



**T.C.
SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKSİMAL AEROBİK HIZIN BELİRLENMESİNDE
KULLANILAN FARKLI YÖNTEMLERİN
GEÇERLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

ABDULKERİM DARENDELİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR
ANABİLİM DALI**

SIVAS-2019

**T.C.
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKSİMAL AEROBİK HIZIN BELİRLENMESİNDE
KULLANILAN FARKLI YÖNTEMLERİN
GEÇERLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

ABDULKERİM DARENDELİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR
ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. MUTLU CUĞ**

SİVAS-2019

“Maksimal Aerobik Hızın Belirlenmesinde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Geçerliliğinin Araştırılması” adlı Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kalavuzuna uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan	Doç Dr. Mergül Çolak	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Gürkan Diker	
Üye (Danışman)	Doç Dr. Mutlu Cuğ	

ONAY

Bu tez çalışması, 23.05.2019 Tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Zübeyda AKIN POLAT
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRÜ

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 18.02.2015 tarihli ve 4/4 sayılı kararı ile kabul edilen Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna göre hazırlanmıştır.

ÖZET

MAKSİMAL AEROBİK HIZIN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN FARKLI YÖNTEMLERİN GEÇERLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Abdulkerim Darendeli
Yüksek Lisans Tezi
Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Mutlu Cuğ
2019, 119 sayfa

Bu çalışma maksimal aerobik hızın (MAH) belirlenmesinde kullanılabilecek farklı yöntemlerin iyi antrenmanlı amatör futbolcularda geçerliliğini araştırmayı ve çıktılarını modellemeyi amaçlamıştır.

Katılımcılar aktif olarak spor yapan (en az 3 yıllık futbol antrenman geçmişine sahip) 18 amatör erkek futbolcudan (yaş: 18.3 ± 0.5 , boy uzunluğu: 177.7 ± 6.4 cm, kilo: 70.4 ± 8.5 kg ve BKİ: 22.3 ± 1.9) oluşmuştur. Grup en az 72 saat aralıklarla, test gününe en az 24 saat kala zorlayıcı egzersize ya da bir eyleme dâhil olmadan, randomize sıralanmış dört ayrı test periyoduna (Yoyo IR1, 20-MKT, 5 dakika ve Universite de Montreal track test (UMTT)) katılmıştır. Yoyo IR1 ve 20-MKT testleri tamamlandığında ulaşılan son hız; 5 dakika ve 1200m testlerinde görülen ortalama hız kişinin MAH değeri kabul edildiğinde ve önceki çalışmalarda önerilen eşitlik modelleri kullanılıp MAH tahmin edildiğinde, UMTT den alınan MAH değerleri ile ilişkileri ve ortalamalar arasındaki farkın anlamlılığı incelenmiştir. İstatistiksel analizlerde alfa 0.05 olarak alınmıştır. Değişkenlerin homojenitesi ve normal dağılımları kontrol edilmiş, tanımlayıcı istatistik bilgileri verilmiştir. İkili ve üzeri karşılaştırmalarda sırasıyla Paired Samples t Test ve Repeated Measures ANOVA kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişki Pearson's r ile test edilmiştir. Testlerin sonuçları kullanarak UMTT MAH değerinin tahmin edilebilmesi için çoklu regresyon analizi kullanılarak eşitlik modelleri üretilmiştir.

UMTT ile Yoyo IR1, 20-MKT, 5 dakika MAH yönünden ikili karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$), ortalama fark sırasıyla 1.4, 2.1, 0.6 dır (sırasıyla $r = 0.68, 0.70, 0.52$; $p < 0.05$). UMTT

ile 1200m MAH arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür ($p>0.05$) ve ortalama fark sadece 0.4 tür ($r=0.51$, $p<0.05$). UMTT ile önceden yapılan çalışmaların önerdiği eşitliklerden çıkartılan MAH değerleri ikili karşılaştırıldığında fark anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Yoyo IR1 sonuçları kullanılarak belirlenen eşitlik asıl değeri istatistiksel olarak anlamlı öngörülebilmektedir ($F(3,14) = 11.639$, $p<0.05$, $R^2 = .714$) ve $R = 0.845$, tahminin seviyesinin iyi olduğunu göstermektedir. 20-MKT ve 5 dakika test sonuçları kullanıldığında belirlenen eşitlik MAH değerini istatistiksel olarak anlamlı öngörülebilmektedir ($p<0.05$, $R^2 = 0.499$, $R^2=0.479$ sırasıyla).

Yoyo IR1, 20-MKT, 5dk testi kullanılarak MAH değeri tahmin edilmek istenildiğinde, bu testlerin MAH_{umtt} den farklı sonuçlar verdiği görülmektedir. 1200m testi kullanıldığında ise MAH_{umtt} e benzer sonuçlar alınmaktadır. Bulgular ışığında, amatör erkek futbolcularda MAH değerinin ortalama 15.3 km/sa olduğu görülmüştür. Çalışmamız, farklı seviye ya da branşlardaki katılımcılar üzerinde yapılmış önceki çalışmalardan üretilen MAH öngörme eşitliklerinin bizim grubumuz üzerinde kullanıldığında, asıl MAH değerinden farklı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Model 1, Yoyo IR1 sonuçlarını kullanarak MAH değerini oldukça iyi açıklarken 20-MKT ve 5dk testleri için çıkartılan eşitliklerin tahmin gücü daha düşüktür. Bu nedenle futbolcularda MAH belirlenmek istenildiğinde Yoyo IR1 modelinin kullanılması önerilebilir. Gelecek çalışmalar bu çalışmanın hipotezini altın standart yöntem (metabolik kart, gaz analizörü) ile de sorgulamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Maksimal Aerobik Hız, Futbol, Yüksek Şiddetli Egzersiz, Oksijen Tüketimi, Universite de Montreal Track Test, Bireysel Antrenman Şiddeti

ABSTRACT

DIFFERENT MODALITIES TO PREDICT MAXIMAL AEROBIC SPEED: STUDY OF VALIDITY

Abdulkerim Darendeli
Master's Degree Thesis
Department of Physical Education and Sports
Supervisor: Dr. Mutlu Cuğ
2019, 119 pages

In this study, it was aimed to examine the validity of different modalities that can be used to detect maximal aerobic speed (MAS) in well trained amateur soccer players and to model the outputs.

18 amateur male soccer player with at least 3 years of exercise background constituted the sample (age: 18.3 ± 0.5 , stature: 177.7 ± 6.4 cm, weight: 70.4 ± 8.5 kg and Body mass index: 22.3 ± 1.9). Players attended four different randomly assigned testing sessions, at least 72 h apart between two sessions, without being involved in any exhausting exercises 24 h prior to the test (Yoyo IR1, 20m shuttle test (20-MST), 5 minutes Time Trial (5min TT) and Universite de Montreal track test (UMTT)). The significance of the difference and the relationship between values of UMTT MAS and estimated MAS values from Yoyo IR1 and 20-MST final speed, 5 min TT and 1200m tests mean speed, and from the equations that was suggested in former studies were examined. Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics. The significance level was set at 0.05. Homogeneity and distribution of the variables were checked and descriptive statistical informations were provided. While comparing two and more variables, respectively Paired Samples t Test and Repeated Measures ANOVA were used. The correlation between the variables were tested using Pearson's r test. Multiple regression analysis was used to extract equation models by using test results to estimate UMTT MAS value.

There was a significant difference in MAS, when UMTT was compared to Yoyo IR1, 20-MST, 5 min test ($p < 0.05$), and the raw difference was 1.4, 2.1, 0.6. ($r = 0.68, 0.70, 0.52$ respectively; $p < 0.05$). However there was no significant difference in

MAS between UMTT and 1200m test ($p > 0.05$), the raw difference was only 0.4 ($r = 0.51$, $p < 0.05$). There was also statistically significant difference in MAS, when UMTT was compared to the equations that's been suggested for MAS prediction ($p < 0.05$). The equation that we created using Yoyo IR1 results predicted MAS statistically significantly ($F(3,14) = 11.639$, $p < 0.05$, $R^2 = .714$), and $R = 0.845$ value was a good indicator of strong prediction. The equations extracted using 20-MST and 5 min results separately predicted MAS statistically significantly ($p < 0.05$, $R^2 = 0.499$, $R^2 = 0.479$ respectively).

When one of Yoyo IR1, 20-MST or 5min test is used to predict MAS, raw results were different than MAS_{umtt} . However, 1200m test results were similar to MAS_{umtt} . Based on the present findings, we concluded that amateur soccer players have MAS value of 15.3 km/hr (mean). Present study also concluded that the equation models that's been suggested for MAS prediction in diversity of different samples do not predict the MAS value accurately when applied to our sample. While the model 1 predicts the MAS relatively well using Yoyo IR1 results, the models that uses 20-MST and 5min results predict MAS moderately well. Therefore, the authors of the study suggest using Yoyo IR1 model to predict MAS in soccer players. Future studies should examine the hypothesis of the present study via gold standard modalities (metabolic cart, breath analysis device).

Keywords: Maximal Aerobic Speed, Football, High Intensity Exercise, Oxygen Consumption, Universite de Montreal Track Test, Individual Training Intensity

TEŞEKKÜR

Bilgi, eleştiri ve teknik anlamda destekleri ile tez çalışmamın her noktasında desteği olan, çalışmanın öncesinden başlayarak her anlamda danıştığım, lisans eğitimimde de çalışma alanımı belirlemede ilham aldığım Doç. Dr. Mutlu Cuğ' a teşekkür ederim.

Tezin laboratuvar kullanımı, çalışma grubunun ve çeşitli laboratuvar aletlerinin sağlanmasında önemli katkıları ile bunun yanında farklı açılardan tezin Őekillenmesinde ve alanda gelişimimde ciddi destekleri olan Dr. Öğr. Üyesi Gürkan Diker' e teşekkür ederim.

alışmalarını sürekli takip ettiğim ve bu tezin yapısının ve konusunun Őekillenmesinde ilham aldığım Owen Walker (MS) ' a teşekkür etmek isterim.

Ayrıca çalışmada yer alan Demir Spor Futbol Kulübü oyuncularına ve değerli antrenörler Samet Yıldırım ve Ali Genç' e katılım ve sabırları dolayısı ile teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	i
ONAY	Error! Bookmark not defined.
YÖNERGE.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar/ ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
KISALTMALAR/SİMGELER	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problemin Tanımı ve Önemi.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	4
1.3. Alt Problemler.....	4
1.4. Sınırlılıklar	5
2. GENEL BİLGİLER	7
2.1. Maksimal Oksijen Tüketimi	7
2.1.1. VO _{2maks} ve Performans Arasındaki İlişki.....	8
2.2. Geçmişten Bu Güne Aerobik Antrenman	9
2.3. Futbolcularda Enerji Sistemleri Kullanımı ve Fizyolojik Talepler	11
2.3.1. Aerobik Sistemin Önemi	13
2.3.2. Fizyolojik Talepler	14
2.4. Maksimal Aerobik Hız	15
2.4.1. Antrenmanın MAH Üzerine Etkileri	32
2.5. Maksimal Aerobik Hız Antrenman Metotları	36
2.5.1. Maksimal Aerobik “Grids” Yöntemi.....	36
2.5.2. Supramaksimal Eurofit Yöntemi	37
2.5.3. Tabata Yöntemi.....	38
2.6. Yorgunluk Zamanı	39
2.7. Anaerobik Hız Rezervi.....	41

3. GEREÇ VE YÖNTEM	43
3.1. Araştırma Tipi	43
3.2. Araştırma Grubu	43
3.3. Veri Toplama Araçları	44
3.3.1. Antropometrik Ölçüm Araçları	44
3.3.2. Koşu Bandı	44
3.3.3. Gaz Analizörü	45
3.3.4. Polar Team Pro Kalp Atım Cihazı	46
3.3.5. Borg Skalası	47
3.3.6. Yoyo IR1 ve 20m Mekik Testleri Ölçüm Araçları	48
3.4. Verilerin Toplanması	49
3.4.1. Araştırma Planı	50
3.4.2. Antropometrik Ölçümler	52
3.4.3. VO _{2maks} Testi	52
3.4.4. Yoyo IR1 Testi	53
3.4.5. 20m Mekik Testi	54
3.4.6. 5 dakika Zaman - Mesafe Testi	55
3.4.7. 1200m Testi	56
3.4.8. Universite de Montreal Track Test (UMTT)	57
3.4.9. Yoyo _{kuipers-mah} Eşitliği	58
3.4.10. Yoyo _{heaney-mah} Eşitliği	59
3.4.11. 20m _{berthoin-mah} Eşitliği	59
3.4.12. 1200m _{bellenger-mah} Eşitliği	60
3.5. Verilerin Analizi	60
3.6. Araştırmanın Etik Yönü	61
4. BULGULAR	62
5. TARTIŞMA	80
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	87
KAYNAKLAR	88
Ek 1- Özgeçmiş	97
Ek 2- Bilgilendirilmiş Olur Formu	99
Ek 3- Etik Kurul Onayı	101

TABLolar/ ŞEKİLLER DİZİNİ	Sayfa No
Şekil 2.1. Aerobik antrenman bölgeleri	10
Şekil 2.2. Egzersiz Şiddetine göre kas lifi gerekliliği	13
Şekil 2.3. Maksimal aerobik hız ile 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 ve 2200 m ortalama hızları arasındaki uyum	26
Şekil 2.4. UNCa testi uygulama alanı	31
Şekil 2.5. Her grup için uzun kenarı %100, kısa kenarı %70 MAH değerine göre ayarlanan dikdörtgen alandan oluşan maksimal aerobik grid yöntemi	37
Şekil 2.6. Her sporcu için MAH değerlerinin %120 sine denk gelen alanı 15 saniyelik sürede tamamlanması Şeklinde kurulan supramaksimal eurofit yöntemini temsil etmektedir.	38
Şekil 2.7. Modifiye edilmiş Tabata protokolü.	39
Şekil 2.8. MAH değerinin %100 ve %120 sinde ortalama yorgunluk zamanı değerleri arasındaki ilişki	40
Şekil 2.9. Maksimal aerobik hız değerleri 18km/sa ve maksimal sprint hızları farklı olan A ve B sporcularını tasvir etmektedir.	41
Şekil 3.1. Skylife GX-3400 model koşu bandı	44
Şekil 3.2. PNOĒ marka solunum/gaz analizörü (Palo Alto, California)	46
Şekil 3.3. Polar Team Pro 2 kalp atım hızı cihazı (Polar, USA)	47
Şekil 3.4. Borg AZD skalası (Borg, 1998; revize edilmiştir)	48
Şekil 3.5. Araştırma uygulama planı. X,Y,Z,A test günlerini temsil etmektedir, test periyotları rastgele atanmıştır.	51
Şekil 3.6. Yoyo IR1 test düzeni (Bangsbo, 2008; görsel, bu çalışma referans alınarak sonradan hazırlanmıştır)	53
Şekil 3.7. 20m mekik koşusu test düzeni	54

Şekil 3.8. Universite de Montreal Track Test düzeni. 400 m alan 25 m lik alt mesafelere bölünmüş, koniler kullanılarak işaretlenmiştir. Her ses sinyalinde sıradaki koniye ulaşılmalı ya da en az 2 metre uzağında bulunulmalıdır. (Leger, 1980; Bellenger, 2015; görsel, belirtilen çalışmalar referans alınarak sonradan hazırlanmıştır)	57
Şekil 4.1. Katılımcı VO_{2maks} eşitlik sonuçları grafiği	72
Şekil 4.2. 9 Farklı yöntemin MAH ortalama değerleri	72
Şekil 4.3. Testlerden ve eşitliklerden alınan MAH ortalama değerleri	79
Tablo 2.1. Bazı orjinal MAH alan testleri geçerlilik çalışmaları ve ulaşılan son hızın MAH kabul edildiği araştırmalar ile çalışmalarda kullanılan protokollerin özellikleri.	34
Tablo 3.1. Araştırma periyotlama planı	50

ÇİZELGELER DİZİNİ	Sayfa No
Çizelge 4.1. Çalışma örnekleminin yaş, boy, kilo ve BKİ özellikleri	62
Çizelge 4.2. Test periyotları sıcaklık, nem verileri ortalamaları	62
Çizelge 4.3. Yoyo IR1 testi son ulaşılan hız değerleri (MAH kabul edildiğinde), alınan mesafe, test süresi, maksimal kalp atım hızı ve öngörülen VO_{2maks} verileri	63
Çizelge 4.4. 20-MKT ulaşılan nihai hız değerleri (MAH kabul edildiğinde), alınan mesafe, test süresi, maksimal kalp atım hızı ve öngörülen VO_{2maks} verileri	63
Çizelge 4.5. 5dk ve 1200m test sonuçlarına göre MAH, alınan mesafe, test süresi, ve 5 dk testi öngörülen VO_{2maks} verileri	64
Çizelge 4.6. MAH_{umtt} , alınan mesafe, test süresi, maksimal kalp atım hızı ve öngörülen VO_{2maks} verileri	65
Çizelge 4.7. MAH değerleri yönünden UMTT ve Yoyo test ortalamaları arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri	66
Çizelge 4.8. MAH değerleri yönünden UMTT ve 20-MKT ortalamaları arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri	66
Çizelge 4.9. MAH değerleri yönünden UMTT ve 5dk testi ortalamaları arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri	67
Çizelge 4.10. MAH değerleri yönünden UMTT ve 1200m testi ortalamaları arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri	67
Çizelge 4.11. $Yoyo_{heaney-mah}$ ve MAH_{umtt} ortalama değerleri arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri	68

Çizelge 4.12. Yoyo _{kuiipers-mah} ve MAH _{umtt} ortalama değerleri arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler	69
Çizelge 4.13. 20m _{berthoin-mah} ve MAH _{umtt} ortalama değerleri arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler	69
Çizelge 4.14. 1200m _{bellenger-mah} ve MAH _{umtt} ortalama değerleri arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler	70
Çizelge 4.15. Testlerin öngördüğü VO _{2maks} değerleri için tanımlayıcı istatistik verileri	70
Çizelge 4.16. VO _{2maks} eşitlik sonuçları arasında ortalama fark, standart hata ve önemlilik ve değişim katsayısı değerleri verileri	71
Çizelge 4.17. MKH değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri	73
Çizelge 4.18. MKH değerleri ortalamalar arasındaki farkın anlamlılığı verileri	73
Çizelge 4.19. Kat edilen mesafe ortalama, standart sapma verileri	73
Çizelge 4.20. Geçirilen süre ortalama, standart sapma verileri	74
Çizelge 4.21. BKİ, Yoyo kat edilen mesafe ve Yoyo geçirilen süre bağımsız değişkenleri ve bağımlı değişken MAH _{umtt} model özeti	75
Çizelge 4.22. Bağımlı değişken MAH _{umtt} katsayıları	75
Çizelge 4.23. BKİ, 20-MKT kat edilen mesafe ve 20-MKT geçirilen süre bağımsız değişkenleri ve bağımlı değişken MAH _{umtt} model özeti	77
Çizelge 4.24. Bağımlı değişken MAH _{umtt} katsayıları	77
Çizelge 4.25. BKİ, 5dk testi kat edilen mesafe ve MAH _{5dk} bağımsız değişkenleri ve bağımlı değişken MAH _{umtt} model özeti	78
Çizelge 4.26. Bağımlı değişken MAH _{umtt} katsayıları	78
Çizelge 4.27. MAH _{umtt} ve eşitlikler için tanımlayıcı istatistik verileri	78

KISALTMALAR/SİMGELER

1200m_{bellenger-mah}	Bellenger maksimal aerobik hız eşitliği
20-MKT	20 metre mekik koşusu testi
20m_{berthoin-mah}	Berthoin maksimal aerobik hız eşitliği
AAM	Artan aralıklı maksimum
AHR	Anaerobik hız rezervi
ACSM	American College of Sports Medicine
ATP	Adenozin trifosfat
AZD	Algılanan zorluk derecesi
BKİ	Beden kitle indeksi
bpm	Dakikada kalp atımı
CHO	Karbonhidrat
CP	Kreatin fosfat
CI	Confidence Interval
CV	Coefficient of Variation
DAM	Devam eden artan maksimum
DM	Devamlı maksimum
Hz	Saniye başına devir sayısı Hertz
MAH	Maksimal aerobik hız
MAH_{1200m}	1200m testi maksimal aerobik hız değeri
MAH_{20-MKT}	20m mekik testi maksimal aerobik hız değeri

MAH_{5dk}	5 dakika testi maksimal aerobik hız değeri
MAH_{yoyo}	Yoyo IR1 testi maksimal aerobik hız değeri
MAH_{umtt}	UMTT maksimal aerobik hız değeri
MAAM	Mekik artan aralıklı maksimum
MAM	Mekik artan maksimum
MKH	Maksimal kalp atım hızı
O₂	Oksijen
Ort	Ortalama
r	Korelasyon katsayısı
SD	Standart sapma
UMTT	Universite de Montreal Track Test
UNCa	Ulusal Catamarca Üniversitesi
V	Hız
VO₂	Oksijen tüketimi
VO_{2maks}	Maksimum oksijen tüketim kapasitesi
₅VO_{2maks}	5 dakika testi VO _{2maks} tahmin değeri
Yoyo IR1	Yoyo Intermittent Recovery Test
Yoyo_{heaney-mah}	Heaney maksimal aerobik hız eşitliği
Yoyo_{kuipers-mah}	Kuipers maksimal aerobik hız eşitliği
YZ	Yorgunluk zamanı

1. GİRİŞ

1.1. Problemin Tanımı ve Önemi

Maksimal aerobik hız (MAH) Volkov ve ark. (1975) tarafından VO_{2maks} (maksimum oksijen tüketim kapasitesi) ortaya çıkaran en düşük koşu hızı, “kritik hız” olarak tanımlanmıştır. Daha da öncesinde Hill ve Lupton (1923) VO_{2maks} ile ilişkili hızı işlemiştir. VO_{2maks} kalp-damar ve solunum sistemleri kapasitelerini en iyi tanımlayan fizyolojik değişken olarak kabul edilmiş olsa da MAH, aerobik taleplerin değerlendirilmesinde ve koşu performansı sırasındaki yeterlilikte pratik bir değerlendirme aracı olarak görülmektedir. Bu yönüyle sporcu, antrenör ve araştırmacılar için önemli bir araç olmasının yanında indirekt yöntemlerle tespit edilebilmesi yönüyle de kolaylık sağlamaktadır.

VO_{2maks} ın ortaya çıktığı en düşük koşu hızı (MAH) değerinin birden fazla yöntemle ölçülüp sonuçlarının değerlendirildiği çalışmalar; beden eğitimi ve spor bölümü üniversite öğrencilerinde (Berthoin, 1994; 1996), çeşitli fiziksel seviyelerdeki bireylerde (Leger, 1980; Berthon, 1997; Flouris, 2004; Cappa, 2014), iyi antrenmanlı üst düzey yüzücülerde (Renoux, 2001; Sousa, 2014), 6-11 yaşlarında kız ve erkek çocuklarda (Baquet, 1999), elit-altı erkek koşucularında (Renoux, 2000; Souza, 2014; Damasceno, 2018), kadın netbol oyuncularında (Heaney, 2009), profesyonel rugby oyuncularında (Swaby, 2016), erkek ve kadın orta mesafe koşucularında (Lacour, 1989), elit düzey kadın koşucularında (Daniels, 1984), elit düzey erkek koşucularında (Billat, 1995), erkek orta mesafe koşucularında (Lacour, 1990), branş yönünden heterojen iyi antrenmanlı koşucularında (Lacour, 1991), iyi antrenmanlı uzun mesafe koşucularında (Billat, 1996b), Avustralya futbolu oyuncularında (Bellenger, 2015; Lorenzen, 2009) yapılmıştır. Futbolda antrenman şiddeti belirlenirken birçok çalıştırıcının başvurduğu MAH protokolleri farklı örneklemelerden türetilen sonuçları taşımaktadır ve bu araçların futbolcularda gerçek MAH değeri verip vermediği açık değildir.

MAH, alan sporları için koşu temelli testler kullanılarak belirlenebilmektedir. Alan testlerinin bazıları devamlı, bazıları aralıklıdır; bazıları düz koşu olarak devam ederken bazıları mekik şeklindedir; bazıları artarak devam ederken bazıları sabit

hızda sürdürülmektedir. Bu nedenle spesifik spor dallarında kullanılacak testlerin bu branşa uygunluğu ve alınan sonuçların doğruluğu sorgulanmalıdır. Yapılan bu çalışma ile futbolcularda MAH değerinin hangi yöntem/yöntemler ile geçerliliği ve güvenilirliği kabul edilmiş Universite de Montreal Track Test (UMTT) sonuçlarına en yakın değerler gösterdiği araştırılmıştır. Asıl MAH değerinin elde edildiği 400 metre atletizm koşu alanında yapılan UMTT protokolünün işaret ettiği değerlerden anlamlı farklılık gösteren protokol ve testler için eşitlik üretilerek bu araçlar futbolcularda MAH değerinin belirlenmesinde kullanılabilir. Bu çalışmanın sonuçları ve üretilen eşitlikler, MAH değerinin ölçme ve değerlendirilmesinde araştırmacı, antrenör ve sporcular için pratik araç ve bilgi sağlayacaktır.

Bu çalışmada 20 metre mekik koşusu testi için hipotez; Bertoin ve ark. (1994) tarafından yapılan koşu bandı ve 20 metre mekik testinin karşılaştırıldığı çalışmada iki yöntem arasında MAH yönünden fark olmadığı bildirilmişti fakat bu çalışmada kullanılan koşu bandı protokolünün %3 eğimle yapılmasının MAH sonuçlarını etkilemiş olabileceği düşünülebilir. Bunun yanında Baquet ve ark. (1999) UMTT ile 20 metre mekik testini karşılaştırdığı çalışmada MAH yönünden hafif ama anlamlı fark olduğunu işaret etmişti fakat bu çalışmanın 6-11 yaşındaki kız ve erkek çocuklarda yapıldığı göz önünde bulundurulmalıdır. Dahası 20m testi ile elde edilen MAH değerleri, elit erkek ve kadın orta mesafe koşucuların koşu performansını öngörebilmekteydi (Lacour, 1989). Buradan yola çıkarak 20 metre mekik koşusu testinin asıl MAH değerinden farklı çıkmayacağı düşünülebilir. Fakat futbolun oyun yapısı düşünüldüğünde mekik yapılı testlerde futbolcuların daha iyi skorlar elde edebileceği ve 20 metre mekik testi MAH değerlerinin asıl MAH değerinden yüzdesel olarak farklı olabileceği (fark anlamlı ya da değil) düşünülmektedir.

Yoyo IR1 testi sonuçları üzerine hipotez; Heaney ve ark. (2009) kadın netbol oyuncularında direkt yöntemin yanında yoyo testini kullanarak MAH değerleri yönünden uyumlarını araştırmıştır. Araştırmacılar çalışmada sonuç olarak yoyo testinin asıl MAH değerinin üzerinde sonuç verdiğini belirterek eşitlik vermiştir. Burada örneklemin etkisi bir kenara alınıp bakıldığında, futbolcularda bu testin MAH değerlerinin asıl değerlerin üzerinde çıkacağı düşünülmektedir. Yoyo testi hem mekik yapılı bir test olması hem de aralıklı bir egzersiz olması yönleriyle futbol

oyununa oldukça yakın bir yapıdadır. Bu durum futbolcularda elde edilecek yoyo testi MAH değerlerinin UMTT den çıkarılacak MAH değerinden yüksek olabileceği düşüncesini oluşturabilir.

5 dakika koşusu alan testi için hipotez şu şekildedir; Berthon ve ark. (1997) koşu bandı, 5 dakika ve UMTT testlerini random şekilde uygulamıştır. 5 dakika testi MAH ve UMTT MAH değerleri koşu bandı testi MAH değerlerinden anlamlı derecede büyük olduğu görülmüştür. Çalışmanın örnekleminin çeşitli fiziksel seviyedeki erkek katılımcılar olması grubu heterojen bir yapıya dönüştürdüğünden futbolcularda da benzer sonuçlar beklenebilir. Fakat 5 dakika testinde maksimal performans sağlanabilmesi için optimal, sürekli bir hızın test boyunca sürdürülmesi gerektiği unutulmamalıdır öyle ki bu durum futbolun yapısına yabancıdır. Buradan çıkarılacak sonuçlara göre 5 dakika testinden çıkarılacak MAH değeri asıl değer üzerinde ya da benzer bir değerde olabileceği düşünülebilir.

1200m koşusu testi üzerine hipotez; Bellenger ve ark. (2015) 28 Avustralya futbolu oyuncusundan oluşan grubun yarısında 1200, 1600 ve 2000 m diğer yarısında 1400, 1800 and 2200 m zaman-mesafe testlerini uygulamış ve iki alt grup da UMTT (Leger ve Boucher, 1980) testine dâhil olmuştur. Araştırmanın sonucunda 1200 ve 1400 m mesafelerinde ortalama koşu hızlarının UMTT MAH değerinden büyük olduğu görülmüştür. UMTT testi gerçek değeri kesin olarak vermese de asıl protokole yakın yanıtlar verdiği için ve grubun futbol grubuna benzer bir yapıda olduğundan bu araştırmada da sonuçların benzer olacağı tahmin edilebilir. Bir diğer çalışmada da 1200m testi kullanarak MAH değerini öngören Swaby ve ark. (2016) 14 profesyonel rugby oyuncusu üzerinde MAH ile maç esnasında kat edilen mesafe arasında ilişki olup olmadığını incelemiştir. Bu durum araştırmacıların 1200 metre MAH sonuçlarını doğru olarak kabul ettiğini gösterse de durumun sorgulanmaya açık olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bir diğer hipotez yapı olarak; devam eden, artan, maksimum (DAM), mekik, artan, aralıklı, maksimum (MAAM), mekik, artan, maksimum (MAM), devamlı, maksimum (DM) şeklinde sınıflandırdığımız birbirinden farklı olan testlerinin futbolcularda farklı sonuçlar alabileceği düşüncesi yönündedir. Ayrıca literatürün kullanılmasını önerdiği ve asıl değere yakın olduğunu

belirttiği eşitliklerin bu çalışmanın asıl MAH değerleri (UMTT) ile benzer olacağı öngörülmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Literatürün gösterdiği üzere, futbolcularda birbirinden farklı yapılarıdaki testlerden üretilen MAH değerlerin asıl değerini yansıtır yansıtmadığı üzerine yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı maksimal aerobik hızın belirlenmesinde kullanılan farklı yöntemlerin (Yoyo IR1, 20-MKT, 5 dakika, 1200m ve UMTT) geçerliliğinin araştırılmasıdır. Bu araştırmada ikincil bir amaç, MAH protokollerinin futbolda doğru değerlerle kullanılabilmesi için regresyon analizi ile eşitlik modelleri üretilmesidir.

1.3. Alt Problemler

1. 20 metre mekik koşusu testi MAH değerini UMTT den elde edilen MAH değerinden farklılık göstermekte midir?
2. Yoyo IR1 testi MAH değerini UMTT den elde edilen MAH değerinden farklılık göstermekte midir?
3. 5 dakika koşusu alan testi MAH değerini UMTT den elde edilen MAH değerinden farklılık göstermekte midir?
4. 1200m koşusu ortalama hızı MAH kabul edildiğinde bu değer UMTT den elde edilen MAH değerinden farklılık göstermekte midir?
5. MAAM (Yoyo IR1), MAM (20-MKT), DM (5dk, 1200m testleri) yapılı testler ve UMTT (DAM yapılı) MAH sonuçları kendi aralarında birbirlerinden farklılık göstermekte midir?
6. MAAM (Yoyo IR1), MAM (20-MKT), DM (5dk, 1200m testleri) yapılı testlerin iki ya da her nn MAH değerleri birlikte kullanıldığında UMTT MAH değerlerinden farklılık göstermekte midir?
7. Futbolun yapısına uygunluğa göre bakıldığında MAAM, MAM, DM yapılı farklı testler farklı MAH değerinin çıkmasında etkili midir?

8. Çeşitli araştırmacıların kullanımını önerdiği teste özgü eşitlikler kullanılarak tahmin edilen değer asıl MAH değerinden farklılık göstermekte midir?

9. VO_{2maks} tahmin edilirken UMTT, Yoyo IR1, 20-MKT, 5dk testleri için önerilen eşitliklerin sonuçları birbirinden farklılık göstermekte midir?

1.4. Sınırlılıklar

Birçok yazar VO_{2maks} değerinin belirlenmesinde kullanılan UMTT nin geçerliliğini vurgulamıştır (Leger, 1980; Lacour, 1989; Berthoin, 1994). UMTT MAH sonuçlarının VO_{2maks} a denk gelen koşu hızını ölçmede kullanılabileceğini belirtmiştir (Lacour, 1991; Souza, 2014). Ayrıca koşu bandı testi MAH değerlerinin UMTT MAH ile güçlü korelasyon sağladığı bulunmuştur ($r=95$, $p<0.001$) (Berthoin, 1997). Fakat unutulmamalıdır ki UMTT altın standart yöntem değildir. Araştırma sonuçları bu sınırlılık göz önünde bulundurularak kesin yargılara işaret etmeden yorumlanmalıdır. Bu çalışmada 5 ayı kapsayan bir süreçte gaz analizörü temin edilmeye çalışılmış ve çabalar sonucu kullanılan cihazın sorun vermesini takiben bu yöntem çalışmaya dâhil edilememiştir.

Bu çalışmada koşu bandı, yoyo ve 20m mekik testleri çim futbol sahasında yapılırken, 5 dakika testi (ve bu testten alınan 1200m koşusu ortalama hızı) ve UMTT, 400m koşu pistinde gerçekleştirilmiştir. Bu durum koşulların eşitliğini değiştirmektedir. Bu durumda dış alanda uygulanan testle şartların birbirine yaklaştırılması gerekebilmektedir. Bunun için koşu ekonomisini eşitlemek üzere koşu bandı %1 eğime ayarlanması önerilmiştir (Jones, 1996). Fakat çalışmadan koşu bandı protokolünün çıkarılması üzerine bu yöndeki sınırlılık ortadan kalkmıştır. Diğer yandan çim saha ve atletizm koşu pisti olarak iki alanda testlerin gerçekleştirilmesi sınırlılık oluştursa da araştırmanın sonuçlarını etkilediği düşünülmemektedir.

