCO_2 Verilerinin Doğrusal Regresyon Grafiği	32
Görsel 3.6. Açıklayıcılık Katsayısı (R^2)	33
Görsel 3.7. Regresyon Katsayısının Değerlendirilmesi	33
Görsel 3.8. VCO_2 ve VO_2 Verilerinin Kesişim Noktasını Belirlemek İçin Kesişim Sonrası Verilerin Yan Sütunlara Aktarılması	34
Görsel 3.9. Solunum Değişim Oranının Belirlenmesi Sonucu	34
Görsel 3.10. Çoklu Regresyon Grafiğinin Çizilmesi	35
Görsel 3.11. Çoklu Regresyon Analizi	35
Görsel 3.12. Çoklu Regresyon Analizi Sonucu Kesişim Noktası Belirlenmesi.....	36
Görsel 3.13. Solunum Eşiği Noktasının Excel Dosyasında Belirlenmesi	36
Görsel 3.14. Kontrol Grubu Solunum Eşiğindeki Verilerin Excel Dosyasında Düzenlenmesi	37

Görsel 3.15. Deney Grubu Solunum Eşiğinde Verilerin Excel Dosyasında Düzenlenmesi	37
Görsel 3.16. Süre ve VO_2 Verilerinin Sigmaplot Programına Aktarılması	38
Görsel 3.17. Süre ve VO_2 Verilerinin Saçılım Grafiği	39
Görsel 3.18. Saçılım Grafiğine Uygun Modellemenin Seçilmesi	39
Görsel 3.19. Modelleme İçin Süre ve Solunum Verilerinin Seçilmesi	40
Görsel 3.20. Süre ve VO_2 Verilerinin Saçılım Grafiğine Uygun Eğri Modelleme	40
Görsel 3.21. Tek Ekspansiyonel Fonksiyonla Yapılan Modelleme Sonucu	41
Görsel 3.22. Egzersiz Sonrası VO_2 Verilerinin Sigmaplot Programına Aktarımı	42
Görsel 3.23. Egzersiz Sonrası VO_2 Verilerinin Serpme Grafiği	42
Görsel 3.24. Egzersiz Sonrası VO_2 Verilerinin Serpme Grafiğinin Ekspansiyonel Azalan Fonksiyonla Modellenmesi	43
Görsel 3.25. Egzersiz Sonrası VO_2 Verilerinin Modellenmesi İçin Ekspansiyonel Azalan Fonksiyon Modellenmesinde Model Seçimi	43
Görsel 3.26. Egzersiz Sonrası VO_2 Verilerinin Ekspansiyonel Azalan Fonksiyon Modellenmesinin Sonuçları	44
Görsel 3.27. Bireysel Egzersiz ve Toparlanma Oksijen Alım Kinetiği Analizi Sonuçlarının Excel Programında Birleştirilmesi	45

Görsel 4.1. Koşu Bandı Önden Görünümü	46
Görsel 4.2. Koşu Bandı Arkadan Görünümü	46
Görsel 4.3. Durma Butonu	47
Görsel 4.4 Oksijen Analizörü	47
Görsel 4.5. Oksijen Analizörü	48
Görsel 4.6. Nem Ölçer	48
Görsel 4.7. Bilgisayar	49
Görsel 4.8. Oksijen Tüpü	49
Görsel 4.9. Oksijen Tüpünün Özel Gaz Karışımı	50
Görsel 4.10. Oksijen Tüketimi Testi Sırasında Çekilen Bir Görüntü.	50
Görsel 4.11 Oksijen Tüketimi Testi Sırasında Çekilen Bir Görüntü.	51
Görsel 4.12. Maske	52
Görsel 4.13. Cırtlı Bant	52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AE	: Anaerobik eşik
AET	: Artırmalı egzersiz testi
ATP	: Adenozin trifosfat
ATP-CP	: Fosfojen sistemi
DK	: Dakika
KAH	: Kalp atım hızı
KAH_{maks}	: Maksimum kalp atım hızı
LT	: Laktat eşığı
Mmol	: Milimol
O₂	: Oksijen
ÖT	: Ön test
RER	: Solunum değışim oranı
S	: Saniye
SF	: Solunum frekansı
ST	: Son test
Tau(τ)	: Zaman sabiti
VKİ	: Vücut kitle indeksi
VO_{2maks}	: Maksimum oksijen tüketimi
VO_{2peak}	: Oksijen alımını pik noktası

YŞİA : Yüksek şiddetli interval antrenman

τ VO₂p : VO₂ zaman sabiti



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Futbol dünya çapında büyük bir kültürel etkinlik olarak kabul görmektedir. Futbol, tarih boyunca tek bir kitleye hitap etmemiş, evrensel bir etkinlik olarak günümüze kadar gelmiştir. Eski çağlarda saraylarda yüksek statüye sahip olan kişiler tarafından, geyik derisinden yapılmış bir top ile oynanmıştır. Tarih boyunca futbol oyunu bazı devletler çokça ilgi görmüş ve zaman zaman oynanması yasaklanmıştır (Golbratt, 2007). Futbol hakkında ilk yazılı belgelere İngiltere’de rastlanmaktadır (Collins, 2018). Tarihçiler tarafından futbol, tarih boyunca birçok yerde oynandığı kabul edilmiş ve ilk futbol kulübü kabul edilen Sheffield futbol kulübü İngiltere’de kurulmuştur (Taylor, 2013).

Son yıllarda futbolun büyük bir ivme kazanmasıyla beraber genç futbolcularda, amatör futbolcularda veya profesyonel futbolcularda birçok çalışma yapılmıştır (Nesti, 2014). Futbol bilimle birleştiğinde sporcuların performansları daha yukarı taşınmış ve daha mücadeleci bir yapı haline gelmiştir (Günay, 1996). Futbolcuların çevik, süratli, yaratıcı, mücadeleci, hareketli olmaları futbolda başarının sağlanması için kaçınılmaz olmuştur (Konter, 1997). Bu özelliklere sahip olmak ve başarıyı yakalamak için ise sistemli, antrenman ilkelerine uygun bir şekilde uzun süreli çalışmalar yapılması gerekmektedir. Futbolcuların üst düzey performanslara ulaşabilmeleri için alanında uzman olan fiziksel performans antrenörlerinin futbol kulüplerinde görev yapmaları ve uzun süreli antrenman programlarının planlanması gerekmektedir (Gürtaş, 2017).

Antrenman programları ile ilgili birçok çalışma yapılmakta ve her gün farklı antrenman teknikleri ortaya çıkmaktadır (Plowman, 2013). İnterval antrenman metodu da bunlardan bir tanesidir. Kısa koşu mesafelerinde maksimum çaba gerektiren bir antrenman metodu olarak tanımlanmaktadır (Gibala vd., 2012). İnterval antrenman metotları ile futbolcular süratte devamlılık becerisi kazanmaktadır. Bu antrenman programında yüklenme şiddeti %85-100 arasında olmalı, yüklenme süresi kısa olmalı ve yüklenmenin kapsamı az olmalıdır (Dündar, 1998).

Futbolcuların antrenmanın etkisi ile egzersize olan fizyolojik yanıtlarının gelişimini belirlemede birçok test yöntemi kullanılmaktadır. Laboratuvar testleri saha testleriyle karşılaştırıldığında daha kesin sonuçlar veren daha doğru bir test yöntemi olmaktadır. Futbolcuların kardiyorespiratuar testlerinin değerlendirilmesinde saha testlerine göre daha uygun görülmektedir (Metaxas vd., 2005). Laboratuvar ortamında koşu bandında yapılan

maksimal testler, aerobik kapasiteyi test etmek için en etkili yöntemdir. Koşu bandında artırmalı egzersiz testi uygulanarak maksimum oksijen alımı testi yapılmaktadır (McKay ve Banister, 1976).

1.1. Problem

Futbolcularda yapılan, çeşitli antrenmanların etkisi ile fizyolojik olarak sporcunun performans gelişiminin arttığı bilinmektedir. Yapılan antrenmanlar ile futbolcuların daha az efor harcıyıp daha fazla iş yapabilmesi beklenmektedir. Bununla birlikte yapılan çeşitli antrenmanlar ile futbolcuların oksijeni kullanabilme yeteneği artırılarak VO_{2maks} değerlerinin yükselmesi beklenmektedir. Buradan hareketle iki soru sorulabilir. Futbolcularda yapılan sprint interval antrenman programının VO_2 kinetiğine etkisi var mıdır? Etkisi var ise bu gelişim hangi düzeydedir?

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı aktif spor yapan U-19 yaş grubu futbolcularının antrenman dönemi öncesindeki ve 8 haftalık antrenman programı sonrasındaki oksijen alım kinetiği parametrelerindeki değişimlerin incelenmesidir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Aerobik kapasiteyi artırmaya yönelik antrenmanların futbolcularda oksijen alım kinetiğine etkisinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışma; sporcuların gelişiminde sprint interval antrenmanların etkisinin incelenmesi yönüyle ve futbolcularda uygulanan interval antrenmanların futbolculara ne düzeyde gelişim sağladığının belirlenmesi yönüyle ile antrenörlere yol göstermesi açısından önemli olacaktır.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Bu araştırma 2018-2019 sezonunda Bursa’da amatör olarak futbol oynayan 19 yaş altı 30 erkek sporcuyla içermektedir. Deney grubu (n=15) ve kontrol grubu (n=15) olmak üzere iki grup ile sınırlandırılmıştır.
2. Bu araştırmada yapılan ölçümler laboratuvar ortamında ve koşu bandında yapılmıştır.
3. Bu araştırmada yapılan koşular, yön değiştirme olmadan düz koşular ile sınırlandırılmıştır.

1.5. Varsayımlar

1. Tüm deneklerin ölçümler öncesi açıklanan gerekli tüm kuralları ve ölçüm yöntemlerini anladıkları varsayılmıştır.
2. Tüm deneklerin ölçümler sırasında maksimum performans sergiledikleri varsayılmıştır.

1.6. Hipotezler

1. VO_{2maks} Değerleri

H₀: Yapılan antrenman programının futbolcuların VO_{2maks} değerlerinin gelişimi arasında ilişki yoktur.

H₁: Yapılan antrenman programının futbolcuların VO_{2maks} değerlerinin gelişimi arasında ilişki vardır.

2. Kalp Atım Hızı

H₀: Yapılan antrenman programı ile futbolcuların kalp atım sayılarında gelişim arasında bir ilişki yoktur.

H₁: Yapılan antrenman programı ile futbolcuların kalp atım sayılarında gelişim arasında bir ilişki vardır.

3. Artırmalı Egzersize Devam Edebilme Süresi

H₀: Yapılan antrenman programı ile futbolcuların artırmalı egzersize devam edebilme süresi arasında bir ilişki yoktur.

H₁: Yapılan antrenman programı ile futbolcuların artırmalı egzersize devam edebilme süresi arasında bir ilişki vardır.

4. Anaerobik Eşiğe Ulaşma Süresi

H₀: Futbolcuların yapmış olduğu antrenman programı ile anaerobik eşik noktasına ulaşma süresi arasında bir ilişki yoktur.

H₁: Futbolcuların yapmış olduğu antrenman programı ile anaerobik eşik noktasına ulaşma süresi arasında bir ilişki vardır.

5. Anaerobik Eşikteki Kalp Atım Hızı

H₀: Futbolcuların yapmış olduğu antrenman programı ile anaerobik eşikteki kalp atım hızı arasında bir ilişki yoktur.

H₁: Futbolcuların yapmış olduğu antrenman programı ile anaerobik eşikteki kalp atım hızı arasında bir ilişki vardır

6. Anaerobik Eşikteki VO_{2maks}

H₀: Futbolcuların yapmış olduğu antrenman programı ile anaerobik eşikteki VO_{2maks} değeri arasında bir ilişki yoktur.

H₁: Futbolcuların yapmış olduğu antrenman programı ile anaerobik eşikteki VO_{2maks} değeri arasında bir ilişki vardır.

7. Deney ve Kontrol Grubu VO_{2maks} Gelişimi

H₀: Sprint interval antrenman programı uygulanan deney grubu ve sprint interval antrenman programı uygulanmayan kontrol grubunun VO_{2maks} gelişimi arasında bir ilişki vardır.

H₁: Sprint interval antrenman programı uygulanan deney grubu ve sprint interval antrenman programı uygulanmayan kontrol grubunun VO_{2maks} gelişimi arasında bir ilişki yoktur.

2. KAYNAK BİLGİSİ

2.1. Futbol

İnsanoğlu eski tarihlerden beri çeşitli nesneleri tekmelemiş, fırlatmış ve yuvarlamıştır. Futbolda zaman içinde böyle ortaya çıkmıştır (Nelson, 1994). Futbol oynanması kolay, fazla malzeme gerektirmeyen, bir top ve bir çift ayağı olan herkese açıktır. Futbolun kuralları günümüzde her yerde aynı olarak uygulanmaktadır (Goldblatt, 2007). Futbol biri kaleci olmak üzere en fazla 11 kişiden oluşan 2 takım ile 45 dakikalık iki devreden oynanan, boyu en az 90 metre en fazla 120 metre, genişliği en az 45 metre en fazla 90 metre olan ve zemin rengi yeşil, tamamen doğal veya tamamen yapay bir zeminde oynanmaktadır. Uygun malzemeden yapılmış bir top ve topun iki kale direği arasından üst direğin altındaki kale çizgisini geçmesi amacı ile oynanmaktadır. Hakemler ise bu oyun kurallarının sahada uygulanmasını sağlamaktadır (TFF, 2021).

2.2. Futbolun Fizyolojik Maliyeti

Futbolcuların 90 dakikalık maç içerisinde katettiği mesafe ortalama olarak 11 km civarındadır. Bunların %17'si ayakta durma, %40,4 yürüyüş, %35,1 düşük şiddette koşu, %8,1 yüksek tempoda koşu, %0,7 ise yüksek tempolu sprintler, ikili mücadelelerden oluşmaktadır (Günay, 1996). Yapılan farklı bir çalışmada ise bu koşu mesafelerinin %25'i düşük tempo yürüyüşler, %37'si düşük tempo jog koşuları, %20'si submaksimal koşular, %11'i sprintler ve %7'si geriye doğru yapılan koşulardan oluşmaktadır. Bu yüzden futbolda aerobik dayanıklılığın önemi giderek daha da artmakta ve futbol ve aerobik dayanıklılığın geliştirilmesine yönelik birçok araştırmalar yapılmaktadır (Helgerud vd., 2001). Futbolcuların maç içerisindeki koşu mesafeleri mevkilere göre değişiklik göstermektedir. Koşu mesafeleri en yüksek olan merkez orta saha oyununcularının olduğu ifade edilmektedir. Sonra sırasıyla kanat oyuncularını forvet oyuncularını ve en son merkez defans oyuncularını gelmektedir (Lebediev vd., 2019).

Son on yılda dünya futbol müsabakalarına baktığımız zaman oyun içi koşu mesafeleri, top sürme, şut, pas yüzdelik oranlarının geçmişe göre daha yüksek olduğu bir gerçektir (Bangsbo vd., 2006). Günümüzde futbolcuların koşu mesafelerinin 10-12 kilometre (km) arasında olduğu belirtilmiştir (Helgerud vd., 2001).

Futbolcularda sürat oldukça önemli bir parametredir. Oyun içerisinde gerekli olan koordinatif ve teknik beceri etkili bir şekilde mümkün olan en yüksek hızda gerçekleştirilmez. Maç içerisinde karar verme aşamasında ve devamlılık gerektiren eylemlerde sürat becerisinin yüksek olması sporculara büyük avantaj sağlamaktadır (TFF, 2021). Futbol maçlarındaki analizlere dayandırılarak yapılan çalışmalarda sprintlerin büyük bir bölümü 30 m'ye kadar olan mesafelerden, diğer büyük bir bölümü ise 30-50 m'ye kadar olan sprintlerden, küçük bir bölümü ise 50 m üzeri sprintlerden oluşmaktadır. Futbolcularda sürat, atletizm ile uğraşan sporcularından farklı olarak sadece çabuk, süratli koşmayı değil aynı zamanda ani durmaları, tekrar başlamaları ve yön değiştirmeleri içermektedir. Futbolcular 50 m'den fazla bir mesafeyi süratli bir şekilde koştuklarına az rastlanılmaktadır. Bundan dolayı futbolcuların 30-40 m sprint mesafelerinde, yüksek yoğunlukta interval koşular yapması önemli bir yere sahip olmaktadır (Konter, 1997).

Tablo 2.1. Maç içerisindeki çeşitli aktivitelerde kat edilen mesafe ve süre (Günay, 1996).

	Kat edilen mesafe (m)	Süre (dk)
Durarak	-----	15,4
Yürüyüş	2614	35,3
Jogging	3614	22,1
Normal Koşu	1480	6,3
Sprint	1191	4,1

Tablo 2.1.'de görüldüğü gibi futbolcuların maç içerisinde kat edilen mesafeye bakıldığında 90 dakikanın büyük çoğunluğunda yürüyüş ve jogging koşularından oluştuğu görülmektedir. Normal koşu ve sprint koşuları ise süre olarak az fakat katedilen mesafe bakımından önemli bir yere sahip olmaktadır.

Futbolcular maç içerisinde çok yüksek kalp atım hızlarına ulaşmaktadırlar. Futbolcularda kalp atım hızı (KAH) ile yapılan çalışmalarda maç içerisinde ulaştıkları en yüksek KAH değeri 230 atım/dk olarak ölçülmüştür. Futbol maçlarının %60'ı yüksek şiddette KAH 155-178 atım/dk, %20'si ise orta şiddette KAH 135-154 atım/dk ile oynanmaktadır (Çiçek, Batchev ve Bizati, 2004).

2.3. Dayanıklılık

Dayanıklılık tek başına motorik bir özellik değildir. Kuvvet, sürat, solunum sistemi ve dolaşım sisteminin dayanıklılıkları ile birlikte değerlendirilmelidir. Dayanıklılık sporcunun, bir egzersizin temposunu düşürmeden sürdürebilmesi veya vücutta oluşan yorgunluğu erteleyebilmesi için sahip olduğu fizyolojik ve psikolojik kapasite olarak tanımlanmaktadır. Dayanıklılık daha çok aerobik kapasiteye bağlı olmaktadır. Dayanıklılıkta anaerobik kapasitesinin etkisi aerobik kapasiteye göre çok daha azdır. Uzun mesafe koşuları, bisiklet, yüzme gibi sporlar kardiyovasküler ve solunum sistemi ön plana çıkarır ve aerobik süreçler kullanılmaktadır (Karatosun, 2003).

2.4. Enerji Sistemleri ve Egzersiz

1- ATP-CP sistemi

2- Laktik asit sistemi

3- Aerobik sistem

İlk iki sistem oksijenin yokluğunda çalışabilmektedir ve birlikte anaerobik metabolizmayı oluşturmaktadırlar. Üçüncü sistem ise oksijen gerektirmektedir ve bu nedenle aerobik metabolizma olarak adlandırılmaktadır (Kenney, Wilmore ve Costill, 2021).

Tablo 2.2. *Çeşitli spor branşlarında baskın enerji kaynakları (Günay, 1996).*

Spor Türü	ATP-CP	Laktik Asit	Aerobik Sistem
Basketbol	80	20	-
Tenis	70	20	10
Voleybol	90	10	10
Maraton Koşusu	-	10	90
Futbol	80	20	-
Defans-Orta Saha	60	20	20

Tablo 2.2.'de görüldüğü gibi spor branşlarına göre baskın enerji kaynakları her branşa göre farklılık göstermektedir. Futbol branşında baskın olarak ise ATP-CP sistemi daha fazla kullanılmaktadır.

2.4.1. Anaerobik Enerji Sistemleri

Anaerobik enerji sistemleri ATP (fosfojen) sistemi ve laktik asit sistemi olarak 2 grupta incelenmektedir (Rumpoko ve Sunjoyo, 2020). Kısa sürede gerçekleşen ve şiddeti yüksek egzersizlerde anaerobik enerji sistemi kullanılmaktadır. Miktarı az olduğundan egzersizlere devam edilebilmesi, gerekli olan enerji depolarının yenilenmesiyle mümkün olmaktadır. Karbonhidratlar oksijensiz ortamda parçalanmakta ve vücutta laktik asit biriktirmeye başlamaktadır (Akgün, 1996).

2.4.1.1. ATP-CP (Alaktik Anaerobik Enerji Sistemi)

Enerji sistemlerinin en basiti ATP-CP sistemi olarak bilinmektedir. Doğrudan depolanan çok küçük miktarda ATP'ye ek olarak hücreler kreatin fosfat (CP) olarak adlandırılan, enerjiyi depolayan bir diğer yüksek enerjili fosfat molekülü içermektedir. Şiddetli egzersizlerin başında kas hücrelerinde az miktarda ATP acil enerjiyi sağlamak için parçalanmaktadır. Egzersizin devamında ise gerekli olan ATP'yi diğer iki enerji sistemi olan laktik asit ve aerobik yoldan karşılanmaktadır (Kenney, Wilmore ve Costill, 2021). 100 metre koşularında kaslarda bulunan fosfojen depoları yaklaşık 10 saniye gibi az bir sürede tükenmektedirler. ATP'nin yenilenmesi ise ilk 30 saniyede %50 kadar 180 saniyede ise %98'i yenilenmektedir (Dündar, 1998).

2.4.1.2. Laktik Asit Enerji Sistemi

ATP-CP sadece birkaç saniye süren egzersizlerde, enerji gereksinimi için ATP üretme kapasitesine sahiptir. Laktik asit sistemi ATP-CP sisteminden daha karmaşıktır. ATP üretiminin ikinci yöntemi glukozun yıkımı yoluyla açığa çıkan enerjidir. Bu sistem glikolitik enzimleri birbiri ardı sıra içeren metabolik yol boyunca glukozun parçalanmasına, yani glikolize neden olduğu için glikolitik sistem olarakta adlandırılır (Kenney Wilmore ve Costill, 2021). Laktik asit enerji sistemi vücutta bulunan pirüvik asidin laktik aside dönüşmesiyle oluşmaktadır. Bu sistemde oksijen çok az kullanılmakta ve egzersizde kullanılabilme kapasitesi yaklaşık olarak 1 dakikadır (Sousa, Ribeiro ve Figueiredo, 2019).

2.4.1.3 Anaerobik Kapasite

Anaerobik kapasite yapılan antrenmanlar ile geliştirilebilmektedir. Yapılan 6 haftalık antrenman programı sonrası anaerobik kapasitede %10'luk bir artış ortaya çıkmıştır. Bu

bakımdan anaerobik antrenman yapan sporcular antrenman yapmayan sedanter bireylere göre anaerobik kapasitelerinin daha yüksek olması beklenmektedir (Medbo ve Burgers, 1990).

2.4.1.4 Anaerobik Eşik

Dayanıklılık sporcularında “anaerobik eşik” VO_{2maks} ’ın %80-85’i ortalama 175 (atım/dk) olarak hesaplanmıştır. Maksimum oksijen tüketimi anaerobik eşikten yaklaşık olarak 20 (atım/dk) fazladır. Sporcunun anaerobik eşiği ne kadar yüksek olursa, sporcunun kan laktat birikimi o kadar az olacaktır. Bu yüzden anaerobik eşiği yüksek olan sporcuların dayanıklılıkları da o derece yüksek olmaktadır (Karatosun, 2003). Kas çalışması esnasında artık oksijen ihtiyacının yeterince karşılanamadığı, aerobik süreçlerin ötesindeki çalışma şiddeti ya da sürekli bir anaerobik çalışmaya geçiş olarak kabul edilmektedir. Üst düzey dayanıklılık sporcuları anaerobik eşiğe, kalp atım hızının %80’inde yaşlaştık olarak 170-175 atım/dk’da girmektedirler (Ünal, 2019).

2.4.2. Aerobik Enerji Sistemi

Aerobik dayanıklılık, sporcunun düşük şiddette ve uzun süreli yaptığı egzersizleri kapsamaktadır. Egzersiz ile kullanılan enerji dengeli bir biçimde gerçekleşmektedir. Aerobik enerji sisteminin bir diğer özelliği ise 3 dakikadan fazla ve aralıksız olarak sürmesidir. Yapılan egzersizin süresi arttıkça aerobik metabolizma da buna bağlı olarak gelişmektedir (Tuncel, 2018). Aerobik enerji sistemi anaerobik enerji sistemlerine göre daha karışık bir yapı içermektedir. Oksijene ihtiyaç duyulduğu için aerobik bir süreçtir. Hücre sitoplazmasında oluşan anaerobik ATP üretiminden farklı olarak oksijenli ortamda üretilmesi mitokondri adı verilen özel organellerde meydana gelmektedir (Kenney, Wilmore ve Costill, 2021).

2.4.2.1. Aerobik Kapasite

Bireyin soluduğu havadan alabildiği ve dokulara doğru taşınabildiği oksijen miktarıdır. Aerobik kapasite ya L/dakika ya da ml/kg/dk olarak açıklanmaktadır. Aerobik kapasite ve VO_{2maks} ölçümleri son yıllarda artış göstermektedir. Günlük olarak yapılan yürüme, koşma, pedal çevirme gibi büyük kas gruplarının kullanıldığı uzun süreli, ritmik ve devamlı yapılan bu egzersizler esas olarak oksijen varlığında üretilen enerji sistemini kullandıkları için aerobik olarak kabul edilirler. Bu çeşit egzersizi yapan kişilerde aerobik kapasitenin ölçülmesi genel sağlık durumu veya atletik kapasite açısından araştırmacı, klinisyen ve akademisyenlere önemli bilgiler vermektedir (Ünal, 2019).

2.4.2.2. Aerobik Eşik

Üst düzey sporcularda yaklaşık olarak VO_{2maks} 'ın %70'ine (140 atım/dk), sedanter bireylerde ise %60'ına (130 atım/dakika) denk gelmektedir. Aerobik eşik, anaerobik eşikten yaklaşık olarak 20 (atım/dk) aşağısındadır (Karatosun, 2003). Nispeten zor bir aerobik çalışma esnasında kanda yaklaşık 2 mmol/L laktat üretilmektedir. Bu eşiğin altındaki uyaranlar antrenman şiddeti bakımından yetersizdir (Ünal, 2019).

2.5. Maksimal Oksijen Tüketimi

Giderek artan aerobik bir kas egzersizi sırasında kullanılan oksijen miktarıdır. Maksimal aerobik güç ya da maksimal aerobik metabolizma olarak tanımlanmaktadır. Maksimum oksijen tüketimi şiddetli egzersiz sırasında vücut tarafından alınan, taşınan ve kullanılan en yüksek oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır. VO_{2maks} egzersiz fizyolojisi alanında en çok araştırılan özelliklerden bir tanesidir ve egzersiz fizyologlarının çoğunluğu tarafından solunum ve dolaşım sisteminin fonksiyonel sınırlarının en iyi göstergesi olarak kabul edilmektedir. Maksimal oksijen tüketimi için kardiyovasküler sistem, solunum sistemi ve kas sisteminin bir dişli çarkın parçaları gibi uyumlu çalışması gerekmektedir (Ünal, 2019).

Üst düzey dayanıklılık sporcularında VO_{2maks} değeri 80 (ml/kg/dk) yakın değerler ölçülmektedir. Şimdiye kadar ölçülen en yüksek VO_{2maks} değeri 90,6 (ml/kg/dk) ile olimpiyat madalyasına sahip olan bir kros kayakçısına aittir. VO_{2maks} değerindeki gelişim yıllar alabilmektedir. Bir yıl boyunca her gün yapılan orta ve yüksek şiddetli antrenmanlar sonucu VO_{2maks} %21 gelişim göstermiş, 4-6 ay süresince yapılan antrenmanlarda ise %9-17 arasında değişiklik göstermiştir (Kenney, Wilmore ve Costill, 2021). VO_{2maks} vücut ağırlığı ile yüksek bir ilişki göstermektedir. Genel olarak araştırmacılar VO_{2maks} 'ı vücut ağırlığına bölerek (ml/kg/dk) gibi basit bir şekilde ifade etmektedirler (Armstrong ve McManus, 2011).

2.5.1. VO_{2maks} İçin Sınırlayıcı Faktörler

Maksimum oksijen tüketimini sınırlandırabilecek başlıca fizyolojik faktörler şunlardır:

- 1- Pulmoner difüzyon kapasitesi
- 2- Maksimal kalp debisi (cardiac output)
- 3- Kanın oksijen taşıma kapasitesi

4- İskelet kası özellikleri

Bu dört maddeyi sınıflandıracak olursak birinci, ikinci ve üçüncü madde “merkezi faktörler” olarak dördüncü madde ise “periferik faktör” olarak sınıflandırılmaktadır (Basset ve Howley, 2000).

2.5.2. VO_{2maks} Testleri

Sporcularda yapılan VO_{2maks} testleri seçiminde elde bulunan kaynaklar büyük bir önem taşımaktadır. Elde bulunan kaynaklar göz önünde bulundurularak bir test seçilmelidir (Branco vd., 2019). Egzersiz yanıtlarının değerlendirilmesi amacıyla hem laboratuvar hem de saha testleri sıklıkla kullanılmaktadır. Doğrudan yapılan laboratuvar testleri daha kesin ve daha doğru sonuçlar vermektedir. Saha testleri dış etkenlerde (sıcaklık, nem, zemin) fazla etkilenmekte iken laboratuvar testlerinde dış etkenler daha sabit tutulabilmektedir (Plowman, 2013). Futbolcularda VO_{2maks} belirlemede, futbolun fizyolojik yapısına daha uygun olduğu için testler koşu bandında ve artırmalı egzersiz protokolleri kullanılarak uygulanmaktadır (Riboli vd., 2021).

