T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

$MAXVO_2$ DÜZEYİNİN ANAEROBİK DAYANIKLILIK ÜZERİNE ETKİSİ

Cemalettin BUDAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Ahmet SANİOĞLU

KONYA – 2015

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

$MAXVO_2$ DÜZEYİNİN ANAEROBİK DAYANIKLILIK ÜZERİNE ETKİSİ

Cemalettin BUDAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Ahmet SANİOĞLU

KONYA – 2015

ÖNSÖZ

Tezimin gerçekleştirilmesinde büyük sabır gösterip, görüşleri ile katkıda bulunan ve yol gösteren değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet SANİOĞLU' na tez çalışması boyunca verdikleri destek ve göstermiş oldukları sabır ve anlayıştan dolayı değerli hocalarım Doç. Dr. Halil TAŞKIN' a ve Doç. Dr. Nurtekin ERKMEN'e teşekkür ederim. Ayrıca Tezimin yazım aşamasında her türlü desteği veren Arş. Gör. Samet AKTAŞ'a, teşekkürlerimi sunar, hayatımın her aşamasında destekleriyle bana güç veren aileme ve eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGELER ve KISALTMALAR v

1. GİRİŞ 1
1.1. Metabolizma 2
1.1.1. Bazal Metabolik 2
1.2. Maksimal Oksijen Değeri = VO_2max Ölçümü 4
1.2.1. Maksimal Oksijen Değeri = VO_2max Değerleri 5
1.3. Anaerobik Metabolizma 6
1.3.1. Laktik Asit 6
1.3.2. Anaerobik Kapasite 7
1.3.3. Anaerobik Eşik Değer ve Laktik Asit Birikim Eşik Değer 8
1.3.4. Anaerobik Gücün Değerlendirilmesi 9
1.3.5. Anaerobik Güç Testleri 10
1.3.6. Glikojen Kullanımı 12
1.3.7. Anaerobik Güce Etki Eden Faktörler 12
1.4. Aerobik Metabolizma 13
1.4.1. Aerobik Kapasite 14
1.4.2. Aerobik Güç ve Kapasiteyi Etkileyen Faktörler 16
1.5. Yo-Yo Testi 20
1.5.1.Yo- Yo Aralıklı Toparlanma Testleri 22
1.6. Futbol 24
1.6.1. Futbolda Aerobik ve Anaerobik Dayanıklılık 25
1.6.2. Futbol ve Anaerobik Güç 26
1.6.3. Alaktik Anaerobik Safha 27
1.6.4. Futbolda Aerobik Güç 28
2. GEREÇ YÖNTEM 29
2.1. Denekler 29
2.2. Yo-Yo Aralıklı toparlanma testi 2 29
2.3. Anaerobik Dayanıklılık Testi 30
2.4. Kalp Atım Sayısının Ölçümü 31
2.5. Verilerin Analizi 31

3. BULGULAR 32
4. TARTIŞMA 34
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 37
6. KAYNAKLAR 38
7. EKLER 43
EK-A: Etik Kurul Kararı 43
EK-B: Gönüllü Onam Formu 44
8. ÖZGEÇMİŞ 45

SİMGELER ve KISALTMALAR

ATP **:**Adenosintrifosfat

YAV **:** Yağsız Vücut Ağırlığı

LA **:** Laktik Asit

NaCL **:** Sodyum klorür

pH **:** Bir çözeltinin asit veya bazlık derecesini tarif eden ölçüm birimi

CO2 **:** Karbondioksit

Mmol **:** Milimol

VCO2 **:** Karbondioksid ortadan kaldırılması oranı

mL **:** Mililitre

MRG **:** Manyetik Rezonans Görüntüleme

CoA **:** Koenzim A

TCA **:** Trikarboksilik Asit

H2O **:** Suyun kimyasal formülü

NAD **:** Nikotinamid adenin dinükleotit

Max VO2 **:** Maksimal Oksijen Tüketimi

EKG **:** Elektrokardiyografi

Pİ **:** İnorganik Fosfat

JOG **:** Yavaş tempoda koşmak

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

$MaxVO_2$ Düzeyinin Anaerobik Dayanıklılık Üzerine Etkisi

Cemalettin BUDAK
Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA – 2015

Bu çalışmanın amacı $MaxVO_2$ düzeyinin anaerobik dayanıklılık üzerine etkisinin incelenmesidir.

Araştırmaya yaşları ortalaması 22.00±1.414 yıl, boyları ortalaması 1.79±0.083 m ve vücut ağırlığı ortalamaları 73.58±7.596 kg olan toplam 26 amatör futbolcu gönüllü olarak katıldı. Sporcuların anaerobik dayanıklıları FIFA test bataryasında yer alan üç köşe koşu testi ile ölçüldü. Aerobik dayanıklıları ise Yo-Yo 2 aralıklı toparlanma testi ile ölçüldü. Yapılan ölçümlerden önce sporculara 15 dakika ısınma sağlandı. Sporcuların, istirahat nabzı, ısınma sonrası nabız ve anaerobik dayanıklılık sonrası nabız ölçümleri polar saat ile yapıldı. Ölçümler yıllık periyotlamanın müsabaka döneminde yapıldı. Ölçümlerde fotosel, metre, slalom çubuğu, honi ve polar saat kullanıldı. Çalışmaya katılan sporcuların boy (m) ve vücut ağırlığı (kg) ölçümleri elektronik baskül kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sporcuların $MaxVO_2$ düzeyleri ile anaerobik dayanıklılıkları arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (F=5,729; P=0,025). $MaxVO_2$ özelliği anaerobik dayanıklılığı 19 % açıklamakta olup, sporcuların $MaxVO_2$ düzeylerindeki 1 birimlik artış anaerobik dayanıklılığın % 40 oranında değişime yol açmaktadır.

Sonuç olarak, Anaerobik dayanıklılığın 19 % oranında $MaxVO_2$ tarafından açıklanıldığı düşünüldüğünde, 81% oranında diğer parametreler (kuvvet, sürat, çabukluk, çeviklik vb) tarafından açıklandığı söylenebilir.

Anahtar Sözcükler: Aerobik; anaerobik; amatör; futbol.

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELÇUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

Effect of $MaxVO_2$ Level on Anaerobic Endurance

Cemalettin BUDAK
Department of Coaching Education

MASTER THESIS / KONYA-2015

The aim of this study was to examine of the effect of $MaxVO_2$ level on anaerobic endurance.

A total of 26 amateur male soccer players (mean ± SD; age: 22.00 ± 1.414 years; weight: 73.58 ± 7.596 kg; body height: 1.79 ± 0.083 m) volunteered to participate in this study.

Anaerobic endurance was measured with three corner run test in FIFA test battery. Aerobic endurance was measured with Yo-Yo intermittent recovery 2 test. Before measurements, soccer players carry out warm up for fifteen minutes. The pulse rate is measured rest, directly after warm up and anaerobic run finish via a heart rate monitor. Measurements were competition period. We used photocell, meter, slalom bar, cone and polar monitor for measurements. Height (m) was measured with an instrument sensitive to 1 mm. Their body (kg) weight was measured with participants dressed in only shorts (and no shoes) with an electronic weight-bridge sensitive up to 20 g ((Professional Sport Technologies, Sport Expert).

There is a significant relationship between $MaxVO_2$ level and anaerobic endurance (F=5,729; P=0,025). Anaerobic endurance explained by $MaxVO_2$ as 19 %. Also, a unit increase in $MaxVO_2$ level lead to change 40% in anaerobic endurance.

In conclusion, it is considered that anaerobic endurance explained by $MaxVO_2$ as 19 % and other parameters (strength, speed, quickness, agility etc.) 81%.

Key words: Aerobic; anaerobic; amateur; soccer

1. GİRİŞ

Futbol, günümüzde yapılan spor dalları içerisindeki önemi ve yeri tartışılmazdır. Futbol, zevk alarak oynayanların ve seyredenlerin yanında, yardımcı elemanları ile çağımız futbolu bir endüstri haline gelmiştir (İnal 2004). Son zamanlarda futbol endüstrisi, yüksek seviyedeki oyuncular için profesyonel bir meslek olarak futbolun cazibesini yükseltmiştir. Futbolcuların yüksek standartlardaki rekabet için futbolun gerekliliklerine uyum sağlaması gerekmektedir (Reilly ve White 2004).

Futbol Aerobik temeli olan 90 dk. süresince kısa süreli anaerobik tipte oluşan hareketlerin ve top becerisinin bütünleştiği bir oyundur. Sonucun belirlenmesinde ve birebir mücadelelerde, dar alanda uygun pozisyona geçmek ve oyuncu eksiltebilmek için temel özelliklerden biri olan sürat, günümüz futbol anlayışında daha fazla önem kazanmaktadır. Süratin bağımsız olarak teknik formlar üzerindeki etkisinin net bir belirleyicisi olup olmadığı bu elementlerinde bu formlara ne oranda etkisinin olduğu merak konusu olmuştur (Bangsbo 1991).

1.1. Metabolizma

Besin öğelerinin parçalanması (karbonhidrat, yağ, protein) ve bunlardan enerji elde edilmesine (katabolizma) ve maddelerin biyosentezini içeren fiziksel olayların tamamına birden metabolizma denir (Günay ve ark 2006). Enerji açığa çıkaran metabolik olaylar zincirine ise enerji metabolizması adı verilir (Günay ve ark 2006).

Organizmada anabolik ve katabolik süreçler devamlı bir denge halindedir. Hemen hemen tüm vücut hücreleri daimi olarak yenilenirler, parçalanıp yeniden sentezlenirler. Ayrıca hücrenin metabolik aktivitesinde bir molekülden başka bir molekül ve moleküllerin yapılabilmesidir. Amino asitler amonyak kaybederek karbonhidrat ve yağlara dönüştürülebilir. Bir amino asit nitrojen grubunu sağlayabilir. Kısacası protein, karbonhidrat ve yağlar birbirlerine dönüştürülebilir (Günay ve ark 2006). Organizmada ihtiyaç fazlası protein ve karbonhidratların yağlara dönmesinde temelde bu metabolizma ile ilgilidir (Günay ve ark 2006).

Karbonhidrat, yağ ve proteinlerin metabolik farklılıkları temelde şunlardır;

- Karbonhidrat ve yağlar enerji meydana getirmek için katabolizmaya uğrarken, protein genellikle enerji meydana getirmek amacıyla değil de anabolik süreçler için kullanılırlar (Günay ve ark 2006).

- Karbonhidratlar ve yağların fazlası depo edilebilirken, amino asitler protein halinde depo edilmezler. Fazlalığında karbonhidrat ve yağa dönüştürülerek depo edilirler (Günay ve ark 2006).

Organizmada metabolizma fosfojenlerin (ATP-PC), karbonhidratların anaerobik glikoliz ve karbonhidratlar yağların oksidasyonu ile sağlanır (Günay ve ark 2006).

1.1.1.Bazal Metabolik

BMH, vücudun tam dinlenik durumdayken fonksiyonlarını sürdürmek üzere, kardiyo-respiratuvar sistem ve vücut ısı artışını düzenleyen sistemlerin yaktığı en az enerjiyi ifade eder. BMH 12–18 saat süresince besin almamış, tam istirahat halinde ve ısısı, nem değeri değişken olmayan bir ortamda bulunan bireyin metabolik hızıdır (Guyton ve Hall 2006).

BMH (BMR- Basal Metabolic Rate) bazal metabolizma hızı ve bazal enerji ihtiyacı için, İMH (RMR- Resting Metabolic Rate) ise istirahat metabolizma hızı ve dinlenik halindeki enerji ihtiyacında kullanılır. BMH değeri, İMH değerine göre çok az miktarda düşüktür. Yirmi dört saat süresince spor yapmadan, istirahat halinde vücudumuzun yakabileceği kalori oranını gösterir (Guyton ve Hall 2006).

Yağsız vücut kitlesi (YVK) fazla olan kişilerde BMH daha yüksektir. 20-40 yaşları arasında beden yüzeyinin her m 2 'si için erkekler ortalama 38 kcal, bayanlar ise 35 kcal enerji harcamaktadır (Petra ve ark 2001, Heyward 1991).

Toplam metabolik hız üzerine etkili faktörler şunlardır (Günay ve ark 2006).

- Cinsiyet
- Vücut yüzeyi alanı
- Besin alma durumu
- Yaş
- Vücut ve ortam ısısı
- Hormonal faktörler
- Egzersiz ve egzersizin şiddeti.

BMH standart bir şekilde ortalama 70 kg'lık bir kişide saatte 65-70 kalori civarındadır. BMH ölçüm birimi m^2 cinsinden vücut yüzey alanı başına kalori olarak ifade edilir. BMH'nin önemli bir kısmını beyin, kalp, böbrek ve diğer organların aktiviteleri oluşturmakta olup, insanlar arasındaki çeşitliliğinin esas nedeni iskelet kası miktarı, yağ doku oranı ve beden büyüklüğüne bağlıdır (Guyton ve Hall 2001).

BMH, kadınlarda erkeklere göre % 5-10 daha azdır. Bunun nedeni bir kadının aynı beden ölçülerindeki bir erkeğe göre daha fazla yağ dokusuna ve daha az yağsız dokuya sahip olmasıdır. Yağ dokusunun metabolik aktivitesi, dolayısıyla enerji tüketimi kas dokusuna göre daha düşüktür. Erişkinlikte gerçekleşen vücut bilesimi değişiklikleri, yani ilerleyen yaşa bağlı yağ 9 dokusundaki artış ve yağsız kitledeki azalma, erişkin kadın ve erkeklerde BMH' de gerçeklesen on yıl basına % 2 - 3'lük azalmayı açıklar (Mcardle ve ark 2001).

BM (erkek) = 66,5 x (13.75 x A) + (5.03 x B) - (6.75 x Y)

BM (kadın) = 65,5 x (9.56 x A) + (1.85 X B) - (9.68 x Y)

A= Vücut ağırlığı (kg)

B= Boy uzunluğu (cm)

Y= Yaş (yıl)

YAV = Yağsız vücut ağırlığı

Yukarıdaki formül ile hesaplanabildiği gibi yağsız vücut ağırlığı (Y.A.V) kullanılarak ta hesaplanabilir (Günay ve ark 2006).

$$\text{Y.A.V (erkek)} = 79{,}5 - (0.24 \times A) - (0.15 \times Y) \times \frac{A}{73.2} = \text{kg}$$

$$\text{Y.V.A (kadın)} = 69{,}8 - (0.26 \times A) - (0.12 \times Y) \times \frac{A}{73.2} = \text{kg}$$

BM = 500 x 22 x Y.A.V = kkaL

1.2. Maksimal Oksijen Değeri = VO_2max Ölçümü

VO_2max ölçüm testi, sporcuya önceden tespit edilmiş "egzersiz test protokolleri" kullanılarak yoğunluğu tedricen yükselen egzersiz testi uygulanarak, ekspire edilen gazların metabolik analiziyle yapılır. VO_2max ölçümü iki yöntem ile yapılır.

1. Direkt yöntemle ölçüm: Laboratuvar koşullarında maksimal yüklemede ekspirasyon havasındaki oksijen-karbondioksit miktarının oksijen ve karbondioksit gaz analizörleriyle ölçülmesi prensibine dayanır. Douglas torbaları ve 'Breath by Breath' yöntemi kullanılır.

2. Endirekt yöntemle ölçüm: Submaksimal yüklemeyle kalp hızı, yük, zaman, mesafe vb parametre değişiminden hesaplanır. Bu yöntem önceden hazırlanmış test protokolleriyle saha testlerinde de kullanılabilir. Aerobik güç, yaygın olarak treadmill (koşu bandı) veya bisiklet ergometresi araçlarıyla, maksimal veya submaksimal egzersiz testi yapılırken, devamlı kesintisiz veya kesintili test uygulamaları sırasında EKG takibi ile ölçülür. Treadmill testi belirli test protokolleri

kullanılarak (Bruce ve Balke, Modifiye Bruce vb), her biri 3 dakikalık 5 değişik evrede tamamlanır. Kalp hızı, EKG değişiklikleri ve her 3 dakikada bir kan basıncı değişiklikleri takip edilmelidir. İş yükü, kişi maksimal oksijen tüketimine veya maksimal kalp hızına erişinceye kadar tedricen artırılır. Efor derecesi artarken, artan iş yüküne lineer olarak O_2 *1*de artar. Bir noktada yani tükenme noktasında, egzersiz yoğunluğu artırıldığı halde kullanılan oksijen miktarı değişmez, plato çizer. Bu plato O_2 uptake değeri, kişinin VO_2max değerini verir. Bu seviyede kan laktat düzeyi %70-80 mg ve üzerinde olmalıdır. Solunum değişim oranı (R)= 1,07-1,15 değerine yükselmiş olmalıdır. Kalp hızının da maksimal kalp hızı değerine ulaşmış olması gerekmektedir. Bu test sırasında Rudolph marka maskeden nefes alan kişinin "breath-by-breath" yöntemiyle her nefes alış-verişinde, ekspirasyon havasında, zirkonyum oksijen analizörü kullanarak ölçüm yapan sensormediks metabolik chart cihazı ile sarf edilen maksimal oksijen hacmi (VO_2max) ölçülür. Test tekrarlanabilir olmalıdır ve test ortamı (sıcaklığı, nemi vs) ile test edilecek kişinin aktivite durumu, sigara kullanımı, ilaç bağımlılığı ve stresli olup olmadığı tespit edilmelidir (Yıldız 2012).

1.2.1. Maksimal Oksijen Değeri = VO_2max Değerleri

Erişkinlerde, istirahat, hafif ve orta dereceli = moderate (anaerobik eşik değer ve altındaki oksijen uptake değerlerinde yapılan egzersiz yoğunluğu olarak tanımlanır) egzersizlerde, normal çevre sıcaklığında, metabolik ısı oluşumu ile O_2 uptake değerinin doğru orantılı olduğu gösterilmiştir. Sedanter bir kişinin VO_2max değerinin 2,5 L/dk olduğu, bu değerin düzenli aerobik egzersiz ile yaklaşık 3 L/dk'a yükseltilebileceği ve submaksimal oksijen uptake hızının 2,25 L/dk olduğu bildirilmiştir. Diğer yandan maksimal aerobik güç değerleri dinlenik metabolik hız (MET= 3,5 mL/kg/dk) değerlerinin katları olarak da söylenebilir. Sedanter kişilerde 10 kat değerinin (VO_2max 3,5 3 10= 35 mL/kg/dk) normal kabul edilmesine (28-42 mL/kg/dk) karşılık 12 kat ve üzeri MET değerleri, antrenman derecesi yüksekliğinin göstergesi olarak kabul edilir. Bu değer elit atletlerde 60-80 mL/kg/dk seviyesine yükselebilir. Eğer 20 mL/kg/dk altındaysa aerobik güç yetmiyor demektir. Erkek kır kayakçılarında ortalama 82 mL/kg/dk bulunmuştur (Yıldız 2012). Endurans tipi antrenmanlar maksimal aerobik gücü, yani oksijen uptake'sini artırmaktadır (Yıldız 2012). Sedanter partnerlerine göre endurans sporcularında dayanıklılık 4-5 kat yükselmektedir. Maksimal oksijen uptake'in %20 yükselmesi halinde, mitokondri

enzim aktivitelerinin %35 yükseldiği gösterilmiştir (Yıldız 2012). De-training periyodunda mitokondri enzim aktivitelerindeki azalmanın maksimal aerobik güçteki azalmaya göre çok daha hızlı olduğu bildirilmektedir (Yıldız 2012). Antrenmanlarla glikojen depoları korunurken, iskelet kaslarının serbest yağ asit kullanımı artar ve maksimal aerobik gücün %75'teki performans zamanı uzar. Egzersiz hızı sabit olarak korunur (Yıldız 2012).

1.3. Anaerobik Metabolizma

Yürüme gibi daha uzun süreli zaman gerektiren faaliyetler, enerji üretimi için başlıca oksijen kullanıldığından, aerobik olarak düşünülür. Futbol, basketbol, tenis ve kısa mesafe koşuları gerektiren aktivitelerde ise fosfojenleri (ATP ve CP) içine alan anaerobik enerji yolları büyük önem arz eder (Henry 1968). Anaerobik yolla enerji meydana gelirken, glikozun parçalanması ile laktik asit ortaya çıkmaktadır. Bu madde belirli bir süre sonra, anaerobik yolla enerji oluşumunu kimyasal reaksiyonları yavaşlatarak engellemektedir (Açıkada ve Ergen 1990). Buna benzer aktivitelerde gerekli olan anaerobik yetenekleri belirlemek için kan laktik asit seviyesi, kan pH değişimi, kas lifi tipi ve anaerobik enzim aktivitelerinin tayini gibi çeşitli inzaviv tetkikler geliştirilmektedir. Bununla birlikte bu tetkikler kompleks ve cihazlar gerektiren laboratuvara ihtiyaç duyarlar ve pratikteki uygulamaları pahalı kısıtlıdır (Tharp ve ark 1985).

1.3.1. Laktik Asit

Birçok hastalıkta olduğu gibi sağlam kişilerde da egzersiz esnasında belirli bir metabolik yüke varıldığı zaman, kasılan kaslarda laktik asidin birikmeye başladığı görülmüştür. Bunun moleküler oksijenin ortamda bulunmadığına bağlı olduğu gösterilmiştir. Laktik asit kolayca diffüze olabilen bir madde olmamasına rağmen, kandaki konsantrasyonu vücudun toplam laktat düzeyi hakkında bilgi verebilmektedir (Karlsson 1986).

Kanda laktik asidin tespiti için kullanılan ilk metod 1914 yılında uygulanmıştır (Controni ve ark 1977). Fakat enzimatik yaklaşımların bulunmasına kadar kullanılan metotların çoğu spesifite ve duyarlılığa sahip değildir (Henry 1968).

Laktik asidoz güçlü kas aktivitesine tipik bir cevaptır (Gladden 1989) ve laktatın metabolik rolüne ilaveten hem kalbe hem de iskelet kasının performansı üzerine etkilerini için önemlidir. Laktik asidoz dolaşım yetmezliği, şeker hastalığı, karaciğer ve böbrek rahatsızlığı, phenformin ve ethanol gibi ilaçlar ve toksinlerin kullanımı neticesi görülebilmektedir. Klinik laktik asidozda ölüm oranı %50'den fazladır. Son dönemlerde üzerinde durulan laktik asidoza neden olan faktör tiamin eksikliğidir. Tiamin eksikliğinin laktik asidozda rol aldığı, laktik asidozlu hastaların glikoz, NaCl ve B vitamini ihtiva eden sıvı tedavisine hızla cevap vermesinden belirlenir (Henry 1968).

Vücut sıvılarında Laktik asit, doğrudan doğruya laktat şeklinde görülür. Laktik asit 3,7'lik bir pH'a sahiptir ki, yorgun kastan kana geçtiği zaman karşılaştığı sınır olan 6,7 - 7,4'lik pH değerinde %99,5'den daha fazlası ayrışmış demektir (Gladden 1989). Pinto Riberio ve arkadaşları (Prampero 1986) yaptıkları çalışmalar sonucunda laktik asidin vücuttaki metabolizmasını şöyle anlatmaktadırlar:

Şayet vücutta laktat üretimi ve uzaklaştırılması eşit bir hızda ilerlerse LA konsantrasyonu sabit kalır.

1. LA konsantrasyonu dinlenik durumundakinden daha yüksek ve sabit olduğu zaman, hem üretimi hem de uzaklaştırılması aynı hızla artmaktadır.
2. Laktat, vücuttan terle uzaklaştırılan küçük bir miktar dışında, vücuttan pek fazla atılamamaktadır. Bundan dolayı;
3. Laktatın uzaklaştırılması hemen sadece laktatın CO2 ve suya oksitlenmesine veya laktatın tekrar glikojene dönüşebilmesine bağlıdır.
4. Uzun süreli egzersizde glikojenin tekrar senteziyle ilgili en önemli organ olan karaciğere gelen kan miktarı düşmektedir.
5. Laktatın uzaklaştırılmasının hemen tamamı ile kalpte, iskelet kaslarında, beyin ve böbrekte meydana gelen komple oksitlenmeyle alakalı olduğu düşünülmektedir (Prampero 1986).

1.3.2. Anaerobik Kapasite

Anaerobik kapasite; anaerobik glikoliz ve fosfojen sisteminin kombinasyonu sonucu ortaya çıkan toplam enerji miktarı olarak tanımlanmıştır (Rodgers 1990). Bir başka tanımıma göre ise egzersizlerde kısa aralıklarla sergilenen maksimal

aktiviteler sırasında anaerobik metabolizma yoluyla sentezlenen maksimum ATP miktarıdır (Green ve ark 1983). Kısa zaman içerisinde kasların aktif hale gelmesiyle anaerobik glikoliz işlemi başlamış bulunmaktadır. Anaerobik glikoliz PCr nin kısa zaman içerisinde sağladığı enerji kadar katkıda bulunmaz, ancak 10-60sn arasındaki geçen şiddetli yüklenmelerde dominantlığını gösterir ve 120sn'den sonra tamamen etkinliğini kaybeder. Bu süreç içerisinde glikoliz sistemi, oksijen yokluğunda glikoliz yıkımına yol açarken laktik asit parçalanır ve enerji üretir. Bunun sonucunda şiddete bağlı olarak anaerobik süreçte organizma, egzersiz esnasında ortaya çıkan laktik asidin eliminasyonuna eşit O2 borcu oluşturmaktadır. Spor bilimciler ya da antrenörler anaerobik kapasite değerleri 30sn civarında ölçmek ve geliştirmek isterler. Anaerobik kapasite geliştirme çalışmaları 170-175atm/dk aralığında ve Vo2mak. 'ın %80'nine denk gelen çalışmalarda geliştirilebildiğini açıklamaktadır. Bahgbo (2011)'de futbolcularda anaerobik kapasite geliştirme antrenmanlarının süratte devamlılık şeklinde planlanmasını ve yüklenmelerin yaklaşık olarak 10 ile 30 saniye arasında yüksek şiddette ve 2-3dk dinlenme şeklinde olması gerektiğini açıklamaktadır. Aynı şekilde basketbolcularda da anaerobik kapasiteyi arttırmak için 30 saniye altı yüksek şiddette kısa yüklenmeler ile uzun dinlenmeli çalışmalar planlanabilir (Delextrat ve Cohen 2008). Anaerobik kapasite gerektiren ve dominantlığı yüksek olan spor branşları olan; 400-800m koşusu, 100-200m yüzme, jimnastik, 1-4km bisiklet yarışları, 2000m kürek ve 500- 1000m kayak. Ayrıca bir çok takım sporlarında da görülmektedir; rugby, futbol, basketbol, Amerikan futbolu, hokey gibi (Al-Hazza ve ark 2001, Araıjo ve ark 2013).

1.3.3. Anaerobik Eşik Değer ve Laktik Asit Birikim Eşik Değer

Egzersiz yoğunluğu tedricen arttığında, oksijen yetersizliğinin belirdiği noktada, ATP re-sentezi anaerobik metabolizmayla desteklenir. Kasta ve kanda laktik asit birikmeye başlar. Tedricen artırılarak yapılan iş yükü egzersiz testinde anaerobik eşik değer noninvazif (nitrik asit) gaz değişim yöntemleriyle tayin edilirse, "Anaerobik Eşik Değer veya Metabolik Eşik Değer" diye tanımlanır (V- Slope Yöntemi). Laktat değerleri tayin edilerek ölçülürse buna "Laktat Birikim Eşik Değer" adı verilir.

Anaerobik Eşik Değer ölçümü O_2 uptake ile doğru olmayan (nonlineer) pulmoner ventilasyondaki artma prensibine dayanır. Şiddeti tedricen artan egzersiz

testlerinde, egzersizin başlangıcında VCO_2, kasların kullandığı oksijen miktarına VO_2 cevap olarak oluşur. Egzersiz devam ediyorsa, kasların iş yükü artar ve VCO_2, oksijen kullanımına cevap olarak değil de, kan laktat tamponlanması sonucu artmaya başlar. VCO_2 gittikçe VO_2 eğrisinden uzaklaşır. Bu iki hacim eğrisi dikmelerinin birbirini kestiği noktaya, kırılma noktası "Anaerobik Eşik Değer" denir. Bu noktada laktat birikmeye başlar: "Laktat Birikim Eşik Değer" Laktat seviyesi iş yoğunluğuna paralel olarak yükselmeye devam eder. Solunumsal kompansatuar mekanizma nedeniyle hiperventilasyon oluşur (Yıldız 2012). Şiddetli egzersizde Tip II kas liflerinin aktiviteye katılımı, sempatik aktivitenin artması, karaciğer, böbrek gibi organlardaki yetersiz kanlanma (iskemi) kan laktat oluşumunun daha da artmasına sebep olan faktörlerdir (Yıldız 2012). Kan laktat eşik değerinin 4 mMol/L olarak kabul edilmesine karşılık, çalışmalarda kan laktat eşik değerinde oldukça geniş ölçüde kişisel farklılıklar bulunduğu gösterilmiştir "2,1-12,6 mMol/L" (Yıldız 2012). Anaerobik eşik değer aerobik kapasite derecesinin önemli bir göstergesidir. Sporcularda antrenman programlarının düzenlenmesinde antrenman yoğunluğunun tespit edilmesi ve sağlıklı yaşamda egzersiz reçetesi yazılmasında egzersiz yoğunluğu göstergesi yani Hedef Kalp Hızı tayini çok önemlidir (Yıldız 2012).

1.3.4. Anaerobik Gücün Değerlendirilmesi

Anaerobik güç, mümkün olan en kısa sürede, belirli bir mesafe boyunca güç üretme çabası olarak, anaerobik kapasite ise toplam işin birim zamandaki miktarı olarak tanımlanmaktadır (Dotan ve Bar-Or 1983). Egzersiz sırasında her bir zaman dilimi içerisinde kullanılan maksimum enerji miktarı sistemin gücünü, bir enerji sisteminin iş üretebilmek için kullandığı mevcut toplam enerji miktarı ise o sistemin enerji kapasitesini oluşturur. Yüksek şiddetli egzersizi tamamlamak için gerekli enerji temel olarak yüksek enerjili fosfatlardan ve anaerobik glikolizin hidrolizden elde edilir (Marsh ve ark 1999). Orijinal olarak pik gücün alaktik anaerobik işlemlere dayandığı ve maksimal anaerobik güce karşılık geldiği, ortalama gücün ise kastaki anaerobik glikoliz hızını yansıttığı farz edilmektedir (Scott ve ark 1991). Çok kısa süreli (8-10 sn) yüksek şiddette egzersizler ile daha uzun süreli maksimal egzersizler de ATP'nin resentezinde sırasıyla kas içi enerjice zengin fosfatlar (ATPCP veya Fosfojen sistem) ve anaerobik glikoliz (Laktasit sistem) temel rol oynar (Jacobs ve ark 1983). Yüksek şiddette egzersizlerde ATP döngüsü (sentez ve yıkım) dinlenik duruma göre 1000 kat artabilir. Buna bağlı olarak fosfojen sistem ve

anaerobik glikolizden ATP üretimi de aynı oranda artabilir. Yüksek şiddette egzersiz esnasında ATP'nin harcandığı hızda yenilenmesi hiç bir zaman tek bir enerji sistemi tarafından gerçekleştirilemez.

Kas içinde sadece çok küçük bir miktar ATP depo edebildiği iç 4-5 mmol. iskelet kası (kg)-şiddetli bir fiziksel aktiviteye başlandığında artan enerji tüketimi depo ATP yoluyla karşılanamaz. Artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek için kas hücresinde depo edilen fosfokreatin [15-20 mmol. iskelet kası (kg)-1], kreatin ve inorganik fosfata (Pi) yıkılarak enerji açığa çıkarır. Açığa çıkan enerji, ATP'nin tekrar sentezinde kullanılır. Bu yollarla üretilen enerji, maksimum şiddetlerde 8-10 saniyeye kadar sürdürülen aktiviteler için gerekli enerjinin kaynağının nereyse tamamını karşılar (Çolakoğlu 1995).

1.3.5. Anaerobik Güç Testleri

Maksimal oksijen tüketiminin aerobik gücü gösterdiği ölçüde anaerobik performansın değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre bulunmamaktadır. Ancak yine de noninvaziv (hastaya fiziksel bir zarar verme ihtimali olmayan her tür girişim) olarak anaerobik performansı test eden yöntemlerle, anaerobik süreç göstergesi olarak kullanılan en güvenilir kan ve gaz parametrelerinin egzersiz yanıtları arasında yüksek ilgileşim vardır (Vandewalle ve ark 1987). Laboratuvarlarda sıkça kullanılan anaerobik performans testleri ATP, Pc ve kas glikojeninin kullanım verimliliğini ölçen testlerdir (Bulbulian ve ark 1996). Anaerobik performans testlerinde anaerobik enerji salınımının dinamikleri arasındaki dengeler, testin özelliğine göre farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle her biri tekrarlana bilirlik güvenilirlikleri oldukça yüksek yöntemler olmalarına rağmen, tek bir anaerobik test yönteminin tüm spor disiplinleri için tamamen aynı geçerlikte olduğunu varsaymak hatadır.

Bu alanda yapılmış bir taramanın sonunda geleneksel olarak kullanılan yirmiye yakın laboratuar ve saha testi rapor edilmiştir (Koşar ve Hazır 1994). Ancak anaerobik performansı test eden bu tarz protokoller için kesin bir rakam vermek oldukça güçtür.

Anaerobik Saha Testleri

1. Sıçrama testleri (Sargent vertikal) (1921)
2. Margaria-Kalamen Merdiven Testi
3. Sprint testi (40-50-60 yard)
4. Sürat koşu testleri
5. Mekik testi (Shutle-run testi)

Anaerobik Laboratuvar Testleri

1. Cunnigham Faulkner Treadmill Testi (%20 eğim, 7-8 mil hızda, 30-60 san)
2. Katch testi (ergometrik bisiklet testi)
3. Wingate testi (ergometrik bisiklet testi)

Bu testlerin en sık kullanılanlarından biri, ayakta dik durarak sıçrama testidir (Sargent dikey sıçrama testi). Kişinin sıçrama yüksekliğiyle, vücut ağırlığının mekanik olarak ürettiği güç hesaplanır. Margaria-Kalamen Merdiven güç testinde ise kişinin vücut ağırlığı önemli bir etkendir. Bu testte tek ayak gücü değerlendirilir. Bu iki test ile ATP-PCr (fosfojen) sistem kapasitesi değerlendirilir. Ancak tüm fosfojen sistem kapasitesini yansıtmadığı da bilinmektedir. Testler ile ATP-PC enerji sistem miktarının tahmin edilmesi, bu sistemin tükenme hızının hesaplanması, O_2 uptake eğrisinden O_2 borcunun hesaplanması, recovery alaktik asit kapasitesinin hesaplanması ve ölçümleri ile ATP-PCr tükenme hızı direkt ölçülerek bu enerji sistemiyle anaerobik performans değerlendirmesi yapılabilir. Testlerin sonucu aşağıdaki formülle değerlendirilmektedir:

Anaerobik güç: P=FXD/T (Güç=Yük 3 Uzaklık/Zaman) (kg/sn, kg/dk, watt)

Anaerobik gücün en önemli göstergelerinden birisi kan laktat seviyesidir. Bu nedenle çalışma öncesi ve sonrası kan laktat seviyesi değerlendirilmelidir.

Glikolitik gücü değerlendirmek için ergometri bisiklet testleri, ağırlık kaldırma testleri, hız koşu testleri, mekik testi gibi testler kullanılır. Wingate testi yüksek güç değerleri elde edilmesi, daha geniş kas gruplarını kapsaması, doğal bir egzersiz olması, kastaki alaktik ve anaerobik glikolizis hızını ölçmesi nedeniyle

yaygın olarak kullanılmaktadır. Wingate ergometri bisikletinin kefesine ağırlık direnci oluşturmak üzere kg başına 75 gr hesabı ile ağırlık yerleştirilir, kişi ısınma egzersizi sonrası, yüke karşı 30 saniye süreyle supramaksimal hızda pedal çevirir. Otuz saniyedeki pedal sayısı ve yükten total iş= anaerobik kapasite (J=Joule) hesaplanır. Total işin matematiksel ortalaması ile ortalama iş= anaerobik güç hesaplanır (W= Watt).

Doruk güç: Wingate testi sırasında herhangi bir 5 saniyelik sürede (özellikle ilk saniyeler) ortaya çıkan en yüksek güç değeridir. Doruk güç alaktik asit enerji kapasitesinin göstergesidir. Minimum güç ise, 30 saniye boyunca herhangi bir (genellikle son saniyeler) 5 saniyede ortaya çıkan en düşük güç değeridir. Bu testle Yorgunluk İndeksi hesaplanır (Doruk güç–Minimum güç/doruk güç) X 100 (% yorgunluk indeksi). Test öncesi ve sonrası kanda laktik asit ölçüldüğünde anaerobik kapasite ölçümünün doğruluğu hakkında daha iyi bilgi edinilir. Üç dakika gibi kısa süreli yoğun egzersizlerde, kan laktat seviyesi egzersizle lineer olarak artar ve 100 mL kanda 140 mg'a kadar yükselebilir. Bu test yapılırken kişiyi iyi motive etmek gerekir. Wingate test sonuçları ile kısa mesafe koşucularında ölçülen güç değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur. Wingate test normlarına göre erişkin ortalama güç değerleri, erkekte 662 watt, kadında 470 watt olarak bildirilmiştir (Yıldız 2012).

1.3.6. Glikojen Kullanımı

Aktif kaslardaki depo glikojenin boşalma hızı ve miktarı egzersiz süresi ve yoğunluğu ile ilgilidir. Ağır egzersizlerde kaslardan daha fazla glikojen boşalır. Glikojen, ATP re-sentezinde önemli bir besindir. Kısa süreli bisiklet ve sprint egzersizlerinde ilk önce hızlı kasılan lifler çalışır ve glikojen depoları hızla boşalır. Alaktik anaerobik metabolizmayı değerlendirmek için, kas biyopsisi teknikleri ve manyetik rezonans görüntüleme tekniği (MRG) de kullanılır.

1.3.7. Anaerobik Güce Etki Eden Faktörler

1. Kas lifi içinde ATP turnover hızı yüksek olmalıdır.
2. Kişi iyi antrene olmalıdır. Antre kişilerin belirli bir gücü daha az fosfojen ve glikojen kullanarak ve daha düşük laktik asit üretimiyle oluşturdukları gösterilmiştir. Antrene kişi yüksek kan ve kas laktat seviyesini tolere edebilir.
3. Kişi egzersiz sırasında iyi motive edilmelidir.

4. Metabolik asitleri (laktik asit gibi) tamponlanma kapasitesi yüksek olmalıdır.
5. Egzersiz başlangıcında kas glikojen depoları dolu olmalıdır.
6. Düşük pH seviyesine tolerans gelişmelidir.
7. Kişinin aerobik kapasitesi yüksek olmalıdır. Recovery (toparlanma) periyodunda oksijen borcunun ödenmesi, laktadın hızla tamponlanması ve ATP-PC depolarının hızlıca yeniden doldurulması aerobik kapasitenin yüksekliği ile doğru orantılıdır (Yıldız 2012).
8. Antrenman programları ile Tip II kas liflerinde selektif hipertrofi geliştirilmelidir (Yıldız 2012).

1.4. Aerobik Metabolizma

Aerobik metabolizma, oksijen ortamda bulunduğunda karbonhidrat ve yağların C02'e kadar parçalanmasıyla enerji elde edilmesini sağlamaktadır (Astrand 1981). İstirahatte ve çeşitli egzersizlerde vücudun ihtiyacı olan enerji aerobik metabolizma ile temin edilir. Aerobik metabolizmada glikoz veya glikojen, glikoliz adını alan reaksiyon zinciri ile pirüvik aside çevrilirken, her bir molekül glikoz molekülü için 2 molekül ATP teşekkül eder. Glikoliz sitoplazmada meydana gelir (Morehouse ve Miller 1973). Yeterli oksijen mevcut olduğunda pirüvik asit Asetil CoA'ya dönüşür.Asetil CoA Krebs siklusuna girer ve mitokondride meydana gelen olaylarla asetil CoA, CO_2 ve 20'ya okside edilir. Başlıca giriş asetil CoA olmasına rağmen, pîrüvat da CO2 alıp oksaloasetat meydana getirerek siklusa girebilir. TCA (Trikarboksilik asit) siklusu, sitrik asit siklusu adları da verilebilen Krebs siklusu, karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin oksidatif yıkılımında ortak bir yoldur. Her bir glikoz molekülü için TCA siklusuna iki asetil CoA ve 6H2O molekülü girer, bunlar

CO2, 2 CoA molekülü ve 16 H+ atomuna yıkılır.

Glikozun oksidatif yıkılımın da glikoliz sırasında 4 pirüvik asitten CoA oluşumu sırasında 4, TCA siklusunda 16 tane olmak üzere toplam 24 H+ atomu meydana gelir. Bunlar ikişerli paketler halinde salınırlar. 20H+ atomu NAD+ ile birleşerek solunum zincirine girer ve her 2 H+ iyonu için 3 molekül ATP meydana gelir. Kalan 4 H+ atomu NAD+ ile birleşmeksizin oksidatif proçeslere (çıkıntı, kemik uzantısı) girer ve 4 ATP elde edilir. Pirüvik aside kadar 2, her dönüşünde 1 olmak üzere TCA siklusunda toplam 2 ATP elde edildiği için, aerobik

metabolizmada bir mol glikozdan 30 + 4 + 2 + 2= 38 mol ATP elde edilir. Başlangıç maddesi glikojen ise elde edilen ATP sayısı 39'dur. Aerobik yoldan bir mol palmitik asitin yıkımıyla ise 130 mol ATP elde edilmektedir (Noyan 1989).

1.4.1. Aerobik Kapasite

Aerobik kapasite veya aerobik güç, maksimal oksijen transportu ve kas dokusunun oksijen kullanım kapasitesidir. Aerobik güç, ayrıca kardiyovasküler sistem kapasitesinin önemli bir indeksidir. Dayanıklılık sporcularında antrenmanlarla kardiyovasküler sistemin dinamik egzersize uyum geliştirmesi sonucunda egzersiz sırasında kalp debisi 5 kat yükselirken, akciğerde ventile edilen hava hacmi 10-12 kat artmaktadır. Kalp hızı 2-3 kat yükselir. Kalp atım hızı hacmi ise yaklaşık iki katı olur. Kalp debisindeki artışa paralel olarak sistolik kan basıncı da yükselir, diyastolik kan basıncı ise aynı kalır veya 10 mmHg kadar yükselebilir (Yıldız 2012). Aerobik kapasite, egzersiz sırasında gerekli enerjiyi oluşturmak için kullanılacak oksijeni kaslara verebilme kapasitesi olarak da tanımlanabilir. Bu nedenle aerobik kapasite akciğerler, kardiyovasküler ve hematolojik komponentlerin fizyolojik kapasitelerine v egzersiz sırasında aktif olan kasların oksidatif mekanizmalarının etkinliğine bağlıdır (Yıldız 2012). Aerobik egzersiz, oksijen varlığında büyük kas gruplarının uzun süreli, ritmik ve devamlı aktivitesidir (yürüme, koşma, kır kayağı, bisiklet gibi).Endurans sporcularında aerobik kapasite, kardiyovasküler ve respiratuar dayanıklılık anlamına gelmekte olup; pulmoner kardiyovasküler ve nöromüsküler sistemlerin fonksiyonel bütünleşmesinin bir göstergesi olarak da kabul edilir. Ayrıca kan damarlarının yeterliliği, kan hacmi ve alyuvar sayısı, kanın hemoglabin miktarı, kas hücrelerinin egzersizde oksijenden yaralanma kapasitesi de önemli etkenlerdir.

Aerobik metabolizmayla ATP re-sentez için puruvik asidin direkt olarak krebs döngüsüne girmesi, yağların β-oksidasyonu ve mitokondri oksijen transferi sistemlerinin devreye girmesi gerekir (Yıldız 2012).

Egzersizi süresi 1-3 dakikanın üzerine çıktığında ve dakikalarca ya da saatlerce devam ettiğinde genel olarak transfer edilen enerji sistemi aerobik enerji sistemidir. Dayanıklılık aktivitelerinin yoğunluğuna bağlı olarak, aerobik metabolizmayla %50-95 ile anaerobik metabolizmayla %5-50 arasında değiştiği bildirilmiştir (Yıldız 2012).

Aerobik kapasite, önceden belirlenen bir egzersiz test protokolü uygulanarak, tedricen artan bir egzersiz testiyle yapılan maksimum bir yüklenmede erişilebilen ve ölçülebilen oksijen kullanımının (maksimal oksijen volümü= VO2max, aerobik kapasitenin en iyi, kolay uygulanabilir ve güvenilir bir göstergesidir (Yıldız 2012). Oksijen uptake sisteminin iki komponenti vardır:

1. Santral komponent, kalp debisidir.
2. Periferik komponent, arteriyel kan ile venöz kan oksijen farkı (a-v O2) yani kas dokusuna oksijen difüzyon kapasitesidir. Sonuçta kaslara verilen oksijen ATP re - sentezinde kullanılır (Yıldız 2012).

Aerobik kapasitenin birim zamandaki değeri aerobik güç olarak tanımlanır. Önceleri değeri O2 L/ dakika olarak ifade edilse de, sporcunun dakikada, bütün vücut ağırlığının kilogramı başına ve mililitre oksijen değeri olarak ifade edilmesinin (O2 mL/kg/dk) daha hassas bir değerlendirme olduğu kabul edilmektedir (Yıldız 2012).

Temelde VO2max değerinin doğruluğu sporcunun yağsız vücut kitlesi ile orantılıdır. Bu nedenle VO2max ölçüm biriminin yağsız vücut kitlesinin kg başına belirtilmesi daha doğru olabilir. Maksimal aerobik güç iskelet kaslarının yaptığı iş kapasitesi ile doğrudan ilişkilidir. Endurans sporlarda iskelet kaslarının kontraksiyonu için harcanan enerji, % 100'e yaklaşan oranda aerobik enerji transferiyle gerçekleşmektedir. Maksimal aerobik güç değerinde, akciğerlerden kana oksijen transportu, kandan kas dokusuna oksijen difüzyonu ve iskelet kasları substratlarının oksidasyonu esnasında miyofibrillerin oksijen kullanım hızı iş yoğunluğu ile doğru orantılıdır (Yıldız 2012).

Maksimal aerobik güç değerinin solunum, dolaşım ve metabolik sistemlerin fonksiyonel kapasitelerinin göstergesi olduğunu hatırlarsak (Yıldız 2012), maksimal oksijen uptake değeri, pulmoner ve kardiyovasküler sistem fonksiyonlarına ve akciğerlerden kana, kandan dokulara difüzyon fonksiyonlarına ve oksijenin kas hücresi içinde mitokondrilere kadar diğer bir bileşik olan miyoglobin ile taşınma kapasitesine ve mitokondri enzim aktivitelerine bağlıdır (Gladden 1989). Bu sistemlerin fizyolojik fonksiyon kapasiteleri ne kadar yüksekse VO2max da o kadar yüksek olacaktır.

Maksimal aerobik güç ölçümü;

a) Bazı mesleklerde (itfaiyeci, polis, asker vs) çalışanın iş kapasitesini saptanmasında,

b) Klinik hastaların tanı ve ayırıcı tanıda,

c) Spor veya egzersize başlarken veya devam edilen yıllarda antrenman programlarının düzenlenmesinde,

d) Yaş ve beslenme alışkanlıkları ile meydana gelen metabolik değişikliklerin test edilmesinde kullanımı çok önemlidir.

1.4.2.Aerobik Güç ve Kapasiteyi Etkileyen Faktörler

Antrenman

Birçok farklı spor branşından elde edilen ortak düşünceye göre anaerobik antrenman uygulamalarının kısa süreli egzersiz şiddetine ait performansı arttırdığı söylenir. Antrenman 30 saniyelik wingate testinde hem pik hem de ortalama gücü arttırabilmektedir. Uygun antrenmanla anaerobik kapasitede 6 hafta içerisinde % 10'luk bir gelişim görülür (Medbo ve Burgers 1990).

McManus ve ark (1997) haftada iki ya da üç gün yapılan 8 haftalık antrenman programının yaş ortalaması 9,6 olan 30 puberte öncesi çocuğun aerobik gücüne ve anaerobik performansına etkilerini incelemişlerdir. Deneklerin 12'sine bisiklet ergometresi programı, 11'ine sprint koşu programı uygulandığı, 7'sinin ise kontrol grubu olarak kullanıldığı ifade edilmiştir. Çalışma sonunda her iki antrenman grubunun pik gücünde anlamlı artış olduğu ifade edilirken, ortalama gücünde herhangi bir değişim olmadığı ifade edilmiştir. Kontrol grubunun ise hiçbir değişkenin de değişim gözlenmediği ifade edilmiştir.

Chromiak ve ark (2004) haftada 4 gün ve 10 hafta boyunca yapılan kuvvet antrenman programı sonunda yaş ortalaması 22,2 olan deneklerin anaerobik güç ve kapasitelerinde bir artışın olduğunu ifade etmişlerdir.

Luebbers ve ark (2003) 4 haftalık dinlenme periyodu sonunda yapılan 4 haftalık ve 7 haftalık iki ayrı pliometrik antrenman programının anaerobik güce ve sıçrama yetilerine olan etkisini incelemişler, hem 4 hafta hem de 7 hafta boyunca

antrenman uygulayan grupların anaerobik gücünde anlamlı bir artışın olduğunu, gruplar arasında ise anaerobik güç açısından herhangi bir farkın bulunmadığını ifade etmişlerdir.

Yaş

Kronolojik yaşla birlikte hem pik hem de ortalama gücün 10 yaşından genç yetişkinliğe kadar benzer şekilde hem bacak hem de kolda sabit bir şekilde arttığı ifade edilmiştir. Pik ve ortalama gücün bacak için 30'lu yaşlarda kol için 20'liyaşlarda pik düzeye ulaştığı ifade edilmektedir. Vücut ağırlığı düzeltme faktörü olarak kullanılsa bile, hem pik hem de ortalama gücün düşük yaş grubunda en düşük değerde olduğu, yetişkinliğe doğru yaşla birlikte arttığı yapılan birçok araştırmada belirtilmiştir (Inbar ve Bar-or 1986).

Anaerobik performansın 30'lu yaşlara kadar erkek ve bayanlarda geliştiği wingate anaerobik testinde gözlenmiştir (Blimkie ve ark 1988). 27 erkeğe ait pik ve ortalama gücü 18 aylık bir periyot boyunca dört kez ölçtüğünü belirtmişlerdir. Kütleyle ilişkili (W/kg) pik gücün her bir gelişim evresi boyunca arttığını fakat gelişimle birlikte kütleyle ilişkili ortalama gücün değişmediğini gözlemlemişlerdir.

De Ste Croıx ve ark (2001), yaptıkları çalışmada 15 erkek ve19 bayanın ölçümlerinin ilkini 10,0 ± 0,3 yaşında ikincisi 11,8 ± 0,3 yaşında olmak üzere iki kez almışlar ve ortalama güce yaşın bir etkisinin olduğu gözlemlemişledir (De Ste Croıx ve ark 2001). Blimkie ve ark (1988), yaşları 14 ile 19 arasında değişen 50 kız ve 50 erkeğin yaşın, cinsiyetin ve vücut kompozisyonunun bir fonksiyonu olarak kola ait anaerobik pik ve ortalama güç özelliklerini belirlemişlerdir (Blimkie ve ark 1988). Yaşla birlikte erkeklerin pik gücünün ve ortalama gücünün aşamalı ve anlamlı derecede arttığını (p0.001). Ayrıca büyüme periyodu boyunca erkeklerdeki pik bacak gücündeki artışın kızlara göre anlamlı derecede daha yüksek olduğunu göstermişlerdir.

Cinsiyet

Bacakta absolüt ortalama güç açısından cinsiyet farklılığı genç yaştaki bireylerde (9 yaş) yaklaşık %10 civarındadır ve yaşla birlikte artmaktadır, 14 yaşında %20'ye ve25 yaşında %30'a ulaşmaktadır. Relatif değerler kullanılarak

yapılan karşılaştırmalarda, hem kol hem de bacakta elde edilen değer aralığı cinsiyetler arasında sabit kalmakta ya da artmaktadır. WAnT'de bayanların daha düşük performansa sahip oluşu 3 özelliğe bağlanabilir;

- Fiziksel ihtiyaçlar için yeterli iskelet yapısına sahip olamamaları
- Daha yüksek yağ dokuya sahip olup daha az yağsız kitleye sahip olmaları
- All-out fiziksel aktivite sonrasında daha düşük pikkan ve pik kas laktat düzeyine sahip olmaları (Inbar ve Bar-or 1996).

Armstrong ve ark (2000)'nın 12,2 ± 0,4 yaş ortalamasına sahip 97 erkek ve 100 bayan denekle yaptıkları çalışmada; yaşın, vücut kitlesinin, derikıvrım kalınlığının, cinsiyetin ve gelişimin güç çıktısı üzerine etkilerini çok adımlı modeller kullanılarak incelemişlerdir ayrıca, pik gücün ve ortalama gücün, wingate anaerobik testi kullanılarak 1 yıl arayla 2 kez alındığı çalışmada, bayanların her iki güç değerinin erkeklere göre anlamlı derecede düşük olduğunu gözlemlemişlerdir.

Welsman ve ark (1997), yaşları 9,9 (0,3) yıl olan 16 erkek ve 16 kızdan oluşan toplam 32 çocukla yaptıkları çalışmada, erkekler ile kızlar arasında pik güç açısından anlamlı fark bulamamalarına rağmen, kasla ilişkilendirildiğinde erkeklerin pik gücünü bayanlara göre daha fazla bulduklarını ifade etmişlerdir ($p< 0,.01$).

Antropometrik Özellikler

Maksimal anaerobik performans öncelikle yağsız vücut kitlesi ve kasın boyutları olmak üzere vücut boyutlarıyla yakından ilişkilidir. Anaerobik performansta yaş ve cinsiyet önemli bir faktör olmakla beraber, kas kitlesinin boyutları ve morfolojisi daha belirleyicidir. Kas tarafından üretilen güçte kasın morfolojik yapısının çok önemli rol oynadığı gösterilmiştir (Edgerton ve ark 1986). Sarkomer yapısı ve boyutları, kas fibril uzunluğu, kas kesit alanı, total kas kitlesi anaerobik şartlarda kasın ürettiği güç üzerinde belirleyici yapısal özelliklerdir (Bouchard ve ark 1991). Bu nedenle kısa süreli güç ölçümlerinde standardizasyonun aktif kas boyutlarına dayandırılmasının uygun olacağı belirtilmiştir (Martın ve ark 2003).

Yapılan araştırmalara bakacak olursak; Makrides ve ark (1985) sağlıklı genç erkekler için pik güç değerini 1037 W, 55 yaş sağlıklı denekler için 760 w olarak bildirmişlerdir. Yaşlı bireylerdeki kısa süreli egzersiz kapasitesindeki azalmanın nedenini yaşla birlikte kas kitlesinde azalmaya bağladıklarını ifade etmişlerdir.

Bar-Or ve ark (1980) Anaerobik egzersiz performansının kas kitlesiyle (kas hacminin ölçülmesinden elde edilen hesaplamalar) ve kasın fibril alanıyla (biopsi tekniğiyle elde edilen veriler) oldukça yakından ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir. Blimkie ve ark (Blimkie ve ark 1988) Erken adolesan evrede (14–16 yaş) anaerobik güçte meydana gelen farklılıkların yağsız doku kitlesindeki nicel farklılıklarla yakından ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

De Ste Croıx ve ark (2001) yaptıkları çalışmada yaşın, cinsiyetin, vücut 18 ağırlığının, deri kıvrım kalınlığının, olgunlaşmanın, bacak kas hacminin ve izokinetik bacak kuvvetinin wingate anaerobik testindeki pik ve ortalama güç değerleri üzerine etkilerini çok adımlı regresyon analizi kullanarak değerlendirmişlerdir. Bu modele göre ilerleyen yaşla birlikte pik ve ortalama güç için vücut ağırlığı ve boy anlamlı tanımlayıcı değişkenler olarak tanımlanmıştır. Ayrıca araştırmacılar bacak kas hacminin pik ve ortalama güç üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu belirtmişledir.

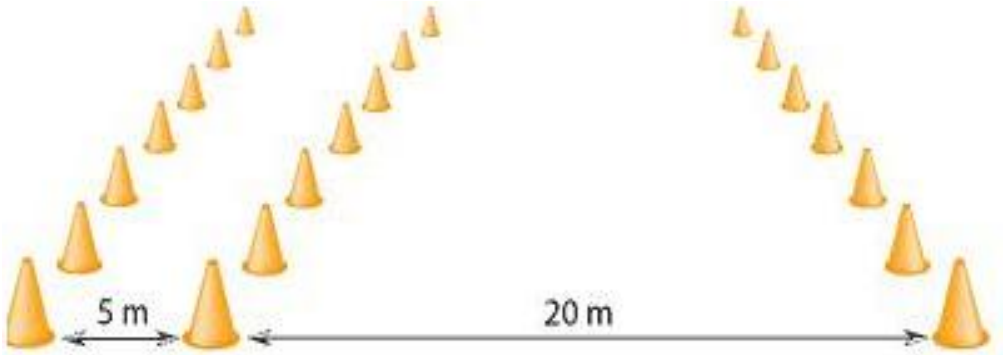
Kas Fibril Tipi

Kas fibril tipi ile anaerobik performans arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır. Yüksek anaerobik güç ve kapasite gerektiren spor dallarındaki sporcularda hızlı kasılan fibril yüzdesi (FT) dayanıklılık sporcularından ve sedanterlerden daha yüksektir (Komi ve ark 1977).

Bununla beraber güç ile kuvvet sporcularının fibril tipi dağılımları arasında da büyük varyasyon vardır. Yüksek FT fibril oranı veya FT fibril kesit alanı kısa süreli yüksek şiddette aktivitelerde performansta önemli bir faktördür. Birçok çalışmada fibril tipi dağılımı ile anaerobik performans arasında ilişki olduğu gösterilmiştir. Genel olarak bu ilişkiler erkeklerde bayanlardan, antrenmanlılarda antrenmansızlardan ve kısa süreli anaerobik aktivitelerde uzun süreli anaerobik aktivitelerden daha yüksektir (Bouchard ve ark 1991).

1.5. Yo-Yo Testi

Yo-Yo testi, özellikle futbol, basketbol, hentbol, tenis ve benzerleri sporlarda sporcuların kişisel güçlerinin, belirlenmiş mesafeleri, belirlenmiş sürelerde tekrarlarla geçmeleri ile ölçülmesidir.



Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi 3 sıra koni sıralanır. Şeritler arası mesafe, koşular için 20 metre, dinlenme için 5 metredir. Denek (Hakem) orta sıranın arkasından cd den gelen komutla 20 metre mesafeyi koşmaya başlar. Denek son sıradaki koninin etrafından cd'den gelen bip sesiyle geri dönerek çıkış noktasına gelir. Deneklerin sonraki her 20 metrelik gidiş dönüşe başlamadan önce 10 saniye aktif dinlenme zamanları vardır. Aktif dinlenme esnasında denekler üçüncü koninin etrafında yürüyerek veya joggin yaparak çıkış noktasına tekrar gelmek zorundadırlar. Test süresince belli aralıklarla gidiş dönüş hızı artırılır. Bu artırımlarla test devam ederken, eğer denek istenilen zamanda gidiş dönüşü tamamlayamazsa bir ihtar alır. İkinci başarısızlığında testten çıkarılır. Testin başlangıç hızı 10 km/sa dır. Ancak Yo-Yo testinin birden fazla versiyonu vardır ve bunlara göre de başlangıç hızı farklılık göstermektedir. (Endurance için 8km/sa). Her 40 m 'de protokole bağlı hızda 0,5 km/sa ya da 1 km/sa artış gerçekleşir (Krustrup ve ark 2008, Svensson 2004, Castagna 2005).

15 birinci lig oyuncusunun sezonun değişik dönemlerinde yapmış oldukları Yo-Yo performanslarının karşılaştırılmasında hazırlık dönemi ortası ve hazırlık dönemi sonunda sergilenen performansların hazırlık döneminin başında sergilenen performanslara göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Bangsbo ve ark 2008, Krustrup ve ark 2006).

Metaxas ve arkadaşları 2005 yılında yapmış oldukları çalışmada 97 Yo-Yo Dayanıklılık Testi, Yo-Yo aralıklı Dayanıklılık test, aralıklı koşu bandı ve aralıksız koşu bandı performansları karşılaştırılmıştır. 35 elit futbolcunun katıldığı çalışmada (18.1 ± 1 yaş), Yo-Yo aralıklı dayanıklılık test VO2maks tablosu kullanılarak elde edilen VO2maks değerleri Yo-Yo aralıklı dayanıklılık testten bulunan değerden %10.5 Aralıklı koşu bandı testinden %11.4 aralıksız koşu bandı testinden %13.3 düşük çıkmıştır ($p< 0,05$). Yo-Yo ve koşu bandının aralıklı protokolleri arasında ($p<0,001$) ve aralıksız protokollerin birbiri arasında da ($p<0,001$) anlamlı fark bulunmuştur. Çalışma sonunda Yo-Yo aralıksız test ile koşu bandı aralıksız test ($r=0.47$, $p<0,005$) ve aralıklı Yo-Yo testi ile aralıklı koşu bandı testi ile ($r = 0.59$,$p<0,001$) koşu bandı testlerinin birbiri arasında ($r = 0.79$, $p<0,001$) ilişki bulunmuştur.

Krustrup ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada Yo-Yo aralıklı dayanıklılık test protokolü sonucu 16 elit bayan orta saha oyuncusunun (1656±121m) 4 kaleci (775±182m) 14 savunma oyuncusu (1331±77m) ve 6 forvetten (1347±207m) daha iyi bir performans sergilediği ortaya çıkmıştır ($p<0,05$). Ayrıca Yo-Yo performansının erkeklerde de bayanlarda da yarışma seviyesine göre değiştiğini tespit etmişlerdir. Buna göre Danimarka'nın en üst liginde oynayan birinci sıradaki takımda yer alan 18 futbolcunun, dördüncü sırada yer alan takımda oynayan 16 futbolcudan %24 daha iyi performans sergilediği tespit edilmiştir (Krustrup ve ark 2003) ($p<0,05$).

Farklı spor dallarında ve farklı seviyelerde yarışmacı olarak yer alan sporcuların Yo-Yo Aralıklı Dayanıklılık Testi Seviye 2 (IRT2) performanslarının karşılaştırıldığı bir çalışmada badminton oyuncuları (1020±53m) elit futbol oyuncularıyla (1060±57m) yakın bir performans sergilerken, Yarı elit Avustralya futbolu oyuncuları 720±35m, yarı elit futbol oyuncuları 830±44m, yarı elit buz hokeyi oyuncuları 510±44m, orta düzey antrenmanlı maraton koşucularının 460±46m olarak tespit edilmiştir (Bangsbo ve ark 2008).

1984 doğumlu 39 ve 1985 doğumlu 30 olmak üzere, toplam 69 futbolcu üzerinde yapılan çalışmada ortalama Yo-Yo aralıklı dayanıklılık test ortalaması 2469±673 m olarak bulunurken, 29 savunma oyuncusu 2469±627 m, 30 orta saha oyuncusu 2529±736 m ve 10 forvet 2288±639 m performansı ortaya koymuştur. Bu

sonuçlara göre mevkiler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (F=0.47; p=0.05) 98 Alan testlerinin uygulanmasında ise; çevresel koşullara bağlı olan değişkenlerden dolayı (ısı, zemin, rüzgar vb...) bu testlerin güvenirlikleri laboratuar testlerine göre daha düşüktür. Ancak müsabaka veya yarışma ortamlarına olan benzerliklerinden dolayı testlerin geçerlikleri yüksektir.

1.5.1.Yo- Yo Aralıklı Toparlanma Testleri (Yo-Yo Intermitten Recovary 1-2)

Son yıllarda geleneksel antrenman yöntemleri yerine spora özgü yöntemlerin özellikle dayanıklılık ve kuvvet özelliklerinde daha fazla gelişmeler sağlayacağı tartışılmıştır (Bangsbo 1996, Krustrup ve ark 2006). Yapılan araştırmalarda geleneksel yöntemlere göre spora özgü (fonksiyonel) antrenmanlar kondisyon çalışmalarının oyun sırasında meydana gelen fiziksel ve fizyolojik gereksinimleri antrenmanlarda daha iyi yansıttığını bu açıdan sporcuların uyarılmışlık düzeylerini oyunsal formlarda daha fazla uyararak sportif performans açısından daha fazla verimlilik sağladığı net olarak ortaya konuluştur (Hoff ve ark 2000).

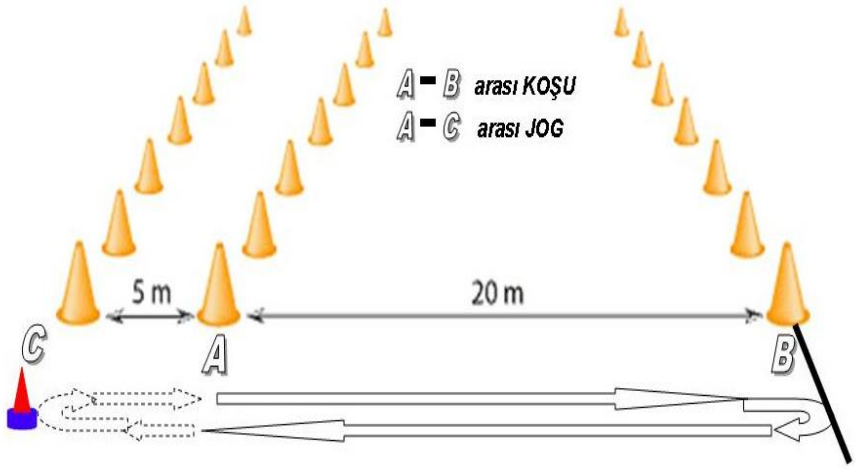
Benzer olarak daha önce yapılan çalışmalarda özellikle takım sporları ve aralıklı spor dallarında dayanıklılık özelliğinin değerlendirilmesi ve antrenman yönlendirilmesinde spora özgü olan ve oyunun fiziksel ve fizyolojik ihtiyaçlarını yansıtan bir test protokolü geliştirilmiştir (Bangsbo ve Lindquist 1992). Aktivite profilleri ve spor dallarının fizyolojik ihtiyacı olarak aralıklı egzersiz basketbol futbol gibi son on yılda yoğun olarak çalışıldı.

Bu tip spor dallarında sprint sıçrama hızlı koşu geri geri koşu yana koşular gibi çoklu yüksek şiddette egzersizi hareketleri maç süresinde oldukça yoğun miktarda ortaya koymaktadırlar. Bu bağlamda bu tip sporlar yüksek düzey fiziksel gereksinimlere sıçrama, sprint, geri geri koşu, top çalma ve yüksek hızda koşular gibi hareketler sonucunda ihtiyaç duyar. Maç sırasında toplanan fizyolojik örnekler bunlar; KAH kayıtları, kan ve kas örnekleri gibi örnekler sayesinde maç boyunca yüksek düzeyde aerobik yüklenmenin olduğu ve sürekli anaerobik yenilemeye ihtiyaç duyulduğu açıkça görülmüştür.

Sporcunun aerobik ve anaerobik düzeyleri maç sonucunu belirlemede en önemli kriterdir. Bu nedenle bu yeteneğin oyuna özgü değerlendirilmesi başarı ve gelişim açısından önem taşımaktadır. Bu açıdan Yo-Yo test protokolleri gerekli

ihtiyaçları karşılamak için geliştirilmiştir. Futbol maçları sırasında oyuncuların hareket ve fizyolojik cevapları göz önünde bulundurularak sergiledikleri aralıklı yüksek şiddette aktiviteler ile benzer nitelikte ki yapısı, takım sporlarında oyuncuların dayanıklılık özelliği oyuna özgü olarak değerlendirebilmektedir (Bangsbo ve ark 2008).

Yo-yo Aralıklı Toparlanma testlerin gelişimi 20m mekik testinde ilham alınarak yapılmıştır sadece her gidiş gelişin sonunda 10 saniyelik aktif bir toparlanma evresi içerir.



Şekil 1.5. Yo-Yo Intermittent Recovery Testleri.

Koşu düzeneği üsteki şekilde gösterilmiştir. Koşu A' dan B'ye doğru yapılır. Koşular sırasında A'dan B'ye gelindiğinde sinyal sesi duyulur ve çizgiye basılıp geri A' ya koşu yapılır A' ya gelindiğinde sinyal tekrar duyulur ve A'dan C' ye jog yapılıp başlangıç noktası olan A da tekrar sinyal sesi gelinceye kadar beklenir. Koşu hızı test protokolüne göre artış gösterir. Sporcu A ya geldiğinde ilk defa sinyali yakalayamazsa hata alır üst üste ikincisinde de sinyal sesi duyulduğunda A da olamazsa testte son verilir. Sporcunun her A ya gelişinde test mesafesi kâğıdına işaretlenerek kaydedilir. Yo-Yo Aralıklı Toparlanma 1 Test'inde koşu hızı 10 km/s hızla başlayacaktır. Her 40 metrede sonunda test protokolüne bağlı olarak koşu hızı 0,5 km/s ya da 1 km/s artacaktır.

Formül : Y= 36.4 + (0.0084 * X) (Bangsbo 2008)

(Y= VO2maks ml.kg-1.min-1, X= Koşu Mesafesi (m)

Yo-Yo Aralıklı Toparlanma 2 Test'inde koşu hızı 13 km/s hızla başlayacaktır. İlk 40 metrede sonunda test protokolüne bağlı olarak koşu hızı 2,0 km/s, devamındaki 40 metre sonunda 1 km/s ve sonraki her 40 metre için 0,5 km/s artacaktır.

Formül : Y= (0.0136 * X) + 45.3 (Bangsbo 2008)

(Y= VO2maks ml.kg-1.min-1, X= Koşu Mesafesi (m)

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Yo-Yo IRT Testlerinin seviyeleri yapılan spor dallarında küçük yasta olan veya elit olmayan sporculara yapıldığını görmek mümkündür. 2. seviye testleri ise daha elit düzeyde spor yapan sporculara uygulanır (Krustup ve ark 2006). Yo-yo testleri yapıldıktan sonra ortaya çıkan en önemli değer sporcunun test sırasında kat ettiği mesafedir. Çünkü test sırasında kat edilen mesafe maksimum oksijen tüketimi belirlemek için tarafından belirlenen formülde yerine konarak maksimum oksijen tüketimi bulunur (Bangsbo ve ark 2006).

1.6. Futbol

Futbol 11'er kişilik iki takım halinde kendine özgü kuralları olan ve o kurallara göre oynanan bir top oyunudur. Oyun alanı 90-120m x45-90 m boyutlarında olup, yan ve dip çizgilerle belirlenmiş alan içinde olup dikdörtgen bir alana sahiptir (Şahin 2004). Topu saha içinde elle veya kolla oynamak yasaktır, elle sadece kaleci ceza alanı çizgileri içerisinde oynama hakkına sahip olup oyun içerisinde geri pas verildiğinde kalecinin elle oynama durumu ortadan kalkmaktadır. Saha içerisinde iki kale yer almaktadır, ölçüleri kalelerin uzunluğu 7.32m, üst direğin yerden yüksekliği 2.44 metredir. Futbol topunun çevresi 68-70cm, topun ağırlığı ise oyunun başlangıcında 400-450 gram arasında değişir, penaltı noktası kale çizgisine uzaklığı 11 metre mesafededir (Şahin 2004). Oyunun süresi 45 dakikalık 2 devre halinde oynanmaktadır, bayan ve küçüklerde oyunun süresi biraz daha kısadır. Ayrıca topun oyunda olmadığı veya herhangi bir sakatlanma veya oyun içerisinde hakem tarafından durdurulan süreler oyuna ilave edilmektedir. Oyun kurallarına göre sahada ve dışarıda toplam 4 hakem bulunmaktadır. Bir orta hakem, iki yan hakem ve

birde dördüncü hakem olmak üzer dört hakemden oluşmaktadır. Resmi maçlarda her takım maç boyunca 3 oyuncu değiştirebilir. Özel maçlarda oyuncu değiştirme sayısı daha fazla olmaktadır, resmi maçlarda takım 18 kişi iken özel maçlarda sayı daha fazla olmaktadır.

Oyun içerisinde ve saha kenarında oturan oyuncuların centilmenlik dışı veya sakatlamaya yönelik davranışlarda hakem tarafından kurallar gereği sarı, kırmızı veya uyarı şeklinde cezalar verilebilmektedir.

1.6.1. Futbolda Aerobik ve Anaerobik Dayanıklılık

Araştırmalar, üst düzey futbolda 90 dakikalık oyunun maxVO2 tüketiminin % 75-80'nine, maksimum kalp atım hızının da % 85-90'ına karşılık gelen bir fizyolojik yükte oynandığını belirtmektedir. Bu durum oyunun büyük bir bölümünde gerekli olan enerjinin aerobik enerji metabolizması tarafından karşılayabildiğini göstermektedir. Maç sırasında oyuncuların kısa aralıklarla yaptıkları yüksek tempolu aktivitelerin meydana geldiği dönemler oyunda performansı belirleyen bölümleri oluşturmaktadır. Diğer yandan, bu yüksek şiddetli aktiviteleri 90 dk. gibi uzun süreye dağıtmak, yorgunluk maddesi olan laktik asidin kas hücresinde birikiminin giderek artması nedeniyle mümkün değildir. Maç süresince sıklıkla uygulanan bu aktivitelerin performansı, yüksek şiddetli hareketler arasında yapılan düşük tempolu egzersizler sırasında futbolcunun laktik asidi kas hücresi ve kandan uzaklaştırabilme kapasitesine bağlıdır. Bu olay dayanıklılık düzeyi tarafından belirlenir ve dayanıklılık performansının göstergesi de aerobik güç ve kapasite kavramlarıdır. Aerobik güç, yüksek şiddetli bir egzersizde kas hücresinin aerobik yolla enerji üretebilme yetisidir ve maksimum oksijen tüketimi ile tanımlanır. Aerobik kapasite ise dayanıklılık kelimesi ile eş anlamlı olarak kullanılır ve bir egzersiz aynı şiddette uzun süre sürdürebilme özelliği olarak tanımlanır (Aşçı 2008).

Kalbin 1 dk. Pompalayabildiği kan miktarı, kandaki hemoglobin miktarı ve kaslarda akciğere gönderilen kanın akciğer içinde oksijenle doyurabilme kapasitesi maxVO2 seviyesini etkileyen önemli fizyolojik kriterler olarak dikkate alınmalıdır.

Futbol araştırmalarında ölçülen en yüksek maxVO2 80 ml/kg/dk olmakla beraber, kaleciler hariç erkek futbolcularda ortalama olarak 55-68 ml/kg/dk oranında olduğu belirtilmektedir (Aşçı 2008).

Dayanıklılık performansını belirleyen en önemli etken anaerobik metabolizma aktif olmaya başlamadan önce maxVO2'nin mümkün olan en yüksek yüzdesini uzun süre kullanabilmeyi ifade eden aerobik kapasitedir. Aerobik kapasite maksimal oksijen kapasitesinin reletif yüzdesi ile, yani relatif egzersiz yoğunluğuyla bağlantılıdır. Aerobik dayanıklılık performansının bir göstergesi olan anaerobik eşik, büyük kas gruplarının katıldığı güçlü bir çalışma sırasında kas hücresinde laktat üretimi ile uzaklaştırılması oranının dengede kaldığı zamanı ifade eder. Bu andaki koşu hızı, oksijen tüketimi veya kalp atım hızı anaerobik eşik kavramını açıklayan parametrelerdir. Çalışma sırasında anaerobik metabolizmanın gerekli olan enerji üretimi üzerindeki etkinin yoğunlaşması nedeniyle, bu denge bozulmaktadır, kan laktat miktarında belirgin bir artış meydana getirir. Bu durum, çalışmanın devam edebilmesi için sağlanan enerjinin büyük oranda anaerobik metabolizma tarafından desteklendiğini gösterir. Yani, anaerobik eşik noktası, kan laktat oranındaki artışın hızlanmaya başladığı nokta olarak kabul edilmektedir. Bu noktaya laktat eşiği veya bireysel laktat eşiği de denmektedir. Laktat eşiği değerlendirilmesi özellikle performans sporcularında bireysel antrenman programı hazırlamak ve performansını takip edebilmek amacıyla uygulanan bir yöntemdir (Aşçı 2008).

1.6.2. Futbol ve Anaerobik Güç

Anaerobik performans temel olarak kısa zamanda sonuçlanan patlayıcı tarzda egzersizleri içermektedir. Burada acil olarak ihtiyaç duyulan enerji kaynağı ATP, CP ve anaerobik glikoliz'den sağlanmaktadır. Bu yolla üretilebilen toplam enerji miktarı da anaerobik kapasiteyi oluşturmaktadır (Çağlar 1998).

Anaerobik enerji kazanma yoluyla, vücut oksijensiz ortamda belli bir süre içerisinde yüksek bir verimliliği ortaya koyabilecek duruma erişir. Sportif oyunlarda birçok yüklenmeler anaerobik enerji oluşumunda yapılmaktadır. Her kas çalışması ATP'nin (Atenozintrifosfat) ATP'ye (Adenozinfosfat) indirgenmesi ve anorganik P (Fosfat)'nın açığa çıkması ile başlar. Bu arada enerji serbest kalarak kas kasılması sağlanır (Sevim 1993). Oksijensiz ortamda enerji oluşturulması ve kullanılmasını kapsayan anaerobik enerji sistemi iki safhada incelenmektedir (Çakıroğlu 1997).

1.6.3. Alaktik Anaerobik Safha

Bu safha ‘’enerjiden zengin fosfojenlerden’’ (ATP-CP) anaerobik işlevler sonucu enerjinin oluştuğu süreci ya da sistemi ifade eder. Adından da anlaşılacağı gibi bu safhada laktik asit oluşmaz. Alaktasit anaerobik safhada çok şiddetli ve kısa süreli eforlar icra edilebilir.

Alaktik safhayı takiben devreye giren laktik safha adından da anlaşılacağı gibi laktik asit birikimi ile karakterizedir. Bu, glikojenin anaerobik yıkımının bir sonucudur. Laktik safhada; (kas hücrelerinde ve karaciğerde depolanabilen) glikojenin anaerobik yıkımına bağlı olarak yoğun laktik asit birikir. Anaerobik alaktik sistemde, CP sınırlı sayıda kas hücresinde depo edilir ve ATP-CP sistem sadece 8-10 sn. içinde, yüksek hız ve patlayıcı aktiviteler içinde enerji kaynağı sağlar (Çağlar 1998).

Süre olarak 30 sn.den az ve çok şiddetli çalışmalarda kullanılan yoldur. Kasta kısıtlı miktarda ATP bulunması nedeni ile yüksek şiddette fiziksel aktivitenin başlamasıyla ATP çok süratli şekilde tüketilir. Laktik anaerobik sistem ise ATP-CP sistemine oranla daha uzun 30 sn. ile 90 sn. süren şiddetli çalışmalarda kullanılan yoldur. Bu enerji yolu oksijen yokluğunda kasın ATP üretmek için başvurduğu yoldur. Kasın anaerobik glikoliz için kullandığı enerji kaynağı glikojendir (Bompa 1998).

Ağırlık antrenmanları, sualtı sporları, futbol, basketbol gibi ve takım sporları hızlılık gerektiren hareketler insan organizmasını anaerobik enerji harcamaya zorladığı görülmektedir (Fox 1984).

Futbol oyunu analiz edildiğinde hareket şekilleri şunlardır: durma, yürüme, jogging, supmaks, koşu, sprintler. Oyun içerisinde bir futbolcunun ortalama 22,4 m’lik mesafeli sprintleri 35-52 kez koştuğu düşünülürse anaerobik metabolizmanın büyük bir rol oynadığı görülmektedir. Yarı maksimal koşu ve sprintlerin rakipten topu kazanılmasında, gol öncesi, rakibi kontrol etmede, rakibi toplu veya topsuz geçmede meydana geldiği düşünülürse anaerobik metabolizmanın önemi daha da artmaktadır (Eniseler 1994).

Futbolcuların ani reaksiyonların da, ani olarak topa vurma ve kafaya yükselme girişimlerinde, yön değiştirme, şut çekme ve ikili mücadele gibi hareketlerde birden bire patlayıcı çıkışlar yaparak savunma ve hücum girişimlerinde bulunmalarda anaerobik sistem önemli bir rol oynamaktadır. Buna bağlı olarak futbolda form grafiğinin değerlendirilmesinde, anaerobik kapasitelerinin belirlenmesi ve antrenman programlarının buna göre düzenlenmesi önem kazanmıştır (Kunter 1997).

1.6.4. Futbolda Aerobik Güç

Maksimal efor da aerobik yoldan ATP elde edilmesi 2 dakikayı bulmaktadır. Glikojen hem aerobik hem de anaerobik ortamlarda yıkıma uğrayarak ATP 'nin tekrar sentezinde önemli rol oynamaktadır. Oksijenli ortamda yıkıma uğrayan glikojen daha az laktik asit meydana getirmektedir. Daha az laktik asit sporcunun daha uzun süre fiziksel aktivitesini sürdürmesine olanak sağlar. 2 dakikadan 2-3 saate kadar olan aktivitelerde baş enerji kaynağı aerobik sistemdir.

1500m. 300m. 5000m. 1000m. maraton ve kros buna bir örnektir. Futbol, oynatılan ritme bağlı olmakla beraber araştırmalar % 50 aerobik, % 50 anaerobik kapasitenin önemli rol oynadığını göstermektedir. Girilen anaerobik ortamdan vücudun tekrardan toparlanması büyük ölçüde sporcuların aerobik kapasitelerine bağlı olmaktadır.

Aerobik kapasiteleri güçlü olan futbolcular, laktik asiti kaslarından daha çabuk uzaklaştırarak daha erken toparlanma olanağına sahip olurlar ki bu futbolcuların aerobik kapasiteleri daha az gelişmiş rakiplerine karşı maç boyunca daha çok üstünlük kurmalarına daha canlı ve çabuk görünmelerine yardımcı olurlar (Sharky 1986).

2. GEREÇ YÖNTEM

Araştırma protokolü Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, 29.09.2015 tarihli, 29 sayılı etik kurulu tarafından onaylanmıştır. Çalışmamız 'Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul' yönergesine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

2.1. Denekler

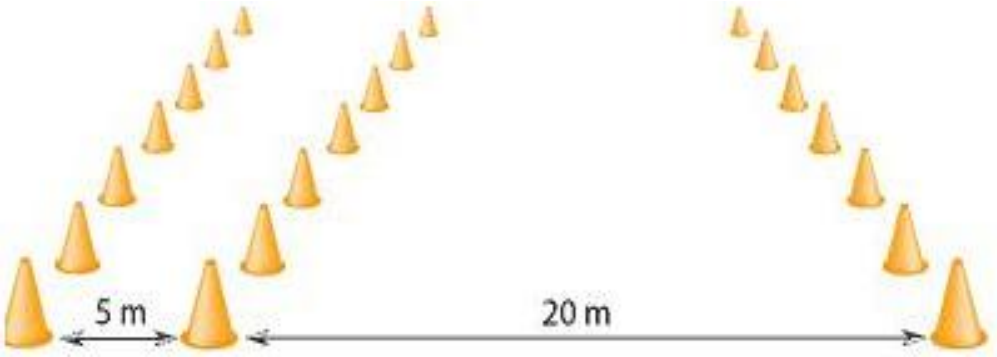
Araştırmaya haftada en az 3-5 gün düzenli antrenman yapan yaşları ortalaması 22,00±1,414 yıl, boyları ortalaması 1,79±0,083 m ve vücut ağırlığı ortalamaları 73,58±7,596 kg olan toplam 26 amatör futbolcu gönüllü olarak katıldı. Sporcuların anaerobik dayanıklıları FIFA test bataryasında yer alan üç köşe koşu testi ile ölçüldü. Aerobik dayanıklıları ise Yo-Yo 2 aralıklı toparlanma testi ile ölçüldü. Yapılan ölçümlerden önce sporculara 15 dakika ısınma sağlandı. Sporcuların, istirahat nabzı, ısınma sonrası nabız ve anaerobik dayanıklılık sonrası nabız ölçümleri polar saat ile yapıldı. Ölçümler yıllık periyotlamanın müsabaka döneminde yapıldı. Ölçümlerde fotosel, metre, slalom çubuğu, honi ve polar saat kullanıldı. Çalışmaya katılan sporcuların boy (m) ve vücut ağırlığı (kg) ölçümleri elektronik baskül (Professional Sport Technologies, Sport Expert) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışma öncesinde sporcuların her birine çalışma ile ilgili karşılaşılabilecek risk ve rahatsızlıkları içeren ayrıntılı bilgi verilerek, gönüllü olur formu sporculara okutturulup imzalatılmıştır. Çalışma öncesinde tüm sporcular doktor kontrolünden geçirilmiştir.

2.2. Yo-Yo Aralıklı toparlanma testi 2

Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Testi 2, 2 x 20 m lik bir koşu mesafesi ve ardından 5 m lik bir toparlanma alanında uygulanan test deneklerin oksijen tüketim seviyelerinin tahmin edilmesinde kullanılmıştır. Bilgisayardan verilen sesli uyarı ile koşu temposu düzenlenmiştir. 13 km/saat hız ile başlayacak testte koşu hızı test seviyesine göre artış göstermiştir. Her bir 2 x 20 m lik koşu sonrası denekler 5 m lik toparlanma alanında 5 saniye süresince aktif toparlanma gerçekleştirmişlerdir.

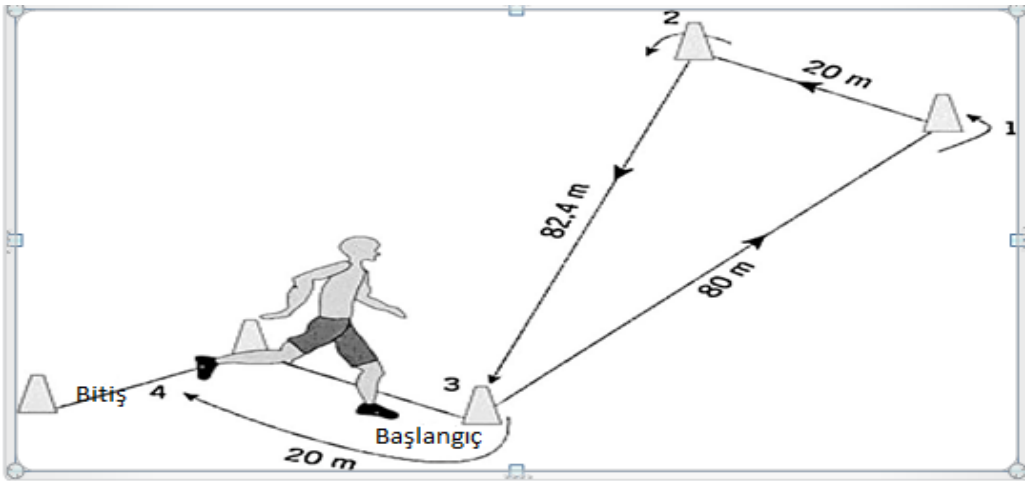
Denekler tükenme düzeyine geldiklerinde ya da ard arda 3 sinyali kaçırdıklarında sonlandırdılar (Bangsbo ve ark 2008, Köklü ve ark 2009).



Şekil 2.1. Yo-Yo Aralıklı toparlanma testi 2

2.3. Anaerobik Dayanıklılık Testi

Üç köşe koşu testi, bu test anaerobik dayanıklılığı ölçer. Testte başlamadan önce sporcuların kalp atımları kaydedilir. Sporcu başlangıç noktasında çıkış pozisyonu alır. Sporcu hazır ve çık komutuyla 80 metrelik mesafedeki birinci bayrak direğine koşar ve bayrak direğinin etrafından dönerek 20 metrelik mesafedeki ikinci bayrak direğine koşar ve bayrak direğinin etrafından dönerek başlangıç noktasındaki üçüncü bayrak direğine koşar (82,4 metre) ve bayrak direğinin etrafından dönerek dördüncü bayrak direğine koşarak testi bitirir. Koşu sonrası kalp atımları kaydedilir. Ölçümler saniye cinsinden değerlendirilir (Rösch ve ark 2000, Taşkın 2009).



Şekil 2.2. 3 Köşe Koşu Testi (Rösch ve ark 2000, Taşkın 2009).

2.4. Kalp Atım Sayısının Ölçümü

Anaerobik dayanıklılık öncesinde ve sonrasında sporcuların KAS'ı kalp atım monitörü (RS 800, Polar Vantage NV, Polar Electro Oy, Finland) ile 5 sn lik aralıklarla kaydedilmiştir. Çalışma öncesinde kalp atım monitörünün göğüs bandı sporcunun göğsüne yerleştirilmiş ve monitörden KAS kaydedilmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Veriler ortalama ve standart sapma olarak sunulmuştur. İstatistiksel anlamlılıkların tespitinde SPSS 16.0 istatistik paket programı kullanıldı. MaxVO_2 kapasitesinin anaerobik dayanıklılık üzerine etkisinin tespitinde liner regresyon analizi uyguladı. İstatistiksel önem düzeyi 0,05 olarak kabul edilecektir.

3. BULGULAR

Çizelge 3.1. Araştırmaya katılan sporculara ilişkin tanımlayıcı istatistik

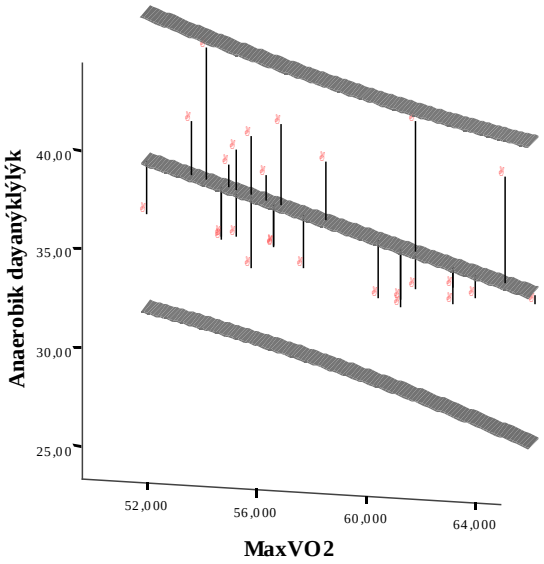
Değişkenler	N	Ortalama	Std. Sapma
Yaş	26	22,00	1,414
Boy	26	1,79	0,083
Vücut ağırlığı	26	73,58	7,596
Anaerobik dayanıklılık koşusu	26	34,33	3,575
$MaxVO_2$	26	56,546	3,951
Yo-Yo testi koşu mesafesi	26	826,92	290,541
İstirahat nabzı	26	75,18	7,384
Isınma sonrası Nabız	26	111,62	11,832
Anaerobik koşu sonrası nabız	26	191,92	7,277

Çizelge 3.1. incelendiğinde araştırmaya katılan sporcuların yaşları ortalaması 22,00±1,414 yıl, boyları ortalaması 1,79±0,083 m, vücut ağırlığı ortalamaları 73,58±7,596 kg, anaerobik dayanıklılık koşu süresi 34,33±3,575 sn, $MaxVO_2$ değerleri ortalaması 56,546±3,951 ml.kg/dk, yo-yo testi koşu mesafesi ortalamaları 826,92±290,541 m, istirahat nabzı ortalamaları 75,18±7,384 atım/dk, ısınma nabzı ortalamaları 111,62±11,832 atım/dk ve anaerobik koşu sonrası nabız ortalamaları 191,92±7,277 atım/dk. olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırmaya katılan sporculara ilişkin $MaxVO_2$ düzeyleri ile anaerobik dayanıklılıkları arasındaki regresyon analizi

Değişkenler		B	Standart hata	Beta	T	P
Bağımlı Değişken=Anaerobik dayanıklılık	$MaxVO_2$	-0,397	0,166	-0,439	-2,394	0,025
	R = 0,439	R^2 = 0,193	F = 5,729	P = 0,025		

Çizelge 3.2. incelendiğinde modelin anlamlı olduğu gözlemlenmektedir (P<0,05). Sporcuların $MaxVO_2$ düzeyleri ile anaerobik dayanıklılıkları arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (F=5,729; P=0,025). $MaxVO_2$ özelliği anaerobik dayanıklılığı 19 % açıklamakta olup, sporcuların $MaxVO_2$ düzeylerindeki 1 birimlik artış anaerobik dayanıklılığın % 40 oranında değişime yol açmaktadır.



Grafik 3.1. Araştırmaya katılan sporculara ilişkin $MaxVO_2$ düzeyleri ile anaerobik dayanıklılıkları arasındaki regresyon analizi

Regresyon formülü ise;

Anaerobik dayanıklılık = 56,79 + (-0.40 x $MaxVO_2$ değeri)

$Y=\beta_0+ \beta_1X$

X: $MaxVO_2$ değeri

Y: Anaerobik dayanıklılık

β_0: X=0 olduğunda anaerobik dayanıklılığın (Y) alacağı değer (kesim noktası)

β_1: Regresyon Katsayısı

4. TARTIŞMA

$MaxVO_2$ kullanımına bağlı olarak O_2 kullanılabilirliğinin artması anaerobik katkıların azalmasına ve aerobik katkıların artışına sebep olur. Sprint gibi anaerobik karakterli çalışmalarda aerobik katkılar azalırken anaerobik katkılar artar (Tomlin ve Wenger 2001). Yo-Yo aralıklı toparlanma 1 testi aerobik sistemin maksimal aktivasyonuna yol açan aralıklı egzersizleri gerçekleştirmek için odaklanırken, Yo-Yo aralıklı toparlanma 2 testi anaerobik sistemin yüksek katkısıyla tekrarlı egzersizlerde bireysel toparlanma yeteneğini ifade eder (Bangsbo ve ark 2008). $MaxVO_2$ düzeyinin anaerobik dayanıklılık üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, sporcuların $MaxVO_2$ düzeyleri ile anaerobik dayanıklılıkları arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($F=5,729$; $P=0,025$). Amatör futbolcularda, $MaxVO_2$ özelliği anaerobik dayanıklılığı 19 % oranında açıklamakta olup, futbolcuların $MaxVO_2$ düzeylerindeki 1 birimlik artış anaerobik dayanıklılığın % 40 oranında değişime yol açmakta olduğu tespit edilmiştir.

Rösch ve ark (2000) yılında yapmış oldukları, futbolda performansın ölçülmesi ve değerlendirilmesi isimli araştırmalarında, anaerobik dayanıklılığı değerlendirmek için üç köşe koşu testini kullanmışlar ve üst seviyede 40 futbolcunun, 3.ligden 41 futbolcunun, amatör ligden 25 futbolcunun ve yerel takımlardan 38 futbolcunun anaerobik koşu sürelerini sırasıyla, 31,4±1,8 s; 30,8±1,4 s; 33,6±5,0 s ve 31,5±1,4 s olarak tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmada, 137 tane 16-18 yaş arası üst düzey futbolcunun anaerobik koşu süresi ortalamaları 31,2±1,6 s olarak bulunmuşken düşük seviyedeki 16 futbolcunun anaerobik koşu süreleri 32,1±1,6 s olarak bulunmuştur. 14-16 yaş aralığında 118 tane üst seviye futbolcu için anaerobik koşu süresi 31,5±1.4 s iken 93 tane düşük seviyedeki futbolcunun anaerobik koşu süresi 33,9±2,3 s olarak bildirilmiştir. Başka bir çalışmada, anaerobik dayanıklılık üç köşe koşu testi ile değerlendirilmiş olup çalışmaya katılan deneklerin anaerobik koşu süresini 31,53±0,48 s olarak bulmuştur (Taşkın 2009). Yapılan bu çalışmada ise anaerobik koşu süreleri amatör futbolcular için 34,33±3,5 s olarak bulunmuş olup, Rösch ve ark (2000)' nın yapmış olduğu çalışmayla paralellik göstermektedir (Çizelge 3.1). Daha önce yapılan bir araştırmada futbolcuların $MaxVO_2$ değerleri Yo-Yo testi ile değerlendirilmiştir (Metaxas ve ark 2001). Profesyonel futbolcularda Yo-Yo aralıklı toparlanma 1 testi koşu mesafesi 2030 – 2420 metre iken Yo-Yo aralıklı toparlanma 2 testi için koşu mesafesi 840 – 1260

metre olarak tespit edilmiştir (Bangsbo ve ark 2008). Rampini ve ark (2010)' nın yapmış olduğu bir çalışmada Yo-Yo 1 testi için koşu mesafesini profesyonel ve amatör futbolcular için sırasıyla 2231±294 metre ($MaxVO_2$=55.14 ml.kg/dak) ve 1827±292 metre ($MaxVO_2$=51.75 ml.kg/dak) olarak bulmuşlardır. Yine aynı çalışmada, Yo-Yo 2 testi için koşu mesafesi profesyonel ve amatör futbolcularda sırasıyla, 958±99 metre ($MaxVO_2$=58,33 ml.kg/dak) ve 613±125 metre ($MaxVO_2$=53,64 ml.kg/dak) olarak bulunmuştur. Erkmen ve ark (2005)' nın yapmış olduğu bir çalışmada, profesyonel futbolcuların $MaxVO_2$ değerlerini 51,73±4,01 ml/kg/dk olarak bildirmişlerdir. Bu araştırmada ise, Yo-Yo 2 testi ile amatör futbolcuların koşu mesafesi 826,92±290,541 metre ($MaxVO_2$=56,546 ml.kg/dak) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.1). Castagna ve ark (2006)' nın, yaşları ortalaması 25,6±5,1 yıl, vücut ağırlığı 74,6±8,5 kg, ve boy uzunlukları ortalaması 178.1±4.5 cm olan 24 amatör futbolcu üzerinde yaptıkları bir çalışmada, Yo-Yo 2 testi için koşu mesafesini 1331 metre olarak bulmuş olup buna ilişkin $MaxVO_2$ değerini ise, 63,402 ml.kg/dak olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada, dikey sıçrama ile Yo-Yo 1 ve 2 testi arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Castagna ve ark (2006) yüksek yoğunlukta aralıklı olarak yapılan Yo-Yo testleri gibi egzersizlerin maksimal kas gücünden etkilendiklerini bildirmişlerdir. Yaşları ortalaması 15.00±00 yıl, boyları ortalaması 176,3±4.2 cm ve vücut ağırlığı ortalaması 68,1±3,6 kg olan 12 genç futbolcunun katıldığı bir çalışmada, Yo-Yo 2 testi için mesafe 1208,33±89,22 metre ve buna ilişkin $MaxVO_2$ değerini ise, 61,73 ml.kg/dak olarak bulunmuş olup, wingate testi ile değerlendirilen anaerobik zirve güç ile Yo-Yo 2 testi arasında (r= -0,55) negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Karakoç ve ark 2012). Krustrup ve ark (2006), Yo-Yo 2 test sonuçları ile sprint performansı ve tekrarlı sprint performansı arasında bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir. 25 genç hentbolcunun (yaşları ortalaması 17,2±0,7 yıl, boyları ortalaması 1,87±0,86 m ve vücut ağırlıkları ortalaması 88,7±6,1 kg) katıldığı bir çalışmada, Yo-Yo aralıklı toparlanma 1 testi ile anaerobik performans testleri arasındaki ilişki incelenmiş, Yo-Yo maksimum koşu hızı (4,8±0,3 m/s) ile anaerobik performans testleri (kuvvet-hız testleri, sıçrama testleri ve sprint testleri) arasında pozitif yönde anlamlı düzeyde ilişki olduğu tespit edilmiştir (P<0,01) (Hermassi ve ark 2015). Buchheit (2012)' de yapmış olduğu, takım sporlarında tekrarlı sprint koşusunun aerobik kapasite, metabolik kontrol ve lokomotor fonksiyonlarla ilişkilendirilmesi isimli çalışmasında, yaşları ortalaması 14±0,0 yıl, boyları ortalaması 161,4±7,6 cm ve vücut ağırlığı ortalaması 48,9±7,7

olan toplam 10 milli futbolcunun $MaxVO_2$ değerlerini saatte 10 km hızla başlayıp, dakikada 1 km hız artışı ile devam eden koşu testi ile değerlendirip 56,2±3,1 ml/kg/dak olarak tespit etmiştir. Tekrarlı sprint değerleri ortalamasını ise; 4,83±0,20 s olarak bulmuştur. Aynı zamanda, $MaxVO_2$ değer, ile tekrarlı sprint değeri arasında orta düzeyde negatif bir ilişkinin olduğunu bildirmiştir (r= -0,58). 14 amatör futbolcunun (yaşları ortalaması 23,2±3,5 yıl, boyları ortalaması 177,8±6,4 cm ve vücut ağırlıkları ortalaması 70,8±6,5 kg) katıldığı bir çalışmada, yüksek yoğunluklu (15 saniye koşu 15 saniye dinlenme) aralıklarla yapılan koşular ile Yo-Yo testi arasında anlamlı düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (r=0,72; P<0,01) (Dupont ve ark 2010). Yapılan bir çalışmada, Danimarkalı 17 tane FİFA kokartlı hakemin müsabakalarda ortaya koydukları yüksek yoğunluktaki koşularla Yo Yo test değerleri arasında anlamlı düzeyde ilişki olduğu tespit edilmiştir (r=0,57; P<0,05) (Krustrup ve Bangsbo 2001). U 13 ve U 17 futbolcularda Yo-Yo testleri ile aerobik ve anaerobik gelişim arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmada, U 17 için Yo-Yo 1 koşu mesafesi 2365 metre Yo-Yo 2 koşu mesafesi 843 metre ve bunlara ilişkin $MaxVO_2$ değerleri sırasıyla, 56,26 ml/kg/dk ve 56,76 ml/kg/dk olarak bulunmuştur. Yo-Yo 1 ve 2 test sonuçları wingate test sonuçları ile ilişkilendirilmiş ve anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir (r=0,53). U 13 futbolcularda ise Yo-Yo 1 koşu mesafesi 1963 metre Yo-Yo 2 koşu mesafesi 550 metre ve bunlara ilişkin $MaxVO_2$ değerleri sırasıyla, 52,89 ml/kg/dk ve 52,78 ml/kg/dk olarak bulunmuştur. Yo-Yo 1 ve 2 test sonuçları wingate test sonuçları ile ilişkilendirilmiş ve anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r = 0,61$) (Chuman ve ark 2011).

Yaşları 26,7±5,1 yıl olan 25 profesyonel futbolcu üzerinde yapılan bir çalışmada, Yo-Yo aralıklı toparlanma 1 testi ile $MaxVO_2$ (r=0,77) ve dikey sıçrama (r= 0,73) arasında önemli bir ilişki olduğu bulunmuştur (Gümüşdağ ve ark 2013). Yüksek seviyedeki genç erkek badmintoncuların Yo-Yo aralıklı toparlanma 2 testi için koşu mesafesi 1020 metre olarak bulunmuşken, elit seviyedeki futbolcular için Yo-Yo aralıklı toparlanma 2 testi için koşu mesafesi 720 metre olarak bulunmuştur (Young ve ark 2005; Thomas ve ark 2006).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, $MaxVO_2$ kapasitesinin anaerobik dayanıklılığı 19 % oranında açıkladığı görülmekte olup, amatör futbolcuların $MaxVO_2$ düzeylerindeki 1 birimlik artış anaerobik dayanıklılıkta % 40 oranında değişime yol açmakta olduğu, dolayısıyla etki düzeyinin düşük düzeyde olduğu bildirilmiştir. Anaerobik dayanıklılığın 19 % oranında $MaxVO_2$ tarafından açıklanıldığı düşünüldüğünde, 81% oranında diğer parametreler (kuvvet, sürat, çabukluk, çeviklik vb) tarafından açıkklandığı söylenebilir.

Öneriler;

- Anaerobik dayanıklılığın kuvvet ve sürat tarafından etkilenme düzeyinin incelenmesi
- Bu araştırmanın daha geniş bir sporcu gurubunda çalışılması
- Anaerobik dayanıklılığın $MaxVO_2$ düzeyi tarafından etkilenme düzeyinin yaş gurupları bakımından incelenmesi

6. KAYNAKLAR

Açıkada C, Ergen E. Bilim ve Spor Ankara: Büro-Tek Matbaacılık,1990:2-17.

Al-Hazza HM, Almuzağnğ K.S, Al-Refaee S.A, Sulamağman M.A, Dafterdar AL- Ghamedğ A, Khurağjğ K.N. (2001). Aerobick and Aaerobik Pover Characteristics of Saudi and recovery from high intensity intermittent exercise. Sports Med. 31: 1–11.

Araıjo G.G. Manchado- Gabtatto F.B, Papoty M, Camargo B.H, Gabatto C.A. (2013) Anaerobick Performance in Elite Baskettball Player. Journal of Human Kinetics, Volüme 42 /2013, 37-147.

Armstrong N, Welsman JR, Kırby BJ. Performance on the wingate anaerobic test and maturation, Pediatr Exerc sci,1997;9.253-61.

Aşçı, A. Futbol Eğitimi 14 Yaş ve Altı. 1. Baskı. Neyir Matbaacılık. Tüvaf Yayınları. 2008. s.34-37.

Astrand PO. Aerobic And Anaerobic Energy Sources İn Exercise. Medicine sport.13,1981: 22-37.

Bahgbo J. 2011. Fitness Testing and Training of the Top-Class Football Player. In: Foootball Science VII, 8: 1, s.25

Bangsbo 1996.J. Yo-yo test. Ancona: Kells;

Bangsbo J, Iaia FM. Krustrup P. 2008. The Yo-Yo intermittent recovery test. Sports medicine, 38(1), 37-51.

Bangsbo J, Laila F, Kurstrup P. 2008. Yo-Yo İntermittent Recovery Test Sports Medicen, 38☹1), 37-61.

Bansbo J. Do Young Soccer Players Need Spesific Physical Training, Sciences And Football II, E&Fn Spon, London, 1991;275-80.

Bansgbo J, & Lindquist, F.1992.Comparison of various ecercise with endurance performance during soccer in professional players. International Journal of Sports Medicine, 13(2), 125-132

Bansgbo J, Mohr M, & Krustrup P, 2006. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. Journal of Sports Science, 24(7), 665-674.

Bar-Or O, Dotan R, Inbar O, Rothstein A, Karlsson J, Tesch P. Anaerobic capacity and muscle fiber type distrubution in man. İntermational of Sport Medicine. 1980; 1:82-5.

Blimkie CJR, Roache, Hay JT, Bar-Or O. Anaerobic power of arms in teenage boys and girls: relationship to lean tissue. EUR J Appl Physiol. 1988; 57: 677k-83.

Bompa TO, 1998. " Antrenman Kuramı ve Yönetimi' Kültür Ofset 8, 362,364, 370, 376, 398, 431, 444. Ankara.

Bompa TO. 1994Theory and Methodology of Training. 3. Baskı. Kenda/Hunt Publishing Company. USA.

Bouchard C, Taylor AW, Simaneau J,Dulac S. 1991. Testing anaerobic power and capacity. In: Physiological testing of the high performance athlete. L. MacDouall, H.A Wenger, H. Gren, editörs Human kinetics boks. 2.baskı. champaing IL. 175-221.

Buchheit M. 2012. Repeated-sprint performance in team sport players: associations with measures of aerobic fitness, metabolic control and locomotor function. International journal of sports medicine, 33(3), 230.

Bulbulian R, Jeong J, Murphy M, 1996. Comparison Of Anaerobic Components Of The Wingate And Critical Power Tests İn Males And Females. Medicine and Science in Sports and Exercise, 28: 1336-1341

Çağlar AH, Gökmen A, Erkan U, 1998. Futbolda "40 m Maksimal Mekik Koşusu Testi" ile Anaerobik Performansın Ölçümü. Futbol Bilim ve Teknoloji Dergisi.5(1) : 19-22.

Çakıroğlu Mİ , 1997. Antrenman Teorisi ve Sistematiği. İstanbul.

Can İ, 2009. 16-18 Yaş Grubu Basketbol, Futbol ve Hentbolcularının Aerobik Güç Performanslarının Karşılaştırılması: Deneysel Araştırma KTÜ BESYO, Erişim tarihi 03 Eylül 2015. Erişim adresi, http://www.antrenmanbilimleri.com/dizin.asp?id=43&t=2

Cantroni G, Rodrigues WJ, Hicks JM. 1977. Cerebrospinal Fluid Lactic Acid Level İn Meningitis. Pediatrics 91: 379-381.

Castagna C, Grant A, Dıottavıoı, S. 2005. Competıtıve-Level Dıfferences ın Yo-Yo Intermıttent Recovery and Twelve Mınute Runtest performance ın soccer referees Journal of Strength and Conditioning Research 19 (4), 805-809.

Castagna C, Impellizzeri FM, Chamari K, Carlomagno D, Rampinini E. 2006. Aerobıc Fıtness And Yo-Yo Contınuous And Intermıttent Tests Performances In Soccer Players: Acorrelatıon Study. The Journal of Strength & Conditioning Research,20(2), 320-325.

Chromiak JA, Smedley B, Carpenter W, Brown R, Koh YS, Lamberth JG. 2004. Effect of a 10 week strength training prom and recovery drink on body composition, muscular strength and endurance and anaerobic power and caapacityt. Nutrition. 20(5): 420-27.

Chuman K., Hoshikawa Y, Iida T. & Nishijima T. 2011. Relationships between Yo-Yo intermittent recovery tests and development of aerobic and anaerobic fitness in U-13 and U-17 soccer players. International Journal of Sport and Health Science, 9, 91-97.

Çolakoğlu M. 1995. Dayanıklılık Gelişiminin Metabolik ve Fizyolojik Temelleri, II. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 1(2); 30-41

Cooper K.H, Testing and developing cardiovascular fitness. Exercise, Science and Fitness; 1980

Delextrat A, Cohen D. 2008. Physıologıcal Testing of Basketball Players: Toward a Standart Evaluating of Anaerobic Fitness. J. of Stenght and Conditioning Ass. 22. (4)/10066-1072.

Deste Croıx MBA, Armstrong N, Chıa MYH, Welsman JR, Parong G, Sharrpe P. 2001. Changes in shortterm power output in 10 to12 year old. Journal of sports sciences,19:141-48.

Dotan R, 2006. The Wingate Anaerobic Test's Past and Future and the Compatibility of Mechanically Versus Electro-Magnetically Braked Cycle-Ergometers. Eur J Appl Physiol. (98):113116.

Dupont G, Defontaine M, Bosquet L, Blondel N, Moalla W, & Berthoin S. 2010. Yo-Yo intermittent recovery test versus the Universite de Montreal Track Test: relation with a high-intensity intermittent exercise. Journal of Science and Medicine in Sport, 13(1), 146-150.

Edgerton VR, Roy RR, Gregor RJ, Rugg S. 1986. Human muscle power- Morphological Basis of skeletal muscle Power Output. ĞN: Jones NL, Maccartyney N, Maccomas AJ, Editörs. Human kinetics champaign IL. 43-64.

Eniseler N 1994. Futbolu Etkileyen Fizyolojik Faktörler. Futbol Bilim ve Teknoloji Dergisi.1 (1):10-12.

Erkmen, N, Kaplan T, Taşkın H. 2005. Profesyonel Futbolcuların Hazırlık Sezonu Fiziksel ve Fizyolojik Parametrelerinin Tespiti ve Karşılaştırılması. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 3 (4) 137-144.

Fox E.L 1984. Sports Physiology CBS college publishing printed in Japon.

Gladden LB. 1989. Lactate Uptake By Skelatal Muscle In “Exercise and Sport Science Review” Ed. K.B Pandolf, 115-155.

Green HJ, Hungson RL, Orr GW, And Ranney DA. 1983. Anaerobic threshold, blood lactate, and muscle metaholites in progressive excercise. Journal of Applied Physiology 54: 1032-1038.

Gümüşdağ H, Ünlü C, Çiçek G, Kartal A, Evli F. 2013. The Yo-Yo Intermıttent Recovery Test As An Assessesment Of Aerobıc-Anaerobıc Fıtness And Game-Related Endurance In Soccer.International Journal of Academic Research, 5(3).

Günay M, Tamer K, Cicicoğlu İ. 2006. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçüsü Ders Kitabı. Baran Ofset Gazi Kitapevi.s.24.

Guyton A.C, Hall J.E. 2001. Tıbbi fizyoloji. (Çavuşoğlu H. Çeviri). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri (2006).

Henry RJ. 1968. Clinical Chemistry: Principles and Technics Harper and Row, New-York,.

Hermassi S, Aouadi R, Khalifa R, Tillaar R. VD, Shephard RJ, & Chelly MS. 2015. Relationships Between the Yo-Yo Intermittent Recovery Test and Anaerobic Performance Tests in Adolescent Handball Players.Journal of human kinetics, 45(1), 197-205.

Heyward VH 1991. Advanced fitness & Excercise Prescription. Human Kinetics, Second Edition, USA.

Hoff J, Wisloff U, Engen L.C, Kemi O.J, Helgerud J. 2002. Soccer Specific aerob endurance training Br J Sports Med ; 36: 218-221.

İnal NA. 2004. Futbol'da Eğitim Öğretim, Ankara, 2. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım,15-9.

Inbar O, Bar-Or O. 1986. Anaerobic Characteristics in male childern an adalescent. Medicine and science in sport and exercise.; 18(3): 264-69.

Jacobs I, Tesch PA, Bar- or O, Karlsson, J, Dotan R. Lactate İn Human Skeleta Muscle After 10 and 30 Sof Supramaximal Exercise. J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol. 55, 1983:365-367.

Karakoç B, Akalan C., Alemdaroğlu U, & Arslan E. 2012. The relationship between the yo-yo tests, anaerobic performance and aerobic performance in young soccer players. Journal of human kinetics, 35(1), 81-88.

Karlsson J. Muscle Exercise, Energy Metabolism And Blood Lactate. Adv. Cardiol. 35,1986:35- 46.

Köklü Y, Özkan A, Ersöz G. 2009. Futbolda dayanıklılık performansının değerlendirilmesi ve geliştirilmesi. Celal Bayar Üniversitesi BESBD, 4(3):142-50.

Komi PV, Rusko H, Vos J, Vihko V. 1977. Anaerobic performance capacity in athletes. Acha Physiol scand. 100:107-14.

Koşar NŞ, Hazır T. 1994. Wingate Anaerobik Güç Testinin Güvenirliği. Hacettepe Üniversitesi. Ankara. Spor Bilimlerin Dergisi, 7 (4): 21-30;

Krustrup P, Bangsbo J. 2001. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. Journal of sports sciences, 19(11), 881-891.

Krustrup P, Mohr M, Nybo L, Jensen JM, Nielsen JJ, Bangsbo J. 2006. The Yo-Yo IR2 Test: Physiological response, reliability and application to elite soccer. Med Sci Sport Exer, 38: 1666–1673.

Krustrup P, Mohr M, Nybo L, Majgaard J.J, Nıelsen J.J, Bangsbo J. 2006. The Yo-Yo IR2 Test: Physiological Response Reliability and application to elite soccer. American Collegeof sports Medicine.

Krustrup P, Mohr M, Steensberg A, Bancke J, Kjaer M and Bangsbo J. 2006. Muscle and blood Metabolites during soccer game: implications for sprint performence Med. Sci Sports Exerc. 38: 1165-1174.

Kunter E, 1997. Futbolda Süratin Teoriği ve Pratiği Bağırkan Yayınevi. Ankara.

Kurustrup P, Mohr M, Amstrup T, Torben R, Johansen J. Steensberg A, Preben K.P and Bangsbo J. 2003. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physilogical Response, Reliability and Validity Medıcıne & Scıence In Sports & Exercıse.

Luebbers PE, Potteiger JA, Hulver MW, Thyfault JP, Carper MJ, Lockwood RH. s. 2003. Effects of plometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. J Strength Cond Re 17(4): 704-09.

Makrides L, Heigenhauser GJF, McCartney N, Jones NL. 1985. Maximal short term exercise capacity in healthy subjects aged 15-70 years. Clinical science; 69: 197-205.

Marsh, GD, Paterson, DH, Govindasamy, D ve Cunningham, DA. 1999. Anaerobic Power of the Arms Legs of Young and Older Men. Experimental Physiol. 84: 589-97.

Martın RJF, Dore E, Hautıer CA, Van Praagh E, Bedu M. 2003. Short term peak power cahnges in adolescents of similar of similar anthtropetric characristics. Med sci sports exerc. 35(8): 1436-440.

Mcardle WB, Katch VL 2001. Exercise Physiology- Energy, Nutrition and Human Performance Lippincott: Williams and Wilkins.

McManus AM, Armstrong N, Williams CA. 1997. Effecct of training on the anaerobic power and anaerobic performance of prepubertaj girls. Acta Paediatr,; 86: 456-59.

Medbo JI, Burgers S. 1990. Effect of trainingon the anaerobic Capacity. Med Sci SPORTS Exerc.22(4): 501-07.

Metaxas TN. Koutlıanos T. Sedelıdes and E. Kouıdı. 2001. Evaluation of the level of aerobic capacity in pubertal soccer players in the field test. Health Sport Perform. 4:316–322.

Morehouse E, Miller T. 1973. Egzersiz Fizyolojisi (Çeviren Akgün, N) 6. Baskı, Ege üniversitesi Matbaası, Bornova.

Noyan A. 1989. Fizyoloji Ders Kitabı, 6. Baskı, Meteksan A.Ş, İstanbul.

Petra M.L, Herbert B.M, Neuh M. 2001. Effeccts of Fat Mass and Body Fat Distribution on Resting Metabolic Rate in the Elderly. Metabolism, (50) 8,972-975.

Prampero PE. The Anaerobic Threshold Concept: A Critical Evaluation Adv. Cardiol. 35,1986:24-34.

Rampinini E, Sassi A, Azzalin A, Castagna C, Menaspà P, Carlomagno D, & Impellizzeri FM. 2010. Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. European Journal of Applied Physiology, 108(2), 401-409.

Reilly T, White C. 2004 Small-sided games as an alternative to interval training for soccer players. J. Sports Sci, 22: 559.

Rodgers C. 1990. Excercise Physiology Labarotory Manuel Wm C: Brown Puplishers.

Rösch D, Hodgson R, Peterson L, Baumann TG, Junge A, Chomiak J, Dvorak J. 2000. Assessment and Avaluation of Footboll Performance. The American Journal of Sports Medicine. 28(5):29-39.

Şahin HM. 2004. Beden Eğitimi VE Sporda Temel Kavramlar Sözlüğü. Ankara. Nobel Basım Evi ss.179.

Scott CB, Roby FB, Lohman TG, Bunt JC. 991. The Maximally Accumulated Oxygen Deficit As An İndicator Of Anaerobic Capacity. Med Sci Sports Exerc. 23,5,1: 618-624.

Sevim Y. 1993. Antrenman Bilgisi. Gazi Büro Kitapevi Ankara.

Sharky JB. 1986. Coaches Guide To Sport Physiology, Human Kinetics Publisher, Inc, Champaing, Illınois S.36-38.75.81.87.100.

Svensson B, 2004. .Drust Testing soccer players. Journal of Sports Sciences, 23:6, 601-618.

Taşkın H, 2009. Effect of Circuit training on the Sprint-Agility and Anaerobic Endurance. Journal of Strengeth and Conditional Assontion..

Tharp GA, Newhouse RK, Uffelman L, Thorland WG, Johnson GO. 1985. Comparison Of Sprint And Run Time With Performance On The Wingate Anaerobic Test. Res. Q. Exerc. Sport. 56, :73-76.

Thomas A, Dawson B, Goodman C. 2006. The yo-yo test: reliability and association with a 20-m shuttle run and VO (2max). International Journal of Sports Physiology and Performance, 1(2), 137.

Tomlin DL, Wenger HA. 2001. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. Sports Medicine, 31(1), 1-11.

Vandewalle H, Peres G. ve Monod H,1987. Standard Anaerobic Exercise Tests. Sports Med. 4(4), 268-89.

Welsman JR, Armstrong N, Kirby BJ, Winsley RJ, Parson G, Sharpe P, 1977.Exercise performance and magnetic resonance İmaging-determined high muscle volüme in childern. Eur J Appl Physiol.; 76: 92-97.

Yıldız S, 2012. Aerobik ve Anerobik Kapasitenin Anlamı Nedir? İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı.

Young WB, Newton RU, Doyle TL. A, Chapman D, Cormack, S, Stewart C, & Dawson B. 2005. Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian Rules football: a case study. Journal of Science and Medicine in Sport, 8(3), 333-345.

EK-B: Gönüllü Onam Formu

AYDINLATILMIŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Ahmet SANİOĞLU'NU'nun yürütücüsü, Cemalettin BUDAK'ın yardımcı yürütücüsü olduğu "**$MAXVO_2$ Düzeyinin Anaerobik Dayanıklılık Üzerine Etkisi**" adlı bu araştırmayla ilgili bana araştırmacılar tarafından ayrıntılı bilgi aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya katılımcı olarak davet edildim.

Araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında büyük özen ve saygıyla yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında araştırmadan çekilme hakkımın olduğunu biliyorum. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağının bilincindeyim. Ayrıca, araştırmacılar tarafından da araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum ve bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunuyla karşılaşırsam herhangi bir saatte, hangi araştırıcıyı, hangi telefon ve adresten arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde katılımcı olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti gönüllü olarak kabul ediyorum.

Bu metnin imzalı bir kopyası bana verilecektir.

KATILIMCI

Adı, Soyadı:

Tel :

İmza :

KATILIMCI İLE GÖRÜŞEN ARAŞTIRMACI

Adı, Soyadı : Yr.Doç.Dr. Ahmet SANİOĞLU

Tel: 0332 22334784

İmza

8. ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Ağrı'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ağrı Merkezde tamamladıktan sonra, 1998 yılında İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümünü kazandı. İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümünden 2002 yılında mezun oldu ve 2014 yılında Selçuk Üniversitesinde Spor Bilimler Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2. Kademe Kayak Antrenörlüğü, 1. Kademe Badminton Yardımcı Antrenörlük Belgesi, Kayak (Eski milli sporcu) sporunda birçok ulusal ve uluslararası yarışmalara katılmış ve halen aktif olarak gönüllü sporcu yetiştirmekte, ayrıca evli olup 2 erkek çocuğu bulunmaktadır.