Diğer bir sınırlılık ise 1200m test sonuçlarının 5 dakika koşusu testinden çıkarım yolu ile elde edilmesidir. Katılımcılar 5 dakika süresince optimal hız sürdürmek durumundadır ve bunu yaparken 5 dakika boyunca hızını testin biteceği

zamana göre ayarlamaktadır. Bu durumda 5 dakika testinden 1200m koşusu sırasındaki ortalamadan bulunan hızın asıl 1200m koşusu değerlerinden daha düşük çıkabileceği, fakat değişimin ve araştırmanın 1200m test sonuçları boyutundaki bu sınırlılığın büyük bir etkisi olmayacağı düşünülmektedir.

Diğer yandan futbolun yapısına uygunluk yönünden 5 dakika koşusu uygulanan tüm testler arasında en uzak olanıdır. Bu testte sürekli bir hızın test boyunca sürdürülmesi gerektiğinden, teste alışık olma ve deneyim de kişiler arası farka yol açabilir. Fakat gelecek uygulamalarda futbolcu bir grupta bu test MAH belirlemede kullanılacağında uyum periyodu olmayacağından bu çalışmada da önceden teste uyum sağlama periyodu atanmamıştır.

Ayrıca bu çalışma 18 erkek lisanslı amatör futbol oyuncusu ile sınırlıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Maksimal Oksijen Tüketimi

Maksimal oksijen tüketimi (VO_{2maks}) tüm egzersiz bilimleri içerisinde sıklıkla kullanılan ölçüm parametrelerinden biridir. Fiziksel bir iş yapabilmek için oksidatif ATP üretimini desteklemek üzere ortamdaki mitokondriye maksimal oksijen taşıma oranı Hill (1923) tarafından ileri sürülen konseptti ve klinik bilimlerde egzersiz performans ölçümlerinde (Mitchell, 1958; Hoppeler ve Weibel, 2000), fit olma anlamında popülasyon temelli bir belirleyici unsur olarak ve kalp damar hastalıklarında (Blair, 1996; LaMonte, 2006) ve hatta oluşan açığı telafi edemeyecek olmanın eşliğinde ve kalp nakli gereken hastalar için sinyal olarak çeşitli şekillerde kullanılmıştır (Weber, 1987). VO_{2maks} in iskelet kaslarında maksimal oksijenden faydalanma (ve sürdürülebilir oksidatif ATP üretimi) oranının kalbin oksijeni ulaştırma ve çalışan kaslar tarafından uyum sağlama yetenekleriyle çoğu durum altında sınırlı olduğu şeklinde klasik bir bakış açısı bulunmaktadır (Saltin ve Strange, 1992; Bassett ve Howley, 1997).

VO_{2maks} orta ve uzun mesafe sporcularında performans belirleyicisi olarak uzun süre kullanılmıştır (Saltin, 1967). Öyle ki VO_{2maks} ölçümleri elit sporcuların fizyolojik testlerinde rutin hale gelmiştir (Gore, 2000). Fakat VO_{2maks} aralığı dar olduğunda (iyi antrenmanlı sporcularda genellikle durum böyledir) VO_{2maks} ile performans arasındaki ilişki oldukça zayıftır (Conley, 1980; Sjödın, 1985). Bunun yanında VO_{2maks} değerleri benzer olan iki sporcu eşit şekilde performans sergileyemeyebilir (Costill, 1970). Alternatif olarak VO_{2maks} 1 diğer sporculardan daha düşük olan bir sporcu yarışma sırasında aynı oksijen alımına ulaşmak için VO_{2maks} in daha büyük yüzdelerini kullanarak telafi edebilir (Sjödın, 1985; Costill, 1973).

İyi seviyede aerobik dayanıklılık (belirli bir süre aralığında yüksek VO_{2maks} değerlerini sürdürebilme kapasitesi) yüzde olarak yüksek tip I kas lifi, çok miktarda kas ve/veya karaciğer glikojeni depolama, enerji için daha fazla yağ asidi kullanarak karbonhidrat rezervi sağlama kapasitesi ve ısıyı etkili şekilde dağıtma kapasitesi dâhil birçok faktörün birleşimi ile ilişkili olabilir (Foster, 1978; Péronnet, 1987).

Aerobik dayanıklılık VO_{2maks} tan bağımsız olduğundan özel araçlarla değerlendirilmelidir. Kademeli olarak anaerobik eşik uzun mesafe yarışmalarında sürdürülebilir VO_{2maks} ile yakından bağlantılı olduğundan bir standart haline gelmiştir (Joyner, 1991). Fakat anaerobik eşik, aerobik dayanıklılığı değerlendirmede özel yönleri temsil etmemektedir ayrıca literatürde bulunan yöntemler çok fazla sayıdadır ve antrenörleri, sporcuları kafa karışıklığına götürebilir.

2.1.1. VO_{2maks} ve Performans Arasındaki İlişki

VO_{2maks} , performans olmasa da, açık şekilde dayanıklılık sporlarında performansın belirlenmesinde en büyük karakteristiklerden biridir (Péronnet; 1991). Yalnızca benzer VO_{2maks} değerlerine sahip elit sporcular düşünüldüğünde bazen bu ilişki belirsiz olabilir (Bergh, 2000). Fakat VO_{2maks} değeri 80 ml/kg/min olan bir elit sporcu 5000 metreyi kesin olarak VO_{2maks} değeri 40 ml/kg/min olan rekreasyonel bir sporcudan hızlı koşar. Bu nedenle bu karakteristik dayanıklılık performansı ile yakından bağlantılıdır (Bergh, 2000). Tabi ki bu durum, performansa ne miktarda VO_{2maks} in katkıda bulunduğuna ve optimal/mümkün enerji kullanım oranının belirleyicisi olan kat edilen mesafeye bağlıdır (Joyner, 2007).

Dahası on yıllardır VO_{2maks} in bir sporcunun ne kadar hızlı şekilde bir yerden bir yere gidebileceğinin belirlenmesindeki tek unsur olmadığı yaygın şekilde kabul edilmektedir, özellikle de dünya klasmanında sonuçlardaki farklılık saniyeden daha küçük birimlerde ortaya çıktığından bu ifade kabul görmektedir. Spor dalına özel ekonomi, anaerobik kapasite ve uzun mesafeciler için yakıt kullanımı ve maksimal sabit hızda oksijen tüketimi gibi diğer unsurlar nihai sonuca katkıda bulunmaktadır (Joyner, 1991; Péronnet, 1991; Joyner, 2007). Maksimal oksijen ulaştırmanın bu faktörlerin çoğu ile az miktarda ilişkisi olması nedeniyle VO_{2maks} kalp damar performansı tarafından sınırlandırılmış olsa bile sporcuların kısa bir süre VO_{2maks} tan yüksek oranlarda performans sergilemesi şaşırtıcı değildir. Sprint sporcuları bu gerçeği bilirler fakat hiçbir isteğe bağlı motor gereklilik sporcunun maraton mesafesini 10 m/sn oranında bir hız ile koşmasına izin vermez. Kasın (beyin değil), motor gerekliliğin aşırı yüksek seviyelerinde bu kısa patlamalar ile yorulduğu açıktır,

fakat tabiki bölgesel sinyaller beyinle iletişim halindedir ve sporcunun koşuya ne kadar hızlı devam edebileceği duyusunu etkilemektedir.

Yaklaşık olarak eşit VO_{2maks} değerine sahip sporcularda bile VO_{2maks} ile performans arasındaki sıkı ilişkiyi göstermek için rakımda hipoksi ile VO_{2maks} ın değişimini incelemek öğretici olabilir. VO_{2maks} ın yüksek rakımda ya da hipoksidedüşüğü uzun zamandır bilinmektedir (Fulco, 1998). Bu düşüşteki mekanizma akciğerlerde difüzyon sınırlılığı ile ilişkilidir (Stray-Gundersen, 1986). Rakımla beraber sadece VO_{2maks} düşmez bunun yanında 800 metre üzerinde tüm koşu mesafelerinde (2 dakikanın üzerinde yapılan egzersizlerde) egzersiz performansı da bozulur (Péronnet, 1991). Noakes ve ark. (2001) VO_{2maks} ve performansta görülen bu düşüşün azalan motor gereklilik fonksiyonu olduğunu belirtmiştir.

‘Krogh and Lindhard biriken oksijen azalması’ konseptinin anaerobik kapasite ölçümü olarak üzerinde duran Medbo ve ark. (1988) tarafından yapılan çalışmalardan bazı bilgiler edinilebilir.

2.2. Geçmişten Bu Güne Aerobik Antrenman

Bazı alan sporları kondisyon antrenörleri, sabit hızda seyreden elit aerobik alan sporcularının kondisyon programlarına bakıp 20-40 dakika ya da daha uzun süreli olarak kalp atımının %70-85 ine denk gelen yoğunlukta uzun mesafe antrenmanı uygulamaktadır (Billat, 1996a).

Alan sporlarının doğası oyun baskısı ya da yorgunluk altında verilecek kritik kararlarla beklenmedik zamanlarda beklenmedik sürelerle meydana gelen patlayıcı çıkışları olmasıdır. 20-40 dakika ya da daha uzun süreli devamlı aerobik antrenman, deneyimli alan sporcularında bu türden bir antrenmanın hız değişimi, yön değişimi ve daha yüksek yoğunluklarda çalışma süresi gibi alan sporları sırasında ortaya çıkan tüm değişimleri hesaba katmadığından performansın geliştirilmesinde etkisiz kalmaktadır. Dolayısıyla devamlı aerobik antrenman kritik hızlarda yapılsa da deneyimli alan sporcularında yeterince özelleştirilmiş hale gelmeyecek, ihtiyaçları karşılayamayacaktır (Buchheit, 2008; Dupont, 2004; Newton, 2010).

Aerobic Training Zones	Zone 1. Aerobic Recovery	Zone 2. Aerobic threshold	Zone 3. Aerobic #2	Zone 4. Anaerobic threshold	Zone 5. Maximal aerobic	Zone 6. Supra-maximal aerobic
MAS Zone	<70% MAS	70-77% MAS	78-85% MAS	86-92% MAS	93-100% MAS	>101% MAS
Heart rate Zone	<70%	70-77%	78-85%	86-92%	93-100%	93-100%

Şekil 2.1. Aerobik antrenman bölgeleri, MAS; maksimal aerobik hız, Heart rate zone; kalp atım bölgesi (Baker, 2011).

Bu duruma diğer bir örnek Crnjac ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmayla gösterilmiştir. Araştırmacılar çeşitli aralıklı ve devamlı aerobik dayanıklılık antrenman programlarının etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma 18-19 yaşlarında 30 genç futbolcu ile gerçekleştirilmiş ve aralıklı aerobik antrenmanın devamlı aerobik antrenmana göre daha önemli çıktılar vereceği hipotezi kurulmuştur. Haftada 2, toplam 6 hafta olmak üzere antrenman programları sezon içinde (maçların devam ettiği periyotta) uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda aralıklı aerobik antrenmanın pozitif etkisi (istatistiksel olarak anlamlı değil) görülürken; devamlı aerobik antrenman uygulanan grupta düşüş (istatistiksel olarak anlamlı değil) olmuştur. Bu durum devamlı aerobik antrenmanın genç futbolcularda sezon içinde aerobik kapasitenin düşmesinin önlenmesinde etkisiz olduğunu göstermektedir. Bangsbo'nun (1999) da vurgulamış olduğu sezon içi aerobik dayanıklılıktaki düşüş sorununun bu tür bir yöntemle önlenebileceği bildirilmiştir.

Sirotic ve Coutts (2007) yüksek aerobik seviyenin yüksek şiddetli, aralıklı koşu performansı ile ilişkili olduğunu; benzer şekilde Rampinini ve ark. (2008) yüksek şiddetli egzersizde yorgunluk direnci yüksek olan oyuncuların laboratuvarında yapılan futbola özgü egzersiz sırasında beceri performans kapasitesini koruduğunu bildirmiştir.

Ayrıca futbolcularda aerobik dayanıklılığın yüksek şiddetli egzersizleri ve içerdiği teknik unsurları en iyi şekilde performe etme noktasında önemli olduğu ve bu egzersizlerin kalitesi korunarak tekrarlanması için aerobik dayanıklılığın kritik olduğu belirtilmiştir (Stone, 2009). Öyle ki tekrarlar arasındaki dinlenmenin yeterli olabilmesi aerobik dayanıklılıkla ilişkilidir.

2.3. Futbolcularda Enerji Sistemleri Kullanımı ve Fizyolojik Talepler

Yoğunluğun egzersiz esnasında sürekli olduğu bisiklet, koşu ve yüzme gibi sporlarda her bir enerji sisteminin oransal katkısını tahmin etmek mümkündür. Örneğin, 100 metre sprint için kullanılan enerji yaklaşık %50 ATP - PC sistemi ve %50 anaerobik glikolisis sisteminden karşılanır, bunun yanında maraton neredeyse tamamen aerobik sistem üzerinden sürdürülür (Newsholme, 1992). Tersine, futbol gibi oyunlar değişik yoğunluklarla karakterize olmuştur. Hafif jogları takip eden kısa sprintler, yürüme, orta hızda koşu, bir şey yapmadan olduğu yerde durma, ani yön değiştirmeler oyun boyunca gözlenebilmektedir.

Yoğunluk düşükten yükseğe değişim gösterdiğinden futbolda oyun sırasında ATP - PC, anaerobik glikolisis ve aerobik sistemlerin üçünün de kullanıldığı söylenebilir. Fakat sprintlerin kaç tane olduğu, ne kadar sürdüğü, ne kadar hızlı olduğu; aralık periyodlarının ne uzunlukta ve kolaylıkta olduğu aşikâr olmadığından hangi enerji sistemlerinin en önemli olduğunu belirlemek zordur. Futbolla ilişkili araştırmalar bu problemi özellikle ele almaktadır.

İngiliz araştırmacılar Reilly ve Thomas (1976) futbolun nasıl işlediğini araştırmış ve bir oyuncunun her 5 ila 6 saniyede aktivite değiştirdiğini ve ortalama olarak her 90 saniyede 15 metre sprint attığını bulmuşlardır. Toplam kat edilen mesafenin bir dış alan oyuncusu için 8 ila 11 km arasında değiştiğini, kat edilen mesafenin %25 yürüme, %37 jog atma, %20 üst hızın altında koşular, %11 sprint ve %7 geriye koşulardan oluştuğunu çıkarmışlardır. Ohashi ve ark. (1988) bu bulguları kat edilen mesafenin %70 düşük ile orta hızda (4m/s nin altında) kalan %30 un koşu ya da sprint ile (4m/s ve üzeri hızda) kat edildiğini göstererek doğrulamıştır. Böylece, bir futbol oyuncusunun toplamda 10 km alan kat ettiğini düşünürsek, yaklaşık 1 km sinin üst hızda gerçekleştiği yaklaşık 3 km yüksek hızlarda koşu görülecektir.

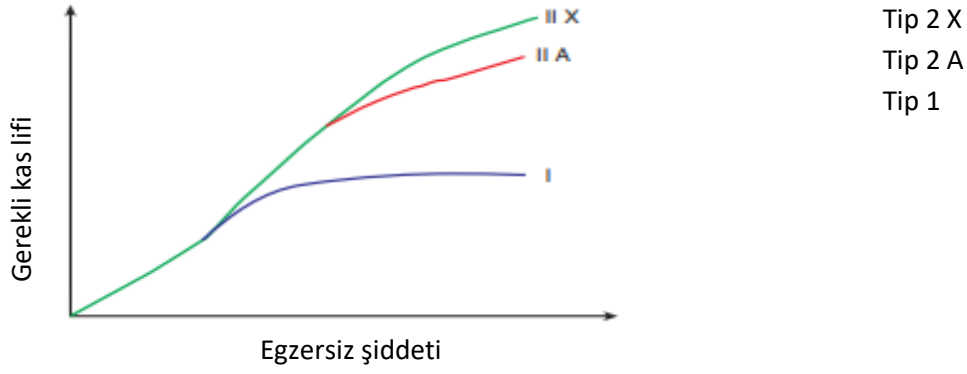
Futbolun yapısı zaman yönünden de ifade edilmektedir. Apor (1988) ve Ohashi ve ark. (1988) futbolu 30 ile 90 saniye arasında jog ve yürümelerden oluşan dinlenme periyotlarıyla ara verilen, 3 ile 5 saniyeden oluşan sprintler olarak ele almaktadır. Dolayısıyla yüksek – düşük yoğunluk aktivite oranı zamana göre 1:10 ve

1:20 şeklindedir. Aerobik sistemin en etkili şekilde kullanıldığı evre düşük – orta seviyede oyuncu aktivitesinin olduğu zamandır; yürüme, jog atma ve maksimum altı koşular gibi. Tersine ATP – PC ve anaerobik glikolisis sistemler yüksek yoğunluklu periyotlarda daha etkili katkı sağlayacaktır. Bu iki sistem yüksek oranda enerji üretebilir ve yoğunluk yüksek olduğunda kullanılır. Yukarıda belirtilen araştırmalar ortalama anlamda futbol oyun yapısını tanımlamaktadır. Buradan yola çıkarak her bir enerji sisteminin ne zaman en fazla katkıda bulunduğunu çıkarabiliriz. Fakat her bir enerji sisteminin başarıda ne kadar önemli olduğu unutulmamalıdır.

Futbol, hentbol, hokey, rugby, Avustralya ve Gaelic futbolu gibi değişen hareket hızları, çoklu yön değiştirme, karar verme ve yorgunluk ve/ve ya oyun baskısı şartları altında bireysel beceriler gerektiren alan sporları tipik olarak dur-başla doğasıyla karakterize olmuş durumdadır. Bu sporlardaki hareketlerin doğası tüm üç enerji sisteminden (ATP - PC, Glikolitik/laktik asit ve aerobik sistemler) de yararlanmayı ve antrenmanı gerektirmektedir. Oyunun anaerobik enerji katkısındaki artışın habercisi olan dur-başla özelliğine rağmen, yüksek yoğunluklu aerobik güç ve kondisyon bir çok spor alanında başarı için kritik rol oynamaktadır (Buchheit, 2008; Castagna, 2010).

Alan sporlarının yüksek şiddetli ve daha az öngörülebilir hareket doğası belirli bir seviyede devam eden aerobik uzun mesafe sporları (triatlon, mesafe koşuları, bisiklet, yüzme gibi) ile karşılaştırıldığında bu sporların aerobik ve anaerobik kondisyonu belirli bir seviyede devam eden uzun mesafe sporlarından önemli anlamda farklılık göstermesi beklenir (Newton, 2010; Baker, 2011).

Sprint, koşu, jog ve yürüme gibi değişen periyotları olan futbol gibi spor dallarında egzersiz sırasında tüm lif tiplerinde glikojen düşüşü görmek şaşırtıcı değildir (Krustrup, 2006).



Şekil 2.2. Egzersiz şiddetine göre kas lifi gerekliliği (Maclaren ve ark. 2012)

2.3.1. Aerobik Sistemin Önemi

Futbolda aerobik sistemin son derece önemli olduğu yönünde birçok veri bulunmaktadır. Oyuncuların maç esnasında 10 km üzerinde alan kat edebileceği gerçeği ile Reilly (1990) ortalama 157 bpm kalp atımını bulmuştur. Bu değer de 90 dakika için VO_{2maks} ın %75 inde idare ettiğini göstermektedir ki bu da aerobik sistemin önemli katkısını göstermektedir.

Çeşitli araştırmalar futbolcuların 55 - 75 ml/kg/min VO_{2maks} seviyelerinde olduğunu göstermesi yukarıda belirtilen sonuçları desteklemektedir. Bu VO_{2maks} skorları orta düzeyde yüksek aerobik gücü temsil etmektedir. Reilly ve Thomas (1976) oyun esnasında kat edilen mesafe ile VO_{2maks} arasında yüksek korelasyon olduğunu göstermiştir. Oyun sırasında sprint sayısı ile VO_{2maks} arasında yüksek korelasyon olduğunu gösteren Smaros'un (1980) çalışması bunu desteklemektedir. Bu iki sonuç futbol oyuncuları için yüksek aerobik seviyenin faydalı olduğunu göstermektedir.

Oyuncunun aerobik gücü ne kadar büyükse yüksek şiddetli eylemlerden toparlanmaları da o kadar hızlı olmaktadır. Kısa sürede gerçekleşen bu egzersizler yakıt olarak ATP - PC ve anaerobik glikolisis sistemlerini kullanmaktadır. Ardından dinlenme periyotlarında çok miktarda kan akımı kaslardaki kullanılmış fosfat ve oksijen depolarını yenilemesi ve laktat ve hidrojen iyonlarını atmak için gerekmektedir. Bu işlem ne kadar kısa sürede gerçekleşirse oyuncu yüksek şiddetli sprint için o kadar kısa sürede hazır hale gelir. Böylece oyuncu daha fazla alan kat edebilir, daha fazla sprint atabilir. Dolayısıyla aerobik sistem oyun esnasında düşük –

orta düzeyde aktiviteler için yakıt sağlama noktasında ve yüksek şiddetli eylemler arasında toparlanmada oldukça önemlidir.

Futbol oyununun fiziksel taleplerinin incelendiği kırk yılı kapsayan araştırmalara (Bush, 2015; Russell, 2016) rağmen elit profesyonel futbol oyuncularından tamamlanan antrenman yüklerinin sayısı son zamanlarda (Anderson, 2015) incelenmiştir. Bu veriler mutlak antrenman yüklerinin maç sırasında deneyimlenen kadar yüksek olmadığını göstermektedir. Bu durum toplam kat edilen mesafe, yüksek hızla kat edilen mesafe, sprint mesafesi ve ortalama hız gibi parametrelerde gözlemlenmiştir. Anderson ve ark. (2017) English Premier League futbol oyuncularının haftalık döngüsü sırasında ilk kez günlük fiziksel yük, enerji alımı ve enerji harcama verilerini eş zamanlı olarak kaydetmiştir. Oyuncular günlük enerji gereksinimi için gereken enerji alımını karşılayabiliyor olsa da, yazarlar daha fazla miktarda CHO tüketen sporcularda CHO periyodizasyonu elementlerini maç ve antrenman günlerinde gözlemlemişlerdir.

2.3.2. Fizyolojik Talepler

Futbol, futsal ve plaj futbolunun fizyolojik talepler ve fiziksel gerekliliklerden dolayı aerobik dayanıklılığı optimal seviyede sürdürmek gibi ortak özellikleri bulunmaktadır. Fakat her birinin özel bir yapıda olması (çalışılan zemin yüzeyi, oyun alanının boyutları, oyuncu sayısı, oyun süresi gibi), kurallarının evrimi, özel teknik terimler ve taktikten dolayı birbirlerinden ayrıldıkları görülür (Amaral ve Garganta, 2005). Bu nedenle her birinde bulunan fizyolojik talepler farklılık göstermektedir (Leite, 2016).

Futbolun fizyolojik talepleri yoğun şekilde çalışılmıştır (Stolen, 2005; Bangsbo, 2007). Futbol aralıklı, kuvvet bileşenlerini vurgulayan, şiddetli yoğunluk, hız ve dayanıklılık karakteristiği olan bir spor dalıdır (Gorostiaga, 2009). Futsal ve plaj futbolunun aksine futbol daha geniş alan, daha uzun oyun zamanı, daha fazla sayıda sporcu sunar ve kronometre futbolda daha az sıklıkla durdurulur. Futbol maçının uzun periyodundan dolayı, enerji salınımının çoğu aerobik metabolizmadan gelir (total oyun süresinin yaklaşık %90) (Bangsbo, 1994a; Nunes, 2012).

Literatür futbol için farklı pozisyonlarda 50 - 75 ml/kg/min arasında VO_{2maks} değerlerine işaret etmektedir (Stolen, 2005). Bunun yanında futbol hem aerobik hem anaerobik egzersizler içermektedir (Osgnach, 2010). Bu nedenle elit futbol oyuncularının maç sırasında büyük metabolik değişimlere yol açan yüksek aerobik ve anaerobik talepleri olmaktadır (Bangsbo, 2007).

Aerobik performansın değerlendirilmesinde kullanılan VO_{2maks} birçok spor dalında yaygın olarak kullanılmaktadır. VO_{2maks} antrenman yükü belirlemede tek başına kullanılmamakta fakat bu değer orta çıkıldığı koşu hızı gibi parametreler bireysel antrenman yükü belirlemede yararlanılmaktadır.

Anaerobik aktiviteler maçın en önemli anlarını oluşturabilirler ve maçın kazanılmasına direkt katkı sağlayabilirler (Reilly, 2000). Futbol maçı sırasında elit sporcular yaklaşık 150 – 200 harekete, 15 -20 dakika yüksek şiddetli egzersize dâhil olmaktadır (Osgnach, 2010). Yaklaşık her 90 saniyede her biri 2 – 4 saniye süren bir sprint ortaya çıkmaktadır (Reilly, 2000; Stolen, 2005). Sprintler oyunda alınan toplam mesafenin %1-11 ini oluşturmaktadır (Stolen, 2005). Bu sprintler neredeyse her zaman 30 metrenin altında ve sprintlerin yarısı 10 metrenin altındadır (Valquer, 1998).

2.4. Maksimal Aerobik Hız

Hill ve Lupton (1923) erişilen asıl maksimal değer yalnızca koşu türünden bir egzersizde maksimum oksijen alımı olduğunu ve vücut için gerekli en az oksijen alımına yanıt olmayabileceğini vurgulamıştır. 1923 te yapılan koşuda Hill (35 yaşında, 73 kg, atlet) 16km/sa hızla 10 dakikadan fazla (ki eğer koşabilirse) bu hızı sürdürmeyeceğini hissettiğini bildirmiştir. Böyle şiddetli egzersizlerde, laktik asit sürekli olarak kaslarda birikmekte, VO_{2maks} (akciğer ve kalp kapasitesine bağlı olarak) laktik asit üretimi ile baş etmeye yetecek kadar yüksek bir seviyede, toparlanmayı sürdürmek için yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, böylesi durumlarda oksijen alımının 150 saniye içinde sürekli-değere ulaştığı gerçeği maksimum seviyeye ulaşıldığını göstermektedir (Billat, 1996a).

Hill 'e (1923) göre 4.3m/sn nin ötesinde maksimum hıza ulaşırken, egzersizde alınan oksijen oranı hız arttıkça artmaktadır. Oksijen tüketiminde (VO_2) daha fazla artış gerçekleşmediği bu hızda kalp, akciğerler, dolaşım ve aktif kas liflerine oksijen difüzyonu maksimum aktivitelere ulaşmaktadır. Daha yüksek hızlarda vücudun oksijen ihtiyacı çok daha fazladır fakat karşılanamamakta ve oksijen borcu sürekli artmaktadır. Hill (1923) ayrıca koşu göz önünde bulundurulduğunda her bir birey için açık şekilde yıkımın onarımla dengelendiği bir kritik hızın olduğunu ve bu hızın üzerinde oksijen alımının yetersiz kaldığı, sürekli artan oksijen borcunun karşılanmadığı yorgunluk ve bitkinliğin olduğu laktik asit birikimi olduğunu belirtmektedir.

Hill ve Lupton (1923) buldukları yüzyılda VO_{2maks} in anlamını, VO_{2maks} ile ilişkili hızı, Moritani ve ark. (1981) tarafından daha sonra tanımlanan kritik hız ve Medbo ve ark. (1988) tarafından işaret edilen anaerobik kapasitenin öngörülmesinde kullanılan oksijen düşüşü gibi uygulamalı fizyolojinin büyük problemlerini tanımlamışlardır.

Volkov ve ark. (1975) maksimal aerobik kapasiteyi ölçmek için VO_{2maks} 1 ortaya çıkaran en düşük koşu hızını “kritik hız” olarak tanımlamıştır. Bu terim Moritani ve ark. (1981) ve Lechevalier ve ark. (1989) nın “kritik güç” ifadesi ile karıştırılabilmektedir.

VO_{2maks} 1 ortaya çıkaran en düşük koşu hızı ya da VO_{2maks} taki hız (MAH) terimi ileri sürülmüş ve VO_{2maks} ile ekonomiyi birleştiren çeşitli koşu ya da koşu kategorileri arasındaki aerobik farkları tanımlayabilen tek bir faktör olarak kullanışlı bir değişken olduğu bildirilmiştir (Billat, 1996a).

VO_{2maks} kalp-damar ve solunum sistemleri kapasitelerini en iyi tanımlayan fizyolojik değişken olarak genel anlamda kabul edilmiş olsa da MAH aerobik taleplerin değerlendirilmesinde ve koşu performansı sırasındaki yeterlilikte pratik bir değerlendirme aracı olarak görülmektedir ve yalnızca 50 yıl sonra kullanımı başlamıştır. Bu boşluktaki sebep fizyolojik parametreleri kullanmayan elit koşucular arasındaki antrenman alışkanlıklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Dahası 1980 'lerde aerobik antrenman ve koşu sosyal bir talep oluşturmuş ve

antrenman tavsiyeleri sağlamıştır. Fakat VO_{2maks} ölçümünde kullanılan prosedür aşırı derecede zaman tüketmekte ve eğitilmiş personel ile kontrollü şartlar altında kullanılması gereken özel ekipmanlar gerektirmektedir (Safrit, 1988).

MAH 1 ölçümede kullanılan ilk alan testi Cooper's all-out 12-dakika testinin yerine alternatif yöntem olarak prosedürü sadeleştirme ve masrafı düşürme çabası ile oluşturulmuştur. Balke (1963) 15 dakikada koşu ya da yürüme ile kat edilen mesafenin VO_{2maks} için geçerli bir test olduğunu belirtmiştir. Çalışmaları mesafe koşularının eşzamanlı geçerliliğini oluşturmaya yoğunlaşmış olan Cooper (1968) 12-dakika koşusu ile VO_{2maks} arasında 0.90 korelasyon olduğunu rapor etmiştir. Cooper testi o zamanlarda en yaygın olarak kullanılan testi fakat bu test büyük motivasyon ve hızlanma bilgisi gerektirmektedir (Pugh, 1970). Daha önceki mesafe koşu testleri çalışmaları (Cooper, 1968; Balke, 1963) yüksek geçerlilik katsayıları göstermiş olmasına rağmen bu çalışmaların bazılarında katılımcıların iyi motive olması muhtemel askeri personel olduğu not edilmelidir (Safrit, 1988).

Cooper testi koşu hızındaki artışı VO_2 deki yükselmeye bağlayan doğrusal ilişki üzerine kurulu, yorgunluk noktasında yapıldığında VO_{2maks} 1 belirlemede kullanılabilir bir araçtır. Sonucun doğruluğu ya da hataları koşu ekonomisinin kişiler arası değişkenliğine bağlıdır (Billat, 1996a).

Leger ve Boucher (1980) indirekt, devamlı, çok-seviyeli alan testi Université de Montréal Track Test (UMTT) ile VO_{2maks} tahmininin geçerliliğini göstermiştir. Bu testte hız 8.5km/sa ile başlayıp her 2 dakikada 1km/sa artırılarak katılımcı hızı sürdürülemeyene kadar devam etmiştir. MAH, ulaşılan son hız olarak kabul edilmiş ve VO_{2maks} ın tahmininde kullanılmıştır. Bu yöntem Pugh (1970) un formülüne göre şu şekildedir.

$$VO_{2maks-umtt} (ml/kg/dk) = 0.0324 (MAH_{umtt})^2 + 2.143 (MAH_{umtt}) + 14.49$$

$VO_{2maks-umtt}$: Université de Montreal Track Test, VO_{2maks} değeri

MAH_{umtt} : Université de Montreal Track Test, maksimal aerobik hız değeri

Dört yıl sonra Leger ve Mercier (1984) çalışmalarında koşu bandı ve UMTT koşu ekonomilerini tekrar incelemiş ve şu eşitliği göstermişlerdir.

$$VO_2 \text{ (ml/kg/dk)} = 3.5 \times \text{hız (km/sa)}$$

VO₂ : Oksijen tüketimi

Hız : Universite de Montreal Track Test, nihai hız

Birçok yazar $VO_{2\text{maks}}$ belirlenmesinde kullanılan bu testlerin geçerliliğini vurgulamıştır (Leger, 1980; Lacour, 1989; Berthoin, 1994). Berthoin (1994) 'in çalışmasında 17 beden eğitimi öğrencisi 20m devamlı mekik testine (Leger, 1980) alınmış ve koşu bandında $VO_{2\text{maks}}$ ölçümleri yapılmıştır. İndirekt testin $VO_{2\text{maks}}$ değerleri (56.8 ± 5.8 ml/kg/dk) eğimi %3 olan koşu bandında yapılan testin sonuçlarından (56.8 ± 7.1 ml/kg/dk) istatistiksel olarak farklı değildir. İndirekt testin gözlemlenen MAH sonuçları (15.8 ± 1.9 km/sa) ve koşu bandı testinin MAH verileri (15.9 ± 2.6 km/sa) arasında anlamlı fark görülmediği bildirilmiştir. Dahası 20m testi ile elde edilen MAH, elit seviyedeki erkek ve kadın orta mesafe koşucuların koşu performansını öngörebilmekteydi ($r = 0.96$, $n = 12$) (Lacour, 1989). Tüm bu sonuçlara rağmen koşu bandı testinde yapılan hız artışının her 4 dakika sonrasında 2 km/sa olması elde edilen değerlerin duyarlılığını etkilediği göz önünde bulundurulmalıdır.

$$MAH \text{ (m/sn)} = 0.97 \sqrt{v1500} \text{ (m/sn)} - 0.47$$

v1500: 1500 metre üzerinde hız

Bu sonuçlar Mercier ve Leger (1986) in daha büyük ve daha homojen gruplarda yaptığı çalışmalarla da aynı yönde sonuçlar göstermektedir. Bu yazarlar cinsiyetin, spora özel olmanın ve kat edilen mesafenin koşu performansı ile MAH arasındaki regresyonu nasıl etkilediğini araştırmıştır. Erkek ($n = 251$) ve kadın ($n = 69$) MAH değerleri sırası ile 17.9 ± 1.9 ve 16.3 ± 1.4 olarak gözlemlenmiştir. Korelasyon

(r) ve tahminlerin standart hatası çok iyi bulunmuştur. Dahası bu çalışma aynı MAH için uzun mesafe koşusunda (10km ile maraton mesafesi arası) kadınların, kısa mesafede (200-2000 metre) daha iyi sonuçlar gösteren erkeklerden daha iyi performans sergilediği göstermiştir. Bunun dışında 3000-5000 metre arasındaki mesafelerde cinsiyet, MAH ve koşu performansı arasındaki prediktif regresyonu etkilememiştir (Mercier ve Leger, 1986).