2.5.3. VO_{2maks} Belirlemede Kullanılan Test Protokolleri

Tablo 2.3. VO_{2maks} belirlemede kullanılan test protokolleri

Laboratuvarda Yapılan Testler	İndirekt Yöntemler	Saha- Alan Testleri
Bruce Protokolü	Fox Denklemi	Cooper Testi
Balke Protokolü	Anstrand-Rhyming	Mekik Koşusu Testi
Oslo Protokolü		Yo-Yo Testi
Naughton Protokolü		
Heck Protokolü		

Tablo 2.3.'de görüldüğü gibi VO_{2maks} belirlemede birçok yöntem kullanılmaktadır.

Aerobik performansın kriterlerinden olan maksimal oksijen tüketimi (VO_{2maks}) laboratuvar ortamda yapılan doğrudan ölçümlerde geçerlilik ve güvenilirlik açısından daha yüksek sonuçlar vermektedir (Aziz vd., 2005). Sürekli egzersiz testinin uygulanması, VO_{2maks}'ı test etmek için çok sayıda protokolün geliştirilmesine ve doğrulanmasına yol

açmıştır. Bu tür protokoller, toplam test süresinin yanı sıra aşama ve artışlarına göre farklılaşmışlardır (Eldridge, 1986).

Tablo 2.4. *Bisiklet ergonometrisi ile koşu bandı karşılaştırılması (Dilektaşlı, 2019).*

	Bisiklet Ergonometrisi	Koşu Bandı
VO_{2maks}	Daha az	Daha fazla
Güvenilirlik	Düşme riski daha az	Düşme riski daha fazla
Egzersize katılan kas kütlesi	Daha az	Daha fazla

Tablo 2.4.'de görüldüğü gibi koşu bandında yapılan ölçümlerde VO_{2maks} değeri daha yüksek çıkmaktadır ve egzersize katılan kas kütlesi daha fazla olduğundan futbol branşına daha uygun olduğu görülmektedir.

Tablo 2.5. *Koşu bandı ve bisiklet ergometrisinin avantaj ve dezavantajları (Ceylan, 2014).*

Koşu Bandı	Bisiklet
Daha yaygın kullanılabilen bir test.	Yürüyüş ve koşmaya oranla daha az bilinir.
Eğim ve hız arttırılabilir.	Watt cinsinden iş yükü artar.
Daha fazla kas grubu kullanılır.	Daha az kas grubu kullanılır.
VO _{2maks} %5-10 daha yüksektir.	
Maksimum egzersize daha çabuk ulaşır.	

Tablo 2.5.'de görüldüğü gibi futbolun fizyolojik yapısına daha uygun olan ve daha fazla kas grubunun kullanılabilirdiği koşu bandı testi futbolcular üzerinde yapılan çalışmalara daha uygun olduğu görülmektedir.

Koşu bandının avantajı alışık olunan bir egzersiz olması ve bisiklet ergometresine göre daha çok ve daha fazla kas grubunu çalıştırmasıdır. Koşu bandı ile yapılan maksimal egzersizlerde VO_{2maks} bisiklet ergometresi ile yapılan sonuçlardan %5-10 daha fazla olmasıdır (Gürsel, 2000).

2.5.3.1 Bruce Protokolü

Koşu bandı egzersizin kesintisiz olarak ve her 3 dakikada bir eğimde ve yürüme hızında kademeli olarak artışlarla maksimum performansın bireysel olarak belirlenen sınırlarına kadar ulaşılması amacıyla geliştirilmiş bir test protokolüdür (Bruce, Kusumi ve Hosmer, 1973). Bruce ve meslektaşları maksimum oksijen tüketiminin, bir kişinin Bruce protokü ile koşu bandında yürüyerek ve koşarak maksimum oksijen tüketimlerinin hesaplanabileceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca yaş ve fiziksel aktivite durumunun maksimum oksijen tüketimi ile ilişkisini araştırmışlardır (Bruce, Fischer ve Cooper, 1974).

Çocuklarda ve genç yetişkinlerde kullanılan oksijen alımını pik noktası (VO_{2peak}) test etmek için çoğu egzersiz protokolü, yetişkinleri test etmek için tasarlanmıştır. En yaygın olarak kullanılan protokol olan Bruce protokolü, uyluk ve bacak kaslarının daha fazla kuvvetini gerektiren dik bir eğime ($>10\%$) sahiptir (Bruce, Kusumi ve Hosmer, 1973). Bruce protokolü gibi sürekli artan şiddetli maksimal egzersizlerde, ventilasyon çok yüksek seviyelere çıkabilmektedir (Robergs ve Roberts, 1997).

Tablo 2.6. Bruce protokolü tablosu (Cammen vd., 2010).

Seviye	Hız (km)	Eğim (%)	Süre (dk.)
1	2,7	%10	3
2	4,0	%12	6
3	5,4	%14	9
4	6,7	%16	12
5	8,0	%18	15
6	8,8	%20	18
7	9,6	%22	21
8	10,4	%24	24
9	11,2	%26	27
10	12,0	%28	30

Tablo 2.6. de görüldüğü gibi Bruce protokolünde her 3 dakikada bir eğim ve hızın kademeli olarak arttığı görülmektedir.

2.6. Kalp Atım Hızı (KAH)

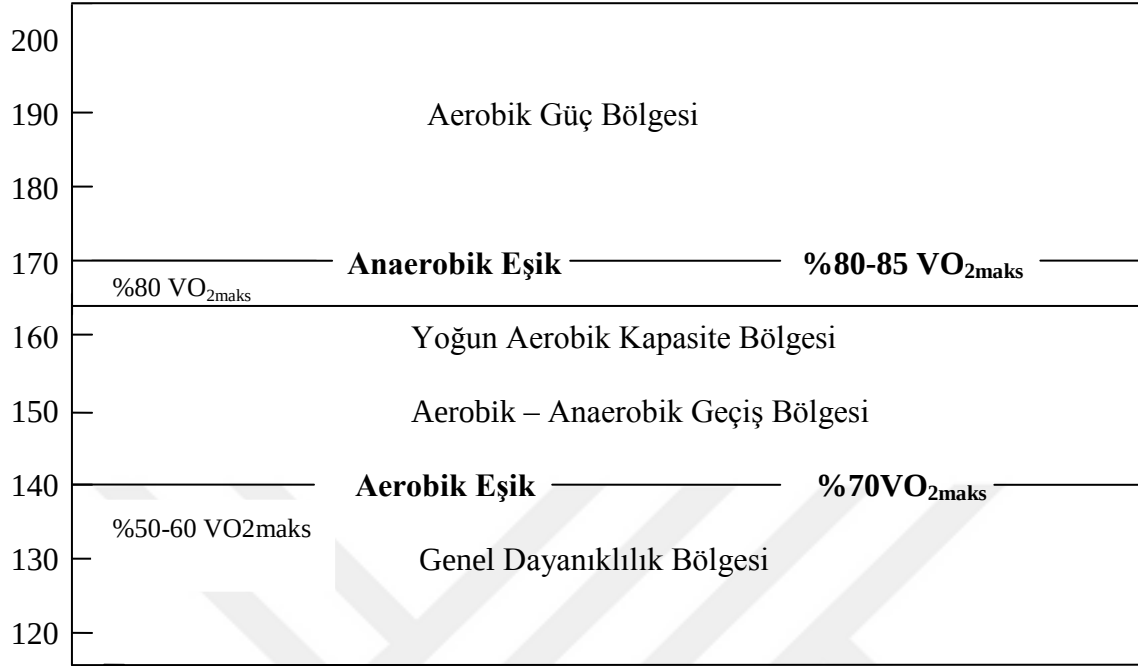
Dinamik egzersizler sırasında, parasempatik sinir sistemi aktivitesinde bir azalma, sempatik sinir sisteminde ise artış meydana gelmektedir. Bu da kalp atım hızını arttırmakta olduğu varsayılmaktadır (Aubert, Sept ve Beckers, 2013). Farklı sporcuların maksimal kalp atım değerlerine ulaşmak için ideal formüllerden biri olan “maksimum kalp atım hızı= 220-yaş” formülü kullanılmaktadır. KAH_{maks} egzersizin yapıldığı ergometreye göre de farklılık göstermektedir. Koşu bandında egzersiz yapan sporcular kano, bisiklet ve kayak ergometresi üzerinde egzersiz yapan sporculara göre daha yüksek kalp atım hızlarına ulaşmaktadırlar. Cinsiyetler arası farklara bakıldığında ise kadın sporcuların koşu bandı ve bisiklet ergometresinde erkek sporculara göre daha yüksek KAH değerlerine ulaşmaktadırlar (Faff vd., 2003).

Düzenli olarak spor yapan kişilerde kalp atım hızı daha düşük olarak görülmektedir. Spor yapmayan kişilerde ise spor yapan kişilere oranla KAH (atım/dk) parametresindeki değişim fazla olmaktadır. Sporcular maksimum KAH (atım/dk) değerine spor yapmayanlara oranla daha geç ulaşmaktadır. Bu nedenle sporcularda oksijen tüketimi daha fazla olmaktadır. Özellikle dayanıklılık sporuyla uğraşan bireylerde KAH (atım/dk) değeri 40 atım/dk’ ya kadar düşmektedir ve bu değer bu sporcular için anormal bir değer olmamaktadır. Bu sporcularda kalbin atım hacmi yüksek olduğundan aynı KAH (atım/dk) ile daha fazla oksijen tüketebilmektedirler (İstek, 2013).

Maksimum kalp atım hızı futbolda egzersiz şiddetinin hesaplanması için yaygın olarak kullanılan bir değerdir (Nikolaidis, 2014). Kalp atım hızı monitörleri kullanılarak bu değişkenin ölçümü pratik, hızlı, ucuz ve geçerli olmaktadır. Kalp atım hızının profesyonel, amatör ya da genç futbolcular üzerine kapılan çalışmalarda maksimum oksijen tüketimi gibi fizyolojik parametrelerle ilişkisi olduğu bulunmuştur. Maksimal kalp atım hızı, egzersiz sırasında ölçülen en yüksek kalp atım hızını kayıt ederek ya da yapılan tahmini denklemler ile indirekt olarak belirlenebilmektedir (Silva vd., 2013). Sporcularda gelişimin sağlanması için maksimal kalp atım hızının %65-90 arası olduğu antrenman programları uygulanmalıdır. Bu antrenman programlarındaki amaç egzersiz esnasında yeterli dolumu sağlamak, istirahat halinde iken minimum düzeyde enerji sarf etmektir. Bir başka amaç ise yüksek bir kardiyak çıktı gerçekleştirme kapasitesine sahip olan, güçlü kas yapısına sahip bir kalp oluşturmaktır (Karatossun, 2003).

Şekil 2.1. VO_{2maks} yüzdesine denk gelen çalışma şiddeti (Karatosun, 2003).

Nabız / Dakika



Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi yapılmış bir çalışmada %70 VO_{2maks} seviyelerine 140 KAH (atım/dk) ulaşılmaktayken %80-85 VO_{2maks} seviyelerine 170 KAH (atım/dk) ulaşılmaktadır.

2.7. Solunum Değişim Oranı (RER)

Solunum değişim oranı (RER) (CO_2 üretimi / O_2 alımı) kademeli olarak artan egzersiz testlerinde ve kararlı duruma ulaşılan testlerde ölçülmektedir (Simonson ve DeFranzo, 1990). Dayanıklılık antrenmanları, aynı işin daha düşük RER değerleriyle yapılmasına olanak sağlar, oksijen (O_2) alımını artırır ve egzersiz sırasında oluşan yorgunluğu geciktirmektedir. Bu nedenle antrene bireyler bir işi sedanter bireylere göre daha düşük RER seviyelerinde yapabilmektedirler (Messonnier vd., 2005). RER değeri 0'a yakın olduğunda vücut egzersize başlamamış ya da dinlenik durumda olması beklenmektedir. RER değeri düşük olduğunda vücuttaki temel besin kaynağı karbonhidratlardır. RER değerinin yoğun bir egzersizde 1'den yüksek olduğu durumda ise sporcunun vücudunda bulunan laktik asit miktarı yüksek seviyelere ulaşması beklenmektedir. RER değerine bakılarak egzersizin o anında hangi enerji kaynağının baskın olduğu tahmin edilebilmektedir (Fisher, 2019).

2.8. Antrenman

Antrenman genel anlamda farklı olguları ifade etmek amacıyla kullanılmıştır. Günümüzdeki antrenmanın amacı ise kişinin fiziksel, psikolojik, mekanik ve zihinsel verimini arttırmaya yönelik, iyi bir şekilde düzenlenmiş ve organize edilmiş eğitimi ifade etmektedir (Dündar, 1998). Antrenman başka bir deyişle sporcu kendisinden beklenen performansı göstermek amacıyla fizyolojik ve psikolojik fonksiyonlara uyum sağlayabilmesi ve branşa özgü teknik ve taktik kapasitesinin geliştirilmesine dayanan bireyselleştirilmiş ve uzun süreli sportif faaliyetlerdir (Günay, 1996). Antrenman planlaması yapılırken planın amaçlanan hedefe uygun olmasına dikkat edilmeli, kullanılacak araç gereçler göz önünde bulundurulmalı, futbolcuların antrenman geçmişine dikkat edilmeli, sezon içindeki maç takvimi göz önünde bulundurularak antrenman planı yapılmalıdır (Shchepotina vd., 2021).

2.8.1 Antrenmanın Amacı

Sporcuların antrenman ile birlikte bilimsel verilerden de yararlanarak ilgilendiği spor dalında planlı ve sistemli olarak sporcuyu en yüksek verime taşımaktır (Gündüz, 1997).

2.8.2. Antrenmana Kardiyovasküler Adaptasyonlar

Antrenmana yanıt olarak çok sayıda kardiyovasküler adaptasyonlar meydana gelmektedir. Bunlar kalp büyüklüğü, atım volümü, kalp atım hızı, kardiyak çıktı, kan akışı, kan ve kırmızı kan hücresi hacimleri olarak sıralanmaktadır. Bu değişkenlerin birbiriyle ilişkili olması şaşırtıcı olmamaktadır. Örneğin, atım volümünde antrenmana bağlı artışlar, hem kalp büyüklüğünde hem de kan hacmindeki artıştan kaynaklanmaktadır (Kenney, Wilmore ve Costill, 2021).

2.8.3. İnterval Antrenman Metodu

İnterval antrenman metodu sağlıklı, aşırı kilolu ve atletik kişilerde VO_{2maks} değerinin gelişiminde etkili bir antrenman motodudur. İnterval antrenman metodunun şiddeti yüksek ve hacminin düşük olması uygulanabilirlik ve zaman açısından antrenman programlarında kullanılması ekonomik olmaktadır. İnterval antrenman metodunun VO_{2maks} değerinin gelişiminde daha yüksek seviyelere çıkılabilmesi için setler arasındaki sürenin 2 dakikadan fazla olması ve antrenman programının 4-12 hafta arasında olması gerekmektedir (Wen, 2019). Parmar, Jones ve Hayes (2021) göre ise setler arası 2 dakikadan fazla olması gerektiği,

antrenman hacminin 15 dakikadan fazla olması gerektiğini ve %100 VO_{2maks} 'ta interval antrenman metodunun gerçekleştirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Calandro, Esposito ve Altavilla (2020) interval antrenman metodunda tekrarlar arası sürenin eşit tutulması gerektiğini ve tekrarlar arasındaki sürenin kalp atım hızının çok fazla düşmemesi nedeniyle 30 saniyeden fazla olmaması gerektiğini ifade etmiştir.

2.8.3.1. Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman Metodu

Aerobik kapasitenin geliştirilmesinde etkili olarak kullanılan antrenman programlarında biri olan yüksek şiddetli interval antrenman (YŞİA) programı öne çıkmaktadır. YŞİA programı dayanıklılığın gelişiminde etkili olan, yeni antrenman metodlarından biri olarak kullanılmaktadır. Bu antrenman yöntemi hızlı ve etkin uyum ihtiyacını karşılamakla birlikte antrenmanın süresini kısaltması açısından önemli bir yere sahip olmaktadır (Buchheit vd., 2013). Bu antrenman metodunda organizma yüksek seviyede oksijen borçlanmasına girmektedir. Antrenmanların şiddeti %75-90 arasında submaksimal olmalıdır. Kapsam orta seviyede tutulmalı 2-3 set, 6-12 tekrarlı uygulamalar yapılmalıdır. Yüklenmeler arasında tam dinlenme yerine aktif dinlenme uygulanmalıdır (Dündar, 1998).

2.8.3.2. Sprint İnterval Antrenman Metodu

YŞİA'nın daha düşük hacimli bir çeşidi olan sprint interval antrenmanı, daha yüksek şiddette tekrarlanan sprintleri içermektedir (Wewege vd., 2017). Sprint interval antrenmanı (SIT) kısa koşu mesafelerinde, maksimum çaba gerektiren bir antrenman metodu olarak tanımlanmaktadır (Gibala vd., 2012). Sprint interval antrenmanın zaman bakımından diğer antrenmanlara göre daha verimli olmaktadır. Ek olarak, sprint interval antrenman kardiyorespiratuar performans artışı sağlamak için uzun süreli dayanıklılık antrenmanlarına bir alternatif olabilmektedir (Gist vd., 2014).

Sprint antrenmanlarının içerik olarak %100 maksimal yüklenmeli, 4-8 tekrardan oluşan 30 m sprint antrenmanlarından oluşmaktadır. Tekrarlar arasında 20 sn pasif, setler arasında ise maksimum kalp atım hızının %50-60 aralığında aktif dinlenmeler verilmektedir (Akılveren vd., 2021).

2.8.4. Futbolcularda Yapılan Sprint İnterval Antrenman Modelleri

Futbol oyuncularının hem hıza hem de kondisyona sahip olmasını gerektiren karmaşık doğası göz önüne alındığında, alt seçkin futbolcuların sprint çabalarını yüksek aerobik yük ile birleştiren düşük hacimli yoğun aralıklı egzersizi birleştirmekten fayda sağlayıp sağlamadıklarını araştırmak önemlidir.

Tablo 2.7. *Sprint interval antrenman içeriği (Nyberg vd., 2016).*

Futbolcu Sayısı	Antrenmanın toplam süresi	Antrenmanın içeriği	Kaynak
13 Yarı profesyonel futbolcu	Müsabaka döneminin 8 haftası	30 metre sprint koşusu	(Nyberg vd., 2016).
	Haftada 1-4 antrenman	2-3 set 8-10 tekrar	
		10 saniye pasif toparlanma Setler arası 3 dakika dinlenme	

Tablo 2.7.'de görüldüğü gibi Nyberg (2016) Danimarka'da yaptığı çalışmada 13 erkek futbolcudan oluşan bir futbol takımını incelemiştir. Müsabaka sezonunun ilk 9 haftası oynandıktan sonraki 8 hafta 30 m maksimum eforlu sprint 8-10 tekrarlı 3 set halinde gerçekleştirmişlerdir. 8 haftalık antrenman dönemi ve öncesi ölçülen parametreler karşılaştırılmıştır.

30 metre sprint interval antrenmanı kavramı veya sprint aralığı eğitimi kullanılarak yoğun aralıklı antrenman döneminde kolayca uygulandığını ve aralıklı koşu performansını veya sprint performansını arttırmak için etkili olduğunu göstermektedir (Ekstrand vd., 1983).

Tablo 2.8. *Sprint interval antrenman içeriği (Christensen vd., 2011).*

Futbolcu sayısı	Antrenmanın toplam süresi	Antrenman içeriği	Kaynak
18 Profesyonel futbolcu	2 Haftalık yoğun antrenman programı Toplam 10 antrenman	30 saniye sprint 10-12 tekrar 10 saniye pasif toparlanma Setler arası 3 dakika dinlenme	(Christensen vd.,2011).

Tablo 2.8.'de görüldüğü gibi Christensen yaptığı çalışmada 18 profesyonel futbolcuya 2 haftalık antrenman programında 30 saniyelik sprintlere yer vermiş, öncesi ve sonrasındaki değişimleri incelemiştir.

Tablo 2.9. *Sprint interval antrenman içeriği (Akılveren vd.,2021)*

Futbolcu sayısı	Antrenmanın toplam süresi	Antrenman içeriği	Kaynak
17 Futbolcu	8 boyunca Haftada 3 gün	%100 maksimal yüklenmeli 4 set 8 tekrar 30 m sprint antrenmanları	(Akılveren vd.,2021)

Tablo 2.9.'da görüldüğü gibi Akılveren vd., (2021) futbolcular üzerinde yaptıkları araştırmada 30 m sprint antrenmanlarına yer vermiş öncesi ve sonrası değişimler incelenmiştir.

Futbolcularda, 3 dakikalık dinlenme ile 10-12 tekrar 30 saniyelik sprintlerden oluşan 2 haftalık yoğun antrenman, elit altı futbolcularda Yo-Yo testi ile yapılan ölçümlerde performanslarının arttığı görülmektedir (Christensen vd., 2011). Buna göre, 30 metre sprint interval antrenmanı ile performansta iyileşmelerin altında yatan mekanizmalardan biri olan VO_{2maks} ' ta olan bir artış olarak görülmektedir.

2.9. Futbolcularda Yapılmış Oksijen Alım Kinetiği Çalışmaları

Grey, (2014) oksijen alım kinetiği üzerine yaptığı araştırmada bir grubu $6,0 \pm 2,9$ yıl antrenman yapmış olan genç antrenmanlı grup, $15,4 \pm 6,5$ yıl antrenman yapmış olan orta yaşlı antrenmanlı grup, $23,0 \pm 6,8$ yıl antrenman yapmış olan yaşlı antrenmanlı grup olarak planlamıştır. Diğer grup ise antrenmansız olan genç, orta yaşlı ve yaşlı kişilerden oluşmaktadır. Bu iki grup arasındaki oksijen alım kinetiği parametrelerindeki farklılıkları incelemiştir.

Doncaster vd., (2016) yaş ortalaması $13,3 \pm 0,4$ olan 17 elit genç futbolcuda gerçekleştirdiği araştırmada, oksijen alım kinetiği ile futbol maçında bulunan fiziksel ölçümler arasındaki ilişki incelenmiştir.

Nyberg vd., (2016) yaş ortalamaları $23,5 \pm 4,0$ olan 16 erkek futbolcuda yaptığı araştırmada sezonun son 9 haftası futbolculara sprint interval antrenman programı uygulanmış ve oksijen alım kinetiği parametrelerindeki değişimler incelenmiştir.

Doncaster, (2017) yaş ortalamaları $13,2 \pm 0,6$ olan 21 genç futbolcu üzerinde yaptığı araştırmada futbolcuların antrenman yaşlarına göre futbolcularda oksijen alım kinetiği parametrelerindeki farklılığı karşılaştırarak incelemiştir.

Tablo 2.10. Futbolcularda yapılmış araştırma tasarımları

Yaş	Grup 1	Grup 2	Literatür
$18,1 \pm 0,8$	Deney Grubu (n=9)	Kontrol Grubu (n=10)	Helgerud vd., 2001
$26,4 \pm 0,9$	Deney Grubu (n=18)	Kontrol Grubu (n=24)	Mohr vd., 2003
$25,0 \pm 4,0$	Elit Futbolcu (n=13)	Amatör futbolcu (n=12)	Rampinini vd., 2010
$23,8 \pm 3,2$	Erkek (n=8)	Kadın (n=8)	Yoon, 2007

Tablo 2.10. (Devam)

	Tek Grup	Silva vd., 2013
14,0 ± 0,6	(Ön Test-Son Test)	
	(n=18)	
23,4 ± 0,8	Tek Grup	Thomassen vd.,2010
	(Ön Test-Son Test)	
	(n=18)	
4-5 Yaş	Tek Grup	Cammen vd., 2010
	(Yarı Bruce – Bruce)	
	(n=18)	

Tablo 2.10.'da görüldüğü gibi futbolcularda birçok araştırma dizaynı yapılmıştır. Helgerud ve Mohr araştırmalarını deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayırıp gruplamışlardır. Futbolcularda farklı olarak amatör-profesyonel, erkek-kadın gibi gruplamalar da yapılmıştır. Thomassen, Silva ve Cammen çalışmaları ise tek bir grup üzerinde yapılan ön test ve son testlerden oluşmaktadır.

Literatürdeki futbol performans araştırmalarında deney ve kontrol grubu olmak üzere 20-25 futbolcudan veri toplanmıştır. Bu tez araştırmasında seçilen gönüllü katılımcı sayısının belirlenmesinde literatürdeki araştırmalar göz önünde bulundurulmuştur.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Katılımcıları

Türkiye U-19 Elit Liginde oynayan 30 futbolcu araştırmaya dahil edilmiştir. Tüm futbolcular sağlıklı ve herhangi reçeteli ilaç kullanmamaktadır. Futbolcuların yaş, boy, vücut ağırlığı ve vücut kitle endekslerinin ortalaması hesaplanmıştır ve **Tablo 3.1.**'de verilmiştir. Tanımlayıcı verilerin analizi SPSS 28.0.1.0 (142) programında deneme sürümü kullanılarak yapılmıştır. Yaş non-parametrik koşulları sağladığı için Mann-Whitney U ile, boy, vücut ağırlığı, vki değerleri ise parametrik koşulları sağladığı için bağımsız örneklem T testi ile test edilmiştir. İki grup arasında anlamlı fark yaş ($p = >0,05$), boy ($p = >0,05$), vki ($p = >0,05$) anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışmaya katılan futbolcuların herhangi bir sağlık sorunu yoktur ve reçeteli bir ilaç kullanmamaktadırlar. Bu çalışma etik kurul tarafından onaylanmıştır ve Helsinki Deklerasyonuna uygundur.

Tablo 3.1. Araştırmaya katılan oyuncuların tanımlayıcı bilgileri

	Deney Grubu	Kontrol Grubu	p
Kişi (n)	15	15	
Yaş (yıl)	17,06 ± 0,59	17,13 ± 0,99	,744
Boy (cm)	174,47 ± 6,59	177,07 ± 4,46	,250
Vücut ağırlığı (kg)	63,33 ± 7,07	69,13 ± 5,57	,343
Vücut Kitle İndeksi ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	20,74 ± 1,22	22,03 ± 1,37	,421

Tablo 3.1. $P < 0.05$ deney grubu ve kontrol grubu arasındaki anlamlı fark. Değerler ortalama ($\pm$ SS) olarak verilmiştir.

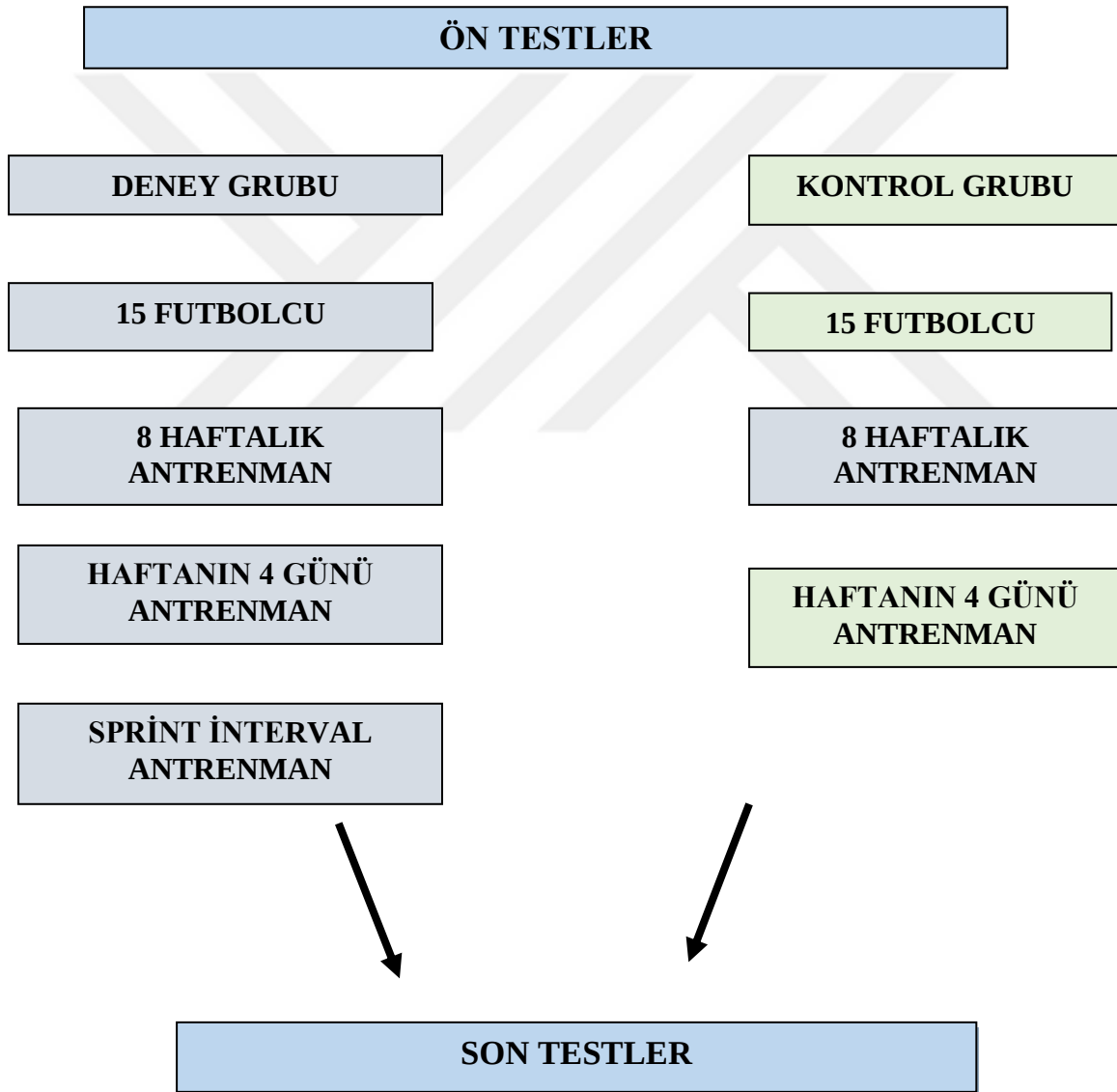
3.2. Çalışma Dizaynı

Oyuncular hazırlık sezonunun ilk 8 haftasında normal antrenman programlarına (haftada 3-4 antrenman her antrenman 90 dk) devam etmişlerdir. Bu süreç boyunca oyuncuların dayanıklılık antrenmanı içeriği; %90-95 maksimal koşu hızında 4*30 m intervallerden oluşmaktadır ve dinlenmelerin süresi de 3 dakikadır. Her deney gününden önce, oyuncular en az 24 saat boyunca ağır fiziksel aktiviteden kaçınmaları istenmiştir ve hafif bir

öğün tüketildikten en az 2 saat sonra laboratuvarında teste katılmışlardır. Ölçümler koşu bandında gerçekleştirilmiştir ve Bruce protokolü uygulanmıştır. Bruce protokolünün ayrıntısı **Tablo 2.6.**' da verilmiştir.

Tüm fiziksel testlerden önce, katılımcılar 10 dakika süren standart bir ısınma ve germe gerçekleştirmişlerdir. İlk 5 dakika, Karvonen formülü tarafından belirlenen katılımcının maksimum kalp atış hızının (KAH_{maks}) %50-60'ında ısınma için kullanılmıştır (Camarda vd., 2008). İkinci 5 dakika, testte kullanılacak ana kas gruplarının gerilmesinden oluşmaktadır.

Şekil 3.1. Deney ve kontrol grubu hakkında bilgiler



Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi deney grubu ve kontrol grubu haftada 4 antrenman yapmışlardır. Deney grubu kontrol grubundan farklı olarak antrenmanda 30 m interval koşular gerçekleştirmişlerdir.

3.3. Test Prosedürü

Futbolculara her ölçüm gününden önce, en az 24 saat boyunca zorlayıcı fiziksel aktivite uygulanmamıştır. Hafif bir yemek yedikten en az 2 saat sonra laboratuvarda teste katılmışlardır. Deneklerin teste dinlenik bir şekilde katılması gerektiği ve test gününde sigara içilmemesi konusunda bilgi verilmiştir.

3.4. Birinci Ölçüm Günü

Maksimal oksijen tüketimi CPX marka (**Görsel 4.4.**) oksijen analizörü ile ölçülmüştür. Protokol olarak kademeli olarak artan ayrıntılı olarak **Tablo 2.6.**'da verilen Bruce protokolü ile değerlendirilmiştir (Cammen vd., 2010).

3.5. Test Öncesi Hazırlıklar

1. Futbolcular test protokolü hakkında bilgilendirilmiştir.
2. Futbolculara zorlandıkları takdirde yanlarında bulunan kırmızı butona basarak testi sonlandırabilecekleri konusunda bilgilendirilmişlerdir.
3. Ölçüm günleri, testlere başlanmadan önce cihazın kalibrasyonu yapılmıştır.
4. Cihaz ölçüm durumuna geldiğinde sporcuların ısınmaları için uyarılmıştır.
5. Futbolculara ısınmaları için 5 dakika verilmiştir.
6. Futbolcular için kullanılacak maskeler dezenfekte edilmiştir.
7. Futbolculara test sırasında kullanılacak maske tanıtılmış ve yüzüne uygun olarak kullanılabilecek maske seçilmiştir.
8. Maske cırtlı bant ile sporcunun yüzüne yerleştirilmiştir ve hava kaçağı olup olmadığı test edilmiştir.
9. Futbolculara koşu bandına çıkmaları istenmiş ve hazır olduklarında teste başlanmıştır.
10. Futbolcular Bruce protokolüne göre testi gerçekleştirmişlerdir.
11. Zorlandıklarında butona basarak testi sonlandırmışlardır.
12. Ölçümler kaydedilmiştir ve teste katılacak diğer futbolcu ile ölçümlere devam edilmiştir

3.6. Oksijen Alım Kinetiği Ölçümü

Oksijen alım kinetiği testleri aşağıdaki aşamalar takip edilerek gerçekleştirilmiştir.

1. Ölçümlere başlamadan önce oksijen analizörü cihazın ve bilgisayarın ısınması için 20 dakika beklenmiştir.
2. İçerisinde % 16 O₂, % 4 CO₂ ve balans nitrojen gazları basılmış olan tüp açılmış ve cihaz ile kalibrasyonu yapılmıştır.
3. Nem ölçer ile ortamdaki nem oranı ölçülmüş ve cihaza kaydedilmiştir.
4. Test öncesinde, deneklere uygulanacak olan protokol cihaza eklenmiştir.
5. Sporcuların boy, kilo, ad, soyad, denek numarası cihaza kaydedilmiştir.
6. Cihaz ölçüm için hazır hale getirilmiştir.
7. Oksijen tüketimi testine başlanmıştır.

3.7. Antrenman

Futbolculara yapılacak antrenman programı **Tablo 3.2.**'de açıklanmıştır. Sprint koşuları aynı günde düz ve 30° veya 180° yön değiştirmeli şekilde uygulanmıştır. Sprint interval antrenman programı 8-10 tekrarlı 30 metre maksimal eforlu koşular şeklinde 2-3 set olarak uygulanmıştır. Sprintler arası 10 s dinlenme ve setler arası dinleme de 3 dk olarak verilmiştir.

Tablo 3.2. Deney grubu 8 haftalık antrenman programı

1.Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, koordinasyon çalışması, 4*30 m sprint interval koşular, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, pas çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, denge stabilizasyon çalışmaları, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, küçük alan oyunu, soğuma

Tablo 3.2. (Devam)

2. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, pas çalışması, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, core egzersizleri, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, taktik çalışması, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, küçük alan oyunu, soğuma
3. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, kuvvet & direnç egzersizleri, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, denge stabilizasyon çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, taktik çalışması, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, küçük alan oyunu, soğuma
4. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, pas çalışması, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, pliyometrik sıçrama çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, taktik çalışması, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, küçük alan oyunu, soğuma
5. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, koordinasyon çalışması, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, şut çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, 4*30 m interval koşular, core egzersizleri, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, küçük alan oyunları, soğuma

Tablo 3.2. (Devam)

6.Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, denge stabilizasyon çalışması, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, pas çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, pliometrik sıçrama çalışması, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, küçük alan oyunu, soğuma
7. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, taktik çalışması, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, kuvvet & direnç egzersizleri, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, pas çalışması, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, küçük alan oyunu, soğuma
8. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, core egzersizleri, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, şut çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, denge stabilizasyon çalışması, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, 4*30 m sprint interval koşular, küçük alan oyunu, soğuma

Tablo 3.2.'de görüldüğü gibi deney grubu, haftada 4 kez yapılan, 8 hafta boyunca devam eden ve toplamda 32 antrenmandan oluşan antrenman programına katılım göstermişlerdir.

Tablo 3.3. Deney grubuna uygulanan antrenman programının içeriği

Futbolcu Sayısı	Antrenmanın Toplam Süresi	Antrenmanın içeriği

Tablo 3.3. (Devam)

15 Futbolcu	Sezonun ilk 8 haftası	30 metre sprint koşusu
	Haftada 3-4 antrenman	2-3 set
		8-10 tekrar
		10 saniye pasif toparlanma
		Setler arası 3 dakika dinlenme
		%90-95 Maksimal koşu hızı

Tablo 3.3.'de görüldüğü gibi deney grubuna uygulanan antrenman programının içeriği ayrıntılı olarak verilmiştir. Antrenman 8-10 tekrarlı 30 metre sprint koşularından oluşmaktadır. Tekrarlar arası 10 saniye dinlenme setler arası ise 3 dakika dinlenme verilmiştir.

Tablo 3.4. Deney grubu antrenman programının şiddet, süre, sıklık, sayı ve kapsam bilgileri

Şiddet	Süre	Sıklık	Sayı	Kapsam
%90-95 Maksimal hız	30 m sprintler 4,6 s den oluşmuştur.	Sprintler arası 10s dinlenme setler arası 3 dakika dinlenme	10 tekrar 2-3 set	600 m-900m

Tablo 3.4.'de görüldüğü gibi futbolcuların koşuları %90-95 şiddetinde yapmaları istenmiştir. Bu şiddetin belirlenmesinde ise sporcuların 30 m %100 maksimal koşu hızı ölçülmüştür ve ortalaması 4,2 saniye olarak bulunmuştur. Maksimal hızı 4,2 saniye olan futbolcu grubunun %90-95 şiddetindeki koşu hızı ise 4,6 saniye olduğu hesaplanmıştır. Futbolcuların 30 metrelik sprint koşularını 4,6 saniyede gelmeleri istenmiştir.

Tablo 3.5. Kontrol grubu 8 haftalık antrenman programı

1.Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, 4*30 m interval koşular, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, pas çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, denge stabilizasyon çalışmaları, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, küçük alan oyunu, soğuma
2. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, pas çalışması, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, core egzersizleri, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, taktik çalışması, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, küçük alan oyunu, soğuma
3. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, kuvvet & direnç egzersizleri, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, denge stabilizasyon çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, taktik çalışması, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, küçük alan oyunu, soğuma
4. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, pas çalışması, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, pliyometrik sıçrama çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, taktik çalışması, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, küçük alan oyunu, soğuma
5. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, koordinasyon çalışması, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, şut çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, core egzersizleri, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, küçük alan oyunları, soğuma
6.Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, denge stabilizasyon çalışması, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, pas çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, pliyometrik sıçrama çalışması, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, küçük alan oyunu, soğuma
7. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, taktik çalışması, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, kuvvet & direnç egzersizleri, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, pas çalışması, soğuma
	Cuma	20 dakika ısınma, küçük alan oyunu, soğuma
8. Hafta	Pazartesi	20 dakika ısınma, core egzersizleri, soğuma
	Çarşamba	20 dakika ısınma, şut çalışması, soğuma
	Perşembe	20 dakika ısınma, denge stabilizasyon çalışması, soğuma

Tablo 3.5. (Devam)

Cuma 20 dakika ısınma, küçük alan oyunu, soğuma

Tablo 3.5.'de görüldüğü gibi kontrol grubu, haftada 4 kez yapılan, 8 hafta boyunca devam eden ve toplamda 32 antrenmandan oluşan antrenman programa katılım göstermişlerdir.

3.8. Son Testler

Ön testte uygulanan test prosedürleri son testte de aynı şekilde uygulanmıştır. Futbolcular ön test sonrası 8 haftalık antrenman programı sonrası son testler yapılmış ve ölçümler kaydedilmiştir.

3.9.Verilerin Analizi

3.9.1. Solunum Verilerinin Analizi ve Anaerobik Eşik Noktasının Belirlenmesi

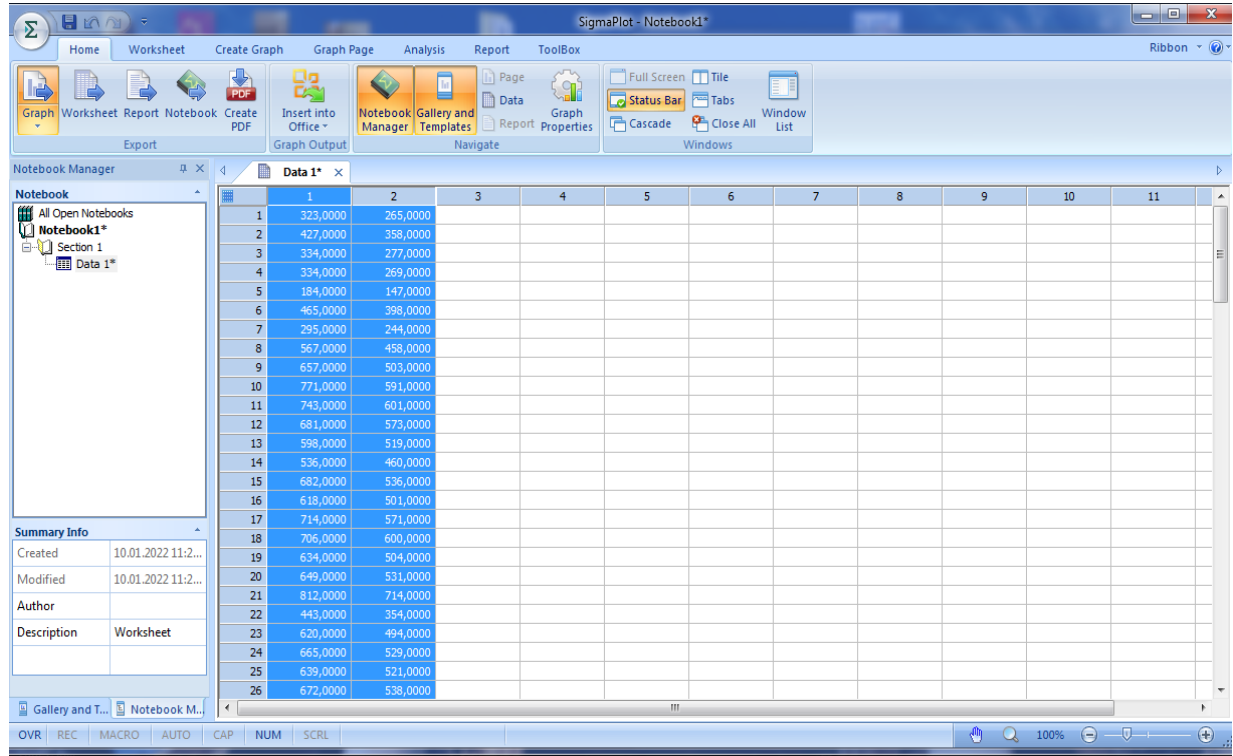
Bu bölümde artırmalı maksimal protokol sonucu elde edilen bireysel solunum verilerinin analizi açıklanacaktır. Artırmalı test sonucu excel formatına aktarılan bireysel veriler, her bir denek için ayrı ayrı açılmıştır.

Görsel 3.1. Artırmalı test sonucu bir kişiye ait veriler

G15 323									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	ANADOLU UNV. B	EDEN EGIT VE	SPOR YUK SEKOKULU						
2									
3	Last Na	me:	U				Identifi	cati	on: BA57
4	First N	ame:							
5									
6	Date of Birth:	30.6.20	3				Age:	16 Years	
7	Sex:	male					Height:	160 cm	
8							Weight:	52 kg	
9									
10	Oxycon								
11	Protocol	I:	TM_BRUCE		Ergo	meter:	Tread	mill	
12	Time	Load	HR	V'E	BF	VO2/kg	V'O2	V'CO2	RER
13	min	W	1/min	L /min	1/min	ml/	ml/min	ml/min	VDde/VT
14						min/kg			%
15	00:10	0	77	12	27	6,2	323	265	0,82
16	00:20	0	78	15	25	8,2	427	358	0,84
17	00:30	0	78	12	22	6,4	334	277	0,83
18	00:40	0	77	25	15	13,6	334	269	0,8
19	00:50	0	83	7	19	3,5	184	147	0,8
20	00:59	0	82	17	15	8,9	465	398	0,86
21	01:10	0	81	10	19	5,7	295	244	0,83
22	01:20	10	84	18	27	10,9	567	458	0,81
23	01:30	10	90	18	27	12,6	657	503	0,77
24	01:40	10	101	22	28	14,8	771	591	0,77
25	01:50	10	107	22	30	14,3	743	601	0,81

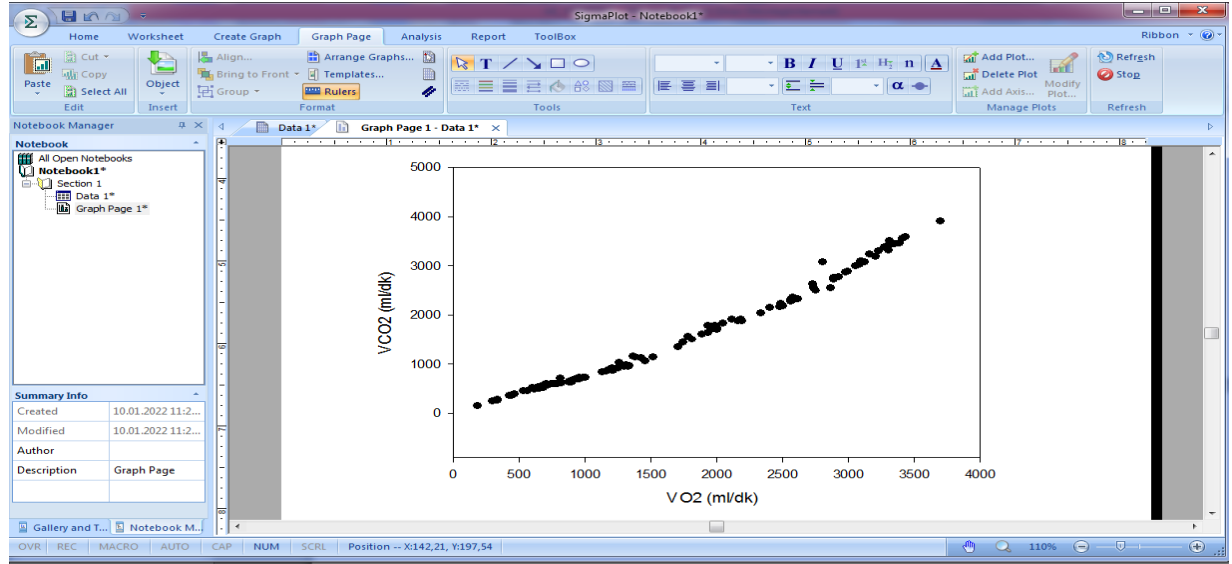
Görsel 3.1.'de artırmalı test sonucu elde edilen bireysel veriler ((Süre, kalp atım hızı, ventilasyon, solunum frekansı, VO₂ (hem bireysel vücut ağırlığına oranlanmış oransal olarak hem de ham veri (ml/dk) olarak)), VCO₂, RER) **Görsel 3.1.**'de görüldüğü gibi 'excel' dosyasından açılmıştır. Verilerden VO₂ ve VCO₂ verileri egzersizin başından sonuna kadar kopyalanmıştır.

Görsel 3.2. Artırmalı test sonucu VO_2 ve VCO_2 verilerinin sigmaplot programına aktarılması



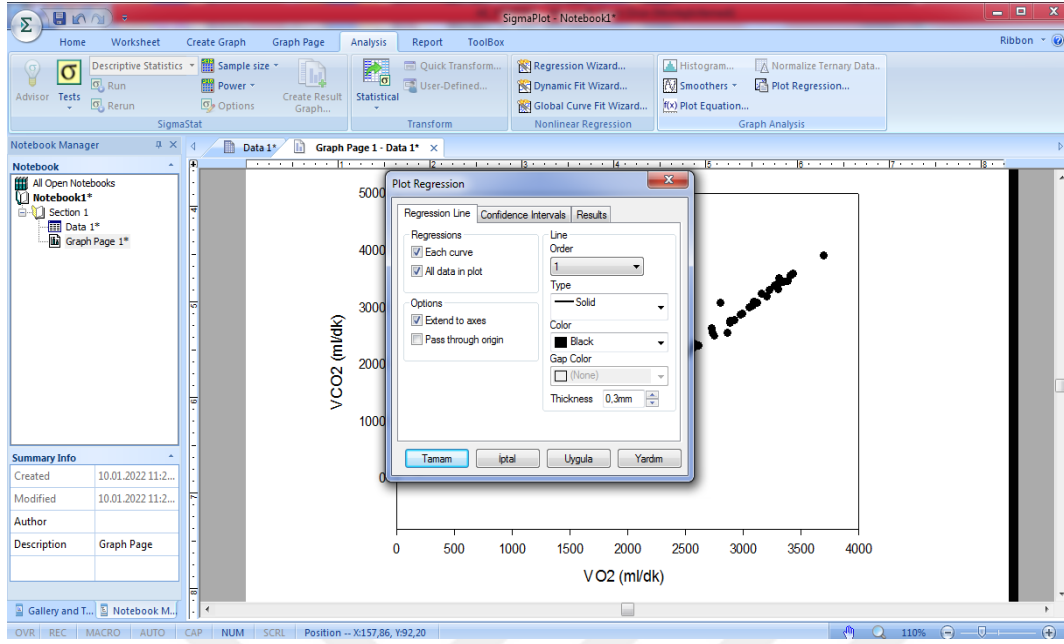
Kopyalanan veriler analiz yapmak üzere **Görsel 3.2.**'de gösterildiği gibi 'Sigma Plot' programına yapıştırılmıştır.

Görsel 3.3. VO_2 ve VCO_2 verilerinin saçılım grafiği



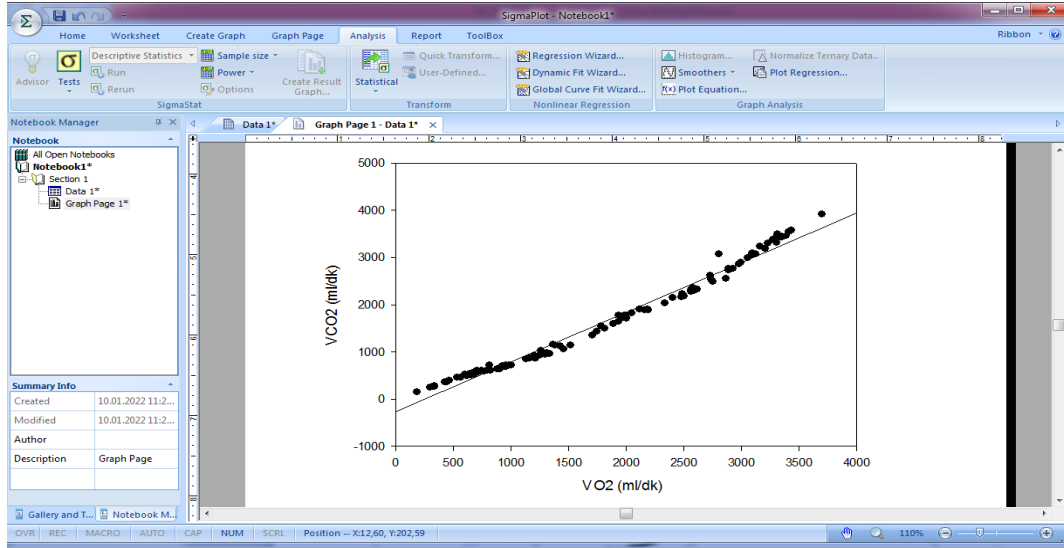
Sigmaplot programına aktarılan bireysel VO_2 ve VCO_2 verilerinin birbiriyle ilişkisini belirlemek amaçlı **Görsel 3.3.**'de gösterildiği gibi saçılım grafiği çizdirilmiştir. **Görsel 3.3.**'de görüldüğü gibi VO_2 ve VCO_2 verileri arasında doğrusal, pozitif ve kuvvetli bir ilişki vardır. Ancak bu ilişkiyi istatistiksel açıdan değerlendirebilmek için 'lineer regresyon' analizi ile sayısallaştırmak gereklidir.

Görsel 3.4. *Lineer regresyon doğrusunun çizimi*



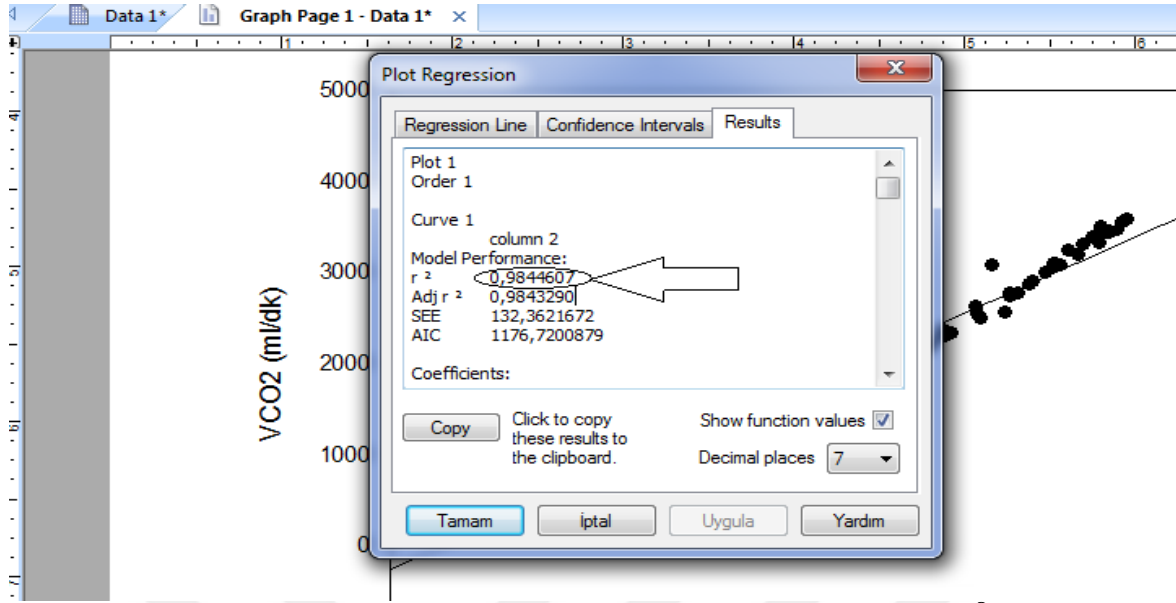
Herhangi bir (x, y) noktasının (bir doğru) ile birleştirilmesi ile elde edilen regresyon doğrusunun çizilmektedir (Alpar, 2001). VO_2 ve VCO_2 verilerinin regresyon doğrusunun çizilmesi için ‘SigmaPlot’ programında regresyon grafiği (plot regression) seçilir. **Görsel 3.4.**’de verildiği gibi ‘tüm verileri al’ (all data in plot) ve ‘eksenlerdeki sayıları al’ (extend to axes) sekmeleri işaretlenmiştir.

Görsel 3.5. *VO_2 ve VCO_2 verilerinin doğrusal regresyon grafiği*



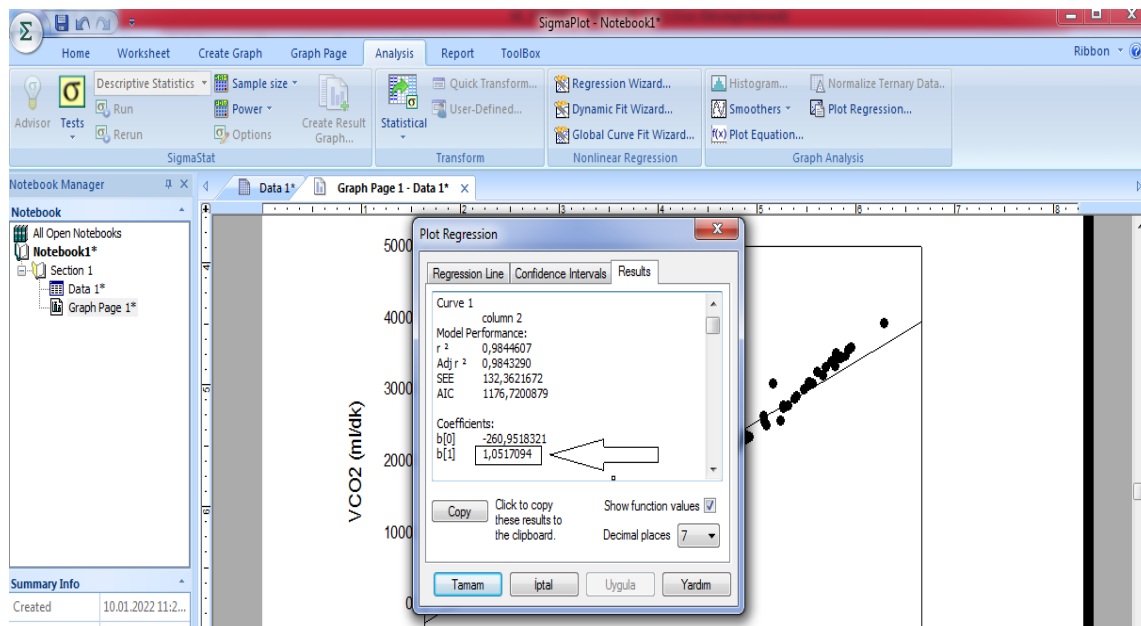
Saçılım grafiği üzerine çizilen doğrusal regresyon grafiği **Görsel 3.5.**’de verilmiştir.

Görsel 3.6. Açıklayıcılık katsayısı (R^2)



Görsel 3.6.'de görüldüğü gibi regresyon analizi sonucu elde edilen ' R^2 ' değeri doğrusal regresyon modelinin açıklayıcılık katsayısını vermektedir (Alpar, 2001). Deneysel verilerin doğrusal eğriye ne kadar uyduğunu gösteren ' R^2 ' değeri olan '0.98' değerine göre VO_2 ve VCO_2 verilerinin uydurulan eğri ile açıklanabileceği görülmektedir. Analiz sonucu elde edilen 0.98 değeri deneysel verilerin uydurulan eğrinin %98'ini açıklamakta olduğunu göstermektedir.

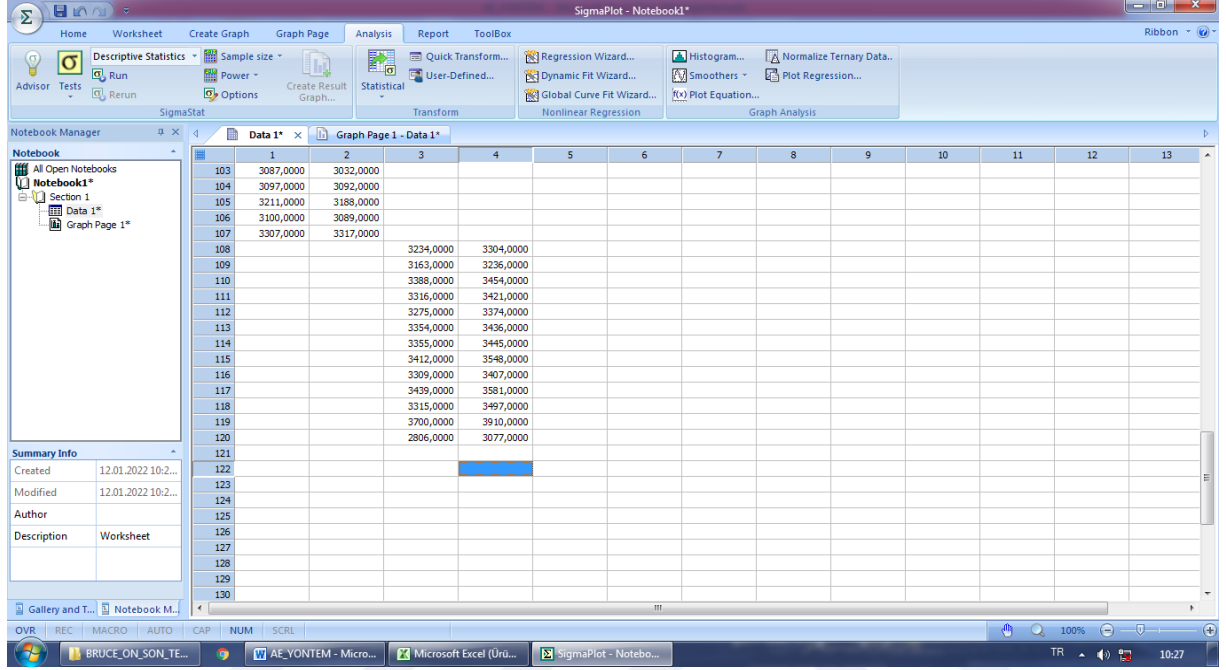
Görsel 3.7. Regresyon katsayısının değerlendirilmesi



Açıklayıcılık katsayısının yeterli düzeyde olduğu görüldükten sonra **Görsel 3.7.**'de okla gösterilmiş olan Regresyon Katsayılarından 'b1' değerine bakılmıştır. Modelde

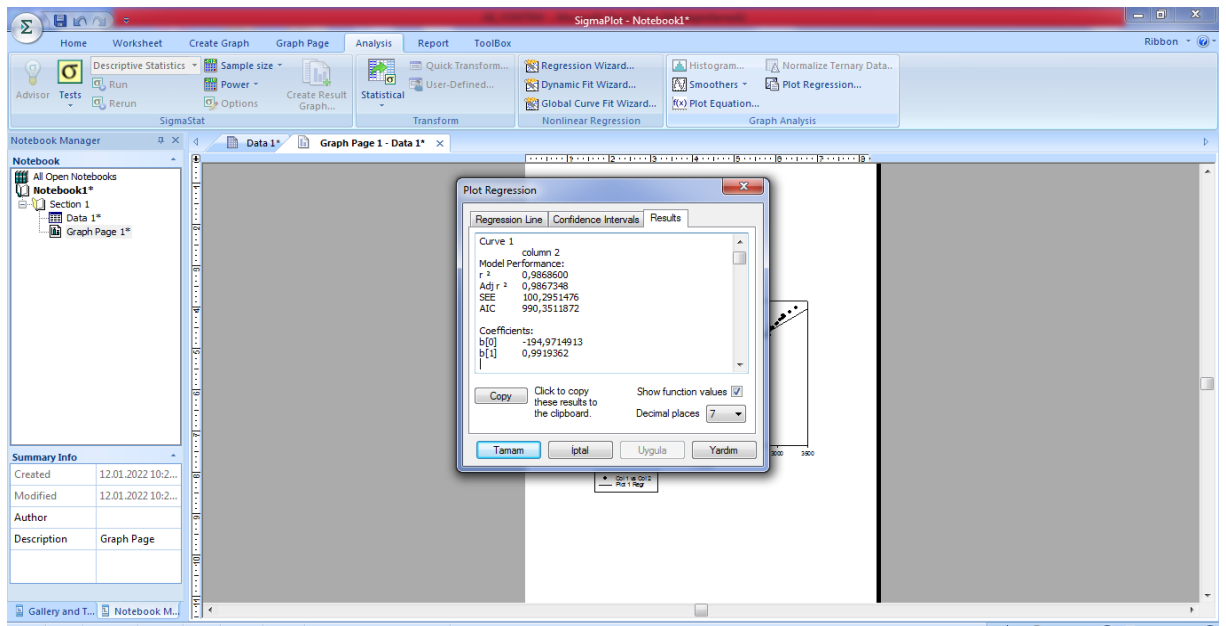
değerlendirilen 'b1' değeri VCO_2 nin VO_2 'ye oranını yani solunum verilerinden RER değerini vermektedir ve '1,05' sonucu görülmektedir.

Görsel 3.8. VCO_2 ve VO_2 verilerinin kesişim noktasını belirlemek için kesişim sonrası verilerin yan sütunlara aktarılması



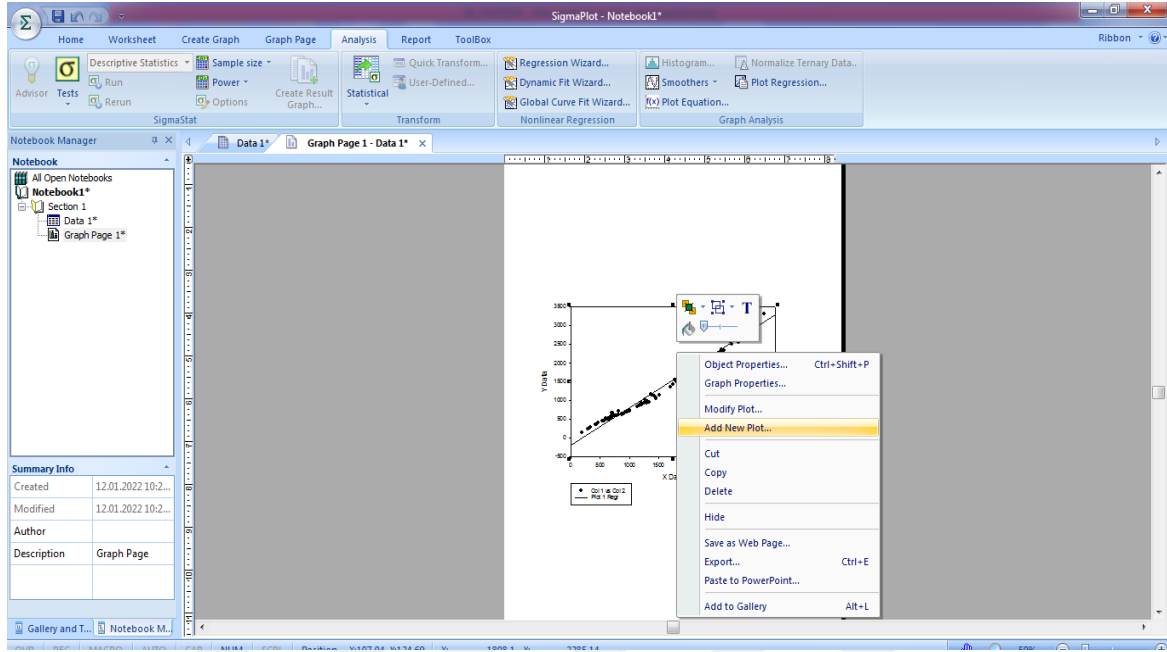
Görsel 3.8.'de görüldüğü gibi eşik noktasını belirlemek için amaç VCO_2 'nin VO_2 ile kesiştiği yani oranın yaklaşık '0.9' olduğu değeri belirlemek olduğu için verileri alttan kesip yandaki iki sütuna yapıştırarak yapılan denemelerle bu değer belirlenir.

Görsel 3.9. Solunum değişim oranının belirlenmesi sonucu



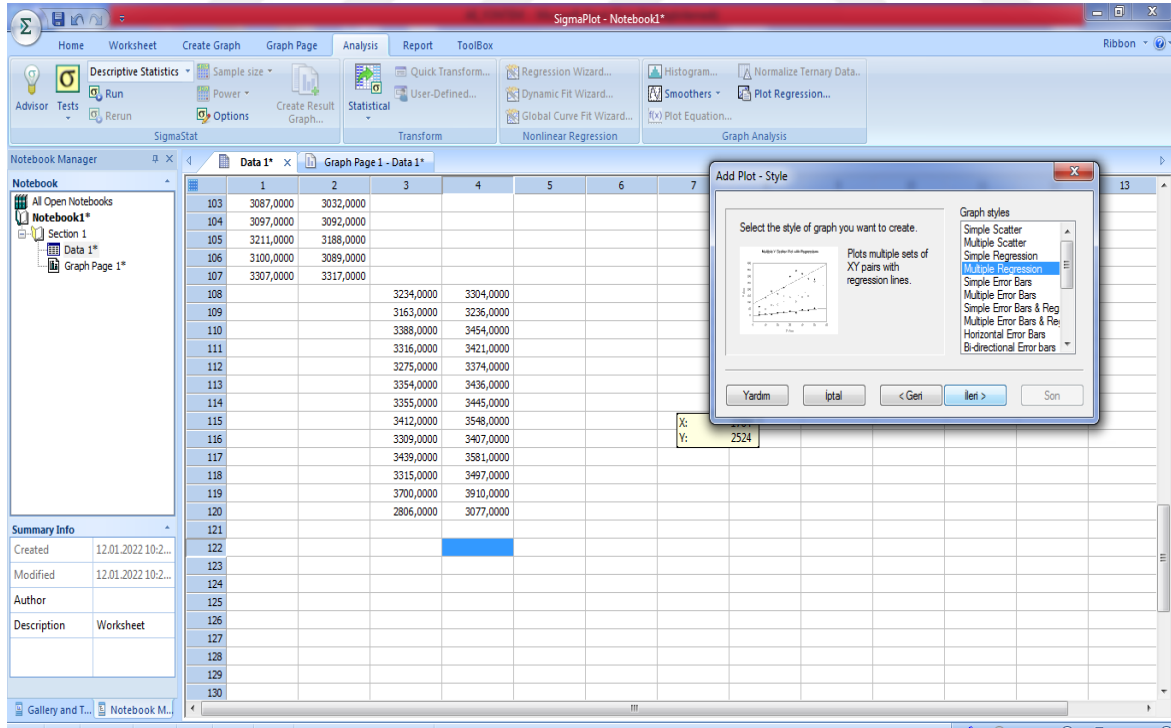
Görsel 3.9.'da görüldüğü gibi solunum değişim oranının 'b1=0.99' olduğu yer belirlenmiştir.

Görsel 3.10. Çoklu regresyon grafiğinin çizilmesi



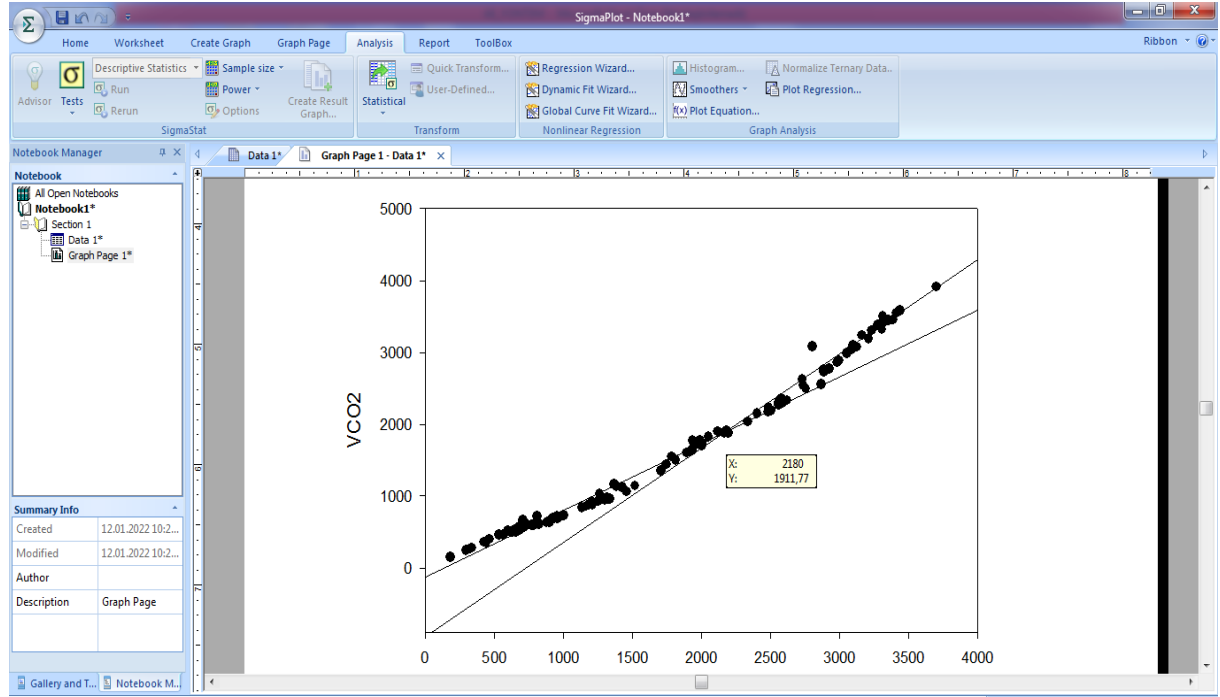
Grafiğin üzerine kesişim noktasını belirlemek amaçlı yeni bir grafik çizgisi **Görsel 3.10.**'da görüldüğü gibi eklenmiştir.

Görsel 3.11. Çoklu regresyon analizi



Solunum eşik noktasını belirlemek amaçlı **Görsel 3.11.**'de görüldüğü gibi çoklu regresyon analizi yapılmıştır.

Görsel 3.12. Çoklu regresyon analizi sonucu kesişim noktası belirlenmesi



Çoklu regresyon analizi sonucu **Görsel 3.12.**'de görüldüğü gibi kesişim noktası belirlenmiştir. Şekilde görülen iki doğrunun kesiştiği yerdeki 'x' değeri VO_2 'yi, 'y' değeri ise VCO_2 'yi vermektedir. Sonuç olarak yaklaşık $VO_2=2180 \text{ ml.dk}^{-1}$ ve $VCO_2=1911 \text{ ml.dk}^{-1}$ değerleri kaydedilir.

Görsel 3.13. Solunum eşiği noktasının excel dosyasında belirlenmesi

The figure shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
74	10:00	92	120	34	35	24,3	1262	1022	0,81	12								
75	10:10	121	119	31	31	24,5	1276	979	0,77	12								
76	10:20	149	123	36	37	29,2	1519	1143	0,75	10								
77	10:30	149	125	44	38	32,8	1707	1351	0,79	10								
78	10:40	149	129	45	37	33,6	1748	1438	0,82	11								
79	10:50	149	130	44	35	34,9	1813	1500	0,83	10								
80	11:00	149	136	49	38	36,4	1892	1600	0,85	11								
81	11:10	149	137	46	34	34,4	1786	1548	0,87	11								
82	11:20	149	142	51	37	38,1	1979	1724	0,87	11								
83	11:30	149	144	55	35	37,2	1935	1775	0,92	13								
84	11:40	149	148	53	40	37,9	1969	1730	0,88	12								
85	11:50	149	148	51	35	37,4	1946	1742	0,9	12								
86	12:00	149	148	51	36	38,5	2001	1733	0,87	11								
87	12:10	149	148	50	32	38,4	1995	1727	0,87	13								
88	12:20	149	148	55	37	39,4	2050	1824	0,89	12								
89	12:30	149	150	53	35	38,3	1990	1775	0,89	12								
90	12:40	149	151	47	30	37,2	1933	1639	0,85	12								
91	12:50	149	152	49	29	38,5	2003	1707	0,85	11								
92	13:00	149	153	55	35	41,7	2166	1881	0,87	9								
93	13:10	184	154	57	36	40,7	2118	1900	0,9	12								
94	13:20	208	154	57	37	42	2182	1910	0,88	12								
95	13:30	208	156	55	36	42,2	2196	1882	0,86	11								
96	13:40	208	156	59	33	44,9	2336	2034	0,87	13								
97	13:50	208	156	63	38	48,1	2501	2185	0,87	12								
98	14:00	208	164	70	38	49,6	2578	2358	0,82	11								

Analiz sonucu bulunan eşik noktası Excel verilerinin olduğu dosyada **Görsel 3.13.**'de görüldüğü gibi işaretlenir ve bu noktadaki A94 hücresinde görülen 'süre', C94 hücresinde

görülen kalp atım hızı (atım/dk), D94 hücresinde görülen ventilasyon ((VE (L/dk)), E94 hücresinde görülen solunum frekansı (1/dk), F94 hücresinde görülen VO_2 (ml.kg⁻¹.dk⁻¹), G94 hücresinde görülen VO_2 (ml.dk⁻¹), H94 hücresinde görülen VCO_2 (ml.dk⁻¹), H94 hücresinde görülen RER ($VCO_2 \cdot VO_2^{-1}$) değerleri her bir denek için yapılan analizlerle hesaplanıp bir başka excel dosyasına aktarılmıştır.

Görsel 3.14. Kontrol grubu solunum eşliğindeki verilerin excel dosyasında düzenlenmesi

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
1		OT	OT	ST	ST	OT	ST		OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	
2	IS	DENE	SURE		SURE	SURE		VO2_AE		VO2AE (%VC	KAH		KAH (%mal	VE		BF		MET		VO2maks		KAHmaks					
3	A	1	14	12	10	10	852	610	48	39	82	68	158	137	90	80	91	65	35	31	14	11	59	57	175	172	
4	A	2	13	20	12	50	800	770	43	40	74	65	149	145	87	85	60	52	44	41	12	11	58	62	172	171	
5	S	3	14	0	14	10	840	850	45	48	84	82	173	151	97	86	83	88	35	38	13	14	54	58	178	175	
6	E	4	13	30	13	30	810	810	41	42	80	83	174	165	81	82	74	83	43	45	12	12	51	50	214	201	
7	H	5	10	20	10	30	620	630	27	27	59	60	170	165	89	91	40	48	32	41	8	8	46	45	190	182	
8	IL	6	14	10	14	10	850	850	50	50	88	87	171	172	95	93	95	99	57	53	14	14	57	58	180	185	
9	IS	7	10	40	10	20	640	620	30	32	59	58	163	162	88	86	58	62	35	40	9	9	51	54	186	189	
10	M	8	14	20	14	30	860	870	45	47	75	79	177	164	96	87	72	74	39	32	13	13	60	59	184	189	
11	M	9	14	0	13	50	840	830	44	34	84	75	156	167	93	93	95	65	39	33	13	10	52	46	167	180	
12	F	10	11	10	13	30	670	810	30	38	63	68	163	165	88	90	78	96	44	49	9	11	48	56	185	183	
13	M	11	13	20	13	10	800	790	40	38	68	61	157	155	85	84	76	64	40	35	11	11	59	63	185	185	
14	S	12	13	10	11	10	790	670	39	35	83	66	162	155	86	82	85	78	43	40	11	10	47	53	188	188	
15	T	13	11	0	11	50	660	710	34	37	66	67	151	152	82	84	57	64	39	35	10	10	51	55	184	180	
16	U	14	14	20	13	50	860	830	50	43	83	71	168	153	94	85	75	84	39	49	14	12	60	61	179	180	
17	Z	15	14	0	13	20	840	800	44	39	75	67	165	130	95	75	88	79	39	40	13	11	59	58	174	173	

Görsel 3.14.'de görüldüğü gibi bireysel olarak analizleri yapılan solunum eşliğindeki veriler ayrı ayrı çalışma sayfalarında kaydedilmiştir.

Görsel 3.15. Deney grubu solunum eşliğinde verilerin excel dosyasında düzenlenmesi

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
1		OT	OT	ST	ST	OT	ST		OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	OT	ST	
2	IS	DENE	SURE		SURE	SURE		VO2_AE		VO2AE (%VO2ma	KAH		KAH (%maks)	VE		BF		MET		VO2maks		KAHmaks					
3	AH	16	13	40	14	40	820	880	45,8	60,4	80	87	168	171	93	95	91	100	41	44	13	17	57,2	69,6	180	180	
4	BE	17	14	50	15	10	890	910	47,3	51,1	80	86	167	166	97	98	105	106	41	42	14	15	58,9	59,6	173	170	
5	EM	18	13	40	14	40	820	880	38,5	47,1	72	88	140	147	84	82	65	85	28	35	11	13	53,4	53,4	167	179	
6	EN	19	11	10	16	30	670	990	34,4	66,1	51	91	137	176	70	89	41	70	34	43	10	19	67	72,7	197	197	
7	EN	20	13	20	14	50	800	890	40,1	46,9	72	79	153	166	82	89	69	69	27	32	11	13	55,7	59,2	186	187	
8	FEI	21	13	40	14	20	820	860	34,1	50,8	72	75	166	170	90	90	59	69	44	45	10	15	47,4	67,4	185	189	
9	SEI	22	13	0	14	10	780	850	36,2	52,3	68	83	143	179	75	94	56	90	30	39	10	15	53,1	63	190	190	
10	KA	23	10	50	13	10	650	790	37,7	38,2	70	72	140	160	82	83	62	69	30	38	11	11	53,6	53,3	171	192	
11	MU	24	13	50	14	10	830	850	46,1	49,8	76	79	163	165	90	90	81	98	40	45	13	14	61	62,4	182	184	
12	OZ	25	15	0	16	10	900	970	40,7	49,8	86	76	177	177	89	91	86	77	37	35	12	14	47,4	65,4	199	195	
13	OZ	26	12	50	13	10	770	790	38,6	45,2	68	68	171	157	91	89	52	72	27	39	11	13	56,4	66,9	188	177	
14	RE	27	13	40	16	60	820	1020	41	48,1	74	77	159	161	91	92	72	88	40	45	12	14	55,7	62,4	175	175	
15	EN	28	11	10	12	30	670	750	34,2	40,6	68	71	165	169	87	89	46	64	23	24	10	12	50,5	57,4	189	189	
16	SEI	29	13	50	15	50	830	950	44	46,2	79	79	161	175	88	96	88	84	43	42	13	13	55,5	58,8	182	185	
17	UN	30	12	10	14	30	730	870	37,9	44,6	70	74	165	173	86	90	73	77	36	39	11	13	54,3	60,3	192	195	
18																											
19																											
20																											
21																											
22																											
23																											
24																											
25																											

Görsel 3.15.'de görüldüğü gibi bireysel olarak analizleri yapılan solunum eşliğindeki veriler ayrı ayrı çalışma sayfalarında kaydedilmiştir.

Anaerobik eşik noktasındaki süre, 'C3-17' arasındaki hücelere dakika ve 'D3-17' arasındaki hücelere saniye olarak '13:40' gibi aktarılmıştır. Anaerobik eşik noktasındaki sürenin karşılaştırılabilmesi için 'G3' hücresine ' $=(C3*60)+D3$ ' formülü girilerek verilerin birimi saniyeye çevrilmiştir. Formül 'G3' hücresine girildikten sonra aşağıya çekilerek diğer deneklerin süresi de saniyeye çevrilmiştir. Bu işlem hem ön test hem son test süre verileri için gerçekleştirilmiştir. Sırasıyla ön test ve son test değerleri olacak şekilde anaerobik eşığe girilen VO_2 , % VO_{2maks} , KAH, %KAH_{maks}, VE, SF, MET değerleri kaydedilmiştir.

Kontrol ve deney grubunun ön ve son testlerindeki bireysel VO_{2maks} değerleri 'W' ve 'X' sütunlarına, KAH değerleri de 'Y' ve 'Z' sütunlarına girilmiştir. Anaerobik eşik noktasındaki % VO_{2maks} değerini belirlemek için 'K3' hücresine ' $=(100*I3)/W3$ ' formülü girilerek bireysel VO_{2maks} değerinin yüzde kaçında eşığe girildiği hesaplanmıştır. Formül 'K3' hücresine girildikten sonra aşağı çekilerek tüm denekler için çalıştırılmıştır. Aynı yöntemle anaerobik eşik noktasındaki %KAH_{maks} değerini belirlemek için 'O3' hücresine ' $=(100*M3)/Y3$ ' formülü girilerek bireysel KAH_{maks} değerinin yüzde kaçında eşığe girildiği hesaplanmıştır. Formül 'O3' hücresine girildikten sonra aşağı çekilerek tüm denekler için çalıştırılmıştır.

Tüm verilerin altında yer alan 1-8 arası rakamlar değerlendirilen ve istatistiği yapılan verileri ifade etmektedir.

3.9.2. Egzersizde Oksijen Alım Kinetiği Analizleri

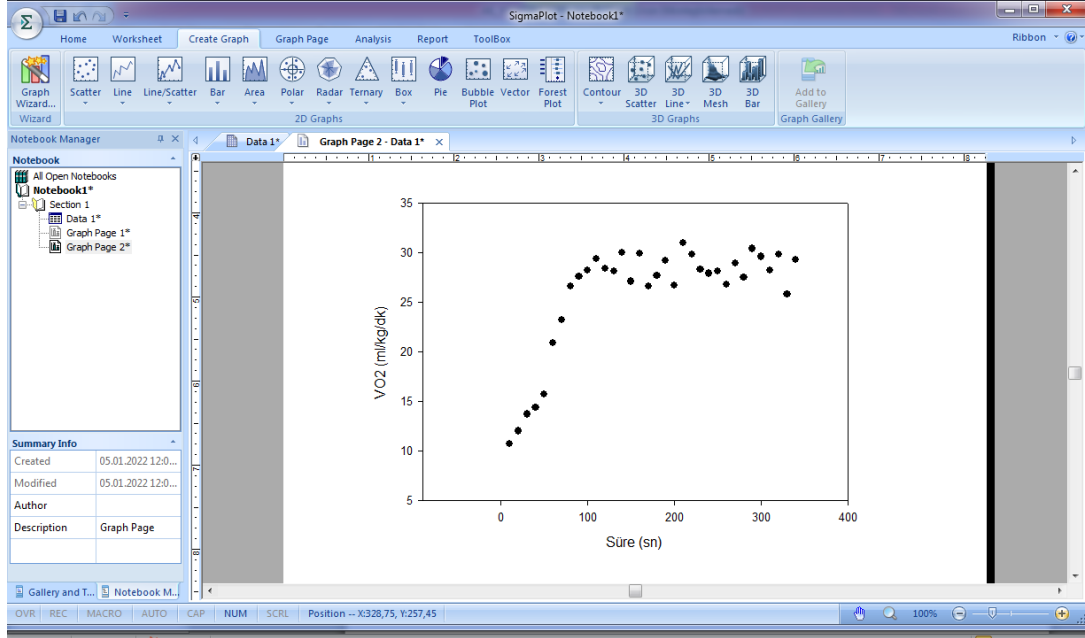
Deney ve kontrol grubundaki futbolculara uygulanan oksijen alım kinetiği verileri analizleri bu bölümde açıklanacaktır.

Görsel 3.16. Süre ve VO_2 verilerinin sigmaplot programına aktarılması

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10,0000	10,7000									
2	20,0000	12,0000									
3	30,0000	13,7000									
4	40,0000	14,4000									
5	50,0000	15,7000									
6	60,0000	20,3000									
7	70,0000	23,2000									
8	80,0000	26,6000									
9	90,0000	27,6000									
10	100,0000	28,2000									
11	110,0000	29,4000									
12	120,0000	28,4000									
13	130,0000	28,1000									
14	140,0000	30,0000									
15	150,0000	27,1000									
16	160,0000	29,3000									
17	170,0000	26,6000									
18	180,0000	27,7000									
19	190,0000	29,2000									
20	200,0000	26,7000									
21	210,0000	31,0000									
22	220,0000	29,8000									
23	230,0000	28,3000									
24	240,0000	27,5000									
25	250,0000	28,1000									
26	260,0000	26,8000									

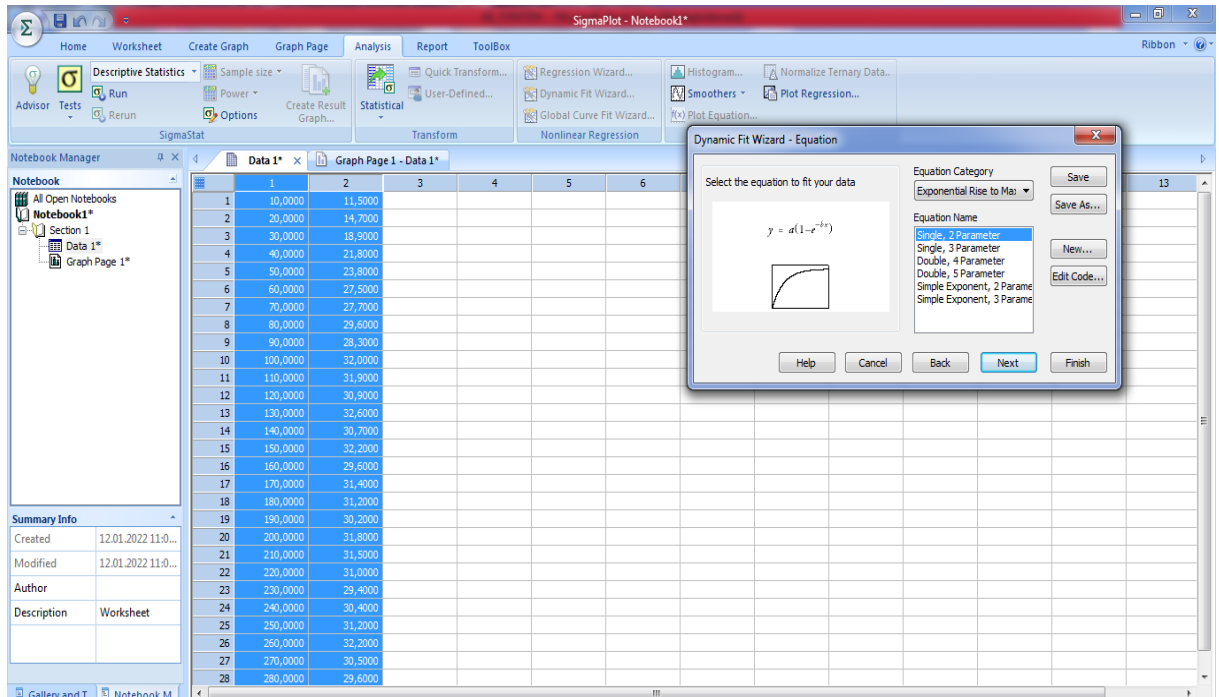
Görsel 3.16.'de görüldüğü gibi 'x' sütununa onar saniye aralıklı olarak 6 dakikalık süre verisi ve 'y' sütununa bireyin VO_2 (ml/kg/dk) verisi ölçümün aktarıldığı excel dosyasından kopyalanmıştır.

Görsel 3.17. *Süre ve VO_2 verilerinin saçılım grafiği*



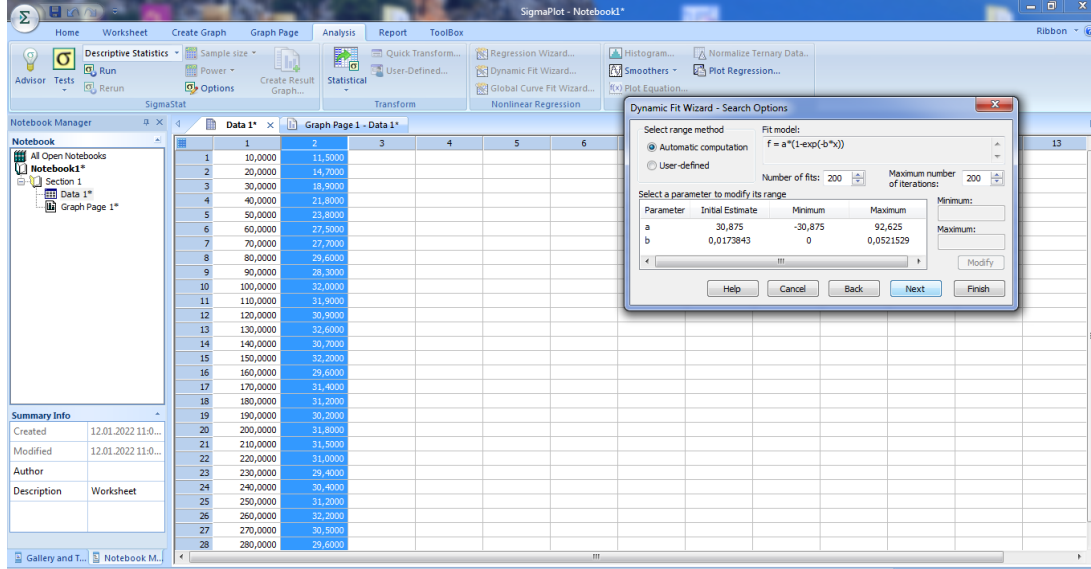
Sigmaplot programında sayısal değişkenlerin (Süre ve VO_2) birbiri ile olan ilişkisini göstermek amacıyla kullanılan grafik yöntemi olan saçılım grafiği **Görsel 3.17.**'de görüldüğü gibi çizdirilmiştir.

Görsel 3.18. *Saçılım grafiğine uygun modellemenin seçilmesi*



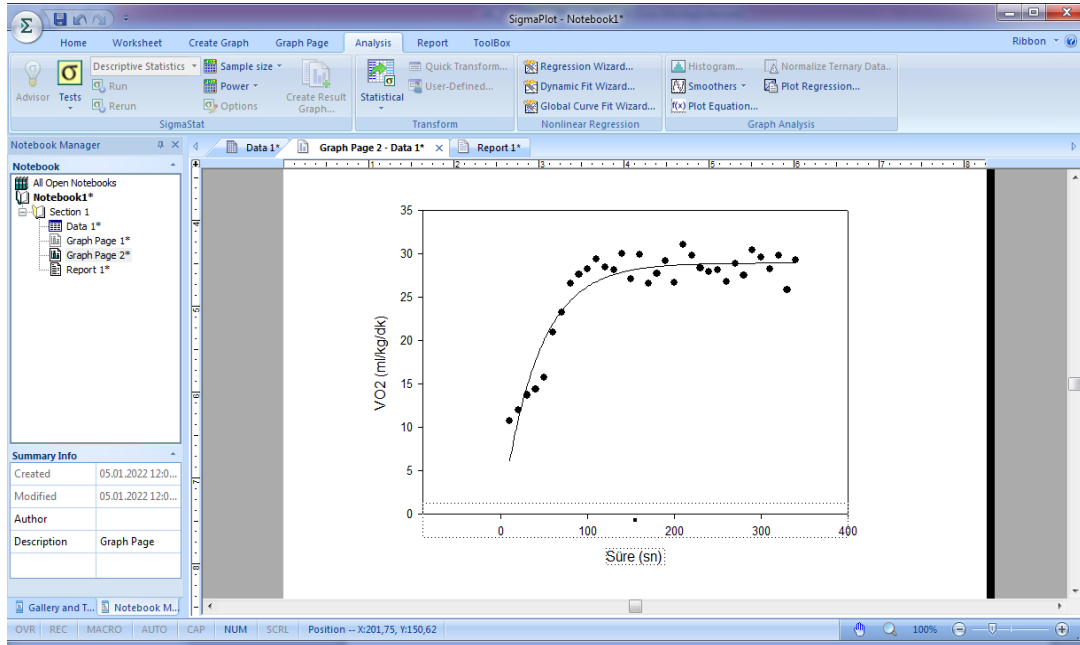
Saçılım grafiği ekspanensiyel olarak artan bir eğilim gösterdiği ve literatürde kullanılan bir yöntem olduğu için **Görsel 3.18.**'de görüldüğü gibi hesaplama kategorisinden 'tek üslü ekspanensiyel' hesaplama seçilmiştir.

Görsel 3.19. Modelleme için süre ve solunum verilerinin seçilmesi



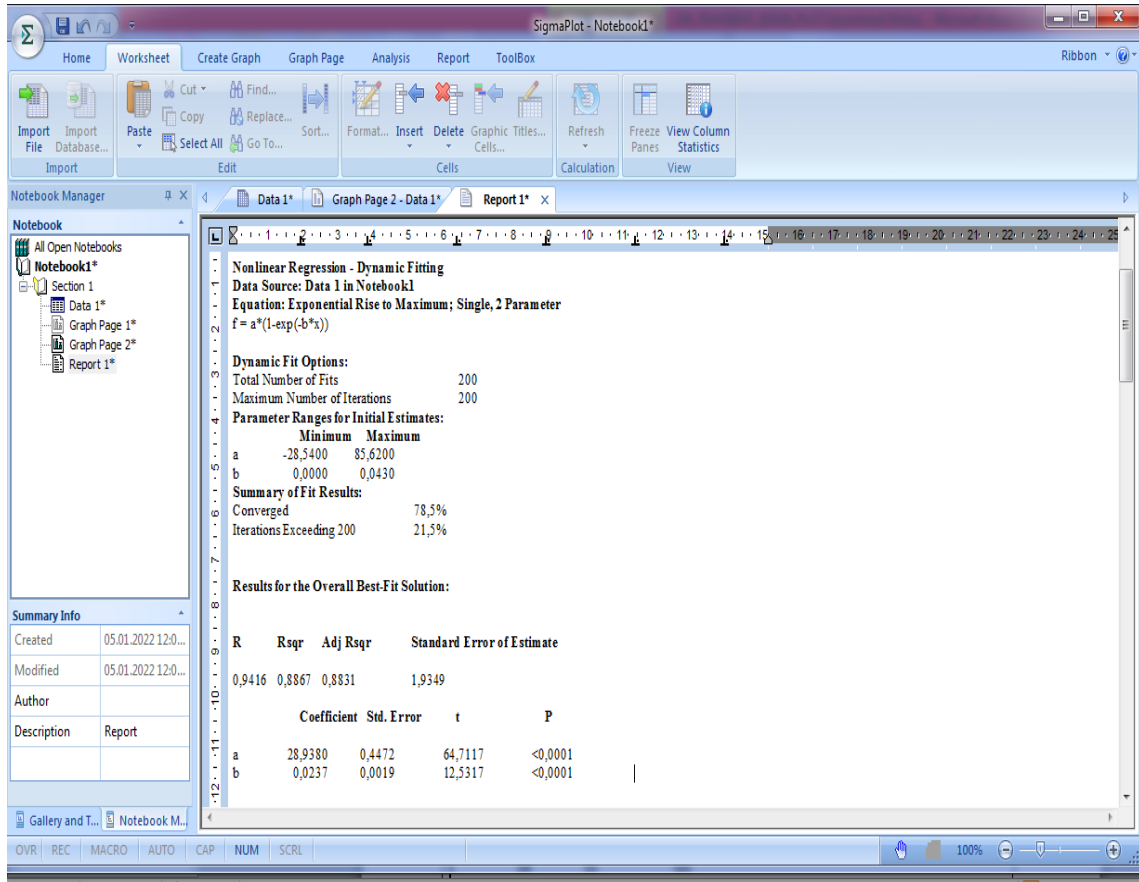
Solunum verisinin modellemesinin yapılması için **Görsel 3.19.**'da görüldüğü gibi 'x' sütununda yer alan süre ve 'y' sütununda yer alan VO_2 (ml.kg⁻¹.dk⁻¹) verisi seçilmiştir.

Görsel 3.20. Süre ve VO_2 verilerinin saçılım grafiğine uygun eğri modelleme



Faz 1 sonrası VO_2 değerlerine uygulanan eğri modelleme sonucu **Görsel 3.20.**'de görülmektedir.

Görsel 3.21. Tek eksponensiyel fonksiyonla yapılan modelleme sonucu



Bir kişiye ait tek eksponensiyel fonksiyonla yapılan modelleme sonucu **Görsel 3.21.**'de verilmiştir. Bireyin sabit yüklü egzersize verdiği solunumsal yanıt değerleri 10 saniye aralıktır ve toplam 6 dakikalık veri analizi gerçekleştirilmiştir. Verilerin modellemesinde interpolasyon işlemi uygulanmıştır. İnterpolasyon işlemi ile var olan 10'ar saniyelik aralıklı VO₂ değerlerini kullanarak boş noktalardaki değerler tahmin edilerek yeni veriler üretilmiş ve buna uygun eğri uydurulmuştur. **Görsel 3.20.**'de verilen eğri uydurma sonuçlarından (Results for the Overall Best-Fit Solution) 0.94 olan 'R' değeri uydurulan eğrinin gerçek veriyi %94 oranında tanımlayabildiğini göstermektedir.

Fonksiyon ($f=a*(1-\exp(-b.x))$) parametrelerine bakacak olursak 'a' ve 'b' değerlerinin anlamlılık düzeyleri $p<0.0001$ olduğu için veri grubu bu fonksiyonla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde tanımlanmıştır ve bu parametreleri değerlendirebiliriz sonucuna ulaşılmıştır.

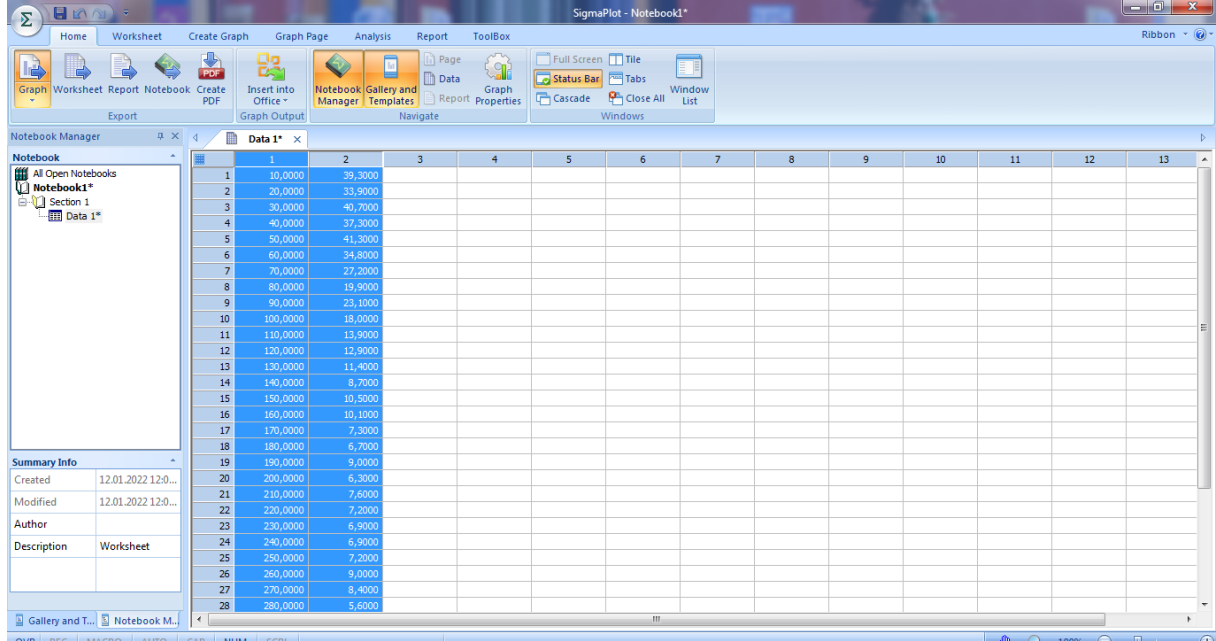
Her bir birey için R değeri ve istatistik sonuç kontrol edildikten sonra parametreler kaydedilmiştir.

Tek eksponensiyel fonksiyondaki 'a' değeri ml.kg⁻¹.dk⁻¹ olarak 'VO_{2genlik}' değerini ve b değeri ise zaman sabitinin tersini ($\tau=1/b$) ifade etmektedir (Jones ve Poole., 2005).

3.9.3. Toparlanmada Oksijen Alım Kinetiği Analizleri

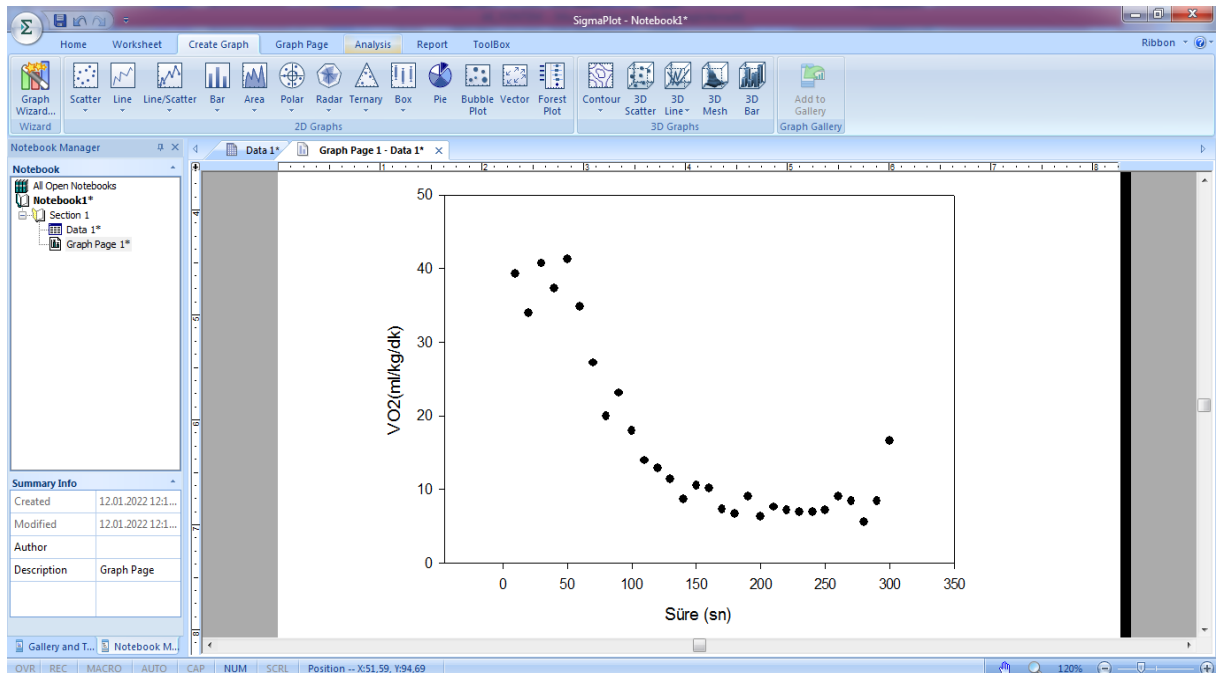
Deney ve kontrol grubundaki futbolculara uygulanan oksijen alım kinetiği verilerinin toparlanma analizleri bu bölümde açıklanacaktır.

Görsel 3.22. Egzersiz sonrası VO_2 verilerinin sigmaplot programına aktarımı



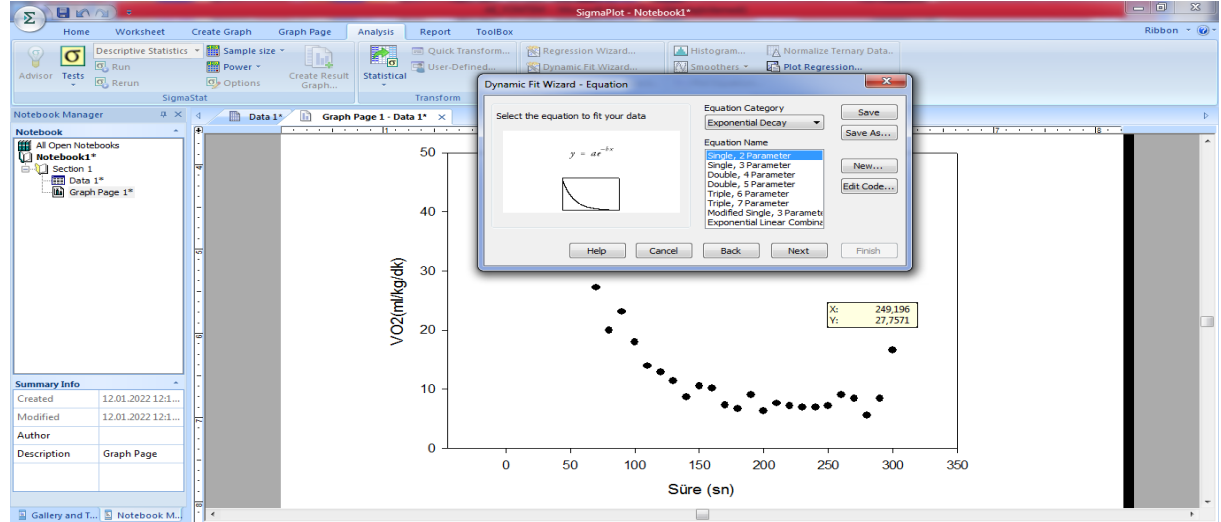
Egzersiz sonrası 10’ar saniye aralıklı VO_2 verileri **Görsel 3.22.**’de görüldüğü gibi egzersizin bitimi ve sonrasındaki 5 dakikalık süre olmak üzere Sigmaplot programına aktarılmıştır.

Görsel 3.23. Egzersiz sonrası VO_2 verilerinin serpm grafiği



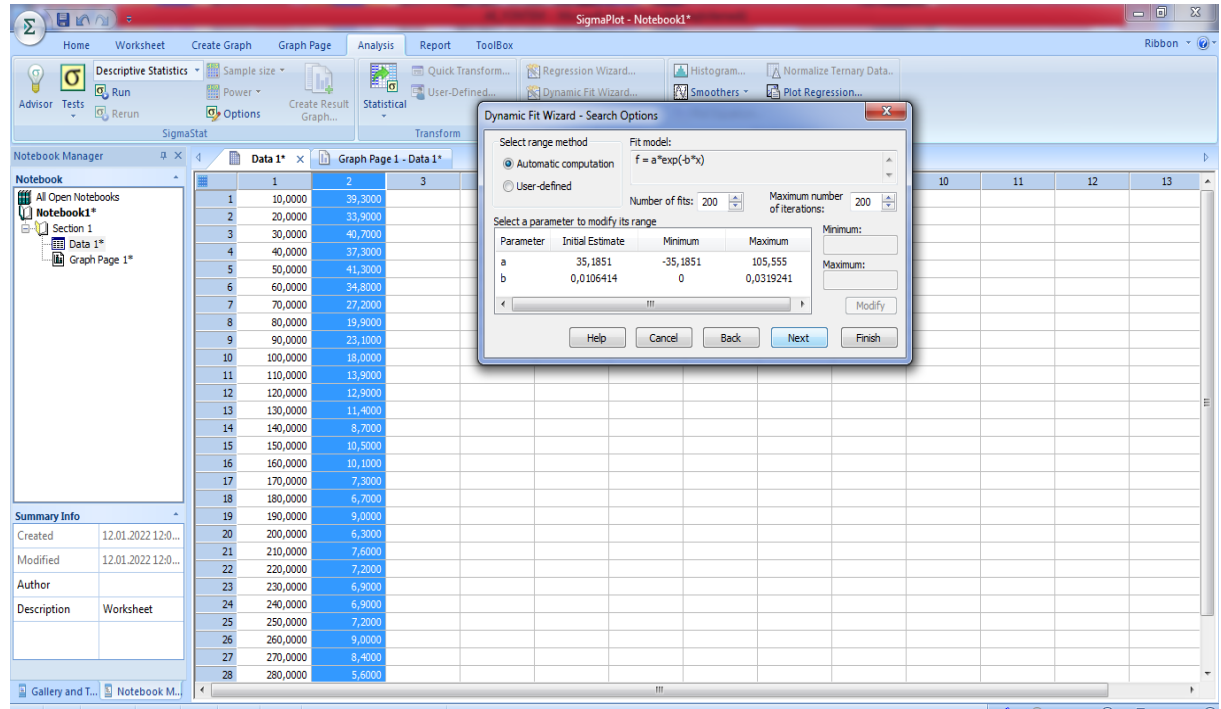
Egzersiz sonrası VO_2 verisinin serpmme grafiği **Görsel 3.23.**'de görüldüğü gibi çizilmiştir. Deneklerin her birinde grafik benzer bir eğilim gösterse de grafiğin azalma hızı ve genliği açısından fark olmuştur.

Görsel 3.24. Egzersiz sonrası VO_2 verilerinin serpmme grafiğinin ekspanensiyel azalan fonksiyonla modellenmesi



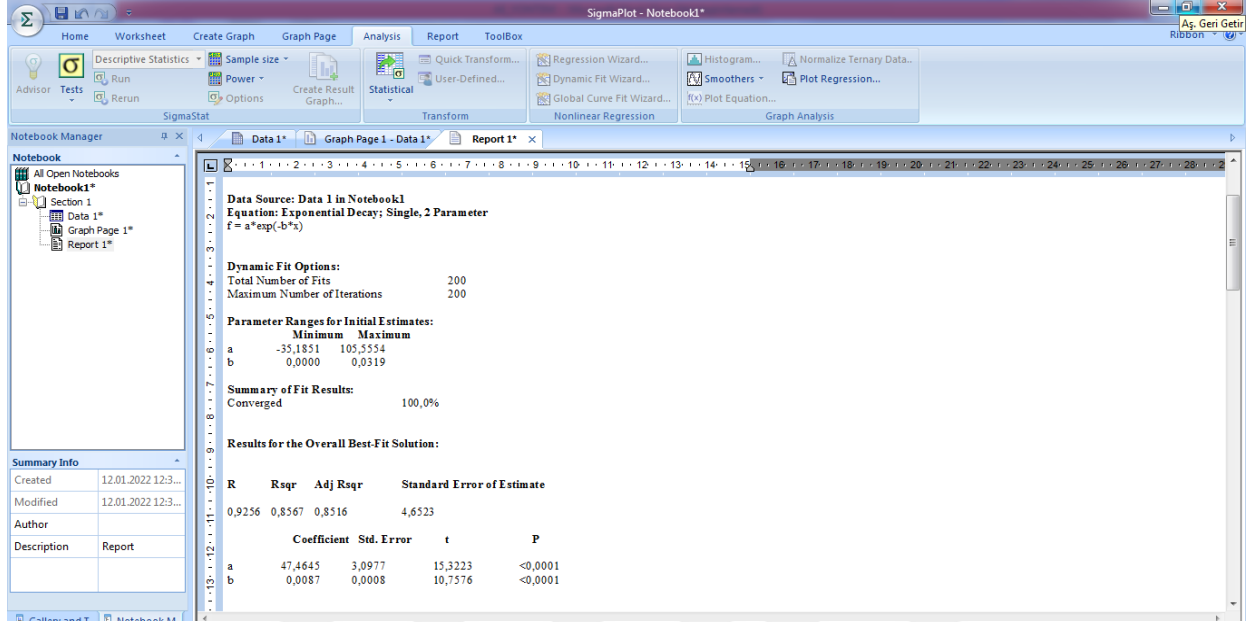
Egzersiz sonrası VO_2 verisinin ne kadar hızla normale döndüğünü belirlemek amaçlı veri ekspanensiyel azalan fonksiyon seçilerek **Görsel 3.24.**'de görüldüğü gibi modellenmiştir.

Görsel 3.25. Egzersiz sonrası VO_2 verilerinin modellenmesi için ekspanensiyel azalan fonksiyon modellenmesinde model seçimi



Toparlanma verilerinin modellenmesinde **Görsel 3.25.**'de görüldüğü gibi ' $f=a*\exp(-bx)$ ' fonksiyonu seçilmiştir.

Görsel 3.26. Egzersiz sonrası VO_2 verilerinin ekspanensiyel azalan fonksiyon modellenmesinin sonuçları



Egzersiz sonrası toparlanma VO_2 verilerinin ekspanensiyel fonksiyonla modellenmesinin sonuçları **Görsel 3.26.**'da verilmiştir. **Görsel 3.26**'da verilen eğri uydurma sonuçlarından (Results for the Overall Best-Fit Solution) 0,9256 olan 'R' değeri uydurulan eğrinin gerçek veriyi %93 oranında tanımlayabildiğini göstermektedir.

Fonksiyon ($f=a*(\exp(-b.x))$) parametrelerine bakacak olursak 'a' ve 'b' değerlerinin anlamlılık düzeyleri $p<0.0001$ olduğu için veri grubu bu fonksiyonla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde tanımlanmıştır ve bu parametreleri değerlendirebiliriz sonucuna ulaşılmıştır.

Her bir birey için R değeri ve istatistik sonuç kontrol edildikten sonra parametreler kaydedilmiştir.

Tek ekspanensiyel fonksiyondaki 'a' değeri $ml.kg^{-1}.dk^{-1}$ olarak toparlanma ' $VO_{2genlik}$ ' değerini ve b değeri ise zaman sabitinin tersini ($\tau=1/b$) ifade etmektedir (Jones ve Poole., 2005).

Görsel 3.27 Bireysel egzersiz ve toparlanma oksijen alım kinetiği analizi sonuçlarının excel programında birleştirilmesi

Home

Insert

Page Layout

Formulas

Data

Review

View

Cut

Copy

Format

Calibri (Body)

12

Bireysel olarak elde edilen egzersiz ve toparlanmadaki tüm veriler, **Görsel 3.27.**'de görüldüğü gibi birleştirilmiştir.

3.9.4. İstatistik

Verilerin istatistiksel analizi SPSS 28.0.1.0 (142) programı deneme sürümü kullanılarak yapılmıştır. Verilerin ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Shapiro-Wilk testi kullanılarak verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Veriler normal dağılım gösterdiğinden deney ve kontrol grubunun KAH_{maks} (atım/dk), VO_{2maks} (L/dk), VO_{2maks} (ml/kg/dk), VE (L/dk), RER , Süre (dk), Süre AE (dk), VO_2 AE (L/dk), VO_2 AE (ml/kg/dk), VO_2 AE (% VO_{2maks}) parametrelerindeki ilişkileri belirlemek için Paired-Samples T testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır. VO_2 kinetiğini belirlemek için yanlış nefesler filtrelenmiş ve VO_2 yanıtının mono-eksponensiyel fonksiyonla modellenmiştir (Nyberg vd.,2016). Koşu bandının harekete geçmesinin ardından ilk kardiyodinamik faz olan 20 sn analiz dışında bırakılmıştır (Nyberg vd., 2016).

4. GEREÇLER

4.1. Koşu Bandı

Kardiyorespiratuar dayanıklılık belirlenmesi için oksijen tüketimi testi Bruce protokolü ve oksijen alım kinetiği değerlendirme protokolleri uygulanarak, ölçümler motorize koşu bandında (T150, Cosmed, Almanya) yapılmıştır.

Görsel 4.1. *Koşu bandı önden görünümü*



Görsel 4.2. *Koşu bandı arkadan görünümü*



4.2. Durma Butonu

Görsel 4.3. görülen buton koşu bandına denneğin rahatlıkla ulaşabileceği bir yerde bulunmaktadır. Denek performansının sonuna geldiğinde bu butona basarak testi sonlandırmıştır. Denek butona bastığında koşu bandı kademeli olarak yavaşlamış ve durmuştur. Test butona basılmasıyla beraber sona ermiştir.

Görsel 4.3. *Durma butonu*



4.3. Oksijen Analizörü

Oksijen tüketimi ölçmek için şekilde görülen Masterscreen Cardiopulmonary Exercise Testing marka (USA) oksijen analizörü kullanılmıştır. Oksijen analizörünün kullanım aşamaları maddelerle belirtilmiştir.

Görsel 4.4 *Oksijen analizörü*



Görsel 4.5. *Oksijen analizörü*



Masterscreen Cardiopulmonary Exercise Testing marka (USA) oksijen analizörü.

4.4. Nem Ölçer

Şekilde görülen EXTECH marka nem ölçer ile her ölçüm gününde, test öncesi ortamdaki nem miktarı ölçülerek cihaza kaydedilmiştir.

Görsel 4.6. *Nem ölçer*



4.5.Bilgisayar

Çalışmada DELL OPTİPLEX XE marka bilgisayar kullanılmıştır.

Görsel 4.7. *Bilgisayar*



4.6. Oksijen Tüpü

Tüpün içerisinde %16 O₂, %4 CO₂ ve balans nitrojen gazları bulunmaktadır. Ölçüm günlerinde tüp açılmış ve cihaz ile kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibrasyon yapıldıktan sonra Oksijen tüketimi testine geçilmiştir.

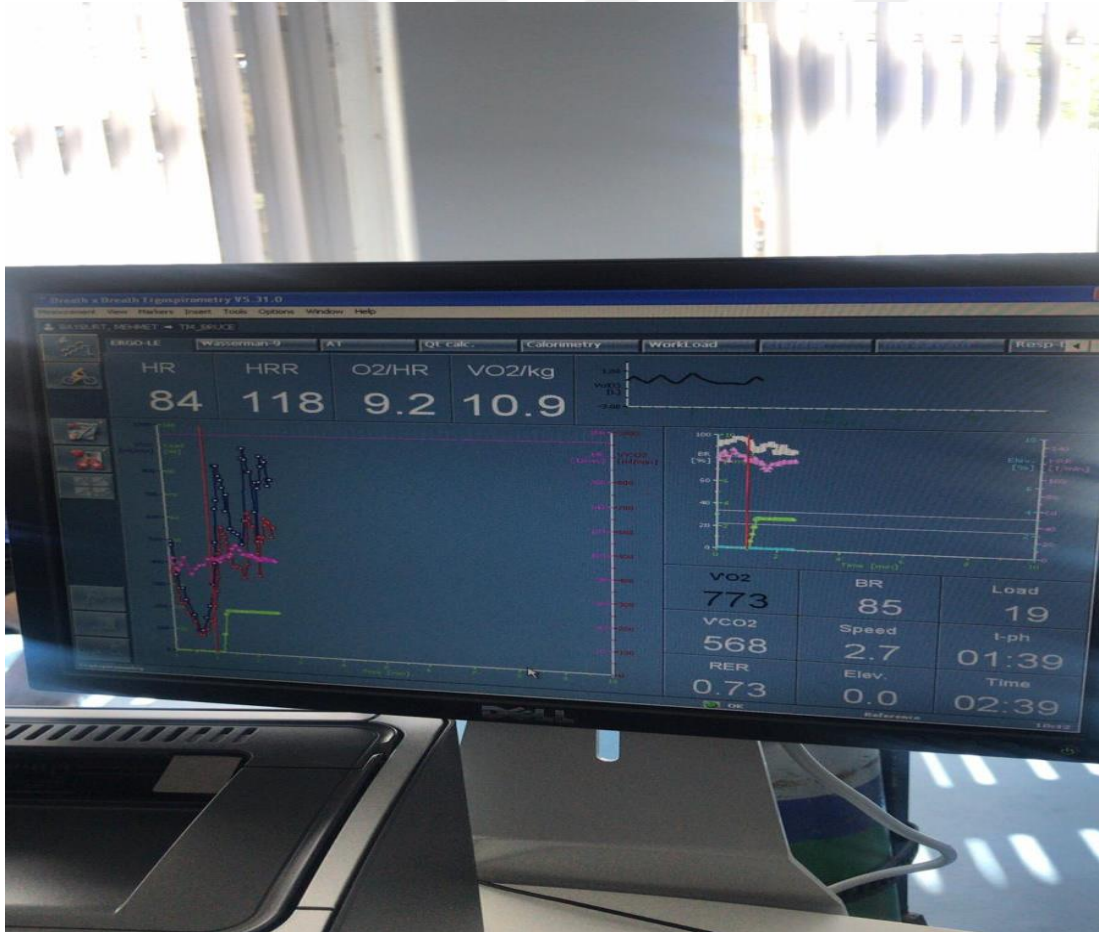
Görsel 4.8. *Oksijen tüpü*



Görsel 4.9. Oksijen tüpünün özel gaz karışımı



Görsel 4.10. Oksijen tüketimi testi sırasında çekilen bir görüntü.



Görsel 4.10. görüldüğü gibi oksijen tüketimi testi sırasında bilgisayarda görselde görüldüğü gibi VO_2 , VCO_2 , RER, hız, eğim, süre, kalp atım hızı gibi parametreleri anlık olarak takip edilmiştir. Kalp atım hızı kulak bölgesinden alınmıştır. Test ilerledikçe denek daha fazla efor

harcadığından ve terlemesinden dolayı kulak aparatı yanlış ölçüm verdiğinde aparat kulaktan çıkarılıp bir daha takılmıştır.

Görsel 4.11. *Oksijen tüketimi testi sırasında çekilen bir görüntü.*



4.7. Maske

Oksijen tüketimi testinde Hans Rudolph, Inc USA marka 2 adet maske kullanılmıştır. Maskeler Large ve Small olmak üzere 2 adettir. Denekler 2 maskeyi de denedikten sonra kendilerini daha rahat ettirecek maskeyi seçmişlerdir. Maske her kullanımdan sonra dezenfekte edilmiş ve sonraki deneğe takılmıştır. Maske deneğin rahat nefes alabileceği şekilde yüzüne yerleştirilmiş. Maske cırtl bant ile deneğin yüzüne sabitlenmiştir ve maskeden hava çıkmadığına emin olunduktan sonra teste başlanmıştır.

Görsel 4.12. *Maske*



4.8. Cırtlı Bant

Çalışmada HANS RUDOLPH marka Large ve Small olmak üzere 2 adet cırtlı bant kullanılmıştır. Bantlar sayesinde maske deneklerin yüzünde hareket etmeyecek şekilde sabitlenmiştir. Denekler iki bandıda denemişler ve yüzlerine uygun olan banda kendileri karar vermişlerdir.

Görsel 4.13. *Cırtlı bant*



5. BULGULAR

5.1. Bulgular

Bu bölümde araştırma verilerinden elde edilen istatistiksel çözümleme sonucundaki bulgulara yer verilmiştir. Deney grubunun 8 haftalık antrenman programı öncesi ve sonrası değişimleri **Tablo 5.2.**'de yer verilirken, kontrol grubu antrenman programı öncesi ve sonrasındaki değişimi **Tablo 5.1.**'de yer verilmiştir.

Tablo 5.1. Kontrol grubu 8 haftalık antrenman programı öncesi ve sonrasındaki değişimi

	Ön Test (ort±ss)	Son Test (ort±ss)	Değişim (%)	P
Maksimal Yanıtlar				
KAH _{maks} (atım/dk)	178,6 ± 9,1	178,8 ± 7,6	0,7	0,956
VO _{2maks} (L/dk)	3,6 ± 0,3	3,8 ± 0,3	5,2	0,010
VO _{2maks} (ml/kg/dk)	53,6 ± 5,1	56,09 ± 4,6	4,6	0,001
VE (L/dk)	131,8 ± 20,5	136,9 ± 20,1	3,9	0,275
RER	1,05 ± 0,5	1,04 ± 0,7	-0,9	0,596
Süre (dk)	17,1 ± 1,3	18,0 ± 1,3	5,3	0,022
MET	11,7 ± 1,9	11,1 ± 1,6	-5,1	0,120
Anaerobik Eşik Noktasındaki Yanıtlar				
Süre AE (dk)	13,0 ± 1,4	12,7 ± 1,4	-2,3	0,389
VO ₂ AE (ml/kg/dk)	40,6 ± 7,3	39,2 ± 6,1	-3,4	0,294
VO ₂ AE (%VO _{2maks})	74,8 ± 9,7	70,4 ± 8,8	-5,8	0,027
KAH AE	163,8 ± 8,4	155,8 ± 11,7	-4,8	0,020
KAH AE (%KAH)	89,7 ± 5,0	85,5 ± 4,8	-4,6	0,022
VE AE	75,1 ± 15,7	73,4 ± 15,0	-2,2	0,625
SF AE	40,2 ± 5,8	40,1 ± 6,5	-0,2	0,963

Tablo 5.1. Kontrol grubunun antrenman programı öncesi ve sonrası kardiyorespiratuar yanıtları.

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası KAH_{maks} (atım/dk) (ÖT=178,6 ± 9,1 ST 178,8 ± 7,6) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur (p=0,956).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası VO_{2maks} (L/dk) (ÖT= 3,6 ± 0,3 ST 3,8 ± 0,3) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır (p=0,010).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası VO_{2maks} (ml/kg/dk) ($\bar{OT} = 53,6 \pm 5,1$ ST= $56,09 \pm 4,6$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,001$).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası VE (L/dk) ($\bar{OT} = 131,8 \pm 20,5$ ST= $136,9 \pm 20,1$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p=0,275$).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası RER ($\bar{OT} = 1,05 \pm 0,5$, ST= $1,04 \pm 0,7$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p=0,596$).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası Süre ($\bar{OT} = 17,1 \pm 1,3$, ST= $18,0 \pm 1,3$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,022$).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası MET ($\bar{OT} = 11,7 \pm 1,9$, ST= $11,1 \pm 1,6$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p=0,120$).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası Süre AE (dk) ($\bar{OT} = 13,0 \pm 1,4$, ST= $12,7 \pm 1,4$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p=0,389$).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası VO_2 AE ($\bar{OT} = 40,6 \pm 7,3$ ml/kg/dk, ST= $39,2 \pm 6,1$ ml/kg/dk) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p=0,294$).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası VO_2 AE (% VO_{2maks}) ($\bar{OT} = 74,8 \pm 9,7$ ST= $70,4 \pm 8,8$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,027$).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası KAH AE ($\bar{OT} = 163,8 \pm 8,4$ ST= $155,8 \pm 11,7$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,020$).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası KAH AE (%KAH) ($\bar{OT} = 89,7 \pm 5,0$ ST= $85,5 \pm 4,8$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,022$).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası VE AE ($\bar{OT} = 75,1 \pm 15,7$ ST= $73,4 \pm 15,0$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p=0,625$).

Kontrol grubu antrenman öncesi ve sonrası SF AE ($\bar{OT} = 40,2 \pm 5,8$ ST= $40,1 \pm 6,5$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p=0,963$).

Kontrol grubu **Tablo 5.1.**'de verilen maksimal yanıtlara bakıldığında 8 haftalık antrenman programı sonrası VO_{2maks} değerinde (L/dk) oransal olarak %5,2 oranında, VO_{2maks} (ml/kg/dk) değerinde ise %4,6 oranında anlamlı olarak bir artış göstermiştir ($P<0,05$). KAH_{maks} (atım/dk) değeri ise oransal olarak %0,7 oranında bir artış göstermiştir istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). VE (L/dk) değerinde %3,9'luk bir artış gözlenirken RER değerinde %0,9' luk bir azalma gözlenmiş ve her iki değerde de anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Kontrol grubu artırmalı egzersize devam edebilme süresi ise %5,3 oranında olarak artış göstermiştir ($p<0,05$).

Kontrol grubu **Tablo 5.1.**'de verilen anaerobik eşik noktasındaki yanıtlara bakıldığında 8 haftalık antrenman programı sonrası Süre AE (dk) değerinde %2,3'lik bir azalma ve VO_2

AE (ml/kg/dk) değerinde %3,4 değerinde bir azalma meydana gelmiş her iki değerinde de anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). VE AE değerinde %2,2'lik bir azalma, SF AE değerinde %0,2'lik bir azalma meydana gelmiş her iki değerinde de anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). KAH AE değerinde %4,8'lik KAH AE (%KAH) ise %4,6'lık anlamlı bir azalma bulunmuştur.

Tablo 5.2. Deney grubu 8 haftalık antrenman programı öncesi ve sonrasındaki değişimi

	Ön Test (ort $\pm$ ss)	Son Test (ort $\pm$ ss)	Değişim (%)	P
Maksimal Yanıtlar				
KAH _{maks} (atım/dk)	184,9 $\pm$ 9,1	177,7 $\pm$ 8,6	-3,9	0,017
VO _{2maks} (L/dk)	3,6 $\pm$ 0,3	4,0 $\pm$ 0,7	11,1	0,015
VO _{2maks} (ml/kg/dk)	54,1 $\pm$ 4,9	62,7 $\pm$ 5,3	15,9	0,001
VE (L/dk)	130,1 $\pm$ 20,3	139,5 $\pm$ 16,2	7,2	0,099
RER	1,06 $\pm$ 0,5	1,02 $\pm$ 0,4	-3,77	0,034
Süre (dk)	17,9 $\pm$ 1,3	19,0 $\pm$ 1,6	6,1	0,005
MET	11,4 $\pm$ 1,3	14,0 $\pm$ 1,9	22,8	0,001
Anaerobik Eşik Noktasındaki Yanıtlar				
Süre AE (dk)	13,1 $\pm$ 1,2	14,7 $\pm$ 1,2	12,2	0,001
VO ₂ AE (ml/kg/dk)	39,7 $\pm$ 4,3	49,1 $\pm$ 6,9	23,6	0,001
VO ₂ AE (%VO _{2maks})	72,4 $\pm$ 7,9	79,0 $\pm$ 6,7	9,1	0,037
KAH AE	158,3 $\pm$ 12,6	167,4 $\pm$ 8,6	5,7	0,023
KAH AE (%KAH)	86,3 $\pm$ 6,9	90,4 $\pm$ 4,3	4,7	0,030
VE AE (L/dk)	69,7 $\pm$ 17,9	81,2 $\pm$ 13,0	16,4	0,002
SF AE	34,7 $\pm$ 6,7	39,1 $\pm$ 5,8	12,6	0,001

Tablo 5.2. Deney Grubunun Antrenman Öncesi ve Sonrası Kardiyorespiratuar Yanıtları.

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası KAH_{maks} (atım/dk) (ÖT= 184,9 $\pm$ 9,1 ST= 177,7 $\pm$ 8,6) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,017$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası VO_{2maks} (L/dk) (ÖT= 3,6 $\pm$ 0,3 ST= 4,0 $\pm$ 0,7) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,015$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası VO_{2maks} (ml/kg/dk) (ÖT= 54,1 $\pm$ 4,9 ST= 62,7 $\pm$ 5,3) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,001$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası VE (L/dk) (ÖT= 130,1 $\pm$ 20,3 ST= 139,5 $\pm$ 16,2) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($p=0,099$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası RER ($\bar{O}T= 1,06 \pm 0,5$ $ST= 1,02 \pm 0,4$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,034$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası Süre ($\bar{O}T= 17,1 \pm 1,3$ $ST= 19,0 \pm 1,6$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,005$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası MET ($\bar{O}T= 11,4 \pm 1,3$ $ST= 14,0 \pm 1,9$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,001$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası Süre AE (dk) ($\bar{O}T= 13,1 \pm 1,2$ $ST= 14,7 \pm 1,2$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,001$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası VO_2 AE (ml/kg/dk) ($\bar{O}T= 13,1 \pm 1,2$ $ST= 14,7 \pm 1,2$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,001$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası VO_2 AE (% VO_{2maks}) ($\bar{O}T= 72,4 \pm 7,9$ $ST= 79,0 \pm 6,7$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,037$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası KAH AE ($\bar{O}T= 158,3 \pm 12,6$ $ST= 167,4 \pm 8,6$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,023$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası KAH AE (%KAH) ($\bar{O}T= 86,3 \pm 6,9$ $ST= 90,4 \pm 4,3$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,030$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası VE AE ($\bar{O}T= 69,7 \pm 17,9$ $ST= 81,2 \pm 13,0$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,002$).

Deney grubu antrenman öncesi ve sonrası SF AE ($\bar{O}T= 34,7 \pm 6,7$ $ST= 39,1 \pm 5,8$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan fark vardır ($p=0,001$).

Deney grubu **Tablo 5.2.**'de verilen maksimal yanıtlara bakıldığında 8 haftalık antrenman programı sonrası VO_{2maks} değerinde (L/dk) %11,1 oranında, VO_{2maks} (ml/kg/dk) değerinde ise %15,9 oranında anlamlı olarak bir artış göstermiştir ($p<0,05$). KAH_{maks} (atım/dk) değeri ise oransal olarak %3,9 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma bulunmuştur ($p<0,05$). VE (L/dk) değerinde %7,2'lik bir artış gözlenmiştir ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). RER değerinde %3,7'lik bir azalma gözlenmiş istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Kontrol grubu arttırılmalı egzersize devam edebilme süresi ise %6,1oranında anlamlı olarak artış göstermiştir ($p<0,05$).

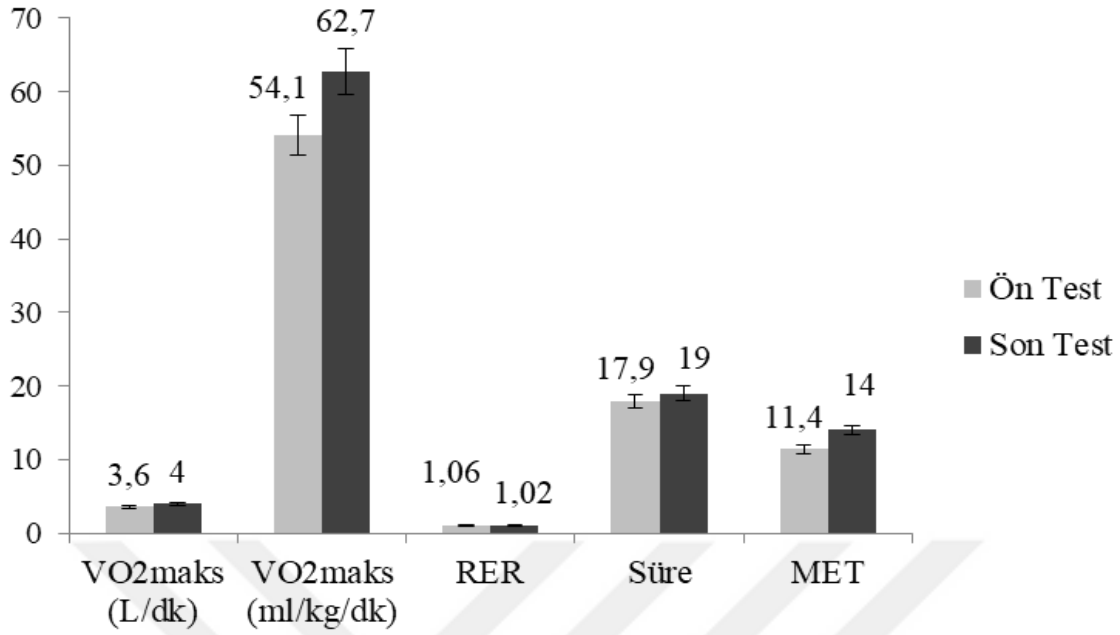
Deney grubu **Tablo 5.2.**'de verilen anaerobik eşik noktasındaki yanıtlara bakıldığında 8 haftalık antrenman programı sonrasında anaerobik eşiğe girilen süre (süre AE dk) %12,2'lik anlamlı bir artış göstermiştir ($p<0,05$). Anaerobik eşikteki VO_2 değerinde ((VO_2 AE (ml/kg/dk)) %23,6'lık bir artış, anaerobik eşiğe girilen VO_{2maks} yüzdesi ((VO_2 AE (% VO_{2maks})) değeri %9,1'lik artış göstermiş her iki değerde anlamlı bir artış göstermiştir

($p<0,05$). Deney grubunun anaerobik eşiğe girdiği KAH (KAH AE) değerinde %5,7'lik bir artış, anaerobik eşiğe girilen maksimal KAH yüzdesi ((KAH AE (%KAH) değerinde %4,7'lik bir artış gözlenirken her iki değerde anlamlı olarak bir artış göstermiştir ($p<0,05$). Anaerobik eşiğe girilen ventilasyon (VE AE) değeri %16,4'lük anlamlı bir artış göstermiştir ($p<0,05$). Anaerobik eşiğe girilen solunum frekansı (SF AE) değeri ise 12,6'lık anlamlı bir artış göstermiştir ($p<0,05$).

İki grubun maksimal yanıtları yüzdesel olarak karşılaştırıldığında kontrol grubu VO_{2maks} (L/dk) değeri %5,2 oranında artış gösterirken deney grubunda ise VO_{2maks} (L/dk) değeri %11,1 oranında artış göstermiştir. İki grup yüzdesel olarak karşılaştırıldığında deney grubunda VO_{2maks} (L/dk) değerindeki artışın daha fazla olduğu görülmektedir. Kontrol grubu VO_{2maks} (ml/kg/dk) değeri %4,6 oranında artış gösterirken deney grubunda ise VO_{2maks} (ml/kg/dk) değeri %15,9 oranında artış göstermiştir. İki grup yüzdesel olarak karşılaştırıldığında deney grubunda VO_{2maks} (ml/kg/dk) değerindeki artışın daha fazla olduğu görülmektedir. Kontrol grubu VE (L/dk) değeri %3,9 oranında artış gösterirken deney grubunda ise VE (L/dk) değeri %7,2 oranında artış göstermiştir. İki grup yüzdesel olarak karşılaştırıldığında deney grubunda VE (L/dk) değerindeki artışın daha fazla olduğu görülmektedir. Artırmalı egzersize devam edebilme süresi kontrol grubunda %5,3 oranında, deney grubunda ise %6,1 oranında bir artış gerçekleştirilmiştir. İki grup yüzdesel olarak karşılaştırıldığında egzersize devam edebilme süresi deney grubu lehine daha fazla olduğu görülmektedir.

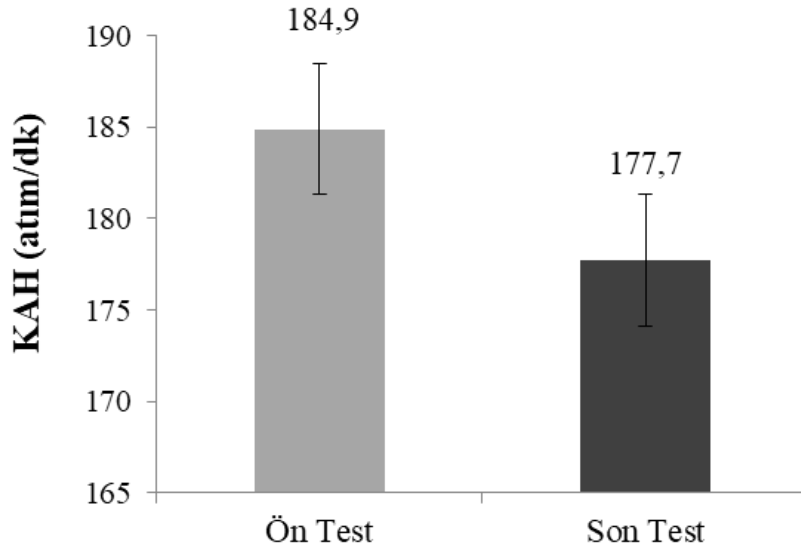
Deney grubu ve kontrol grubu anaerobik eşik noktasındaki yanıtları yüzdesel olarak karşılaştırıldığında Süre AE (dk) parametresinde kontrol grubunda %2,3'lük bir azalma meydana gelirken deney grubu %12,2'lik bir artış göstermiştir. İki grup yüzdesel olarak karşılaştırıldığında Süre AE (dk) parametresindeki değişimin deney grubu lehine olduğu görülmektedir. VO_2 AE (ml/kg/dk) parametresi kontrol grubunda %3,4'lük bir azalma gösterirken deney grubunda %23,6'lık bir artış göstermiştir. İki grup yüzdesel olarak karşılaştırıldığında VO_2 AE (ml/kg/dk) parametresindeki değişimin deney grubu lehine olduğu görülmektedir. VE AE değerinde kontrol grubunda %2,2'lik bir azalma görülürken kontrol grubu ise %16,4'lük bir artış göstermiştir. İki grup yüzdesel olarak karşılaştırıldığında VE AE değerindeki değişimin deney grubu lehine olduğu görülmektedir. SF AE parametresinde kontrol grubundan %0,2'lik bir azalma meydana gelirken deney grubunda ise %12,6'lık bir artış görülmektedir. İki grup yüzdesel olarak karşılaştırıldığında SF AE parametresindeki değişim deney grubu lehine olduğu görülmektedir.

Şekil 5.1. Deney grubu maksimal yanıtları grafiği



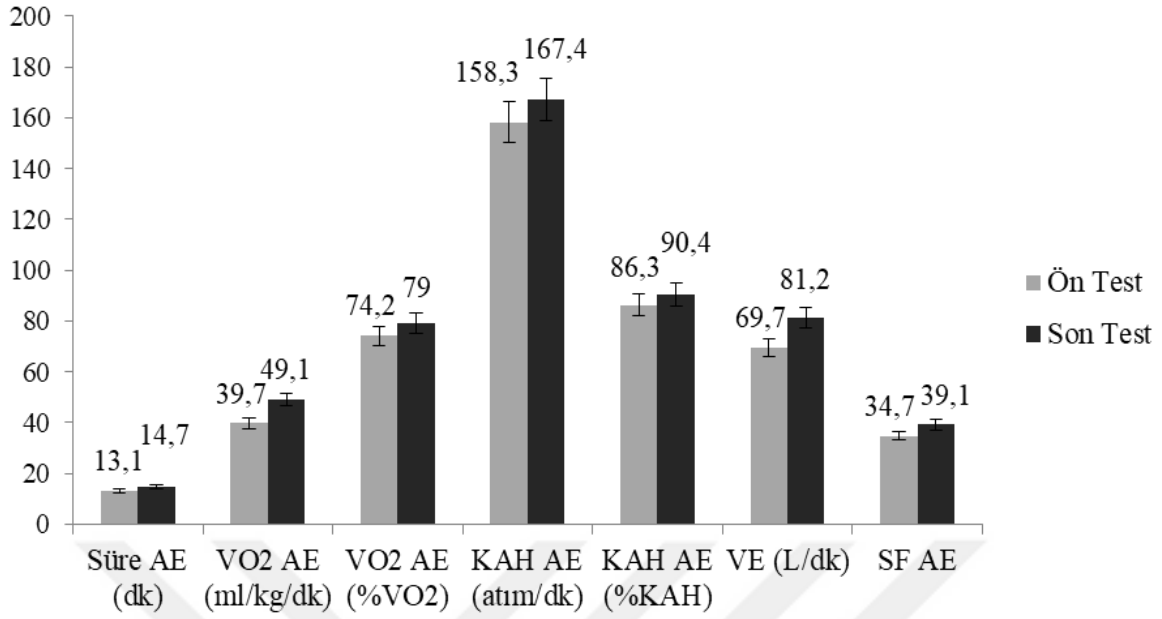
Şekil 5.1.'de Deney grubu VO₂maks (L/dk), VO₂maks (ml/kg/dk), RER, Süre (dk), MET parametrelerinin ön test ve son test olarak karşılaştırması.

Şekil 5.2. Deney grubu KAH (atım/dk) grafiği



Şekil 5.2.'de KAH_{maks} (atım/dk) parametresinin ön test ve son test olarak karşılaştırılması.

Şekil 5.3. Deney grubu anaerobik eşik noktasındaki yanıtları



Şekil 5.3. Deney grubu Süre AE (dk), VO₂ AE (ml/kg/dk), VO₂ AE (%VO_{2maks}), KAH AE, KAH AE (%KAH), VE AE (L/dk), SF AE parametrelerinin ön test ve son test olarak karşılaştırılması.

Tablo 5.3. Kontrol grubu oksijen alım kinetiği yanıtları

	Ön Test (ort±ss)	Son Test (ort±ss)	Değişim (%)	P
Sabit Yüklü Egzersize Oksijen Alım Kinetiği Yanıtları				
VO _{2genlik} (L.dk ⁻¹)	31,2 ± 2,3	32,3 ± 3,8	3,5	0,228
Koşu ekonomisi (ml/kg/km ⁻¹)	5,2 ± 0,3	5,4 ± 0,6	3,8	0,172
τVO ₂ (s)	34,4 ± 5,7	34,5 ± 4,9	0,2	0,954
Egzersiz Sonrası Toparlanmada Oksijen Alım Kinetiği Yanıtları				
VO _{2genlik} (L.dk ⁻¹)	21,7 ± 4,6	39,8 ± 4,5	83,4	0,001
Koşu ekonomisi (ml/kg/km ⁻¹)	3,6 ± 0,7	6,5 ± 0,7	80,5	0,001
τVO ₂ (s)	162,2 ± 39,7	132,2 ± 11,1	-18,4	0,015

Tablo 5.3. (Devam)

Değerler ortalama $\pm$ SS olarak verilmiştir. $VO_{2\text{genlik}}$, sabit yüklü egzersizde VO_2 yanıtıdır. Koşu ekonomisi (ml/kg/km^{-1}), sabit yüklü egzersizde VO_2 yanıtının uygulanan protokoldeki koşu hızına oranıdır. τVO_2 , VO_2 yanıtının zaman sabitidir.

Tablo 5.3. Kontrol grubunun antrenman öncesi ve sonrasında oksijen alım kinetiği yanıtları.

Kontrol grubu sabit yüklü egzersizde antrenman öncesi ve sonrası $VO_{2\text{genlik}}$ (L.dk^{-1}) değeri ($\bar{O}T= 31,2 \pm 2,3$ $ST= 32,3 \pm 3,8$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur ($p=0,228$).

Kontrol grubu sabit yüklü egzersizde antrenman öncesi ve sonrası koşu ekonomisi (ml/kg/km^{-1}) değeri ($\bar{O}T= 5,2 \pm 0,3$ $ST= 5,4 \pm 0,6$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur ($p=0,172$).

Kontrol grubu sabit yüklü egzersizde, antrenman öncesi ve sonrası τVO_2 (s) değeri ($\bar{O}T= 34,4 \pm 5,7$ $ST= 34,5 \pm 4,9$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur ($p=0,954$).

Kontrol grubu egzersiz sonrası toparlanma yanıtlarında, antrenman öncesi ve sonrası $VO_{2\text{genlik}}$ (L.dk^{-1}) değeri ($\bar{O}T= 21,7 \pm 4,6$ $ST= 39,8 \pm 4,5$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır ($p=0,001$).

Kontrol grubu egzersiz sonrası toparlanma yanıtlarında, antrenman öncesi ve sonrası koşu ekonomisi (ml/kg/km^{-1}) değeri ($\bar{O}T= 3,6 \pm 0,7$ $ST= 6,5 \pm 0,7$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır ($p=0,001$).

Kontrol grubu egzersiz sonrası toparlanma yanıtlarında, antrenman öncesi ve sonrası τVO_2 (s) değeri ($\bar{O}T= 162,2 \pm 39,7$ $ST= 132,2 \pm 11,1$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır ($p=0,015$).

Kontrol grubu sabit yüklü egzersizdeki oksijen alım kinetiğindeki yanıtlara bakıldığında $VO_{2\text{genlik}}$ (L.dk^{-1}) parametresinde %3,5'lik bir artış, koşu ekonomisi (ml/kg/km^{-1}) parametresinde %3,8'lik bir artış göstermiş fakat iki değerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). τVO_2 (s) parametresi ise %0,2'lik bir artış göstermiş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Kontrol grubu egzersiz sonrası toparlanmada oksijen alım kinetiği yanıtlarına bakıldığında $VO_{2\text{genlik}}$ (L.dk^{-1}) parametresinde %83,4'lük bir artış, koşu ekonomisi (ml/kg/km^{-1}) parametresinde %80,5'lik bir artış gözlenmiş her iki değerde istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir ($p<0,05$). τVO_2 (s) parametresinde %18,4'lük azalma göstermiş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 5.4. Deney grubu oksijen alım kinetiği yanıtları

	Ön Test (ort±ss)	Son Test (ort±ss)	Değişim (%)	P
Sabit Yüklü Egzersize Oksijen Alım Kinetiği Yanıtları				
VO _{2genlik} (ml/kg/dk ⁻¹)	35,3 ± 4,2	32,0 ± 2,8	-9,3	0,052
Koşu ekonomisi (ml/kg/km ⁻¹)	5,8 ± 0,7	5,3 ± 0,4	-8,6	0,059
τVO ₂ (s)	33,7 ± 7,4	29,3 ± 4,1	-13,0	0,019
Egzersiz Sonrası Toparlanmada Oksijen Alım Kinetiği Yanıtları				
VO _{2genlik} (L.dk ⁻¹)	23,5 ± 7,9	43,2 ± 5,0	83,8	0,001
Koşu ekonomisi (ml/kg/km ⁻¹)	3,7 ± 0,7	7,2 ± 0,7	94,5	0,001
τVO ₂ (s)	153,0 ± 72,3	116,5 ± 18,7	-23,8	0,069

Değerler ortalama ± SS olarak verilmiştir. VO_{2GENLİK}, sabit yüklü egzersizde VO₂ yanıtıdır. Koşu ekonomisi (ml/kg/km⁻¹), sabit yüklü egzersizde VO₂ yanıtının uygulanan protokoldeki koşu hızına oranıdır. τVO₂, VO₂ yanıtının zaman sabitidir.

Tablo 5.4. Deney grubunun antrenman öncesi ve sonrasında oksijen alım kinetiği yanıtları.

Deney grubu sabit yüklü egzersizde antrenman öncesi ve sonrası VO_{2genlik} (ml/kg/dk⁻¹) değeri (ÖT= 35,3 ± 4,2 ST= 32,0 ± 2,8) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur (p=0,052).

Deney grubu sabit yüklü egzersizde antrenman öncesi ve sonrası koşu ekonomisi (ml/kg/km⁻¹) değeri (ÖT= 5,8 ± 0,7 ST= 5,3 ± 0,4) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur (p=0,059).

Deney grubu sabit yüklü egzersizde, antrenman öncesi ve sonrası τVO₂ (s) değeri (ÖT= 33,7 ± 7,4 ST= 29,3 ± 4,1) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır (p=0,019).

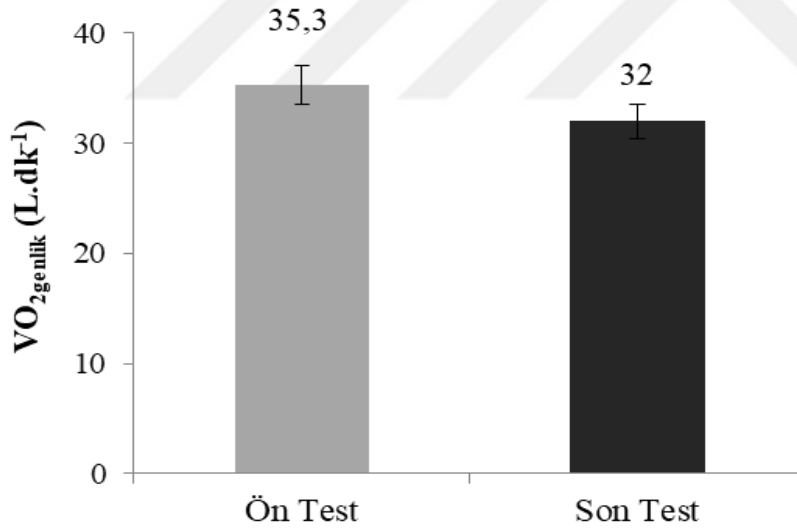
Deney grubu egzersiz sonrası toparlanma yanıtlarında, antrenman öncesi ve sonrası VO_{2genlik} (ml/kg/dk⁻¹) değeri (ÖT= 23,5 ± 7,9 ST= 43,2 ± 5,0) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır (p=0,001).

Deney grubu egzersiz sonrası toparlanma yanıtlarında, antrenman öncesi ve sonrası koşu ekonomisi (ml/kg/km⁻¹) değeri (ÖT= 3,7 ± 0,7 ST= 7,2 ± 0,7) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardır (p=0,001).

Deney grubu egzersiz sonrası toparlanma yanıtlarında, antrenman öncesi ve sonrası τVO_2 (s) değeri (ÖT= $153,0 \pm 72,3$ ST= $116,5 \pm 18,7$) sonuçları arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktur ($p=0,069$).

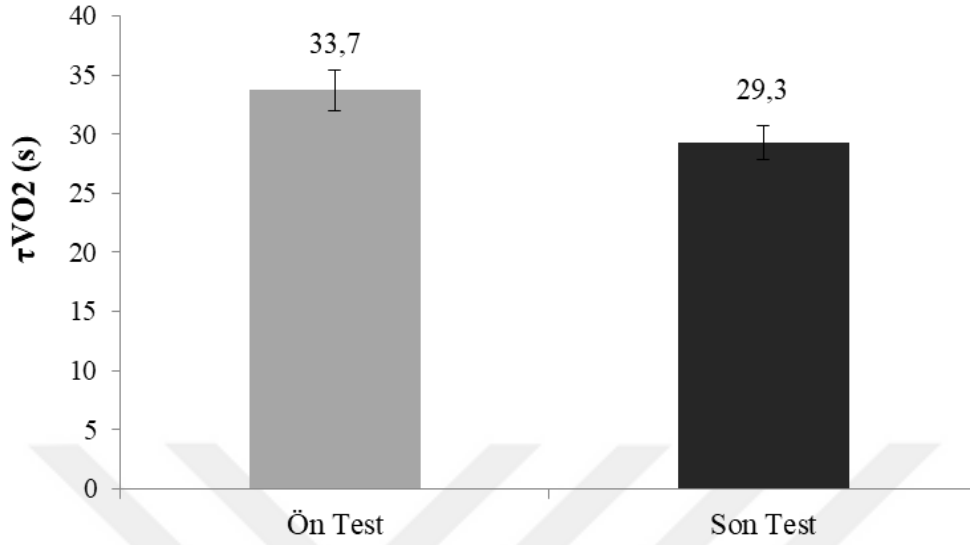
Deney grubu sabit yüklü egzersizdeki oksijen alım kinetiğindeki yanıtlara bakıldığında $VO_{2genlik}$ ($ml/kg/dk^{-1}$) parametresinde %9,3'lük bir azalma, koşu ekonomisi ($ml/kg/km^{-1}$) parametresinde %8,6'lık bir azalma göstermiş fakat her iki değerdeki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). τVO_2 (s) parametresi ise %13,0'lık bir azalma göstermiş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Deney grubu egzersiz sonrası toparlanmada oksijen alım kinetiği yanıtlarına bakıldığında $VO_{2genlik}$ ($ml/kg/dk^{-1}$) parametresinde %83,8'lik bir artış, koşu ekonomisi ($ml/kg/km^{-1}$) parametresinde %94,5'lik bir artış gözlenmiş her iki değerde istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir ($p<0,05$). $\tau VO_2(s)$ parametresinde %23,8'lik azalma göstermiş fakat istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Şekil 5.4. Deney grubu sabit yüklü egzersizde $VO_{2genlik}$ ($L.dk^{-1}$) parametresi grafiği



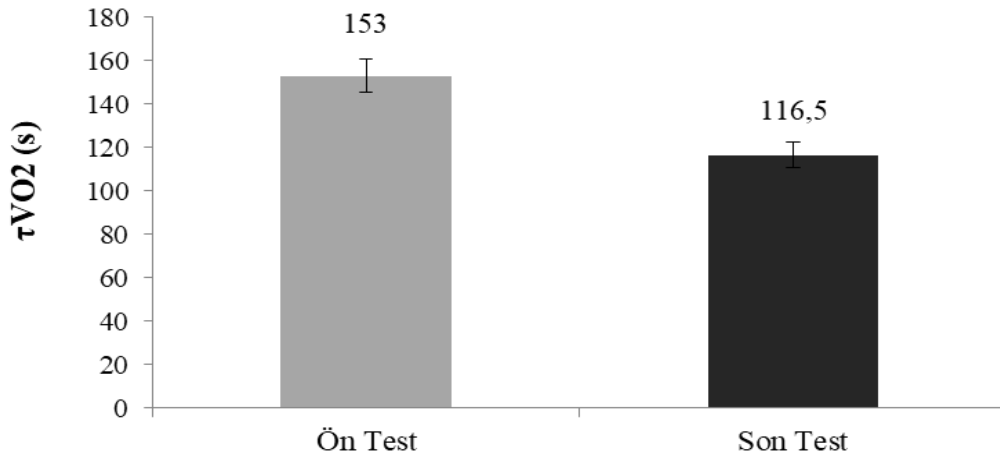
Şekil 5.4.'de görüldüğü gibi deney grubu sabit yüklü egzersizde $VO_{2genlik}$ ($ml/kg/dk^{-1}$) parametresinde antrenman programı öncesi daha yüksek bir değerde iken antrenman programı sonrası %9,3'lük bir azalma göstermiştir ($p>0,05$).

Şekil 5.5. Deney grubu sabit yüklü egzersizde τVO_2 (s) parametresi grafiği



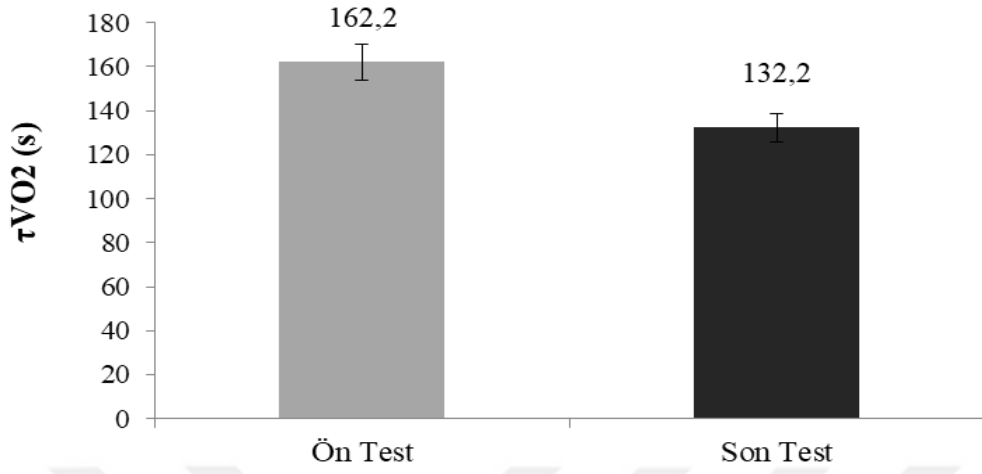
Şekil 5.5.'de görüldüğü gibi deney grubu sabit yüklü egzersizde τVO_2 (s) parametresinde antrenman programı öncesi daha yüksek bir değerde iken antrenman programı sonrası %13,0'lık bir azalma göstermiştir ($p < 0,05$).

Şekil 5.6. Deney grubu egzersiz sonrası toparlanmada τVO_2 (s) parametresi grafiği



Şekil 5.6.'da görüldüğü gibi deney grubu egzersiz sonrası toparlanmada τVO_2 (s) parametresinde antrenman programı öncesi daha yüksek bir değerde iken antrenman programı sonrası %23,8'lik bir azalma göstermiştir ($p > 0,05$).

Şekil 5.7. Kontrol grubu egzersiz sonrası toparlanmada τVO_2 (s) parametresi grafiği



Şekil 5.7.'de görüldüğü gibi kontrol grubu egzersiz sonrası toparlanmada τVO_2 (s) parametresinde antrenman programı öncesi daha yüksek bir değerde iken antrenman programı sonrası %18,4'lik bir azalma göstermiştir ($p<0,05$).

6. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Tartışma

Bu tez araştırmasında sprint interval antrenmanın futbolcularda oksijen alım kinetiği parametrelerindeki değişimlerin ne denli olduğunu, deney grubunun antrenman programı öncesi ve sonrasındaki oksijen alım kinetiği parametrelerindeki değişimlerdeki farkın ne kadar olduğu, kontrol grubunun antrenman programı öncesi ve sonrasındaki oksijen alım kinetiği parametreleri değişimlerdeki farkın ne kadar olduğu, deney ve kontrol grubunda yapılan antrenman programlarının oksijen alım kinetiği parametrelerindeki değişimlerinin hangi grup lehine daha fazla olduğunun incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla deney ve kontrol grubuna koşu bandında gerçekleştirilen oksijen tüketimi testleri yapılmıştır.

Günümüzde üst düzey futbol oynayan kişilerde, VO_{2maks} 70 ml/kg/dk'ya kadar çıkmaktadır. Futbolun gelişimiyle birlikte VO_2 performans için önemli bir kriter haline gelmiştir. Üst düzey futbolcularda ve hatta genç futbolcularda (16-17 yaş) VO_{2maks} değerlerinin 58-68 ml/kg/dk arası değiştiğini dikkate aldığımızda, 60-62 ml/kg/dk'lık VO_{2maks} değerlerinin futbolcular için iyi bir değer olduğu düşünülmektedir. 2016 yılında U-15 Milli Takımında yapılan testler sonucu futbolcularda ortalama VO_{2maks} 45,56 ml/kg/dk bulunmuştur. En yüksek VO_{2maks} değeri ise 60,93 ml/kg/dk olarak tespit edilmiştir (Gürtaş, 2017). Bu tez araştırmasında ölçümü yapılan VO_{2maks} değerleri ($\bar{OT}=54,1\pm4,9$ $ST=62,7\pm5,3$) literatürdeki verileri destekler niteliktedir.

Matsuo vd., (2014) yaşları $21,3 \pm 1,2$ olan 14 sağlıklı erkekte yapmış olduğu araştırmada 8 haftalık sprint interval antrenman programını uygulamıştır. Erkeklerin VO_{2maks} değerleri $39,8 \pm 7,9$ ml/kg/dk iken antrenman sonrası $48,4 \pm 8,8$ ml/kg/dk'ye ulaşmıştır. Matsuo vd., (2014) yaptığı bu araştırmada VO_{2maks} parametresindeki %24,4'lük bu artış ile bu tez çalışmadaki artış yüzdesi (%15,9) ile paralellik göstermektedir. Matsuo vd., (2014) çalışması ve bu tez araştırmasının sonuçları arasındaki VO_{2maks} açısından gelişim farkının yaş grubu ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Cocks vd., (2013) yaş ortalaması 22 ± 16 kişilik erkek grubuna 6 haftalık sprint interval antrenman uygulamış ön testlerde VO_{2maks} değerleri iken $41,9 \pm 1,8$ ml/kg/dk sprint interval antrenman sonrası VO_{2maks} değeri $45,1 \pm 2,3$ ml/kg/dk'ye yükselmiştir. Cocks vd., (2013) tarafından yapılmış olan bu çalışmada sprint interval antrenmanın VO_{2maks} gelişimindeki etkisi bakımından bu tez araştırmasını destekler niteliktedir. Raleigh vd., (2017) yaş ortalamaları $20,4 \pm 1,8$ olan 23 erkeğe 4 haftalık sprint

interval antrenmanı uygulamıştır. Ön test ve son test olarak değişimleri gözlemiştir. Ön testte VO_{2maks} değerleri $48,7 \pm 6,4$ ml/kg/dk iken sprint interval antrenman programı sonrası bu değer $53,4 \pm 6,0$ ml/kg/dk'ye yükselmiştir. Raleigh vd., (2017) tarafından yapılmış olan bu çalışmada sprint interval antrenmanın VO_{2maks} parametresindeki %10,0'luk artış bu tez araştırmasındaki VO_{2maks} parametresindeki artışı (%15,9) destekler niteliktedir.

Menz vd., (2019) yaptığı çalışmada bir sporcu grubuna 4 haftalık yüksek yoğunluklu interval antrenman programı uygulamıştır. Ön test ve son testleri değerlendirmiştir. Sporcuların ön test VO_{2maks} değerleri $47,8 \pm 5,6$ ml/kg/dk iken antrenman programı sonrası yapılan son testlerde $54,1 \pm 5,6$ ml/kg/dk olarak bulunmuştur. Menz vd., (2019) yaptığı bu çalışmadaki %13,4'lük bu gelişim yapılan bu tez çalışmasındaki VO_{2maks} gelişimini (%15,9) destekler niteliktedir. MacDougall vd., (1998) yaptıkları çalışmada yaşları $22,7 \pm 2$ yıl olan 12 sağlıklı genç erkek sporcuya sprint interval antrenman programı uygulamıştır. Ön test ve son test olmak üzere ölçümler gerçekleştirmiştir. Ön testlerde VO_{2maks} değeri $51,0 \pm 1,8$ ml/kg/dk iken sprint interval antrenman programı sonrası %6,8 artarak son testlerde 54,5 ml/kg/dk değerine ulaşmıştır. MacDougall vd., (1998) yaptığı bu çalışmada VO_{2maks} parametresindeki gelişim yapılan bu tez çalışmasındaki gelişimi (%15,9) destekler niteliktedir. Yapılan tez araştırmasında VO_{2maks} gelişiminin MacDougall vd., (1998) çalışmasına göre daha fazla olma nedeninin antrenman yükü ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Akılveren vd., (2021) yaptıkları çalışmada en az 5 yıldır aktif futbol oynayan, yaşları $18,69 \pm 1,64$ yıl olan futbolculara hazırlık döneminde 8 hafta süresince tekrarlı sprint antrenman programı uygulanmıştır. Ön testlerde $48,34 \pm 2,52$ ml/kg/dk olan VO_{2maks} değeri antrenman programı sonrası $51,68 \pm 2,35$ ml/kg/dk'ye kadar ulaşmıştır. Akılveren vd., (2021) yaptıkları bu çalışmada VO_{2maks} parametresindeki %6,9'luk gelişim yapılan bu tez çalışmasındaki gelişimi (%15,9) destekler niteliktedir. Yapılan tez araştırmasında VO_{2maks} gelişiminin Akılveren vd., (2021) çalışmasına göre daha fazla olma nedeninin antrenman yüküyle ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Krespi vd., (2018) yaş ortalamaları $17,1 \pm 0,79$ olan elit genç futbolculara 8 hafta boyunca haftada 3 kez sprint antrenman programı uygulamıştır. Futbolculardaki gelişimi ön test ve son test ile ölçmüştür. Futbolcuların VO_{2maks} değerleri ön testte $56,73 \pm 3,91$ ml/kg/dk son testte $57,88 \pm 4,10$ ml/kg/dk olarak bulunmuştur. Krespi vd., (2018) yaptıkları çalışmada VO_{2maks} parametresindeki %2,0'luk bu gelişim sprint interval antrenmanın VO_{2maks} parametresini geliştirmesi açısından bu tez araştırmasındaki gelişim (%15,9) ile tutarlılık göstermektedir.

Helgerud vd., (2011) yaptıkları araştırmada yaş ortalamaları 25 olan elit futbolcularda yüksek yoğunluklu dayanıklılık antrenmanı uygulamıştır. Ön testlerde VO_{2maks} (L/dk) değeri 4,73 iken antrenman programı sonrası bu değer 5,21'e ulaşarak %10,1'lik artış göstermiştir. Helgerud vd., (2011) yaptığı bu araştırmada VO_{2maks} (L/dk) parametresindeki %10,1'lik artış ile bu tez çalışmadaki artış yüzdesi (%11,1) ile paralellik göstermektedir. Matsuo vd., (2014) yaşları $21,3 \pm 1,2$ olan 14 sağlıklı erkekte yapmış olduğu araştırmada 8 haftalık sprint interval antrenman programını uygulamıştır. Erkeklerin ön testlerde VO_{2maks} (L/dk) değerleri $2,57 \pm 0,51$ iken son testlerde ise bu değer %22,9'luk bir artış göstererek $3,16 \pm 0,56$ 'ya ulaşmıştır. Matsuo vd., (2014) tarafından yapılmış olan bu çalışmada sprint interval antrenmanın VO_{2maks} (L/dk) gelişimindeki etkisi bakımından bu tez araştırmasını gelişimi (%11,1) destekler niteliktedir. Matsuo vd., (2014) çalışmasındaki farkın yaş ortalamasının daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. MacDougall vd., (1998) yaptıkları çalışmada yaşları $22,7 \pm 2$ yıl olan 12 sağlıklı genç erkek sporcuya sprint interval antrenman programı uygulamıştır. Ön test ve son test olmak üzere ölçümler gerçekleştirmiştir. Ön testlerde VO_{2maks} (L/dk) değeri 3,7 (L/dk) bulunurken son testlerde bu değer %5,4' lük bir artış göstererek 3,9 (L/dk) olarak bulunmuştur. MacDougall vd., (1998) tarafından yapılmış olan bu çalışmada sprint interval antrenmanın VO_{2maks} (L/dk) gelişimindeki etkisi bakımından bu tez araştırmasını gelişimi (%11,1) destekler niteliktedir. Yapılan tez araştırmasındaki artışın daha fazla olma nedeninin antrenmanın içeriği ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Gerçekleştirilen antrenman programları sonucu KAH_{maks} aynı kalabilmekte ya da hafifçe düşebilmektedir (Kenney, Wilmore ve Costill, 2021). Menz vd., (2019) yaptıkları araştırmada yaş ortalamaları $25,6 \pm 2,6$ yıl olan 15 kişiden oluşan sporcu grubuna 4 haftalık yüksek yoğunluklu interval antrenman programı uygulamıştır. Sporcuların ön testlerde KAH_{maks} değeri 187 ± 10 (atım/dk) iken antrenman programı sonrası son testlerde ise 184 ± 10 (atım/dk) olarak bulunmuştur. Menz vd., (2019) yaptığı çalışmadaki değişim ile bu tez araştırmasındaki değişim tutarlılık göstermektedir. Serin vd., (2016) yaptığı araştırmada yaşları $20,25 \pm 1,03$ olan 14 elit sporcuda anaerobik dayanıklılık protokolü sonrası KAH_{maks} $183,75 \pm 5,89$ (atım/dk) olarak ölçülmüştür. Serin vd., (2016) ölçümünü yaptığı KAH_{maks} değeri ile bu tez araştırmasında ölçümü yapılan KAH_{maks} değeri ($\bar{OT}=184,9 \pm 9,1$ $ST=177,7 \pm 8,6$) tutarlılık göstermektedir.

Gabrys vd., (2020) yaptıkları araştırmada yaşları $24,5 \pm 2,8$ olan elit altı futbolcularda artırmalı egzersizde yaptığı ölçümde VE (L/dk) parametresi $128,8 \pm 9,4$ olarak bulunmuştur. Gabrys vd., (2020) ölçümünü yaptığı VE (L/dk) parametresi, bu tez araştırmasında ölçümü yapılan VE (L/dk) ($\bar{OT}=130,1 \pm 20,3$ $ST=139,5 \pm 16,2$) parametresi ile tutarlılık göstermektedir.

Mandrourkas vd., (2019) yaş ortalamaları 14 ± 0 olan 20 futbolcuda yaptıkları ölçümlerde RER değeri $1,02 \pm 0,2$ olarak bulunmuştur. Mandrourkas vd., (2019) ölçümünü yaptığı RER değeri ile bu tez araştırmasında ölçümü yapılan RER değeri ($\text{ÖT}=1,06 \pm 0,5$ $\text{ST}=1,02 \pm 0,4$) tutarlılık göstermektedir.

Demiriz vd., (2015) yaş ortalamaları $19,77 \pm 0,97$ olan erkeklerde yaptığı araştırmada ekstensiv interval antrenman programı (7 hafta, haftanın 3 günü, kapsamı 2800–3000 metre, %75 şiddette, KAH 125–130 geldiğinde tekrar yüklenme) uygulamış ön testlerde anaerobik eşikteki $\text{VO}_{2\text{maks}}$ değeri 28,68 (ml/kg/dk) bulunurken son testlerde 34,92 (ml/kg/dk) olarak bulunmuştur. Demiriz vd., (2015) yaptıkları çalışmada anaerobik eşikteki $\text{VO}_{2\text{maks}}$ değeri %21,7’lik artış, bu tez araştırması ölçümlerindeki artış (%23,6) ile tutarlılık göstermektedir. Nemoto vd., (1988) yaptıkları araştırmada yaş ortalamaları $21,8 \pm 2,3$ olan patencilerde anaerobik eşikteki $\text{VO}_{2\text{maks}}$ değerini $44,9 \pm 4,1$ olarak bulmuştur. Sporcuların anaerobik eşikteki VO_2 AE (% $\text{VO}_{2\text{maks}}$) $70,2 \pm 6,6$ bulmuştur. Nemoto vd., (1988) yaptığı çalışmadaki bulgular, anaerobik eşiğe girilen $\text{VO}_{2\text{maks}}$ değerini ve anaerobik eşiğe girilen $\text{VO}_{2\text{maks}}$ yüzdesi değerinin antrenman sonucu gelişeceği noktasında bu tez araştırmasındaki bulguları ($\text{VO}_{2\text{maks}}$ AE $\text{ÖT}=39,7 \pm 4,3$ $\text{ST}=49,1 \pm 6,9$) destekler niteliktedir. Coşkun, (2018) yaptığı araştırmada yaş ortalamaları $19,8 \pm 2,0$ erkek voleybolcularda anaerobik eşikteki $\text{VO}_{2\text{maks}}$ değeri $40,73 \pm 5,6$ olarak bulunmuştur. Coşkun, (2018) yaptığı araştırmada anaerobik eşikteki $\text{VO}_{2\text{maks}}$ değeri, bu tez araştırmasında ölçümü yapılan anaerobik eşikteki $\text{VO}_{2\text{maks}}$ değeri ($\text{ÖT}=39,7 \pm 4,3$ $\text{ST}=49,1 \pm 6,9$) ile tutarlılık göstermektedir.

Onarıcı Güngör, (2014) yaptığı araştırmada yaşları $22,2 \pm 2$ olan erkekte anaerobik eşikte yüzdesel olarak $\text{VO}_{2\text{maks}}$ değerini ((VO_2 AE (% $\text{VO}_{2\text{maks}}$)) ön testlerde $57,3 \pm 3$ olarak 6 haftalık egzersiz programı sonrası %7,8’lik bir gelişim göstererek son testlerde 60 ± 12 olarak bulunmuştur. Onarıcı Güngör, (2014) yaptığı araştırmadaki ((VO_2 AE (% $\text{VO}_{2\text{maks}}$)) parametresindeki %7,8’lik artış, bu tez araştırmasındaki ((VO_2 AE (% $\text{VO}_{2\text{maks}}$)) parametresindeki artış (%9,1) ile tutarlılık göstermektedir.

Tarakçı, (2018) yaptığı araştırmada yaş ortalamaları $23,4 \pm 3,5$ olan futbolcularda ön testlerde anaerobik eşikteki KAH $166,0 \pm 6,2$ olarak ölçülmüş, son testlerde ise bu değer $169,7 \pm 5,6$ ’ya kadar ulaşmıştır. Tarakçı, (2018) yaptığı araştırmada anaerobik eşikteki KAH parametresindeki %2,2’lik artış, bu tez araştırmasındaki anaerobik eşikteki KAH artışı (%5,7) ile tutarlılık göstermektedir. Duman, (2007) yaptığı araştırmada yaş ortalamaları $13,77 \pm 7,3$ olan erkek sporcularda ön testlerde anaerobik eşikteki KAH değeri 169 olarak ölçülmüş yapılan 6 haftalık anaerobik eşik üstü egzersizden sonra son testlerde KAH değeri 173,8 olarak ölçülmüştür. Duman, (2007) yaptığı araştırmadaki anaerobik eşikteki KAH

parametresindeki %2,8'lik artış, bu tez araştırmasındaki anaerobik eşikteki KAH artışı (%5,7) ile tutarlılık göstermektedir. Coşkun, (2018) yaptığı çalışmada yaş ortalamaları $19,8 \pm 2,0$ erkek voleybolcularda anaerobik eşikteki KAH değeri $159,57 \pm 31,9$ olarak bulunmuştur. Coşkun, (2018) yaptığı çalışmadaki anaerobik eşikteki KAH değeri, bu tez araştırmasındaki anaerobik eşikteki KAH değeri ($\text{ÖT}=158,3 \pm 12,6$ $\text{ST}=167,4 \pm 8,6$) ile tutarlılık göstermektedir.

Futbolcuların oksijen alım kinetiğindeki yanıtları incelendiğinde Nyberg vd., (2016) yaş ortalamaları $23,5 \pm 4,0$ olan 16 erkek futbolcuda yaptığı çalışmada futbolculara ön testler ile ölçümler gerçekleştirmiş sonrasında 9 haftalık sprint interval antrenman programı uygulamış ve son testler oksijen alım kinetiği yanıtlarını incelemiştir. Nyberg vd., (2016) yaptığı bu çalışmadaki $\text{VO}_{2\text{genlik}}$ (ml/kg/dk^{-1}) parametresindeki %1,2 azalma bu tez araştırmasındaki $\text{VO}_{2\text{genlik}}$ parametresindeki %9,3'lük azalma ile tutarlılık göstermektedir. $\text{VO}_{2\text{genlik}}$ (ml/kg/dk^{-1}) parametresindeki azalmanın bu tez araştırmasında daha fazla olması, futbolcu yaşlarının daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Edgett vd., (2013) yaş ortalamaları $22 \pm 1,6$ erkek sporcularda 4 haftalık antrenman programı uygulamıştır. Ön testler sonrası antrenman programı uygulanmış, $\text{VO}_{2\text{genlik}}$ (ml/kg/dk^{-1}) değeri %3,2'lik bir azalma meydana gelmiştir. Edgett vd., (2013) yaptığı çalışmada $\text{VO}_{2\text{genlik}}$ (ml/kg/dk^{-1}) parametresindeki %3,2'lik azalma, bu tez araştırmasındaki $\text{VO}_{2\text{genlik}}$ (ml/kg/dk^{-1}) parametresindeki %9,3'lük azalma ile tutarlılık göstermektedir. $\text{VO}_{2\text{genlik}}$ (ml/kg/dk^{-1}) parametresindeki azalmanın bu tez araştırmasında daha fazla olması futbolcu yaşlarının daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Millet vd., (2002) yaş ortalamaları $24,3 \pm 5,2$ olan sporcularda yaptığı çalışmada ön testlerde $\text{VO}_{2\text{genlik}}$ (ml/kg/dk^{-1}) parametresi $46,4 \pm 9,4$ olarak ölçülmüştür. Ön testler sonrası 14 hafta dayanıklılık antrenman programı uygulamış son testlerde ise bu değer $44,2 \pm 9,9$ olarak ölçülmüştür. Millet vd., (2002) çalışmasında $\text{VO}_{2\text{genlik}}$ (ml/kg/dk^{-1}) parametresindeki %4,7'lik azalma bu tez araştırmasındaki %9,3'lük azalma ile tutarlılık göstermektedir.

Nyberg vd., (2016) oksijen alım kinetiği üzerine yaptığı çalışmada yaş ortalamaları $23,5 \pm 4,0$ olan 16 erkek futbolcuda koşu ekonomisi (ml/kg/km^{-1}) parametresini ön testlerde ölçümünü yapmış sonrasında sprint interval antrenman programı uygulamış ve son testler ile ölçümleri tamamlamıştır. Nyberg vd., (2016) yaptığı çalışmada koşu ekonomisi (ml/kg/km^{-1}) parametresindeki %2,2'lik azalma, bu tez araştırmasında koşu ekonomisi (ml/kg/km^{-1}) parametresindeki %8,6'lık azalma ile tutarlılık göstermektedir. Guglielmo vd., (2009) yaptıkları çalışmada yaş ortalamaları $27,4 \pm 4,4$ olan koşucularda 4 haftalık antrenman programı uygulamış, ön test ve son test olmak üzere ölçümlerini gerçekleştirmiştir. Guglielmo

vd., (2009) alışmasında koşu ekonomisi (ml/kg/km^{-1}) parametresinde %6,3'lük bir azalma gerçekleşmiştir ve bu tez araştırmasındaki %8,6'lık azalma ile tutarlılık göstermektedir.

Murias vd., (2015) yaş ortalaması 25 ± 2 olan erkeklerde yaptığı çalışmada toplam 8 antrenmandan oluşan 2,5 haftalık antrenman programı uygulamış, ön test ve son test olmak üzere ölçümlerini gerçekleştirmiştir. Murias vd., (2015) yaptığı çalışmada n testlerde τVO_2 (s) değeri $33,6 \pm 15,6$ iken antrenman programı sonrası bu değer $25,3 \pm 2,3$ olarak ölçülmüştür. Murias vd., (2015) yaptığı çalışmadaki %24,7'lik bir azalma, bu tez araştırmasındaki %13,0'lık azalma ile tutarlılık göstermektedir. Nyberg vd., (2016) yaptıkları araştırmada yaş ortalamaları $23,5 \pm 4,0$ olan 16 erkek futbolcuda 9 haftalık sprint interval antrenman programı uygulamış ve oksijen alım kinetiği yanıtlarındaki değişimi incelemiştir. Nyberg vd., (2016) lmn yaptığı τVO_2 parametresinde antrenman programı sonrası %13,02'lik bir azalma gerçekleşmiş ve bu tez araştırmasındaki τVO_2 parametresindeki %13,0'lık azalma ile tutarlılık göstermektedir. Millet vd., (2002) yaptığı araştırmada yaş ortalamaları $21,4 \pm 2,1$ olan sporcularda yaptığı araştırmada ön test ölçümlerini gerçekleştirmiştir sonrasında 14 haftalık antrenman programı uygulamış ve son testler ile ölçümleri tamamlamıştır. Millet vd., (2002) yaptığı araştırmada τVO_2 parametresinde antrenman sonrası %19,0'lık bir azalma gerçekleşmiştir. Millet vd., (2002) lm yaptığı τVO_2 parametresindeki azalma ile bu tez araştırmasındaki %13,0'lık azalma tutarlılık göstermektedir.

Yapılan literatür araştırması sonucu sprint interval antrenmanların futbolcularda toparlanma VO_2 kinetiğine etkisini belirlemeye yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu tez araştırmasının bulguları bu açıdan literatüre katkı sağlamaktadır.

6.2. Sonuç

Bu tez araştırması sonucu gerçekleştirilen 8 haftalık sprint interval antrenman programı futbolcuların maksimal yanıtlarının daha st seviyelere ulaşmasını sağlamıştır. Futbolcuların aynı protokoldeki artırmalı egzersize daha uzun süre devam edebilme yeteneği gelişmiştir. Maksimal yanıtlarda 8 haftalık antrenman programı sonrası KAH_{maks} ve RER değerlerinde bir gelişim gözlenmemiştir. Yapılan sprint interval antrenman programı ile beraber futbolcuların AE noktasına geç ulaşmaları sonucu egzersize daha uzun süre devam edebilme yeteneği gelişmiştir ve oksijen alım kinetiğinin hızlandığı sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak, sprint interval antrenman programının kardiyovasküler ve solunum adaptasyonu ve oksijen alım kinetiği yanıtları açısından fark yarattığı belirlenmiştir.

6.3. neriler

Bu tez araştırması sonuçları doğrultusunda antrenörlere aşağıdaki öneriler sunulabilir:

1. Futbolcuların maksimal yanıtlarının gelişiminde sprint interval antrenman programının, yapılacak olan futbol antrenmanlarına dahil edilebileceği önerilebilir.
2. Amacı futbolcuların AE noktasını geliştirme olan futbol antrenman programlarında, sprint interval antrenman programının uygulanması önerilebilir.
3. Futbolcularda oksijen alım kinetiğinin geliştirilmesinde sprint interval antrenman programının, futbol antrenmanlarına dahil edilebileceği önerilebilir.

Bu tez araştırması doğrultusunda araştırmacılara aşağıdaki öneriler sunulabilir:

1. Farklı yaş gruplarında sprint interval antrenmanların kronik kardiyovasküler, solunum adaptasyonu ve oksijen alım kinetiğindeki değişimi araştırılabilir.
2. Farklı yüklerdeki sprint interval antrenmanların kronik kardiyovasküler, solunum adaptasyonu ve oksijen alım kinetiğindeki değişimi araştırılabilir.
3. Yükseltide yapılan sprint interval antrenmanların kronik kardiyovasküler, solunum adaptasyonu ve oksijen alım kinetiğindeki değişimi araştırılabilir.

7. KAYNAKÇA

Aguiar, R.A., Lisbôa, F.D., Turnes, T., Cruz, R.S.O., Caputo, F. (2015). The Effects of Different Training Backgrounds on VO₂ Responses to All-Out and Supramaximal Constant-Velocity Running Bouts. *PloS One*, 10(8), e0133785.

Akgün, N. (1992). Egzersiz Fizyolojisi. 4. Baskı, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

Akgün, N. (1996). Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. 5. Baskı, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

Akılveren, E., Şahan, A. and Erman, A. (2021). Futbolda Yüksek Şiddetli İnterval ve Tekrarlı Sprint Antrenmanların Aerobik Performans Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 136-148.

Alpar, P., Porembski, M., and Pickerodt, S. (2001). Measuring the Efficiency of Web Site Traffic Generation. *International Journal of Electronic Commerce*, 6(1), 53-74.

Altınkök, M. (2015). An Analysis on the Spheres of İnfluence of High-İntensity İnterval Training (HIIT) Practices. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 1(2), 463-475.

Armstrong, N., Williams, C.A., Balding, J., Gentle, P., Kirby, B. (1991). The Peak Oxygen Uptake of British Children With Reference to Age, Sex and Sexual Maturity. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 62(5), 369-375.

Armstrong, N. and McManus, A.M. (2011). Physiology of Elite Young Male Athletes. *The Elite Young Athlete*, 56, 1-22.

Aubert, A.E., Seps, B. and Beckers, F. (2003). Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Medicine*, 33(12), 889-919.

Aziz A.R., Tan, F.H.Y. and Teh, K.C. (2005). A Pilot Study Comparing Two Field Tests With the Treadmill Run Test in Soccer Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4(2), 105-112.

Bangsbo, J. (2014). Physiological Demands of Football. *Sports Science Exchange*, 27(125), 1-6.

Bangsbo, J., Mohr, M. and Krstrup, P. (2006). Physical and Metabolic Demands of Training and Match-Play in the Elite Football Player. *Journal of Sports Sciences*, 24(07), 665-674.

Basset, D.R. and Howley, E.T. (2000). Limiting Factors for Maximum Oxygen Uptake and Determinants of Endurance Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(1), 70-84.

Branco, B.H.M., Mendes, F., Ladeia, G.F., Bertolini, S.M.M.G., Badilla, P. V., Andreato, L. V. (2020). Maximum Heart Rate Predicted by Formulas Versus Values Obtained in Graded Exercise Tests in Brazilian Jiu-Jitsu Athletes. *Sport Sciences for Health*, 16(1), 39-45.

Bruce, R.A., Fischer, L. and Cooper, M. (1974). Separation of Effects of Cardiovascular Disease and Age on Ventricular Function. *The American Journal of Cardiology*, 34(7), 757-763.

Bruce, R.A., Blackman, J.R. and Jones, W. J. (1963). Exercise Testing in Adult Normal Subjects and Cardiac Patients. *Pediatrics* 32(4), 742-756.

Bruce, R.A., Kusumi, F., and Hosmer, D. (1973). Maximal Oxygen Intake and Nomographic Assessment of Functional Aerobic Impairment in Cardiovascular Disease. *American Heart Journal*, 85(4), 546-562.

Buchheit, M. and Laursen, P.B. (2013). High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338.

Camarda, S.R.A., Tebexreni A.S., Páfaró, C.N., Sasai, F.B., Tambeiro, V.L., Juliano, Y., Barros T.L. (2008). Comparison of Maximal Heart Rate Using the Prediction Equations Proposed by Karvonen and Tanaka, *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 91, 311-314.

Calandro, A., Esposito, G., and Altavilla, G. (2020). Intermittent Training and Improvement of Anthropometric Parameters and Aerobic Capacity in Youth Football.

Cammen, M.H., IJsselstijn, H., Takken, T., Willemsen, S.P., Tibboel, D., Stam, H.J., Berg, R.J. (2010). Exercise Testing of Pre-School Children Using the Bruce Treadmill Protocol: New Reference Values. *European Journal of Applied Physiology*, 108(2), 393-399.

Ceylan, E. (2014). Kardiyopulmoner Egzersiz Testleri. *Journal of Clinical & Experimental Investigations*, 5(3).

Christensen, P.M., Krstrup, P., Gunnarsson, T.P., Kiilerich, K., Bangsbo, J. (2011). VO₂ Kinetics and Performance in Soccer Players After Intense Training and Inactivity. *Med Sci Sports Exercise*, 43(9):1716- 1724.

Cocks, M., Shaw, C.S., Shepherd, S.O., Fisher, J.P., Ranasinghe, A.M., Barker, T.A., Wagenmakers, A.J.M. (2013). Sprint Interval and Endurance Training are Equally Effective in Increasing Muscle Microvascular Density and eNOS Content in Sedentary Males. *The Journal of Physiology*, 591(3), 641–656.

Collins, T. (2018). How Football Began: a Global History of How the World's Football Codes Were Born. Routledge.

Coşkun, E. (2018). Voleybol Oyuncularında Cinsiyet Farklılığına Göre Vücut Kompozisyonu ile Aerobik ve Anaerobik Performansın Karşılaştırılması. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Çiçek, Ş., Batchev, V. and Bizati, Ö. (2004). Profesyonel Futbolcuların Maç Esnasında Kalp Atım Hızı Değişikliklerinin Değerlendirilmesi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9(3), 59-66.

Demiriz, M., Erdemir, İ. and Kayhan, R. F. (2015). Farklı Dinlenme Aralıklarında Yapılan Anaerobik İnterval Antrenmanın, Aerobik Kapasite, Anaerobik Eşik ve Kan Parametreleri Üzerine Etkileri. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS*, 1(1), 1-8.

Dilektaşlı, A.G. (2019). Kardiyopulmoner Egzersiz Testleri ve Alan Testleri. *Güncel Göğüs Hastalıkları Serisi*, 7(1), 26-38.

Doncaster, G., Iga, J. and Unnithan, V. (2017). Assessing Differences in Cardiorespiratory Fitness With Respect to Maturity Status in Highly Trained Youth Soccer Players. *Pediatric Exercise Science*, 30(2), 216-228.

- Doncaster, G., Marwood, S., Iga, J., Unnithan, V. (2016). Influence of Oxygen Uptake Kinetics on Physical Performance in Youth Soccer. *European Journal of Applied Physiology*, 116(9), 1781-1794.
- Drust, B., Reilly, T. and Cable, N. T. (2000). Physiological Responses to Laboratory-Based Soccer-Specific Intermittent and Continuous Exercise. *Journal of Sports Sciences*, 18(11), 885-892.
- Duman, A. (2007). Çocuklarda Farklı Şiddetlerde Yapılan Antremanların Anaerobik Eşik Düzeyde Etkileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Dündar, U. (1998). Antrenman Teorisi. 6. Baskı, Ankara: Bağırhan Yayınevi.
- Edgett, B.A., Ross, J.E., Green, A.E., MacMillan, N.J., Milne, K.J., Gurd, B. J. (2013). The Effects of Recreational Sport on VO₂peak, VO₂ Kinetics and Submaximal Exercise Performance in Males and Females. *European Journal of Applied Physiology*, 113(1), 259-266.
- Ekstrand, J., Gillquist, J., Moller, M., Oberg, B., Liljedahl, S O. (1983). Incidence of Soccer Injuries and Their Relation to Training and Team Success. *The American Journal of Sports Medicine*, 11(2), 63-67.
- Eldridge, J.E., Ramsey, C.L. and Hossack, K.F. (1986). Effects of the Limiting Symptom on the Achievement of Maximal Oxygen Consumption in Patients With Coronary Artery Disease. *The American Journal of Cardiology*, 57(8), 513–517.
- Faff, J., Sitkowski, D., Ladyga, M., Klusiewicz, A., Borkowski, L., Starczewska-Czapowska, J. (2007). Maximal Heart Rate in Athletes. *Biology of Sport*, 24(2), 129.
- Fister, I., Fister Jr, I., Fister, D. (2019). Theory of Sports Training. In *Computational Intelligence in Sports* (pp. 103-119).
- Gabrys, T., Stanula, A., Szmatlan-Gabrys, U., Garnys, M., Charvát, L., Gupta, S. (2020). Metabolic and Cardiorespiratory Responses of Semiprofessional Football players in Repeated Ajax Shuttle Tests and Curved Sprint Tests, and Their Relationship With Football Match Play. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7745.

- Gibala, M.J., Little, J.P. and MacDonald, M.J. (2012). Physiological Adaptations to Low-Volume, High-Intensity Interval Training in Health and Disease. *The Journal of Physiology*, 590(5), 1077-1084.
- Gist, N.H., Fedewa, M.V., Dishman, R.K., Cureton, K.J. (2014). Sprint Interval Training Effects on Aerobic Capacity: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 44(2), 269–279.
- Goldblatt, D. (2007). The Ball is Round: a Global History of Football. Penguin UK.
- Grey, T.M., Spencer, M.D., Belfry, G.R., Kowalchuk J.M., Paterson D.H., Murias, J.M. (2014). Effects of Age and Long-Term Endurance Training on VO₂ Kinetics". *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(2), 289-298.
- Guglielmo, L.G.A., Greco, C.C. and Denadai, B.S. (2009). Effects of Strength Training on Running Economy. *International Journal of Sports Medicine*, 30(01), 27-32.
- Günay, M. and Yüce, A. (1996). "Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri", Ankara: Seren Matbaacılık.
- Gündüz, N. (1997). Antrenman Bilgisi, 2.Baskı, İzmir: Saray Tıp Kitapevi.
- Güngör E.O. (2014). Anaerobik Eşik Altı ve Üstü Bisiklet Egzersizinde Oksijen Alım Kinetiğinin Değerlendirilmesi. Yayımlanmış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Gürsel, G. (2000). Egzersiz Testleri Klinik Tanıdaki Yeri ve Hasta Takibindeki Önemi. *Solunum* 2: 175-192.
- Gürtaş, M. (2017). Futbolda 09-14 Yaş Fiziksel Performans Antrenman Programı. Ankara: Bilnet Matbaacılık.
- Helgerud, J., Engen L. C., Walsloff, U., Hoff, J. (2001). Aerobic Endurance Training Improves Soccer Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1925-1931.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O.J., Hoff, J. (2011). Strength and Endurance in Elite Football Players. *International Journal of Sports Medicine*, 32(09), 677-682.

İstek, T. (2013). 14 Yaş Performans Tenisçilerinin Müsabaka Eirasındaki Kalp Atım Hızlarının Bazı Aksiyonlarla Olan İlişkisinin İncelenmesi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Jones, A.M., and Poole, D.C. (2005). Oxygen Uptake Dynamics: From Muscle to Mouth-An Introduction to the Symposium. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(9), 1542-1550.

Karatosun, H. (2003). Antrenmanın Fizyolojik Temelleri. Isparta: Tuğra Basımevi.

Kenney, W., Wilmore, J. and Costill, L. (2021). Spor ve Egzersiz Fizyolojisi. Ankara: Spor Yayınevi.

Konter, E. (1997). Süratin Teori ve Pratiği. Ankara: Bağırğan Yayınevi.

Krespi, M., Sporiš, G. and Mandić-Jelaska, P. (2018). Effects of Two Different Tapering Protocols on Fitness and Body Composition in Young Soccer Players: Positional Differences. *Acta Kinesiologica*, 12(1), 62-71.

Lebediev, S., Beziazychnyi, B., Bulgakov, O., Stadnik, S., Khudiakova, V., Yefremenko, A., Petrusenko, N. (2019). Analysis of Motor Activity of Professional Football Team Players in the Ukrainian First League.

MacDougall, J.D., Hicks, A.L., MacDonald, J.R., McKelvie, R.S., Green, H.J., Smith, K.M. (1998). Muscle Performance and Enzymatic Adaptations to Sprint Interval Training. *Journal of Applied Physiology*, 84(6), 2138-2142.

Mandroukas, A. and Heller, J. (2019). Maximal Oxygen Uptake and Concentric İsokinetic Muscle Strength in Pubertal Football Trained and Untrained Boys of the Same Biological Age. *Auc Kınanthropologica*, 55(1), 21-31.

Matsuo, T., Saotome, K., Seino, S., Shimojo, N., Matsushita, A., Iemitsu, M., Mukai, C. (2014). Effects of a Low-Volume Aerobic-Type Interval Exercise on VO2max and Cardiac Mass. *Med Sci Sports Exercise*, 46(1), 42-50.

McKay, G.A., and Banister, E.W. (1976). A Comparison of Maximum Oxygen Uptake Determination by Bicycle Ergometry at Various Pedaling Frequencies and by Treadmill Running at Various Speeds. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 35(3), 191-200.

Medbø, J.I., and Burgers, S. (1990). Effect of Training on the Anaerobic Capacity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(4), 501-507.

Menz, V., Marterer, N., Amin, S. B., Faulhaber, M., Hansen, A. B., Lawley, J. S. (2019). Functional vs. Running Low-Volume High-Intensity Interval Training: Effects on Vo2max and Muscular Endurance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 18(3), 497.

Messonnier, L., Denis, C. And Prieur, F. (2005). Are the Effects of Training on Fat Metabolism Involved in the Improvement of Performance During High-Intensity Exercise? *European Journal of Applied Physiology*, 94(4), 434-441.

Metaxas, T.I., Koutlianos, N.A., Kouidi, E.J., Deligiannis, A. P. (2005). Comparative Study of Field and Laboratory Tests For the Evaluation of Aerobic Capacity in Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 79-84.

Millet, G.P., Jaouen, B., Borrani, F., Candau, R. (2002). Effects of Concurrent Endurance and Strength Training on Running Economy and VO₂ Kinetics. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(8), 1351-1359.

Mohr, M., Krstrup, P. and Bangsbo, J. (2003). Match Performance of High Standard Soccer Players With Special Reference to Development of Fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519-528.

Murias, J.M., Edwards, J.A. and Paterson, D.H. (2016). Effects of Short- Term Training and Detraining on VO₂ Kinetics: Faster VO₂ Kinetics Response After One Training Session. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(6), 620-629.

Nelson, D.M. (1994). *The Anatomy of a Game: Football, the Rules, and the Men Who Made the Game*. University of Delaware Press.

Nemoto, I., Iwaoka, K., Funato, K., Yoshioka, N., Miyashita, M. (1988). Aerobic Threshold, Anaerobic Ahreshold, and Maximal Oxygen Uptake of Japanese Speed-Skaters. *International Journal of Sports Medicine*, 9(06), 433-437.

Nesti, M. and Sulley, C. (2014). *Youth Development in Football: Lessons From the World's Best Academies*. Routledge.

Nikolaidis, P.T. (2014). Maximal Heart Rate in Soccer Players: Measured Versus Age Predicted. *Biomedical Journal*, 38(1).

Nyberg, M., Fiorenza, M., Lund, A., Christensen, M., RØmer, T., Piil, P., Gunnarsson, T.P. (2016). Adaptations to Speed Endurance Training in Highly Trained Soccer Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(7), 1355-1364.

Parmar, A., Jones, T.W., Hayes, P.R. (2021). The Dose-Response Relationship Between Interval-Training and VO₂max in Well-Trained Endurance Runners: A Systematic Review. *Journal of Sports Sciences*, 1-18.

Plowman, S.A. and Smith, D.L. (2013). Exercise Physiology for Health Fitness and Performance. Lippincott Williams & Wilkins.

Raleigh, J.P., Giles, M.D., Islam, H., Nelms, M., Bentley, R.F., Jones, J.H., Gurd, B.J. (2018). Contribution of Central and Peripheral Adaptations to Changes in Maximal Oxygen Uptake Following 4 Weeks of Sprint Interval Training. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(10), 1059-1068.

Rampinini, E., Sassi, A. and Azzalin, A. (2010). Physiological Determinants of Yo-Yo Intermittent Recovery Tests in Male Soccer Players. *European Journal of Applied Physiology*, 108(2), 401-409.

Riboli, A., Coratella, G., Rampichini, S., Limonta, E., Esposito, F. (2021). Testing Protocol Affects the Velocity at VO₂max in Semi-Professional Soccer Players. *Research in Sports Medicine*, 1-11.

Robergs, R.A. and Roberts, S.O. (1997). Exercise Physiology. *Exercise, Performance, and Clinical Applications*. St. Louis: Mosby-Year Book.

Rumpoko, S. S., & Sunjoyo, S. (2020). Kapasitas Aerobik Dan Anaerobik Aada Anak Laki-Laki Dan Perempuan Usia Dini Dijintau Dari Ketinggian Wilayah Di Provinsi Jawa Tengah. *TRIHAYU: Jurnal Pendidikan Ke-SD-an*, 6(2).

Serin, E. ve Taşkın, H. (2016). Anaerobik Dayanıklılık ile Dikey Sıçrama Arasındaki İlişki. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 37-43.

Shchepotina, N., Kostiukevych, V., Asauliuk, I., Stasiuk, V., Vozniuk, T., Dmytrenko, S., Adamchuk, V. (2021). Management of Training Process of Team Sports Athletes During the Competition Period on the Basis of Programming (Football-Based). *Teoriâ ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*, 21(2), 142-151.

Silva, C.D., Cerqueira, M.S., Moreira, D.G., Marins, J.C.B. (2013). Reliability of Maximum Heart Rate in Match's and Comparison With Predicted in Young Soccer Players. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 6(4), 129-134.

Simonson, D.C., and DeFronzo, R.A. (1990). Indirect Calorimetry: Methodological and Interpretative Problems. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 258(3), E399-E412.

Sousa, A., Ribeiro, J. and Figueiredo, P. (2019). Physiological Demands in Sports Practice. *In The Sports Medicine Physician* pp. 37-44.

Tarakçı, S. (2018). Profesyonel Futbolcularda Yüksek Şiddetli Dar Alan Oyunlarının Futbolcuların Mevkilerine Göre Tekrarlı Sprint Becerisi, Anaerobik Eşik, Reaksiyon Sürati, Pozitif İvmelenme ve Çeviklik Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Taylor, M. (2013). *The Association Game: A history of British Football*. Routledge.

Türkiye Futbol Federasyonu (TFF). (2021). *Futbol Gelişim Dergisi*. Ankara.

Thomassen, M., Christensen, P.M., Gunnarsson, T.P., Nybo, L., Bangsbo, J. (2010). Effect of 2-wk Intensified Training and Inactivity on Muscle Na⁺-K⁺ Pump Expression, Phospholemman (FX1D1) Phosphorylation and Performance in Soccer Players. *Journal of Applied Physiology*, 108(4), 898-905.

Tuncel, O. (2018). Futbolda Dayanıklılık Performansı. *Iğdır Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 16-23.

Ünal, M. (2019). *Egzersiz Fizyolojisi*. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri.

Yoon, B.K., Kravitz, L. and Robergs, R. (2007). VO₂max, Protocol Duration, And The VO₂ Plateau. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(7), 1186-1192.

Wewege, M., Berg, R., Ward, R.E., Keech, A. (2017). The Effects of High-Intensity Interval Training vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Body Composition in Overweight and Obese Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Obesity Reviews*, 18(6), 635-646.

Wen, D., Utesch, T., Wu, J., Robertson, S., Liu, J., Hu, G., Chen, H. (2019). Effects of Different Protocols of High-Intensity Interval Training for VO₂max Improvements in Adults: A Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(8), 941-947.



Gönüllü Katılım Formu

Bu çalışma “**Futbolcularda Oksijen Alım Kinetiğinin Değerlendirilmesi**” başlıklı bir araştırma olup aktif spor yapan U-19 yaş grubu futbolcularının antrenman dönemi öncesindeki ve 8 haftalık antrenman programı sonrasındaki oksijen alım kinetiği parametrelerindeki değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Dr. Öğr. Üyesi Elvin Onarıcı Güngör tarafından yürütülmektedir. Çalışma sonucunda sprint isterval antrenmanın futbolcuların gelişimindeki önemi ortaya çıkacaktır.

- Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.
- Çalışmanın amacı doğrultusunda, deneysel araştırma (araştırmanın türü/türleri) yapılarak sizden veriler toplanacaktır.
- İsminizi yazmak ya da kimliğinizi açığa çıkaracak bir bilgi vermek zorunda değilsiniz/araştırmada katılımcıların isimleri gizli tutulacaktır.
- Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
- İstemeniz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
- Sizden toplanan veriler gizlilik yöntemi ile korunacak ve araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir.
- Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz.

Gönüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederim. Çalışma hakkındaki sorularınızı Eskişehir Teknik Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Eğitimi bölümünden Dr. Öğr. Üyesi Elvin Onarıcı Güngör’e yöneltebilirsiniz.

Araştırmacı Adı:

Adres:

Cep Tel:

Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabilceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.

(Lütfen bu formu doldurup imzaladıktan sonra veri toplayan kişiye veriniz.)

Katılımcı Ad ve Soyadı:

İmza:

Tarih:



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı:

Doğum Tarihi ve Yeri:

E-posta Adresi:

Eğitim Durumu:

Lise:

Lisans:

ORCID NO:

