

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜZMEDE KULLANILAN FARKLI ANTRENMAN ŞİDDETİ
GÖSTERGELERİNİN ZİRVE OKSİJEN TÜKETİMİ İLE
İLİŞKİSİ**

Gökhan DENİZLİ

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA
2023**

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜZMEDE KULLANILAN FARKLI ANTRENMAN ŞİDDETİ
GÖSTERGELERİNİN ZİRVE OKSİJEN TÜKETİMİ İLE
İLİŞKİSİ

Gökhan DENİZLİ

Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Tahir HAZIR

ANKARA

2023

ONAY SAYFASI

YÜZMEDE KULLANILAN FARKLI ANTRENMAN ŞİDDETİ GÖSTERGELERİNİN ZİRVE
OKSİJEN TÜKETİMİ İLE İLİŞKİSİ
GÖKHAN DENİZLİ
PROF. DR. TAHİR HAZİR

Bu tez çalışması 05.12.2023 tarihinde jürimiz tarafından "Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER
Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Üye: Prof. Dr. Özgür ÖZKAYA
Ege Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi //

Üye: Doç. Dr. Ş. Alpan CİNEMRE
Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Üye: Doç. Dr. Sinem HAZİR AYTAR
Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi

Üye: Prof. Dr. Ş. Nazan KOŞAR
Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

02 Şubat 2024

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

05/02/2024

Gökhan DENİZLİ

¹ “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir. * Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** tarafından karar verilir.

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Tez Danışmanının Prof. Dr. Tahir HAZIR danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Gökhan DENİZLİ

TEŞEKKÜR

Veri toplama sürecimin 2019 COVID pandemisine denk gelmesine rağmen doktora eğitimim boyunca değerli bilgileri, engin tecrübeleriyle bana rehberlik edip yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Tahir HAZIR' a,

Tezimin yavaş ama emin adımlarla ilerlemesine katkı sağlayan Tez İzleme Komite üyelerim Doç. Dr. Ş. Alpan Cinemre' ye, Doç. Dr. Sinem Aytar Hazır' a

Doktora sürecimin her aşamasında desteğini hep hissettiğim Prof. Dr. Ayşe Kin İşler'e

Oldukça zor olan ve zahmet gerektiren bu çalışmaya katılmayı kabul ederek bizim için değerli zamanlarını ayıran tüm sporcu ve antrenörlere,

Eğitim öğretim hayatım boyunca her türlü desteklerini esirgemeyen sevgili aileme,

Doktora çalışmam süresince teşekkür metnine isimleri sığmayacak tüm isimsiz kahramanlara,

Çok teşekkür ederim.

ÖZET

Denizli G., Yüzmede Kullanılan Farklı Antrenman Şiddeti Göstergelerinin Zirve Oksijen Tüketimi ile İlişkisi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Doktora Tezi, Ankara, 2023. Bu çalışmada yüzücülerde laktat eşliğindeki yüzme hızı, kritik hız, maksimal yüzme hızı ve farklı mesafelerdeki yüzme hızları (50m, 100m, 200m ve 400m) ile VO_{2zirve} ve karşılık gelen yüzme hızı arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu amaçla katılımcılara 25m, 50m 100m, 200m ve 400m maksimal yüzme testleri ile 7x200m kademeli artan test protokolü serbest stilde yüzdürülmüştür. Yüzülen farklı mesafeler süreye karşılık grafiğe geçirilerek elde edilen regresyon eğrisinin eğiminden kritik hız hesaplanmıştır. 7x200 m kademeli artan test esnasında alınan kan örneklerinden laktat konsantrasyonu ölçülmüş ve laktat dönüm noktası yöntemi ile laktat eşığı belirlenmiştir. Bu çalışmanın örneklemini 500 ve üzeri FINA puanı almış 15-16 yaş ulusal ve uluslararası düzeydeki kadın ve erkek Türk yüzücülerden 16 kadın ve 19 erkek toplam 35 yüzücü oluşturmuştur. Kademeli artan test sonunda hemen havuzdan çıkmadan önce her ekspirasyon havasını analiz eden portatif bir gaz analiz sistemiyle 20 saniye süreyle oksijen tüketimleri ölçülmüş ve geri kestirim formülü ile oksijen tüketim değerleri belirlenmiştir. Testler sonrası parmaktan alınan kan örneğinden bir el analizörü ile laktik asit ölçümü yapılmıştır. Çalışma sonucunda hem kadın hem de erkek yüzücülerin kritik hızları VO_{2zirve} yüzme hızlarının %93, 200m yüzme hızları %97, 400m yüzme hızları %95 olarak bulunmuştur. Anaerobik eşik yüzme hızı erkeklerde VO_{2zirve} hızının %91' i bulunurken kadınlarda %87' si olarak bulunmuştur. Erkek yüzücülerde VO_{2zirve} değeri ve anaerobik eşik yüzme hızı (AnE YH), kritik hız (KH), 200m, 400m yüzme hızları arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Erkeklerden farklı olarak kadın sporcularda VO_{2zirve} ve AnE YH arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır. Sadece erkeklerde maksimal yüzme hızı ve 50m yüzme hızı (50m YH) arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Erkek sporcularda VO_{2zirve} yüzme hızı ve AnE YH, KH, 100m YH, 200m YH, 400m YH arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Erkek sporculardan farklı olarak kadın sporcularda VO_{2zirve} yüzme hızı ve KH arasında ilişki bulunamamıştır.

Anahtar Kelimeler: VO_{2zirve} , kritik hız, anaerobik eşik, maksimal hız

ABSTRACT

Denizli G. The Relationship Between Various Training Intensity Indicators Used in Swimming and Peak Oxygen Consumption Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, PhD Thesis in Sport Sciences and Technology, Ankara, 2023. In this study, the relationships between swimming speed at lactate threshold, critical speed, maximal swimming speed, and swimming speeds at different distances (50m, 100m, 200m, and 400m) with peak oxygen consumption (VO_{2peak}) and corresponding swimming speed were examined in swimmers. For this purpose, participants swam 25m, 50m, 100m, 200m, and 400m maximal swimming tests, as well as a 7x200m incremental test protocol in freestyle. The critical speed was determined from the slope of the regression curve obtained by plotting swimming speeds against corresponding time for different distances swum. Lactate concentration was measured from blood samples taken during the 7x200m incremental test, and the lactate threshold was determined using the lactate inflection point method. The study includes 35 swimmers (16 females and 19 males) aged 15-16, who achieved 500 or more FINA points at the national and international levels. Oxygen consumption is measured using a portable gas analysis system for 20 seconds immediately before exiting the pool after 7x200 test. Oxygen consumption values are determined using a back-estimation formula. Lactic acid measurement is performed from a finger blood sample using a hand analyzer post-tests. The study concludes that both female and male swimmers' critical speeds are found to be 93% of VO_{2peak} swimming speeds, 97% of 200m swimming speeds, and 95% of 400m swimming speeds. Anaerobic threshold swimming speed is found to be 91% of VO_{2peak} speed in males and 87% in females. Significant relationships are found in male swimmers between VO_{2peak} and anaerobic threshold swimming speed, critical speed, 200m, and 400m swimming speeds. Unlike males, female athletes do not show a significant relationship between VO_{2peak} and anaerobic threshold swimming speed. Only in males is there a significant relationship between maximal swimming speed and 50m swimming speed. In male athletes, significant relationships are found between VO_{2peak} swimming speed and anaerobic threshold swimming speed, critical speed, 100m, 200m, and 400m swimming speeds. In contrast to male athletes, no relationship is found between VO_{2peak} swimming speed and critical speed in female athletes.

Key Words: VO_{2peak} , critical speed, anaerobic threshold, maximal speed.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	7
1.2. Problemler	7
1.3. Hipotezler	8
1.4. Sınırlılıklar	8
1.5. Sayıtlar	8
1.6. Araştırmanın Önemi	9
2. GENEL BİLGİLER	13
2.1. Yüzme Sporu	13
2.2. Enerji Sistemleri	14
2.3. Enerji Sistemlerinin Etkileşimi	16
2.4. Zirve Oksijen Tüketimi (VO_{2zirve})	17
2.5. Kritik Yüzme Hızı	21
2.6. Laktat Eşiği	21
2.7. Yüzmede Oksijen Alımı	22
2.8. Yüzmede Geri Kestirim Yöntemi İle Oksijen Tüketimi Belirlenmesi	25
2.9. Zirve Oksijen Alımı	26

2.10. Yüzme Branşında Cinsiyet Farkı	27
2.11 Fizyolojik Yanıtlar	29
2.12. Biyomekanik Farklılıklar	31
3. YÖNTEM	33
3.1. Araştırma Grubu	33
3.2. Veri Toplama Araçları	33
3.3. Verilerin Toplanması	35
3.4. Verilerin Analizi	41
4. BULGULAR	42
4.1. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Fiziksel Özellikleri Ve Fina Puanları	42
4.2. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Zirve Oksijen Tüketimi (VO_{2zirve}) Ve VO_{2zirve} Yüzme Hızı Ve Maksimal Kalp Atım Hızı	43
4.3. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Farklı Antrenman Yüzme Hızları Ve KAH Yanıtları	43
4.4. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Farklı Antrenman Yüzme Hızlarının VO_{2zirve} Yüzme Hızına Yüzde Oranları	44
4.5. Kadın Ve Erkek Yüzücülerde VO_{2zirve} Ve Karşılık Gelen Yüzme Hızı Ve Farklı Antrenman Yüzme Hızları Arasındaki İlişkiler	45
4.6. Erkek Ve Kadın Yüzücülerde VO_{2zirve} Yüzme Hızı Ve Farklı Antrenman Yüzme Hızları Arasındaki İlişkiler	47
5. TARTIŞMA	49
5.1. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Fiziksel Özellikleri Ve Fina Puanları	49
5.2. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin VO_{2zirve} , VO_{2zirve} Hızı, Maksimal Kalp Atım Hızları Ve Maksimal Laktat Değerleri	51
5.3. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Laktat Eşiği Yüzme Hızları, Kritik Hızları Ve Farklı Mesafeler İçin Yüzme Hızları	55
5.4. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Farklı Mesafelerdeki Kalp Atım Hızları	57
5.5. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Farklı Antrenman Yüzme Hızlarının VO_{2zirve} Yüzme Hızına Yüzde Oranları	58

5.6. Erkek Ve Kadın Yüzücülerde Mutlak Ve Relatif VO ₂ zirve Ve Farklı Antrenman Yüzme Hızları Arasındaki İlişkiler	60
5.7. Erkek Ve Kadın Yüzücülerde VO ₂ zirve Yüzme Hızı Ve Farklı Antrenman Yüzme Hızları Arasındaki İlişkiler	63
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	66
6.1. Sonuçlar	66
6.2. Öneriler	67
7. KAYNAKLAR	69
8. EKLER	79
8.1. Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzinleri	79
8.2. Tez Çalışması Orijinallik Raporu	80
9. ÖZGEÇMİŞ	83

SİMGELER ve KISALTMALAR

100m YH	100m Yüzme Hızı
200m YH	200m Yüzme Hızı
25m YH	25m Yüzme Hızı
400m YH	400m Yüzme Hızı
50m YH	50m Yüzme Hızı
AnE YH	Laktat Eşiği Yüzme Hızı
ANTYAŞ	Antrenman Yaşı
FINAP	Fina Puanı
HIIT	High Intensity Interval Training
KAH	Kalp Atım Hızı
KAHmaks	Maksimal Kalp Atım Hızı
KF	Kulaç Frekansı
KH	Kritik Hız
KM	Kulaç Mesafesi
KO	Kulaç Oranı
LAmaks	7x200 Testinde En Yüksek Laktat Değeri
MYH	Maksimal Yüzme Hızı
VA	Vücut Ağırlığı
VKI	Vücut Kütle İndeksi
VO_{2zirve}	Zirve Oksijen Tüketimi
vVO_{2zirve}	Zirve Oksijen Tüketimine Ulaşılan Hız
VYY	Vücut Yağ Yüzdesi
YVK	Yağsız Vücut Kütlesi

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Farklı süreli egzersizlerde enerji sistemlerinin katkısı ve etkileşimi	17
2.2. Fick eşitliği	18
2.3. Stroke Volümü	19
2.4. Stroke Volümü etkileyen faktörler	19
2.5. Yarışmalarda zamanın bir fonksiyonu olarak maksimal yüzme sırasında toplam enerji çıkışı ve üç enerji dağıtım sisteminin payı	45

TABLULAR

Tablo		Sayfa
2.1.	Enerji üretebilen üç farklı metabolik sistemin özellikleri	15
2.2.	Serbest stil yüzme müsabakalarında enerji sistemlerinin bilgisayar simülasyonu ile elde edilen payları	24
3.1.	Araştırma Deseni	36
4.1	Erkek ve kadın yüzücülerin fiziksel özellikleri ve Fina puanları	42
4.2.	Erkek ve kadın yüzücülerin zirve oksijen tüketimi (VO_{2zirve}) ve VO_{2zirve} yüzme hızı ve maksimal kalp atım hızı	43
4.3.	Erkek ve kadın yüzücülerin farklı antrenman yüzme hızları	44
4.4.	Erkek ve kadın yüzücülerin farklı mesafelerdeki kalp atım hızları	44
4.5.	Erkek ve kadın yüzücülerde mutlak ve relatif VO_{2zirve} ve farklı antrenman yüzme hızları arasındaki ilişkiler	46
4.6.	Erkek ve kadın yüzücülerde VO_{2zirve} yüzme hızı ve farklı antrenman yüzme hızları arasındaki ilişkiler	47

1. GİRİŞ

Yüzme yarışlarında elde edilen hız, aerobik ve anaerobik sistemlerden kaynaklanan maksimum metabolik güç ve o mesafeyi yüzmek için gerekli enerji maliyeti ile ilgilidir. Yüzme antrenmanlarının büyük bölümü aerobik sınırlar içerisinde yürülmektedir (1). Bu nedenle aerobik sınırlar içerisinde hangi şiddetlerde antrenman yapılması gerekliliği önem taşımaktadır. Hem literatürde hem de uygulamada farklı şiddet belirleme kriterleri bulunmaktadır.

Antrenmanların planlanması ve uygulanması için 3 önemli unsur bulunmaktadır ki bunlar; antrenmanın sıklığı, hacmi ve şiddetidir. Antrenmanların sıklığı ve hacmi kolaylıkla izlenebilir ve değerlendirilebilirken şiddet bileşenini izlemek değerlendirmek oldukça zordur. Gaz analiz sistemleri ile oksijen tüketimleri, ventilasyon eşiği değerlerinin belirlenmesi teoride oldukça güçlü yöntemler olmalarına karşın uygulamada ekipmanların bulunma, taşınma ve kullanma zorluğu hem kara hem de su sporlarında vardır. Laktat ölçümleri de şiddet belirlemede önemli yöntem olmasına karşın pahalı ve uzun süren zamanlara ihtiyaç duyulması nedenleriyle uygulamada çok sık tercih edilememektedir(2). Bu nedenlerle uygulamada daha çok tahmine dayanan şiddet belirleme kriterleri kullanılmakta, genelleme yapılmakta ve varsayımlara dayandırılmaktadır.

Yüzme antrenmanlarında sporcunun hangi şiddette antrenman yapacağını belirlenmesi için kullanılan yöntemlerden birisi sabit zamana karşı mesafe veya sabit mesafeye karşı toplam sürenin belirlenmesini içerir. Bu yöntem ilk olarak 1985 yılında Olbrecht ve arkadaşları tarafından önerilmiştir. T-30 veya T-3000 testleri laktat eşiğine karşılık gelen hızın belirlenmesinde geçmişten günümüze sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemlerde sporcular 30 dakika boyunca veya 3000 metre boyunca maksimum efor ile yüzerler ve toplam süre veya mesafe 100 metre başına tempo olarak saniye cinsinden belirlenir. Olbrecht ve arkadaşları T-30 veya T-3000 testi sırasında ortalama yüzme hızının 4 mmol kan laktik asit konsantrasyonu temposuna karşılık geldiğini göstermişlerdir(3). Daha sonraki yıllarda Matsunami ve arkadaşları 3000 metre yerine 3000 metreden 600 metreye kadar pek çok farklı mesafeler denemiş ve 2000 m ve 1000 m test mesafelerinin laktat eşiğinin belirlenmesinde kullanılabilir olduğunu göstermişlerdir(4). Uzun süreli maksimal performans içeren bu testler

günümüzde hala kullanılmakla birlikte bu testlerin aerobik gücün belirleyicisi olan VO_{2zirve} ile olan ilişkisi belirsizdir.

Yüzme sporu haricinde kara sporlarında özellikle koşu bandı ve bisiklet ergometresi ile yapılan analizlerde VO_{2zirve} ve kritik hız kavramları daha kolay araştırılabilmektedir. Bununla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalarda kara sporları için kritik hız ile VO_{2zirve} arasında yeni 2 farklı antrenman bölgesi olduğu ve antrenmanların buna uygun olarak planlanması ve yönetilmesi gerektiği vurgusu yapılmaktadır (5). Buna karşılık yüzme sporunda yeterli akademik bilgi olmamasından kaynaklı olarak VO_{2zirve} değeri ancak tahmine, genellemelere ve varsayımlara dayalı yöntemlerle geliştirilmektedir. Özellikle Bergstrom ve arkadaşlarının (2017) yaptığı çalışma ve sonrasındaki süreç doksanlı yılların başından itibaren yapılan çalışmalar antrenman bölgelerini ayrı ayrı ele alıp tek bir parametre ile ilişkilendirmiştir. Bu nedenle söz konusu çalışmalar eski ve güncel bilgidен uzak kalmış çalışmalar konumuna düşmüşlerdir. Yapılması planlanan bu çalışma, eskiyen bu literatür bilgisini yenilemek ve ayrıca birden fazla parametrenin altın standart olan VO_{2zirve} ile olan ilişkisini aydınlatmak üzerine kurgulanmıştır. Çalışma sonucunda farklı antrenman hızları veya bölgeleri VO_{2zirve} değerine karşılık gelen yüzdelik dilimler halinde belirleneceğinden antrenmanın bireysellik ilkesi gereği kişiye özel programlar daha yüksek kesinlikle hazırlanabilecektir. Bu nedenle çalışma sonucunda kritik hız ve laktat eşığı kavramlarının VO_{2zirve} ile olan ilişkisini aydınlatmak önem taşımaktadır.

Zirve oksijen tüketim değeri yüzme antrenmanında ve performans teşhisinde en çok ilgilenilen alanlardan biri olan yüzme enerjisinin temelini oluşturan önemli bir değişkendir. $\dot{V}O_{2zirve}$ değerini ortaya çıkaran minimum yüzme hızı ($v\dot{V}O_{2zirve}$) genellikle aerobik güç ölçüsünü belirlemek için değerlendirilir. Yüzücülerin aerobik kapasite farklılıklarının değerlendirilmesi için $v\dot{V}O_{2zirve}$, VO_{2zirve} ve yüzme ekonomisi birlikte değerlendirilmelidir ki bu amaç için kademeli artan test protokolleri kullanılmaktadır(6). Bu nedenle yüzme antrenmanlarında sporcunun yüzeceği şiddetin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir diğer yöntem ise kademeli artan yüzme test protokolleridir. Sıklıkla 5-7 tekrardan oluşan ve kademeli artış ile maksimal son tekrardan oluşan bu testlerde her bir tekrardan sonra kan alınarak kan laktat konsantrasyonu belirlenmektedir(7). Bu ve benzeri test protokollerinde tekrarlar arası 1-3 dakika dinlenme verilir ve bu süre içerisinde sporcudan kan numunesi alınarak

laktat konsantrasyonu belirlenir. Ayrıca son tekrardan sonra 1., 3., 5., 7., 13. dakikalarda da kan örneği alınarak laktat konsantrasyonu ve toparlanma eğrisi belirlenir.

7x200 m kademeli artan test protokolü sırasında tekrar mesafeleri arasında 30 sn – 3 dakika aralığında dinlenmeler kullanılmakla birlikte sıklıkla 1 dakikalık dinlenmeler tercih edilmektedir. Sporcunun her tekrar sonunda hemen kalp atım hızı (KAH) ve kan laktat konsantrasyonu belirlenir(8, 9). Bunlara ek olarak sezon içerisinde yüzülen bireysel en iyi derecenin referans alınarak her bir basamak için yüzülen temponun bir önceki basamaktan 5 sn daha hızlı yüzülmesi ile hedef belirleme yöntemi uygulama alanında daha pratik ve sporcuların uygulaması açısından daha kolay bulunmaktadır.

Kademeli artan test protokolleri sonunda elde edilen verilerden kan laktat konsantrasyonu yüzme hızına karşı grafiğe geçirilir. Laktat konsantrasyonunda ani artış gözlenen nokta laktat eşik noktası olarak kabul edilir ve bu hıza karşılık gelen yüzme hızı (m/sn) şiddet kriteri olarak kullanılır(10).

Yüzme antrenmanlarında laktat eşik noktasına karşılık gelen yüzme hızı ve/veya temposu sıklıkla kullanılan bir şiddet kriteri olmasına karşılık VO_{2zirve} ile olan ilişkisi bilinmemektedir. Buna ek olarak laktat eşik noktasından daha yavaş yüzülen hızlara karşılık gelen şiddet temel dayanıklılık olarak nitelendirilmekte ve laktat eşik hızına karşılık gelen 100 metre temposundan 4-6 saniye daha yavaş olarak nitelendirilmektedir. Benzer şekilde laktat eşik noktasına karşılık gelen yüzme hızından daha şiddetli hızlarda yüzülen bölgeye yüksek performans veya VO_{2zirve} antrenmanı tanımı yapılmıştır. VO_{2zirve} antrenman şiddeti, anaerobik eşik hızına karşılık gelen 100 metre temposundan 4-6 saniye daha hızlı olarak tanımlanmaktadır(7). Bu noktada çalışma sonunda VO_{2zirve} ile laktat eşik arasındaki ilişkinin aydınlatılması ve bu ilişkinin yüzde olarak tanımlanması uygulamada var olan varsayım ve genelleme uygulamasını ortadan kaldırarak sporcuya özgü daha kesin ve güvenilir şiddet belirlenmesine imkan sağlayacaktır.

Yüzme branşında bir diğer şiddet kriteri ise kritik yüzme hızıdır. Kritik yüzme hızı bir yüzücünün tükenmeden sürekli olarak koruyabileceği en yüksek yüzme hızı olarak tanımlanmaktadır. Kritik hızın bulunması için farklı mesafelerde yüzülen maksimal performanslı yüzme zamanları mesafe ve hıza karşı grafiğe alınmaktadır. En

az 2 farklı mesafede yüzülmüş dereceler yardımı ile çizilen grafik ve formül kullanımı ile kritik hız hesaplanabilmektedir(11). Günümüzde kritik yüzme hızı 50, 100, 200, 400 metre mesafelerinden en az iki tanesinin maksimal yüzülmesi ile elde edilen sonuçların süre-mesafe grafiğinde regresyon eğrisinin eğimi yardımıyla hesaplanmaktadır(12). 200-400, 50-100-200-400 veya 100-800 metre mesafelerin maksimal performans ile yüzülmesi ile yapılan testlerde aerobik dayanıklılık değerlendirilmesi ve kritik yüzme hızı belirlenmesi kolaylıkla yapılabilmektedir. Ancak uygulamada pratik olması için antrenörler tarafından sıklıkla iki mesafe de ölçüm alınmaktadır. Kritik hız uzun yıllar hem kara hem de su sporlarında VO_{2zirve} değerinden önceki son şiddet kriteri ve/veya antrenman bölgesi olarak kabul görmekteydi. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar bu iki nokta arasında yeni 2 antrenman bölgesi olduğunu ortaya koymuştur (5). Bu noktada yüzme branşında VO_{2zirve} ve kritik hızın belirlenmesindeki güçlüklerden kaynaklı olarak eksik kalan kısımlar çalışmamız sonunda aydınlatılacaktır. Böylelikle bir yüzücünün tükenmeden sürekli olarak koruyabileceği en yüksek yüzme hızı olan kritik hız daha net, hassas ve gözlemlere dayalı somut temellere dayandırılacaktır.

Hem performans sporunda antrenmanlarda hem de egzersiz programlarında yapılan sürekli orta şiddetli antrenmanlar dayanıklılık antrenmanı olarak tanımlanmakta ve VO_{2zirve} için artış sağlayan yöntemler olarak bilinmektedir. Daha güncel olarak kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerin, dayanıklılık antrenmanlarına benzer şekilde VO_{2zirve} değerinde artış sağladığı gösterilmiştir. Bu bağlamda VO_{2zirve} değerini bilmek ve VO_{2zirve} değerinin büyük yüzdelerinde uzun süre antrenman yapabilmek performans sporcuları için önem teşkil eden bir hal almıştır. Bu açıdan bakıldığında kısa süreli yüksek şiddetli egzersizler (High Intensity Interval Training; HIIT) birçok spor dalında(13)da olduğu gibi yüzme sporu için de oldukça yeni bir antrenman yaklaşımıdır. Diğer pek çok branşta olduğu gibi yüzmede de bu yöntemin antrenman şiddeti, sporcunun VO_{2zirve} değerindeki hızı (v) veya gücü (p) (v/pVO_{2zirve}) üzerinden belirlendiğinde ve programlandığında kullanışlı bir referans şiddet değeridir(13). VO_{2zirve} sezgisel olarak, daha çok uzun mesafe ve sabit tempo koşu/bisiklet veya yüzme ile ilişkilendirilse de, v/pVO_{2zirve} metodunun çekici yönü; koşu, bisiklet veya yüzme sporlarında enerji harcaması ve VO_{2zirve} değerini tek bir faktörde birleştirerek göstermesidir ki, bu sporcunun en üst düzeyde sergileyebileceği

performansını yansıtır. Teorik olarak, v/pVO_{2zirve} , VO_{2zirve} gerektiren en düşük hızı yansıtırsa da en ideal antrenman temposunu da yansıtır(14). Bu sayede; yüzme sporunda kullanılan bütün antrenman şiddet bölgeleri v/pVO_{2zirve} cinsinden ifade edilebilir. Uygulamada ve akademik dünyada bisiklet ve koşu özelinde yeni tartışılan bu konu çalışmamız ile aydınlatılacak ve yüzme sporunun gelişmesine katkı sağlayacak verilere ulaşılacaktır.

VO_{2zirve} değeri maksimal aerobik güç için en önemli ve altın standart olan bir belirteçtir. Yarış mesafesinden bağımsız olarak yüzme antrenmanlarında oldukça fazla aerobik antrenmanlar yer almaktadır ve bu nedenle VO_{2zirve} değerinin bilinmesi önem taşımaktadır. Ek olarak antrenörler tarafından sıklıkla kullanılan laktat eşiği ve kritik hız gibi farklı antrenman bölgelerinin altın standart olan VO_{2zirve} ile olan ilişkisi yüzücüler için aydınlatılmamış ve yeteri kadar çalışılmamış bir konudur. Günümüzde antrenörler antrenmanlarını oluştururken güvenilirliği daha düşük olan KAH veya laktat eşiğine karşılık gelen hız kestirimlerine dayandırarak yapılandırmaktadırlar. Bu noktada yüzücüler için belirlenen antrenman bölgeleri çok daha düşük güvenilirlik düzeylerinde belirlenmekte ve varsayımlara dayandırılarak uygulanmaktadır. Bu çalışma ile elde edilecek sonuçlar ışığında daha kaliteli antrenmanlar planlanması ve buna bağlı olarak daha başarılı sporcular yetiştirilmesi mümkün olacak ve antrenman bölgelerini aydınlatılması sayesinde olimpiyat madalyası hedefinde olan Türk yüzmesi hedefine daha da yaklaşacaktır. Bu nedenle çalışma sonucunda elde edilecek verilerin bu karanlık noktaları aydınlatacağı ve altın standart olan VO_{2zirve} ile ilişkinin belirleneceği öngörülmektedir.

Uygulama da yüzme antrenörleri antrenman tasarlanması sırasında ve antrenmanın yapılması esnasında kritik hız ve laktat eşiği kavramlarını kullanmaktadırlar ve yüklenmeler sırasında sporcunun VO_{2zirve} değerlerinde antrenman yaptığını düşünmektedirler. Antrenman programlamasında veya havuz içi değerlendirmede eksik olan kısım VO_{2zirve} değerinin bilinmiyor olmasıdır. Hem ölçümün zorluğu hem de ekipman ihtiyacı uygulamada antrenörlerin VO_{2zirve} değerine yakın antrenman yapıldığı varsayımını yapmaya yönelmektedir. Çalışma sonucunda elde edilecek veriler ışığında uygulama alanında varsayımlara dayanan yöntemler daha somut ve bilimsel temellere dayandırılacaktır. Varsayımların ortadan kalkması ile daha kesin ve daha hassas antrenman planlamaları ve antrenman içi değerlendirmeleri

yapılabilecektir. Kademeli artan test protokolleri VO_{2zirve} değerinin belirlenmesinde oldukça önemli testler olmakla birlikte hem uzun zaman almaları hem de laktat analiz maliyetinin yüksek olması bu testlerin uygulanmasını zorlaştırmaktadır.

Yüzme branşı kadın ve erkek sporcuların ayrı kategori olarak yarışmasını içermesine rağmen kadın ve erkek sporcular birlikte antrenman yapmaktadırlar. Kadınların erkeklerden daha düşük solunum sistemine ve kardiyovasküler kapasiteye sahip oldukları bilinmektedir. Kadınlar erkeklere kıyasla hem relatif hem de mutlak olarak daha küçük atım hacmine, kardiyak çıktıya, arteriyel oksijen içeriğine, hemoglobin miktarına ve kırmızı kan hücresi konsantrasyonuna sahiptirler. Bu nedenlerle, erkeklerin daha yüksek mutlak VO_{2zirve} değerlerine sahip olmaları ve kadınlardan daha yüksek güç üretmeleri şaşırtıcı değildir (15). Yüzme yarışları incelendiğinde aynı mesafe ve stilde kadın ve erkek sporcular kıyaslanırsa yüzülen yarış dereceleri farkı da bu sürecin göstergesi olacaktır. Yüzme branşında antrenman grupları hem erkek hem de kadın sporcuları içerdiğinden antrenman bölümlerinin özgüllüğünü artırmak için olası farklılıkları bilmek ve buna göre plan yapmak en önemli konulardan biridir. VO_2 kinetiği kadınlarda çok az çalışılan bir araştırma ve uygulama konusudur. Bu nedenle cinsiyet farkı ile ilgili yeterli veri bulunmamaktadır. Bu sebeple uygulamada kadın ve erkek sporcuların antrenman bölgelerinin bir başka deyişle enerji sistemi kullanımının yani çalışma tempolarının belirlenmesinde bir ayırım yapılmamaktadır. Çalışmamız sonucunda elde edilecek veriler ile kadın ve erkek arasındaki farklılıklar ve ilişkiler de aydınlatılarak literatürde yer alan eksikliğin ortadan kaldırılmasına katkı sağlanacaktır. Ayrıca akademik alanda yeteri kadar yer almayan cinsiyet farkı ve VO_{2zirve} değerleri arasındaki ilişkiyi aydınlatacak çalışmamız literatüre referans teşkil edecektir. Kadın ve erkekler kıyaslandığında VO_{2zirve} ve antrenman bölgeleri arasındaki ilişkiler ile farklı antrenman hızları olan laktat eşiği, kritik hız ve maksimal yüzme hızına karşılık gelen hız değerleri, VO_2 değerleri, yüzme hızı yüzde değerleri cinsiyete göre karşılaştırılarak ilişkiler belirlenecektir.

Geleneksel düşünce yapısı olarak cinsiyet karşılaştırmaları için erkek ve kadın arasındaki fiziksel ve fizyolojik farkların yapılan çalışmaların sonuçlarına yansımaları olası olmakla birlikte bu farkların ne yönde olacağı net değildir. Özellikle VO_2 kinetiği kadınlarda çok az çalışılan bir araştırma ve uygulama konusudur. Bu nedenle cinsiyet farkı ile ilgili yeterli veri bulunmamaktadır. Fiziksel ve fizyolojik farkların sonuca

yansıma düşüncesi sonucunda erkeklerin daha üstün performans çıktısına sahip olma öngörüsünü ortadan kaldırmak ve netlik kazandırmak adına çalışmada cinsiyet farkı araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışmanın en önemli ve özgün noktalarından birisi farklı antrenman hızlarının VO_{2zirve} değerinin yüzde kaçlık kısmına denk geldiğini belirlemek ve bunu cinsiyete göre karşılaştırmaktır.

Özetle literatürde bugüne kadar yapılan çalışmalar antrenman için önemli olan hızların başka deyişle antrenman bölgelerinin bir başka parametre ile kıyaslanmasına dayanmaktadır. Çalışmanın özgün yanlarından birisi de altın standart olan VO_{2zirve} değerine karşılık farklı hızların veya antrenman bölgelerinin yüzde değer olarak karşılaştırılacak olmasıdır. Böylece antrenman şiddeti yüzde değerler kullanılarak planlanarak bireysel planlamalar daha etkili olarak yapılabilecektir. Ayrıca yüzme sporunda VO_{2zirve} belirleme yöntemlerinin zor olmasından kaynaklı olarak araştırma sayısı ve akademik bilgi yeterliliği oldukça az düzeyde kalmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı yüzücülerde laktat eşliğindeki yüzme hızı, kritik hız, maksimal yüzme hızı ve farklı mesafelerdeki yüzme hızları (50m, 100m, 200m ve 400m) ile VO_{2zirve} ve karşılık gelen yüzme hızı arasındaki ilişkileri incelemektir.

1.2. Problemler

Yüzücülerde laktat eşliğindeki yüzme hızı, kritik hız, maksimal yüzme hızı ve farklı mesafelerdeki yüzme hızları ile VO_{2zirve} ve karşılık gelen yüzme hızı arasında ilişki var mıdır?

1.1.1. Alt Problemler

1. Kadın ve erkek yüzücülerde VO_{2zirve} ve karşılık gelen yüzme hızı ve maksimal kalp atım hızı farklı mıdır?
2. Kadın ve erkek yüzücülerde laktat eşliğindeki yüzme hızı, kritik hız, maksimal yüzme hızı ve farklı mesafelerdeki yüzme hızları ve karşılık gelen kalp atım hızları farklı mıdır?

3. Kadın ve erkek yüzücülerde maksimal yüzme hızının, laktat eşliğindeki yüzme hızının, kritik hızın ve farklı mesafelerde yüzme hızlarının VO_{2zirve} yüzme hızına yüzde oranları farklı mıdır?
4. Kadın ve erkek yüzücülerde VO_{2zirve} ve karşılık gelen yüzme hızı ile laktat eşliğindeki yüzme hızı, kritik hız, maksimal yüzme hızı ve farklı mesafelerdeki yüzme hızları (50m, 100m, 200m ve 400m) arasındaki ilişkiler değişmekte midir?

1.3. Hipotezler

1. Kadın ve erkek yüzücülerde VO_{2zirve} ve karşılık gelen yüzme hızı ve maksimal kalp atım hızı farklıdır.
2. Kadın ve erkek yüzücülerde laktat eşliğindeki yüzme hızı, kritik hız, maksimal yüzme hızı ve farklı mesafelerdeki yüzme hızları ve karşılık gelen kalp atım hızları farklıdır.
3. Kadın ve erkek yüzücülerde maksimal yüzme hızının, laktat eşliğindeki yüzme hızının, kritik hızın ve farklı mesafelerde yüzme hızlarının VO_{2zirve} yüzme hızına yüzde oranları farklıdır.
4. Kadın ve erkek yüzücülerde VO_{2zirve} ve karşılık gelen yüzme hızı ile laktat eşliğindeki yüzme hızı, kritik hız, maksimal yüzme hızı ve farklı mesafelerdeki yüzme hızları (50m, 100m, 200m ve 400m) arasındaki ilişkiler değişkendir.

1.4. Sınırlılıklar

1. Çalışma aktif yüzme yarışlarına katılan ve düzenli antrenman yapan kadın ve erkek yüzücüler ile sınırlıdır.
2. Çalışmaya katılan sporcuların yaşı 15-16 yaş ile sınırlıdır.
3. Çalışmaya katılan sporcuların FINA puanları en az beş yüz ile sınırlıdır.
4. Fizyolojik parametreler kalp atım hızı, kan laktat konsantrasyonu ve oksijen tüketimi ile sınırlıdır.

1.5. Sayılılar

Çalışmaya gönüllü olarak katılan tüm sporcuların testlerde maksimum efor sarf ettikleri varsayılmıştır.

1.6. Araştırmanın Önemi

Uygulama da yüzme antrenörleri antrenman tasarlanması sırasında ve antrenmanın yapılması esnasında kritik hız ve laktat eşiği kavramlarını kullanmaktadırlar ve yüklenmeler sırasında sporcunun zirve oksijen tüketimi değerlerinde antrenman yaptığını düşünmektedirler. Antrenman programlamasında veya havuz içi değerlendirme de eksik olan kısım VO_{2zirve} değerinin bilinmiyor olmasıdır. Hem ölçümün zorluğu hem de ekipman ihtiyacı uygulamada antrenörlerin VO_{2zirve} değerine yakın antrenman yapıldığı varsayımını yapmaya yöneltmektedir. Çalışmamız sonucunda elde edilecek veriler ışığında uygulama alanında varsayımlara dayanan yöntemler daha somut ve bilimsel temellere dayandırılacaktır. Varsayımların ortadan kalkması ile daha kesin ve daha hassas antrenman planlamaları ve antrenman içi değerlendirmeleri yapılabilecektir. Kademeli artan test protokelleri VO_{2zirve} değerinin belirlenmesinde oldukça önemli testler olmakla birlikte hem uzun zaman almaları hem de laktat analiz maliyetinin yüksek olması bu testlerin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Çalışma sonucunda maksimal hızlarda yüzülen tek bir 400m, 200m, 100m veya 50m testlerinden elde edilen yüzme hızı değerleri ile biyomekanik veriler (kulaç uzunluğu, kulaç frekansı) kademeli artan test verileri ile elde edilen VO_{2zirve} ve vVO_{2zirve} karşılaştırılarak uygulamada antrenörlerin kullanabileceği daha kesin yöntemler ortaya atılacaktır.

Yapılması planlanan bu çalışmada 400m, 200m, 100m, 50m maksimal serbest yüzme testlerinden elde edilen yüzme hızı değerleri ile 7x200m kademeli artan test sonucundan elde edilen VO_{2zirve} değeri arasındaki ilişkilerin incelenmesi ve VO_{2zirve} değerinin laktat eşiği ve kritik hız antrenman bölgeleri ile ilişkilerinin incelenmesi ve bu ilişkilerin tanımlanması hedeflenmektedir. Bu amaçla her bir testte kaydedilen hız ve biyomekanik veriler karşılaştırılacak ve ilişkileri araştırılacaktır. Yüzülen mesafeler süre grafiğine geçirilerek elde edilen regresyon eğrisinin eğiminden kritik hız hesaplanacaktır. Bu noktada hesaplanan kritik yüzme hızı ile VO_{2zirve} değerine karşılık gelen hız arasındaki ilişki çalışma sonunda aydınlatılacak ve literatüre yeni bir katkı sağlanacaktır. VO_{2zirve} kullanılarak yapılan hesaplamalar hem uygulamada hem de akademik anlamda yenilikçi bir yaklaşımla sezgisel süreci sonlandıracak ve altın standart olan VO_{2zirve} ilişkisi kesinlik kazanacaktır. Literatürde yer alan farklı şiddet kriterleri veya başka bir deyişle farklı antrenman bölgeleri olan laktat eşiği ve kritik

hız kavramlarının VO_{2zirve} değeri ile arasındaki ilişkinin incelenmesi bu nedenle önemlidir. Ayrıca sporcunun maksimal yüzme hızının belirlenmesi ile maksimal hızın büyük yüzdelerin VO_{2zirve} değeri ile arasındaki ilişkinin belirlenmesi planlanmaktadır. Bu noktada VO_{2zirve} değerine karşılık gelen yüzme hızı sabit bir nokta olarak düşünülür ise bu hızın altında kalan laktat eşliğine karşılık gelen yüzme hızı ve kritik yüzme hızı arasındaki ilişki aydınlatılacaktır. Ek olarak maksimal yüzme hızı ile VO_{2zirve} ye karşılık gelen yüzme hızı arasındaki ilişkide aydınlatılacaktır. Bu sayede yüzme sporuna özel HIIT antrenmanları planlanabilecektir(16). Günümüzde popüler adı ile High Intensity Interval Training (HIIT) antrenmanları, dayanıklılık antrenmanlarına benzer etkiler oluştururken bir yandan da anaerobik metabolizmayı geliştirici etkiler yaratmaktadır. Hem maksimal hızın büyük yüzdeleri hem de VO_{2zirve} de yüzülen hızın büyük yüzdelerinde uzun süre çalışılması son zamanlarda oldukça popüler uygulama ve çalışma alanlarıdır. Bu çalışma sonunda antrenör ve araştırmacılar için hedeflenen enerji sistemleri ve fizyolojik değişkenlere yönelik antrenman stratejileri ve test yöntemleri geliştirmelerine önemli katkıda bulunacak bilgi birikimi sağlanacaktır. Ayrıca altın standart olarak VO_{2zirve} ile antrenman bölgeleri arasındaki ilişkileri aydınlatılacak bilgilere ulaşılabilecektir.

Yüzme antrenmanlarının büyük bölümünün aerobik sınırlar içerisinde yer almasından dolayı antrenmanların büyük bir bölümü de en verimli branş olan serbest teknik üzerinden yapılmasına neden olmaktadır. Kulaç uzunluğu ve ortalama yüzme hızının çarpımı olarak tanımlanan kulaç indeksi yüzme sporunda verimliliğin en önemli göstergesidir. Yapılan çalışmalar serbest tekniğin kulaç indekslerinin farklı mesafelerde bile diğer yüzme tekniklerine kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir(17). Bu nedenle kulaç indeksi en yüksek olan serbest teknik aynı zamanda en verimli tekniktir. Yüzme sporuna biyomekanik açıdan bakıldığında yüzme hızı; kulaç mesafesi ve kulaç frekansının bir ürünüdür. Kulaç frekansı artarken kulaç mesafesi azalacaktır. Bunlara ek olarak kulaç parametreleri verisinin analizi ile yüzme tekniği verimini değerlendirmek mümkündür (18). Çalışmada hem maksimal testlerden elde edilecek kulaç mesafesi, kulaç frekansı ve kulaç indeksi değerleri 7x200 kademeli artan test protokolünden elde edilen veriler ile karşılaştırılacak hem de her bir ölçüm için tur zamanları arasında kaydedilen veriler değerlendirilecek ve

yüzme verimi teknik boyuttan değerlendirilecektir. Tüm bu biyomekanik değerlendirmeler aynı zamanda çalışmanın ana amaçları ile de ilişkilendirilecektir.

Yüzme branşı kadın ve erkek sporcuların ayrı kategori olarak yarışmasını içermesine rağmen antrenmanlarda kadın ve erkek sporcular birlikte antrenman yapmaktadırlar. Kadınların erkeklerden daha düşük solunum sistemine ve kardiyovasküler kapasiteye sahip oldukları bilinmektedir. Kadınlar erkeklere kıyasla hem relatif hem de mutlak olarak daha küçük atım hacmine, kardiyak çıktıya, arteriyel oksijen içeriğine, hemoglobin miktarına ve kırmızı kan hücresi konsantrasyonuna sahiptirler. Bu nedenlerle, erkeklerin daha yüksek mutlak VO_{2zirve} değerlerine sahip olmaları ve kadınlardan daha yüksek güç üretmeleri şaşırtıcı değildir(15). Yüzme yarışları incelendiğinde aynı mesafe ve stilde kadın ve erkek sporcular kıyaslanırsa yüzülen yarış dereceleri farkı da bu sürecin göstergesi olacaktır. Yüzme branşında antrenman grupları hem erkek hem de kadın sporcuları içerdiğinden antrenman bölümlerinin özgüllüğünü artırmak için olası farklılıkları bilmek ve buna göre plan yapmak en önemli konulardan biridir. VO_2 kinetiği kadınlarda çok az çalışılan bir araştırma ve uygulama konusudur. Bu nedenle cinsiyet farkı ile ilgili yeterli veri bulunmamaktadır. Bu sebeple uygulamada kadın ve erkek sporcuların antrenman bölgelerinin bir başka deyişle enerji sistemi kullanımının yani çalışma tempolarının belirlenmesinde bir ayırım yapılmamaktadır. Çalışmamız sonucunda elde edilecek veriler ile kadın ve erkek arasındaki farklılıklar ve ilişkiler aydınlatılarak literatürde yer alan eksikliğin ortadan kaldırılmasına katkı sağlanacaktır. Ayrıca akademik alanda yeteri kadar yer almayan cinsiyet farkı ve zirve oksijen tüketim değerleri arasındaki ilişkiyi aydınlatacak çalışmamız literatüre referans teşkil edecektir. Kadın ve erkekler kıyaslandığında VO_{2zirve} ve antrenman bölgeleri arasındaki ilişkiler ile farklı antrenman hızları olan laktat eşiği, kritik hız ve maksimal yüzme hızına karşılık gelen hız değerleri, yüzde değerleri cinsiyete göre karşılaştırılarak ilişkiler belirlenecektir.

Özetle literatürde bugüne kadar yapılan çalışmalar antrenman için önemli olan hızların başka deyişle antrenman bölgelerinin bir başka parametre ile kıyaslanmasına dayanmaktadır. Çalışmanın özgün yanlarından birisi de altın standart olan VO_{2zirve} değerine karşılık farklı hızların veya antrenman bölgelerinin yüzde değer olarak karşılaştırılacak olmasıdır. Böylece antrenman şiddeti yüzde değerler kullanılarak planlanarak bireysel planlamalar daha etkili olarak yapılabilecektir. Ayrıca yüzme

sporunda VO_{2zirve} belirleme yöntemlerinin zor olmasından kaynaklı olarak araştırma sayısı ve akademik bilgi yeterliliği oldukça az düzeyde kalmıştır. Çalışmanın amacı Laktat eşiğine, kritik hıza ve maksimal hıza karşılık gelen yüzme hızlarının VO_{2zirve} karşılık gelen yüzme hızı ile aralarındaki ilişkileri incelemek ve cinsiyete göre farklılıklarını belirlemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yüzme Sportu

Yüzme sportu hem popüler bir aktivite hem de hayat kurtaran bir yaşam becerisidir. Geçmişten günümüze yüzme aynı zamanda müsabık bir sport dalıdır. 1800' lü yılların sonundan itibaren yüzme yarışlarının organize edildiği bilinmektedir. Yüzme branşı, Olimpiyat oyunlarının da ana sportlarından biridir. İlk defa 1896 olimpiyat oyunlarında 3'ü serbest teknik olan 4 yarış ile yüzme müsabakaları olimpiyat oyunlarında yerini erkek sportcular ile almıştır (19). Kadın sportcuların yüzme sportunda olimpiyat oyunlarında yer alması 1912 yılını bulmuştur (20). Yüzme sportu 4 farklı teknik olan serbest, sırtüstü, kurbağalama ve kelebek branşlarından oluşur. Ayrıca 4 tekniğin kelebek, sırtüstü, kurbağalama ve serbest sırası ile yüzülmesiyle elde edilen bireysel karışık yarışları da 5 yüzme yarış tekniği olarak kabul edilebilir. Resmi müsabakalarda serbest harici teknikler 50, 100, 200m mesafelerinde yüzülürken serbest teknik 50, 100, 200, 400, 800 ve 1500m mesafelerinde yüzülür. Tüm yarışlar uluslararası kuruluş olan World Aquatics kuralları çerçevesinde yönetilir. Resmi müsabakalar kısa kulvar olarak adlandırılan 25m uzunluğundaki açık veya kapalı havuzlarda veya uzun kulvar olarak adlandırılan 50m uzunluğundaki açık veya kapalı havuzlarda yüzülmektedir. Aynı zamanda uzun kulvar olan 50m lik havuz olimpiyat yarışlarında kullanılan havuz standardıdır. Erkekler ve kadınlara yönelik başlıca yarışmalar, Avrupa Gençler Şampiyonası, Dünya Gençler Şampiyonası, kısa ve uzun kulvar Dünya Şampiyonaları ve Olimpiyatlardır. Yüzme, yaz olimpiyatlarının en ilgi çeken sportlarından biridir. Bunun haricinde farklı yaş gruplarında ulusal ve uluslararası pek çok resmi müsabaka düzenlenmektedir. Bu nedenle yarışma yüzmesi erkek ve kadın pek çok sportcu tarafından yaygın katılım sağlanan bir sport dalıdır. Kadın ve erkek sportcuların ayrı kategorilerde yarışmasına karşılık yüzme sportu küçük yaşlardan itibaren kadın ve erkek sportcuların karma şekilde eğitim aldığı bir sport dalıdır. Temel eğitim dönemi sonrasında çok az ülke ekolünde kadın ve erkek sportcular ayrı kategorilerde antrenman yapmaktadır. Kadın ve erkek sportcuların antrenmanlarının ayrı kategorilerde yapılması genellikle üniversite öğretimlerine başlamalarına karşılık gelmektedir.

2.2. Enerji Sistemleri

Spor bilimi, yüzme veya performansla ilgili herhangi bir tartışmada, ya da çalışmada konunun ana temelini her zaman egzersiz alanında olan fizyoloji, enerji sistemleri ve enerji metabolizması konuları oluşturacaktır. Kuru kas içerisinde depo halde adenozin trifosfat (ATP) molekülü bulunmasına rağmen bu miktar egzersizin devamlılığı için oldukça yetersizdir. Vücutta depo halde bulunan yakıtlar kullanılarak ATP nin yeniden sentezlenmesi 3 temel enerji sistemi ile sağlanmaktadır(21). Karbonhidratlar, yağlar ve proteinler farklı metabolik yollar ile enerji üretiminde kullanılan yakıtlardır.

Fiziksel olarak bir işi yapabilmek için gerekli olan kas kasılmasının acil enerji kaynağı yüksek enerjili bir fosfat bileşiği olan adenozin trifosfat, yani ATP'dir(21, 22). Ancak kas hücrelerindeki ATP miktarları sınırlı olduğu için kasın hızlı bir şekilde tekrar ATP üreterek kasılmaların devam etmesini sağlayan metabolik enerji yolları mevcuttur. Bu yollar ile enerji elde edilmesi fosfokreatin'in (PCr) parçalanmasıyla; glikoliz adı verilen bir sürecin aracılık ettiği glikojen ya da glikozun parçalanmasıyla ve oksidasyon süreciyle ATP üretimini içermektedir(22). Bu yollardan oksidasyon ile enerji üretiminde oksijen kullanıldığı için aerobik, diğerlerinde oksijen kullanılmadığı için anaerobik enerji yolları olarak adlandırılmaktadır(7, 21). Kas hücreleri, üç farklı şekilde enerji üreten bu metabolik enerji mekanizmalarından herhangi birisiyle ya da üçünün kombinasyonları ile ATP üretmektedir.

Tablo 2.1 Enerji üretebilen üç farklı metabolik sistemin özellikleri (23)

ÖZELLİK	ALAKTİK SİSTEM	LAKTİK SİSTEM	AEROBİK SİSTEM
Yakıt Kaynakları	ATP, PCr depoları	Glikojen depoları, kan glikozu	Glikojen, glikoz, yağ, protein
Enzimatik Sistemler	ATPaz	HK, PFK, LDH, PDH, vd.	CS, MDH, SDH, vd.
Kullanılan Kas Hücresi Tipi	Tip I, Tip IIa, Tip IIb	Tip I, Tip IIa, Tip IIb	Tip I, Tip IIa
Güç Çıkışı	Hızlı	Hızlı-orta	Yavaş-orta
Metabolik Yan Ürünler	ADP, P, Cr	Laktik asit	CO ₂ , H ₂ O
ATP Üretim Hızı (mmol/dk)	3.6	1.6	1
Maksimum ATP üretim hızına ulaşma süresi	1 sn	5-10 sn	2-3 dk
Maksimum ATP üretimini sürdürebilme süresi	6-10 sn	20-30 sn	3 dk
ATP üretiminin sonlanma süresi	12-15 sn	45-90 sn	Teorik olarak sınırsız
Sınırlayıcı faktörler	ATP, PCr depolarının tükenmesi	Aşırı laktik asit ve H ⁺ iyon birikimi	CHO depolarının tükenmesi, yetersiz O ₂ , aşırı sıcaklık artışı
Tamamen toparlanma süresi	3 dk	1-2 saat	30-60 dk
%50 toparlanma süresi	20-30 s	15-20 dk	5-10 dk

10 saniyelik egzersizlerde enerji katkısı	%50	%35	%15
30 saniyelik egzersizlerde enerji katkısı	%15	%65	%20
2 dakikalık egzersizlerde enerji katkısı	%4	%46	%50
10 dakikalık egzersizlerde enerji katkısı	%1	%9	%90

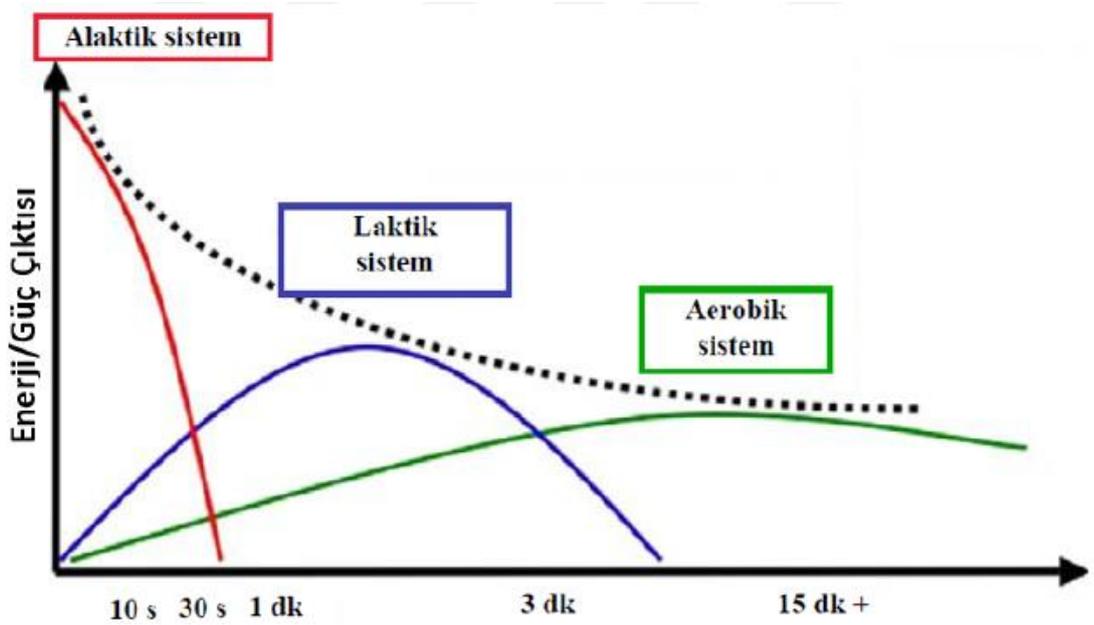
Enerji sistemlerinden alaktik sistemin çoğunlukla çok kısa süreli ve çok yüksek şiddetli egzersizlerde, laktik sistemin şiddetli ve orta süreli egzersizlerde, aerobik sistemin uzun süreli ve düşük tempolu egzersizlerde etkili olduğu genel bir kabuldür(7, 21, 23). Ancak bu sistemler atletik performans, enerji üretim hızı, metabolik gereksinimler ve yakıt kaynakları gibi önemli farklılıklar içermektedir. Egzersiz fiziolojisinin temel konuları arasında egzersizin veya düzenli antrenmanın metabolik sistemler üzerindeki etkisi yer almaktadır. Egzersizin şiddeti ve süresi enerji sistemi kullanımını etkileyen en önemli 2 faktörüdür. Enerji sistemlerinde enerjinin elde edildiği yolların karmaşık yapısı ve sistemlerin iç içe çalışıyor olması enerji sistemlerinin katkısının belirlenmesini zorlaştırmaktadır.

2.3. Enerji Sistemlerinin Etkileşimi

İskelet kaslarının yapısında farklı kas aktivitelerini gerçekleştirebilmek için besin kaynaklarından elde edilen substratları parçalayarak enerji üretebilen metabolik sistemler bulunur. İnsan metabolizması kasılmanın düzeyine göre birbiriyle entegre çalışan bu metabolik sistemlerin bir kısmını veya tümünü aynı anda kullanabilir ve hepsinden farklı oranlarda yararlanabilir(24). Bu nedenle egzersizin türü, şiddeti ve

süresi kullanılacak enerji sistemlerinin oranını belirleyen önemli faktörler haline gelirler.

Aerobik sistem düşük-orta şiddetli ve uzun süreli aktiviteler için, glikolitik sistem yüksek şiddetli ve kısa-orta süreli aktiviteler için, fosfojen sistem ise yüksek şiddetli ve kısa süreli aktiviteler için kullanılır. Bu enerji sistemlerinin etkinliği atletik performansın en önemli fizyolojik belirleyicileri olarak kabul edilmekte ve antrenman yoluyla geliştirilebilmektedir Şekil 1'de metabolik enerji sistemlerinin egzersiz süresine göre özgün katkıları sunulmuştur.



Şekil 2.1. Farklı süreli egzersizlerde enerji sistemlerinin katkısı ve etkileşimi(23).

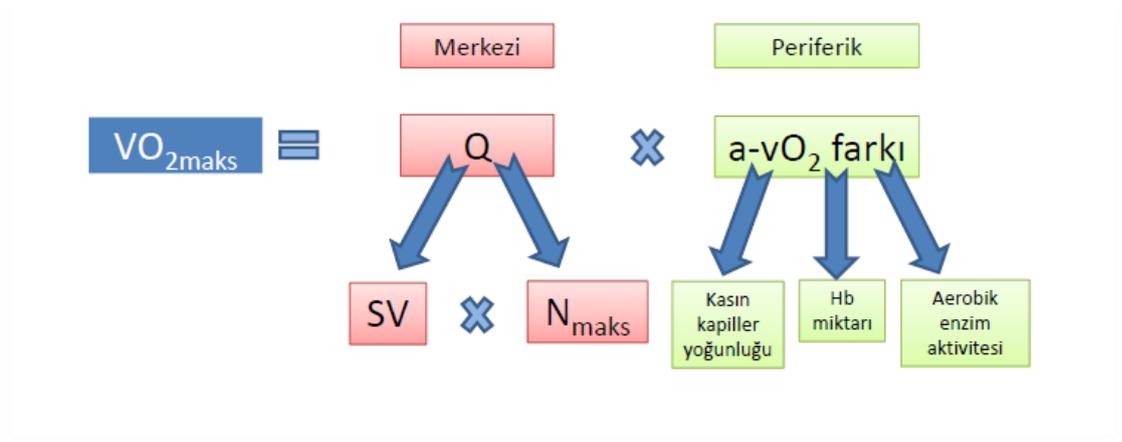
2.4. Zirve Oksijen Tüketimi (VO_{2zirve})

Zirve Oksijen Tüketimi (VO_{2zirve}) deniz seviyesinde inspirasyon ile aldığımız oksijenin büyük bölümünün taşınması ve kullanılması anlamına gelir. Laboratuvar ortamında yapılan VO_{2zirve} testi kardiyovasküler, solunumsal ve iskelet kaslarının biyokimyasal kapasitesinin ölçülmesini sağlar. Maksimal bir egzersiz sırasında ortalama bireyler dakikada 3-5 litre oksijen tüketirler veya yaklaşık kilogramları başına 45-55 mL oksijen tüketirler. Elit bir dayanıklılık sporcusu bu değerleri neredeyse ikiye katlayarak dakikada 6 L oksijen tüketimine ulaşabilir. Oksijenin

atmosferden iskelet kası hücrelerine alınması sürecinin bilinmesi pek çok test protokolünün ve egzersizin anlamlandırılmasında önemli rol oynar(21).

VO_{2zirve} sistemik kan akımı (kardiyak output) ve sistemik oksijen kullanımının (arterio venöz oksijen farkı) bir ürünü olması nedeniyle, VO_{2zirve} 'deki değişim bu iki değer değişiminden kaynaklanacaktır. VO_{2zirve} değişimi bu iki değer birleşimi olan Fick Eşitliği ile tanımlanmaktadır(25).

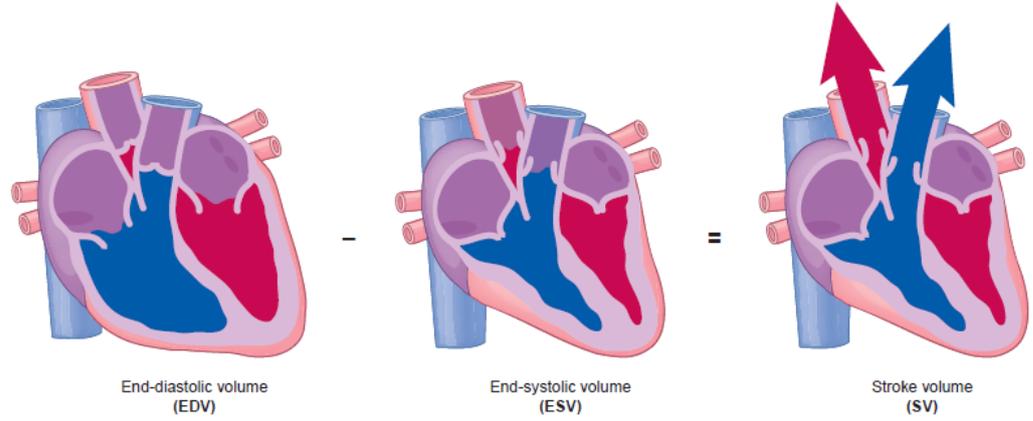
$$VO_{2zirve} = KAH_{maks} \times SV_{maks} \times (a-v O_2 \text{ farkı})_{maks} \text{ (Fick Eşitliği)}$$



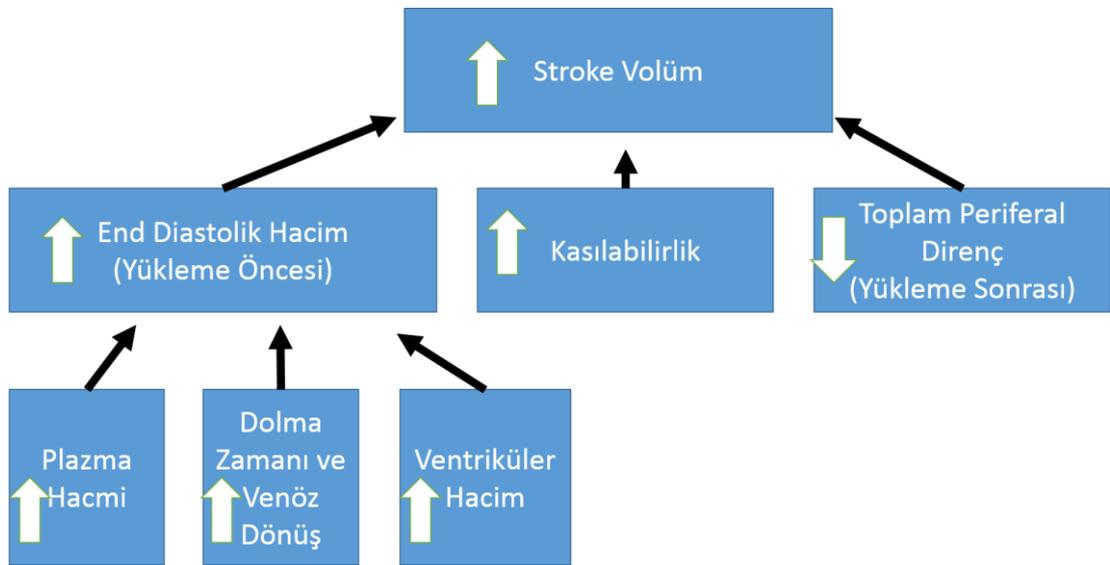
Şekil 2.2 Fick eşitliği

Fick eşitliğinden yararlanılarak VO_{2zirve} değerini etkileyen merkezi ve periferik faktörler olduğu görülmektedir. VO_{2zirve} değerini etkileyen faktörlerden merkezi ve periferik faktörlerin rolünü belirlemek amacıyla yapılan boylamsal çalışmalar incelendiğinde maksimal kalp atım hızında ve arterio venöz oksijen farkında çok büyük değişimler olmadığı görülür. VO_{2zirve} değerini etkileyen en önemli faktör stroke volüm hacminde meydana gelen değişimdir. Yapılan boylamsal çalışmalarda dayanıklılık antrenmanı sonucunda maksimal kalp atım hızı değişmezken hatta düşüş gösterirken VO_{2zirve} değerini arttıran faktörler stroke volüm ve a-v O₂ farkı olarak gösterilmiştir.

Stroke volüm end diastolic hacim (EDV) ile end sistolik hacim (ESV) arasındaki farka eşittir. Aşağıda verilen şekil 2.4 stroke volümü arttıran etkenleri açıklamaktadır.



Şekil 2.3 Stroke Volüm



Şekil 2.4 Stroke Volümü etkileyen faktörler

End Diastolik Volüm (EDV)

Dayanıklılık antrenmanları sonucunda sol ventrikül büyüklüğü artarken ventrikül duvarında çok az bir değişim meydana gelir. İzometrik egzersizler ventrikül duvar kalınlığının artmasına neden olurken ventrikül hacminde çok az değişime neden olurlar. Dayanıklılık antrenmanları sırasında fizyolojik etkinin hacim artışı yönünde olduğu bilinmektedir. Dayanıklılık antrenmanları sonucunda dinlenik kalp atım hızı azalır buna ve myokard'daki kronik esnekliğe bağlı olarak dolun süresi artar böylece stroke volüm artmış olur. Dayanıklılık antrenmanlarıyla plazma hacmi artar. Deneysel

pek çok çalışmada plazma hacmindeki değişim (200-300 ml artış) VO_{2zirve} de ortalama %4 lük bir artışa neden olur. Plazma hacmindeki azalma özellikle detraining döneminde ilk 2 haftada VO_{2zirve} daki azalmanın kaynağıdır(26, 27).

Kardiyak Kasılabilirlik

Bu terim kardiyak kasların EDV, periferel dirençler ve kalp atım hızının sabit olduğu durumda kasılma kuvvetini ifade etmektedir. Akut bir egzersiz sempatik sinir sistemi aracılığıyla ventriküllerde kardiyak kasılmayı artırmaktadır. EDV, kalp atım hızı ve periferel dirençler kasılabilirliği doğrudan etkilemektedirler. Dayanıklılık antrenmanı ile stroke volümdeki maksimum artışa kasılabilirliğin muhtemelen çok büyük bir etkisi yoktur. Her bir atımda EDV fraksiyonu ve ejeksiyonu sedanter bir bireyde zaten maksimal değerde olacaktır. Bu nedenle kasılabilirlikten büyük bir kazanç sağlanamayacaktır(21, 26, 27).

Yükleme Sonrası (Afterload)

Afterload EDV kadar kanın aort'a itilmesi sırasında meydana gelen periferel direnci tanımlamaktadır. Periferel direncin düşmesi sırasında eğer kalp aynı kuvvetle kasılmaya devam ederse sonuçta oldukça büyük bir stroke volüm elde edilmiş olur. Dayanıklılık antrenmanı sonucunda antrenmanlı kaslar maksimal bir iş sırasında kan akışına daha az direnç gösterir. Dirençteki bu düşüşe paralel olarak maksimal kardiyak output artış gösterir(26).

Arterio Venöz O_2 Farkı

Dayanıklılık antrenmanı sonucunda VO_{2zirve} 'deki artışın %50 si stroke volümden kaynaklanmaktadır. Arterio venöz oksijen farkındaki artışın kaynakları arteriyel kan bileşiminin artması (daha fazla hemoglobin veya kısmi basınç) veya venöz kan bileşimindeki düşüşten kaynaklanmaktadır. Hemoglobin konsantrasyonu antrenman ile değişmez bu durum arteriyel kandaki oksijenin kısmi basıncının

değişimi ile sağlanır. Arterio venöz oksijen farkındaki değişim arteriyal kandaki oksijen içeriğinden bağımsızdır(26).

2.5. Kritik Yüzme Hızı

Kritik yüzme hızı bir yüzücünün tükenmeden sürekli olarak koruyabileceği en yüksek yüzme hızı olarak tanımlanmaktadır. Kritik hızın bulunması için farklı mesafelerde yüzülen maksimal performanslı yüzme zamanları mesafe ve hıza karşı grafiğe alınmaktadır. En az 2 farklı mesafede yüzülmüş dereceler yardımı ile çizilen grafik ve formül kullanımı ile kritik hız hesaplanabilmektedir(11). Günümüzde kritik yüzme hızı 50, 100, 200, 400 metre mesafelerinden en az iki tanesinin maksimal yüzülmesi ile elde edilen sonuçların süre-mesafe grafiğinde regresyon eğrisinin eğimi yardımıyla hesaplanmaktadır(12). 200-400, 50-100-200-400 veya 100-800 metre mesafelerin maksimal performans ile yüzülmesi ile yapılan testlerde aerobik dayanıklılık değerlendirilmesi ve kritik yüzme hızı belirlenmesi kolaylıkla yapılabilmektedir. Ancak uygulamada pratik olması için antrenörler tarafından sıklıkla iki mesafe de ölçüm alınmaktadır. Kritik hız uzun yıllar hem kara hem de su sporlarında VO_{2zirve} değerinden önceki son şiddet kriteri ve/veya antrenman bölgesi olarak kabul görmekteydi.

Kritik hız zamana karşı çizilen mesafe grafiğinin eğimi yardımıyla bulunur. Bulunan değer daha sonra 100m başına tempo değeri olarak yeniden hesaplanır.

$$Kritik\ Hız\ \left(\frac{m}{s}\right) = \frac{d2 - d1}{t2 - t1}$$

2.6. Laktat Eşiği

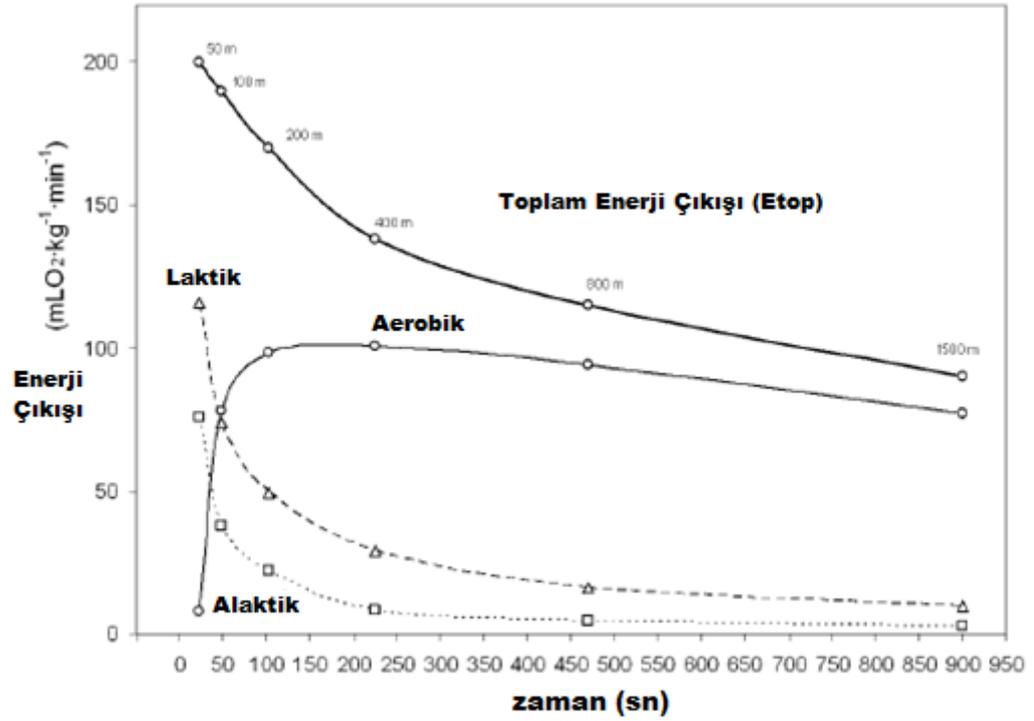
1970'li yılların ortasında, Dr. Alois Mader yüzme de dahil tüm dayanıklılık sporlarında sporcuların antrenmanlarını büyük ölçüde etkileyen bir dayanıklılık antrenmanı teorisini ortaya attı. Teorinin prensiplerinden birisi, insanların aerobik dayanıklılıklarını en iyi geliştirebilmeleri için aerobik metabolizmayı yükleyecek;

ancak, asidoza neden olmamak için anaerobik metabolizmayı tetiklemeyecek belirli bir maksimum-altı hızda antrenman yapmaları idi. Bu olgu, anerobik eşik olarak adlandırıldı ve aerobik metabolizmada yüklemeyi sağlayan hıza da anaerobik eşik hızı (AnE Hızı) denilmiştir (28).

Anaerobik eşik hızının bir başka açıklaması ise kademeli artan test protokolleri sonunda elde edilen verilerden laktik asit konsantrasyonunun yüzme hızına karşı grafiğe geçirilmesi ile elde edilir. Laktik asit miktarında ani artış gözlenen ve laktat dönüm noktası yöntemi ile belirlenen nokta laktat eşik noktası olarak kabul edilir ve bu hıza karşılık gelen yüzme hızı (m/sn) anaerobik eşik şiddet kriteri olarak kullanılır(10). Anaerobik eşik noktası üretilen laktik asit ile ortamdan uzaklaştırılan laktik asit miktarlarının dengede olduğu ve bu noktadan sonra laktik asit değerinin keskin bir biçimde artış gösterdiği nokta olarak kabul edilir.

2.7. Yüzmede Oksijen Alımı

Yüzmede performansı etkileyen en önemli kriter belli bir mesafeyi mümkün olan en kısa sürede bitirme esasına dayanmaktadır. Bir yarış sırasında elde edilen hız, maksimum metabolik güç (aerobik ve anaerobik bileşenler) ve bir birim mesafeyi yüzme için harcanan enerji ile ilişkilidir(29). Bu anlamda, bilimsel literatür farklı yarış mesafelerinde maksimal yüzme performansı sırasında her bir enerjisi sisteminin katkısını açıklamaya çalışmıştır. Uzun mesafe yarışlarında daha çok aerobik sistemin katkısının baskın olacağı bilinmektedir. Bilgisayar simülasyonu desteğiyle yapılan bir çalışma sonucunda elit düzeydeki serbest teknik yüzücülerinin farklı yarış mesafelerindeki enerji harcamaları şekil 2.5.' de gösterilmiştir(30).



Şekil 2.5. Yarışmalarda zamanın bir fonksiyonu olarak maksimal yüzme sırasında toplam enerji çıkışı ve üç enerji dağıtım sisteminin payı(30).

Yüzme yarış mesafelerine göre enerji sistemlerinin katkısı literatürde pek çok farklı çalışma ile açıklanmaya çalışılmıştır. Yukarıda verilen ve bilgisayar simülasyon desteği alınarak yapılan çalışmanın yüzme mesafelerine göre uyarlanmış tablosu şekil 2.6. verilmiştir.

Mesafe	Zaman	Fosfojen	Glikolitik	Aerobik
	dk, sn	(%)	(%)	(%)
50 m	0:22.0	38	58	4
100 m	0:48.0	20	39	41
200 m	1:45.0	13	29	58
400 m	3:45.0	6	21	73
800 m	7:50.0	4	14	82
1,500 m	14:50.0	3	11	86

Tablo 2.2 Serbest stil yüzme müsabakalarında enerji sistemlerinin bilgisayar simülasyonu ile elde edilen payları(30).

Yüzme de oksijen tüketiminin değerlendirilmesi karmaşık ve zorlu bir süreçtir. Havuz ortamı ve ekipmanlardan kaynaklı pek çok sınırlama, değerlendirme işlemi zorlaştırır(31). Su ortamında VO_{2zirve} değerlendirilmesinde 2 farklı yöntem vardır;

- Egzersiz sırasında sürekli oksijen tüketiminin şnorkel yardımıyla alınması
- Yüz veya ağız maskesi yardımıyla egzersiz sonunda ölçüm alınması

Egzersiz sırasında sürekli oksijen tüketimi belirlemek için şnorkel kullanımı yüzme tekniğinde değişimlere sebep olmakta, direnci arttırmakta ve buna bağlı olarak daha yavaş yüzülmesine neden olmaktadır(29, 30, 31).

Bu sorunu ortadan kaldırmak için backward extrapolation yani geri kestirim formülleri ile elde edilen toparlanma eğrisi yardımıyla kestirim yapmak mümkündür(1, 31).

2.8. Yüzmede Geri Kestirim Yöntemi İle Oksijen Tüketimi Belirlenmesi

Yüzmede, geri kestirim yöntemi ilk olarak Montpeti ve arkadaşları tarafından Douglas Bag tekniğini kullanılarak çok kademeli olarak sürekli serbest yüzme ve koşu bandı koşu testleri ile uygulanmıştır(32). Geri kestirim metodu kullanıldığında maksimum çok aşamalı test sırasında hız % 10 daha yüksek olabilmektedir. Montpeti ve arkadaşları tarafından yapılan bu çalışmada ölçülen ve kestirilen VO_2 değerleri iyi koreledir ve SSE düşüktür (% 3.7).

Montpetit ve diğ. geri kestirim tekniğinin geçerliliğinin egzersizin bırakılmasından sonra gaz toplamada önemli bir gecikme olmaksızın yüzme süresinin 4-5 dakikadan daha uzun süren sürekli ve progresif egzersiz ile tükenmeye ulaşmanın (ancak supramaksimal yoğunluktan değil) sınırlandırıldığını ileri sürmüştür(32). Bu anlamda, Douglas Bag tekniği ile yapılan önceki çalışmalar, supramaksimal egzersiz sonrası VO_2 toparlanma eğrisinin başlangıcında 12 ila 35 sn arasında bir gecikme olduğunu bildirmiştir(11, 33).

Her bir soluma havasının (breath to breath) ölçümlerini kullanan son çalışmalar, ~3-14 sn'lik bir gecikmenin varlığını doğrulamıştır(1, 30, 31, 34). Bu nedenlerle literatürde yeterli geçerlilik ve güvenilirlik çalışmasına sahip olan aşağıda verilen formül kullanılmaktadır.

Oksijen tüketim değerleri geri kestirim formülü yardımıyla egzersiz sonrası ilk 20 saniyedeki veriler ile hesaplanmaktadır(31).

$$pVO_2(t) = \frac{VO_2(t)}{KAH(t)} KAH_{son} - Egzersiz$$

$pVO_2(t)$: Egzersiz sonrası kestirim yapılan oksijen tüketim değeri

$VO_2(t)$: Egzersiz sonrası ilk 20 saniyede ölçülen 1 saniye aralı değer

$KAH(t)$: Egzersiz sonunda ölçülen 1 saniye aralı kalp atım hızı

$KAH_{son}-Egzersiz$: Egzersizin son 10 saniyesinde ölçülen en yüksek kalp atım hızı değeri

2.9. Zirve Oksijen Alımı

VO_{2zirve} maksimal aerobik gücün göstergesi olmakla birlikte önemli bir performans belirleyicisidir. Pek çok farklı çalışmada VO_{2zirve} veya VO_{2pik} değerlerinin 100m gibi kısa mesafelerde bile iyi fakat mükemmel performans kestirim aracı olmadıkları gösterilmiştir(1, 15, 30, 31, 35). Literatür özeti incelendiğinde VO_{2zirve} ve yüzme mesafeleri ile ilişkisi için aşağıda yer alan bilgiler özetlenebilir;

100-m ($r^2 = 0.62$)(1)

365.8 m ($r^2 = 0.64$)(35)

400 m ($r^2 = 0.56$)(36)

800 m ($r^2 = 0.32$)(37)

Kademeli artan testler yüzmede VO_{2zirve} değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır(34). Maksimal metabolik güce aerobik sistemin katkısı bilgisayar simülasyon programı yardımıyla hesaplanmış ve şu değerler elde edilmiştir;

200 m: maksimal yüzme ortalama değerleri;

79% (34)

72% (29)

87% (15)

58% (30)

400 m maksimal yüzme ortalama değerleri:

86% (29)

95% (15)

83% and 73% (30)

VO_{2zirve} değerinin kademeli artan bir test ile mi yoksa maksimum yüzülen bir test ile mi belirlenmesi gerekliliği tartışmalı bir konu olmakla beraber yüzücülerin fizyolojik olarak değerlendirilmelerinde anahtar konumdur. Holmer, Douglas Bag

yöntemi ile yüzme kanalında, koşu bandında ve bisiklet ergometresinde VO_{2zirve} değerlerini karşılaştırmış ve koşu bandında daha yüksek değerler elde etmiştir(38).

Otomatik gaz analiz (breath to breath) yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarda 400m maksimal yüzme ve kademeli artan bisiklet ve koşu bandı testlerinde VO_{2zirve} değerlerinde fark bulunmamıştır(39).

2.10. Yüzme Branşında Cinsiyet Farkı

Yüzme branşı kadın ve erkek sporcuların ayrı kategori olarak yarışmasını içermesine rağmen antrenmanlarda kadın ve erkek sporcular birlikte antrenman yapmaktadırlar. Kadınların erkeklerden daha düşük solunum sistemine ve kardiyovasküler kapasiteye sahip oldukları bilinmektedir. Yani, kadınlar hem mutlak değerlerde hem de vücut yüzey değerlerine göre istirahatte ve submaksimal egzersizde erkeklere göre daha küçük atım hacimlerine, kalp debilerine, arteriyel oksijen içeriğine, hemoglobine ve daha az kırmızı kan hücresi konsantrasyonuna sahiptir (40, 41). Ayrıca kadınlar daha küçük akciğer hacimlerine, daha düşük istirahat akciğer difüzyon kapasitesine ve daha düşük maksimum ekspiratuar akış hızlarına sahiptir (42). Bu nedenlerle, erkeklerin daha yüksek mutlak VO_{2zirve} değerlerine sahip olmaları ve kadınlardan daha yüksek güç üretmeleri şaşırtıcı değildir (15, 41). Her ne kadar dinlenme ve egzersiz sırasında kadınların düşük kalp ve solunum kapasiteleri kaslara daha az O_2 iletimi ve kullanımına neden olsa da sonuç olarak VO_2 kinetiği erkeklere göre daha yavaştır. Kadınlar aynı zamanda çalışan kaslara daha fazla kan akışı sağlarlar; yani kararlı durum egzersizinde femoral kan akışı için daha yüksek kan akışı ve damar iletkenliği sunarlar (43). Bunun aksine, ön kol egzersizinde damar genişletici tepkiler kadın ve erkekler arasında farklılık göstermez (44). Bu nedenle, mevcut fizyolojik modeller erkekler ve kadınlar arasındaki fizyolojik yanıtların benzerliğini destekliyor gibi görünse de, oksijen alım kinetiği yanıtlarını potansiyel olarak etkileyebilecek cinsiyete bağlı bazı farklılıklar hala mevcuttur. Ayrıca, yüzmede antrenman gruplarında sıklıkla hem erkekler hem de kadınlar yer aldığından, antrenmanların özgülüğünü artırmak için olası farklılıkların doğrulanması büyük önem taşımaktadır.

Havuzda yapılan yüzme müsabakalarında sporcular dört teknikte (kelebek, sırtüstü, kurbağalama ve serbest) (45) ve bireysel karışık olarak dört tekniğin kombinasyonunda yarışır (46). Yüzme tekniklerinde cinsiyet farklılığının mesafe ve performans düzeyine bağlı olarak değişiklikler gösterdiği söylenebilir. 1994 ve 2011 yılları arasında yüzülen ulusal ve uluslararası yarışmalarda yüzülen sonuçları analiz eden bir çalışmada 200m ve 400m serbestte ve bireysel karışıkta hem iki mesafe arasında hem de iki yüzme tekniği arasında cinsiyet farkı bulunmamıştır (47). Cinsiyet farklılıkları sırasıyla bireysel karışıkta ~%9,7 ve ~%7,1 ve serbest teknikte ~%10,1 ve ~%6,1 olarak bildirilmiştir (48). Ulusal ve uluslararası düzeyde yarışan yüzücülerde yüzme hızındaki cinsiyete bağlı fark, ulusal yüzücüler için 50 m ila 200 m yarış mesafelerinde serbest stilde daha fazla bildirilmiştir. Serbest teknikte yüzme hızlarında cinsiyete bağlı fark, yarış mesafesi arttıkça azalmaktadır (49). Literatürde yer alan birbirinden farklı bulgular performans düzeyi, mesafe, teknik ve örneklem büyüklüğündeki farklılıklarla açıklanabilir. Ancak cinsiyet farkını ortaya açıkça koymak için gerekli kadın çalışmaları veya cinsiyet karşılaştırmaları literatürde çok az yer almaktadır. Ayrıca literatürde yer alan çalışmalarda seçilen katılımcılar havuzda antrenman yapan ve yarışan, açık suda antrenman yapan ve yarışan farklı özellikteki sporculardan seçilmektedir. Özellikle havuzda antrenman yapan ve yarışan sporcuların yer aldığı çalışmalarda cinsiyet farklılığındaki değişiklikler zaman içinde mesafeye, yaşa ve tekniğe bağlı olarak farklılık göstermektedir (45). Ergenliğin performans artırıcı etkilerinden önce; sprint ve dayanıklılık yüzme yarışlarında en hızlı kızlar aynı yarışlarda erkek yüzücülerden daha hızlı yüzme derecelerine sahiptirler. Buna karşılık elit yetişkin atletlerde erkeklerin kızlardan daha hızlı olduğu evrensel bulgularla desteklenerek söylenebilir. Bu farklılığın ana kaynağı ise aynı çalışmalarda testosteron hormonu olarak belirtilmektedir (50, 51, 52).

Son zamanlarda yapılan araştırmalar, serbest teknik yüzme performansındaki yaşa bağlı düşüşün hem yarış mesafesine hem de sporcuların cinsiyetine bağlı olduğunu bildirmiştir (51, 53). Yapılan çalışmalarda iki önemli bulgu öne çıkmaktadır; birincisi, serbest yüzme performansındaki yaşa bağlı düşüşün 1.500 m'de 50 m'ye göre daha fazla olduğu ve ikinci olarak bu düşüşün 50 m'de kadınlarda erkeklere göre daha belirgin olduğu gösterilmiştir (51, 53).

2.11 Fizyolojik Yanıtlar

Yarışma düzeyinde yapılan yüzme branşı ve fizyolojik yanıtlar konusu kapsamlı olarak araştırılması gereken popüler bir çalışma alanıdır. Branşın gerçekleştirildiği su ortamı insanlara pek çok zorluk sunar. Bu nedenle araştırmacılar sürekli olarak insanın sudaki performansına ilişkin daha derin bir anlayışa sahip olmaya isteklidir (54).

Uygun fizyolojik uyaranlarla iyi planlanmış antrenman programları homeostazi bozmanın ve organizmayı sonraki gelişmelere uyarılmanın etkili bir yoludur. Bu nedenle doğru fizyolojik yanıtları bilmek ve izlemek hem sahada antrenörler için hem de akademik dünyada araştırmacılar için önemli bir parametredir.

Fizyolojik yanıtlar arasında en popüler olan kardiyovasküler değerlendirme uzun süredir antrenman izlemenin önemli bileşeni olmuştur. Sahada antrenörler antrenman yoğunluğunu izlemek ve belirlemek için hâlâ günlük olarak kardiyovasküler ölçümlere öncelik vermektedirler. 1981 yılında Houston ve ark. yaptıkları çalışmada yüzme antrenmanından sonra koşu bandı ve duvara lastik ile bağlı halde yapılan yüzme sırasında kaydedilen en yüksek kalp atış hızında (sırasıyla ~204' den ~193' e ve ~172'den ~165'e) düşüşler gözlemlenmiştir (55). 1984 yılında Sharp ve ark. yaptığı çalışmada ise sezon boyunca çeşitli test dönemlerinde kalp atış hızı değerlerinin değişmediğini ancak yüzücülerin 200 metrelik serbest stil mesafesini daha hızlı yüzebildikleri gösterilmiştir (56). Daha güncel çalışmalara bakıldığında zirve kalp atış hızında (57, 58) ve dinlenik kalp atım hızında yüzme sezonu boyunca değişimler olmadığı gösterilmiştir (59, 60, 61). Bu çalışmalara ek olarak herhangi bir yoğun antrenman programına katılan antrenmansız katılımcıların, kardiyovasküler yanıtta anlamlı değişiklikler gösterme ihtimalinin antrenmanlı katılımcılara göre daha yüksek olduğu bilinmektedir (62). Kardiyovasküler açıdan antrenmanı değerlendirmek ve izlemek basit bir prosedür olmasına rağmen, literatürde yer alan çalışmalar bunun yeterince hassas bir yöntem olmadığını göstermektedir. Örneğin, egzersize verilen kalp atış hızı yanıtı, yalnızca egzersiz yoğunluğuna değil, birçok dış faktöre bağlı olarak da oldukça değişkenlik gösterebilir.

Yüzücünün fizyolojik yanıtlarından bir diğeri olan kan bileşiminin izlenmesi (yani hematolojik veya bağışıklık parametreleri), yetersiz besin alımına veya

mantıksız bir antrenman yüküne işaret edebilir (63). 1980 yılında Rushall ve Busch tarafından yapılan çalışmada elit yüzücülerin hemoglobin değerlerinin sezonun zorlu antrenman aşamalarında düştüğü ve antrenman yükünün azalması sırasında arttığı gösterilmiştir (64). 14 haftalık bir antrenman döneminde Santhiago ve ark., hematokrit ve ortalama eritrosit hacminin dayanıklılık periyodunda azaldığını (sırasıyla erkekler: %5,8 ve %7,2; kadınlar: %11,6 ve 6,8) ve şiddet artışı periyodunda arttığını (sırasıyla erkekler: %7,2 ve %6,0; kadınlar: %7,4 ve %5,2) göstermişlerdir (65). Mujika ve ark. yüksek seviyede antrenmanlı yüzücülerde 12 haftalık yoğun antrenman ve ardından 4 haftalık taper sonrasında hemoglobin ve ortalama eritrosit hacminde artış olduğunu göstermiştir (66). Bunun tersine Mackinnon' un yaptığı çalışmada serum ferritin, hemoglobin, eritrosit sayısı, hematokrit ve ortalama kırmızı hücre hacmi, 4 haftalık yoğunlaştırılmış antrenmandan sonra hiçbir değişiklik göstermemiştir (67). Antrenmanların toplam süresi, test noktalarının sayısı ve antrenman yükleri arasındaki olası fark, sonuçlar arasındaki bu farklılığın nedenlerinden bazılarını oluşturduğu düşünülmektedir. Bu bulguların ışığında, çoğunlukla antrenman yüklerini kan bileşimlerine göre ayarlamak için sezonun her aşamasında düzenli kan örneği analizinin önemi ön plana çıkmaktadır.

Egzersize kan laktat yanıtı, aerobik performansla ilgili temel fizyolojik yanıtlar arasında en önemli parametredir (68). Kan laktat konsantrasyonunun, bu metabolitin ortaya çıkma ve uzaklaştırılma hızını yansıttığı ve yaygın olarak glikolitik aktivitenin bir göstergesi olarak kullanıldığı iyi bilinmektedir. Kan laktat yanıtlarının incelenmesi, yüzmede anaerobik gücü belirlemenin yaygın bir yoludur. Anaerobik karbonhidrat katabolizması yaklaşık 20 saniye ile 1 dakika süren 50 ve 100 m yarışlarında baskındır (7, 69). Son zamanlarda çok sayıda araştırmacı, yüzme dayanıklılık performansını tahmin etmede yararlı ve önemli bir indeks olarak laktat dönüm noktasını (4 mmol kan laktatı) kullanmaktadır (7). Çok sayıda çalışma, laktat dönüm noktasındaki yüzme hızı ile 400 m ($r = 0,90$; 26) ve 30 dakikalık yüzme ($r = 0,97$; 22) sırasındaki performans arasında yüksek bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur (3). Bununla birlikte, ileri yaşlarla karşılaştırıldığında genç yaşlarda benzer kan laktat konsantrasyonuna karşılık kas oksijen kullanımının arttığı rapor edilmiştir (70) ve bu, egzersiz sırasında laktat kinetiğini etkileyebilir bir durumdur. Çocuklarla yapılan bazı çalışmalarda, çocukların glikoliz aktivasyonunun daha düşük olması nedeniyle nispeten düşük kan laktat

konsantrasyonu ile yüksek şiddette yüzdükleri gösterilmiştir. Oysa yetişkin ve genç yüzücüler, daha düşük kulaç frekansı ve daha yüksek kulaç uzunluğu ile daha iyi bir verimle yüzdükleri için çocuklara benzer şekilde düşük laktat değerlerini sergilemektedirler (71). Araştırmalar, elit yüzücülerde en yüksek kas ve kan laktat birikiminin 100 ve 200 m yarışlarında meydana geldiğini ve kan laktatının ortalama 14 mmol'e ulaştığını göstermiştir (72). 50 m sprint yüzmelerde kan laktatı yaklaşık 7 ila 12 mmol arasında değişir (72, 73, 74). 50 m'nin altında tekrarlardan oluşan yüzme mesafeleri üzerinde yapılan çalışmalar, kan laktat konsantrasyonlarının 4 mmol ile 14 mmol arasında değiştiğini bildirmiştir (75, 76). Cinsiyetin farkı açısından bakıldığında Williams ve Armstrong yaptıkları çalışmada maksimum altı yoğunluklarda kan laktat yanıtı üzerindeki etkisi ile ilgili olarak, koşu için 13 yaşındaki erkek (2,1 mmol) ve kızlarda (2,3 mmol) Maksimum Laktat Steady State'ye karşılık gelen benzer laktat konsantrasyonlarını raporlamışlardır (77). Yüzücüler üzerinde yapılan bir çalışmada ise 4 mmol kan laktat konsantrasyonunun erkeklerde (%91 VO_{2zirve}) ve kızlarda (%90 VO_{2zirve}) benzer şiddetleri temsil ettiği ve olgunlaşma düzeylerine göre incelendiğinde bu yüzdelerin cinsiyetler arasında aynı olduğu görülmektedir (78).

2.12. Biyomekanik Farklılıklar

Yüzme branşında sıklıkla kullanılan biyomekanik parametreler kulaç mesafesi, kulaç oranı ve kulaç frekansdır. Kulaç mesafesi bir kol devrinde alınan mesafeyi ifade eder ve havuzda mesafesi kesin bilinen aralıkta kol sayarak m/döngü cinsinden ifade edilir. Kulaç oranı sporcunun bir dakikada kaç kol döngüsü yaptığını ifade eder. Kulaç frekansı ise bir kol döngüsünün kaç saniyede tamamlandığını ifade eder (7).

Yarışma sırasındaki akut yorgunluk, kulaç mesafesi ve kulaç oranı açısından tutarlı bir modelleme ile açıklanabilir. Yorgunluk arttıkça kulaç mesafesi yani bir kolda alınan mesafe azalır. Bu yaklaşım olimpiyatlara kadar yüzmenin tüm seviyelerinde görülmektedir. 1988 ve 1992 Olimpiyat oyunları sırasındaki yüzme yarışmalarının analizinde, performans sürelerinin yarışın son yarısındaki kulaç oranıyla yüksek düzeyde ilişkili olduğunu göstermiştir (79). İlgili yarışmalarda madalya kazanan yüzücüler, yüzme hızını korumak için kulaç oranını artırmayı başaran sporcular olmuştur.

Yarışmacı bir yüzücü belirli bir mesafeyi mümkün olduğu kadar hızlı kat etmeye çalışır (80). Bu nedenle yüzme hızının hesaplanmasında kulaç mesafesi ve kulaç frekansının çarpımı kullanılır (81). Kulaç mesafesi, kulaç frekansı, ortalama yüzme hızı ile yarış mesafesi ve kulaç tekniğine bağlı yüzme performansı arasındaki ilişki, biyomekanik araştırmalardaki en önemli ilgi noktalarından biridir (82).

Yüzme yarış mesafesi tamamlanırken turlar arası değişim için, her iki cinsiyet de kulaç frekansı için bir "çapraz" modeli gözlenir, yani kulaç mesafesi artarken kulaç frekansı azalır ancak bu durum erkek yüzücülerde daha belirgindir (83). Her iki cinsiyet içinde yarış mesafesinin sonlarına doğru kulaç frekansı artış gösterir.

2000 olimpiyat oyunlarında yüzülen yarış mesafelerine bağlı kulaç oranları (devir/dakika) aşağıda yer alan tabloda özetlenmiştir (84).

YARIŞ	50m E	50m K	100m E	100m K	200m E	200m K	400m E	400m K
Ortalama	59,3	62,3	51,8	53,0	47,0	48,2	41,9	48,4
S. sapma	3,4	3,4	3,0	1,6	3,2	3,0	3,7	4,3
En yüksek	63,0	68,3	56,2	55,2	51,0	53,3	47,4	55,2
En düşük	52,2	57,8	48,0	50,6	41,8	44,8	36,5	41,4

2000 olimpiyat oyunları sonrası yapılan çalışma incelendiğinde daha sprint karakterde olan yarışlarda daha yüksek kulaç oranı gözlenmektedir. Yarış mesafesi arttıkça kulaç oranı azalmaktadır. Cinsiyetler arasındaki farklar incelendiğinde kadınların erkeklere kıyasla aynı yarış mesafesinde daha yüksek kulaç oranı kullandıkları görülmektedir. Buna karşılık olarak erkeklerin kulaç mesafesinin kadınlardan daha uzun olduğu söylenebilir (7).

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Bu çalışmanın örneklemini 500 ve üzeri FINA puanı almış 15-16 yaş ulusal ve uluslararası düzeyde ki kadın ve erkek Türk yüzücülerden n=16 kadın ve n=19 erkek toplam 35 yüzücü oluşturmuştur. Katılımcılar en az 4 yıldır lisanslı ve haftada en az 5-7 kez 90-120 dakika antrenman yapan sporculardan seçilmiştir. Sporcuların yarışma performans düzeylerinin belirlenmesi için FINA puan sistemi kullanılmış ve sporcuların en hızlı 200m serbest yarış derecelerine göre 0 ila 1100 arasında değişen FINA puanlama yöntemi ile puanlanmıştır. Örneklem boyutu için GPower (Ver.:3.1.9.2) analizinde $d=0.8$, $\alpha=0.05$ ve $1-\beta=0.80$ ve $n2/n1=1$ için bağımsız iki grup örneklem boyutu $n1=26$ ve $n2=26$ olarak hesaplanmıştır. Testler sırasında maksimum efor sarf etmesine engel teşkil eden hastalık ya da geçici sakatlığı bulunan, sezonda yüzdükleri yarış derecelerinin %95' inden daha yavaş yüzen, katılmaktan vazgeçen ve veri toplama sırasında veri kaybı olan 12 sporcu (9 kadın, 3 erkek) çalışma dışı bırakılmıştır. Ayrıca bu çalışmanın verileri Covid 19 pandemisi ve sonrasında toplandığı için GPower ile hesaplanan örneklem boyutuna ulaşamamıştır. Ölçümler milli takım seçmelerine yönelik yapılan yıllık plana bağlı olarak genel hazırlık dönemi sonunda alınmıştır. Tüm yüzme testleri öncesinde katılımcıların alkol veya kafein gibi uyarıcı kullanmamaları istenilmiştir. Ölçümler öğleden sonra 4-6 saatleri arasında öğle yemeğinden en az 3 saat sonra alınmıştır. Katılımcıların test günü öncesinde gece 8-9 saat uyumaları istenilmiştir. Araştırma için Sağlık Bilimleri Araştırma Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır (Karar No:GO19/422). Katılımcılara çalışma ile ilgili açıklamalar yapılmış ve aydınlatılmış onam formu imzalatılmıştır. Bu çalışma Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2. Veri Toplama Araçları

3.2.1 Boy Uzunluğu

Sporcuların boy uzunlukları ± 0.1 cm hassasiyetle ölçüm yapan taşınabilir portatif bir stadiometre ile belirlenmiştir (Holtain Ltd. UK).

3.2.2 Vücut Kompozisyonu

Vücut ağırlığı ± 0.1 kg hassasiyetle ölçüm yapan elektronik bir baskül (Tanita TBF 401A, Japonya) ile ölçülmüştür. Vücut kompozisyonu ayaktan ayağa biyoelektrik impedans yöntemi ile 50 kHz tek frekans ve 500 μ A akım veren bir tetrapolar analizörde (Tanita TBF 401A, Japonya) belirlenmiştir.

3.2.3 Kan Laktat Konsantrasyonu

Katılımcıların kan laktat konsantrasyonu el parmak ucundan alınan bir damla kapiler kan örneğinden yaklaşık 15 saniyede elektroenzimatik yöntemle ölçüm yapabilen ağırlığı 80 gr olan portatif bir el analizörü (Lactate Scout+, SensLab GmbH, Leipzig, Almanya) ile belirlenmiştir. Kan örnekleri almak için lanset ve lanset tabancası (Vital Plus, Çin) kullanılmıştır.

3.2.4 Kalp Atım Hızı

Katılımcıların kalp atım hızları testler sırasında bir saniye aralıklarla su altında ölçüm yapabilen bir telemetrik kalp atım hızı monitörü ve göğüs bandı ile eş zamanlı (Garmin Forerunner 945 HRM-Swim, USA) ölçülmüştür.

3.2.5 Oksijen Tüketim Değerleri

Katılımcıların oksijen tüketimi portatif bir gaz analizörü (Cosmed K4b2, İtalya) ile ölçülmüştür. Her ekspirasyon havasından otomatik gaz analizi yapabilen analizörün toplam ağırlığı (ana ünite, tribün, kablolar, sabitleme aparatları ve batarya) 550 gr'dır. Gaz analizörünün kalibrasyonu her ölçümden önce üretici firmanın kullanım yönergelerine uygun olarak yapılmıştır. Gaz kalibrasyonu için içerisinde konsantrasyonları bilinen (O₂: %15.70, CO₂: % 5.00, N₂ balans) referans gaz kullanılmıştır. Ayrıca türbin kalibrasyonu 3 litrelik sertifikalı bir hava şırıngası (Cosmed, İtalya) ile yapılmıştır.

3.2.6 VO_{2zirve} Değerinin Belirlenmesi

VO_{2zirve} 'yi belirlemek için egzersiz sonrası ilk 20 saniyedeki oksijen tüketimi ve egzersizin son 10 saniyesinde ölçülen kalp atım hızı değerleri kullanılarak geriye kestirim yöntemi ile hesaplanmıştır.

3.2.7 Yüzme Süreleri ve Kulaç Parametreleri

Tüm test mesafelerinde yüzülen toplam süreler el kronometresi ile ölçülmüştür (Finis, USA). Kulaç oranları manuel el kronometresinin stroke rate özelliği kullanılarak hesaplanmıştır (Finis, USA). Kulaç uzunluğu sualtının etkisinin olmadığı ve kesin mesafesi bilinen aralıkta sporcunun kol sayılarının sayılması ve mesafeye oranlanması ile hesaplanmıştır.

3.3. Verilerin Toplanması

Verilerin toplanması için oluşturulan araştırma deseni Tablo 3.1'de gösterilmiştir. Katılımcılar toplam 4 ardışık gün performans ölçümlerinin alınacağı havuza günün aynı saatlerinde gelmişlerdir. Katılımcıların birinci gün havuz ölçümleri öncesinde antropometrik ölçümleri yapılmıştır. Katılımcılar birinci gün 400m ve 50m, ikinci gün 200m, üçüncü gün 100m ve 25m ve dördüncü gün 7x200m kademeli artan yüzme testlerini serbest stilde maksimal hızda yüzmüşlerdir. 7x200m kademeli artan yüzme testinin sonunda VO_{2zirve} değerini belirlemek için hemen havuzdan çıkmadan önce her ekspirasyon havasını analiz eden portatif gaz analiz sistemiyle (Cosmed K4b2, Roma, İtalya) 20 saniye süreyle oksijen tüketimleri ölçülmüş kalp atım hızları ve geri kestirim formülü yardımı ile belirlenmiştir. Tüm testlerde sporcuların kalp atım hızları (KAH) bir telemetrik monitörle (Garmin Forerunner 945 HRM-Swim, USA) saniyelik aralıklar halinde kayıt edilmiştir. Tüm testlerde egzersiz bitiminden 1 dakika sonra parmaktan alınan kan örneğinden el analizörü (Lactate Plus analyzer, Nova Biyomedikal, Waltham, USA) ile laktik asit ölçümü yapılmıştır. Tüm yüzme dereceleri manuel bir el kronometresi ile alınmıştır (Finis, USA). Tüm yüzme testlerinde sporcuların kol sayıları araştırmacı tarafından her bir tur başına sayılmış ve

kaydedilmiştir. Sporcuların stroke rate (kulaç oranı) değerleri araştırmacı tarafından her bir turda duvar itişlerinin etkisinin olmadığı havuzun orta bölümünde manuel el kronometresinin stroke rate özelliği ile alınmıştır (Finis, USA). Testler öncesinde standart ısınma protokolü olarak; 800 m düşük tempo serbest yüzme (kızlar için 1,2m/sn ve erkekler için 1,4m/sn) ve 6-8 tane orta tempo 50 metreler kullanılmıştır. Katılımcılar havuza ulaşmadan önce gerekli hazırlıklar yapılmıştır. Tüm testlerin yapıldığı havuzun su sıcaklığı 26-28 °C ve ortam sıcaklığı 29-31 °C dir.

Tablo 3.1 Araştırma Deseni



3.3.1 Antropometrik Ölçümler

Katılımcıların boy uzunlukları sadece ilk test gününde taşınabilir portatif bir stadiometre (Holtain Ltd. UK) ile, vücut ağırlıkları ise her test gününde elektronik baskül (Tanita TBF401A, Japonya) ile hafif spor kıyafeti ve ayakkabısız olarak ölçülmüştür. Katılımcıların vücut kompozisyonu ölçümleri için (Vücut Yağ Yüzdesi, Yağsız Vücut Kütlesi) bir gece açlık sonrası sabah 09:00-10:00 saatleri arasında havuza gelmeleri istenmiş ve ölçümler tamamlanmıştır.

3.3.2 Kulaç Mesafesi Belirlenmesi

Sporcunun bir kolda aldığı mesafenin belirlenebilmesi için mesafe boyunca her turda sualtı dönüşlerinin etkisinin olmadığı havuzun orta kısmında mesafesi kesin bilinen aralıkta sporcunun kolları sayılmış ve bir kolda aldığı mesafe m/döngü cinsinden belirlenmiştir (7, 17, 85, 86).

3.3.3 Kulaç Oranı (Stroke Rate) ve Kulaç Frekansı (Stroke Frequency) Belirlenmesi

Sporcunun kulaç oranı değeri her turda sualtı dönüşlerinin etkisinin olmadığı havuzun orta kısmında 3 kol devrini tamamladığı süre yardımı ile devir/dk cinsinden belirlenmiştir. Ölçüm manuel el kronometresinin stroke rate özelliği kullanılarak yapılmıştır. Sporcunun kulaç frekans değeri her turda sualtı dönüşlerinin etkisinin olmadığı havuzun orta kısmında 3 kol devrini tamamladığı süre yardımı ile sn/devir cinsinden belirlenmiştir. Ölçüm manuel el kronometresi kullanılarak yapılmıştır (7, 17, 85, 86).

3.3.4 Ortalama Yüzme Hızı Belirlenmesi

Sporcunun ortalama yüzme hızı her turda alınan kulaç mesafesi ve kulaç frekansı değerlerinin birbirine bölünmesi ile m/sn cinsinden hesaplanmıştır (7, 17, 86).

$$\text{Yüzme Hızı} = \frac{\text{kulaç mesafesi} \left(\frac{m}{\text{döngü}} \right)}{\text{kulaç temposu} \left(\frac{sn}{\text{döngü}} \right)}$$

3.3.5 25m, 50m, 100m, 200m ve 400m Maksimal Serbest Yüzme Testi

Katılımcılar tüm mesafelerde testlere havuz içinden kenardan başlamışlar ve maksimal performans ile yüzmüşlerdir. Her bir mesafe için toplam süre araştırmacı tarafından manuel el kronometresi ile tutulmuştur. Yüzme boyunca sporcuların kalp atım hızı saniyelik aralıklar ile kaydedilmiştir. Test süresince sporcuların kol sayıları araştırmacı tarafından her bir tur başına sayılmış ve kaydedilmiştir. Sporcuların kulaç

oranı (stroke rate) değerleri araştırmacı tarafından her bir turda duvar itişlerinin etkisinin olmadığı havuzun orta bölümünde manuel el kronometresinin kulaç oranı özelliği ile alınmıştır (Finis, USA). Sporcuların sezon içerisindeki bireysel en hızlı yarış derecelerinden %95 ve daha yavaş yüzmeleri durumunda test tekrarlanmıştır (6, 11, 29, 31, 38, 78, 87, 88, 89).

3.3.6 7x200m Kademeli Artan Yüzme Testi:

Test öncesinde her bir basamakta sporcunun gelmesi gereken tempo hesaplanmıştır. 7. tekrar için o sezon yüzülen en hızlı derece hedef zaman olarak belirlenmiş ve geriye doğru her bir tekrar için 5 saniye eklenmiştir. 1. tekrar son tekrardan 30 saniye daha yavaş yüzülmesi istenmiştir. Her bir tekrar sonunda hemen havuzdan çıkmadan önce her ekspirasyon havasını analiz eden portatif bir gaz analiz sistemiyle (Cosmed K4b2, Roma, İtalya) 20 saniye süreyle oksijen tüketimleri ölçülmüş ve geri kestirim formülü ile VO_2 değerleri belirlenmiştir. Kademeli artan test protokolü yardımı ile en yüksek oksijen tüketim değeri zirve oksijen tüketim değeri olarak belirlenmiştir. Her tekrar bitiminden 1 dakika sonra parmaktan alınan kan örneğinden bir el analizörü (Lactate Plus analyzer, Nova Biomedical, Waltham, USA) ile laktik asit ölçümü yapılmıştır. Yüzme ve dinlenme için her bir tekrar toplam 5 dakikadan oluşmuştur. Yüzme sonunda sporcular havuz kenarında pasif toparlanma yapmışlardır. Tüm sporcular 6. Ve 7. tekrarları yüzerken ekstra motive edilmişlerdir (8, 9, 10, 90).

3.3.7 VO_{2zirve} Değerinin Belirlenmesi

Katılımcıların VO_2 değerleri 7x200m kademeli artan test protokolünde her tekrar sonrası 20 saniye boyunca ölçülmüştür. Oksijen tüketimi toplam ağırlığı 550 gr olan portatif bir gaz analizörü (Cosmed K4b2 breathbybreathportablespirometer, Roma, İtalya) yardımıyla ölçülmüştür. Yüzme mesafesi bitiminde 3 saniye içerisinde maske sporcunun yüzüne yerleştirilmiş ve sıkıca tutulmuştur. Her ölçümden önce üretici firmanın yönergesine göre kalibrasyon yapılmıştır. Çalışma da kullanılacak olan K4b2 (Cosmed K4b2, Roma, İtalya) portatif bir ölçüm aracı olup özellikle saha

çalışmalarında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Cihaz laboratuvar ortamı dışında da her sahada ve iklim koşulunda kullanıma uygun yapıda üretilmiştir. Çalışmada kayıt yapan K4b2 cihazı suyun dışında ve araştırmacının üzerinde bağlı olacak şekilde kullanılmıştır. Katılımcıya temas cihazın sadece maske kısmı ile sağlanmıştır. Yüzme mesafesi bitiminde 3 saniye içerisinde maske sporcunun yüzüne yerleştirilmiş ve sıkıca tutulmuştur. Gaz analiz sisteminde kullanılan maskeler sistemin türbinine takılmasına ve ekspirasyon havasının türbin dışında sızıntı yapmasının engellenmesine olanak sağlayacak şekilde kauçuktan yapılmış ve kişinin yüz yapısına göre küçük, orta ve büyük olmak üzere üç farklı ebattadır. Katılımcıların kullanacağı maske ebatı test öncesinde belirlenmiştir. Her bir katılımcı için kullanılan türbin ve maske kullanımdan sonra akan su altında kaba temizliği (salya, yer) yapılarak dezenfeksiyonda kullanılan % 10 Benzalkonyum Klorür solüsyonu ile yıkanmıştır. Oksijen tüketim değeri egzersiz sonrası ilk 20 saniyedeki oksijen tüketim değerleri ve kalp atım hızlarının aşağıda verilen geri kestirim formülü yardımıyla hesaplanmıştır (1, 31, 39).

$$pVO_2(t) = \frac{VO_2(t)}{KAH(t)} KAH_{son} - Egzersiz$$

$pVO_2(t)$: Egzersiz sonrası kestirim yapılan oksijen tüketim değeri

$VO_2(t)$: Egzersiz sonrası ilk 20 saniyede ölçülen 1 saniye aralı değer

$KAH(t)$: Egzersiz sonunda ölçülen 1 saniye aralı kalp atım hızı

$KAH_{son}-Egzersiz$: Egzersizin son 10 saniyesinde ölçülen en yüksek kalp atım hızı değeri

3.3.8 Kalp Atım Hızı

Her protokolden önce katılımcıların KAH testten önce ve test süresince telemetrik kalp atım hızı monitörü (Garmin Forerunner 945 HRM-Swim, USA) ile el bileğinden ve göğüs bandından 1 saniyelik aralıklarla kaydedilmiştir. Su altında daha güvenilir ölçüm alınması için göğüs bandı ve telemetrik monitör (kol saati) eş zamanlı olarak kullanılmıştır (30, 31, 91).

3.3.9 Kan Laktat Konsatrasyonu

7x200m testinin her tekrarından sonra 1. Dakikada katılımcıların parmak ucundan alınan kan örneğinden herhangi bir işleme tabii tutulmadan el analizörü (Lactate Plus analyzer, Nova Biomedical, Waltham, USA) yardımıyla belirlenmiştir. Sporcuların parmakları önce su tutma özelliği yüksek mikrofiber bir havlu ile kurulanmış daha sonra alkol ile silinmiş ve yeniden kurulandıktan sonra lanset ve lanset tabancası (Vital Plus, Çin) ile parmak delinmiştir. İlk damla kurulandıktan sonra ikinci damla ölçümde kullanılmıştır (89, 90, 92).

3.3.10 Laktat Eşiğinin Belirlenmesi

7x200 m kademeli artan test protokolünden elde edilen laktik asit değerleri yüzme hızına karşı excel programında grafiğe geçirilmiş ve laktat dönüm noktası metodu ile anaerobik eşik belirlenmiştir. Grafikte laktik asit değerinin aniden ve keskin bir şekilde artış gösterdiği nokta anaerobik eşik noktası olarak tanımlanmıştır. Bunun için kademeli artan test protokolünden elde edilen her 2 nokta arasındaki doğrunun eğimi ayrı ayrı hesaplanmış ve ani artış olarak en yüksek eğim değerinin olduğu nokta laktat dönüm noktası olarak kabul edilmiştir (9, 10, 89).

3.3.11 Kritik Hız Hesaplanması

50, 100, 200, 400 m maksimal yüzme test sonuçları ile süre-mesafe grafiği excel uygulamasında çizilmiş ve regresyon eğrisinin eğimi kritik yüzme hızı olarak hesaplanmıştır. Çizilen grafikte excel uygulamasının özelliği kullanılarak grafiğin denklemi görüntülenmiştir. Elde edilen $y=mx+n$ biçimindeki denklemde x'in katsayısı doğrunun eğimini vermiştir (11, 93, 94).

3.4. Verilerin Analizi

Tüm değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri yapılmıştır (SPSS Statistics v23.0, IBM, USA). Verilerin normal dağılıma uyumları Kolmogorov-Smirnov Testi ile belirlenmiştir. Tüm değişkenler için normal dağılımdan sapma önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Cinsiyetler arasındaki karşılaştırmalar için Bağımsız Gruplarda t Testi kullanılmıştır. Etki büyüklüğü için Cohen's d istatistiği hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü $d = 0,2$ “küçük”, $d = 0,5$ “orta”, $d = 0,8$ “büyük” olarak değerlendirilmiştir (95). Değişkenler arasındaki ilişkiler Pearson Korelasyon Yöntemi ile belirlenmiştir. Korelasyon analiz sonuçlarında korelasyon katsayıları $r < 0.10$: İhmal edilebilir, $r = 0.10 - 0.39$: Zayıf, $r = 0.40 - 0.69$: Orta, $r = 0.70 - 0.89$: Kuvvetli ve $r = 0.90 - 1.00$: Çok kuvvetli olarak yorumlanmıştır (96). Erkek ve kadın yüzücüler için hesaplanan korelasyon katsayıları (r_{erkek} ve $r_{\text{kadın}}$) arasındaki fark olup olmadığını belirlemek için Fisher dönüşümü kullanılarak r katsayıları z değerine dönüştürülmüştür (97). Elde edilen z istatistiklerinden korelasyon katsayıları arasındaki fark değerlendirilmiştir (98). Tüm istatistik işlemler için SPSS programı (Ver:15.0) ve excel uygulaması kullanılmıştır (Excel 2019, Microsoft Office 2019, USA). Tüm istatistik işlemlerde $p = 0.05$ anlamlılık düzeyi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmanın amacı yüzücülerde laktat eşliğindeki yüzme hızı, kritik hız, maksimal yüzme hızı ve farklı mesafelerdeki yüzme hızları (50m, 100m, 200m ve 400m) ile VO_{2zirve} ve karşılık gelen yüzme hızı arasındaki ilişkileri incelemektir. Bu araştırmaya 19 erkek ve 16 kadın aktif yüzücü katılmıştır. Katılımcıların hepsi 25m, 50m 100m, 200m ve 400m maksimal yüzme testi ve 7x200 kademeli artan yüzme testini serbest yüzme tekniği ile tamamlamışlardır. Araştırmada katılımcıların antropometrik özelliklerinin yanı sıra yüzme hızları, kalp atım hızları, oksijen tüketim değerleri, laktat değerleri, ölçülmüştür. VO_{2zirve} değerleri egzersiz sonrasında alınan 20 saniyelik ölçümler ve matematiksel formül kullanılarak geri kestirim yöntemi ile hesaplanmıştır.

4.1. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Fiziksel Özellikleri Ve Fina Puanları

Erkek ve kadın yüzücülerin fiziksel özellikleri ve Fina puanları Tablo 4.1' de sunulmuştur. Erkek ve kadın yüzücülerin takvim yaşları ve antrenman yaşları arasında anlamlı fark saptanmamıştır (sırasıyla $p = 0.904$, $EB = 0.02$; $p = 0.919$, $EB = 0.03$). Ek olarak sporcuların performans düzeylerini belirleyen ve yarış sonuçlarına göre elde ettikleri Fina puanları arasında da anlamlı fark saptanmamıştır ($p = 0.161$, $EB = 0.48$). Erkek yüzücüler istatistiksel olarak daha uzun ($p = 0.000$, $EB = 2.39$), daha ağır ($p = 0.000$, $EB = 3.91$), kas kütlesi daha fazla ($p = 0.000$, $EB = 0.03$), VKI daha yüksek ($p = 0.000$, $EB = 1,33$) ancak VYY daha düşüktür ($p = 0.000$, $EB = 4,60$) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 Erkek ve kadın yüzücülerin fiziksel özellikleri ve Fina puanları

	Erkek	Kadın	t	p	EB
Yaş (yıl)	16,66 ± 0,57	16,65 ± 0,38	0,12	0,904	0,02
Boy (cm)	180,11 ± 3,12	173,06 ± 2,77	6,99	0,000	2,39
VA (kg)	76,50 ± 2,72	66,50 ± 2,38	11,43	0,000	3,91
VKI (kg.m ⁻²)	23,60 ± 1,19	22,21 ± 0,88	3,85	0,000	1,33
VYY (%)	10,54 ± 1,19	16,52 ± 1,40	13,60	0,000	4,60
YVK (kg)	68,44 ± 2,57	55,52 ± 2,48	15,02	0,000	0,03
ANTYAŞ	8,79 ± 0,92	8,75 ± 1,34	0,103	0,919	0,03
FINAP	720,00 ± 22,75	705,19 ± 37,59	1,436	0,161	0,48

VA: Vücut Ağırlığı, VKI: Vücut Kütle İndeksi, VYY: Vücut Yağ Yüzdesi, YVK: Yağsız Vücut Kütlesi, ANTYAŞ: Antrenman Yaşı, FINAP: Fina Puanı, EB: Cohen's d etki büyüklüğü.

4.2. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Zirve Oksijen Tüketimi (VO_{2zirve}) Ve VO_{2zirve} Yüzme Hızı Ve Maksimal Kalp Atım Hızı

Erkek ve kadın yüzücülerin, 7 x 200 m yüzme testinde ölçülen mutlak ve relatif VO_{2zirve} , VO_{2zirve} yüzme hızı ve KAH_{maks} değerleri Tablo 4.2' de sunulmuştur. Kadın yüzücülerle karşılaştırıldığında erkek yüzücülerin mutlak ve relatif VO_{2zirve} değerleri (sırasıyla $p = 0.000$, $EB = 0.05$; $p = 0.002$, $EB = 1.11$), VO_{2zirve} hızı ($p = 0.000$, $EB = 2.74$) ve KAH_{maks} ($p = 0.000$, $EB = 1,81$) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksektir. Ek olarak erkeklerde 7 x 200m testi sonunda ölçülen LA_{maks} değeri kadınlardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksektir ($p = 0.000$, $EB = 2.12$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Erkek ve kadın yüzücülerin zirve oksijen tüketimi (VO_{2zirve}) ve VO_{2zirve} yüzme hızı ve maksimal kalp atım hızı

	Erkek	Kadın	t	p	EB
VO_{2zirve} Hızı ($m.s^{-1}$)	$1,62 \pm 0,03$	$1,55 \pm 0,02$	7,24	0,000	2,74
VO_{2zirve} ($ml.dk^{-1}$)	$5462 \pm 173,52$	$4527,98 \pm 200,87$	14,77	0,000	0,05
VO_{2zirve} ($ml.kg^{-1}dk^{-1}$)	$71,44 \pm 1,72$	$68,16 \pm 3,80$	3,36	0,002	1,11
KAH_{maks} ($atım.dk^{-1}$)	$194,42 \pm 2,61$	$190,62 \pm 1,40$	5,20	0,000	1,81
LA_{maks} (mmol)	$13,47 \pm 0,75$	$12,05 \pm 0,58$	6,18	0,000	2,12

VO_{2zirve} : Zirve Oksijen Tüketimi, KAH_{maks} : Maksimal Kalp Atım Hızı, LA_{maks} : Maksimal Laktat Değeri, EB: Cohen's d etki büyüklüğü.

4.3. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Farklı Antrenman Yüzme Hızları Ve KAH Yanıtları

Erkek ve kadın yüzücülerin MYH, AnE YH, KH ve farklı mesafelerde yüzme hızları Tablo 4.3'de ve farklı mesafelerde yüzme KAH değerleri Tablo 4.4'de sunulmuştur. Erkek yüzücülerin MYH, AnE YH, KH kadın yüzücülerden yüksektir (sırasıyla $p = 0.000$, $EB = 0.88$; $p = 0.000$, $EB = 4.71$; $p = 0.000$, $EB = 1.70$). Ek olarak erkek yüzücülerin 50m ($p = 0.000$, $EB = 3.98$), 100m ($p = 0.000$, $EB = 1.99$), 200m ($p = 0.000$, $EB = 2.21$) ve 400m ($p = 0.000$, $EB = 2.74$) yüzme hızları da kadın yüzücülerden yüksektir. Her iki cinsiyette de yüzme mesafesi arttıkça yüzme hızı azalmıştır (Tablo 4.3).

50m, 200m ve 400m mesafelerinde ölçülen en yüksek KAH 'da cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (sırasıyla; $p = 0,738$, $EB = 0.11$; $p = 0,424$, $EB = 0.28$; $p = 0,479$, $EB = 0.24$). Kadın yüzücülerde 25m ve 100m

mesafelerde ölçülen KAH, istatistiksel olarak anlamlı derecede erkeklerden daha yüksektir (sırasıyla $p = 0,002$, $EB = 1,12$; $p = 0,005$, $EB = 1,02$). Her iki cinsiyette de tüm mesafelerde ölçülen KAH, KAH_{maks} 'dan (VO_{2zirve} KAH) düşüktür (Tablo 4.2). Her iki cinsiyette de yüzme hızının aksine yüzme mesafesi arttıkça KAH artmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.3 Erkek ve kadın yüzücülerin farklı antrenman yüzme hızları

Yüzme Hızı	Erkek	Kadın	t	p	EB
MYH ($m.s^{-1}$)	$2,02 \pm 0,06$	$1,70 \pm 0,51$	15,54	0,000	0,88
AnE YH ($m.sn^{-1}$)	$1,48 \pm 0,03$	$1,36 \pm 0,02$	13,85	0,000	4,71
KH ($m.sn^{-1}$)	$1,51 \pm 0,04$	$1,45 \pm 0,03$	5,54	0,000	1,70
50m YH ($m.sn^{-1}$)	$1,84 \pm 0,05$	$1,66 \pm 0,04$	9,80	0,000	3,98
100m YH ($m.sn^{-1}$)	$1,74 \pm 0,05$	$1,65 \pm 0,04$	5,74	0,000	1,99
200m YH ($m.sn^{-1}$)	$1,58 \pm 0,04$	$1,51 \pm 0,02$	5,66	0,000	2,21
400m YH ($m.sn^{-1}$)	$1,55 \pm 0,03$	$1,48 \pm 0,02$	7,27	0,000	2,74

MYH: Maksimal Yüzme Hızı, AnE YH: Laktat Eşiği Yüzme Hızı, KH: Kritik Hız, 50m YH: 50m Yüzme Hızı, 100m YH: 100m Yüzme Hızı, 200m YH: 200m Yüzme Hızı, 400m YH: 400m Yüzme Hızı.

Tablo 4.4. Erkek ve kadın yüzücülerin farklı mesafelerdeki kalp atım hızları

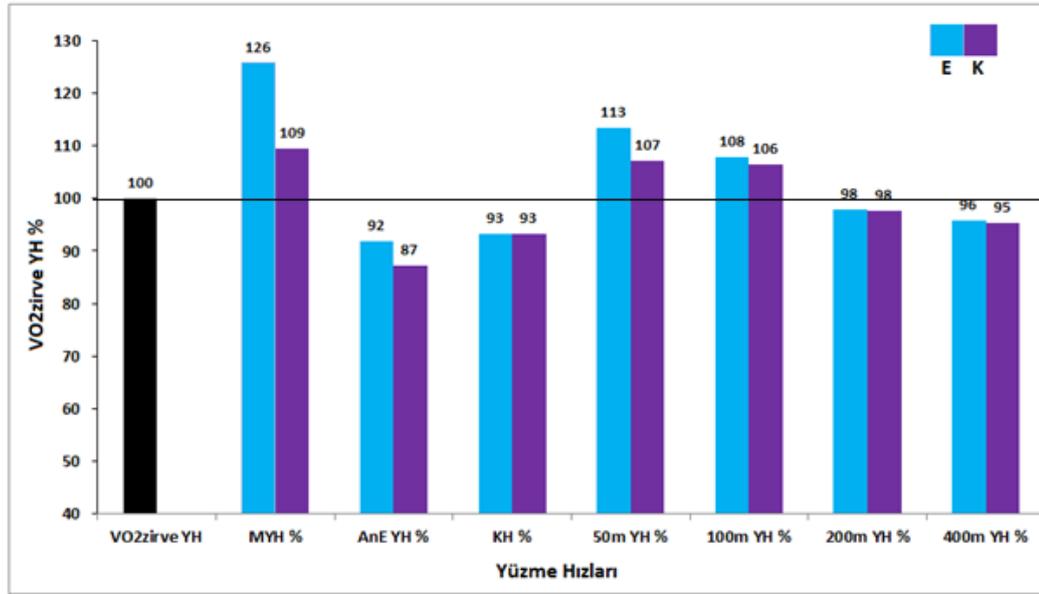
Yüzme Mesafesi	Erkek	Kadın	t	p	EB
25m KAH	$111,00 \pm 2,16$	$114,06 \pm 3,19$	3,37	0,002	1,12
50m KAH	$145,42 \pm 3,01$	$145,75 \pm 2,72$	0,337	0,738	0,11
100m KAH	$161,10 \pm 3,43$	$164,44 \pm 3,14$	2,97	0,005	1,02
200m KAH	$181,63 \pm 2,56$	$182,38 \pm 2,87$	0,809	0,424	0,28
400m KAH	$187,00 \pm 2,28$	$186,50 \pm 1,75$	0,715	0,479	0,24

4.4. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Farklı Antrenman Yüzme Hızlarının VO_{2zirve} Yüzme Hızına Yüzde Oranları

Erkek ve kadın yüzücülerin farklı antrenman hızlarının VO_{2zirve} YH'ye karşılık gelen yüzde oranları Şekil 4.1'de sunulmuştur. Erkek ve kadın yüzücülerin KH değerlerinin VO_{2zirve} YH'ye karşılık gelen yüzdeleri arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p = 0,841$, $EB = 0,07$). Buna karşılık erkeklerin MYH ($p = 0,000$, $EB = 4,17$) ve AnE YH'nin ($p = 0,000$, $EB = 3,91$) VO_{2zirve} YH'ye karşılık gelen yüzdeleri kadın yüzücülerden anlamlı derecede yüksektir. Ek olarak 50m YH'nin VO_{2zirve} YH'ye karşılık gelen yüzdesi hariç ($p=0,000$, $EB = 1,85$), diğer mesafelerin (100m, 200m,

400m) yüzme hızlarının $VO_{2\text{zirve}}$ YH'ye karşılık gelen yüzdeleri benzerdir (sırasıyla $p=0.088$, $EB = 0.60$; $p=0.544$, $EB = 0.22$; $p=0.377$, $EB = 0.29$). Erkek yüzücülerin 50m yüzme hızının $VO_{2\text{zirve}}$ YH'ye karşılık gelen yüzdesi kadın yüzücülerden yüksektir (Şekil 4.1).

Şekil 4.1. Erkek ve kadın yüzücülerin farklı antrenman yüzme hızlarının $VO_{2\text{zirve}}$ yüzme hızına yüzde oranları



$VO_{2\text{zirve}}$ YH: $VO_{2\text{zirve}}$ yüzme hızı, MYH: Maksimal Yüzme Hızı, AnE YH: Anaerobik Eşik Yüzme Hızı, KH: Kritik Yüzme Hızı, 50m YH: 50m Yüzme Hızı, 100m YH: 100m Yüzme Hızı, 200m YH: 200m Yüzme Hızı, 400m YH: 400m Yüzme Hızı

4.5. Kadın Ve Erkek Yüzücülerde $VO_{2\text{zirve}}$ Ve Karşılık Gelen Yüzme Hızı Ve Farklı Antrenman Yüzme Hızları Arasındaki İlişkiler

Erkek ve kadın yüzücülerde mutlak ve relatif $VO_{2\text{zirve}}$ ve farklı antrenman yüzme hızları arasındaki ilişkiler Tablo 4.5' de sunulmuştur. Erkek yüzücülerin mutlak $VO_{2\text{zirve}}$ değeri ile $VO_{2\text{zirve}}$ YH ve AnE YH arasında orta düzeyde pozitif ilişki (sırasıyla $r = 0.684$, $p=0.001$; $r = 0.627$, $p=0.004$), KH ile kuvvetli pozitif ($r = 0.781$, $p = 0.000$) ilişki saptanmıştır. Buna karşılık kısa mesafe yüzme hızları ve mutlak $VO_{2\text{zirve}}$ arasındaki ilişkiler (50m için $r = -0.208$, $p = 0.392$; 100m için $r = 0.277$, $p = 0.252$) önemli değildir. Bununla beraber daha uzun mesafelerde yüzme hızı ve mutlak $VO_{2\text{zirve}}$ arasında anlamlı pozitif ilişkiler saptanmıştır (200m için $r = 0.806$, $p = 0.000$; 400m

için $r = 0.783$, $p = 0.000$) (Tablo 4.5). Erkek yüzücülerin mutlak VO_{2zirve} değeri ve MYH arasındaki ilişki de önemli değildir ($r = -0,051$, $p = 0.835$).

Tablo 4.5 Erkek ve kadın yüzücülerde mutlak ve relatif VO_{2zirve} ve farklı antrenman yüzme hızları arasındaki ilişkiler

		VO_{2zirve} YH ($m.sn^{-1}$)	MYH ($m.sn^{-1}$)	AnE YH ($m.sn^{-1}$)	KH ($m.sn^{-1}$)	50m YH ($m.sn^{-1}$)	100m YH ($m.sn^{-1}$)	200m YH ($m.sn^{-1}$)	400m YH ($m.sn^{-1}$)
VO_{2zirve} ($ml.dk^{-1}$)	Erkek	0.684*	-0.051	0.627*	0.781*	-0.208	0.277	0.806*	0.783*
	Kadın	0.413	-0.080	0.259	0.687*	-0.149	0.073	0.664*	0.680*
	p	0.287 [‡]	0.937 [‡]	0.206 [‡]	0.581 [‡]	0.870 [‡]	0.571 [‡]	0.398 [‡]	0.548 [‡]
VO_{2zirve} ($ml.kg^{-1}.dk^{-1}$)	Erkek	0.767*	0.124	0.592*	0.612*	0.083	0.455	0.681*	0.654*
	Kadın	0.422	0.021	0.186	0.433	0.220	0.028	0.392	0.399
	p	0.131 [‡]	0.781 [‡]	0.187 [‡]	0.505 [‡]	0.706 [‡]	0.215 [‡]	0.264 [‡]	0.335 [‡]

*:r katsayısı istatistiksel olarak anlamlı $p < 0.01$.

‡:Erkek ve kadın yüzücülerin r katsayıları benzer $p > 0.05$.

Kadın yüzücülerde erkek yüzücülerin aksine mutlak VO_{2zirve} ile VO_{2zirve} YH ($r = 0.413$, $p = 0.112$) ve AnE YH ($r = 0.259$, $p = 0.333$) arasındaki ilişkiler anlamlı değildir. Erkek yüzücülere benzer şekilde kadın yüzücülerde de mutlak VO_{2zirve} ve MYH arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır ($r = 0.080$, $p = 0.767$). Kadın yüzücülerde erkek yüzücülere benzer şekilde mutlak VO_{2zirve} ve KH arasında orta düzeyde pozitif ilişki gözlenmiştir ($r = 0.687$, $p = 0.003$). Kadın yüzücülerde mutlak VO_{2zirve} ve farklı yüzme mesafeleri arasındaki ilişkiler erkek yüzücülerde elde edilen ilişkilere benzerdir. Erkek yüzücülerde olduğu gibi mutlak VO_{2zirve} değeri ve kısa mesafeler arasındaki ilişkiler önemsiz (50m için $r = 0.149$, $p = 0.581$; 100m için $r = 0.073$, $p = 0.787$) daha uzun mesafeler arasında ise orta düzeyde anlamlı ilişkiler gözlenmiştir (200m için $r = 0.664$, $p = 0.005$; 400m için $r = 0.680$, $p = 0.004$) (Tablo 4.5).

Aynı ilişkiler relatif VO_{2zirve} için incelendiğinde erkek yüzücülerde elde edilen ilişkiler mutlak VO_{2zirve} için elde edilen ilişkilere benzerdir (Tablo 4.5). Buna karşılık kadın yüzücülerde relatif VO_{2zirve} için elde edilen ilişkiler kısmen değişmiştir. Kadın yüzücülerde mutlak VO_{2zirve} 'nin aksine, relatif VO_{2zirve} ile KH, 200m ve 400m arasındaki ilişkiler anlamlı değildir. Erkek ve kadın yüzücülerden elde edilen hem mutlak hem de relatif VO_{2zirve} ile farklı antrenman yüzme hızları arasındaki r katsayıları Fisher yöntemi ile z istatistiğine dönüştürülerek cinsiyetler arasında

karşılaştırıldığında, VO_{2zirve} ve farklı antrenman yüzme hızları arasındaki tüm ilişkiler farklı değildir (Tablo 4.5).

4.6. Erkek Ve Kadın Yüzücülerde VO_{2zirve} Yüzme Hızı Ve Farklı Antrenman Yüzme Hızları Arasındaki İlişkiler

Erkek ve kadın yüzücülerde VO_{2zirve} yüzme hızı ve AnE, KH ve değişik yüzme hızları arasındaki ilişkiler Tablo 4.6’da sunulmuştur. Erkek yüzücülerde VO_{2zirve} YH ile MYH (25m YH) arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır ($r = 0.141$, $p = 0.566$). Ek olarak VO_{2zirve} YH ile 50m sprint yüzme hızı arasında da anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır ($r = 0.009$, $p = 0.972$). Buna karşılık VO_{2zirve} YH ile AnE YH arasında kuvvetli pozitif ilişki saptanmıştır ($r = 0.771$, $p = 0.000$). Benzer şekilde erkek yüzücülerde VO_{2zirve} YH ile KH, 100m ve daha uzun mesafelerdeki yüzme hızları arasında orta düzeyde pozitif ilişkiler saptanmıştır (KH için $r = 0.575$, $p = 0.010$; 100m için $r = 0.545$, $p = 0.016$; 200m için $r = 0.683$, $p = 0.001$; 400m için $r = 0.626$, $p = 0.004$). Erkeklerle benzer şekilde kadın yüzücülerde de VO_{2zirve} YH ile MTH (25m YH) ve 50m yüzme hızı arasında anlamlı ilişkilere rastlanmamıştır (MYH için $r = 0.188$, $p = 0.485$; 50m için $r = 0.402$, $p = 0.122$). Erkek yüzücülerde olduğu gibi kadın yüzücülerde de VO_{2zirve} YH ile AnE YH, 100m ve 200m yüzme hızları arasında orta düzeyde pozitif ilişkiler saptanmıştır (AnE YH için $r = 0.666$, $p = 0.005$; 100m için $r = 0.568$, $p = 0.022$; 200m için $r = 0.543$, $p = 0.030$). Ayrıca erkek yüzücülerden farklı olarak kadın yüzücülerde VO_{2zirve} YH ile KH ve 400m yüzme hızı arasında anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır (KH için $r = 0.392$, $p = 0.133$; 400m için $r = 0.457$, $p = 0.075$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.6 Erkek ve kadın yüzücülerde VO_{2zirve} yüzme hızı ve farklı antrenman yüzme hızları arasındaki ilişkiler

		MYH ($m.sn^{-1}$)	AnE YH ($m.sn^{-1}$)	KH ($m.sn^{-1}$)	50m YH ($m.sn^{-1}$)	100m YH ($m.sn^{-1}$)	200m YH ($m.sn^{-1}$)	400m YH ($m.sn^{-1}$)
VO_{2zirve} YH	Erkek	0.141	0.771*	0.575*	0.009	0.545*	0.683*	0.626*
	Kadın	0.188	0.666*	0.392	0.402	0.568*	0.543*	0.457
	p	0.897 [†]	0.557 [†]	0.519 [†]	0.264 [†]	0.928 [†]	0.544 [†]	0.518 [†]

*: r katsayısı istatistiksel olarak anlamlı $p < 0.05$.

†: Erkek ve kadın yüzücülerin r katsayıları benzer $p > 0.05$.

MYH: Maksimal Yüzme Hızı, AnE YH: Anaerobik Eşik Yüzme Hızı, KH: Kritik Hız, 50m YH: 50m Yüzme Hızı, 100m YH: 100m Yüzme Hızı, 200m YH: 200m Yüzme Hızı, 400m YH: 400m Yüzme Hızı

Erkek ve kadın yüzücülerden elde edilen VO_{2zirve} yüzme hızı ile farklı antrenman yüzme hızları arasındaki r katsayıları Fisher yöntemi ile z istatistiğine dönüştürülerek cinsiyetler arasında karşılaştırıldığında, VO_{2zirve} yüzme hızı ve farklı antrenman yüzme hızları arasındaki tüm ilişkiler benzerdir (Tablo 4.6).

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı yüzücülerde laktat eşliğindeki yüzme hızı, kritik hız, maksimal yüzme hızı ve farklı mesafelerdeki yüzme hızları (50m, 100m, 200m ve 400m) ile VO_{2zirve} ve karşılık gelen yüzme hızı arasındaki ilişkileri incelemektir. Bu amaçla 500 ve üzeri FINA puanı almış 15-16 yaş ulusal ve uluslararası düzeyde ki kadın ve erkek Türk yüzücülerden 16 kadın ve 19 erkek toplam 35 yüzücüye 25m, 50m 100m, 200m, 400m maksimal yüzme ve 7 tane 200m kademeli artan yüzme test protokolleri serbest teknikte yüzdürülmüştür.

5.1. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Fiziksel Özellikleri Ve Fina Puanları

Erkek ve kadın yüzücülerin fiziksel özellikleri ve fina puanları Tablo 4.1 de verilmiştir. Çalışmaya katılan sporcuların yaşları arasında anlamlı fark yoktur. 15-16 yaş kategorisi tüm Dünya' da yüzme kurallarının belirleyicisi ve Türkiye' nin akredite olduğu World Aquatics tarafından gençler kategorisine dahildir. Antropometrik özellikler daha çok genetik faktörlerle ilgilidir (99, 100, 101). Literatür taraması yapıldığında araştırmacılar her iki cinsiyetten genç yüzücülerin antropometrik özelliklerini değerlendirmeye eğilimlidirler çünkü bu özellikler hidrodinamiğe ek olarak yüzme performansında, kinematikte, enerjide ve verimlilikte önemli rollerden birini oynar (102, 103, 104, 105, 106). Buna karşılık genç yüzücülerde fiziksel özellikler, fiziksel kapasite ve yüzme performansı arasındaki ilişkiyi açıklayan çalışma sayısı oldukça azdır. Aerobik ve anaerobik güç ve yetenek kazanımının büyüme ve gelişmeyle ilgili olmasına rağmen; yüzme performansını etkileyen fiziksel özellikler yetişkin ve genç yüzücülerde farklılık gösterebilir (107, 108). Sprague ve ark. yaptığı çalışmada 7-17 yaş erkek yüzücülerin 100m yarış performansının fiziksel özellikler ile yüksek ilişkili olduğu ve yaş büyüdükçe performansın daha çok biyomekanik bileşenlerle ilişkili olduğu gösterilmiştir (109). Diğer yandan Vorontsov ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kas kuvveti ve kas gücünün yüzücülerde anlamlı şekilde benzer yaş grubuna kıyasla daha yüksek olduğu gösterilmiştir (110). Bu nedenle fiziksel özelliklerin yüzme performansına etki edebileceği söylenebilir.

Çocuklar ve ergenler arasında yapılan çeşitli araştırmalar, yüzücülerin aynı yaştaki sporcu olmayan, jimnastikçi, futbolcu veya tenis oyuncusu kişilere göre daha uzun ve daha iri olduğunu ortaya koymuştur (111, 112, 113, 114, 115). Yapılan çalışmalarda yaş grubu (13-15) yüzücülerinin normal popülasyonun yüzde 50'sinin üzerinde bir boya sahip oldukları bildirilmektedir (108, 111). Bu çalışmalardaki katılımcıların yaşları erkeklerde $16,66 \pm 0,57$ ve kadınlarda $16,65 \pm 0,38$ olup, büyüme gelişmenin baskın faktörüdür. Biyolojik olgunluğun bu çalışma kapsamı dışında bırakılmasına rağmen literatüre bakılarak yüzücülerin daha uzun boylu olmasının bir nedeninin biyolojik gelişimin daha erken olmasından kaynaklandığı söylenebilir (108, 112, 114, 116). Büyümenin artık bir faktör olmadığı yetişkinler ve elit sporcular için yüzücülerin normal popülasyondan daha uzun olduğu bildirilmektedir (117, 118, 119, 120). Rus milli takımları üzerinde 40 yılı aşkın süredir yapılan testlerden elde edilen veriler, 11 ila 19 yaşları arasındaki 1960'lı yılların yüzücülerinin 1990'lı yılların yüzücülerinden daha kısa olduğunu ortaya koymuştur (121).

Vücut kütlesi boyla benzer eğilimler göstermektedir. Boulgakova yaptığı bir çalışmada, Rus yüzme milli takımı üyelerinin aynı yaştaki kontrol grubuna göre daha kilolu olduğunu bulmuştur (113). Ek olarak diğer yazarlar, 15 yaşına kadar erkek ergen yüzücülerin vücut kitlesinin yüzde 50'lik dilimde olduğunu bulmuşlardır ancak bu yaşın üzerinde vücut kütlesi referans popülasyona göre artmış ve yüzde 50'nin üzerine çıkmıştır (111, 112). Bu durum yüzücülerde daha önce bildirilen daha uzun boydan kaynaklanmakta olabilir, aynı zamanda daha fazla kas kütesinden de kaynaklanıyor olabilir. Carter yaptığı bir çalışmada 1964 Tokyo oyunlarından 1976 Montreal oyunlarına kadar hem erkek hem de kadın yüzücülerin boylarının uzadığını ancak kilolarının artmadığını bulmuştur (120).

Genç kadın yüzücülerde toplam vücut ağırlığının yüzdesi olarak ifade edilen ortalama vücut yağının yaklaşık %16 olduğu rapor edilmiştir (122, 123). Bir başka çalışmada ise yetişkin üniversite müsabık yüzücülerin yağ yüzdesinin erkek ve kadınlarda sırasıyla %14 ve %23 olduğu rapor edilmiştir (124). Literatüre benzer olarak çalışmamız sonucunda vücut yağ yüzdeleri erkek ve kadınlarda sırasıyla $10,54 \pm 1,19$ ve $16,52 \pm 1,40$ olarak bulunmuştur. Genç kadın yüzücülerden oluşan büyük bir grupta performans ile vücut yoğunluğu, yağ yüzdesi veya vücut yağ kütesi arasında hiçbir ilişki bulamamış olmasına (122) rağmen yağsız vücut kütesi

performansla ilişkili bulunmuştur ve daha yüksek bir yağsız vücut kütlesi performansı artırmaktadır (119, 122). Çeşitli çalışmalar, yüzücülerin kapsamlı antrenmanlar nedeniyle genel popülasyona kıyasla daha düşük vücut yağ yüzdesine sahip olduğuna işaret etmektedir; bu hem yaş grubu yüzücüler hem de yetişkinler için geçerli bir sonuçtur (111, 112).

Yüzme yarışlarının çoğu ulusal standartta veya daha iyi sporcular tarafından iki buçuk dakikadan az bir sürede tamamlanır. Buna karşılık yarışmaya hazırlık genellikle, yüzücünün istenen anda zirveye ulaşması için sezon boyunca çeşitli zamanlarda antrenman yükünün değiştirilmesini ve yılları içerisinde kontrollü ve kademeli olarak arttırılmasını içerir (7, 85). Bu nedenle sporcunun spora ve antrenman döngüsüne başlama yaşı ve müsabakaya girdiği dönemdeki antrenman yaşı performansa etki eden bir bileşen haline gelmektedir. Yüzmeye başlama yaşı genellikle 4-6 yaş olarak kabul edilir. Çalışmaya katılan yaş grubumuzdaki yüzücüler uzun vadeli sporcu gelişim modelinde “yarışmak için antrenman” dönemine denk gelmektedirler (125, 126, 127). Çalışmaya katılan sporcuların antrenman yaşları erkek ve kadınlarda sırasıyla $8,79 \pm 0,92$ ve $8,75 \pm 1,34$ olarak raporlanmıştır. Bu düzeydeki antrenman yaşı ulusal yüzme arenada ve uluslararası arenada ülkemizi temsil etmek için yeterli ölçütlerden birisidir.

5.2. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin VO_{2zirve} , VO_{2zirve} Hızı, Maksimal Kalp Atım Hızları Ve Maksimal Laktat Değerleri

Elit seviyede yüzme performansı, yüzücünün aerobik ve anaerobik enerji kaynaklarından elde edilen maksimum metabolik gücüne ve birim mesafeyi yüzmek için harcadığı enerjiye bağlıdır (128). Bu nedenle VO_{2zirve} değerinin maksimum aerobik gücün bir ifadesi olarak önemli bir performans faktörü olduğu kabul edilmektedir (1). VO_{2zirve} , uzun süreli yoğun egzersiz sırasında kasların, akciğerlerin vb. oksijeni emme, iletme ve kullanma konusundaki maksimum yeteneğini yansıtır (129). Ancak hem havuz ortamından kaynaklı olarak hem de yüzme branşının doğasından dolayı VO_{2zirve} test protokolleri yüzme sporunda sıklıkla kullanılan ölçümler olmaktan uzak kalmıştır. Yapılan çalışmada hem relatif hem de mutlak VO_{2zirve} değerleri kadın sporculara kıyasla erkeklerde daha yüksek bulunmuştur.

Literatürde yapılmış olan pek çok farklı çalışma tez sonucunda elde etmiş olduğumuz bu sonucu desteklemektedir (130, 131, 132, 133). En iyi şekilde maksimum oksijen alımının ölçülmesiyle tanımlanan aerobik kapasite, vücut ağırlığına, vücut yağ kütlesine, yağsız vücut kütlesine, fiziksel aktivite durumuna ve yaşlanmaya bağlı olarak değişir (134). Çalışmamıza katılan erkek yüzücülerin yağsız vücut kütleleri kadın yüzücülerden daha ağırdır. Erkek yüzücülerin daha yüksek VO_{2zirve} değerine sahip olmaları yağsız vücut kütlelerinin daha yüksek olması ile açıklanabilir. Ayrıca çalışmaya katılan erkek yüzücülerin boy uzunlukları daha uzun, vücut ağırlıkları daha fazladır. Bu nedenle kadınlar, erkeklerle karşılaştırıldığında antrenmanlara aynı kalitede kardiyovasküler yanıtlar vermelerine rağmen benzer bir mutlak VO_{2zirve} seviyesine ulaşamamaktadır (41, 51).

Vicente ve ark. yaptığı bir çalışmada yaş ortalamaları $15,8\pm 2,6$ kadın ve $19,3\pm 3,0$ erkek olan katılımcılarla yaptıkları çalışmada iki farklı periyotlama kullanarak katılımcıların VO_{2zirve} yüzme hızlarını belirlemişlerdir (135). Çalışma sonucunda ölçülen en yüksek VO_{2zirve} yüzme hızı $1,39\pm 0,04$ m/s olarak belirtilmiştir. Çalışmamız sonucunda ölçülen ortalama VO_{2zirve} yüzme hızı kadınlarda $1,55\pm 0,02$ m/s, erkeklerde ise $1,62\pm 0,03$ m/s olarak bulunmuştur. Atletik performanstaki gelişmelerin, kalp atım hızı ve yüzme hızı, VO_{2zirve} ve yüzme hızı, laktat ve yüzme hızı ilişkilerindeki karakteristik değişikliklerle gösterildiği iyi bilinmektedir (56, 136). Bu nedenle daha yüksek yüzme hızlarında VO_{2zirve} değerine ulaşan sporcuların aerobik kapasitelerinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu nedenle yüzmede geleneksel olarak kullanılan en önemli aerobik yeterlilik belirteçlerinden bazıları VO_{2zirve} ve vVO_{2zirve} olarak literatürde yer almaktadır (136, 137, 138). Vicente ve ark yaptığı çalışmaya kıyasla bizim çalışmamızda daha yüksek vVO_{2zirve} değerlerinin elde edilme nedeni olarak antrenman geçmişi, sporcuların antrenman yaşı farkı ve yarışma düzeylerindeki farklılıklar öne sürülebilir.

Fernandes ve ark. yaptığı bir çalışmada bizim çalışmamıza benzer yaş grubunda olan erkek yüzücüleri katılımcı olarak seçmiş ve kademeli artan test protokolü ile VO_{2zirve} , vVO_{2zirve} ve bu hızda tükenene kadar yapılan egzersiz sonunda elde edilen VO_{2zirve} değerlerini incelemişlerdir (138). Fernandes ve ark. yaptığı bu çalışmada kademeli artan test protokolü sonucunda VO_{2zirve} (ml/kg/dk), VO_{2zirve} (L/dk) ve vVO_{2zirve} değerleri sırasıyla $76,81\pm 6,54$, $5,09\pm 0,53$ ve $1,46\pm 0,06$ olarak

raporlanmıştır. Ek olarak Tlim olarak verilen ve bu yüzme hızında tükenmeye kadar devam eden egzersiz sonucunda ölçülen VO_{2zirve} (ml/kg/dk), VO_{2zirve} (L/dk) değerleri sırasıyla $79,93\pm6,39$, $5,43\pm0,48$ olarak raporlanmıştır (138). Yaptığımız çalışma sonucunda Fernandes ve ark. yaptığı çalışmaya benzer nitelikte literatürde daha önce yapılan çalışmalara kıyasla yüksek olarak nitelendirilebilecek VO_{2zirve} değerleri ve vVO_{2zirve} değerleri elde edilmiştir. Elbette farklı çalışmalarda kullanılan katılımcıların yarışma düzeyleri, kullanılan test yöntemleri ve ölçüm alınan sezon planı bu sonuçlara etki etmektedir. Ancak yinede literatürde oldukça yüksek kabul edilebilecek seviyede değerler özellikle erkek yüzücüler için rapor edildiği görülmektedir (35, 139). Buna karşılık yüzücülerde daha düşük aerobik kapasite oranlarının egzersiz şiddetine daha uzun süre dayanma kapasiteleri ile ilişkili olduğu söylenebilir. Bu yaklaşımla bakıldığında yüzücülerin vVO_{2zirve} hızına ulaşmak için kullandıkları enerji yolları sporcudan sporcuya değişiklik gösterebilir.

Diğer fiziksel aktivitelerde olduğu gibi yüzmede de sporcular, antrenörler ve spor bilimciler egzersiz yoğunluğunun izlenmesi, düzenlenmesi ve raporlanmasıyla ilgilenmektedir. Bu amaçla kullanılan en yaygın yöntemler kalp atım hızı (KAH), kan laktat konsantrasyonu (La) ve oksijen alımı gibi fizyolojik ölçümlerdir. Ancak günlük bazda yapılan antrenmanlarda bazı fizyolojik ölçümlerin kullanımı çoğu zaman uygun ekipmanın bulunmaması ve bu ölçümleri elde etmek için antrenmana ara verilmesi gerektiği gerçeği nedeniyle sınırlıdır (58). Bu nedenle sahada en kolay kullanılan yöntem kalp atım hızı ölçümleridir. Wells ve arkadaşlarının 2006 yılında 12-18 yaş arası elit yüzücülerin fizyolojik özelliklerini inceledikleri çalışmada erkeklerin maksimal kalp atım hızlarının kadınlardan daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir (140). Bunun aksine çalışmamızda benzer yaşta olmalarına rağmen erkek sporcuların maksimal kalp atım hızları ($194,42\pm2,61$) kadın yüzücülerin maksimal kalp atım hızından ($190,62\pm1,40$) daha yüksek bulunmuştur. Maksimal kalp atım hızı yaşa bağlı olarak değişen bir özellik olmakla birlikte fiziksel aktivite ve performans düzeyinden de etkilenmektedir. 2018 yılında Sandback ve ark. yaptığı maksimal kalp atım hızı ve cinsiyet ilişkisini inceleyen başka bir çalışmada ise maksimal kalp atım hızı cinsiyet arasında benzer bulunmuştur (141). Birçok çalışmada otonomik kardiyovasküler düzenlemenin erkek ve kadınlar arasında farklı olduğunu gösterilmiştir. Genel olarak erkeklerde kardiyak düzenlemede sempatik aktivitenin etkisi, kadınlarda ise

parasempatik aktivitenin etkisi daha fazladır (142). Bununla beraber özellikle dayanıklılık antrenmanlarını takiben hem erkekler hem de kadınlar benzer otonomik kontrol değişiklikleri göstermektedir (142). Kadınlarda otonomik kontrol, metabolizma ve hormon düzeylerindeki farklar, yine erkeklerle karşılaştırıldığında kadınlarda daha küçük yağsız vücut kütlesi, kan hacmi ve kalp boyutları(atım hacmi) iki cinsiyet arasındaki KAH yanıtlarının farklı olmasının başlıca nedenleri olarak kabul edilmektedir (88).

Kan laktat konsantrasyonu, yüzme antrenmanı yoğunluğunun izlenmesinde yaygın olarak kullanılır ve üretimi ile katabolizması arasındaki dengeyi yansıtan önemli bir parametredir (143). Bu nedenle, kan laktat konsantrasyonu ve yüzme hızı ölçümlerine dayanarak yüzmeye özgü testlere yönelik çeşitli yöntemler hem saha da hem akademik kaynaklarda sıklıkla kullanılmaktadır (28). Laktat pikinin en yüksek değerleri genellikle 100 ve 200 m yarışlarından sonra elde edilmektedir (72, 144, 145, 146). Bu durum ilgili yarış mesafelerindeki glikolitik katkıyı yansıtmaktadır. Sousa ve ark. yaptığı çalışmada 200m için elde edilen en laktat değeri $11,7 \pm 1,4$, Vescovi ve ark. yaptığı çalışmada 200m için $14,0 \pm 1,7$, Avlonitou ve ark. yaptığı çalışmada 200m için $12,8 \pm 1,3$ olarak raporlanmıştır (72, 144, 146). Literatüre benzer olarak yaptığımız çalışma sonucunda erkeklerde elde edilen en yüksek laktat değeri $13,47 \pm 0,75$ ve kadınlarda $12,05 \pm 0,58$ olarak bulunmuştur. Yarış sonrası laktat değerlerindeki cinsiyet farklılıkları hem elit yüzücüler hem de yaş grubu yüzücüler için rapor edilmiştir (144, 147). Yapılan çalışmalarda erkekler için çoğu etkinlikte laktat değerinin kadınlardan yaklaşık 1 mmol/L daha yüksek olma eğilimi olduğu gösterilmiştir (144, 147). Çalışmamız sonucunda elde edilen bulgular bu noktada literatüre benzerlik göstermektedir. Vescovi ve ark yaptığı çalışmada erkek yüzücülerin kadınlara kıyasla daha yüksek bir laktat değeri elde ettiği serbest stil yarışlarının ardından yarış sonrası laktat değerleri arasında önemli bir cinsiyet farklılığı raporlanmıştır ($13,4 \pm 2,6$ mmol/L, $11,3 \pm 3,3$ mmol/L) (72). Cinsiyetler arasındaki bu farkın kaynağı çalışmamıza katılan erkek sporcuların daha düşük vücut yağ yüzdesi, daha yüksek kas kütlesi ile ilişkilendirilebilir.

5.3. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Laktat Eşiği Yüzme Hızları, Kritik Hızları Ve Farklı Mesafeler İçin Yüzme Hızları

Yüzme hızı, kulaç oranı ($SR=devir/dk$) ile kulaç uzunluğunun ($SL=metre/devir$) çarpımına veya kulaç uzunluğunun kulaç frekansına ($SF=sn/devir$) bölümüne eşittir. SR, birim zaman başına gerçekleştirilen döngü sayısına karşılık gelir ve SL vücudun kulaç döngüsü başına kat ettiği mesafedir, SF ise bir kulaç devrinin tamamlandığı süreyi ifade eder (148). Bu teknik indeksler, kısa ve uzun süreli testlerde performansla önemli bir korelasyon göstermiştir ve farklı performans seviyelerindeki yüzücüleri ayırt ediyor gibi görünmektedir (148, 149). Yaptığımız çalışmada erkek yüzücülerin maksimal yüzme hızları kadın yüzücülerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha hızlı bulunmuştur. Literatürde yapılan benzer çalışmalarda da kulaç parametrelerinde değişiklik olmasına rağmen erkek yüzücülerin yüzme hızlarının kadın yüzücülerden daha yüksek olduğu görülmüştür (148, 149). Çalışmaya katılan erkek yüzücülerin hem kulaç oranları hem de kulaç uzunlukları istatistiksel olarak anlamlı şekilde kadın yüzücülerden daha yüksek ve daha uzundur. Yüzme hızının kulaç oranı ve kulaç uzunluğu çarpımı ile ilişkili olmasından dolayı çalışmaya katılan erkek yüzücülerin maksimal yüzme hızları da kadın yüzücülerden daha yüksek olarak bulunmuştur. Sprint yüzme yarışlarında iyi bir performansa sahip olabilmek için yüzücülerin yüksek seviyede maksimal anaerobik güce, zirve kas gücüne ve antropometrik özelliklere sahip olması gerekir (150). Çalışmaya katılan erkek yüzücülerin antropometrik özelliklerinin, maksimal yüzme hızına katkı sağlayacak şekilde kadın yüzücülerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha avantajlı olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışma sırasında yapılan farklı mesafelerden elde edilen yüzme hızları karşılaştırıldığında tüm mesafelerde erkek yüzücülerin kadın yüzücülerden daha hızlı olduğu gözlenmiştir. Ek olarak hem kadın hem de erkek yüzücülerin anaerobik eşik noktasına karşılık gelen yüzme hızları, kritik yüzme hızlarından daha düşük bulunmuştur. Literatürde farklı dayanıklılık sporcuları ile (elit koşucular ve triatletler) yapılan çalışmaların sonuçları tez çalışmamızda elde edilen bu bulguyu desteklemektedir. Bunun aksine Greco ve ark. 13-15 yaş yüzücüler ile yaptığı çalışmada kritik yüzme hızı ve 4 mmol olarak kabul edilen anaerobik eşik noktası yüzme hızı benzer bulunmuştur (78). Literatüre ait bu sonuçlar, en azından kısmen çocuklarda egzersize (maksimum altı ve maksimum) verilen kan laktat yanıtıyla açıklanabilir. Çeşitli çalışmalar, 6-17 yaş arası bireyler için glikolitik enzimlerin

aktivitesinin artma eğilimi gösterirken oksidatif enzimlerin aktivitesinin yaş arttıkça azalma eğiliminde olduğunu göstermiştir; bu sonuçlar çocuklarda anaerobik/aerobik enzim aktivitesinin daha düşük olduğunu düşündürmektedir; bu durum, laktat üretiminin azalması veya laktat oksidasyonunun artması veya her ikisine birden bağlı olabilir.

Wild ve ark yaptığı bir çalışmada 1992-2013 yılları arasında yapılan Olimpiyat Oyunları ve FINA Dünya Şampiyonası'ndaki kadın ve erkek finalistlerin arasındaki cinsiyet farkının son 20 yılda sabit kaldığını gösterilmiştir (45). Bu nedenle, elit seviyedeki müsabakaların finallerine katılma hakkı kazanan kadınların erkeklerden daha iyi performans gösteremeyecekleri söylenebilir. Nevill ve ark. 1957'den 2006'ya kadar geçen sürede 100 m, 200 m ve 400 m serbestte dünya rekorlarını analiz etmiş ve çalışmamız bulguları ile uyumlu olacak şekilde cinsiyet farkı olduğunu raporlamıştır (151). Benzer şekilde Buhl ve ark. 1994 ve 2011 yılları arasında uluslararası yüzücülerin (FINA Dünya Şampiyonası finalistlerinin) karışık ve serbest stil yüzme hızlarını karşılaştırmış; 200 m ve 400 m karışıkta ve 200 m ve 400 m serbest stil yarışlarında cinsiyet farkının değişmediğini bildirmiştir (47).

Wild ve ark. yaptığı çalışmada yarış mesafesi arttıkça cinsiyetler arası yüzme hızı farkının azaldığı gösterilmiştir (45). Benzer şekilde Tanaka ve Seals 1991 ve 1995 yılları arasında yarış mesafesinin artmasıyla birlikte cinsiyet farklılığının azaldığını bildirmişlerdir (51). Tanaka ve Seals yaptıkları bu çalışmada 50m için %19 olan cinsiyet farkının 1500m' de %11'e düştüğünü göstermişlerdir (51). Çalışmamız sonucunda elde edilen bulgulara göre 25m den hesaplanan maksimal yüzme hızları arasındaki fark 0,32 m/s (E:2,02 m/s, K:1,70 m/s), 50m maksimal test sonucundaki fark 0,18 m/s (E:1,84 m/s, K:1,66 m/s) ve 400m maksimal test sonucundaki fark 0,07 m/s (E:1,55 m/s, K:1,48 m/s) olarak bulunmuştur. Literatüre benzer şekilde çalışmamızda yer alan test mesafesi arttıkça cinsiyetler arasındaki yüzme hızı farkının azaldığı görülmektedir. Hem literatür taramasına hem de çalışmamız sonuçlarına bakılarak kadınların yarış mesafesinin artmasıyla bir avantaja sahip olabileceği ve hatta uzun dayanıklılık yüzme yarışmalarında erkeklerden daha iyi performans gösterebileceği söylenebilir. Vücut yağ yüzdesindeki doğal farklılık, yüzülen mesafenin artmasıyla cinsiyet farklılıklarının azalmasını açıklayabilir (152, 153, 154). Kadın sporcuların erkek sporculara kıyasla daha düşük iskelet kası kütesinin, yarış

mesafesinin artmasıyla birlikte cinsiyet farkının azalmasını açıklayan başka bir faktör olduğu söylenebilir (155).

Martin ve ark. triatletler üzerinde yaptığı çalışmada kritik hız anaerobik eşik hızından %11 daha hızlı bulunmuştur (94). Toubekis ve ark. elit erkek yüzücülerde yaptığı çalışmada ise kritik yüzme hızı anaerobik eşik yüzme hızından %8-10 daha hızlı bulunmuştur (89). Literatüre benzer şekilde bu çalışmada hem erkek hem de kadın yüzücülerin kritik yüzme hızları anaerobik eşik yüzme hızından yüksek bulunmuştur ($KH_{erkek} 1,51 \pm 0,04$, $AnE_{YH_{erkek}} 1,48 \pm 0,03$; $KH_{kadın} 1,45 \pm 0,03$, $AnE_{YH_{kadın}} 1,36 \pm 0,02$). Yaptığımız çalışmada erkek yüzücülerin kritik hızı anaerobik eşik yüzme hızından %2 daha hızlı bulunurken kadın yüzücülerde %6 daha hızlı bulunmuştur.

5.4. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Farklı Mesafelerdeki Kalp Atım Hızları

Diğer fizyolojik parametrelere kıyasla günlük antrenman yoğunluğunu izlemek için yüzme hızı, algılanan efor derecesi ve kalp atış hızı gibi yöntemler daha az karmaşık ve ucuzdur (156). Kalp atım hızı antrenman şiddetinin belirlenmesinde kullanılan bir yöntem olarak geçerliliğini korumaktadır (7). Egzersiz sırasında Kalp atım hızının izlenmesi özellikle dayanıklılık antrenmanlarının değerlendirilmesinde faydalıdır (157). 2019 yılında Harald ve ark. yaptığı çalışmada yüzücülerin maksimal kalp atım hızlarının belirlenmesi için 50m, 100m ve 200m maksimal yüzme testleri uygulanmış ve elde edilen bulgular koşu egzersizi protokollerinden elde edilen maksimal kalp atım hızı ile kıyaslandığında yüzme test protokollerinden elde edilen maksimal kalp atım hızları arasında fark saptanmamıştır (2). Bu çalışmada farklı yüzme mesafelerinde maksimal yüzme sırasında elde edilen kalp atım hızları her iki cinsiyette kendi içinde kıyaslandığında $VO_{2zırve}$ KAH' a ulaşamamıştır. Bu bulgular 400m dahil değişik mesafelerde tek bir maksimal yüzme egzersizinin maksimal kalp atım hızının belirlenmesinde uygun olmadığını göstermektedir.

Çalışmamız sonucunda elde edilen bulgulara göre maksimal hızda yüzülen test mesafesi arttıkça hem erkek hem de kadın sporcularda kalp atım hızı artmaktadır. 25m testinden elde edilen kalp atım hızı erkek sporcular için $111,00 \pm 2,16$ ve kadın sporcular için $114,06 \pm 3,19$ iken 400m testinden elde edilen kalp atım hızı erkek

sporcular için $187,00 \pm 2,28$ ve kadın sporcular için $186,50 \pm 1,75$ olarak ölçülmüştür. 25m maksimal yüzme çalışmamıza katılan sporcu seviyesi göz önüne alındığında yaklaşık 10-13 saniye aralığında tamamlanmaktadır. Bu sürede baskın olan enerji sistemi kreatin fosfat yani alaktik sistemdir ve kalp atım hızının artması için yeterli süre geçmemiştir (7, 29, 85).

5.5. Erkek Ve Kadın Yüzücülerin Farklı Antrenman Yüzme Hızlarının VO_{2zirve} Yüzme Hızına Yüzde Oranları

Laktat eşliğinin üzerindeki yoğunluğa karşılık gelen sabit yükte bir devrimsel egzersiz yapıldığında, oksijen alımı (VO_2) zaman içinde giderek artacaktır. Sabit iş yüküne rağmen bu VO_2 artışına VO_2 yavaş bileşeni adı verilmektedir. Öte yandan, teorik olarak, kritik hız (KH) olarak da bilinen egzersiz hızı ile tükenmeye kadar geçen süre arasındaki ilişki, yorulmadan sürdürülebilecek en yüksek hızı temsil eder (158). Dayanıklılık sporlarının tamamında olduğu gibi yüzme branşında da VO_{2zirve} , kritik hız ve anaerobik eşik yüzme hızı sporcuların dayanıklılık seviyelerinin belirlenmesinde ve antrenman şiddeti olarak kullanılmasında önemli rol oynamaktadır. Çalışmamızda maksimal yüzme hızı, anaerobik eşik yüzme hızı, kritik yüzme hızı ve farklı mesafelerden elde edilen yüzme hızları VO_{2zirve} yüzme hızına oranlanmış ve yüzde olarak ilişkilendirilmiştir. Çalışmamız sonucunda erkek yüzücüler için kritik yüzme hızı VO_{2zirve} yüzme hızının $\%93,28 \pm 1,87$, kadın yüzücülerde ise $\%93,15 \pm 1,79$ i olarak bulunmuştur. Yine erkek yüzücülerde anaerobik eşik yüzme hızı VO_{2zirve} yüzme hızının $\%91,87 \pm 1,24$, kadın yüzücülerde ise $\%87,14 \pm 1,18$ i olarak bulunmuştur. Çalışmamıza benzer nitelikte Billat ve ark. elit koşucular ile yaptığı çalışma sonucunda kritik hızı VO_{2zirve} hızının $\%86 \pm 1,5$, anaerobik eşik hızını ise VO_{2zirve} hızının $\%72,2 \pm 3,9$ oranında bulmuşlardır (158).

Anaerobik eşik genellikle VO_{2zirve} yüzdesi olarak şu şekilde ifade edilir; genel nüfus için $\%50 - \%60$, sporcular için $\%75$ ve üzeri (159). Anaerobik eşik ne kadar yüksek olursa sporcunun laktik asit üretmeden dayanabileceği yoğunluk da o kadar yüksek olur. Çalışmaya katılan sporcuların VO_{2zirve} yüzme hızının büyük yüzdesindeki hızlarda anaerobik eşik noktasına ulaşmış olmaları laktik asidin keskin biçimde artış göstereceği dönüm noktasına daha yüksek hızlarda ulaştıklarını göstermektedir. Bir

başka ifadeyle çalışmaya katılan sporcular VO_{2zirve} yüzme hızının büyük yüzdelerindeki hızlarda yüzerken laktik asit üretiminde keskin artış olmamıştır.

Yüzme antrenörlerinin sahada en çok yararlandığı kaynak niteliğindeki çalışmada Sweetenham ve Atkinson 400m yarış hızını kritik hızdan %3-4 daha hızlı ve 200m yarış hızını kritik hızdan %8 daha hızlı olacak şekilde bildirmişlerdir (85). Çalışmamıza katılan erkek ve kadın yüzücülerde 200m maksimal yüzme test sonucunda elde edilen hız ile kritik yüzme hızı arasında hem erkek hem de kadın yüzücülerde %4 fark bulunmuştur. 400m maksimal yüzme testi ile kritik hız arasında ise hem erkek hem kadın yüzücülerde %2 fark bulunmuştur.

Habaka' nın yaptığı bir çalışmada 200m ve 400m yarış sonuçları kıyaslanmış ve VO_2 tüketimleri ve hızlar arasında 400m de daha yüksek olacak şekilde %8 fark bulunmuştur (160). Çalışmamızda yapılan 200m ve 400m maksimal test sonuçlarından elde edilen hızların vVO_{2zirve} yüzdeleri kıyaslandığında 200m de daha yüksek olacak şekilde %2 fark bulunmuştur.

2013 yılında Buchheit ve Laursen tarafından yayınlanan High Intensity Interval Training (HIIT) derlemesinde VO_{2zirve} ve maksimal hız arasındaki yüzde değerler karşılıklı verilerek HIIT antrenmanlarının tasarım prensipleri açıklanmaya çalışılmıştır (16). Buchheit HIIT antrenmanlarının genellikle VO_{2zirve} değerinin %100-120 aralığında planlandığını bulmuştur. Çalışmamızda maksimal yüzme hızı VO_{2zirve} yüzme hızının erkeklerde %125' i kadınlarda ise %109' u olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar ile Buchheit' in yayınlamış olduğu sonuçlara benzerlik göstermektedir. HIIT antrenmanları iskelet kasındaki metabolik adaptasyonları uyarır ve aerobik kapasiteyi geliştirir (161). Bu yöntemin çekiciliği, sporcunun tüm lokomotor profilinin yani hem maksimum sprint hem de aerobik hızları kullanarak HIIT antrenmanlarını şekillendirmek için kullanılabilmesidir (16, 161). Yüzme branşı için HIIT tasarımı yapılırken maksimal hız ve VO_{2zirve} arasındaki ilişkilerin aydınlatılmasında çalışmamızdan elde edilen bulgulardan fayda sağlamak mümkündür.

Döngüsel sporlarda sıklıkla kullanılan bir başka terim ise anaerobik hız rezervi kavramıdır ve özellikle koşu ve bisiklet gibi döngüsel branşlarda literatürde sıklıkla çalışılan bir konudur. Anaerobik hız rezervi maksimal hız ile VO_{2zirve} değerine ilk ulaşılan hız arasında kalan bölge olarak tanımlanmaktadır (12, 16). Koşu ve bisiklet

branşlarının aksine yüzme branşında anaerobik hız rezervi ile ilgili çalışma yok denecek kadar azdır. 2015 yılında Dalamitros ve ark. yüzücüler üzerinde yaptığı deneysel çalışma sonucunda kritik hız, anaerobik hız rezervi ve anaerobik mesafe kapasitesi arasında kuvvetli ilişki bulunmuştur (12). Damamitros ve Buchheit' in çalışmalarına benzer nitelikte çalışmamız sonucunda tanımlanan VO_{2zirve} yüzme hızlarına karşılık gelen farklı yüzme hızları arasındaki yüzde ilişkiler anaerobik hız rezervi kullanımının yüzme branşında aydınlatılmasına katkı sağlamaktadır.

Billat ve ark. vVO_{2zirve} 'in üzerindeki yoğunluklarda tükenmeye kadar geçen sürenin, vVO_{2zirve} ' den ziyade anaerobik hız rezervi ve/veya maksimal hız ile daha iyi ilişkili olduğunu göstermiştir (13, 158). VO_{2zirve} yüzme hızından daha hızlı yüzme hızları ile maksimal yüzme hızı arasındaki yüzde ilişkiler ile HIIT antrenmanlarının yüzme branşına uyarlanabilir olduğunu göstermektedir.

5.6. Erkek Ve Kadın Yüzücülerde Mutlak Ve Relatif VO_{2zirve} Ve Farklı Antrenman Yüzme Hızları Arasındaki İlişkiler

Yüzücülerin aerobik kapasitelerini geliştirmeyi amaçlayan antrenman programları, maksimum oksijen alımını (VO_{2zirve}) ve VO_{2zirve} ' nin yüksek bir yüzdesini uzun süre kullanma yeteneğini artırmak için tasarlanmıştır (162). Antrenörler, antrenman şiddetlerini belirlemek için geleneksel olarak, yüzücülerinin performans seviyelerinin belirlenmesine yardımcı olmak amacıyla yarışmalar sırasında kaydedilen derecelerini kullanır (163). Bu nedenle aerobik bölgede yapılan antrenman şiddetlerinin belirlenmesi ve set tasarımı yapılması noktasında VO_{2zirve} ve farklı yüzme hızları arasındaki ilişkiler başarıya giden yolda önem kazanmaktadır. Çalışmamızda mutlak VO_{2zirve} ($ml.dk^{-1}$) ve sprint mesafelerinden (25m, 50m, 100m) elde edilen yüzme hızları arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak anlamsızdır. 2011 yılında Rodriguez ve ark. yayınladığı derlemede bilgisayar simülasyonu ve hesaplamaları ile elde edilen enerji sistemlerinin yarışma mesafelerine göre yüzde etkileri incelendiğinde; fosfojen sistemin katkısı sırasıyla 50m için %38, 100m için %20 ve glikolitik sistemin katkısı 50m için %58, 100m için %39 olarak raporlanmıştır. Bununla birlikte aerobik sistemin katkısı 50m için %4, 100m için %41 olarak belirtilmiştir (30). Çalışmamız sonucunda 25m, 50m ve 100m mesafelerinden elde

edilen yüzme hızları ile VO_{2zirve} arasında ilişki bulunamaması bu mesafelerin yüzülmesi sırasında kullanılan enerji sistemlerinin katkıları ile açıklanabilir. 25m ve 50m mesafelerin yüzülmesi sırasında baskın enerji sistemi fosfojen sistemken 100m mesafenin yüzülmesi sırasındaki baskın enerji sistemi fosfojen ve glikolitik sistemlerin toplamıdır. Bunun aksine Rodriguez ve arkadaşları 200m ve 400m yarış mesafelerindeki enerji sistemi katkısında aerobik sistem katkısını sırasıyla %58 ve %73 olarak bildirmişlerdir (30). Pelayo ve ark yaptığı çalışmada VO_{2zirve} , heterojen seviyeli bir grupta 400m performansı ile yüksek düzeyde ilişkili bulunmuştur ve 400m den elde edilen bu hız kademeli artan bir testin son kademesindeki hıza çok yakın bulunmuştur (86). Literatürde yer alan bu çalışmalara benzer şekilde çalışmamız sonucunda hem erkek yüzücülerde hem de kadın yüzücülerde 400m ve 200m ölçümlerinden elde edilen yüzme hızları ve mutlak VO_{2zirve} arasında anlamlı ilişkiler saptanmıştır.

400m maksimal yüzme testi uzun süredir maksimal aerobik hızı tahmin etmek ve antrenman şiddetlerini kestirim ile belirlemek için altın standart olarak görülmektedir. Yüzmede VO_{2zirve} 'yi ölçmenin doğal zorlukları göz önüne alındığında, 400m performansı genellikle bilimsel makalelerde yüzme seviyesinin bir göstergesi olarak rapor edilmektedir (164). Çalışmamız sonucunda elde edilen bulgular literatüre benzer şekilde göstermektedir ki; 200m ve 400m yüzme testleri VO_{2zirve} değerinin belirlenmesinde önemli test mesafeleridir. Ancak 400m test sonucu bir sporcunun performansının değerlendirilmesinde tek başına yeterli değildir. Çünkü aerobik kapasitenin en önemli unsurlarından biri de VO_{2zirve} değerinin büyük yüzdelinde daha uzun süre egzersiz yapabilmektir. Bu nedenle kritik hız ve anaerobik eşik hızları da aerobik kapasite değerlendirilmesinde önemlidir. Daha önce bahsettiğimiz gibi kritik hız sporcunun tükenmeden koruyabildiği en yüksek hızdır ve özellikle 200m ve 400m yarış sonuçları ile kuvvetli ilişkiye sahiptir (85, 89). Çalışmamız sonucunda hem erkek hem kadın yüzücülerin kritik yüzme hızları ve mutlak VO_{2zirve} değeri arasında anlamlı ilişkiler saptanmıştır. Bunun yanı sıra erkeklerde anaerobik eşik yüzme hızı ve VO_{2zirve} arasında ilişki bulunurken kadın yüzücülerde anlamlı ilişki bulunamamıştır. Bazı dayanıklılık sporcularında VO_{2zirve} değeri yüksek çıkarken anaerobik eşik değeri daha düşük hızlarda kaydedilebilir. Bu durum antrenman içeriğine bağlı olarak kazanılmış bir adaptasyon da olabilir. Ayrıca anaerobik eşğin laktat metabolizması

olması nedeniyle yağsız kas kütesinin de kadın sporcularda erkek sporculara kıyasla daha az olmasından kaynaklı fizyolojik bir etkileşimden kaynaklanmış olması ihtimalide düşünülebilir. Çalışma sonucunda erkek ve kadın yüzücüler arasında rastlanan bir diğer fark ise mutlak VO_{2zirve} ve VO_{2zirve} yüzme hızı arasındaki ilişkide karşımıza çıkmaktadır. Kadın yüzücülerin VO_{2zirve} ve VO_{2zirve} yüzme hızı arasında anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır. Bu durum muhtemelen kadın sporcuların daha düşük hızlarda daha uzun sürelerde VO_{2zirve} değerine ulaşmasından kaynaklanmaktadır.

Howden ve ark. yaptıkları çalışmada VO_{2zirve} iyileşmesinin kardiyak adaptasyonlar gibi temel belirleyicilerinin de aynı dayanıklılık antrenman dozuna yanıt olarak kadınlarda erkeklere göre zayıfladığını göstermişlerdir (165). Öte yandan, VO_{2zirve} ve koşu performansı ile eşleşen kadınlarda iskelet kası adaptasyonları erkeklere göre daha fazla artabilir (166). Bu iki durum birlikte ele alındığında, belirli bir VO_{2zirve} değerine ulaşmak için kadınların erkeklerden daha yüksek bir dayanıklılık dozuna maruz kalması gerektiği söylenebilir. Bu durum kadın ve erkek sporcularda VO_{2zirve} değerlendirmesinde farklı adaptasyonların incelenmesi gerekliliğini ortaya atan bir durum olabilir. Benzer şekilde çalışmamız sonuçlarına bakıldığında kadın yüzücülerde relatif VO_{2zirve} değeri ve tüm yüzme hızları (25, 50, 100, 200, 400 m) arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır. Bunun aksine erkek yüzücülerde relatif VO_{2zirve} ve AnE YH, KH, 200m YH, 400m YH arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Boylamsal çalışmaların mevcut meta-analizi, belirli bir dayanıklılık antrenman dozu için VO_{2zirve} yanıtının erkekler ve kadınlar arasında farklılık gösterdiğini göstermektedir. Dayanıklılık antrenmanlarına yanıt olarak erkekler VO_{2zirve} ' de neredeyse $200 \text{ ml} \cdot \text{dak}^{-1}$ ve $2 \text{ ml} \cdot \text{dak}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ artış sergiler; yani kadınlarla karşılaştırıldığında yarıdan fazla metabolik eşdeğer artış görülür (167). Yapılan boylamsal çalışmaların meta analizi sonuçları arasında anlamlı bir heterojenite tespit edilmemiştir. Kadın ve erkeklerde VO_{2zirve} ve buna bağlı ilişkilerdeki farklılıklar muhtemelen iki ana kategoriye ayrılan birçok faktörle açıklanabilir: bu faktörler yapısal ve çevresel faktörler olarak sınıflanabilir. Yapısal faktörlere uygun olarak, VO_{2zirve} ' deki cinsiyet farklılıkları öncelikle cinsiyete özgü genetik özelliklerde yatıyor olabilir. Bunun aksine, kesitsel çalışmalarda muhtemelen fark edilemeyen farklı fiziksel aktivite veya dayanıklılık antrenman seviyeleri ise çevresel faktörlere aittir. Meta-analizlerin sonuçlarından yola çıkarak yapısal yani genetik faktörlerin cinsiyete

özgü VO_{2zirve} antrene edilebilirliği kavramı altında yatabileceğini düşündürmektedir (168). Bu nedenle, dayanıklılık antrenmanlarına VO_{2zirve} yanıtında erkekler ve kadınlar arasındaki doğal farklılıkların, yani VO_{2zirve} 'nin antrene edilebilirliğini konusunda cinsiyet dimorfizminin varlığını öne sürebilir (169). Ancak VO_{2zirve} 'nin dayanıklılık antrenmanlarının temelini oluşturan genetik temel henüz tam olarak çözülmemiş durumdadır ve yüksek VO_{2zirve} seviyelerini açıkladığı düşünülen ACE gibi genler yeterli popülasyon çalışmalarında doğrulanmamıştır (170, 171).

5.7. Erkek Ve Kadın Yüzücülerde VO_{2zirve} Yüzme Hızı Ve Farklı Antrenman Yüzme Hızları Arasındaki İlişkiler

Solunum kasları yorgunluğuyla ilişkili yüzme yoğunluğu ve dolayısıyla yüzme hızı çok az bilimsel ilgi görmüştür. Yüzmede solunum kas yorgunluğunu araştıran birkaç çalışma şunlara odaklanmıştır: yarış temposunda yüzme sonrasında veya yarış temposunun %90-95'inde yüzerken meydana gelen değişimler ve büyüklükleri, kulaç frekansı, kulaç uzunluğu ve solunum frekansı gibi parametrelerin etkileri, yarış mesafesinin gelişimine etkileri (172, 173, 174). Buna karşılık maksimal yüzme hızı ve farklı yüzme hızları arasındaki ilişkiler literatürde çok az ilgi gören konular olmuştur. Yüzme yarışlarından elde edilebilecek en yüksek hız en kısa yarış mesafesi olan 50m yarışlarında gözlenmektedir. 50m yüzme yarış mesafesinde baskın enerji sisteminin alaktik ve anaerobik sistemlerden elde edildiği bilinmektedir (7, 85). Almeida ve ark. 2020 yılında yaptığı çalışmada 50m maksimal performans sırasında enerji eldesinin büyük bölümünün alaktik ve anaerobik laktik sistemlerde elde edildiği gösterilmiştir (175). Çalışmamız sonuçları da literatürü destekler niteliktedir. Çalışmamızda bulunan maksimal yüzme hızı 25m test sonuçlarından hesaplanmış ve sadece erkek yüzücülerde maksimal yüzme hızı ve 50m yüzme hızı arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Erkek yüzücülerde 50m' den daha uzun mesafelerdeki yüzme hızları ile maksimal yüzme hızı arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır. Maksimal yüzme hızı pek çok branşta olduğu gibi yüzme branşında da kas kuvveti ve kas gücü ile doğrudan orantılıdır. Aynı zamanda enerji farklı mesafelerde enerji sistemlerinin katkıları da farklı oranda gerçekleşmektedir. Çalışmamızda kullanılan farklı mesafelerden elde edilen hızlar ve maksimal yüzme hızı arasında kadın yüzücülerde anlamlı ilişkilere rastlanmamıştır. Bunun bir nedeni olarak çalışmamızda kullanılan serbest yüzme

tekniki 50m ile 1500m arasında değişen mesafelerde yarışılmaktadır. Bu durum sporcuların farklı mesafelerde uzmanlaşması ve buna bağlı olarak antrenman yapmasından kaynaklanabilir. Bu nedenle özellikle kadın popülasyonlarında gelecekte yapılacak benzer çalışmalarda maksimal yüzme hızı ve sprint mesafeleri arasındaki ilişkiler incelenirken popülasyonun sprinterler arasından oluşturulması önem taşıyabilir. Çalışmamız sırasında elde edilen sonuçlarda kadın yüzücülerin maksimal yüzme hızı ve farklı mesafelerdeki yüzme hızları arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır. Bunun bir nedeni de tur zamanları arasındaki pozitif artış gösterilebilir (176). Nikolaidis ve ark. yaptığı çalışmada 100m yarış zamanında birinci turdan ikinci tura kadar tur süresindeki artış kadınlarda erkeklere göre daha fazla olarak bildirmişlerdir (177). Bir başka deyişle ikinci turda kadınlar erkeklere kıyasla daha yavaş yüzme hızı ile yüzmüşlerdir. Erkeklere kıyasla kadın yüzücülerin yüzme hızı ile maksimal yüzme hızı arasında ilişki bulunamamasına neden olarak mesafe arttıkça yavaşlayan tur zamanlarının etkisi gösterilebilir.

Maksimal yüzme hızının aksine VO_{2zirve} yüzme hızı ve farklı mesafelerden elde edilen hızlar karşılaştırıldığında VO_{2zirve} değeri ve farklı yüzme hızları arasında bulunan sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Erkek yüzücülerin VO_{2zirve} yüzme hızı ve AnE YH, KH, 100m YH, 200m YH, 400m YH arasındaki anlamlı ilişkiler bu yüzme hızları ve VO_{2zirve} değeri arasında elde edilen ilişkilerle benzer niteliktedir. VO_{2zirve} yüzme hızı ve AnE YH, KH, 100m YH, 200m YH, 400m YH birbiriyle bağlantılı olsa da bunlar bir sporcunun fizyolojisi ve performansının farklı yönlerini temsil eder. Çalışmaya katılan erkek sporcuların VO_{2zirve} değeri ve KH, 200m YH, 400m YH arasındaki kuvvetli ilişkiler olması benzer ilişkinin VO_{2zirve} değerine ulaşılan hız ile de elde edilmesi ile uyumlu sonuçlardır.

VO_{2zirve} ve anaerobik eşiğin doğrudan ölçümü, bireyin aerobik kapasitesini değerlendirmenin en doğru yöntemleri olarak kabul edilir. Bu indekslerdeki bir iyileşme, bir sporcunun belirli bir mutlak egzersiz yoğunluğunda daha uzun bir süre egzersiz yapabileceğini veya belirli bir süre boyunca daha yüksek bir egzersiz yoğunluğunda egzersiz yapabileceğini öngörebilir (178). Geçmişten günümüze bakıldığında kritik hız, yüzme antrenörleri tarafından yüzücünün anaerobik eşiğ veya eşdeğer ölçüm yoluyla ölçülen fonksiyonel aerobik kapasitesinin bir göstergesi olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır (28, 164). Ancak bazı yazarlar yüzme kritik

hızının, laktat konsantrasyonunda bir artış olmadan sürdürülebilecek maksimum hızı temsil etmediğini, maksimum oksijen tüketimindeki hıza karşılık gelebileceğini bildirmiştir (11, 87, 179). Çalışmamız sonucunda erkek sporcuların AnE YH ve KH, 200m YH, 400m YH arasında orta düzeyde ilişki saptanmıştır. Bunun aksine kadın sporcularda AnE YH ve 100m YH arasında anlamlı ilişkiler saptanmıştır. Erkek sporculardan elde edilen bu sonuçlar hem çalışmamızın diğer sonuçları olan VO_{2zirve} ilişkileri ile hem de literatür ile uyumludur. Kadın sporcularda AnE YH hızı ve KH arasında ilişki bulunamazken daha yüksek hız olan 100m YH ile ilişki bulunması kadın ve erkek sporcularda dayanıklılık parametrelerine ilişkin farklı bileşenler olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca kadın yüzücülerden elde edilen ölçümler bir skala üzerine yerleştirilseydi birbirine daha yakın olan hızlarda ilişki gözlenirdi. Çalışmamızda kadın yüzücülerin VO_{2zirve} YH ve AnE YH yüzdeleri düşünüldüğünde (E:%91,87; K:%87,14) kadınlardan elde edilen düşük yüzde hız skalasında daha hızlı olan 100m YH ve AnE yüzme hızını birbirine daha yakın olarak gösterecekti. AnE YH sporcunun VO_{2zirve} değerinin gelişimine katkı sağladığı gibi bu değer büyük yüzdelerinde de daha uzun süre egzersiz yapmalarını sağlamaktadır (7). Bu nedenlerle çalışma sonucunda AnE YH ve diğer yüzme hızları arasında kadın ve erkek farkları cinsiyetler arası katılımcıların dayanıklılık seviyelerinin farkı ile açıklanabilir. Hem kadın hem de erkek sporcularda KH ve 200m YH, 400m YH arasında kuvvetli ilişkiler saptanmıştır. Literatürde farklı çalışmalardan elde edilen sonuçlar göstermiştir ki yüzme branşı özelinde kritik hız kestirimi yapılırken 2 farklı mesafede yüzülen toplam süreler grafiğe geçirilerek tahmin yapılmaktadır. Bu kestirim yöntemi kullanılırken seçilen mesafelerden en az birinin 200m veya 400m olması elde edilen sonuçların doğruluğunu arttırmaktadır (5, 11, 85, 87, 89). Çalışmamız sonucunda elde edilen bulgular bu anlamda literatürü desteklemektedir. Böylece 200m ile 400m arasında tek bir mesafe kullanarak kritik hız kestirimi yapmak mümkün olacaktır. 2008 yılında Takahashi ve ark. yaptığı çalışmada tek bir 300m maksimal performans yüzme testi ile KH kestirimi yapılabileceği gösterilmiştir (180). Ayrıca bu bilgileri destekler nitelikte hem erkek hem de kadın sporcularımızın 200m YH ve 400m YH arasında kuvvetli ilişkiler bulunmuştur. VO_{2zirve} değeri ile olan ilişkilere benzer nitelikte VO_{2zirve} değerindeki yüzme hızına yakın olan hızlara karşılık gelen 200m ve 400m mesafeleri arasında ilişki olması çalışmada elde edilen diğer sonuçlarla uyumludur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Erkek yüzücülerin VO_{2zirve} yüzme hızı, kadın yüzücülerden yüksektir ($p<0,05$).

Erkek yüzücülerin hem mutlak hem relatif VO_{2zirve} değerleri kadın yüzücülerden yüksektir ($p<0,05$).

Erkek yüzücülerin maksimal kalp atım hızı kadın yüzücülerden yüksektir ($p<0,05$).

Erkek yüzücülerin maksimal kan laktat konsantrasyonu kadın yüzücülerden yüksektir ($p<0,05$).

Erkek yüzücülerin Anaerobik eşik yüzme hızı, kritik hız ve farklı mesafelerden elde edilen yüzme hızları (25, 50, 100, 200 ve 400m), kadın yüzücülerden yüksektir ($p<0,05$).

Erkek ve kadın yüzücülerin 100, 200, 400 m yüzme hızlarının VO_{2zirve} yüzme hızına yüzde oranları benzerdir ($p>0,05$).

Kadın yüzücülerde VO_{2zirve} ($ml.dk^{-1}$) ve KH, 200m YH, 400m YH arasında istatistiksel olarak anlamlı orta düzeyde ilişkiler vardır ($p<0,05$).

Erkek yüzücülerde VO_{2zirve} ($ml.kg.dk^{-1}$) ve VO_{2zirve} YH, AnE YH, KH, 200m YH, 400m YH arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler vardır ($p<0,05$).

Hem erkek hem de kadın yüzücülerde mutlak ve relatif VO_{2zirve} ($ml.dk^{-1}$) ve kısa mesafelerden elde edilen yüzme hızları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler saptanmamıştır ($p>0,05$).

Kadın yüzücülerde VO_{2zirve} ($ml.kg.dk^{-1}$) ve VO_{2zirve} YH, KH, 200m YH, 400m YH arasında orta düzeyde ilişkiler olmakla beraber anlamlı değildir ($p>0,05$).

Erkek yüzücülerde 50m YH hariç ($p<0,05$) MYH ve diğer yüzme hızları (25, 100, 200 ve 400m) arasında anlamlı ilişkiler saptanmamıştır ($p>0,05$).

Kadın yüzücülerde MYH ve yüzme hızları (25, 50, 100, 200 ve 400m), arasında anlamlı ilişkiler gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Erkek yüzücülerde VO_{2zirve} YH ve AnE YH arasında kuvvetli ilişki vardır ($p<0,05$).

Kadın yüzücülerde VO_{2zirve} YH ve AnE YH, VO_{2zirve} YH, 100m YH, 200m YH arasında orta düzeyde ilişki vardır ($p<0,05$).

Hem erkek hem de kadın yüzücülerde VO_{2zirve} YH ve kısa mesafe sprint yüzme hızları arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).

Erkek yüzücülerde KH ve AnE YH arasında orta düzeyde ilişkilidir ($p<0,05$).

Kadın yüzücülerde KH ve AnE YH arasında ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).

Erkek yüzücülerde 200m YH ve KH arasında çok kuvvetli ancak AnE YH ile orta düzeyde ilişkiler saptanmıştır ($p<0,05$).

Kadın yüzücülerde 200m YH ve KH arasında çok kuvvetli ($p<0,05$) ancak AnE YH ile ilişkili bulunmamıştır ($p>0,05$).

Erkek yüzücülerde değişkenler arasında elde edilen tüm ilişkiler ile kadın yüzücülerde değişkenler arasında elde edilen tüm ilişkiler arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$).

6.2. Öneriler

Bu çalışmada yüzücülerde laktat eşliğindeki yüzme hızı, kritik hız, maksimal yüzme hızı ve farklı mesafelerdeki yüzme hızları (50m, 100m, 200m ve 400m) ile VO_{2zirve} ve karşılık gelen yüzme hızı arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Gelecekte bir saha testi olarak aşağıda belirtilen uygulamalar araştırılabilir:

1. Çalışmaya katılacak sporcular sprinter, orta mesafeci ve uzun mesafeci olarak sınıflanarak farklı sınıflarda yer alan sporcuların test sonuçlarından elde edilen hızların VO_{2zirve} ve karşılık gelen yüzme hızı ile ilişkileri incelenebilir.

2. Benzer çalışmada yüzme hızlarının yanı sıra VO_{2zirve} ve diğer mesafelerden elde edilecek VO_2 değerleri incelenebilir.
3. Diğer yüzme teknikleri olan sırtüstü, kurbağalama ve kelebek branşlarındaki ilişkiler incelenebilir.
4. Farklı yüzme teknikleri ile ulaşılan VO_{2zirve} değerleri ve farklı antrenman bölgeleri arasındaki ilişkiler incelenebilir.
5. Maksimal yüzme hızı ve VO_{2zirve} yüzme hızı yardımı ile HIIT antrenmanları için şiddet belirleme yöntemleri incelenebilir.

7. KAYNAKLAR

1. Rodriguez FA, Chaverri D, Iglesias X, Schuller T, Hoffmann U. Validity of Postexercise Measurements to Estimate Peak VO₂ in 200-m and 400-m Maximal Swims. *Int J Sports Med.* 2017;38(6):426-38.
2. Olstad BH, Bjorlykke V, Olstad DS. Maximal Heart Rate for Swimmers. *Sports (Basel).* 2019;7(11).
3. Olbrecht J, Madsen O, Mader A, Liesen H, Hollmann W. Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. *Int J Sports Med.* 1985;6(2):74-7.
4. Matsunami M, Taguchi M, Taimura A, Suga M, Taba S. Relationship among different performance tests to estimate maximal aerobic swimming speed. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1999;31(5):S105.
5. Bergstrom HC, Housh TJ, Cochrane-Snyman KC, Jenkins ND, Byrd MT, Switalla JR, et al. A model for identifying intensity zones above critical velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2017;31(12):3260-5.
6. Zacca R, Azevedo R, Peterson Silveira R, Vilas-Boas JP, Pyne DB, Castro FAS, et al. Comparison of Incremental Intermittent and Time Trial Testing in Age-Group Swimmers. *J Strength Cond Res.* 2019;33(3):801-10.
7. Maglischo EW. *Swimming fastest: Human kinetics*; 2003.
8. Psycharakis SG, Cooke CB, Paradisis GP, O'Hara J, Phillips G. Analysis of selected kinematic and physiological performance determinants during incremental testing in elite swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2008;22(3):951-7.
9. Turner AP, Smith T, Coleman SG. Use of an audio-paced incremental swimming test in young national-level swimmers. *International journal of sports physiology and performance.* 2008;3(1):68-79.
10. Di Michele R, Gatta G, Di Leo A, Cortesi M, Andina F, Tam E, et al. Estimation of the anaerobic threshold from heart rate variability in an incremental swimming test. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2012;26(11):3059-66.
11. Di Prampero PE, Deckerle J, Capelli C, Zamparo P. The critical velocity in swimming. *European journal of applied physiology.* 2008;102(2):165-71.
12. Dalamitros AA, Fernandes RJ, Toubekis AG, Manou V, Loupos D, Kellis S. Is speed reserve related to critical speed and anaerobic distance capacity in swimming? *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2015;29(7):1830-6.
13. Billat LV, Koralsztein JP. Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. *Sports medicine.* 1996;22:90-108.
14. Midgley AW, McNaughton LR, Wilkinson M. Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners? Empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. *Sports medicine.* 2006;36:117-32.
15. Reis JF, Millet GP, Bruno PM, Vleck V, Alves FB. Sex and exercise intensity do not influence oxygen uptake kinetics in submaximal swimming. *Frontiers in physiology.* 2017;8:72.
16. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports medicine.* 2013;43(5):313-38.
17. Sánchez JA, Arellano R, editors. Stroke index values according to level, gender, swimming style and event race distance. *ISBS-Conference Proceedings Archive*; 2016.

18. Zacca R, Azevedo R, Silveira RP, Vilas-Boas JP, Pyne DB, Castro FAdS, et al. Comparison of incremental intermittent and time trial testing in age-group swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(3):801-10.
19. Lynn A. *Swimming: Technique, training, competition strategy*: Crowood; 2014.
20. Britannica T. *Editors of encyclopaedia*. Argon Encyclopedia Britannica. 2020.
21. Powers SK, Howley ET. *Exercise physiology. Theory and Application to Fitness and Performance*. 1991;7.
22. Farrell PA, Joyner MJ, Caiozzo V. *ACSM's advanced exercise physiology*: Wolters Kluwer Health Adis (ESP); 2011.
23. Wells GD, Selvadurai H, Tein I. Bioenergetic provision of energy for muscular activity. *Paediatric respiratory reviews*. 2009;10(3):83-90.
24. Gatin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports medicine*. 2001;31:725-41.
25. Kraemer WJ, Fleck SJ, Deschenes MR. *Exercise physiology: integrating theory and application*: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
26. Daussin FN, Ponsot E, Dufour SP, Lonsdorfer-Wolf E, Doutreleau S, Geny B, et al. Improvement of by cardiac output and oxygen extraction adaptation during intermittent versus continuous endurance training. *European journal of applied physiology*. 2007;101(3):377-83.
27. Saltin B. Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation*. 1968;38:1-78.
28. Mader A, Liesen H, Heck H, Philippi H, Rost R, Schurch P, et al. Evaluation of sports specific endurance performance capacity in the laboratory. *Sportarzt Sportmed*. 1976;27(4):80-8.
29. Zamparo P, Capelli C, Pendergast D. Energetics of swimming: a historical perspective. *European journal of applied physiology*. 2011;111(3):367-78.
30. Rodríguez FA, Mader A. Energy systems in swimming. *World book of swimming: From science to performance*. 2011:225-40.
31. Chaverri D, Iglesias X, Schuller T, Hoffmann U, Rodríguez FA. Estimating peak oxygen uptake based on postexercise measurements in swimming. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2016;41(6):588-96.
32. Montpetit RR, Léger LA, Lavoie J-M, Cazorla G. peak during free swimming using the backward extrapolation of the O₂ recovery curve. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1981;47(4):385-91.
33. Katch VL. Kinetics of oxygen uptake and recovery for supramaximal work of short duration. *Internationale Zeitschrift für Angewandte Physiologie Einschließlich Arbeitsphysiologie*. 1973;31:197-207.
34. Sousa A, Rodríguez FA, Machado L, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ. Exercise modality effect on oxygen uptake off-transient kinetics at maximal oxygen uptake intensity. *Experimental physiology*. 2015;100(6):719-29.
35. Costill D, Kovalski J, Porter D, Kirwan J, Fielding R, King D. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *International journal of sports medicine*. 1985;6(05):266-70.
36. Keskinen KL, Rodríguez FA, Keskinen OP. Respiratory snorkel and valve system for breath-by-breath gas analysis in swimming. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2003;13(5):322-9.
37. Santeusanio DM. A swimming test for prediction of maximum oxygen consumption. 1980.
38. Holmer I. Oxygen uptake during swimming in man. *Journal of Applied Physiology*. 1972;33(4):502-9.

39. Rodriguez E. Maximal oxygen uptake and cardiorespiratory response to maximal 400-m free swimming. *J Sports Med Phys Fit.* 2000;40:87-95.
40. Wheatley CM, Snyder EM, Johnson BD, Olson TP. Sex differences in cardiovascular function during submaximal exercise in humans. *Springerplus.* 2014;3(1):1-13.
41. Wiebe CG, Gledhill N, Jamnik VK, Ferguson S. Exercise cardiac function in young through elderly endurance trained women. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1999;31(5):684-91.
42. Harms CA. Does gender affect pulmonary function and exercise capacity? *Respiratory physiology & neurobiology.* 2006;151(2-3):124-31.
43. Parker BA, Smithmyer SL, Pelberg JA, Mishkin AD, Herr MD, Proctor DN. Sex differences in leg vasodilation during graded knee extensor exercise in young adults. *Journal of Applied Physiology.* 2007;103(5):1583-91.
44. Limberg JK, Eldridge MW, Proctor LT, Sebranek JJ, Schrage WG. α -Adrenergic control of blood flow during exercise: effect of sex and menstrual phase. *Journal of applied physiology.* 2010;109(5):1360-8.
45. Wild S, Rüst CA, Rosemann T, Knechtle B. Changes in sex difference in swimming speed in finalists at FINA World Championships and the Olympic Games from 1992 to 2013. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation.* 2014;6:1-29.
46. Nikolaidis PT, Knechtle B. Performance trends in individual medley events during FINA World Master Championships from 1986 to 2014. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 2018;58(5):690-8.
47. Buhl C, Knechtle B, Rüst CA, Rosemann T, Lepers R. A comparison of medley and freestyle performance for national and international swimmers between 1994 and 2011. *Open access journal of sports medicine.* 2013:79-87.
48. Vaso M, Knechtle B, Rüst CA, Rosemann T, Lepers R. Age of peak swim speed and sex difference in performance in medley and freestyle swimming—A comparison between 200 m and 400 m in Swiss elite swimmers. *Journal of Human Sport and Exercise.* 2013;8(4):954-65.
49. Wolfrum M, Knechtle B, Rüst CA, Rosemann T, Lepers R. Sex-related differences and age of peak performance in breaststroke versus freestyle swimming. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology.* 2013;5:1-10.
50. Chevront SN, Carter R, DeRuisseau KC, Moffatt RJ. Running performance differences between men and women: an update. *Sports medicine.* 2005;35:1017-24.
51. Tanaka H, Seals DR. Age and gender interactions in physiological functional capacity: insight from swimming performance. *Journal of applied physiology.* 1997;82(3):846-51.
52. Senefeld JW, Clayburn AJ, Baker SE, Carter RE, Johnson PW, Joyner MJ. Sex differences in youth elite swimming. *PloS one.* 2019;14(11):e0225724.
53. Donato AJ, Tench K, Glueck DH, Seals DR, Eskurza I, Tanaka H. Declines in physiological functional capacity with age: a longitudinal study in peak swimming performance. *Journal of applied physiology.* 2003;94(2):764-9.
54. Costa MJ, Balasekaran G, Vilas-Boas JP, Barbosa TM. Physiological adaptations to training in competitive swimming: a systematic review. *Journal of Human Kinetics.* 2015;49(1):179-94.
55. Houston M, Wilson D, Green H, Thomson J, Ranney D. Physiological and muscle enzyme adaptations to two different intensities of swim training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.* 1981;46(3):283-91.
56. Sharp R, Vitelli C, Costill DL, Thomas R. Comparison between blood lactate and heart rate profiles during a season of competitive swim training. *J Swim Res.* 1984;1:17-20.

57. Anderson ME, Hopkins WG, Roberts AD, Pyne DB. Monitoring seasonal and long-term changes in test performance in elite swimmers. *European Journal of Sport Science*. 2006;6(3):145-54.
58. Psycharakis SG. A longitudinal analysis on the validity and reliability of ratings of perceived exertion for elite swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(2):420-6.
59. Atlaoui D, Duclos M, Gouarne C, Lacoste L, Barale F, Chatard J-C. 24-hr urinary catecholamine excretion, training and performance in elite swimmers. *International journal of sports medicine*. 2006;27(04):314-21.
60. Costill D, Thomas R, Robergs R, Pascoe D, Lambert C, Barr S, et al. Adaptations to swimming training: influence of training volume. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1991;23(3):371-7.
61. Flynn M, Pizza F, Boone J, Andres F, Michaud T, Rodriguez-Zayas J. Indices of training stress during competitive running and swimming seasons. *International journal of sports medicine*. 1994;15(01):21-6.
62. Schoenfeld BJ, Snarr RL. *NSCA's essentials of personal training: Human Kinetics*; 2021.
63. Morgado JM, Rama L, Silva I, de Jesus Inácio M, Henriques A, Laranjeira P, et al. Cytokine production by monocytes, neutrophils, and dendritic cells is hampered by long-term intensive training in elite swimmers. *European journal of applied physiology*. 2012;112:471-82.
64. Rushall BS, Busch JD. Hematological responses to training in elite swimmers. *Canadian Journal of Applied Sport sciences Journal Canadien des Sciences Appliquees au Sport*. 1980;5(3):164-9.
65. Santhiago V, Da Silva AS, Papoti M, Gobatto CA. Responses of hematological parameters and aerobic performance of elite men and women swimmers during a 14-week training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(4):1097-105.
66. Mujika I, Chatard J-C, Geysant A. Effects of training and taper on blood leucocyte populations in competitive swimmers: relationships with cortisol and performance. *International journal of sports medicine*. 1996;17(03):213-7.
67. Mackinnon LT, Hooper SL, Jones S, Gordon RD, Bachmann AW. Hormonal, immunological, and hematological responses to intensified training in elite swimmers. *Medicine and science in sports and exercise*. 1997;29(12):1637-45.
68. Bland JM, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The lancet*. 1986;327(8476):307-10.
69. Mougios V. *Exercise biochemistry: Human Kinetics Publishers*; 2019.
70. Fawkner SG, Armstrong N. Longitudinal changes in the kinetic response to heavy-intensity exercise in children. *Journal of Applied Physiology*. 2004;97(2):460-6.
71. Ratel S, Duché P, Williams CA. Muscle fatigue during high-intensity exercise in children. *Sports Medicine*. 2006;36:1031-65.
72. Vescovi JD, Falenchuk O, Wells GD. Blood lactate concentration and clearance in elite swimmers during competition. *International journal of sports physiology and performance*. 2011;6(1):106-17.
73. Campos EZ, Kalva-Filho CA, Gobbi RB, Barbieri RA, Almeida NP, Papoti M. Anaerobic contribution determined in swimming distances: relation with performance. *Frontiers in physiology*. 2017;8:755.
74. Lisbôa FD, Raimundo JA, Pereira GS, Ribeiro G, de Aguiar RA, Caputo F. Effects of time of day on race splits, kinematics, and blood lactate during a 50-m front crawl performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2021;35(3):819-25.

75. Kabasakalis A, Nikolaidis S, Tsalis G, Mougios V. Low-volume sprint interval swimming is sufficient to increase blood metabolic biomarkers in master swimmers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2022;93(2):318-24.
76. Meckel Y, Bishop DJ, Rabinovich M, Kaufman L, Nemet D, Eliakim A. The relationship between short-and long-distance swimming performance and repeated sprint ability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(12):3426-31.
77. Williams JR, Armstrong N. The influence of age and sexual maturation on children's blood lactate responses to exercise. *Pediatric Exercise Science*. 1991;3(2):111-20.
78. Greco CC, Denadai BS, Pellegrinotti ÍL, Freitas AdB, Gomide E. Anaerobic threshold and critical speed determined with different distances in swimmers aged 10 to 15 years: relationship with the performance and blood lactate response during endurance tests. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2003;9:2-8.
79. Troup JP. The physiology and biomechanics of competitive swimming. *Clinics in sports medicine*. 1999;18(2):267-85.
80. Craig Jr AB, Pendergast DR. Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Medicine and science in sports*. 1979;11(3):278-83.
81. Craig Jr AB, Skehan PL, Pawelczyk JA, Boomer WL. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine and science in sports and exercise*. 1985;17(6):625-34.
82. Chengalur SN, Brown PL. An analysis of male and female Olympic swimmers in the 200-meter events. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*. 1992;17(2):104-9.
83. Letzelter H, Freitag W. Stroke length and stroke frequency variations in men's and women's 100-m freestyle swimming. *International series on sport science*. 1983;14:315-22.
84. Pyne D, Trewin C. Analysis of stroke rates in freestyle events at 2000 Olympics. *Swimming in Australia*. 2001;17(1):1-3.
85. Bill Sweetenham JA. *Championship Swim Training: human kinetics*; 2003.
86. Pelayo P, Albery M, Sidney M, Potdevin F, Dekerle J. Aerobic potential, stroke parameters, and coordination in swimming front-crawl performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2007;2(4):347-59.
87. Dekerle J, Pelayo P, Clipet B, Depretz S, Lefevre T, Sidney M. Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. *International journal of sports medicine*. 2004:524-30.
88. Mitchell JH, Tate C, Raven P, Cobb F, Kraus W, Moreadith R, et al. Acute response and chronic adaptation to exercise in women. *Medicine and science in sports and exercise*. 1992;24(6):S258-S65.
89. Toubekis A, Tsami A, Tokmakidis S. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. *International journal of sports medicine*. 2005:117-23.
90. Pyne DB, Lee H, Swanwick KM. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001;33(2):291-7.
91. Muthusamy S, Subramaniam A, Balasubramanian K, Purushothaman VK, Vasanthi RK. Assessment of Vo2 Max Reliability with Garmin Smart Watch among Swimmers.(2021). *Int J Life Sci Pharma Res*. 2021;11(4):42-6.
92. Smith CG, Jones AM. The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. *European journal of applied physiology*. 2001;85:19-26.
93. Capelli C, Pendergast DR, Termin B. Energetics of swimming at maximal speeds in humans. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1998;78:385-93.

94. Martin L, Whyte G. Comparison of critical swimming velocity and velocity at lactate threshold in elite triathletes. *International journal of sports medicine*. 2000;21(05):366-8.
95. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*: Academic press; 2013.
96. Schober P, Boer C, Schwarte LA. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesthesia & analgesia*. 2018;126(5):1763-8.
97. Di Plinio S. Testing the magnitude of correlations across experimental conditions. *Frontiers in Psychology*. 2022;13:860213.
98. Soper D. Significance of the difference between two correlations calculator [Software]. Saatavissa myös: <http://danielsooper.com/statcalc3/calc.aspx>. 2015.
99. Majid WK, Jari, H. S., and Noori, R. A. Performance training for the development of the harmonic ability and its impact on the rapid force and the achievement of (50) meters of breast for junior. *J Glob Pharma Technol*. 2019;11:71-6.
100. Saavedra JM, Escalante Y, Rodríguez FA. A multivariate analysis of performance in young swimmers. *Pediatric exercise science*. 2010;22(1):135-51.
101. Tijani JM, Zouhal H, Rhibi F, Hackney AC, Ben Ounis O, Saidi K, et al. Relationship between anthropometry and stroking parameters of front crawl sprint performance in young swimmers. *Medicina dello Sport*. 2019;72(3):355-65.
102. Geladas N, Nassis G, Pavlicevic S. Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers. *International journal of sports medicine*. 2005;26(02):139-44.
103. Jürimäe J, Haljaste K, Cicchella A, Lätt E, Purge P, Leppik A, et al. Analysis of swimming performance from physical, physiological, and biomechanical parameters in young swimmers. *Pediatric exercise science*. 2007;19(1):70-81.
104. Kjendlie P-L, Ingjer F, Stallman RK, Stray-Gundersen J. Factors affecting swimming economy in children and adults. *European Journal of Applied Physiology*. 2004;93:65-74.
105. Lätt E, Jürimäe J, Haljaste K, Cicchella A, Purge P, Jürimäe T. Longitudinal development of physical and performance parameters during biological maturation of young male swimmers. *Perceptual and motor Skills*. 2009;108(1):297-307.
106. Lätt E, Jürimäe J, Haljaste K, Cicchella A, Purge P, Jürimäe T. Physical development and swimming performance during biological maturation in young female swimmers. *Collegium Antropologicum*. 2009;33(1):117-22.
107. Bar-Or O. The young athlete: some physiological considerations. *Journal of Sports Sciences*. 1995;13(S1):S31-S3.
108. Malina RM. Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and sport sciences reviews*. 1994;22(1):280-4.
109. Sprague HA. Relationship of certain physical measurements to swimming speed. *Research Quarterly American Alliance for Health, Physical Education and Recreation*. 1976;47(4):810-4.
110. Vorontsov AR, Binevsky DA, Filonov AY, Korobova EA. The impact of individuals' maturity upon strength in young swimmers. *Godišnjak Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja*. 2002(11):312-21.
111. Baxter-Jones AD, Helms PJ. Effects of training at a young age: a review of the training of young athletes (TOYA) study. *Pediatric Exercise Science*. 1996;8(4):310-27.
112. Baxter-Jones ADG, Helms P, Maffulli N, Baines-Preece J, Preece M. Growth and development of male gymnasts, swimmers, soccer and tennis players: a longitudinal study. *Annals of human biology*. 1995;22(5):381-94.
113. Boulgakova N. Sélection et préparation des jeunes nageurs. (No Title). 1990.

114. Damsgaard R, Bencke J, Matthiesen G, Petersen JH, MÜLLER J. Is prepubertal growth adversely affected by sport? *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000;32(10):1698-703.
115. Erlandson MC, Sherar LB, Mirwald RL, Maffulli N, Baxter-Jones AD. Growth and maturation of adolescent female gymnasts, swimmers, and tennis players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2008;40(1):34-42.
116. Bloomfield J, Blanksby BA, Beard D, Ackland T, Elliott BC. Biological characteristics of young swimmers, tennis players and non-competitors. *British journal of sports medicine*. 1984;18(2):97.
117. Clarys J. Human morphology and hydrodynamics. In. Terauds J, Beddingfield W, organizadores. *Swimming III*. Baltimore: University Parck Press; 1979.
118. Cureton T. *Physical Fitness of Champion Athletes*. Urbana, IL. University of Illinois Press. Centre of buoyancy; 1951.
119. Garay ALd, Levine L, Carter JEL. *Genetic and anthropological studies of Olympic athletes*. (No Title). 1974.
120. JEL C. "The Physical Structure of Olympic Athletes—Part I—The Montreal Olympic Games Anthropometrical Project". *British Journal of Sports Medicine*. 1982;16(4):267.
121. Brauer Junior AG, Bulgakova NJ. Trajectory of development of morphofunctional pointers as criteria of identification of the sports talent in swimming. *Fitness & Performance Journal (Online Edition)*. 2007;6(6).
122. Centralia W. Relationship of body composition to swimming performance in female swimmers. *Age (years)*. 1984;280(14.2):1.7.
123. Duché P, Falgairette G, Bedu M, Lac G, Robert A, Coudert J. Analysis of performance of prepubertal swimmers assessed from anthropometric and bio-energetic characteristics. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1993;66(5):467-71.
124. Siders WA, Lukaski HC, Bolonchuk WW. Relationships among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. 1993.
125. AÇIKADA C, HAZIR T. Uzun Süreli Sporcu Gelişim Programları: Hangi Bilimsel Temellere Oturuyor? *Spor Bilimleri Dergisi*. 2016;27(2):84-99.
126. LONG TERM ATHLETE DEVELOPMENT STRATEGY, (2008).
127. Lang M, Light R. Interpreting and implementing the long term athlete development model: English swimming coaches' views on the (swimming) LTAD in practice. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2010;5(3):389-402.
128. Di Prampero P, Pendergast D, Wilson D, Rennie D. Energetics of swimming in man. *Journal of applied Physiology*. 1974;37(1):1-5.
129. Hill A, Lupton H. Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *QJM: Quarterly Journal of Medicine*. 1923(62):135-71.
130. Labreche JM. *The pulmonary profile of competitive swimmers*: University of British Columbia; 2012.
131. Łubkowska W, Troszczyński J. The assessment of aerobic physical capacity in young swimmers. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. 2013;2(2):21-9.
132. Mandal A, Sarkar N. Physique and fitness of swimmers from West Bengal. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. 2018;24:77-90.
133. Shahidi SH, Al-Gburi AH, Karakas S, Taşkıran MY. Anthropometric and Physical Performance Characteristics of Swimmers. *International Journal of Kinanthropometry*. 2023;3(1):1-9.
134. McDonough JR, KusuMI F, Bruce RA. Variations in maximal oxygen intake with physical activity in middle-aged men. *Circulation*. 1970;41(5):743-52.
135. Clemente-Suárez VJ, Fernandes RJ, de Jesus K, Pelarigo JG, Arroyo-Toledo JJ, Vilas-Boas JP. Do traditional and reverse swimming training periodizations lead to similar aerobic

- performance improvements? *The Journal of Sports Medicine and physical fitness*. 2018;58(6):761-7.
136. Fernandes R, Vilas-Boas J. Time to Exhaustion at the V_Omax Velocity in Swimming: A Review. *Journal of Human Kinetics*. 2012;32(2012):121-34.
137. Costa MJ, Bragada JA, Marinho DA, Silva AJ, Barbosa TM. Longitudinal interventions in elite swimming: a systematic review based on energetics, biomechanics, and performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(7):2006-16.
138. Fernandes R, Cardoso C, Soares S, Ascensão A, Colaço P, Vilas-Boas J. Time Limit and V_O2 Slow Component at Intensities Corresponding to V_O2max in Swimmers. *International journal of sports medicine*. 2003;24(08):576-81.
139. Holmer I, Lundin A, Eriksson BO. Maximum oxygen uptake during swimming and running by elite swimmers. *Journal of Applied Physiology*. 1974;36(6):711-4.
140. Wells GD, Schneiderman-Walker J, Plyley M. Normal physiological characteristics of elite swimmers. *Pediatric Exercise Science*. 2006;18(1):30-52.
141. Sandbakk Ø, Solli GS, Holmberg H-C. Sex differences in world-record performance: the influence of sport discipline and competition duration. *International journal of sports physiology and performance*. 2018;13(1):2-8.
142. Carter JB, Banister EW, Blaber AP. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports medicine*. 2003;33:33-46.
143. Joulia F, Steinberg JG, Faucher M, Jamin T, Ulmer C, Kipson N, et al. Breath-hold training of humans reduces oxidative stress and blood acidosis after static and dynamic apnea. *Respiratory physiology & neurobiology*. 2003;137(1):19-27.
144. Avlonitou E. Maximal lactate values following competitive performance varying according to age, sex and swimming style. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 1996;36(1):24-30.
145. Schnitzler C, Seifert L, Chollet D. Variability of coordination parameters at 400-m front crawl swimming pace. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2009;8(2):203.
146. Sousa A, Figueiredo P, Oliveira N, Oliveira J, Silva A, Keskinen K, et al. V_O2 Kinetics in 200-m Race-Pace Front Crawl Swimming. *International journal of sports medicine*. 2011:765-70.
147. Bonifazi M, Martelli G, Marugo L, Sardella F, Carli G. Blood lactate accumulation in top level swimmers following competition. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 1993;33(1):13-8.
148. Pelayo P, Sidney M, Kherif T, Chollet D, Tourny C. Stroking characteristics in freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. *Journal of applied biomechanics*. 1996;12(2):197-206.
149. Pelayo P, Wille F, Sidney M, Berthoin S, Lavoie J. Swimming performances and stroking parameters in non skilled grammar school pupils: relation with age, gender and some anthropometric characteristics. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 1997;37(3):187-93.
150. Bar-Or O, Unnithan V, Illescas C, editors. Physiologic considerations in age-group swimming. *Medicine and Science in Aquatic Sports: 10th FINA World Sport Medicine Congress, Kyoto, October 1993; 1994: S. Karger AG*.
151. Nevill AM, Whyte GP, Holder RL, Peyrebrune M. Are there limits to swimming world records? *International Journal of Sports Medicine*. 2007:1012-7.
152. Eichenberger E, Knechtle B, Knechtle P, Rüst CA, Rosemann T, Lepers R, et al. Sex difference in open-water ultra-swim performance in the longest freshwater lake swim in Europe. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(5):1362-9.
153. Lavoie J-M, Montpetit RR. Applied physiology of swimming. *Sports medicine*. 1986;3:165-89.

154. Lepers R. Analysis of Hawaii ironman performances in elite triathletes from 1981 to 2007. *Medicine and science in sports and exercise*. 2008;40(10):1828-34.
155. Knechtle B, Knechtle P, Lepers R. Participation and performance trends in ultra-triathlons from 1985 to 2009. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2011;21(6):e82-e90.
156. Foster C, Hector LL, Welsh R, Schrager M, Green MA, Snyder AC. Effects of specific versus cross-training on running performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1995;70:367-72.
157. Lemay M, Bertschi M, Sola J, Renevey P, Parak J, Korhonen I. Application of optical heart rate monitoring. *Wearable sensors: Elsevier*; 2014. p. 105-29.
158. Billat V, Binsse V, Petit B, Koralsztein JJ. High level runners are able to maintain a VO₂ steady-state below VO₂max in an all-out run over their critical velocity. *Archives of physiology and biochemistry*. 1998;106(1):38-45.
159. Pennington C, Kinesiology M. The exercise effect on the anaerobic threshold in response to graded exercise. *International Journal of Health Sciences*. 2015;3(1):11-21.
160. Habaka MAM. A comparative study of physiological responses between 200 m and 400 m swimming competitions. S No Name of the articles P No.82.
161. Parra J, Cadefau J, Rodas G, Amigo N, Cusso R. The distribution of rest periods affects performance and adaptations of energy metabolism induced by high-intensity training in human muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*. 2000;169(2):157-65.
162. Bosquet L, Léger L, Legros P. Methods to determine aerobic endurance. *Sports medicine*. 2002;32:675-700.
163. Smith DJ, Norris SR, Hogg JM. Performance evaluation of swimmers: scientific tools. *Sports medicine*. 2002;32:539-54.
164. Wakayoshi K, Yoshida T, Ikuta Y, Mutoh Y, Miyashita M. Adaptations to six months of aerobic swim training. *International journal of sports medicine*. 1993;14(07):368-72.
165. Howden EJ, Perhonen M, Peshock RM, Zhang R, Arbab-Zadeh A, Adams-Huet B, et al. Females have a blunted cardiovascular response to one year of intensive supervised endurance training. *Journal of applied physiology*. 2015;119(1):37-46.
166. Montero D, Madsen K, Meinild-Lundby AK, Edin F, Lundby C. Sexual dimorphism of substrate utilization: differences in skeletal muscle mitochondrial volume density and function. *Experimental physiology*. 2018;103(6):851-9.
167. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *Jama*. 2009;301(19):2024-35.
168. Diaz-Canestro C. Sex dimorphism of VO₂max trainability: A systemati. 2019.
169. Glucksmann A. Sexual dimorphism in mammals. *Biological Reviews*. 1974;49(4):423-75.
170. Lundby C, Montero D, Joyner M. Biology of VO₂max: looking under the physiology lamp. *Acta Physiologica*. 2017;220(2):218-28.
171. Rankinen T, Wolfarth B, Simoneau J-A, Maier-Lenz D, Rauramaa R, Rivera MA, et al. No association between the angiotensin-converting enzyme ID polymorphism and elite endurance athlete status. *Journal of applied physiology*. 2000;88(5):1571-5.
172. Brown S, Kilding AE. Exercise-induced inspiratory muscle fatigue during swimming: the effect of race distance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(5):1204-9.
173. Jakovljevic DG, McConnell AK. Influence of different breathing frequencies on the severity of inspiratory muscle fatigue induced by high-intensity front crawl swimming. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(4):1169-74.

174. Lomax M, Iggleden C, Tourell A, Castle S, Honey J. Inspiratory muscle fatigue after race-paced swimming is not restricted to the front crawl stroke. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(10):2729-33.
175. Almeida TA, Pessôa Filho DM, Espada MA, Reis JF, Simionato AR, Siqueira LO, et al. V̇O₂ kinetics and energy contribution in simulated maximal performance during short and middle distance-trials in swimming. *European journal of applied physiology*. 2020;120(5):1097-109.
176. McGibbon KE, Pyne D, Shephard M, Thompson K. Pacing in swimming: a systematic review. *Sports Medicine*. 2018;48:1621-33.
177. Nikolaidis PT, Knechtle B. Pacing in age-group freestyle swimmers at The XV FINA World Masters Championships in Montreal 2014. *Journal of Sports Sciences*. 2017;35(12):1165-72.
178. Jones AM, Carter H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports medicine*. 2000;29:373-86.
179. Dekerle J, Sidney M, Hespel J, Pelayo P. Validity and reliability of critical speed, critical stroke rate, and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances. *International journal of sports medicine*. 2002;23(02):93-8.
180. Takahashi S, Wakayoshi K, Hayashi A, Sakaguchi Y, Kitagawa K. A method for determining critical swimming velocity. *International journal of sports medicine*. 2008:119-23.

8. EKLER

8.1. Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzinleri



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 - 242

Konu :

07.12.2021

Prof. Dr. Tahir HAZIR
Spor Bilimleri Fakültesi
Öğretim Üyesi

Sayın Prof. Dr. HAZIR,

Kurulumuzun 14.05.2019 tarihli toplantısında GO 19/422 kayıt numarası ile onaylanmış olan ve "*Yüzücülerde Farklı Antrenman Bölgeleri ile Maksimal Yüzme Hızı ve Zirve Oksijen Tüketimi İlişkisinin İncelenmesi*" başlıklı projeniz için vermiş olduğunuz protokol revizyonu dilekçeniz Kurulumuzun 07.12.2021 tarihli toplantısında değerlendirilmiştir. Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Koordinasyon Biriminin isteği doğrultusunda protokol revizyonu talebi uzman görüşü de alınarak **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinize rica ederim

Prof. Dr. G. Burça AYDIN
Başkan

EK _____ :

- 1.Toplantı Katılım Tutanağı
- 2.Uzman Görüşü

8.2. Tez Çalışması Orijinallik Raporu



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Gökhan Denizli
Ödev başlığı: YÜZMEDE KULLANILAN FARKLI ANTRENMAN ŞİDDETİ GÖSTE...
Gönderi Başlığı: YÜZMEDE KULLANILAN FARKLI ANTRENMAN ŞİDDETİ GÖSTE...
Dosya adı: TRENMAN_DDET_G_STERGELER_N_N_Z_RVE_OKS_JEN_T_KET_...
Dosya boyutu: 1.69M
Sayfa sayısı: 97
Kelime sayısı: 25,445
Karakter sayısı: 156,610
Gönderim Tarihi: 05-Şub-2024 09:34ÖÖ (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2286740114



YÜZMEDE KULLANILAN FARKLI ANTRENMAN ŞİDDETİ GÖSTERGELERİNİN ZİRVE OKSİJEN TÜKETİMİ İLE İLİŞKİSİ

Yazar Gökhan Denizli

Gönderim Tarihi: 05-Şub-2024 09:34AM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 2286740114

Dosya adı: TRENMAN_DOET_G_STERGELER_N_N_Z_RVE_OKS_JEN_T_KET_M_LE_L_K_S.pdf (1.69M)

Kelime sayısı: 25445

Karakter sayısı: 156610

YÜZMEDE KULLANILAN FARKLI ANTRENMAN ŞİDDETİ GÖSTERGELERİNİN ZİRVE OKSİJEN TÜKETİMİ İLE İLİŞKİSİ

ORJİNALLIK RAPORU

% 12 BENZERLİK ENDEKSİ	% 12 İNTERNET KAYNAKLARI	% 1 YAYINLAR	% 8 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
----------------------------------	------------------------------------	------------------------	--------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 4
2	Submitted to Istanbul Aydin University Öğrenci Ödevi	% 2
3	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 2
4	besyodergi.bozok.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
5	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 1
6	openaccess.hacettepe.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
7	dspace.kocaeli.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
8	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
9	www.cris.uns.ac.rs İnternet Kaynağı	<% 1

9. ÖZGEÇMİŞ