VO₂ ölçümü, koşu ekonomisi ve VO_{2maks} in doğru şekilde belirlenmesi için gereklidir. VO_{2maks} belirli bir seviyede seyreden VO₂ ve VO₂ nin zirve değere ulaştığı koşu hızı (Wasserman, 1986) ya da VO₂ deki artışın 1km/sa hız artırımını sonrası 2.1 ml/kg/dk dan az olduğu plato arasındaki ilişkideki nokta olarak tanımlanmıştır (Taylor, 1955). Dahası VO_{2maks} 8 – 12 mmol/L kan laktatı ve 1.1 solunum değişim oranı ile ilişkili olmalıdır. Kalp atımı teorik maksimal kalp atımının en az %90 ma eşit olmalıdır (220 - yaş) (Astrand, 1954).

Daniels ve ark. (1984) vVO_{2max} (MAH) kısaltması ile “VO_{2maks} taki koşu hızı” terimini ortaya çıkardılar ve bu değer VO_{2maks} ve ekonomiyi birleştiren kullanışlı bir değişken olduğunu bildirdiler. MAH değeri VO_{2maks} ya da koşu ekonomisinin tek başına açıklayamadığı performanstaki bireysel farklılıkları açıklayabilmektedir. Daniels ve ark. (1984) farklı VO_{2maks} ve koşu ekonomisi kombinasyonları gösteren elit kadın koşucularda MAH in 3000 metre üzerinde (yaklaşık 9 dakika sürdürülen) sergilenen ortalama hıza yakın olduğunu bulmuştur. Morgan ve ark. (1986) MAH a atfedilebilecek 10 km koşu süresindeki değişimlerin VO_{2maks} ya da koşu ekonomisi ile ilişkili değişimlerden daha büyük olduğunu göstermişlerdir.

Daniels ve ark. (1984) koşu hızı ve VO₂ - VO_{2maks} regresyon eğrisinden VO_{2maks} değerine denk gelen koşu hızına göre MAH değeri hesaplamıştır. Maksimal altı VO₂ 6 dakikalık dört koşudan hesaplanmıştır ve koşular arasında 4-7 dakika aralar verilmiştir. Bu araştırmacılar VO_{2maks} değerini ayrı olarak koşu bandında 5000m yarış hızından başlayarak koşu bandına her dakika %1 eğim ekleyerek ölçmüşlerdir. Katılımcı 30 saniye daha koşuya devam edemeyeceğini bildirdiğinde test bitirilmiştir ve maksimal test boyunca ulaşılan en yüksek VO₂ değeri VO_{2maks} olarak alınmıştır.

di Prampero (1986) MAH 1 V_{amax} adı ile bir koşucunun yarış sırasında aerobik şartlar altında sürdürülebilir ve kullanılabilir maksimal metabolik güç ve net koşu ekonomisine bağlı olan hız olarak tanımlamıştır. Her hızda net koşu ekonomisini, egzersiz öncesi dinlenme seviyesi (koşu bandı üzerinde duran katılımcı için belirlenmiş) üzerinde belirli seviyede seyreden VO_2 (ml/kg/dk) nin koşu hızına bölümü ile hesaplamıştır. Ayrıca VO_{2maks} in 25 dakikadan fazla sürdürülemeyeceği vurgulamıştır (di Prampero, 1986).

Lacour ve ark. (1990; 1991) di Prampero (1986) tarafından kullanılan orijinal yöntemi dinlenimdeki standart VO_2 yi VO_{2maks} tan çıkarıp daha sonra koşunun oksijen masrafına (C) bölümü şeklinde kullanmıştır.

$$V_{amax} = (VO_{2maks} - 0.083) \cdot C^{-1}$$

V_{amax} : MAH

C^{-1} : Verilen hızda koşunun oksijen masrafı ($C = (VO_2 - 0.083) \cdot v^{-1}$)

VO_{2maks} : (ml/kg/dk) ile ifade edilmiştir

V_{amax} : (m/saniye) ile ifade edilmiştir

Lacour ve ark. (1990) %3 eğim ile koşu bandında aralıklı testi kullanmışlardır. Koşu ve dinlenme süreleri sırasıyla 4 ve 1 dakika olarak ayarlanmıştır. Başlangıç hızı (v) 10.3 km/sa (erkek orta mesafe koşucuları için) olarak ayarlanmış ve katılımcı tükenene kadar her periyot sonrası 1.54 km/sa artırılmıştır. Test 30-40 dakika sürmüştür.

Morgan ve ark. (1989) Lacour ve ark. (1990; 1991) ile aynı yöntemi kullanmışlardır yalnızca VO_{2maks} ölçümünde eğim kullanılarak kısa bir test uygulanmıştır (7 dakika). Daha sonrasında VO_{2maks} daki hızı, maksimal-altı hız ile VO_2 ilişkisinden çıkarım yaparak tahmin etmişlerdir. Morgan ve ark. (1989) tarafından VO_{2maks} in belirlenmesinde kullanılan protokol Daniels ve ark. (1984) nın kullandığı yöntemden modifiye edilmiştir. VO_{2maks} a ulaşmak için ortalama yorgunluk zamanı 7.55 ± 1.12 dakika olarak ölçülmüştür. VO_{2maks} testinin

tamamlanmasını takiben katılımcıların sonuçları VO_2 de platoya ulaşıp ulaşmadığını belirlemek için incelenmiştir. Tamamlanmış son iki güç çıktısındaki VO_2 farkı 2.1 ml/kg/dk dan büyükse, katılımcı 10 dakika dinlendirilip sonrasında 4 dakikalık maksimal-üstü teste alınmıştır. Bu prosedür maksimal-altı güç çıktısında 2 dakika ısınma, devamında başlangıçtaki test sırasındaki en son tamamlanan hızdan daha büyük güç çıktısında 2 dakika koşu şeklinde sürdürülmüştür.

Noakes (1988) VO_{2maks} ın dayanıklılık performansının belirlenmesindeki geçerliliğini sorgulamıştır. Antrenmanla koşu performansında değişimler olur ve bu değişimler VO_{2maks} ta meydana gelen değişimlere eşit değildir düşüncesi VO_{2maks} 1 sorgulamasında neden gösterilmiştir. Noakes'in (1988) verileri zirve koşu bandı hızını iyi bir dayanıklılık performansı belirleyicisi olarak göstermiştir. Solunumsal uyum ve yüksek cross-bridge döngüsünde kas kapasitesinin maksimum hız ile ilişkili olabileceği hipotezini ileri sürmüştür. Scrimgeour ve ark. (1986) tarafından (aralarında Noakes'in de bulunduğu araştırmacı grubu) maksimal koşu bandı testi sırasında ulaşılan ve 1 dakika sürdürülen zirve koşu hızının VO_{2maks} tan daha iyi bir koşu performansı göstergesi olduğunu göstermiştir. Bu, Morgan ve ark. (1989) tarafından da onaylanmıştır.

Daha sonraki bir çalışmada Noakes ve ark. (1990) zirve koşu bandı koşu hızının 10-90 km arasındaki mesafelerde performansı öngördüğünü onaylamışlardır. Noakes (1988) tarafından ileri sürülen protokolde katılımcılar egzersize 10 km/sa ile başlamış ve hız, yorgunluğa ulaşıncaya kadar her dakika 1 km/sa artırılmıştır. Zirve koşu bandı koşu hızı maksimal test sırasında tam bir dakika boyunca sürdürülebilmiş en yüksek koşu hızı (km/sa) olarak kabul edilmiştir. Katılımcı 60 saniye bir hızı sürdüremediği durumda bir önceki tamamlanmış koşu hızı zirve koşu bandı koşu hızı olarak kabul edilmiştir. Bunun anlamı zirve koşu bandı koşu hızı, VO_{2maks} 1 ortaya çıkaran koşu hızından daha büyük bir hız olabilir.

Billat ve ark. (1994a; 1994b) maksimal aerobik hız - MAH olarak adlandırdıkları VO_{2maks} 1 ortaya çıkaran en düşük koşu hızının önemini araştırmışlardır. Billat ve ark. (1994a) tarafından ileri sürülen protokolün amacı VO_{2maks} 1 ortaya çıkaran en düşük koşu hızını belirlemektir. Egzersiz 12 km/sa hız (%0 eğim) ile başlayan her 3 dakikada sporcunun 3000 metre üzeri en iyi

performansının %80 ine kadar 2 km/sa artırılan sonrasında 1km/sa artırılarak devam eden şekilde uygulanmıştır. MAH, VO_{2maks} a eşit VO_2 değerini ya da plato oluşmadığında zirve VO_2 değerini ortaya çıkaran en düşük koşu hızı olarak kabul edilmiştir. VO_{2maks} için uygulanan kriterler şöyledir; hızda meydana gelen 1 km/sa artışa rağmen VO_2 de (2.1 ml/kg/dk dan az) oluşan plato, solunum değişim oranı 1.1 den büyük, laktat 8 mmol/L üzerinde ve kalp atım hızı öngörülen maksimal kalp atımının %90 ından büyük olması (Astrand, 1954).

Cinsiyet, yaş, branş yönünden heterojen iyi antrenmanlı koşuculardan oluşan geniş bir grupta Lacour ve ark. (1991) koşu bandı ölçümünden hesaplanmış VO_{2maks} a denk gelen koşu hızını UMTT testi ile elde edilmiş koşu hızı ile karşılaştırmıştır. Bu araştırmacılar testin son aşamasındaki hızın koşu bandı ile elde edilen MAH dan hafif daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (sırasıyla 6.08 ± 0.41 m/sn, 6.01 ± 0.44 m/sn). Fakat bu iki hızın güçlü bir korelasyon ($r=0.92$, $p<0.001$) gösterdiği, ayrıca sezon sırasında 1500m üzerinde sürdürülen en iyi performansla da ilişkili olduğu görülmüştür. Araştırmacılar sonuç olarak UMTT nin koşu bandı sonuçları kadar doğru MAH sonuçları sağladığını ve iki yöntemin de VO_{2maks} a denk gelen koşu hızını ölçmede kullanılabileceğini belirtmiştir.

Hill ve Rowell (1996) MAH ı belirlemede kullanılan 5 tanımın etkisini ölçmek için, 22 kadın koşu sporcusundan alınan farklı hızları karşılaştırmıştır. Fakat aynı protokolleri, tanımların ve protokollerin bağlantılı olduğunu göz önünde bulundurmadan kullanmışlardır. Yazarlar çeşitli yöntemlere göre 5 MAH değerini hesaplamıştır. Bu 5 hız arasında önemli fark ($p<0.001$) olsa da yine de aralarında korelasyon görülmüştür.

Tersine Billat ve ark. (1996b) aynı tanımı kullanarak farklı protokollerinin koşu bandından elde edilmiş MAH değerlerini karşılaştırmıştır. Bu araştırmacılar 15 iyi antrenmanlı uzun mesafe koşucusunun MAH değerlerinde önemli fark bulmamıştır. 1km/sa x 2 dakika protokolü ve 0.5km/sa x 1 dakika protokolü arasında anlamlı fark görülmemiştir. Burada önemli olan ikisi için de benzer olan hızlanmadır. Aynı protokolü koşu bandının yanında ayrıca spor salonu koşu pistinde 7 koşucuda ölçümünü karşılaştırmış ve anlamlı fark bulmuşlardır (koşu bandı ve pist sırası ile 21.1 ± 0.7 km/sa, 20.1 ± 0.7 km/sa, $p=0.003$).

Berthon ve ark. (1997) 5 dakika maksimal devamlı koşu testinin doğru MAH değeri verip vermediğini VO_{2maks} ile ilişki içinde olup olmadığını test etmek üzere laboratuvarında koşu bandı üzerinde yapılan direkt yöntem ve UMTT ile karşılaştırmıştır. Sporun farklı alan ve seviyelerinden sporcular (bireysel ve takım sporlarında ya da koşucularda bölgesel ve ulusal seviyede) ve sedanter bireylerden oluşan 48 erkek üzerinde yapılmıştır. MAH ve VO_{2maks} in direkt yöntemle ölçümünde başlangıç hızı kişinin teorik kalp atım hızının %70 i şeklinde başlayıp sonrasında 1.5km/sa artırılmıştır ve her aşama 3 dakika devam etmiştir. VO_{2maks} ölçümlerinin geçerli sayılabilmesi için solunum değişim oranının 1.1 in üzerinde olması, laktat konsantrasyonunun 8 mmol/L ya da üzerinde olması ve asıl maksimal kalp atımının teorik kalp atımının %95 inden fazla olması kriterleri takip edilmiştir. Berthon ve ark. (1997) koşu bandı MAH sonuçlarını hesaplarken Kuipers ve ark. (1985) tarafından önerilen eşitliği kullanmışlardır.

Berthon ve ark. (1997) koşu bandı, 5 dakika ve UMTT testlerini random şekilde uygulamıştır. Sonuç olarak 5 dakika testi MAH (17.1 ± 2.2 km/sa) ve UMTT (uygulanırken bisikletçinin önde bulunup ön kayıtlı ses dosyasına göre hızı ayarladığı) MAH (18.2 ± 2.4 km/sa) değerleri koşu bandı testi MAH değerlerinden anlamlı derecede büyük olduğu görülmüştür. Ayrıca koşu bandı testi MAH değerlerinin 5 dakika testi ($r=94$) ve UMTT ($r=95$) MAH ile güçlü korelasyon sağladığı bulunmuştur ($p<0.001$). 3000m üzerinde deneyimli koşucuların ($n=9$) 5 dakika testi MAH ile en iyi korelasyonu sağladığı gösterilmiştir. Araştırmacılar 5 dakika alan testinin kolay uygulanabilir olması ve MAH için değerli bilgi sağlaması yönlerini vurgulayarak kullanımını önermiştir.

5 dakika alan testinde maksimal performans sağlanabilmesi için optimal, sürekli bir hızın test boyunca sürdürülmesi gerekmektedir. Bu durumda Berthon ve ark. (1997) nın çalışmasında grubun heterojen olmasından yola çıkarak deneyimi olmayan katılımcıların en iyi ve doğru yanıtı veremeyebilecekleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Billat ve ark. (1995) aynı VO_{2maks} değerine sahip olan koşucuların MAH değerindeki yorgunluk zamanlarının farklı olma nedenlerini bu araştırmada sorgulamışlardır. İfade edilen soru egzersiz kaynaklı hipoksinin, yorgunluk zamanı

MAH ın %90, %100 ya da %105 değerlerinde en uzun olan sporcular için daha önemli olup olmadığı şeklindedir. Çalışma 16 erkek elit koşucu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak egzersiz kaynaklı hipoksinin yalnızca yorgunluk zamanı %90 (MAH) ile korelasyonu bulunmuştur.

Lorenzen ve ark. (2009) laboratuvar testlerinin genellikle pratik olmaması ve çok zaman alması gibi nedenlerle zaman-mesafe temelli testlerin kolay uygulanabilirliğinin oluşturduğu alternatifin önemini vurgulamış ve bu tür uygulamaların (bu tarihte -2009) takım sporu oyuncularına etkilerinin bilinmediğinin altını çizmiştir. Dolayısıyla çalışmada 23 elit Avustralya futbolu oyuncusunun sezon öncesinde laboratuvarda elde edilen MAH değeri ile iki zaman-mesafe testinin (1500m ve 3200m) sonuçlarının ilişkisini incelemiştir. Ortalama hıza bakıldığında 1500m testi (5.01±0.23) laboratuvar testinden (4.64±0.18) yüksek çıkarken 3200m testi (4.47±0.23) düşük çıkmıştır. Bu farka rağmen 1500m ve 3200m performansları laboratuvar sonuçlarıyla korelasyon göstermiştir (sırasıyla $r = -0.79$ $r = -0.79$).

Lorenzen ve ark. (2009) verdikleri regresyon eşitliğinde zaman-mesafe performanslarının MAH da %63 varyansı açıklamaktadır. Eşitliklerin tamamen laboratuvar tahminlerinin yerine geçmediği belirtilmiştir.

$$vVO_{2max} = -0.010(1500\text{-}m \text{ performansı}) + 7.795 \pm 0.12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$vVO_{2max} = -0.004(3200\text{-}m \text{ performansı}) + 7.286 \pm 0.12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

1500-m ve 3200-m performansı: süre (saniye)

vVO_{2max} : MAH

Bellenger ve ark. (2015) 28 Avustralya futbolu oyuncusundan oluşan grubun yarısında 1200, 1600 ve 2000 m diğer yarısında 1400, 1800 and 2200 m zaman-mesafe testlerini randomize olarak uygulamış ayrıca iki alt grup da UMTT (Leger ve Boucher, 1980) testine MAH belirlemek üzere dâhil edilmiştir. Bellenger ve ark. (2015) uyguladıkları UMTT (Leger ve Boucher, 1980) protokolüne göre 10km/sa başlangıç hızına her iki dakikada 1km/sa hız artışı yapılmış ve sporcular art arda üç

koniye kaçırdıklarında ya da teste devam edemeyecek yorgunluğa ulaştıklarında test sonlandırılmıştır. MAH belirtilen formülle hesaplanmıştır:

$$MAH = S_f + ((t/120) \times i)$$

S_f : Testte son ulaşılan hız

t : Testin tamamlanamayan aşamasında harcanan süre (saniye)

i : her aşamada hız artışı (bu durumda 1km/sa)

Sonuç olarak, 1200 ve 1400 m mesafelerinde ortalama koşu hızlarının MAH değerinden büyük olduğu görülmüştür ($p < 0.01$). Bunun yanında 1600, 1800, 2000 ve 2200 m mesafelerinin ortalama koşu hızları ile MAH arasında önemli fark saptanmamıştır ($p > 0.05$). Ayrıca tüm mesafelerdeki ortalama hızlar MAH ile korelasyon göstermiştir ($r = 0.69 - 0.85$; $p < 0.02$). Bellenger ve ark. (2015) verilen eşitlik ile MAH değerinin 1200 ve 2200 arasındaki bu mesafelerde ön görülebileceğini belirtmiştir:

$$MAH = TT_s (0.766 + 0.117 [TT_d])$$

TT_s : test süresi ortalaması (km/sa)

TT_d : test mesafesi (km)

Bu çalışmada kullanılan ve esas alınan protokolün altın standart olmaması ve hız artışının her iki dakikada bir 1km/sa olması çalışmanın sınırlılığı olsa da Bellenger ve ark. (2015) ortalama MAH değerini saptamak üzere 2000m testinin tekrarlı ölçümleri uygulanırken yeterli standardizasyon sağlandığında fiziksel özelliklerdeki değişimin saptanmasına olanak sağlayacağını belirtmiştir.

	Group 1				Group 2			
	MAS	1200 m	1600 m	2000 m	MAS	1400 m	1800 m	2200 m
Subjects (n)	14	14	11	11	14	12	13	13
Speed (km h ⁻¹)	16.35 ± 0.75	17.90 ± 0.74*	16.93 ± 0.66	16.48 ± 0.70	16.25 ± 0.86	17.45 ± 0.82*	16.50 ± 0.84	15.96 ± 0.92
r	-	0.70	0.69	0.79	-	0.85	0.81	0.82

Şekil 2.3. Maksimal aerobik hız ile 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 ve 2200 m ortalama hızları arasındaki uyum. Değerler; ortalama± standart sapma şeklindedir, MAS; maksimal aerobik hız, n; kişi sayısı, r; Pearson correlation coefficient. MAH değeri ile anlamlı farklılık ; * (P < 0.05) (Bellenger, 2015).

Souza ve ark. (2014) çalışmaları a) laboratuvar ve alan (UMTT) testlerinin fizyolojik indekslerini belirlemek ve karşılaştırmak; b) 1500, 5000 ve 10000 m mesafe-zaman testleri koşu performansları ile VO_{2maks}, MAH ve anaerobik eşik kapasitelerini ön görmek ve analiz etmek; c) fizyolojik indeksler ve aerobik performans arasındaki ilişki üzerinde koşu mesafesinin etkisini analiz etmek üzere kurmuşlardır. Çalışmaya orta düzeyde antrenmanlı 10 koşucu dâhil edilmiştir. Katılımcılar farklı günlerde, 400m koşu pistinde 1500, 5000 ve 10000 m mesafe-zaman testlerine; VO_{2maks}, MAH ve anaerobik eşiği belirlemek için artan maksimal testlerine (koşu bandı ve UMTT [Leger ve Boucher, 1980]) katılmıştır.

Souza ve ark. (2014) VO_{2maks} 1 koşu bandı üzerinde artan protokol kullanarak belirlemiştir. Başlangıç hızı 12km/sa ve %1 eğimle yorgunluğa ulaşıncaya kadar her 3 dakikada hız 1km/sa artırılmıştır. Her aşama arasında 30 saniyelik bir sürede kulak üzerinden kan laktat verileri toplanmıştır. VO_{2maks} test boyunca ulaşılan en yüksek değer olarak kabul edilmiştir. MAH, VO_{2maks} ın ortaya çıktığı en düşük koşu hızı olarak alınmıştır.

İki protokolle de belirlenen VO_{2maks}, MAH ve anaerobik eşik değerleri arasında anlamlı fark bulunmadığı görülmüştür. Çoklu regresyon analizi koşu bandı MAH değerinin 1500 ve 5000 m koşu performansları ile ilişkili tek indeks olduğunu gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca UMTT MAH değerinin aynı mesafelerde koşu performansını açıkladığı görülmüştür. Diğer taraftan iki testten de elde edilen anaerobik eşik, 10000 m koşu performansını açıklar değerlerde bulunmuştur. (Souza, 2014).

Souza ve ark. (2014) bulunan sonuçları temel alarak, VO_{2maks} , MAH ve anaerobik eşik değerlerini (laboratuvar testi ve UMTT ile belirlenmiş) kullanılarak orta düzeyde antrenmanlı dayanıklılık koşucularında aerobik performansın tahmininin koşu mesafesine bağlı olduğu sonucunu çıkarmıştır. Ayrıca farklı protokollerden elde edilmiş olan ortalama indeks değerlerinde anlamlı farka rastlanmadığı, bunun yanında UMTT den çıkartılan indekslerin koşu bandı laboratuvar testinden elde edilen indekslere göre daha iyi tahmin gücü gösterdiği belirtilmiştir. Bu durum Leger ve Boucher (1980) tarafından belirtilen testin ekolojik geçerliliğini doğrulamaktadır.

Berthoin ve ark. (1996) farklı yöntemlerle elde edilen MAH değerlerini karşılaştırmak için 11 beden eğitimi ve spor bölümü üniversite öğrencisini maksimal koşu bandı testi ve UMTT ye dahil etmiştir. UMTT ve koşu bandı testlerinde son ulaşılan hızı MAH olarak almış, bunun yanında VO_{2maks} değerini kullanarak MAH hesaplamasından elde ettiği değeri de üçüncü bir değişken olarak diğer protokollerle karşılaştırmıştır. Koşu bandında direkt yöntemle VO_{2maks} belirlenirken eğim %3 e sabitlenmiş, başlangıç hızı olarak 2.78 m/sn alınmış ve hız her dört dakikada 0.56 m/sn artırılmıştır. Her aşama (4 dakikalık) sonrasında 1 dakika dinlenime izin verilmiş ve test VO_2 artışı devam etmediğinde sonlanmıştır.

Çalışmanın sonucunda Berthoin ve ark. (1996) kan laktatı ya da kalp atımı yönünden protokoller arasında fark görmemiştir. Fakat bu çalışmada VO_{2maks} a ulaşma kriterlerinden biri solunum değişim oranının 1 ve üzeri şeklinde (ortalama 1.08 ± 0.4) belirtilmiş olmasıdır. Araştırmacılar MAH değerinin her üç UMTT, koşu bandı ve eşitlik formülü sonuçlarının birbirinden anlamlı farklılıkları olmadığını göstermişlerdir.

Baquet ve ark. (1999) farklı gruplarda yapılan çalışmalarda UMTT ve direkt yöntemin MAH yönünden birbirine yakın sonuçlar verdiğini fakat 20m mekik testinin son ulaşılan hızının MAH olarak kabul edildiği durumda farklı sonuçlar verdiğini belirterek bunun benzer sonuçlarının 6-11 yaş çocuklarda da görülüp görülmediğini araştırmak üzere bir çalışma yapmıştır. Böylece 294 erkek ve kız (6-11 yaş aralığında) çocuktan oluşan grupta UMTT ve 20m mekik testini uygulamıştır. Tüm grup göz önüne alındığında (yaş ve cinsiyet hesaba katılmadığında) UMTT

MAH değeri 20m MAH dan hafif ama istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük çıkmıştır (farklılıklar %2 - 5.5 arasında değerlerdedir). Her yaş grubu için kızlarda ve erkeklerde UMTT MAH ın, 20m MAH ile önemli korelasyonu görülmüştür ($0.51 < r < 0.85$). Araştırmacılar bu sonuçların belirtilen yaş gruplarındaki çocuklarda UMTT ve 20m mekik testlerinin her ikisinin de MAH değeri belirlenirken kullanılabileceğini gösterdiğini belirtmiştir.

Üst seviye yüzücülerde Renoux (2001) tarafından yapılan çalışmada sporcuların MAH değerleri belirlenip bu değerdeki yorgunluk zamanları arasındaki ilişkiye ve antrenman sezonu sonrasında bu iki indeksteki değişime bakılmıştır. Araştırmaya alınan 9 üst seviye yüzücünün (8 erkek 1 kadın) 12 haftalık antrenman sezonunun öncesi ve sonrasında MAH ve yorgunluk zamanı değerleri alınmıştır. MAH belirlenirken Lavoie ve ark. (1985) tarafından geliştirilen yüzme testi kullanılmış hız artışlarını su-altı ışık çubukları ile ayarlamışlardır. Testin sonunda ulaşılan hız MAH olarak kabul edilmiş ve bu testin 2 gün sonrasında MAH değerinin %100 ünde yorgunluk zamanı belirlenmiştir. 12 hafta antrenman sezonu öncesi ve sonrasında alınan MAH değerleri arasında anlamlı fark görülürken (sırasıyla 1.38 ± 0.11 m/sn; 1.41 ± 0.11 m/sn) yorgunluk zamanı verilerinde (sırasıyla 369 ± 99 sn; 364 ± 92 sn) anlamlı değişim saptanmamıştır.

Heaney ve ark. (2009) 10 kadın netbol sporcusunda Yoyo IR1 ve koşubandı VO_{2maks} protokollerini uygulamıştır. Kuipers ve ark. (1985) tarafından Yoyo IR1 testi için belirtilen duyarlılık sorunu nedeniyle MAH değeri eşitlikle hesaplanmış ve formülü verilmiştir:

$$Yoyo_{mah} = V + 0.5 \times (n/8)$$

Yoyo_{mah} : Yoyo testi MAH değeri

V : son ulaşılan hız (km/sa)

n : 14.5 km/sa aşamasından sonra (14.5 dahil) tamamlanan koşu (mekik) sayısı

Heaney ve ark. (2009) koşu bandı VO_{2maks} testini uygularken başlangıç hızı 10km/sa olup hız ilk 5 dakika 1km/sa ve sonrasında her 1 dakikada 0.5 km/sa artırılmıştır. Yoyo testi dışarıda gerçekleştirildiğinden koşu ekonomisini eşitlemek üzere koşu bandı %1 eğime ayarlanmıştır (Jones, 1996). Sonuç olarak Yoyo (4.39 ± 0.20), koşu bandı (4.26 ± 0.24) ve eşitlik (4.46 ± 0.18) değerlerinden (Kuipers, 1985) elde edilen MAH değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Yoyo ve eşitlik MAH değerlerinin asıl MAH değerinden büyük olduğu görülmüş ve mesafe ile uzunluğun kullanıldığı çoklu regresyon analizi ile eşitlik verilmiştir ($r = 0.918$):

$$Y = 0.701 (\text{mesafe}) + 0.030 (\text{uzunluk}) - 2.201 \pm 0.08 \text{ m/sn}$$

Mesafe ve uzunluk : km; cm sırası ile

Heaney ve ark. (2009) regresyon modelinde Yoyo testinde alınan mesafe ve kişinin boy uzunluğu bağımsız değişkenler olarak kullanıldığında MAH değerinin doğru şekilde ön görülebileceğini belirtmiştir. Ayrıca sonuçların kadın sporcularda ve özel bir spor dalında yapıldığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Diğer bir çalışmada 12 erkek yüzücü üzerinde Sousa ve ark. (2014) VO_{2maks} yoğunluğundaki farklı hızlarda yorgunluk ortaya çıkıncaya kadar yüzme ile VO_2 kinetiklerinin yanıtlarını karşılaştırmıştır. VO_{2maks} ve MAH verileri yorgunluğa ulaşıncaya kadar sürdürülen, aralıklı artan protokol ile toplanmış ve sonraki adımda katılımcılar dinlenme ile MAH ın belli yüzdelerindeki yoğunluklarda sürdürülen zamanın hesaplandığı egzersizleri gerçekleştirmişlerdir. MAH değeri hesaplanırken her katılımcı aralıklı artan protokol ile kişiye göre düzenlenmiş, her 200m aşaması sonrasında 30sn dinlenmenin olduğu ve hız artışlarının 0.05 m/sn olduğu test uygulanmıştır (Fernandes, 2012; Sousa, 2014). Bunun yanında rastgele sıra ile MAH %95,100 ve 105 değerlerinde uygulanan egzersizlerde metabolik katkılar izlenmiş, aerobik enerji katkısının sürdürülen zamanla arttığı bulunmuştur (%95, 100 ve 105 için sırasıyla 83 ± 5 , 74 ± 6 ve 59 ± 7). Bu çalışmanın yorgunluk zamanı antrenmanları sırasında MAH yoğunluğu etrafındaki farklı hızlarda VO_2 kinetikleri ve metabolik

profili inceleme ve karşılaştırma anlamında ilk girişim olduğu belirtilmiştir (Sousa, 2014).

Kullanılan testler bakımından Carminatti ve ark. (2013) diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Araştırmacılar bu çalışmada Carminatti's (mekik koşular halinde, aralıklı, artan yapıda) ve Vameval (devam eden, artan) maksimal testlerini 18 fiziksel olarak aktif genç katılımcıda uygulamıştır. Çalışmaya alınan katılımcılar bu iki maksimal testi ve elde edilen zirve hız değerlerinden yorgunluk zamanı testlerine dahil olmuştur. Ulaşılan zirve hız değerleri bakımından anlamlı fark bulunmadığı (Carminatti's 15.6±1.2 km/sa; Vameval 15.5 ± 1.3 km/sa), fakat yorgunluk zamanı testlerinde anlamlı fark olduğu (Carminatti's 379±84 sn; Vameval 338±58 sn; p=0.04; r=0.41) bildirilmiştir.

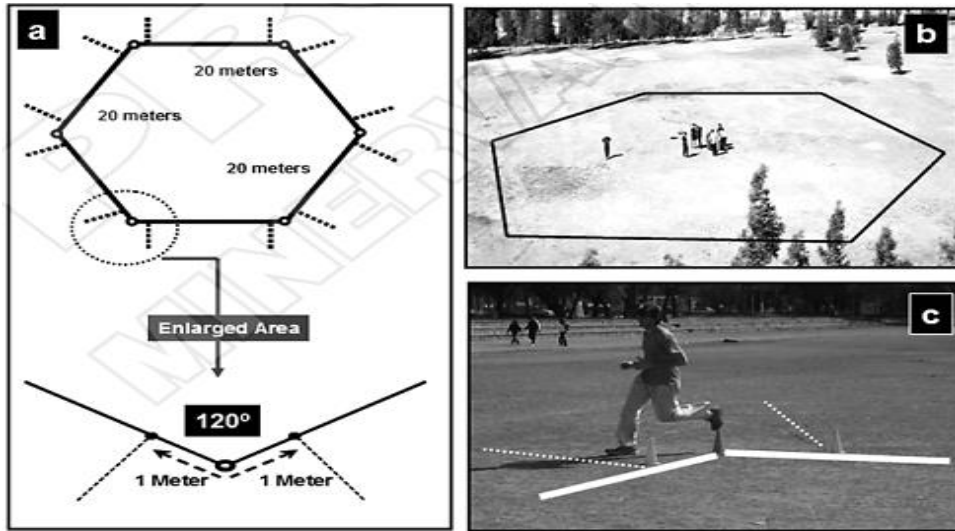
Carminatti ve ark. (2013) bu çalışmada yine diğer çalışmalardan farklı olarak yorgunluk zamanı testlerini de bu protokollerin uygulanış rutinine göre gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak belirtilen iki farklı protokolden elde edilen zirve hız değerlerinin benzer olduğu ve yüksek uyum gösterdiği belirtilirken, yapısal anlamda farklılıktan kaynaklanan yorgunluk zamanı test sonuçlarında görülen farka dikkat çekilmiştir. Yapılmış önceki çalışmalar bu durumu doğrulamaktadır. Ahmaidi ve ark. (1992) mekik testleri sırasında başlama, hızlanma, yavaşlama, durma, yön değiştirme gerçek anlamda hızlanma sorunları içerdiğini belirtmiştir.

MAH değerini 1200m testi kullanarak mesafeyi süreye bölme yolu ile ulaşılan hız olarak almış ve kullanmış olan Swaby ve ark. (2016) 14 profesyonel rugby oyuncusu üzerinde MAH ile maç esnasında kat edilen mesafe arasında ilişki olup olmadığını incelemiştir. Oyuncular sezon başlarındaki 6 maça katılmış (maçlar arasında kat edilen mesafe bakımından fark yoktur) ayrıca sezon öncesinde MAH değerleri ölçülmüştür. Buradan elde edilen sonuçlar Pearson's korelasyon katsayıları incelendiğinde MAH ile 6 maça kat edilen ortalama mesafe arasında güçlü ilişki görülmüştür (r = 0.746, p= 0.001). Ayrıca arka oyuncular ön oyunculara göre kat edilen mesafe bakımından üstünlük gösterdikleri görülmüştür (sırasıyla 6.544±573 m; 4.872±857 m; p=0.001). Benzer şekilde arka oyuncuların ön oyunculardan daha yüksek MAH değerleri olduğu görülmüştür (sırasıyla 4.9±0.13 m/sn; 4.2±0.43 m/sn; p=0.001) (Swaby, 2016). Elde edilen MAH değerlerinin asıl değerleri ne kadar

temsil ettiği sorusu bu gibi indirekt yöntemlerle yapılmış çalışmalarda sorgulanabilir. Ayrıca ön ve arka oyuncuların maç boyunca fiziksel işlevleri de farklı olduğundan tek bir yöntem yerine farklı yapıda birden fazla yöntemin kullanılması protokoller arası geçiş yapılıp yapılmaması sorusuna da cevap bulmuş olacaktır.

Literatürde tavsiye edilen MAH ölçme testleri bulunsa da araştırmacı ya da antrenörlerin farklı laboratuvar ya da alan protokollerini kullanmaları şaşırtıcı değildir. Spor dallarının özel doğaları belirli protokollere daha iyi uyum sağlayabilir, bu nedenle de farklı bir grup ya da spor dalında aynı yöntem beklenen doğrulukta sonuçları vermeyebilir.

Yakın zamanda Cappa ve ark. (2014) MAH değerini öngörmek üzere laboratuvarında kullanılan protokolü alan testine uygun hale getirmiş ve National University of Catamarca (UNCa) testini uygulamıştır. Koşu bandında ve UNCa testte tam olarak aynı protokol uygulanmış, testler 8km/sa hız ile başlayıp 3 dakika sürdürüldükten sonra direkt 10km/sa hıza geçip 2 dakika sürdürülmüş, buradan sonraki her 1 dakikada hız 1km/sa artırılarak katılımcı yorgunluğa ulaşınca kadar devam ettirilmiştir.



Şekil 2.4. UNCa testi uygulama alanı. a) altıgen ve genişletilmiş alan (kenarlar 20 metre, iç açılar 120°); b) gerçek boyutlarıyla altıgen fotoğrafı; c) gerçek alanda genişletilmiş bölgede 1 metrelik araların koniler ile belirtildiği fotoğraf. (Cappa, 2014)

Cappa ve ark. (2014) bu çalışmaya 14 erkek katılımcı dâhil etmiş ve koşu bandı ile UNCa testlerinden elde edilecek MAH sonuçlarının uyumunu araştırmıştır.

Sonuç olarak koşu bandında ulaşılan MAH değeri (15.6 ± 1.0 km/sa) alan testi MAH (13.6 ± 1.1 km/sa) dan anlamlı olarak yüksek çıkmıştır ($p=0.001$). Fakat iki test arasında hız ($r=0.83$), kat edilen mesafe ($r=0.81$) ve test süresi ($r=0.83$) bakımından yüksek korelasyon görülmüştür. Bu durum, koşu bandında gaz analizörü ile ölçüm protokolü altın standart kabul edildiğinde UNCa testinin asıl değerinin altında değer sağladığı şeklinde yorumlanmıştır.

2.4.1. Antrenmanın MAH Üzerine Etkileri

MAH seviyesinde yapılan koşu sırasında aerobik ve anaerobik sistemlerin katkılarının sırasıyla %80 ve %20 olduğu gösterilmiştir (Sousa, 2015). Bu sonuçlar aerobik sistemin MAH seviyesinde yapılan koşular sırasında baskın olarak kullanılan sistem olduğunu işaret etmektedir. Fakat anaerobik sistemlerin kas ATP ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Damasceno, 2018).

Damasceno ve ark. (2018) kuvvet antrenmanı programının MAH değerinde belirlenen biyoenerjetik parametreler üzerine olan etkisini incelemiştir. Bu çalışmada 16 rekreasyonel uzun mesafe koşucusu kuvvet antrenmanı ($n=9$) ve kontrol ($n=7$) gruplarına dağıtılmış ve 8 haftalık antrenmanın öncesi ile sonrasında maksimal artan koşu bandı testi, ön-test MAH değerlerinde 5 dakika koşu testi ve maksimum dinamik kuvvet (kişinin tek seferde gerçekleştirilebilen en büyük kuvveti - 1 maksimal tekrar) testi uygulanmıştır. Koşu ekonomisi, aerobik ve anaerobik metabolizma katkıları MAH düzeyinde belirlenmiştir. Koşu bandı testi 8 km/sa hızda 3 dakikalık ısınma koşusunu takip eden her 1 dakikada 1 km/sa hız artışı ile katılımcı yorgunluğa ulaşmaya kadar devam ettirilmiştir. Eğer koşucu VO_{2maks} a ulaştığı hızı 1 dakika devam ettiremediyse bir önceki tamamlanmış hız MAH olarak kabul edilmiştir (Billat, 2000). 8 haftalık kuvvet antrenmanlarında koşucular önceki rutin dayanıklılık antrenmanlarını sürdürmüş ve bu antrenmanlardan farklı günlerde katılım sağlamıştır. Kuvvet antrenmanı 4 alt ekstremite bölgesini çalıştıran programa odaklı yapılmıştır.

Araştırmanın sonucunda temel olarak gruplar arasında farka rastlanmadığı bildirilmiştir. Deneysel periyottan sonra 1 maksimal tekrar sonuçlarında antrenman

grubunda artış görülürken ($\%27\pm 18$, $p=0.008$) kontrol grubu değişmemiştir. Damasceno ve ark. (2018) bu bulguları 8 haftalık kuvvet antrenmanının rekreasyonel dayanıklılık koşucularında MAH değerinde ölçülen biyoenerjetik parametreler üzerinde değişime neden olmadığını bildirmiştir.

Dupont ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada yüksek şiddetli aralıklı antrenmanın futbolcularda etkisini araştırmıştır. 22 sporcu 10 haftalık art arda yapılan iki antrenman periyoduna alınmıştır (toplam 20 hafta). İlk periyot kontrol amacıyla yapılırken ikinci 10 haftalık periyotta yüksek şiddetli aralıklı antrenman uygulanmıştır. Bu antrenmanlarda aralıklı koşular MAH değerinin $\%120$ sinde 15 saniyelik 12-15 tekrarlı egzersiz ve 15 saniye dinlenme şeklinde devam ederken, sprint tekrarları 12-15 tekrarlı 40m mesafeyi tüm hız ile koşma şeklinde yapılmıştır. Bunun yanında MAH değeri belirlenirken UMTT kullanılmıştır (Leger, 1980). Sonuç olarak Dupont ve ark. (2004) yüksek şiddetli aralıklı antrenmanın MAH ı geliştirdiğini ($\%18.1\pm 3.1$; $p=0.001$) ve 40 metre sprint süresini düşürdüğünü ($\%23.5\pm 1.5$; $p=0.001$) bunun yanında kontrol periyodunda değişim olmadığını bildirmiştir.

Berthoin ve ark. (1995) 14-18 yaş arası öğrencilerde 12 haftalık antrenmanın MAH ve MAH değerinin $\%100$ ünde yorgunluk zamanı üzerine etkilerini incelemişlerdir. 121 katılımcı yoğun antrenman ($n=45$), orta şiddetli antrenman ($n=56$) ve kontrol gruplarına bölünmüştür. Araştırmacılar bu çalışmada deney grubuna antrenman olarak haftalık 3 saat olan beden eğitimi derslerinin 1 saatinde 12 haftalık antrenmanı uygulamış (haftada 1 saat), antrenman sezonunun bir hafta öncesi ve sonrasında iki gün arayla MAH ve yorgunluk zamanı ölçümleri yapılmıştır. Katılımcıların MAH değerleri belirlenirken UMTT kullanılmış, belirlenen MAH ın $\%100$ ünde yorgunluk zamanları belirlenmiştir. Berthoin ve ark. (1995) çalışmada sonuç olarak yalnızca yoğun antrenman grubunun MAH değerlerinde gelişme olduğunu bildirmiştir (erkeklerde $+ \%5.7$; kızlarda $+ \%5.4$; $p<0.001$). İki antrenman grubunda da yorgunluk zamanını sonuçlarında antrenmanla gelişim görülmediği belirtilmiş ve 12 haftalık antrenmanın, başlangıçta antrenmansız öğrencilerin MAH değerlerini orta seviyede geliştirdiği sonucunu çıkarmıştır.

Tablo 2.1. Bazı orjinal MAH alan testleri geçerlilik çalışmaları ve ulaşılan son hızın MAH kabul edildiği araştırmalar ile çalışmalarda kullanılan protokollerin özellikleri.

Kullanılan ölçümler	n	Protokol	Yazar – Yıl
-UMTT -Koşu bandı testi	25 katılımcı	- DAM - DAM	Leger ve ark. (1980)
-Koşu bandı testi (%3 eğim) -20m mekik testi -UMTT	17 beden eğitimi- spor öğrencisi	- AAM - MAM - DAM	Berthoin ve ark. (1994)
-Koşu bandı testi (%3 eğim) -UMTT -Eşitlik	11 erkek beden eğitimi ve spor bölümü öğrencileri	- AAM - DAM - X	Berthoin ve ark. (1996)
-Koşu bandı testi (%1 eğim) -UMTT -5 dakika koşusu	48 çeşitli fiziksel seviyedeki erkek	- AAM - DAM - DM	Berthon ve ark. (1997)
-UMTT -20m mekik testi	294 erkek ve kız (6-11 yaş)	- DAM - MAM	Baquet ve ark. (1999)
-Koşu bandı testi -Yorgunluk zamanı testi %100, %120 MAH	14 elit-altı erkek koşucular	- DAM - X	Renoux ve ark. (2000)
-Yüzmeye özel test ile MAH belirlenmiştir.	9 üst seviye yüzücü	- DAM	Renoux (2001)
-Kare mekik testi -Koşu bandı	10 katılımcı	- DAM - DAM	Flouris (2004)
-Yoyo IRT1 -Yoyo IRT1 MAH eşitliği Kuipers, (1985) -Koşu bandı testi (%1 eğim)	10 kadın netbol oyuncusu	- MAAM - X - DAM	Heaney ve ark. (2009)
- Koşu bandı testi -1500m ve 3200m	23 elit Avustralya futbolu oyuncusunun	- DAM - DM	Lorenzen (2009)
-Koşu bandı testi -UNCa testi (hızı treadmill de kullanılan protokole göre ayarlanılarak uygulanmıştır.)	14 erkek katılımcı	- DAM - DAM	Cappa ve ark. (2014)
-Artan protokolle yüzmeye özel test ile VO _{2maks} ve MAH belirlenmiştir (0.05m/sn artışlarla).	12 iyi antrenmanlı erkek yüzücü	- AAM	Sousa ve ark. (2014)
-UMTT -Çeşitli mesafe alan testleri	28 Avustralya futbolu oyuncusu	- DAM - DM	Bellenger ve ark. (2015)
-1200m testi ile MAH belirlenmiştir	14 profesyonel rugby oyuncusu	- DM	Swaby ve ark. (2016)
-UMTT -Yoyo IR1 -20m mekik koşusu testi -5 dakika koşusu testi -1200m testi -Çeşitli MAH eşitlikleri, formülleri	18 futbol oyuncusu	- DAM - MAAM - MAM - DM - DM - X	Darendeli (2019) Şu anki çalışma
DAM: Devam eden artan maksimum MAM: Mekik artan maksimum AAM: Artan aralıklı maksimum	DM: Devamlı maksimum MAAM: Mekik artan aralıklı maksimum X: Doldurulamaz		

Haugen ve ark. (2014) geniş bir kadın futbolcu örnekleminde (n=199) VO_{2maks} karakteristiklerini incelemiştir. VO_{2maks} verileri yanında MAH değerlerini de belirleyerek çalışmalarında sunmuştur. Fakat, uygulanan maksimal koşu bandı testinde eğim sürekli olarak 3° (%5.25) düzeyinde tutulmuştur, bunun yanında birbirini takip eden iki en yüksek VO_2 verileri (30 saniyelik ortalamalar halinde) arasındaki hız MAH olarak kabul edilmiştir. Bu yönleri ile sınırlılık oluştursa da araştırmacılar altın standart olarak kabul ettikleri bu yöntemle geniş anlamda kadın futbolcuların VO_{2maks} karakteristiklerini göstermişlerdir. Benzer şekilde Tønnessen ve ark. (2013) daha geniş bir örnekleimde erkek futbolcuların VO_{2maks} özelliklerini incelemiş, ayrıca çalışma içerisinde hangi yöntemle alındığı belirtilmeden MAH değerleri de sunulmuştur. Yine benzer şekilde Tønnessen ve ark. (2013) maksimal koşu bandı testinde eğimi sürekli olarak 3° (%5.25) düzeyinde tutmuştur.

Tønnessen ve ark. (2013) yukarıda belirtilen sınırlılıklar ile Norveç milli futbol takımının MAH değerlerini ortalama 4.58m/sn olarak bildirmiştir. Araştırmacılar Norveç 1. Lig futbol oyuncularının değerlerini 4.5m/sn, Norveç 3-5. Liglerini 4.3m/sn şeklinde rapor etmiştir. Diğer yandan kadın futbolcuların MAH değerleri Haugen ve ark. (2014) tarafından sınıflandırılarak şu şekilde bildirilmiştir: Norveç milli takımı (4.11m/sn), Norveç 1. Lig (4m/sn), Norveç 2. Lig (3.72m/sn), Norveç 20 yaş altı milli takımı (3.86m/sn), Norveç lise takımı (3.67m/sn).

Lille 1. Lig futbolcularında ise MAH değeri 4.8m/sn olarak (sezon içinde yüksek şiddetli aralıklı antrenman öncesinde 4.47m/sn; sonrasında 4.8m/sn) belirtilmiştir (Dupont, 2004).

Pedro ve ark. (2013) Brezilya profesyonel ve yarı-profesyonel futsal oyuncularında solunum eşiği hızı ve MAH değerlerinin ayırt ediciliğini araştırmış ve VO_{2maks} ya da solunum eşiği bu düzeyde yetersiz kalırken solunum eşiği hızı ve MAH ın futsal oyuncularının seviyelerin belirlenmesi ve ayırt edilmesinde duyarlı olduğu sonucunu çıkarmışlardır. Bunun yanında profesyonel futsal oyuncularının ortalama MAH ları 17.5 ± 0.9 (km/sa), yarı-profesyonel futsal oyuncularının MAH seviyeleri ise 15.2 ± 1.0 (km/sa) olarak bildirilmiştir ($p < 0.005$).

2.5. Maksimal Aerobik Hız Antrenman Metotları

MAH değerinin %100 ünde (maksimal) ya da %120 sinde (supra-maksimal) yüksek şiddetli aralıklı antrenman, elit ve daha düşük seviyelerdeki sporcular için kullanımı artan bir antrenman sistemi haline gelmiştir. MAH antrenmanlarının pratik uygulaması için çeşitli metotlar geliştirilmiştir (Baker, 2011). Aralıklı sporlarda birçok antrenör büyük gruplar halinde sporcularla çalışmaktadır. Bu nedenle de organize ve etkili antrenman sağlamak için bu antrenman metotları her bir sporcunun kapasitesi belirlendikten sonra düzenlenmektedir.

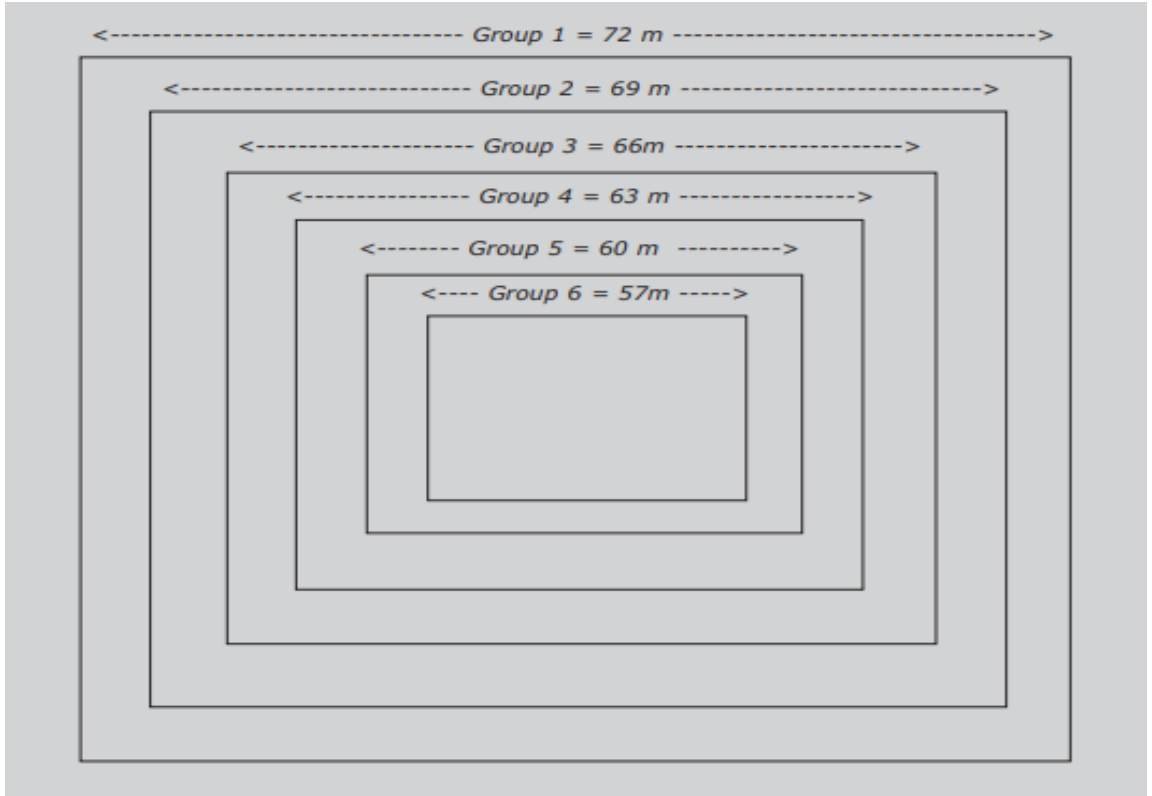
2.5.1. Maksimal Aerobik “Grids” Yöntemi

Fransız araştırmacıların çalışmaları üzerine geliştirilen %100 MAH - %70 MAH olarak da adlandırılan yöntemdir. 5-10 dakika devam eden, başlangıçta %100-110 MAH ile 15-30 saniye egzersizi takip eden %50-70 MAH ile 15-30 saniye toparlanmadan oluşmaktadır (Baker, 2011).

Koşu antrenmanında bu metodun uygulanması için dikdörtgen şeklinde alanlar gerekmektedir ve dikdörtgenin iki farklı boyuttaki kenarı MAH değerlerinin %100 ve %70 değerlerine (uzun kenar, kısa kenar sırası ile %100 ve %70 MAH) uygun olması gerekir. Kalabalık gruplar ile çalışırken alt-gruplar MAH değerlerine göre atanır, en hızlı grup alanın en dışında kalan dikdörtgen alanda, en yavaş grup en iç dikdörtgen alanda bulunur. Antrenör alanın ortasında bulunabilir, iki çalıştırıcı varsa biri dikdörtgen boyunca bitiş noktalarını kontrol edebilir (Baker, 2011).

Burada önemli olan nokta, her grup ya da bireyin kendi MAH kapasitesine göre alanın belirlenmesidir fakat büyük gruplarda MAH kapasitesindeki farklar olsa da her grup her 15 saniyede dikdörtgenin gerekli köşesine ulaşmalıdır ki bu da antrenmanın uygulanmasını kolaylıkla kontrol edilebilir hale getirir. Sporcuların %70 MAH kenarını hızlı bitirip zorlayıcı olan kenara önceden başlamasına izin verilmemelidir. Bu gibi durumlardan kaçınılması gerekmektedir aksi taktirde böylesi bir durumda grid yöntemini anaerobik eşik antrenmanı haline gelir (Baker, 2011).

Yöntemin koşu versiyonlarını uygularken süreleri 30 saniye ya da üzerinde yapmak yerine (ki bu durum kenarların uzunluğunun artması demektir ve fiziksel anlamda büyüklük artacağından alan kalmayabilir) 2-4 setten oluşan 6 daha sonra 8 dakikalık (ya da 1-2 setten oluşan 10 dakikalık) yapılar oluşturulması pratik olacaktır. Eğer egzersiz kürek makinesi ya da bisiklet üzerinde gerçekleştiriliyorsa aralıklar 30 saniye ve üzerine çıkarılabilir. Böylece bisiklet ve kürek ergometreleri için 5 dakika boyunca devam eden 30 saniyelik %100 ve %70 MAH aralıkları ayarlanabilir (Baker, 2011).



Şekil 2.5. Her grup için uzun kenarı %100, kısa kenarı %70 MAH değerine göre ayarlanan dikdörtgen alandan oluşan maksimal aerobik grid yöntemi. Her kenar 15 saniyede tüm çevre 1 dakikada tamamlanır. Şekilde belirtilen gruplara göre verilen farklı uzunluklar örnek amaçlı teorik rakamlardır. (Baker, 2011)

2.5.2. Supramaksimal Eurofit Yöntemi

Bu yöntem Fransız araştırmacılarca oluşturulmuş ve çocuklarda yapılan (Baquet, 2001; Berthoin, 1995) çalışmanın yanında profesyonel futbolcular üzerinde de sezon öncesi (Wong, 2010) ya da sezon ortasında (Dupont, 2004) MAH değerinde büyük artışlarla sonuçlanmış ve geçerliliği gösterilmiştir. Yöntem MAH değeri belirlenen sporcuların bu değerin %120 ve %130 seviyelerine denk gelen mesafeyi 15 saniyede

tamamlamaları şeklindedir. Sporcular MAH değerlerinin %120 sini temsil eden düz koşu alanını 15 saniyede kat eder. Alan işaret konileri ile belirlenmiştir ve 15 saniyelik koşusunu tamamlayan sporcu 15 saniye kaldığı yerde dinlenmesinin ardından alanı geri koşarak ilk yerine ulaşır. Bu süreç 1-2 set halinde 5-8-10 dakika (kademeli olarak haftalara göre artırılır) boyunca sürdürülür (Baker, 2011).

Şekil 2.6. eurofit yönteminin basit bir kurulumunu tasvir etmektedir. Bu yöntem kolaylıkla kontrol edilebilir. Tüm sporcular 15 saniyede karşı koniye ulaşmalıdır. Farklı mesafelere kurulan koniler sporcuların MAH kapasitelerine göre belirlenmektedir.

Eurofit Method with 1:1 work:rest ratio	
Start line	Marker cones for the different Groups
-----	68m = 120% MAS, GR 6
-----	72m = 120% MAS, GR 5
-----	76m = 120% MAS, GR 4
-----	79 m = 120% MAS, GR 3
-----	83m =120%MAS, GR 2
-----	86m = 120% MAS, GR 1

Şekil 2.6. Her sporcu için MAH değerlerinin %120 sine denk gelen alanı 15 saniyelik sürede tamamlanması şeklinde kurulan supramaksimal eurofit yöntemini temsil etmektedir. Şekilde 1:1 (egzersiz ve dinlenme süreleri eşit olan) şeklinde çalışma-dinlenme oranı verilmiştir. Şekilde belirtilen gruplara göre verilen farklı uzunluklar örnek amaçlı teorik rakamlardır. (GR; grup, MAS; MAH) (Baker, 2011)

2.5.3. Tabata Yöntemi

Orijinal Tabata yöntemi oldukça yorucudur (%170 MAH değerinde yapılır) ve tipik olarak 4 dakikalık bir set olarak uygulanır. Sporcular genellikle daha uzun süre ya da çoklu aralıklarla mücadele ettiğinden, Tabata protokolü çalıştırıcılar tarafından %120-140 MAH gibi daha düşük bir yoğunluğa ayarlanıp modifiye edilmiştir. Bu durum set sürelerinin 5, 6 hatta 8 dakikaya çıkarılmasının ve 2-5 set halinde uygulanmasının önünü açmıştır.

Tabata yöntemi basketbol kortu gibi dar alanlarda uygulanabilmektedir. Örnek; bir Tabata yönteminde MAH değerinin %120 sinde 20 saniyelik performans 5 gidiş, 5 dönüş şeklinde iki tekrarlı olarak (toplam 20 saniye) tamamlanır (17 metre gidiş ve 17 metre geliş x 2) ve 10 saniye dinlenmenin ardından süreç 5 dakika ya da daha uzun süreyle devam ettirilir. Koşu sırasındaki dönüşler koşu hızını sürdürme

noktasında zorlayıcı bir unsur olmaktadır ve daha çok futbol ve benzeri sporlara özgü bir hal almaktadır (Buchheit, 2008).

Tabata ve Eurofit yöntemleri arasında küçük farklılıklar ortaya çıkabilir fakat kritik fark Eurofit yönteminin 1:1 (15s:15s) iş oranında yapılırken Tabata yönteminin 2:1 (20s:10s) oranında uygulanmasıdır. Bu farklılık çoklu tekrarlar ya da setler uygulandığında yorgunluk birikiminde etki oluşturmaktadır. Belirtilen tüm bu yöntemlerde iş periyotları öngörülebilir ve bu durum bu yöntemler için sınırlılık oluşturmaktadır. Sporcular hızla, bir çeşit hızlanma stratejisine uyum sağlayabilir ya da sıradaki eforun yaklaşık olarak ne zaman başlayacağını bilebilir (Baker, 2011).

Modified Tabata Method at 120% MAS with 20:10 work:rest ratio	
Group 6 - 17 m out & then 17 m back x 2 in each 20 s rep	* ----- >*
	< -----
Group 5 - 18 m out & then 18 m back x 2 in each 20 s rep	* ----- >*
	< -----
Group 4 - 19 m out & then 19 m back x 2 in each 20 s rep	* ----- >*
	< -----
Group 3 - 20 m out & then 20 m back x 2 in each 20 s rep	* ----- >*
	< -----
Group 2 - 20.5 m out & then 20.5 m back x 2 in each 20 s rep	* ----- >*
	< -----
Group 1 - 21.5 m out & then 21.5 m back x 2 in each 20 s rep	* ----- >*
	< -----

Şekil 2.7. Modifiye edilmiş Tabata protokolü. Sporcuların ya da grupların %120 MAH değerlerine göre belirlenen mesafede iki kere gidiş ve dönüş şeklinde 2:1 iş:dinlenme oranıyla gerçekleştirilmesini tasvir etmektedir. (Baker, 2011)

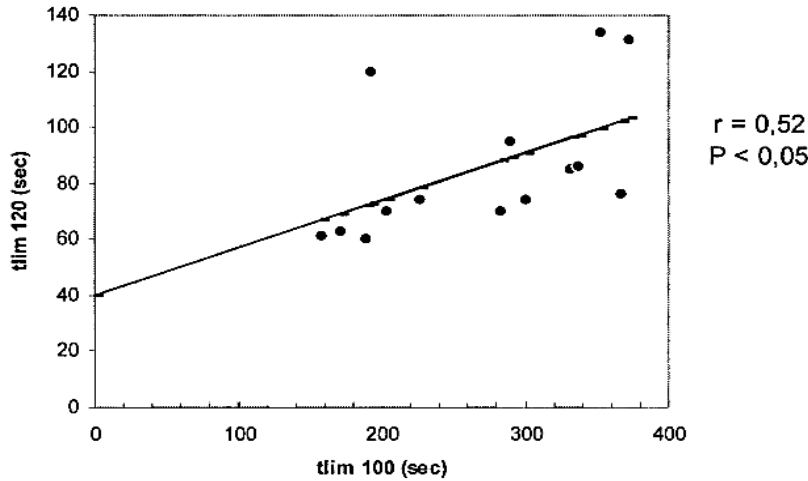
2.6. Yorgunluk Zamanı

Egzersiz yorgunluk zamanı (YZ) dayanıklılık antrenmanı programları sonrası performans değişimlerini değerlendirilirken (Houmard, 1990) ya da besinsel veya diğer ergojenik takviyelerin alımında (Murray, 1989) kullanılan bağımlı bir ölçüdür. Billat ve ark. (1994c) YZ'nin iyi antrenmanlı erkeklerin VO_{2maks} değerlerini ortaya çıkaran en düşük koşu hızı için güvenilir olduğunu belgelemiştir. VO_{2maks} değerinin

%80 inde submaksimal egzersiz sırasında YZ'nin kişiler arası değişim aralığının önemli derecede açık olduğu gösterilmiştir (McLellan, 1995).

Koşu bandı üzerinde katılımcıların VO_{2maks} değerinin % 95, 100, 105 ve 110 unda çalıştırmış olan Williams ve ark. (1988) kısa süreli yorucu egzersizlerin her zaman VO_{2maks} a ulaştıran bir sonuç vereceğini desteklemiştir. Bu egzersizlerin ortalama yorgunluk zamanı 126 saniye (en yüksek şiddette) ile 301 saniye (en düşük şiddette) arasında sonuçlar almıştır. Bu yorucu ve sürekli testlerden elde edilen zirve VO_2 , VO_{2maks} değerinden farklı çıkmamıştır. Fakat Williams ve ark. (1988) VO_2 kinetiklerinin egzersiz yoğunluğundan etkilendiğini bulmuştur.

Renoux ve ark. (2000) maksimal aerobik hızdaki YZ (t_{lim})'nin VO_{2maks} yönünden homojen katılımcılardan oluşan bir grupta kişiler arası değişkenliğini araştırmıştır. MAH'daki YZ'nin kişiler arası büyük değişkenlik göstermesinin nedeninin anaerobik kapasite olduğu hipotezini öne sürmüşlerdir. Scott ve ark. (1991) MAH değerinin %120 sinde koşu zamanının anaerobik kapasiteyi ortaya çıkardığını belirtmiştir. Medbo ve ark. (1988) 5 dakikanın altında yorucu bir egzersizle O_2 azalması ve anaerobik kapasitenin belirlenebileceğini bildirmiştir. MAH değerinin %100 ve %120 sinde ortalama YZ sırasıyla 269 ± 77 s ve 86 ± 25 s değerlerini almıştır ve pozitif ilişki saptanmıştır ($r=0.52$).

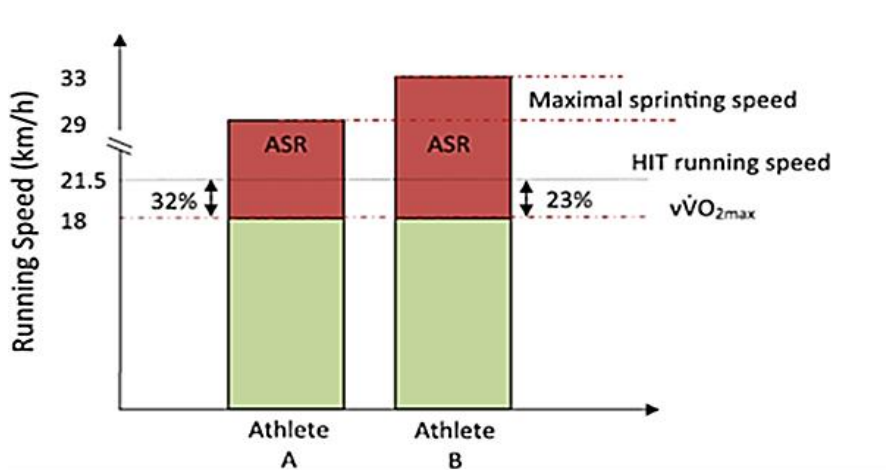


Şekil 2.8. MAH değerinin %100 ve %120 sinde ortalama yorgunluk zamanı değerleri arasındaki ilişki (t_{lim} ; yorgunluk zamanı [saniye], Renoux, 2000)

2.7. Anaerobik Hız Rezervi

Anaerobik hız rezervi (AHR) sporcunun VO_{2maks} ta ulaşıldığı koşu hızı (vVO_{2maks} ve maksimal aerobik hız olarak bilinen) ile maksimal sprint hızı arasındaki alanı temsil etmektedir ve özellikle de orta mesafe koşucuları için antrenman belirlemede önemli bir araç olarak görülmektedir (Buchheit, 2013). AHR bireyin mutlak maksimal hızı ile maksimal aerobik hızı arasındaki fark olarak da tanımlanır. Bilindiği üzere 400 metre ve altı sprintlerde kullanılan enerji sistemleri, üzerinde olan rutinlerden çok farklıdır. Bu farklılık, anaerobik eşiğin altında ya da üstünde yapılan çeşitli egzersizlerde özelleşmiş bir sporcunun elde edebileceği başarıyı büyük oranda belirlemektedir. Elit sprint sporcuları yarış esnasında mil koşucularından iki kat hızlı koşar fakat maraton koşucuları mil koşucularından yalnızca orta düzeyde daha yavaş koşarlar (Bundle, 2003).

AHR, metabolik, mekanik ve sinir-kas becerileri arasındaki ilişkiler hakkında bilgi verebilir (Buchheit, 2013). Şekil 2.9. maksimal sprint hızları farklı A ve B sporcularının yüksek şiddetli antrenman sezonunda maksimal aerobik hızlarına göre 21.5 km/sa hız tanımlamaktadır. Fakat iki sporcunun aynı hızda koşması çok farklı fizyolojik yükler oluşturabilir. B sporcusu AHR nin çok daha az bir yüzdesinde çalıştığından A sporcusu daha fazla zorlanıp çaba harcamak durumunda kalacaktır.



Şekil 2.9. Maksimal aerobik hız değeri 18km/sa ve maksimal sprint hızları farklı olan A ve B sporcularını tasvir etmektedir. (ASR; anaerobik hız rezervi, HIT; yüksek şiddetli antrenman, vVO_{2maks} ; maksimal aerobik hız) (Buchheit, 2013).

Dardouri ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada AHR nin tekrarlı sprint performansını ön görme aracı olarak kullanımı araştırılmış ve bulgular yüksek AHR değerlerinin tekrarlı sprint yeteneğinde hem geliştirilen toplam zaman hem de zirve zaman değerleri ile yüksek korelasyonu olduğunu göstermiştir. Bu çalışma AHR nin çoklu sprint yarışma sporcuları için hem aerobik hem anaerobik güç üst performans sınırlarını ön görmede kullanılabileceğini belirtmiştir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Arştırma Tipi

Bu çalışma değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri incelemesi yönüyle amacına göre “analitik” bir araştırmadır. Çalışma kapsanan zamana göre, farklı etkenlerin etkisinin incelendiği “ileriye yönelik” bir araştırmadır. Belirli koşullar altında bir yöntemin katılımcılara uygulanması ve deneysel etkene verilen yanıtların karşılaştırılıp karara varılması yönüyle de veri toplama biçimine göre “deneysel” bir araştırmadır.

3.2. Araştırma Grubu

Bu tez çalışmasına tüm katılımcılar tamamen gönüllü olarak dâhil olmuştur. Katılımcılar geçmişte önemli tıbbi bir sorun yaşamadıklarını bildirmeleri üzerine çalışmaya alınmıştır. Katılımcılar amatör bir futbol kulübünde aktif olarak spor yapan 18 erkek futbolcudan oluşmaktadır. Tüm katılımcılar en az 3 yıllık futbol antrenman geçmişine sahiptir. Çalışmanın öncesinde tüm katılımcılara çalışmaya dâhil olmanın faydalı tarafları ve potansiyel riskleri bildirilmiştir. Çalışmanın içerdiği tüm ölçüm, test ve uygulamalar Cumhuriyet Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Spor Salonu, Cumhuriyet Üniversitesi Futbol Sahası ve Cumhuriyet Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Fiziksel Performans Ölçüm Laboratuvarında uygulanmıştır. Katılımcılar art arda iki test arasında en az 72 saat olacak şekilde testlere alınmıştır. Katılımcılar her test devresinin 24 saat öncesinden itibaren zorlayıcı egzersizlerden kaçınmıştır. Testin 3 saat öncesinden yiyecek, kafein ve alkolden kaçınıp teste hidrasyon seviyesi iyi durumda girmiştir. Katılımcılara tüm testler için aynı spor ayakkabının kullanılması ayrıca koşu bandı üzerinde normal spor ayakkabı ile koşmaları söylenmiştir. Yapılan tüm testlerde koşulların benzerliğini sağlamak amacıyla saat, sıcaklık, nem gibi veriler göz önünde bulundurulmuştur. Bunun yanında katılımcılara, ne sebeple olduğuna bakılmaksızın çalışmanın herhangi bir bölümünde çalışmadan ayrılacakları bildirilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

3.3.1. Antropometrik Ölçüm Araçları

Katılımcıların kilo ölçümleri duyarlılığı 0.1 kg olan baskül; boy uzunlukları ise sabit stadiometre ile ölçülmüştür.

Ortam sıcaklık ve nemi elektronik bir cihazla ölçülmüştür (Loobex, TR). Kullanılan cihaz -10°C - 50°C sıcaklık, %20 - %99 nem aralığında değerleri alabilmektedir. Cihaz ölçüm yapılacak yere en az bir saat öncesinden kurulmuş ve ortama uyumu sağlanmıştır.

Beden kitle indeksi (BKİ) yetişkin bireylerde antropometrik kilo/boy karakteristiklerini tanımlamak için güncel olarak kullanılan ve bu bireyleri sınıflandırmak üzere kullanılan bir araçtır. Fakat bilinmesi önemlidir ki BKİ vücut yağ yüzdesini göstermede oldukça yetersizdir ve bu amaç için kullanılmamalıdır (Nuttall, 2015). Çalışmada katılımcıların BKİ değerleri kilo (kg) / boy (metre)² şeklinde hesaplanmıştır.

3.3.2. Koşu Bandı

VO_{2maks} ölçümleri Skylife GX-3400 marka koşu bandı ile alınmıştır. Cihaz 1-22 km/sa hız, %0-6 eğim aralığına ve tek seferde 100 dakika çalışabilecek donanıma sahiptir.



Şekil 3.1. Skylife GX-3400 model koşu bandı

Koşu bandında ölçümler yapılmadan önce kalibrasyonu kontrol edilmiştir. Bunun için öncelikle aracın bant uzunluğu belirlenmiş. Belirlenen uzunluğun koşu bandının işaret ettiği koşu hızı ile aynı doğrultuda olup olmadığı kontrol edilmiştir. Elde olan hız, mesafe ve süre verileri sayesinde en basit şekliyle hızın mesafe bölü süreye eşit olduğundan yola çıkarak işlem gerçekleştirilmiştir (örnek; koşu bandı 13km/sa hıza ayarlı şekilde 60 saniye [1/60 sa] boyunca çalıştırıldığında önceden bant üzerine konulan işaretler sayesinde kaç tur geçtiği dolayısıyla toplam alınan mesafe belirlenmiş olur. Tüm veriler km/sa şekline çevrilip belirlenen bu mesafe süreye bölüldüğünde 13km/sa hızı veriyorsa koşu bandı doğru sonuç bildirmektedir). Kalibrasyon yapılırken farklı hızlarda koşu bandı boş halde ve üzerinde koşucu (75kg) varken çalıştırılarak doğruluğu kontrol edilmiştir. Sonuç olarak koşu bandının doğru değerleri gösterdiği anlaşılmış ve çalışmada kullanımı uygun görülmüştür.

Sporculardan koşu bandı testine girerken normal spor ayakkabı giymeleri gerektiği belirtilmiştir. Başka herhangi bir ayakkabı türüne izin verilmemiş ve sporculara tüm testlerde aynı ayakkabının kullanılması gerektiği bildirilmiştir.

3.3.3. Gaz Analizörü

PNO \bar{E} gaz analizörü kullanımı kolay, kullanıcının üzerine sabitlenip taşınabilir, rutin biyometrik görüntülemenin bir parçası olarak kalp-solunum durumu taraması yapabilen dünyadaki ilk cihazdır. Ayrıca PNO \bar{E} 10 dakikalık egzersiz yapmak kadar kolay şekilde sağlık taraması yapabilen ilk solunum analizi cihazı olarak bilinmektedir. Bu cihaz genel sağlık üzerine egzersiz ve beslenmenin etkisini belirleyebilen medikal anlamda altın standart kabul edilen bir araçtır. Cihaz içeriğinde hava alan ve rahatsızlık vermeyen bir maske, dışarıda kullanım için bir yelek, USB şarj kablosu ve PNO \bar{E} ünitesi bulunmaktadır. (Palo Alto, California)



Şekil 3.2. PNOE marka solunum/gaz analizörü (Palo Alto, California)

PNOE gaz analizörü ergospirometre ölçümleri için altın standart yöntemden faydalanmaktadır. Cihaz, patentli donanım dizaynı ve duyarlılık teknolojisini destekleyen yazılımının sonucu düşük maliyetli, kolay taşınabilir ve yüksek doğruluk seviyesine sahiptir.

Diğer medikal düzey ergometreler gibi PNOE de egzersiz ve dinlenme esnasında kişinin oksijen tüketimi (VO_2), karbon dioksit üretimi (VCO_2) ve solunumunu ölçmektedir. Cihazın kalibrasyonu "ambient air" komutuyla ortamı referans olarak yapılmıştır. Gaz değişim ve solunum değişkenleri "breath by breath" algılama ile ölçülmüş ve veri analizi için bu değişkenlerin 15 saniye ortalaması alınmıştır.

3.3.4. Polar Team Pro Kalp Atım Cihazı

Koşu bandı VO_{2maks} testi uygulanırken sporcuların dakika başına kalp atımı (bpm) verileri Polar Team Pro 2 (Polar, USA) marka kalp atım hızı cihazı ile kontrol edilmiştir. Veriler eş zamanlı olarak bilgisayara aktarılıp depolanmıştır.



Şekil 3.3. Polar Team Pro 2 kalp atım hızı cihazı (Polar, USA)

Cihaz saniyede 200 devirle (200 Hz) hareket ve 10 devirle (10 Hz) GPS izleme kapasitesine sahiptir. Aynı anda 25+ kişinin verilerini alabilmesi cihazın takım sporları tarafından rahatlıkla kullanılmasını sağlar. Cihazın algılayıcıları göğüs kafesini saran bantlara iliştilerilebilir haldedir. Kullanımdan önce bantların deriye temas eden bölgesinin hafif ıslatılarak kullanımı önerilmektedir. Cihazın internetli ya da internetsiz (GPS verileri alınmaz) şekilde kullanımı mümkündür.

3.3.5. Borg Skalası

Algılanan zorluk derecesi (AZD) ölçeği olarak da bilinen Borg skalası algılanan zorluğun testin uygulandığı kişi tarafından ifade edilmesi için geliştirilmiş, revize edilmiştir. Bu skala kolay kullanım sağlamak için yapılmıştır, dolayısıyla başka özel bir araca gerek kalmadan kullanılabilir (Borg, 1998).

Borg Skalası Algılanan Zorluk Dereceleri	
6	hiç yorgun değil
7	
8	çok çok hafif
9	çok hafif
10	
11	Hafif
12	
13	biraz zor
14	
15	Zor
16	
17	Çok zor
18	
19	Çok çok zor
20	maksimal yorgunluk

Şekil 3.4. Borg AZD skalası (Borg, 1998; revize edilmiştir)

AZD ölçeğinde sözel açıklamalar sıradan, günlük dilde sıklıkla kullanılan ve her bireyin kolaylıkla anlayabileceği kelimelerden oluşmaktadır. Skala kullanılmadan önce katılımcılara aracın nasıl ve ne zaman algılanan zorluğu soracağı bildirilmiştir. Katılımcıya testi tamamlaması üzerine AZD sorulmuş bunu yaparken kişiye kolaylık sağlamak amacı ile skala rahatlıkla görülebilecek büyüklük ve şekilde bastırılmıştır. AZD ölçeğinde 6-20 arasında sıralanan, 6 ve 20 nin sırasıyla “hiç yorgun değil” ve “maksimal yorgunluk” olduğu sıralamadan algılanan yorgunluk belirtilmiştir. Ayrıca katılımcılardan mümkün olduğunca dürüst şekilde yanıt vermeleri istenmiştir.

Bu araç yalnızca VO_{2maks} testinde kullanılmıştır. VO_{2maks} düzeyine ulaşma kriterlerinden biri olarak gaz analizörünün gösterdiği solunum değişim oranı, kalp atımı ve plato kriterlerin yanında kullanılmıştır. Katılımcı testin son aşamasında devam edemeyeceğini bildirdiğinde AZD sorulur değer 17 ve üzerinde ise VO_{2maks} kriterini sağlamış kabul edilir (Borg, 1998; Edvardsen, 2014).

3.3.6. Yoyo IR1 ve 20m Mekik Testleri Ölçüm Araçları

Yoyo IR1 (Intermittent recovery) ve 20m mekik testleri (20-MKT) ön kayıtlı ses dosyaları bilgisayardan oynatılarak harici hoparlör ile yayılmıştır. Ses sinyalinin

bulunduğu video dosyası hız, alınan mesafe, süre gibi verileri de eş zamanlı olarak vermiştir.

Bu iki test uygulanırken ses dosyaları yazılımları ve bilgisayar ile hoparlör donanımlarının yanında alanların belirlenmesi için yalnızca metre, bant ve işaret konileri kullanılmış ve testler spor salonunun içerisinde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılardan testlere normal spor ayakkabılarıyla katılmaları ve diğer tüm testlerde de aynı ayakkabıyı kullanmaları istenilmiştir.

3.4. Verilerin Toplanması

En az 72 saat aralıklarla, test gününe en az 24 saat kala zorlayıcı egzersiz ya da bir eyleme dâhil olmadan katılım sağlanarak dört ayrı test periyodu tamamlanmıştır. Antropometrik özellikler ilk test periyodunda testten önce ölçülmüştür. Katılımcılara testlerden önce sürecin nasıl işleyeceği anlatılmış, katılımcılar tam olarak testi anlamadan uygulamaya geçilmemiştir. Veriler toplanırken sıcaklık ve nem verilerinin toplanması için en az bir saat öncesinden cihaz kurulmuştur. Tüm test periyodları günün aynı saatinde (17:30 – 18:30) benzer sıcaklık ve nem değerlerinde aynı ortamda, dışarıda gerçekleştirilmiştir. Test öncesi 3 saat içerisinde katılımcıların yemek ve uyarıcı içeren maddelerden (kafein gibi) kaçınması ve bunun yanında hidrasyon seviyelerinin iyi olması gerektiği bildirilmiştir. Testler uygulanırken randomize bir sıra izlenmiştir.

Standart koşulları sürdürmek amacıyla Yoyo IR1 ve 20-MKT çim futbol sahası üzerinde; 5 dk ve Universite de Montreal track testleri 400m resmi atletizm koşu pistinde gerçekleştirilmiştir. Tüm test periyodlarında katılımcılar standart 15 dakikalık ısınma yapmış sonra teste alınmıştır. Tüm testlerde, test boyunca katılımcılara pozitif dönütler verilip teşvik edilmiştir. Test periyodları boyunca kalp atım verileri alınmıştır. 5 dakika testinde kalp atımı değerleri, testin doğası ve süresi gereği maksimale ulaşmanın olası olmayacağı göz önünde bulundurularak kalp atım cihazı kullanılmamıştır.

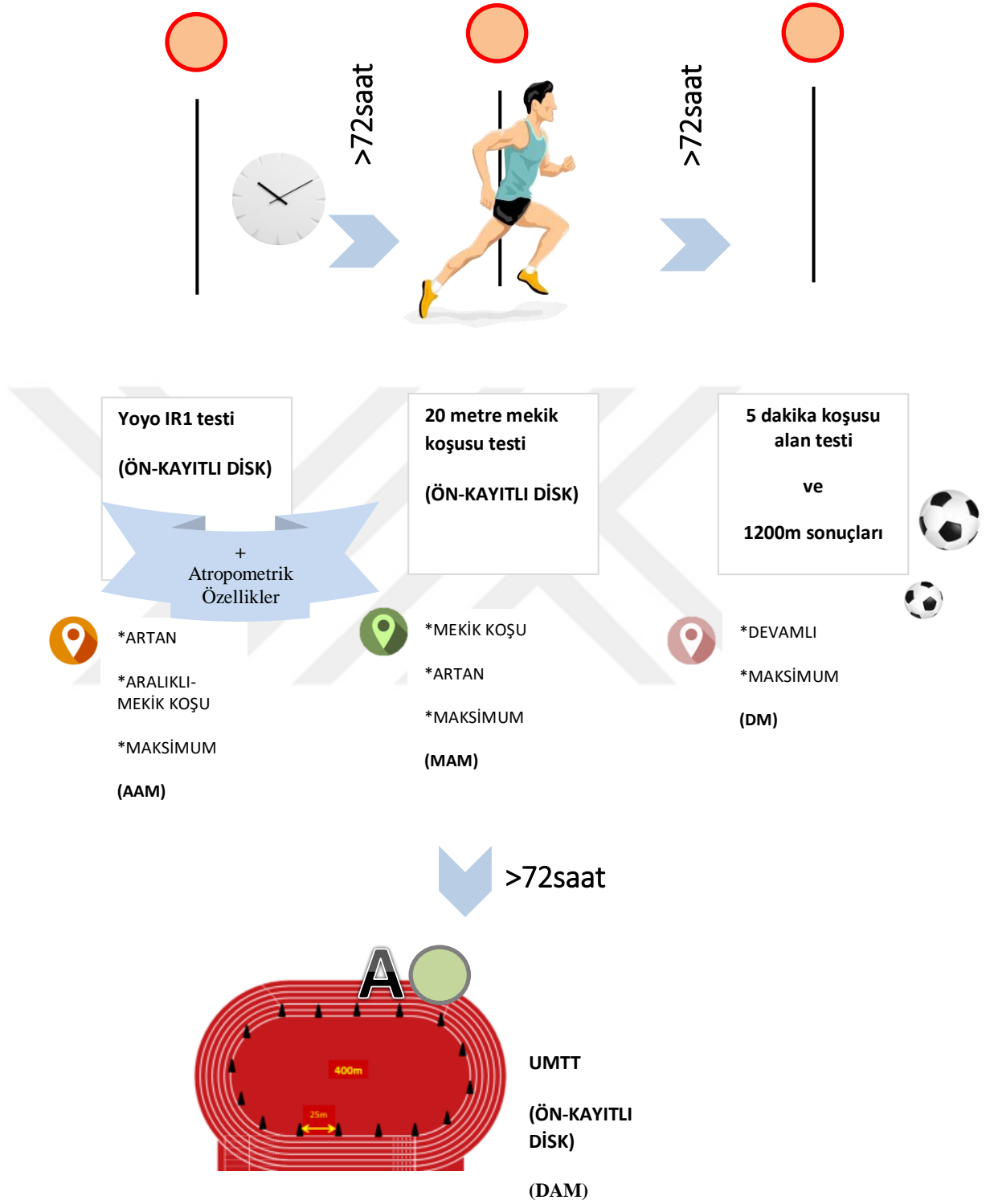
Tablo 3.1. Araştırma periyotlama planı; periyodlar arası en az 72 saat en fazla 7 gün, günün aynı saatlerinde, aynı ortamda yapılmıştır.

Test Günü	Uygulanan Test
1. Periyod	Antropometrik ölçümler, Yoyo IR1 testi
2. Periyod	20m mekik testi
3. Periyod	5 dakika testi (1200m verileri bu test sırasında toplanmıştır)
4. Periyod	Universite de Montreal track test

3.4.1. Araştırma Planı

Araştırma planlanırken altın standart olan gaz analizi yöntemi ile, VO₂ ölçümü ve MAH saptanması planlanmıştır. 5 aylık uğraşlar neticesinde PNOË (Palo Alto, California) gaz analiz cihazı temin edilmiş fakat yazılımsal ve donanımsal sorunlar nedeniyle istenildiği gibi optimal düzeyde veri alınmamıştır. Bu nedenle bu yöntem çalışmadan çıkarılmıştır.

Test periyodları tüm gruba aynı gün, testler randomize sıralanmış şekilde uygulanmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Araştırma uygulama planı. X,Y,Z,A test günlerini temsil etmektedir, test periyotları rastgele atanmıştır.

3.4.2. Antropometrik Ölçümler

Katılımcıların kilo ve boyları ilk test gününde test öncesinde alınmıştır. Kilo 0.1 hassasiyeti olan cihaz ile düz bir zeminde üzerinde şort ve tişört varken ayakkabı çıkarılmış şekilde alınmıştır. Boy ölçümünde, kişi dik pozisyonda, gözler karşıya bakar şekilde, derin bir nefes alınarak nefes tutulmuş bu sırada erişilen uzunluk kaydedilmiştir.

3.4.3. VO_{2maks} Testi

VO_{2maks} testi başlatılmadan önce Borg skalası kullanılırken AZD nin katılımcılar tarafından yanlış algılanıp yorumlanmasını en aza indirmek ve AZD yi standardize etmek için American College of Sports Medicine (ACSM, 1975) kılavuzunda önerilen şu paragraf katılımcılara okunmuştur:

Egzersiz sırasında sizden hissettiğiniz iş yükü oranının ne kadar zorlayıcı olduğuna çok dikkat etmenizi istiyoruz. Bu hissiyat tüm fiziksel baskı, çaba, yorgunluk gibi his ve duyularınızın birleştiği toplam yorgunluk ve tükenmişliği yansıtmalıdır. Bacakta ağrı, nefes yetirememe ya da egzersiz yoğunluğu gibi herhangi bir faktörü endişe etmeden, total yorgunluk hislerinize odaklanmaya çalışın, mümkün olduğunca doğru olun (ACSM, 1975).

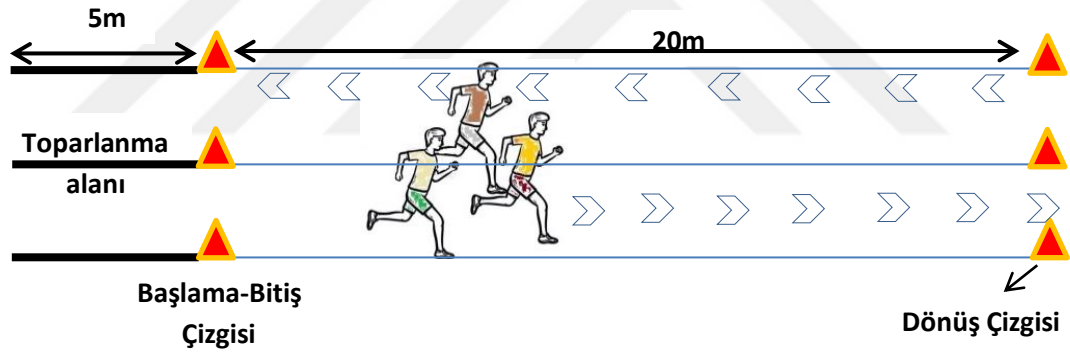
VO_{2maks} testi uygulanırken laboratuvar içerisinde yalnızca katılımcı ve testi gerçekleştiren iki kişi bulunmuştur. Katılımcıya testin nasıl bir süreci izleyeceği tasvir edilmiş ve gaz analiz ünitesi ve maske talimatlarında belirtildiği şekilde takılmış. Test protokolü 8 km/sa ile başlatılıp 3 dakika sürdürülmüş sonrasında 10 km/sa hıza çıkarılarak 2 dakika bu hızda devam etmiştir. 10 km/sa sonrasında her bir dakikada hız 1 km/sa artırılmış ve test sporcu devam edemeyecek duruma gelene kadar sürdürülmüştür. VO_{2maks} testinin geçerli sayılabilmesi için; a) VO₂ deki artışın 1km/sa hız artırımına rağmen 2.1 ml/kg/dk dan az olduğu platonun görülmesi, b) Borg skalasında ≥ 17 AZD, c) Kalp atımı, teorik maksimal kalp atımının en az %90 ma eşit olması (220 - yaş) (Astrand, 1954), d) Solunum değişim oranının 1.1 ve üzerinde olması, VO_{2maks} seviyesine ulaşıldığını gösteren ölçütler olarak alınmıştır. Bunun yanında eğer kişi hız artışına rağmen platoya ulaşmışsa (VO₂ de 2.1 ml/kg/dk

üzerinde artış olmaması) VO_{2maks} seviyesine ulaşıldığı kabul edilmiş yani, plato ana belirleyici olarak kullanılmıştır.

Tüm çabalara rağmen kullanılan gaz analiz cihazının birçok deneme sonrasında birden fazla sebeple hata vermesi sonucu alınan verilerin kullanılmamasına karar verilmiştir. Çalışmanın bu aşamasında daha önceden direkt yöntemle uyumu gösterilmiş olan Universite de Montreal Track Test (UMTT) testi kullanılmaya karar verilmiştir.

3.4.4. Yoyo IR1 Testi

Yoyo IR1 testi 25 metrelik bir alanda uygulanmaktadır (Şekil 3.6). Aerobik sistemde maksimum aktivasyon gerektiren aralıklı egzersizleri uygulama kapasitesi üzerine odaklanan Yoyo IR1 testinde son ulaşılan hız MAH değeri olarak kabul edilmiştir (MAH_{yoyo}). Testin sonunda ulaşılan hız, alınan mesafe, kalp atım hızı ve süre kaydedilmiştir.



Şekil 3.6. Yoyo IR1 test düzeni (Bangsbo, 2008; görsel, bu çalışma referans alınarak sonradan hazırlanmıştır)

Test şu şekilde uygulanmıştır: Katılımcılar 5 – 20 metre şeklinde düzenlenmiş alanın (Şekil 3.6) dışına çıkmamıştır. Katılımcılar 5 metrelik alan içerisinde dinlenmek ve toparlanmak üzere aktif şekilde bulunmuştur. Test uygulanırken ses dosyası kullanılmış (Bangsbo, 1994b) ve katılımcılar buradan gelen ses sinyallerine göre 20 metrelik alanı koşmuş ve bu alanın sonuna geldiğinde ses sinyali ile uyum halinde hareket etmiştir. 20 metrelik alanın dönüşünde 5 metrelik alana koşarken yine bu alanın sonuna geldiğinde ses sinyaliyle ritmi yakalamıştır. Aksi durumda ses sinyallerini 2 defa kaçıran katılımcıların testi sonlanmıştır. Katılımcı 5 metrelik alana her geldiğinde 10 saniye dinlenmiş ve süre bittiğinde aynı şekilde 20 metrelik alanda

mekik koşusunu sürdürmüştür. Yoyo IR 1 testi ilk turda 10 km hızla başlayıp devam eden her turda hız ön kayıtlı protokole göre artmıştır (Bangsbo, 2008).

Dolayısıyla Yoyo IR1 testi artan hızlarda, 10 saniye aktif toparlanma periyodunu (ses sinyalleriyle kontrol sağlanarak) izleyen 2x20 metre mekik koşusundan oluşmuştur (Bangsbo, 2008). Katılımcı teste devam edemeyecek yorgunluğa ulaştığında ya da ses sinyallerini 2 defa kaçırdığı durumda test sonlandırılmıştır. Tamamlanan son hız kişinin MAH_{yoyo} değeri olarak alınmıştır. Katılımcıların maksimal kalp atım değerleri de kaydedilmiştir.

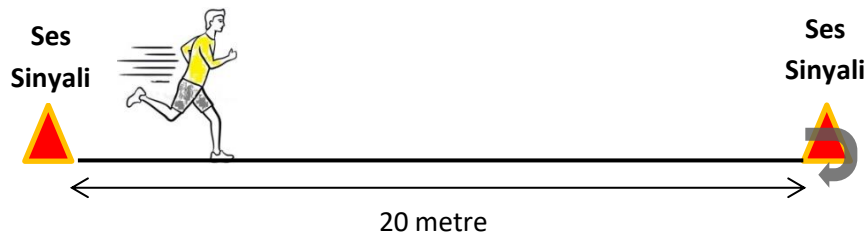
Yoyo IR1 testi sonuçlarına göre hesaplanabilen VO_{2maks} değerinin orta düzeyde güvenilirlik gösterdiği Thomas ve ark. (2006) tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmada Yoyo IR1 testi VO_{2maks} değerinin hesaplanmasında şu eşitlik kullanılmıştır (Bangsbo, 2008):

$$\text{Yoyo IR1 testi; } VO_{2maks} \text{ (ml/min/kg)} = \text{Yoyo IR1 mesafe (metre)} \times 0.0084 + 36.4$$

(Bangsbo, 2008)

3.4.5. 20m Mekik Testi

20-MKT uygulanırken ön kayıtlı ses dosyasından hoparlör ile ses sinyali yayılmış ve bu sinyale göre katılımcılar 20m çizgilerine dokunmak zorunda olduğunu bilerek 20m çizgisinde ileri ve geri koşmuştur. Ses sinyalinin frekansı 8.5 km/sa başlangıç hızının her dakika 0.5 km/sa artmasıyla yükselmiştir (Leger, 1988). Test, katılımcı set hızını devam ettiremeyecek duruma geldiğinde tamamlanmıştır. Son ulaşılan hız, MAH olarak kabul edilmiş (MAH_{20-MKT}) ve VO_{2maks} indeksi için de kullanılmıştır.



Şekil 3.7. 20m mekik koşusu test düzeni

Leger ve ark. (1988) 18 yaş ve üstünde 20-MKT sonuçlarına göre VO_{2maks} hesaplanırken şu formülün kullanılmasını önermiştir:

$$VO_{2maks} = -27.4 + 6.0 (hız)$$

Hız : testte son ulaşılan hız (km/sa)

Ayrıca Flouris ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada ürettikleri eşitlik ile 20-MKT nin VO_{2maks} doğruluğunun artırıldığını belirmiş ve şu eşitliği vermiştir:

$$VO_{2maks} = NİH \times 6.65 - 35.8$$

NİH : 20-MKT ulaşılan nihai hız (km/sa)

Test boyunca katılımcılar maksimal efor vermeleri için desteklenmiş, teşvik edilmiştir. Uygun olmayan kıyafet veya ayakkabı, katılımcıların maksimal-altı bir aşamada testi bırakmalarına neden olabileceğinden bu gibi engeller test başlamadan giderilmiştir. Testte kat edilen mesafe hesaplanırken en basit haliyle mekik sayısı 20 ile çarpılmıştır. Katılımcıların maksimal kalp atım değerleri kaydedilmiştir.

3.4.6. 5 dakika Zaman - Mesafe Testi

5 dakika testi uygulanırken maksimal performans sağlanabilmesi için optimal, sürekli bir hızın test boyunca sürdürülmesi gerekmektedir. Test uygulanmadan önce katılımcılara 5 dakika boyunca optimal düzeyde 400 metrelik atletizm koşu alanında hızlarını sürdürmeleri gerektiği belirtilmiştir. Bu esnada test uygulayıcısı tarafından kalan süre katılımcılara aralıklı olarak bildirilmiş ve katılımcıyı teşvik etmek üzere pozitif dönütler verilmiştir. Koşudan önce sporculara 15 dakikalık ısınma süreci verilmiştir. Koşu sırasında toparlanma etkisinin fizyolojik yanıtlara etkisinin önlenmesi için dinlenmeye, durmaya izin verilmemiştir (Berthon, 1997). Koşu

tamamlandığında ise kat edilen mesafe metre cinsinden kaydedilmiş ve ortalama hız bu mesafenin süreye bölünmesiyle elde edilmiştir. İşte bu ortalama hız 5 dakika testi MAH değeri olarak kabul edilmiştir (MAH_{5dk}). Test boyunca kalp atım değerleri toplanmış ve maksimal kalp atım değerleri kaydedilmiştir.

$$MAH_{5dk} = V = x / t$$

V : hız (km/sa)

x : mesafe (km)

t : zaman (sa; bu durumda 1/12 saat)

Berthon ve ark. (1997) yaptıkları çalışmada 5 dakika testinden elde ettikleri MAH değerleri ve koşu bandı VO_{2maks} verilerini kullanarak 5 dakika testinden VO_{2maks} değerinin tahmin edilebilmesi için şu eşitliği kurmuştur ve bu çalışmada da ${}_5VO_{2maks}$ şeklinde kullanılmıştır:

$$VO_{2maks} \text{ (ml/kg/dk)} = 3.23 \times V_{amax(5)} + 0.123$$

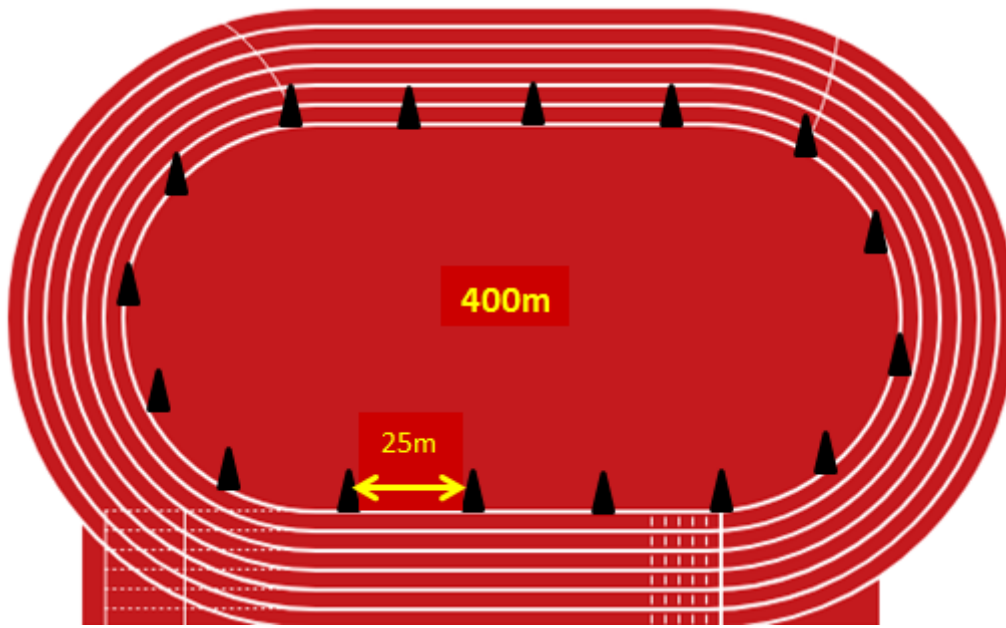
$V_{amax(5)}$: MAH_{5dk} (km/sa)

3.4.7. 1200m Testi

400m koşu pistinde katılımcıların üç tam turu tamamlaması 1200m test sonuçlarını vermiştir. Bu testin verileri 5 dakika testi sırasında toplanmıştır. 1200m nin test tamamlandığındaki süreye bölünmesiyle ortalama hız elde edilmiştir. 1200m koşusu ortalama hızı MAH_{1200m} şeklinde kaydedilmiştir.

3.4.8. Universite de Montreal Track Test (UMTT)

Birçok çalışma VO_{2maks} değerinin belirlenmesinde kullanılan UMTT nin geçerliliğini göstermiş (Leger, 1980; Lacour, 1989; Berthoin, 1994), UMTT MAH sonuçlarının VO_{2maks} a denk gelen koşu hızını belirlemede kullanılabilceğini belirtmiş (Lacour, 1991; Souza, 2014), ayrıca koşu bandı testi MAH değerlerinin UMTT ($r=95$) MAH ile güçlü korelasyon sağladığı bulunmuştur ($p<0.001$) (Berthon, 1997). Bunun yanında bu çalışmada da asıl değere benzer sonuçlar verdiği ve bu asıl değerlerden anlamlı bir farkı olmadığı kabul edilerek kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Universite de Montreal Track Test düzeni. 400 m alan 25 m lik alt mesafelere bölünmüş, koniler kullanılarak işaretlenmiştir. Her ses sinyalinde sıradaki koniye ulaşılmalı ya da en az 2 metre uzağında bulunulmalıdır. (Leger, 1980; Bellenger, 2015; görsel, belirtilen çalışmalar referans alınarak sonradan hazırlanmıştır)

UMTT 400 metrelik resmi atletizm koşu pistinde 25 m lik mesafeler işaretlenmiş alanda yapılmıştır. Bu 25 m alanlara koniler yerleştirilmiş ve katılımcıdan her ses komutu ile birlikte bu koninin en az 2 metrelik gerisinde, içinde olması istenmiştir. Test uygulanırken ön-kayıtlı ses dosyası kullanılmıştır. Testte başlangıç koşu hızı 10 km/sa olup her 2 dakikada hız 1 km/sa artırılarak devam ettirilmiş ve katılımcı gereken hızı daha fazla sürdüremediği durumda ya da art arda üç koniyi kaçırdığında test sonlandırılmıştır (Leger, 1980). Test boyunca kalp atımı değerleri izlenmiş ve maksimal kalp atım değerleri kaydedilmiştir. Tamamlanan son

hız ve sonrasındaki tamamlanmamış olan hızda geçirilen süre kullanılarak MAH_{umtt} değeri hesaplanmıştır:

MAH_{umtt} (km/sa): son aşamada tamamlanan hız + $[t \div \text{aşama süresi} \times \text{hızdaki artış}]$

Son aşamada tamamlanan hız : Tamamlanmış olan son hız (km/sa)

t : Tamamlanmamış hızda sürdürülen süre (sn)

Aşama süresi : Her hız için gerekli süre; bu durumda 120 sn (sn)

Hızdaki artış : Bu durumda 1 (km/sa)

Leger ve Boucher (1980) UMTT VO_{2maks} (ml/kg/dk) tahmini için şu eşitliği önermiştir:

$$VO_{2maks} : 0.0324x^2 + 2.134x + 14.49$$

x : MAH_{umtt} (km/sa)

3.4.9. Yoyo_{Kuipers-mah} Eşitliği

Yoyo testi kullanılarak MAH değeri öngörülme istenildiğinde son ulaşılan hızın MAH kabul edilmesi duyarlılığı düşürebilmektedir. Bunun nedeni testin uygulanış protokolünün hız artışı 0.5 km/sa olmasına rağmen 14.5 km/sa (dahil) ve sonrasında mekik sayısının 8 e çıkmasıdır bu da hızın yaklaşık olarak 2 dakika 40 saniye (bu hız 14.5km/sa için geçerlidir, hız arttıkça sürede düşüş görülmektedir, örneğin bu süre 16.5km/sa hız aşamasında yaklaşık 2 dakika 29 saniyedir) sürdürülmesi anlamına gelmektedir ki mekik yapılı bir test için bu süre oldukça uzundur. Bu nedenle Kuipers ve ark. (1985) tarafından yapılan çalışmada eşitlik ile MAH değeri öngörülmüştür. Belirtilen eşitlikten çalışmada uygulanan Yoyo testi sonuçları kullanılarak yararlanılmıştır:

$$Yoyo_{mah} = V + 0.5 \times (n/8)$$

Yoyo_{mah} : Yoyo testi MAH değeri

V : son ulaşılan hız (km/sa)

n : 14.5 km/sa aşamasından sonra (14.5 dahil) tamamlanan koşu (mekik) sayısı

3.4.10. Yoyo_{heaney-mah} Eşitliği

Heaney ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada Yoyo testinde alınan mesafe ve kişinin boy uzunluğu bağımsız değişkenler olarak kullanıldığında MAH değerinin doğru şekilde ön görülebileceğini belirterek bir eşitlik üretmiştir. Belirtildiği üzere Yoyo testinin de son ulaşılan değer MAH olarak alındığında duyarlılığının hassas olamayabileceği ve spor dalından etkilenebileceği de göz önünde bulundurulduğunda eşitlik kullanılarak gerçek değere daha yakın değerlerin elde edilebileceği belirtilmiştir. Heaney ve ark. (2009) çoklu regresyon analizi ile şu eşitliği vermiştir:

$$Y = 0.701 (\text{mesafe}) + 0.030 (\text{uzunluk}) - 2.201 \pm 0.08 \text{ m/sn}$$

Mesafe ve uzunluk (katılımcının boy uzunluğu) : sırası ile km; cm

3.4.11. 20m_{berthoin-mah} Eşitliği

Bu çalışmada uygulanan 20-MKT de son ulaşılan değer (koşu hızı) MAH olarak değerlendirilmiştir ayrıca daha önce yapılan çalışmalarda (Berthoin, 1992) da eşitlikler önerilmiştir. Berthoin ve ark. (1992) da 20-MKT ve koşu bandı protokolü uyguladıkları çalışmada şu eşitliği önermiştir (r = 0.93):

$$MAS = (\text{son ulaşılan - tamamlanan- mekik hızı [km/sa]}) \times 1.81 - 7.86$$

MAS : MAH (km/sa)

3.4.12. 1200m^{bellenger-mah} Eşitliği

Bellenger ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada 1200m ortalama hızının MAH değerlerinden yüksek olduğu sonucunu bildirerek 1200-2200 metre testlerinde kullanılmak üzere eşitlik önermişti. Bu çalışmada da 1200m ortalama koşu hızı değerleri bu eşitliğe göre de hesaplanmıştır.

$$MAS = TTs (0.766 + 0.117 [TTd])$$

MAS : MAH (km/sa)

TTs : 1200m ortalama koşu hızı (km/sa)

TTd : Mesafe (km); bu durumda 1.2 km

3.5. Verilerin Analizi

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics for Windows (SPSS, Armonk, NY: IBM Corp) versiyon 24 kullanılarak yapılmıştır. Analizlerde alfa 0.05 olarak alınmıştır. Katılımcıların yaş, kilo, BKİ, maksimal kalp atım hızı (MKH), MAH ve VO_{2maks} skorları için tanımlayıcı istatistikler alınmış ve değerler ortalama (ORT) ± standart sapma (SD) şeklinde verilmiştir. Toplanan tüm bu verilerde homojenite ve normal dağılım Shapiro-Wilk's test ile kontrol edilmiştir. Test periyotları sıcaklık, nem, gün saat aralığı verileri ortalaması alınmış; periyotlar arasında bu parametreler bakımından çığ ve yüzedesel fark olup olmadığı analiz edilmiştir. UMTT MAH ile her bir testten ve eşitlikten elde edilen MAH değerleri analiz edilirken Paired Samples t Test kullanılarak farkın önemliliği araştırılmış, değişim katsayıları (Coefficient of Variation) güven aralığının (Confidence Interval) %95 inde incelenmiştir. Daha sonra bu MAH değerleri için korelasyon katsayıları Pearson's r testi ile analiz edilmiştir. Testlerin önerilen formüllerinden elde edilen VO_{2maks} değerleri için ortalamalar arasında anlamlı fark olup olmadığı Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi ile Bonferroni yöntemi kullanılarak analiz edilmiş, ikili karşılaştırmalar Pairwise comparisons bölümünde incelenmiş ve herhangi iki değişken arasında fark bulunması durumunda Paired Samples t Test de

uygulanmıştır. MKH, testte kat edilen mesafe (5dk testi dahil, 1200m sonuçları hariç tutularak) ve geçirilen süre (1200m sonuçları dahil, 5dk testi hariç tutularak) bakımından UMTT, Yoyo IR1, 20-MKT karşılaştırılırken Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi yapılmıştır. UMTT ile karşılaştırıldığında MAH yönünden ortalama olarak anlamlı fark gösteren ($p<0.05$) test/testler için Linear Regression (Multiple) analizi kullanılarak formül oluşturulmuştur.

3.6. Araştırmanın Etik Yönü

Bu çalışma Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Karar No: 2018-11/17) ve çalışma Helsinki Bildirgesi ve etik standartlarına göre uygulanmıştır. Katılımcılar bilgilendirilmiş olur formunu veri toplama sürecinin başında imzalamıştır (Ek- 2 ve 3).

4. BULGULAR

Katılımcı Tanımlayıcı İstatistikleri

Örnekleme oluşturan 18 futbol oyuncusunun yaş (18.3 ± 0.5), boy (177.7 ± 6.4 cm), kilo (70.4 ± 8.5 kg) ve BKİ (22.3 ± 1.9) değerleri tanımlayıcı istatistik analizi ile Çizelge 4.1. de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışma örnekleminin yaş, boy, kilo ve BKİ özellikleri, n=18

	Ort	SD	Minimum	Maksimum
Yaş	18.3	0.5	18	19
Boy	177.7	6.4	164	187
Kilo	70.4	8.5	57.5	89.0
BKİ	22.3	1.9	19.6	26.2

Test Periyotları Koşullarının Değişkenliği İstatistikleri

Test periyotları sıcaklık, nem verileri ortalamaları Çizelge 4.2. de verilmiştir. Sıcaklık bakımından herhangi iki periyot arasında yalnızca 0.5 - 1.5 değerlerinde bir çığ fark olduğu görülmüştür (en düşük ve en yüksek sıcaklıklar sırasıyla 14.5 ve 16). Nem bakımından Yoyo IR1, UMTT, 20-MKT için çığ farkın en fazla 1 olduğu görülürken 5dk test periyodunda nem değerlerinin %43↑ daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2. Test periyotları sıcaklık, nem verileri ortalamaları

		Ort
Sıcaklık	Yoyo IR1 Periyodu	15
	20-MKT Periyodu	16
	5dk-1200m Periyodu	14.5
	UMTT Periyodu	15
Nem	Yoyo IR1 Periyodu	35
	20-MKT Periyodu	36
	5dk-1200m Periyodu	50
	UMTT Periyodu	35

Sıcaklık °C, nem % değerler olarak belirtilmiştir.

Yoyo IR1 Test Sonuçlarının Ort, SD Verileri ve Normalite Testi Sonuçları

Test sonuçlarında mekik göz önünde bulundurulmaksızın son ulaşılan hız MAH kabul edildiğinde grupta değerlerin 16.7 ± 1 olduğu görülmüştür. VO_{2maks} ve MKH değerleri sırasıyla 53.2 ± 5.2 , 194.7 ± 6.3 şeklindedir.

Çizelge 4.3. Yoyo IR1 testi son ulaşılan hız değerleri (MAH kabul edildiğinde), alınan mesafe, test süresi, maksimal kalp atım hızı ve öngörülen VO_{2maks} verileri, n=18

	Ort	SD
Yoyo IR1 Testte ulaşılan nihai hız (MAH_{yoyo})	16.7	1
Yoyo VO_{2maks} (Bangsbo, 2008)	53.2	5.2
Alınan Mesafe	1997.8	613.8
Test Süresi	984.3	281
MKH	194.7	6.3

Alınan mesafe metre, süre ise saniye şeklinde verilmiştir. MKH: Maksimal kalp atım hızı (bpm).

Shapiro Wilk testi sonuçlarına göre yoyo MAH değerlerinin normal dağılım göstermediği ($p<0.05$), bunun yanında VO_{2maks} , alınan mesafe, test süresi ve MKH nin normal dağılım gösterdiği ($p>0.05$) görülmüştür.

20-MKT Test Sonuçlarının Ort, SD Verileri ve Normalite Testi Sonuçları

Testte ulaşılan nihai hız (tamamlanıp diğer hıza geçip geçmediğine bakılmaksızın) MAH kabul edildiğinde grubun değerlerinin 13.2 ± 0.9 olduğu ve VO_{2maks} ile MKH sırasıyla 51.9 ± 5.2 , 198.2 ± 9.6 değerlerini aldığı görülmektedir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. 20-MKT ulaşılan nihai hız değerleri (MAH kabul edildiğinde), alınan mesafe, test süresi, maksimal kalp atım hızı ve öngörülen VO_{2maks} verileri

	Ort	SD
20-MKT Testte ulaşılan nihai hız (MAH_{20-MKT})	13.2	0.9
20-MKT VO_{2maks} (Leger, 1988)	51.9	5.2
Alınan Mesafe	1942.2	391
Test Süresi	661.7	111.9
MKH	198.2	9.6

Alınan mesafe metre, süre ise saniye şeklinde verilmiştir. MKH: Maksimal kalp atım hızı (bpm).

Shapiro Wilk testi sonuçları MAH, VO_{2maks} ve test sürelerinin normal dağılmadığını ($p<0.05$); alınan mesafe ve MKH'nın normal dağıldığını ($p>0.05$) göstermiştir.

5dk ve 1200m Test Sonuçlarının Ort, SD Verileri ve Normalite Testi Sonuçları

5dk ve 1200m testleri için ortalama koşu hızının MAH kabul edildiği durumda sırasıyla 15.8 ± 1.2 , 15.7 ± 1.1 değerlerini aldıkları görülmektedir. 5dk testi için alınan mesafe ve önerilen eşitliğe (Berthon, 1997) göre VO_{2maks} değerlerinin sırasıyla 1320.8 ± 100.7 (metre), 51.3 ± 3.9 ; bunun yanında 1200m için ortalama sürenin de 277 ± 20 (saniye) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5. 5dk ve 1200m test sonuçlarına göre MAH, alınan mesafe, test süresi, ve 5 dk testi öngörülen VO_{2maks} verileri

	Ort	SD
MAH _{5dk}	15.8	1.2
MAH _{1200m}	15.7	1.1
₅ VO _{2maks}	51.3	3.9
Alınan Mesafe 5dk	1320.8	100.7
Test Süresi 1200m	277	20

Alınan mesafe metre, süre ise saniye şeklinde verilmiştir

Normalite testi MAH_{5dk}, MAH_{1200m}, ₅VO_{2maks}, 5dk testi alınan mesafe ve 1200m test süresi verilerinin tamamının normal dağıldığını göstermiştir ($p>0.05$).

UMTT Sonuçlarının Ort, SD Verileri ve Normalite Testi Sonuçları

Leger ve Boucher (1980) çalışmasına göre elde edilmiş MAH ve VO_{2maks} değerleri sırasıyla 15.3 ± 1 , 54.5 ± 3.1 şeklindedir. MKH değerlerine bakıldığında 198.1 ± 7.4 değerlerini aldığı görülmüştür (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. MAH_{umtt}, alınan mesafe, test süresi, maksimal kalp atım hızı ve öngörülen VO_{2maks} verileri

	Ort	SD
MAH _{umtt}	15.3	1
UMTT VO _{2maks} (Leger ve Boucher 1980)	54.5	3.1
Alınan Mesafe	2653.4	541.1
Test Süresi	751.6	123.8
MKH	198.1	7.4

Alınan mesafe metre, süre ise saniye şeklinde verilmiştir. MKH: Maksimal kalp atım hızı (bpm).

Shapiro Wilk testine göre MAH_{umtt}, alınan mesafe, test süresi, MKH ve VO_{2maks} değerlerinin tamamı normal dağılıma uygunluk göstermektedir ($p>0.05$).

UMTT ile Diğer Testlerden ve Önerilen Eşitliklerden Çıkartılan MAH Değerlerinin İkili Karşılaştırılması

MAH_{umtt} asıl değer olarak kabul edilip diğer yöntemlerin MAH sonuçları ile karşılaştırıldığında ortalamalar arasında anlamlı fark olup olmadığı Paired Samples t Test sonuçlarına göre şu şekildedir.

UMTT ve Yoyo MAH değerleri karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farkın 1.4 (Yoyo değerleri daha yüksek), %95 güven aralığında farkın en düşük ve en yüksek değerlerinin sırasıyla 1, 1.8 olduğu görülmüş ve test sonucu farkın anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Pearson's korelasyon testine göre iki değişken arasındaki ilişki pozitif ve anlamlı bulunmuştur ($r=0.68$). Değişim katsayısı test edildiğinde ortalamaya göre %6.5 (4.5-8.1) değişim gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. MAH değerleri yönünden UMTT ve Yoyo test ortalamaları arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri

	Ort	SD	Ort Fark	Farkın %95 Güven Aralığı (en düşük-en yüksek)	t	p	Pearson's r	CV% (CI %95)
MAH _{umtt}	15.3	1	1.4	1 – 1.8	7.55	0.001	0.68 (p=0.002)	6.5 (4.5-8.1)
MAH _{yoyo}	16.7	1						

CI %95: Güven aralığı %95, CV: Değişim katsayısı (%)

UMTT ve 20-MKT MAH değerleri için ortalamalar arasında farkın 2.1 (UMTT değerleri daha yüksek), %95 güven aralığında farkın en düşük ve en yüksek değerlerinin sırasıyla 1.7, 2.4 olduğu görülmüş ve test sonucu farkın anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Pearson's korelasyonuna göre iki değişken arasındaki ilişki pozitif ve anlamlı bulunmuştur ($r=0.70$). Değişim katsayısı test edildiğinde ortalamaya göre %10.2 (8.4-11.9) değişim gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. MAH değerleri yönünden UMTT ve 20-MKT ortalamaları arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri

	Ort	SD	Ort Fark	Farkın %95 Güven Aralığı (en düşük-en yüksek)	t	p	Pearson's r	CV% (CI %95)
MAH _{umtt}	15.3	1	2.1	1.7 – 2.4	11.65	0.001	0.70 (p=0.001)	10.2 (8.4-11.9)
MAH _{20-MKT}	13.2	0.9						

CI %95: Güven aralığı %95, CV: Değişim katsayısı (%)

UMTT ve 5dk MAH değerleri için ortalamalar arasında farkın yalnızca 0.6 (5dk test değerleri daha yüksek) ve %95 güven aralığında farkın en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla 0, 1.1 olsa da test sonucu farkın anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Pearson's korelasyonuna göre iki değişken arasındaki ilişki pozitif ve anlamlı bulunmuştur ($r=0.52$) Değişim katsayısı test edildiğinde ortalamaya göre %4.6 (3.1-6.2) değişim gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. MAH değerleri yönünden UMTT ve 5dk testi ortalamaları arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri

	Ort	SD	Ort Fark	Farkın %95 Güven Aralığı (en düşük-en yüksek)	t	p	Pearson's r	CV% (CI %95)
MAH _{umtt}	15.3	1	0.6	0 – 1.1	2.18	0.043	0.52 (p=0.026)	4.6 (3.1-6.2)
MAH _{5dk}	15.8	1.2						

CI %95: Güven aralığı %95, CV: Değişim katsayısı (%)

UMTT ve 1200m MAH değerleri karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki fark yalnızca 0.4 (1200m test değerleri daha yüksek), %95 güven aralığında farkın en düşük ve en yüksek değerlerinin sırasıyla 0.1, 0.9 olduğu görülmüş ve test sonucu farkın anlamlı olmadığını göstermiştir ($p>0.05$). Pearson's korelasyonuna göre iki değişken arasındaki ilişki pozitif ve anlamlı bulunmuştur ($r=0.51$). Değişim katsayısı test edildiğinde ortalamaya göre %4 (2.6-5.1) değişim gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. MAH değerleri yönünden UMTT ve 1200m testi ortalamaları arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri

	Ort	SD	Ort Fark	Farkın %95 Güven Aralığı (en düşük-en yüksek)	t	p	Pearson's r	CV% (CI %95)
MAH _{umtt}	15.3	1	0.4	0.1 – 0.9	1.61	0.125	0.51 (p=0.030)	4 (2.6-5.1)
MAH _{1200m}	15.7	1.1						

CI %95: Güven aralığı %95, CV: Değişim katsayısı (%)

Testlerden elde edilen MAH değerleri için ortalamalar bakımından yalnızca 1200m testinin UMTT den anlamlı fark vermediği görülmüş ve 1200m ortalaması 0.4 daha yüksek değerler almıştır.

Daha önceden yapılan çalışmaların önerdiği eşitlikler ile MAH_{umtt} değerlerinin ortalamalarının karşılaştırılması ve ilişki düzeyleri ise şu şekildedir: Shapiro Wilk

sonuçlarına göre $Yoyo_{heaney-mah}$, $Yoyo_{kuipers-mah}$ ve $1200m_{bellenger-mah}$ değişkenleri normal dağılıma uygunluk gösterirken ($p>0.05$), $20m_{berthoin-mah}$ verileri normal dağılım göstermemektedir ($p<0.05$).

Heaney ve ark. (2009) tarafından Yoyo testi için önerilen eşitlik ($Yoyo_{heaney-mah}$) ile UMTT den elde edilen MAH değerleri için ortalama fark 1.1 ($Yoyo_{heaney-mah}$ daha yüksek), %95 güven aralığında farkın en düşük ve en yüksek değerlerinin sırasıyla 0.4, 1.7 olduğu görülmüş ve test sonuçları farkın anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). İki değişken arasındaki korelasyon pozitif ve anlamlı bulunmuştur ($r=0.62$). Değişim katsayısı test edildiğinde ortalamaya göre %6.1 (4.1-8.1) değişim gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.11.)

Çizelge 4.11. $Yoyo_{heaney-mah}$ ve MAH_{umtt} ortalama değerleri arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri

	Ort	SD	Ort Fark	Farkın %95 Güven Aralığı (en düşük-en yüksek)	t	p	Pearson's r	CV% (CI %95)
MAH_{umtt}	15.3	1						
$Yoyo_{heaney-mah}$	16.3	1.7	1.1	0.4 – 1.7	3.34	0.004	0.62 (p=0.005)	6.1 (4.1-8.1)

CI %95: Güven aralığı %95, CV: Değişim katsayısı (%)

Kuipers ve ark. (1985) tarafından Yoyo testinin duyarlılığını geliştirmek için önerilen ve MAH değeri olarak kullanılabilen değer ($Yoyo_{kuipers-mah}$) ile MAH_{umtt} değerleri için ortalama fark 1.7 ($Yoyo_{kuipers-mah}$ daha yüksek), %95 güven aralığında farkın en düşük ve en yüksek değerlerinin sırasıyla 1.3, 2.1 şeklindedir. Test sonucu farkın anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). İki değişken arasındaki korelasyon pozitif ve anlamlı bulunmuştur ($r=0.68$). Değişim katsayısı test edildiğinde ortalamaya göre %7.4 (5.6-9.2) değişim gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.12.)

Çizelge 4.12. Yoyokuiipers-mah ve MAH_{umtt} ortalama değerleri arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri

	Ort	SD	Ort Fark	Farkın %95 Güven Aralığı (en düşük-en yüksek)	t	p	Pearson's r	CV% (CI %95)
MAH _{umtt}	15.3	1					0.68	7.4
Yoyokuiipers-mah	16.9	1	1.7	1.3 – 2.1	8.93	0.001	(p=0.002)	(5.6-9.2)

CI %95: Güven aralığı %95, CV: Değişim katsayısı (%)

Berthoin ve ark. (1992) tarafından 20-MKT için önerilen eşitlik (20_{mberthoin-mah}) ile UMTT den elde edilen MAH değerleri için ortalama fark 0.8 (20_{mberthoin-mah} daha yüksek), %95 güven aralığında farkın en düşük ve en yüksek değerlerinin sırasıyla 0.2, 1.3 olduğu görülmüş ve test sonuçları farkın anlamlı olduğunu göstermiştir (p<0.05). İki değişken arasındaki korelasyon pozitif ve anlamlı bulunmuştur (r=0.70). Değişim katsayısı test edildiğinde ortalamaya göre %5.3 (3.8-6.7) değişim gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.13.)

Çizelge 4.13. 20_{mberthoin-mah} ve MAH_{umtt} ortalama değerleri arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri

	Ort	SD	Ort Fark	Farkın %95 Güven Aralığı (en düşük-en yüksek)	t	p	Pearson's r	CV% (CI %95)
MAH _{umtt}	15.3	1					0.70	5.3
20 _{mberthoin-mah}	16.1	1.6	0.8	0.2 – 1.3	2.98	0.008	(p=0.001)	(3.8-6.7)

CI %95: Güven aralığı %95, CV: Değişim katsayısı (%)

Bellenger ve ark. (2015) tarafından 1200m testi için verilen eşitlik (1200_{mbellenger-mah}) ile UMTT den elde edilen MAH değerleri için ortalama fark 1.1 (UMTT daha yüksek), %95 güven aralığında farkın en düşük ve en yüksek değerlerinin sırasıyla 0.6, 1.6 olduğu görülmüş ve test sonuçları farkın anlamlı olduğunu göstermiştir (p<0.05). İki değişken arasındaki korelasyon pozitif ve anlamlı bulunmuştur (r=0.51). Değişim katsayısı test edildiğinde ortalamaya göre %5.5 (3.4-7.7) değişim gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 4.14. 1200m_{bellenger-mah} ve MAH_{umtt} ortalama değerleri arasındaki fark, %95 güven aralığında farkın aldığı en düşük - en yüksek değerler ve korelasyon verileri

	Ort	SD	Ort Fark	Farkın %95 Güven Aralığı (en düşük-en yüksek)	t	p	Pearson's r	CV% (CI %95)
MAH _{umtt}	15.3	1					0.51	5.5
1200m _{bellenger-mah}	14.2	1	1.1	0.6 – 1.6	4.59	0.001	(p=0.029)	(3.4-7.7)

CI %95: Güven aralığı %95, CV: Değişim katsayısı (%)

Öngörülen VO_{2maks} değerleri için ortalamalar arasındaki değişkenlik sonuçları

Kullanılan VO_{2maks} eşitliklerinden Bangsbo (2008) Yoyo, Berthon (1997) 5dk testi ve Leger ve Boucher (1980) UMTT normal dağılıma uygunluk gösterirken (p>0.05), 20-MKT için önerilen iki eşitlik olan Leger (1988) ve Flourish (2004) için veriler normal dağılım göstermemiştir (p<0.05).

Çizelge 4.15. Testlerin öngördüğü VO_{2maks} değerleri için tanımlayıcı istatistik verileri

	Ort	SD	Minimum	Maksimum
Yoyo VO _{2maks} (Bangsbo, 2008)	53.2	5.2	44.5	59.9
20-MKT VO _{2maks} (Leger, 1988)	51.9	5.2	40.4	59.0
20-MKT VO _{2maks} (Flouris, 2004)	52.1	5.8	39.4	60.0
5dk Test VO _{2maks} (Berthon, 1997)	51.3	3.9	43.1	56.0
UMTT VO _{2maks} (Leger ve Boucher, 1980)	54.5	3.1	48.9	60.8

Eşitlikler tekrarlı ölçümde varyans analizi Pairwise Comparison sonuçlarına göre, ortalamalar arasında yalnızca Berthon (1997) 5dk testi ile Leger ve Boucher (1980) UMTT arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür (p<0.05). Diğer eşitliklerin verdiği VO_{2maks} tahminleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (p>0.05).

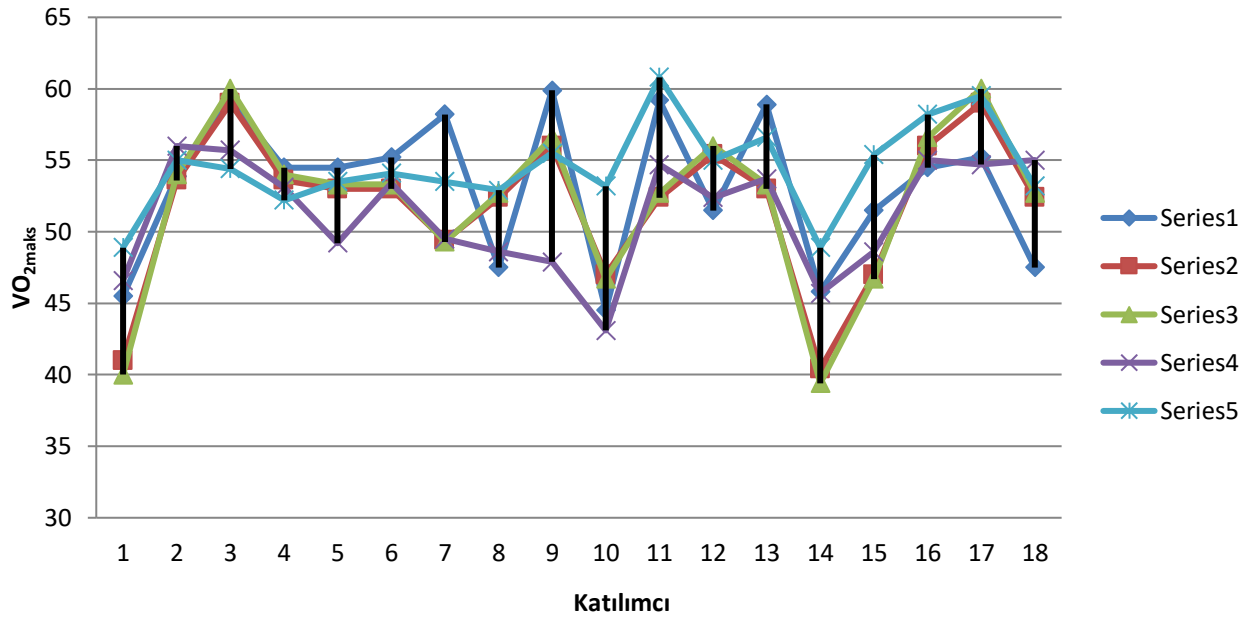
Çizelge 4.16. VO_{2maks} eşitlik sonuçları arasında ortalama fark, standart hata ve önemlilik ve değişim katsayısı değerleri verileri

Faktör (A)	Faktör (B)	Ort Fark (A-B)	Standart Hata	p	CV% (CI %95)
1	2	1.3	1	1.000	5.3 (4-6.5)
	3	1.1	1.1	1.000	
	4	1.9	1	.829	
	5	1.3	.9	1.000	
2	1	1.3	1	1.000	
	3	.2	.1	1.000	
	4	.6	.9	1.000	
	5	2.6	.9	.102	
3	1	1.1	1.1	1.000	
	2	.2	.1	1.000	
	4	.8	1	1.000	
	5	2.4	1	.296	
4	1	1.9	1	.829	
	2	.6	.9	1.000	
	3	.8	.9	1.000	
	5	3.2*	.8	.006	
5	1	1.3	.9	1.000	
	2	2.6	.9	.102	
	3	2.4	1	.296	
	4	3.2*	.8	.006	

*Ortalama fark anlamlı, 1: Yoyo VO_{2maks} (Bangsbo, 2008); 2: 20-MKT VO_{2maks} (Leger, 1988); 3: 20-MKT VO_{2maks} (Flouris, 2004); 4: 5dk Test VO_{2maks} (Berthon, 1997); 5: UMTT VO_{2maks} (Leger ve Boucher, 1980), CI %95: Güven aralığı %95, CV: Değişim katsayısı (%)

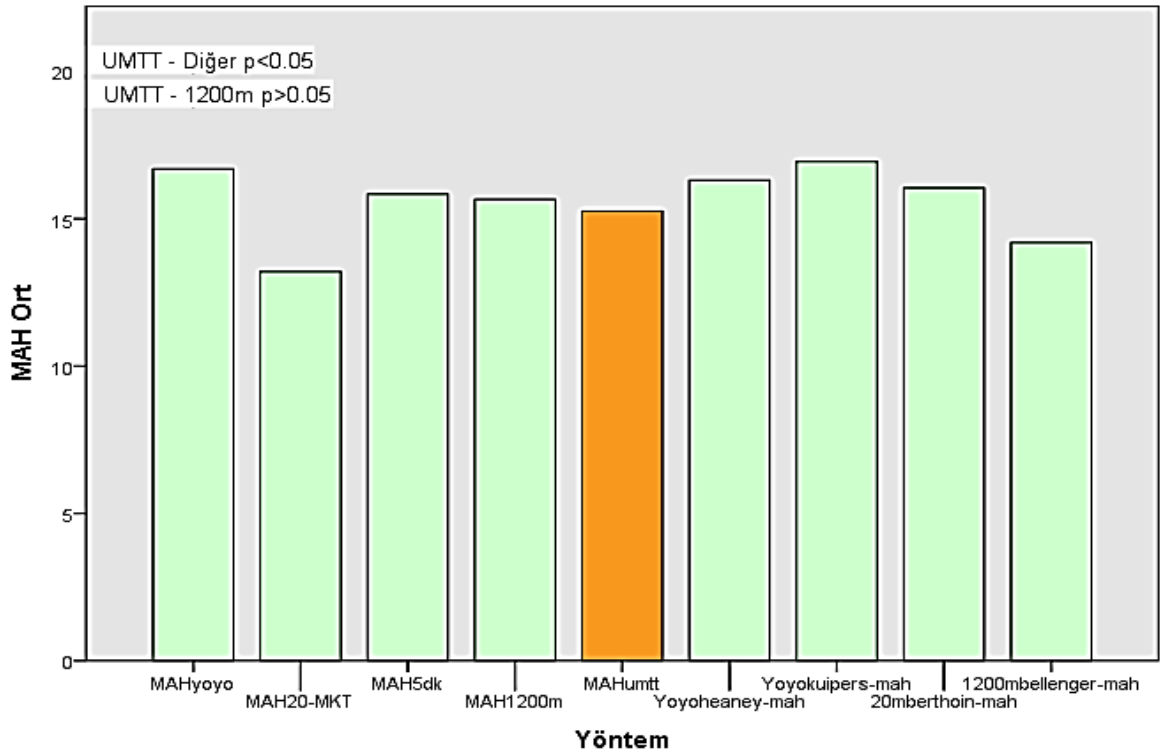
Berthon (1997) 5dk testi ve Leger ve Boucher (1980) UMTT arasında iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi uygulanarak doğrulama yapılmıştır. Test değişkenler arasında 3.2 çığ fark, %95 güven aralığında en düşük ve en yüksek sırasıyla 1.6, 4.8; t= 4.2, p=0.001 sonucunu göstermiştir. Pearson's r=59 (p<0.05).

Şekil 4.1. Katılımcı VO_{2maks} eşitlik sonuçları grafiği



Seri 1: Yoyo VO_{2maks} (Bangsbo, 2008); Seri 2: 20-MKT VO_{2maks} (Leger, 1988); Seri 3: 20-MKT VO_{2maks} (Flouris, 2004); Seri 4: 5dk Test VO_{2maks} (Berthon, 1997); Seri 5: UMTT VO_{2maks} (Leger ve Boucher, 1980)

Şekil 4.2. 9 Farklı yöntemin MAH ortalama değerleri



MKH, kat edilen mesafe ve geçirilen süre verilerinin analizi

Yoyo IR1, 20-MKT ve UMTT sırasında toplanan MKH değerleri tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçlarına göre 20-MKT ve UMTT arasında ortalamalar arasında anlamlı fark görülmezken (değerler sırasıyla 198.2, 198.1) ($p>0.05$), Yoyo IR1 MKH (194.7) ile diğer iki değişkenin sonuçları arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Veriler normal dağılıma uygunluk göstermektedir ($p>0.05$).

Çizelge 4.17. MKH değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

	Ort	SD	Minimum	Maksimum
HRyoyo	194.7	6.3	183	207
HR20mkt	198.2	9.6	176	216
HRumtt	198.1	7.4	187	214

MKH: bpm

Çizelge 4.18. MKH değerleri ortalamalar arasındaki farkın anlamlılığı verileri

		Ort Fark	Standart Hata	p
HRyoyo	HR20mkt	3.6*	1.3	.043
	HRumtt	3.4*	1.1	.018
HR20mkt	HRyoyo	3.6*	1.3	.043
	HRumtt	0.2	1.4	1.000
HRumtt	HRyoyo	3.4*	1.1	.018
	HR20mkt	0.2	1.4	1.000

*Ortalama fark anlamlı

Yoyo IR1, 20-MKT, 5dk testi ve UMTT kat edilen mesafeleri için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları Yoyo IR1 ve 20-MKT arasında anlamlı fark olmadığını ($p>0.05$), diğer tüm ikili karşılaştırmalarda farkın anlamlı olduğunu göstermiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.19. Kat edilen mesafe ortalama, standart sapma verileri

Kat edilen mesafe (m)	Ort	SD	Minimum	Maximum
Yoyo IR1	1997.8	613.8	960	2800
20-MKT	1942.2	391	1100	2480
5dk	1320.8	100.7	1110	1446
UMTT	2653.4	541.1	1688	3699

Yoyo IR1, 20-MKT, 1200m testi ve UMTT geçirilen süre değerleri için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları, ikili karşılaştırıldığında tüm testlerin ortalamaları arasında anlamlı fark olduğunu göstermiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.20. Geçirilen süre ortalama, standart sapma verileri

Geçirilen süre (sn)	Ort	SD	Minimum	Maximum
Yoyo IR1	984.3	281.1	548	1352
20-MKT	661.3	111.9	415	805
1200m	277	20	253	325
UMTT	751.6	123.8	522	979

Çoklu Regresyon Analizi kullanılarak MAH_{umtt} (asıl değer) nin tahmin edilmesi

MAH_{umtt} değerini Yoyo test sonuçları kullanılarak tahmin etmek için çoklu regresyon analizi kullanıldığında şu bulgular elde edilmiştir.

Boy, Yoyo kat edilen mesafe ve Yoyo geçirilen süre değişkenleri kullanıldığında MAH_{umtt} istatistiksel olarak anlamlı öngörülebilmektedir [$F(3,14) = 5.133$, $p<0.05$, $R^2 = .524$]. Bu üç bağımsız değişkenin MAH_{umtt} nin %52.4 değişkenliğini açıklayabildiği görülmüştür. R (Çoklu korelasyon katsayısı) değeri 0.724 tür. Fakat değişkenlerin eşitliğe katkısı istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Bu verilere göre eşitlik şöyledir:

$$MAH_{umtt} = 13.698 - (Boy \times 0.012) - (Yoyo \text{ kat edilen mesafe} \times 0.008) + (Yoyo \text{ geçirilen süre} \times 0.020) \quad R^2 = 0.524$$

Boy : cm

Yoyo kat edilen mesafe: metre; Yoyo geçirilen süre: saniye

BKİ, Yoyo kat edilen mesafe ve Yoyo geçirilen süre değişkenleri kullanıldığında MAH_{umtt} istatistiksel olarak anlamlı öngörülebilmektedir [$F(3,14) = 11.639$, $p<0.05$, $R^2 = .714$]. Bu üç bağımsız değişkenin MAH_{umtt} nin %71.4 değişkenliğini açıklayabildiği görülmüştür. $R = 0.845$, tahminin seviyesinin iyi olduğunu

göstermektedir. Tüm üç değişken de eşitliğe istatistiksel olarak anlamlı katkı sağlamıştır ($p < 0.05$) (Çizelge 4.22.). Bu değişkenler kullanıldığında eşitlik şu şekildedir:

$$MAH_{umtt} = 17.402 - (BKİ \times 0.271) - (Yoyo \text{ kat edilen mesafe} \times 0.013) + (Yoyo \text{ geçirilen süre} \times 0.030) \quad R^2 = .714$$

$BKİ$: kilo (kg) ÷ boy (metre)²

Yoyo kat edilen mesafe: metre; Yoyo geçirilen süre: saniye

Çizelge 4.21. BKİ, Yoyo kat edilen mesafe ve Yoyo geçirilen süre bağımsız değişkenleri ve bağımlı değişken MAH_{umtt} model özeti

Model	R	R ²	Tahminin Standart Hatası
1	.845	.714	.61

Çizelge 4.22. Bağımlı değişken MAH_{umtt} katsayıları

Model	Standardize olmayan katsayılar		t	p	B için %95 güven aralığı	
	B	Standart hata			Alt sınır	Üst sınır
1 (Sürekli)	17.402	2.057	8.5	.001	12.989	21.814
Yoyo kat edilen mesafe (m)	-.013	.006	2.4	.033	-.025	-.001
Yoyo geçirilen süre (sn)	.030	.012	2.5	.024	.005	.056
BKİ	-.271	.088	3.1	.008	-.459	-.083

Tüm bağımsız değişkenler için $p < 0.05$

MAH_{umtt} değerini 20-MKT test sonuçları kullanılarak tahmin etmek için çoklu regresyon analizi kullanıldığında şu bulgular elde edilmiştir:

Boy, 20-MKT kat edilen mesafe ve 20-MKT geçirilen süre değişkenleri kullanıldığında MAH_{umtt} istatistiksel olarak anlamlı öngörülelebilmektedir [$F(3,14) =$

4.657, $p < 0.05$, $R^2 = .499$]. Bu üç bağımsız değişkenin MAH_{umtt} nin %49.9 değişkenliğini açıklayabildiği görülmüştür. R (Çoklu korelasyon katsayısı) değeri 0.707 dir. Fakat değişkenlerin eşitliğe katkısı istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$). Bu verilere göre eşitlik şöyledir:

$$MAH_{umtt} = 9.650 + (Boy \times 0.015) + (20\text{-MKT kat edilen mesafe} \times 0.004) - (20\text{-MKT geçirilen süre} \times 0.007) \quad R^2 = 0.499$$

Boy : cm

20-MKT kat edilen mesafe: metre; 20-MKT geçirilen süre: saniye

BKİ, 20-MKT kat edilen mesafe ve 20-MKT geçirilen süre değişkenleri kullanıldığında MAH_{umtt} istatistiksel olarak anlamlı öngörülelebilmektedir [$F(3,14) = 7.668$, $p < 0.05$, $R^2 = .622$]. Bu üç bağımsız değişkenin MAH_{umtt} nin %62.2 değişkenliğini açıklayabildiği görülmüştür. $R = 0.788$, tahminin seviyesinin iyi olduğunu göstermektedir. 20-MKT kat edilen mesafe ve 20-MKT geçirilen süre değişkenlerin eşitliğe katkısı istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$), BKİ değişkeninin ise eşitliğe istatistiksel olarak anlamlı katkısı vardır ($p < 0.05$) (Çizelge 4.24.). Bu değişkenler kullanıldığında eşitlik şu şekildedir:

$$MAH_{umtt} = 16.428 - (BKİ \times 0.205) + (20\text{-MKT kat edilen mesafe} \times 0.001) + (20\text{-MKT geçirilen süre} \times 0.003)$$

BKİ : kilo (kg) ÷ boy (metre)²

20-MKT kat edilen mesafe: metre; 20-MKT geçirilen süre: saniye

Çizelge 4.23. BKİ, 20-MKT kat edilen mesafe ve 20-MKT geçirilen süre bağımsız değişkenleri ve bağımlı değişken MAH_{umtt} model özeti

Model	R	R ²	Tahminin Standart Hatası
2	.788	.622	.69

Çizelge 4.24. Bağımlı değişken MAH_{umtt} katsayıları

Model	Standardize olmayan katsayılar		t	p	B için %95 güven aralığı	
	B	Standart hata			Alt sınır	Üst sınır
2 (Sürekli)	16.428	3.765	4.4	.001	8.353	24.503
20-MKT kat edilen mesafe (m)	.001	.008	0.8	.938	-.017	.018
20-MKT geçirilen süre (sn)	.003	.028	0.1	.910	-.058	.064
BKİ	-.205	.094	2.197	.045	-.406	-.005

BKİ bağımsız değişkeni için $p < 0.05$

MAH_{umtt} değerini 5dk testi sonuçları kullanılarak tahmin etmek için çoklu regresyon analizi kullanıldığında şu bulgular elde edilmiştir:

BKİ, 5dk testi kat edilen mesafe ve MAH_{5dk} değişkenleri kullanıldığında MAH_{umtt} istatistiksel olarak anlamlı öngörülebilir [F(3,14) = 4.294, $p < 0.05$, $R^2 = .479$]. Bu üç bağımsız değişken MAH_{umtt} nin %47.9 değişkenliğini açıklamaktadır. $R = 0.692$, tahminin seviyesinin orta düzeyde iyi olduğunu göstermektedir. Fakat 5dk testi kat edilen mesafe ve MAH_{5dk} değişkenlerin eşitliğe katkısı istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$), BKİ değişkeninin ise eşitliğe istatistiksel olarak anlamlı katkısı vardır ($p < 0.05$) (Çizelge 4.26.). Bu değişkenler kullanıldığında eşitlik şu şekildedir:

$$MAH_{umtt} = 18.754 + (MAH_{5dk} \times 10.202) - (5dk \text{ kat edilen mesafe} \times 0.120) - (BKİ \times 0.303) \quad R^2=0.479$$

$BKİ$: kilo (kg) ÷ boy (metre)²

MAH_{5dk} : 5dk testi MAH değeri (ortalama hız, km/sa); 5dk kat edilen mesafe : metre

Çizelge 4.25. $BKİ$, 5dk testi kat edilen mesafe ve MAH_{5dk} bağımsız değişkenleri ve bağımlı değişken MAH_{umtt} model özeti

Model	R	R ²	Tahminin Standart Hatası
3	.692	.479	.82

Çizelge 4.26. Bağımlı değişken MAH_{umtt} katsayıları

Model	Standardize olmayan katsayılar		t	p	B için %95 güven aralığı	
	B	Standart hata			Alt sınır	Üst sınır
3 (Sürekli)	18.754	5.145	3.6	.003	7.718	29.790
MAH_{5dk} (km/sa)	10.202	7.206	1.4	.179	-5.253	25.656
5dk testi kat edilen mesafe (m)	-.120	.087	1.4	.192	-.307	.068
$BKİ$	-.303	.129	2.3	.034	-.580	-.026

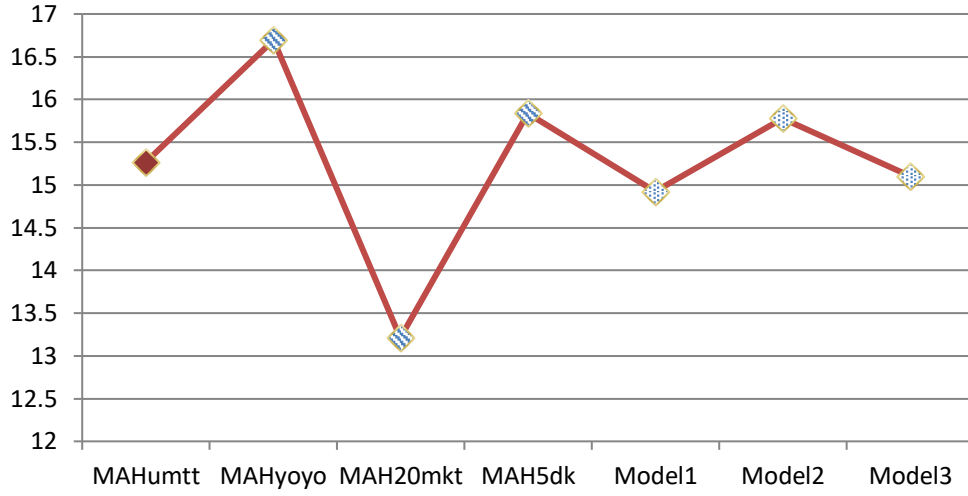
$BKİ$ bağımsız değişkeni için $p < 0.05$

MAH_{umtt} ile bu üç eşitlik arasındaki ilişki incelendiğinde (Pearson's r) Model 1, 2 ve 3 ile aldığı r değerleri sırasıyla 0.84, 0.78, 0.69 dur.

Çizelge 4.27. MAH_{umtt} ve eşitlikler için tanımlayıcı istatistik verileri

	Minimum	Maximum	Ort	SD
MAH_{umtt}	13.4	17.2	15.3	1
Model1Yoyo	13.2	16.2	14.9	0.8
Model2Mkt20	13.8	17.0	15.8	0.9
Model3Dk5	13.5	16.6	15.1	0.7

Şekil 4.3. Testlerden ve eşitliklerden alınan MAH ortalama değerleri



Model 2 (20-MKT eşitliği) nin ortalama yönünden MAH_{umtt} ve diğer iki eşitliğe göre daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir. Fakat bakıldığında eşitlik uygulanmadan önceki değerlerine nispeten asıl değere daha yakındır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, futbolcularda MAH belirlenirken kullanılabilecek yöntemlerin verdiği sonuçların asıl MAH ı öngörebilme yeterlilikleri incelenmiştir. Çalışmanın çıktılarının, farklı örneklem grupları üzerinde yapılan çalışmalar da göz önünde bulundurularak değerlendirilip yorumlanması bu bölümde yapılmıştır. Çalışmanın genel çıktıları: 1) Farklı yöntemlerin MAH değerleri arasında pozitif ve anlamlı ilişki görülmüştür. Bu durum yorumlanılabilirlik ve eşitlik önerebilme imkânlarını güçlendirmiştir. 2) MAH yönünden UMTT ile Yoyo IR1, 20-MKT, 5dk testi arasında istatistiksel anlamlı fark vardır; bunun yanında MAH_{1200m} ile karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur. 3) Farklı örneklem üzerinde yapılmış çalışmalardan önerilen eşitlikler futbolcularda asıl MAH değerini göstermemektedir. 4) 5 ayrı test için önerilen VO_{2maks} eşitlikleri birbirine benzer sonuçlar vermektedir.

UMTT

UMTT' ye göre MAH öngörüldüğünde, çeşitli spor dallarının elit ve amatör düzeyde sporcularında doğal olarak değişken skorlar görülmektedir. UMTT kullanıldığında orta mesafe (1.5-3km) koşucularında MAH 22.4 km/sa, uzun mesafe dayanıklılık (10km) koşucularında 20.8 km/sa olarak rapor edilmiştir (Boullosa, 2009). Rampinini testi kullanılarak MAH öngörüldüğü durumda ise, A serisi elit futbolcularda MAH ın 17.7 km/sa olduğu bildirilmiştir (Rampinini, 2007). Bu çalışmada UMTT sonuçlarına göre, amatör erkek futbolcularda ortalama MAH 15.3 km/sa dir. Pedro ve ark. (2013) da benzer şekilde, yarı-profesyonel futsal oyuncularının MAH seviyelerinin 15.2 km/sa olduğunu bildirmiştir.

Souza ve ark. (2014) UMTT, koşu bandı testi ve 1500, 5000 ve 10000 m mesafe-zaman testlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, UMTT ve koşu bandı testleri için MAH ve VO_{2maks} bakımından anlamlı fark olmadığını bildirmiştir. Ayrıca UMTT MAH değerinin aynı mesafelerde koşu performansını açıkladığı görülmüştür. Çalışmamızdan farklı olarak, belirtilen çalışmanın örneklem grubunu orta düzeyde antrenmanlı 10 koşucu oluşturmuştur. Koşu bandı testi sonuçlarının belirtilen mesafe testleri ile arasındaki düşük ilişkiye rağmen UMTT sonuçlarının bu

testleri daha iyi bir yüzde de açıkladığı görülmüştür. Bu durum testin (Leger ve Boucher, 1980) ekolojik geçerliliğini doğrulamaktadır.

Baquet ve ark. (1999) farklı gruplarda yapılan çalışmalarda UMTT ve direkt yöntemin MAH yönünden birbirine yakın sonuçlar verdiğini, fakat 20-MKT nin son ulaşılan hızının MAH olarak kabul edildiği durumda farklı sonuçlar verdiğini belirterek bunun benzer sonuçlarının 6-11 yaş çocuklarda (294 erkek ve kız) da görülüp görülmediğini araştırmak üzere bir çalışma yapmıştır. Tüm grup ele alındığında (yaş ve cinsiyet hesaba katılmadığında) UMTT MAH değeri 20-MKT MAH dan hafif ama istatistiksel olarak anlamlı farklı (düşük) çıkmıştır (farklılıklar %2 - 5.5 arasında değerlerdedir). Çalışmamızın bulguları örneklem grubumuz da göz önünde bulundurulduğunda doğal olarak bu çalışmadan farklılık göstermiştir. Bulgularımıza göre, MAH_{umtt} (15.3 km/sa), MAH_{20-MKT} (13.2 km/sa) den anlamlı şekilde farklı ve büyüktür (CV% 10.2). Her yaş grubu için kızlarda ve erkeklerde UMTT MAH ın, 20m MAH ile önemli korelasyonu görülmüştür ($0.51 < r < 0.85$). Araştırmacılar bu sonuçların belirtilen yaş gruplarındaki çocuklarda UMTT ve 20-MKT nin her ikisinin de MAH değeri belirlenirken kullanılabileceğini gösterdiğini belirtmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer olarak iki test arasındaki ilişki pozitif ve anlamlı bulunmuştur ($r = 0.70$).

Cappa ve ark. (2014) MAH ı öngörmek üzere, laboratuvarında kullanılan protokolü alan testine uygun hale getirmiş ve National University of Catamarca (UNCa) testini uygulamıştır. Sonuç olarak 14 erkek katılımcının koşu bandında ulaşılan MAH değeri (15.6 ± 1.0 km/sa) alan testi MAH (13.6 ± 1.1 km/sa) dan anlamlı olarak yüksek çıkmıştır ($p = 0.001$). Çalışmamızın MAH_{umtt} değerleri de bu çalışmanın direkt yöntem MAH değerleri ile benzer sonuçlar almıştır (15.3 ± 1.0 km/sa).

Yoyo IR1

Heaney ve ark. (2009) 10 kadın netbol sporcusunda Yoyo IR1 ve koşu bandı VO_{2maks} protokollerini uygulamış ve Yoyo IR1 MAH değerini belirlerlerken Kuipers (1985) eşitliğini kullanmıştır. Yazarlar, çalışmanın sonucunda değerlerin birbirine yakın olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda ise Yoyo IR1 sonuçlarının anlamlı fark

gösterdiği ve daha yüksek olduğu görülmektedir. Çalışmamızda, Kuipers (1985) ın önerdiği eşitliğe göre MAH değerleri belirlendiğinde de aynı şekilde fark anlamlı olmaktadır. Bunun yanında Heaney ve ark. (2009) nın uyguladığı koşu bandı protokolünde eğimin %1 e ayarlanmış olması, örnekleminin bizim çalışmamızın örneklemine göre çok farklı bir grup olması ve ayrıca bizim çalışmamızda direkt yöntem yerine UMTT nin kullanılmış olması sonuçların karşılaştırılması ve yorumlanmasını sınırlandırmıştır. Bu çalışmada yazarlar yöntemi yeterince açıklamamıştır. MAH ın koşu bandı protokolüne göre belirlenmesinde kullanılan kriterler belirtilmemiştir.

20-MKT

Berthoin (1994) 'in çalışmasında 17 beden eğitimi öğrencisi 20m devamlı mekik testine (Leger, 1980) dahil olmuş ve bunun yanında koşu bandında VO_{2maks} ölçümleri yapılmıştır. 20-MKT nin VO_{2maks} değerleri (56.8 ± 5.8 ml/kg/dk) eğimi %3 olan koşu bandında yapılan testin sonuçlarından (56.8 ± 7.1 ml/kg/dk) istatistiksel olarak farklı bulunmadığı bildirilmiştir. Yazarlar, 20-MKT MAH sonuçları (15.8 ± 1.9 km/sa) ve koşu bandı testinin MAH verileri (15.9 ± 2.6 km/sa) arasında anlamlı fark görülmediği bildirilmiştir. Bizim çalışmamızın bulguları ise UMTT den çıkarılan MAH ın 20-MKT ye göre daha yüksek değerlerde ve farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (çiğ fark 2km/sa). Fakat Berthoin (1994) 'in çalışmasında %3 eğime kurulu koşu bandı protokolü uygulanması ve koşu bandı testinde yapılan hız artışının her 4 dakika sonrasında 2 km/sa olması, elde edilen değerlerin duyarlılığını etkilemektedir. Bunun yanında görülmektedir ki bizim çalışmamızın MAH_{umtt} ve VO_{2maks} çıktıları da bu çalışmanınkilerle oldukça benzerdir.

5dk Testi

Berthon ve ark. (1997) farklı alan ve seviyelerinden sporcular (bireysel ve takım sporlarında ya da koşucularda bölgesel ve ulusal seviyede) ve sedanter bireylerden oluşan 48 erkek üzerinde, 5 dakika maksimal devamlı koşu testi, UMTT ve koşu bandı üzerinde yapılan direkt yöntem MAH değerlerini karşılaştırmıştır. Sonuç olarak 5 dakika testi MAH (17.1 ± 2.2 km/sa) ve UMTT MAH (18.2 ± 2.4 km/sa) değerlerinin, koşu bandı testi MAH değerlerinden anlamlı derecede büyük olduğu

görülmüştür. Çalışmamızın bulguları ise MAH_{5dk} nın MAH_{umtt} den daha yüksek olduğunu göstermiştir. Fakat ortalama fark yalnızca 0.6 km/sa dir (CV% 4.6). 5 dakika alan testinde maksimal performans sağlanabilmesi için yüksek motivasyon, hızlanma bilgisi ve sürekli bir hızın test boyunca sürdürülmesi gerekmektedir. Bu durumda Berthon ve ark. (1997) nın çalışmasında grubun heterojen olmasından yola çıkarak deneyimi olmayan katılımcıların en iyi ve doğru yanıtı veremeyebilecekleri göz önünde bulundurulmalıdır. Aynı şekilde bizim örneklemimizde de görülen bu durum, bu testin deneyimli koşucularda kullanımının daha uygun olabileceği düşüncesine götürmektedir.

1200m Testi

Bellenger ve ark. (2015) 28 Avustralya futbolu oyuncusundan oluşan grubun yarısında 1200, 1600 ve 2000 m, diğer yarısında 1400, 1800 and 2200 m testlerini uygulamış ve iki alt grup da UMTT (Leger ve Boucher, 1980) testine MAH belirlemek üzere dâhil edilmiştir. Sonuç olarak, 1200 ve 1400 m mesafelerinde ortalama koşu hızlarının MAH değerinden büyük olduğu görülmüştür ($p < 0.01$). Bunun yanında 1600, 1800, 2000 ve 2200 m mesafelerinin ortalama koşu hızları ile MAH arasında önemli fark saptanmamıştır ($p > 0.05$). Ayrıca tüm mesafelerdeki ortalama hızlar MAH ile pozitif korelasyon göstermiştir ($r = 0.69 - 0.85$; $p < 0.02$). Benzer şekilde bizim çalışmamızda UMTT ve 1200m den alınan değerler arasında anlamlı fark bulunmayıp, 1200m sonuçlarının UMTT ye göre daha büyük değerler aldığı görülmektedir (ort çığ fark yalnızca 0.4 km/sa). İki testin MAH değerleri arasında korelasyon 0.51 dir ($p < 0.05$). Bellenger ve ark. (2015) nın bildirdiği 1200m ile UMTT MAH ın bizim sonuçlarımıza göre daha güçlü bir ilişki içinde olması, uygulama farklılığının bir sonucu olması muhtemeldir. Bizim çalışmamızda 1200m değerleri toplanırken, katılımcı asıl olarak 5dk testini uygulamakta ve kalan süreye göre durum ve hızını optimize etmektedir. Bu durumda 1200m tamamlanmış olsa da 5dk testi devam ediyorsa, 1200m ayrı uygulanması durumunda muhtemelen daha yüksek bir değer alabilecektir.

Diğer bir örnekte ise Daniels ve ark. (1984) farklı VO_{2maks} değerlerine sahip elit kadın koşucularda MAH ın 3000 metre üzerinde (yaklaşık 9 dakika sürdürülen) sergilenen ortalama hıza yakın olduğunu bulmuştur. Bu durum yapılan sporun test

sonuçlarını ne ölçüde etkilediğini göstermektedir. Örneğin bizim çalışmamızda bu tür bir test (DM yapılı) kullanıldığını düşünürsek, sonuçlar muhtemelen asıl MAH değerinin altında kalacaktır.

Lorenzen ve ark. (2009) 23 elit Avustralya futbolu oyuncusunun laboratuvarında elde edilen MAH değeri ile iki zaman-mesafe testinin (1500m ve 3200m) sonuçlarının ilişkisini incelemiştir. Ortalama hıza bakıldığında 1500m testi (5.01 ± 0.23 m/sn) laboratuvar testinden (4.64 ± 0.18 m/sn) yüksek çıkarken 3200m testi (4.47 ± 0.23 m/sn) düşük çıkmıştır. Bu farka rağmen 1500m ve 3200m performansları laboratuvar sonuçlarıyla korelasyon göstermiştir (sırasıyla $r = 0.79$ $r = 0.79$). Benzer şekilde, çalışmamızda 1200m sonuçları (15.7 km/sa), UMTT (15.3) den yüksektir (CV %4). Korelasyon ise orta düzeyde anlamlı, pozitif bir seviyededir ($r = 0.51$).

MAH değerini 1200m testi kullanarak mesafeyi süreye bölme yolu ile ulaşılan hız olarak almış ve kullanmış olan Swaby ve ark. (2016) 14 profesyonel rugby oyuncusu üzerinde MAH ile maç esnasında kat edilen mesafe arasında ilişki olup olmadığını incelemiştir. Buradan elde edilen sonuçlar Pearson's korelasyon katsayıları incelendiğinde MAH ile 6 maça kat edilen ortalama mesafe arasında güçlü ilişki görülmüştür ($r = 0.746$, $p = 0.001$). Bu çalışmada da altın standart bir yöntem uygulanmamış ve 1200m sonuçları MAH değeri olarak kabul edilmiştir. Bizim çalışmamızın sonuçlarına göre de belirttiğimiz; 1200m ve UMTT MAH değerleri arasında anlamlı fark bulunmaması, grupların da benzer yapıda spor dallarında olması nedeniyle, iki çalışma birbirini desteklemektedir.

Testlerin yapısının etkisi: MAAM (Yoyo IR1), MAM (20-MKT), DM (5dk, 1200m testleri), DAM (UMTT)

Sonuçlar değerlendirildiğinde, örneklem grubunun futbolculardan oluşmasının Yoyo IR1 testinde ulaşılan nihai hızın daha yüksek olmasında muhtemel etkisi olabileceği düşünülmektedir. Aynı şekilde grubun özelliğinden kaynaklı olarak, 5dk ve 1200m testlerinde ulaşılan değerlerde sapmanın fazla ve korelasyonun nispeten daha düşük olması mümkün olabilir. Bilindiği gibi futbol; aralıklı, şiddeti değişkenlik gösteren, durup kalkmaların olduğu bir spordur. Yoyo IR1 in de bu karakterde bir araç olması,

kişinin teste motivasyonu ve test bilgisi daha yüksek olarak katılıyor olması ve doğal olarak da daha iyi sonuçlar alması olağandır. Özellikle de DM yapılı testlerin uygulamasında hızlanma bilgisi, ve optimal hızı koruma özellikleri ayrı bir çalışma ile geliştirilebileceğinden, çalışmamızın örneklem grubunda değişken sonuçlar verebilmektedir.

DAM (UMTT) da futbolun yapısına nispeten uzak bir karakterde olsa da heterojen gruplarda bu testin geçerliliğinin yapılması (Leger, 1980; Berthon, 1997) ve ayrıca bizim bulgularımıza göre de tüm testlerin önerilen eşitliklerine göre VO_{2maks} değerlerinin benzer olması, bu sınırlılıkları seyreletmektedir.

Hill ve Rowell (1996) MAH 1 belirlemede kullanılan 5 tanımın etkisini ölçmek için tanımların ve protokollerin bağlantılı olduğunu göz önünde bulundurmadan kullanarak, 22 kadın koşu sporcusundan alınan farklı hızları karşılaştırmıştır. Yazarlar çeşitli yöntemlere göre 5 MAH değerini hesaplamıştır. Bu 5 hız arasında önemli fark ($p<0.001$) olsa da yine de aralarında korelasyon olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada da görüldüğü gibi protokoller sapma gösterebilmektedir.

VO_{2maks}

Çalışmamızda gaz analizörü kullanılamamış olması nedeniyle testler için önerilen eşitliklerin sonuçlarının asıl değer olup olmadığı net değildir. Fakat çalışmanın bulguları, Yoyo VO_{2maks} (Bangsbo, 2008) 53.2 ± 5.2 , 20-MKT VO_{2maks} (Leger, 1988) 51.9 ± 5.2 , 20-MKT VO_{2maks} (Flouris, 2004) 52.1 ± 5.8 , 5dk Test VO_{2maks} (Berthon, 1997) 51.3 ± 3.9 , UMTT VO_{2maks} (Leger ve Boucher, 1980) 54.1 ± 3.1 değerlerinin birbirine çok yakın olduğunu göstermiştir. Ortalamalar arasında yalnızca Berthon (1997) 5dk testi ile Leger ve Boucher (1980) UMTT arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Diğer eşitliklerin verdiği VO_{2maks} tahminleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Benzer şekilde, Souza ve ark. (2014) nın çalışmasında da kuşu bandı (64.2 ± 5.7) ve UMTT (65.5 ± 2.3) yöntemlerinin VO_{2maks} yönünden yakın değerler aldığı görülmektedir.

Eşitlik modelleri

Heaney ve ark. (2009) nın Yoyo IR1 sonuçlarına göre çoklu regresyon analizinden çıkarım yaptıkları eşitlikte MAH ın ön görülmesi için kullanılan değişkenler; alınan mesafe ve kişinin boy uzunluğudur ($r^2=0.918$). Ayrıca boy uzunluğu kullanılmadığı durumda da eşitlik kurulmuştur ($r^2=0.665$). Çalışmamızda Yoyo IR1 için kurulan eşitlikte benzer şekilde, BKİ nin kullanıldığı ve kullanılmadığı iki eşitlik oluşturulmuştur. BKİ kullanılan eşitlikte tahminin sonuçlarının daha anlamlı olduğu görülmüştür ($r=0.845$, $r^2=0.714$). Fakat unutulmamalıdır ki bu iki çalışma için de önerilen eşitlikler kullanılacağı zaman çalışmaların örneklem büyüklüğü, boy ve kilo değerlerinin ort ve sd değerleri ve grubun diğer tanımlayıcı özellikleri, eşitliğin kullanılacağı grubunkiyle benzer olmalıdır. Aksi durumda değerlerde sapmalar görülebilir. Örneğin Heaney ve ark. (2009) tarafından önerilen eşitlik, çalışmamızın örnekleme uygulandığında alınan değerler MAH_{umt} den istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Özetle, bu çalışma amatör futbolcularda MAH belirlenirken kullanılabilir araçların geçerliliğini inceleyen ve eşitlik modeli öneren ilk çalışmadır. Yoyo IR1, 20-MKT, 5dk testi kullanılarak MAH değeri tahmin edilmek istenildiğinde, bu testler MAH_{umtt} den farklı sonuçlar vermektedir. Bu durumda testlerin çıktılarını kullanarak eşitlik modeli kurulmuştur. Bu yolla bu testlerin sonuçları kullanılarak MAH_{umtt} daha doğru tahmin edilebilmektedir. Önerdiğimiz modeller kullanılırken, kullanılacak grubun özelliklerinin çalışma grubuna benzer olması gerekmektedir. 1200m testi kullanıldığında ise MAH_{umtt} den anlamlı bir fark göstermemiştir. Başka bir deyişle, 1200m testi, MAH ın belirlenmesinde bir araç olarak kullanılabilir.

Bulgular ışığında, amatör erkek futbolcularda MAH değerinin ortalama 15.3 km/sa olduğu görülmüştür. Ayrıca UMTT ile diğer tüm yöntemlerin MAH değerleri arasında pozitif ve anlamlı ilişki görülmüştür.

Çalışmamız, farklı seviye ya da branşlardaki katılımcılar üzerinde yapılmış önceki çalışmalardan üretilen MAH öngörme eşitliklerinin bizim grubumuz üzerinde kullanıldığında, asıl MAH değerinden farklı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu nedenle futbolcularda MAH belirlenirken bu eşitlikler kullanılmamalıdır.

Bulgular, VO_{2maks} tahmininde kullandığımız eşitliklerin birbirine çok yakın sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu durum VO_{2maks} belirlenmek istenildiğinde, bu test ya da eşitliklerden herhangi birinin kullanılabilirliğini göstermektedir.

Model 1, Yoyo IR1 sonuçlarını kullanarak MAH değerini oldukça iyi açıklarken 20-MKT ve 5dk testleri için çıkartılan eşitliklerin tahmin gücü daha düşüktür. Bu nedenle futbolcularda MAH belirlenmek istenildiğinde Yoyo IR1 modelinin kullanılması önerilebilir. Ayrıca MAAM yapısında olan Yoyo IR1, futbolculara yabancı değildir.

Gelecek çalışmalarda bu çalışmanın hipotezi altın standart yöntem (metabolik kart, gaz analizörü) ile de sorgulanmalıdır.

KAYNAKLAR

Ahmaidi, S., Collomp, K., Caillaud, C. and Préfaut, C. (1992). Maximal and functional aerobic capacity as assessed by two graduated field methods in comparison to laboratory exercise testing in moderately trained subjects. *International Journal of Sports Medicine* 13, 243-248.

Amaral, R., & Garganta, J. (2005). A modelação do jogo em Futsal: análise sequencial do 1x1 no processo ofensivo. *Revista Portuguesa de Ciência do Desporto*, 5 (3), 298-310.

American College of Sports Medicine, ACSM. (1975). Guidelines for Graded Exercise Testing and Prescription, Philadelphia: *Lea & Febiger*.

Anderson, L., Orme, P., Naughton, R.J., Close, G.L., Milsom, J. et al. (2017). Energy Intake and Expenditure of Professional Soccer Players of the English Premier League: Evidence of Carbohydrate Periodization. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27;3, 228-238.

Anderson, L., Orme, P., Di Michele, R., Close, G.L., Morgans, R., Drust, B., & Morton, J.P. (2015). Quantification of training load during one-, two- and three-game week schedules in professional soccer players from the English Premier League: implications for carbohydrate periodization. *J Sports Sci*, 34;13, 1250-1259.

Apor, P. (1988). Successful formulae for fitness training. Science and Football. London: University Press, p. 95-107.

Astrand, P.O., Ryhming, I. (1954). A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J Appl Physiol*, 7; 218-21.

Baker D. (2011). Recent trends in highintensity aerobic training for field sports. *UK Strength and Conditioning Association*, 22; 3-8.

Balke, B. (1963). A simple field test for assessment of physical fitness. Civil Aeromedical Research Institute Report 63-18. Oklahome City (OK): Federal Aviation Agency.

Bangsbo, J. (1994a). The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 15, Supplementum 619, 1-156.

Bangsbo, J. (1994b). Fitness Training in Football: A Scientific Approach. Bagsværd, Denmark: HO Storm, 1-336.

Bangsbo, J. (1999). Science and football. *J Sports Sci*, 17(10); 755-756.

Bangsbo, J., Iaia, F.M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic Response and Fatigue in Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 111-127.

Bangsbo, J., Iaia, F.M., Krstrup, P. (2008). The Yo-yo intermittent recovery test a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med*, 38(1); 37-51.

Bassett, D.R. Jr & Howley, E.T. (1997). Maximal oxygen uptake: 'classical' versus 'contemporary' viewpoints. *Med Sci Sports Exerc*, 29, 591-603.

- Baquet, G., Berthoin, S., Gerbeaux, M., Praagh, EV. (1999). Assessment of maximal aerobic speed with the incremental running field test in children. *Biology of Sport*, 16(1).
- Baquet, G., Berthoin, S., Gerbeaux, M., Praagh EV. (2001). High-intensity aerobic training during a 10-week one-hour physical education cycle: Effects on physical fitness of adolescents aged 11 to 16. *Int. J. Sports Med*, 22; 295–300.
- Bellenger, CR., Fuller, JT., Nelson, MJ., Hartland, M., Buckley, JD., Debenedictis, TA. (2015). Predicting maximal aerobic speed through set distance time-trials. *Eur J Appl Physiol*, 115(12); 2593-8.
- Bergh, U., Ekblom, B. and Astrand, PO. (2000). Maximal oxygen uptake ‘classical’ versus ‘contemporary’ viewpoints. *Med Sci Sports Exerc*, 32, 85–88.
- Berthoin, S., Gerbeaux, M., Turpin, E. et al. (1994). Comparison of two field tests to estimate maximum aerobic speed. *J Sport Sci*, 12; 355-62.
- Berthoin, S, Gerbeaux, M., Geurruin, F., Lensele-Corbeil, G. and Vandendorpe, F. (1992). Estimation of maximal aerobic speed. *Science & Sport* 7(2), 85-91.
- Berthoin, S., Manteca, F., Gerbeaux, M. and Lensele-Corbeil G. (1995). Effect of a 12-week training program on maximal aerobic speed (MAS) and running time to exhaustion at 100 percent of MAS for students aged 14 to 17 years. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 35; 251–256.
- Berthoin, S., Pelayo, P., Lensele-Corbeil, G., Robin, H., Gerbeaux, M. (1996). Comparison of maximal aerobic speed as assessed with laboratory and field measurements in moderately trained subjects. *Int. J. Sports Med*, 17(7); 525-529.
- Berthon, P., Fellmann, N., Bedu, M., Beaune, B., Dabonneville, M., Coudert, J., Chamoux, A. (1997). A 5-min running field test as a measurement of maximal aerobic velocity. *Eur J Appl Physiol*, 75: 233–238.
- Billat, V., Hill, D., Pinoteau, J. et al. (1996a). Effect of protocol on determination of velocity at $\dot{V}O_{2\max}$ and on its time to exhaustion. *Arch Int Physiol Biochim*, 3; 313-321.
- Billat, V., Koralsztein. JP. (1996b). Significance of the velocity at $VO_{2\max}$ and time to exhaustion at this velocity. *Sports Med*, 22: 90–108.
- Billat, V., Pinoteau, J., Petit, B. et al. (1994a). Reproducibility of running time to exhaustion at $VO_{2\max}$ in sup-elite runners. *Med Sci Sports Exerc*, 26; 254-7.
- Billat, V., Pinoteau, J., Petit, B. et al. (1994b). Time to exhaustion at $VO_{2\max}$ and lactate steady-state velocity in sub-elite long-distance runners. *Arch Int Physiol Biochim*, 102; 215-9.
- Billat, V., Renoux, JC., Pinoteau, J., Petit, B., and Jean Pierre, K. (1995). Hypoxémie et temps limite à la vitesse aérobie maximale chez des coureurs de fond. *Revue canadienne de physiologie appliquée*, 20(1); 102-111.
- Billat, V., Renoux, JC., Pinoteau, J., Petit, B., and Koralsztein, JP. (1994c). Reproducibility of running time to exhaustion at $\sim 0\sim\max$ in subelite runners. *Med. Sci. Sports Exerc*. 26: 254-257.

- Billat, V., Slawinski, J., Bocquet, V., Demarle, A., Lafitte, L., Chassaing, P., et al. (2000). Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. *Eur J Appl Physiol*, 81(3); 188-96.
- Blair SN, Kampert JB, Kohl HW, 3rd Barlow CE, Macera CA, Paffenbarger RS Jr & Gibbons LW (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*, 276; 205–210.
- Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign, IL, US: Human Kinetics.
- Boullosa, DA., Tuimil, JL., Leicht, AS., and Crespo-Salgado, JJ. (2009). Parasympathetic modulation and running performance in distance runners. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2): 626–631.
- Buchheit, M. (2008). The 30-15 Intermittent Fitness Test: Accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *J. Strength Cond. Res*, 22(2):365- 374.
- Buchheit, M., and Laursen, PB. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338.
- Bundle, MW., Hoyt, RW., & Weyland, PG. (2003). High-speed running performance: a new approach to assessment and prediction. *Journal of Applied Physiology*, 95, 1955-1962.
- Bush, M., Barnes, C., Archer, D.T., Hogg, B., & Bradley, P.S. 658 (2015). Evolution of match performance parameters for various 659 playing positions in the English Premier League. *Hum Mov Sci*, 39, 1-11.
- Cappa, DF., García, GC., Secchi, JD., Maddigan, ME. (2014). The relationship between an athlete's maximal aerobic speed determined in a laboratory and their final speed reached during a field test (UNCa Test). *J Sports Med Phys Fitness*, 54; 1-2.
- Carminatti, LJ., Possamai, CA., de Moraes, M., da Silva, JF., de Lucas, RD., Dittrich N. and Guglielmo, LG. (2013). Intermittent versus continuous incremental field tests: are maximal variables interchangeable. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12, 165-170.
- Castagna, C., Barbero Á. and J. Carlos. (2010). Physiological demands of an intermittent Futsal-oriented high-intensity test. *J. Strength Cond. Res*. 24(9): 2322-2329.
- Conley DL, Krahenbuhl GS. (1980). Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*; 12: 357-60.
- Cooper, KH. (1968). A mean of assessing maximal oxygen intake. *JAMA*, 203; 201-4.
- Costill DL, Thomason H, Roberts E. (1973). Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Med Sci Sports*, 5; 248-52.
- Costill, DL., Winrow, EA. (1970). Comparison of two middle-aged ultramarathon runners. *Res Q Exerc Sport*, 41; 135-9.

- Crnjac, D., Blažević, S., Brekalović, M., Kostovski, Z., Marić, K. (2013). The efficiency of interval and continuous aerobic training in young soccer players. *PESH*, 2; 95-100.
- Damasceno, M., Pasqua, L., Gáspari, A., Araújo, G., de-Oliveira, F., Lima-Silva, A., Bertuzzi R. (2018). Effects of strength training on bioenergetics parameters determined at velocity corresponding to maximal oxygen uptake in endurance runners. *Science & Sports*, 33; 263-270.
- Daniels, J., Scardina, N., Hayes, J. et al. (1984). Elite and subelite female middle- and long-distance runners. In: Landers DM, editor. *Sport and Elite Performers*, Vol. 3. Proceedings of the 1984 Olympic Scientific Congress: 1984 Jul 19-23: Oregon. Champaign (IL): *Human Kinetics*, 57-72.
- Dardouri, W., Selmi, MA., Sassi, RH., Gharbi, Z., Rebhi, A., Yahmed, MH., & Moalla, W. (2014). Relationship between repeated sprint performance and both aerobic and anaerobic fitness. *Journal of Human Kinetics*, 40, 139-148.
- Di Prampero, PE. (1986). The energy cost of human locomotion on land and in water. *Int J Sports Med*, 18(5); 537.
- Dupont, G., Akakpo, K. and Berthoin, S. (2004). The effect of inseason, high-intensity interval training in soccer players. *J. Strength Cond. Res*, 18(3): 584–589.
- Edvardsen, E., Hem, E., Anderssen, SA. (2014). End criteria for reaching maximal oxygen uptake must be strict and adjusted to sex and age: A cross-sectional study. *Plos One*, 9(1): e85276.
- Fernandes, RJ., de Jesus, K., Baldari C. et al. (2012). Different VO₂max time-averaging intervals in swimming. *International Journal of Sports Medicine*, (33)12; 1010–1015.
- Flouris, AD., Koutedakis, Y., Nevill, A., Metsios, GS., Tsiotra, G., Parasiris, Y. (2004). Enhancing specificity in proxy-design for the assessment of bioenergetics. *J Sci Med Sport*, 7; 197-204.
- Foster, C., Costill, DL., Daniels, JT. et al. (1978). Skeletal muscle enzyme activity fiber composition and VO₂max in relation to distance running performance. *Eur J Appl Physiol*, 39; 73-80.
- Fulco, CS., Rock, PB. and Cymerman, A. (1998). Maximal and submaximal exercise performance at altitude. *Aviat Space Environ Med*, 69, 793–801.
- Gore, CJ., (2000). Australian Sports Commission. Physiological tests for elite athletes. *Human Kinetics*, Champaign, IL; Leeds, U.K.
- Gorostiaga, E., Llodio, I., Ibáñez, J., Granados, C., Navarro, I., Ruesta, M. et al. (2009). Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106 (4), 483-491.
- Haugen, TA., Tønnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., & Seiler, S. (2014). VO₂max characteristics of elite female soccer players, 1989-2007. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9, 515-521.
- Heaney, N., Williams, M., Lorenzen, C., Kemp, J. (2009). Comparison of a YOYO IR1 test and a VO₂max test as a determination of training speeds and evaluation of

aerobic power. *Australian Strength and Conditioning Association International Conference on Applied Strength and Conditioning*.

Hill, AV. & Lupton, H. (1923). Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Q J Med*, 16, 135–171.

Hill, DW., Rowell, A. (1996). Determination of running velocity at VO_{2max} . *Med Sci Sports Exerc*, 28; 114-119.

Hoppeler H & Weibel ER (2000). Structural and functional limits for oxygen supply to muscle. *Acta Physiol Scand*, 168, 445–456.

Houmard, J.A., Costill, D.L., Mitchell, J.B., Park, S.H., Hickner, R.C., and Roeminich, J.N. (1990). Reduced training maintains performance in distance runners. *Int. J. Sports Med*, 11: 46-52.

Jones, A., & Doust, J. (1996). A 1% grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *Journal of Sport Sciences*, 14(4); 8.

Joyner MJ. (1991). Modeling: optimal marathon performance on the basis of physiological factors. *J Appl Physiol*, 70; 683-7.

Joyner MJ and Coyle EF (2007). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *J Physiol*, 27.

Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M. & Bangsbo, J. (2006) Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 1165–1174.

Kuipers H, Verstappen FTJ, Keize HA, Guerten P, Van Kranenburg G (1985) Variability of aerobic performance in laboratory and its physiologic correlates. *In J Sport Med* 6; 197–201.

Lacour, JR., Montmayeur, A., Dormois, D. et al. (1989). Validation of the UMTT test in a group of elite middle distance runners. *Sci Mot*, 7; 3-8.

Lacour, JR., Padilla-Magunacelaya, S., Barthelemy, JC. et al. (1990). The energetics of middle-distance running. *Eur J Appl Physiol*, 60; 77-82.

Lacour, JR., Padilla-Magunacelaya, S., Chatard JC. et al. (1991). The influence of weekly training distance on fractional utilization of maximum aerobic capacity in marathon and ultramarathon runners. *Eur J Appl Physiol*, 62;77-82.

LaMonte, MJ., Fitzgerald, SJ., Levine, BD., Church, TS., Kampert, JB., Nichaman, MZ., Gibbons, LW. & Blair SN (2006). Coronary artery calcium, exercise tolerance, and CHD events in asymptomatic men. *Atherosclerosis*, 189, 157–162.

Lavoie, JM., Lèger, L., Leone, M., Provencher, PJ. (1985). A maximal multistage swim test to determine the functional and maximal aerobic power of competitive swimmers. *J Swimming Res*, 1(2); 17–22.

Lechevalier, JM., Vandewalle, H., Chatard, JC., et al. (1989) Relationship between the 4 mMol running velocity, the time-distance relationship and the Leger-Boucher test. *Arch Int Physiol Biochim*, 97; 355-60.

- Leger, L., Boucher R. (1980). An indirect continuous running multistage field test, Universite de Montreal Track Test. *Can J Appl Sport Sci*, 5; 77-84.
- Leger, L., Mercier, D. (1984). Gross energy cost of horizontal treadmill and track running. *Sports Med*, 1; 270-277.
- Leger, L., Mercier, D., Gadoury, C., Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6, 93-101.
- Leite, W. (2016). Physiological demands in football, futsal and beach soccer: a brief review. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 2; 6.
- Lorenzen, C., Williams, MD., Turk, PS., Meehan, DL., and Kolsky, DJ. (2009). Relationship between velocity reached at VO_{2max} and time-trial performances in elite australian rules footballers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4, 408-411.
- Maclaren, D., Morton, J. (2012). *Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 26.
- McLellan, T.M., Cheung, S.S., and Jacobs, I. (1995). Variability of time to exhaustion during submaximal exercise. *Can. J. Appl. Physiol*, 20(1): 39-51.
- Medbo, JL., Mohn, AC., and Tabata, I. (1988). Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O_2 deficit, *Journal of Applied Physiology*, 64, 50-60.
- Mercier, D., Leger, L. (1986). Prediction of the running performance with the maximal aerobic power. *STAPS*, 14; 5-28.
- Mitchell JH, Sproule BJ & Chapman CB. (1958). The physiological meaning of the maximal oxygen intake test. *J Clin Invest*, 37, 538-547.
- Morgan, DW., Baldini, FD., Martin, PE. et al. (1989). Ten kilometer performance and predicted velocity at VO_{2max} among well trained male runners. *Med Sci Sports Exerc*, 21;78-83.
- Morgan, DW., Martin, PE., Kohrt, WM. (1986). Relationship between distance running performance and velocity at VO_{2max} in well trained runners. *Med Sci Sport Exerc*, 18(5); 537.
- Moritani, T., Nagata, A., De Vries HA., et al. (1981). Critical power as a measure of physical working capacity and anaerobic threshold. *Ergonomics*, 24;339-50.
- Murray, R., Seifert, J.G., Eddy, D.E., Paul, G.L., and Halaby, G.A. (1989). Carbohydrate feeding and exercise: Effect of beverage carbohydrate content. *Eur. J. Appl. Physiol*. 59; 152-158.
- Newsholme, EA. Blomstrand, E., Ekblom, B. (1992). Physical and mental fatigue: Metabolic mechanisms and the importance of plasma amino acids. *British Medical Bulletin*, 43(3), 447-495.
- Newton, M. (2010). How to conduct a running based Maximal Aerobic Speed test and structure an aerobic interval training session based on the test results. *Australian Strength & Conditioning International Conference on Applied Strength & Conditioning*, 12-14.

- Noakes, TD. (1988). Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. *Med Sci Sports Exerc*, 20; 319-30.
- Noakes, TD., Myburg, KH., Schall R. (1990). Peak treadmill running velocity during the $\text{VO}_{2\text{max}}$ test predicts running performance. *J Sports Sci*, 8; 35-45.
- Noakes, TD., Peltonen, JE. and Rusko, HK. (2001). Evidence that a central governor regulates exercise performance during acute hypoxia and hyperoxia. *J Exp Biol*, 204, 3225–3234.
- Nunes, R., Almeida, F. A., Santos, B., Almeida, F. D., Nogas, G., Elsangedy, H. et al. (2012). Comparação de indicadores físicos e fisiológicos entre atletas profissionais de futsal e futebol. *Revista Motriz*, 18 (1), 104-112.
- Nuttall, FQ. (2015). Body mass index: obesity, bmi, and health: a critical review. *Nutr Today*, 50(3); 117-128.
- Ohashi, J., Miyaghi O., Nagahama, H., Ogushi, T. and Ohashi K. (1988). Application of an analysis system evaluating intermittent activity during a soccer match. *Science and Football*. London: University Press, p. 132-135.
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., Di Prampero, P. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42 (1), 170-178.
- Pedro, RE., Milanez, VF., Boullosa, DA., & Nakamura, FY. (2013). Running speeds at ventilatory threshold and maximal oxygen consumption discriminate futsal competitive level. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(2); 514-518.
- Péronnet, F., Thibault, G. and Cousineau, D. (1991). A theoretical analysis of the effect of altitude on running performance. *J Appl Physiol*, 70, 399–404.
- Péronnet, F., Thibault, G, Ledoux M, et al. (1987). Performance in endurance events: energy balance, nutrition and temperature regulation. London, Canada: Spodym.
- Pugh LG. (1970). Oxygen intake in track and treadmill running with observations on the effect of air resistance. *J Physiol (Lond)*, 297; 823-35.
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, SM., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., and Impellizzeri, FM. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 28; 228–235.
- Rampinini, E., Impellizzeri, FM., Castagna, C., Azzalin, A., Ferrari Bravo, D., & Wisloff, U. (2008). Effect of match-related fatigue on short-passing ability in young soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 40(5); 934-942.
- Reilly, T. (1990). Football. In: REILLY, T. et al. *Physiology of Sports*. London: University Press.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 669-683.
- Reilly, T., Thomas, V. (1976). A motion analysis of work rate in different positional roles in pro football match-play. *Journal of Human Movement Studies*, 2, 87-97.

- Renoux, JC. (2001). Evaluating the time limit at maximum aerobic speed in elite swimmers. Training Implications. *Archives Of Physiology And Biochemistry*, 109;5 424-429.
- Renoux, JC., Petit, B., Billat, V, Koralsztein, JP. (2000). Calculation of times to exhaustion at 100 and 120% maximal aerobic speed, *Ergonomics*, 43;2, 160-166.
- Russell, M., Sparkes, W., Northeast, J., Cook, C.J., Love, T.D., Bracken, R.M., & Kilduff, L.P. (2016). Changes in acceleration and deceleration capacity throughout professional soccer match play. *J Strength Cond Res*, 30, 2839-2844.
- Safrit, MJ., Glauca Costa M., Hooper, LM. Et al. (1988). The validity generalization of distance run tests. *Can J Sport Sci*, 13; 188-96.
- Saltin B, Åstrand PO. (1967). Maximal oxygen uptake in athletes. *J Appl Physiol*, 23; 353-8.
- Saltin B & Strange S (1992). Maximal oxygen uptake: 'old' and 'new' arguments for a cardiovascular limitation. *Med Sci Sports Exercise*, 24, 30–37.
- Scott, CB., Roby , FB., Lohman, GTG. and Bunt, JC. (1991). The maximally accumulated oxygen deficit as an indicator of anaerobic capacity, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 618-624.
- Scrimgeour, AG., Noakes, TD., Adams, B. et al. (1986). The influence of weekly training distance on fractional utilization of maximum aerobic capacity in marathon and ultramarathon runners. *Eur J Appl Physiol*, 55; 202-9.
- Sirotic, AC., & Coutts, AJ (2007). Physiological and performance test correlates of prolonged, high-intensity, intermittent running performance in moderately trained women team sport athletes. *J Strength Cond Res*, 21(1); 138-144.
- Sjödin B, Svedenhag J. (1985). Applied physiology of marathon running. *Sports Med*, 2; 83-99.
- Smaros, G. (1980) Energy usage during a football match. Proceeding 1st International Congress on Sports Medicine Applied to Football, Vol. II. Rome.
- Sousa, A., Figueiredo, P., Zamparo, P., Pyne, DB., Vilas-Boas, JP., Fernandes, RJ. (2015). Exercise modality effect on bioenergetical performance at VO₂max intensity. *Med Sci Sports Exerc*, 47(8); 1705-13.
- Sousa AC, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ. (2014). VO₂ kinetics and metabolic contributions whilst swimming at 95, 100, and 105% of the velocity at VO₂max. *BioMed Research International*, Article ID 675363.
- Souza, KM., Lucas, RD., Grossl, T., Costa, VP., Guglielmo, Luiz A., & Denadai, BS. (2014). Performance prediction of endurance runners through laboratory and track tests. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 16(4); 466-474.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Stone, KJ., Oliver, JL. (2009). The Effect of 45 minutes of soccer specific exercise on the performance of soccer skills. *Int J Sports Physiol Perform*, 4(2); 163-75.

- Stray-Gundersen, J., Musch, TI., Haidet, GC., Swain, DP., Ordway, GA. and Mitchell, JH. (1986). The effect of pericardiectomy on maximal oxygen consumption and maximal cardiac output in untrained dogs. *Circ Res*, 58, 523–530.
- Swaby, R., Jones, PA., Comfort, P. (2016). Relationship between maximum aerobic speed performance and distance covered in rugby union games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10); 2788–2793.
- Taylor, HL., Buskirk, E., Henschel A. (1955). Maximal oxygen intake as an objective measure of cardiorespiratory performance. *J Appl Physiol*, 8; 73-80.
- Thomas, A., Dawson, B., & Goodman, C. (2006). The yo-yo test: reliability and association with a 20-m shuttle run and VO₂ max. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 1(2); 137-49.
- Tønnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., Haugen, T., & Seiler, S. (2013). Maximal aerobic power characteristics of male professional soccer players, 1989-2012. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, 8, 323-329.
- Valquer, W., Barros, T., & Sant'anna, M. (1998). High intensity motion pattern analyses of Brazilian elite soccer players . In: H. Tavares (ed.), *IV World Congress of Notational Analysis of Sport*. Lisbon-Portugal.
- Volkov, NI., Shirkovets, EA., Borilkevich, VE. (1975). Assesment of aerobic and anaerobic capacity of athletes in treadmill running tests. *Eur J Appl Physiol*, 34; 121-30.
- Wasserman, K., Hansen, JE, Sue DY. et al. (1986). Principles of exercise testing and interpretation. Philedelphia: Lea & Febiger.
- Weber KT, Janicki JS & McElroy PA (1987). Determination of aerobic capacity and the severity of chronic cardiac and circulatory failure. *Circulation* 76, 140–145.
- Williams, C.S., Ehler, K.L., Ramirez, C.P., Poole, D.C., Smith, J.C. and Hill, D.W. (1988). Effect of treadmill running velocity on V O₂ kinetics during treadmill running in the severe intensity domain. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, 30: 5 s55.
- Wong, PL., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., and Wisloff, U. (2010). Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 24(3): 653-660.

Ek 1- Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı – Soyadı: Abdulkerim Darendeli
Doğum Tarihi: 15.10.1995
Medeni Durum: Bekar
E-Posta Adresi: abdxsup@gmail.com
Cep Telefonu: 0507 042 90 91

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans Bilgileri:

Okul Adı: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Bölüm Adı: Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği
Mezuniyet Tarihi: 23/06/2017

Yüksek Lisans Bilgileri:

Okul: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Bölüm Adı: Beden Eğitimi ve Spor ABD.
Mezuniyet Tarihi: Devam ediyor

Akademik Yayınlar:

*4.Uluslararası Spor Bilimleri Turizm ve Rekreasyon Öğrenci Kongresi
21-23 Nisan 2017*

WUSHU PERFORMANSININ BELİRLENMESİNDE BAZI FİZİKSEL VE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİN İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ (ANALYSING OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SOME PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS IN DETERMINING SUCCESS OF WUSHU PERFORMANCE)
Abdulkerim DARENDELİ, Gürkan DİKER, Fatih ÖZGÜL, Furkan ŞENER

*4.Uluslararası Spor Bilimleri Turizm ve Rekreasyon Öğrenci Kongresi
21-23 Nisan 2017*

WUS-HU SPORUNDA BAŞARININ DENGE VE ESNEKLİK PERFORMANSIYLA İLİŞKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ (EVALUATION OF RELATIONSHIP BETWEEN SUCCESS AND BALANCE AND FLEXIBILITY PERFORMANCES IN WUSHU)

Furkan ŞENER, Gürkan DİKER, Fatih ÖZGÜL, Abdulkerim DARENDELİ

Ek 1- Özgeçmiş (Devamı)

15. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi 15-18 Kasım 2017

FUTBOLCULARDA ŞİDDETİ GİDEREK ARTAN BİR YÜKLENME SONRASINDAKİ
KAN LAKTAT TOPARLANMASININ DÖNEMSEL DEĞİŞİKLİKLERİNİN
İNCELENMESİ

Gürkan Diker, Zühal Yurtsızoğlu, Hüseyin Özkamçı, Abdulkerim Darendeli

Uluslararası Türk Halkları Sempozyumu 8-10 Aralık 2017

ÇEVGEN/POLO OYUNUNUN TARİHSEL GELİŞİMİ

Sedat Kahya, Sefa Yıldız, Abdulkerim Darendeli, Mehmet Gül

Journal of Turkish Sleep Medicine (Basımda)

ATHLETE SLEEP BEHAVIOR QUESTIONNAIRE – TURKISH VERSION: STUDY OF
VALIDITY AND RELIABILITY

Abdulkerim Darendeli, Gürkan Diker, Ziyet Çınar

Ek 2- Bilgilendirilmiş Olur Formu

Sayın ...

Bu katılacağınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı' Maksimal Aerobik Hızın (kişinin en fazla oksijen tüketebildiği durumdayken ulaşabildiği koşu hızı) Belirlenmesinde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Geçerliliğinin Araştırılması' dır.

Bu araştırmanın amacı, farklı yöntemlerle ulaşılabilen maksimal aerobik hızın (kişinin en fazla oksijen tüketebildiği durumdayken ulaşabildiği koşu hızı) spor dalının yapısı da göz önünde bulundurularak farklı yapılardaki testlerden alınan değerlerinin karşılaştırılması ve değerlendirilmesidir. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bu araştırmada öncelikle sizden yaş, cinsiyet, sporcu geçmişi bilgileriniz istenilecektir ve koşu bandı üzerinde gaz analizör maskesi (anlık olarak kullanmış olduğunuz oksijen miktarını ölçer) takılı şekilde bir test uygulanacaktır. Yo-Yo IRT 1 (oksijen tüketimini tahmin eden spor alan testi) uygulanırken sizden 25 metrelik alanda belirtilen şekilde testi sürdürmeniz istenecektir. 20 metre mekik koşu testi (oksijen tüketimini tahmin eden spor alan testi) uygulanırken sizden 20 metrelik alanda belirtilen şekilde testi sürdürmeniz istenecektir. 5 dakika koşusu alan testi ile 5 dakika boyunca optimal (en uygun) düzeyde 400 metrelik atletizm koşu alanında koşmanız istenecektir. Bu testlerde gaz analizörü kullanılmayacaktır. Araştırmada yer alacak sizin gibi gönüllülerin sayısı 15-30'dur. Çalışma yaklaşık 3 ay sürecektir.

Bu araştırma ile ilgili olarak sizden beklenen araştırma süresince uygulanacak testlerde samimi olmak, testlerin geçerli sayılabilmesi için testleri sizden istenen şekilde tamamlamak, araştırmacının sorularına uygun ve doğru cevap vermektir.

Bu araştırmada sizin için herhangi bir risk ve zarar söz konusu değildir. Sizin için beklenen yararlar maksimal aerobik hız (kişinin en fazla oksijen tüketebildiği durumdayken ulaşabildiği koşu hızı) verileri sporcu, antrenör ve araştırmacılar için oldukça önemli bir parametredir (değişkendir). Bu veriler antrenman programı oluşturulmasında kullanılabilir. Ayrıca gaz analizörü maskesi (anlık olarak kullanmış olduğunuz oksijen miktarını ölçer) ile elde edilen veriler altın standart (duyarlılığı yüksek test) olarak kabul edilmektedir ve en doğru şekilde oksijen tüketiminiz hakkında bilgi edinmiş olacaksınız.

Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için 0507 042 90 91 numaralı telefondan araştırmacı Abdülkerim DARENDELİ 'ye başvurabilirsiniz.

Ayrıca bu araştırma kapsamındaki bütün testler ve hizmetler için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununuzun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahale sizden ücret talep edilmeden ve sosyal güvenceniz kullanılmadan sağlanacaktır.

Ek 2- Bilgilendirilmiş Olur Formu (Devamı)

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz. Bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol aēmayacaktır. Araştırıcı bilginiz dâhilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, aēlıřma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaēla kullanılacaktır, aēlıřmadan aēkilmeniz ya da araştırıcı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaēla kullanılabilir.

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı: Gönüllüden bu kısmı kendi el yazısıyla yazması istenecektir.

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırıcıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm aēıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geēirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiēbir zorlama ve baskı olmaksızın gönüllü olarak kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün,

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Aēıklamaları yapan araştırmacının,

Adı-Soyadı: Abdulkerim DARENDELİ

Görevi: Yüksek Lisans Öğrencisi

Adresi: Küçükminare mah. Recephandan sok. NO:5

Tel.-Faks: 05070429091

Tarih ve İmza: 02/11/2018

Olur alma işlemine başından sonuna kadar tamkklık eden kuruluş görevlisinin/görüşme tanığının,

Adı-Soyadı: Mutlu Cuğ


Görevi: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi BESYO' da Doēent Doktor

Adresi: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi BESYO

Tel.-Faks: 90 346 219 10 10/44 97

Tarih ve İmza: 02/11/2018

Ek 3- Etik Kurul Onayı

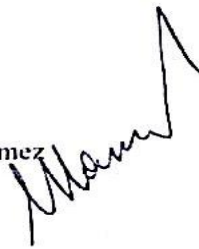
	CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU
---	--

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Maksimal Aerobik Hızın Belirlenmesinde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Geçerliliğinin Araştırılması
-----------------------	---

ETİK KURULU BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Cumhuriyet Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı, Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı TR-58140 Merkez/Sivas
	TELEFON	0 346 219 10 10 / Dahili: 2092
	FAKS	-
	E-POSTA	gokaek2014@gmail.com

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI SOYADI	Doç. Dr. Mutlu Cuğ
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Beden Eğitimi ve Spor
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Cumhuriyet Üniversitesi Beden Eğitim ve Spor Yüksekokulu, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
	DESTEKLEYİCİ	-
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Yüksek lisans tezi
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	HEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/> ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/> ULUSAL <input type="checkbox"/> ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Muhittin Sönmez
İmza:



Ek 3- Etik Kurul Onayı (Devamı)

	CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU
---	---

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Maksimal Aerobik Hızın Belirlenmesinde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Geçerliliğinin Araştırılması
-----------------------	---

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama		
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>		
	ARAŞTIRMA BUTÇESİ	<input type="checkbox"/>		
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>		
	ILAN	<input type="checkbox"/>		
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>		
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>		
DİĞER	<input type="checkbox"/>			
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2018-11/17	Tarih: 07.11.2018		
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmann/çalışmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmann/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerden gerekli izin alınarak gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıda katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.			

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu, Helsinki Bildirgesi, Cumhuriyet Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Yönergesi
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Muhittin Sönmez

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Muhittin Sönmez	Anatomi	Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	<i>Muhittin Sönmez</i>
Prof. Dr. Yalçın Karagöz	Biyostatistik	Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	<i>Yalçın Karagöz</i>
Doç. Dr. Hatice Özer	Patoloji	Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	<i>Hatice Özer</i>
Doç. Dr. Ercan Özdemir	Fizyoloji	Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	<i>Ercan Özdemir</i>
Doç. Dr. Gulay Yıldırım	Tıp Tarihi ve Etik	Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	<i>Gulay Yıldırım</i>
Doç. Dr. Binnur Bağcı	Beslenme ve Diyetetik	Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Binnur Bağcı</i>
Dr. Öğret. Üyesi Mehmet Ataş	Farmasötik Mikrobiyoloji	Cumhuriyet Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	<i>Mehmet Ataş</i>
Dr. Öğret. Üyesi Engin Altinkaya	İç hastalıkları	Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	<i>Engin Altinkaya</i>
Dr. Öğret. Üyesi Melih Ülgey	Protetik Diş Tedavisi	Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Melih Ülgey</i>

*: Toplantıda bulunma

Etik Kurul Başkanının

Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Muhittin Sönmez

İmza: